

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ASANSÖR KONTROL SİSTEMLERİNİN GENETİK  
ALGORİTMA İLE SİMÜLASYONU**

Makina Yük. Müh. Berna BOLAT

**FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksiyon Programında  
Hazırlanan**

**DOKTORA TEZİ**

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| <b>Tez Savunma Tarihi</b>   | : 31.Ocak.2006                        |
| <b>Tez Danışmanı</b>        | : Prof. Mustafa ALIŞVERİŞÇİ (YTÜ)     |
| <b>İkinci Tez Danışmanı</b> | : Doç. Dr. C.Erdem İMRAK (İTÜ)        |
| <b>Jüri Üyeleri</b>         | : Prof. Dr. Remzi ASLAN (KOÜ)         |
|                             | : Doç.Dr. İsmail YÜKSEK (YTÜ)         |
|                             | : Doç. Dr. Serpil KURT (İTÜ)          |
|                             | : Yrd.Doç. Dr. Muharrem BOĞOÇLU (YTÜ) |

**İSTANBUL, 2006**

## İÇİNDEKİLER

|                                                                     | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------|-------|
| SİMGE LİSTESİ .....                                                 | iv    |
| KISALTMA LİSTESİ .....                                              | v     |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                 | vi    |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                               | vii   |
| ÖNSÖZ .....                                                         | viii  |
| ÖZET .....                                                          | ix    |
| ABSTRACT .....                                                      | x     |
| 1. GİRİŞ .....                                                      | 1     |
| 2. ASANSÖR SİSTEMLERİNİN KUMANDA VE KONTROLÜ .....                  | 5     |
| 2.1 Asansör Kontrol Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi .....           | 5     |
| 2.1.1 Otomatik Kabin Kontrolü .....                                 | 7     |
| 2.1.2 Grup İzleme Kontrolü .....                                    | 7     |
| 2.1.3 Konvansiyonel Kontrol Sistemleri .....                        | 8     |
| 2.2 Bilgisayar Esaslı Asansör Kontrol Sistemleri .....              | 11    |
| 2.2.1 Konvansiyonel Algoritmaların Bilgisayar İle Uygulanması ..... | 11    |
| 2.2.2 Mini Bilgisayar Esaslı Sistem .....                           | 12    |
| 2.2.3 Optimum Bilgisayar Kontrol Sistemi .....                      | 12    |
| 2.2.4 Uygun Çağrı Dağıtma Sistemi .....                             | 13    |
| 2.2.5 Bilgisayar Grup Kontrolü .....                                | 13    |
| 2.3 Asansör Kontrol Sistemleri Konusunda Yapılmış Çalışmalar .....  | 14    |
| 3. KONTROL ALANINDA YAPAY ZEKA UYGULAMALARI .....                   | 17    |
| 3.1 Yapay Sinir Ağları .....                                        | 20    |
| 3.1.1 Yapay Sinir Ağlarının Uygulama Alanları .....                 | 23    |
| 3.1.2 Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Özellikleri .....        | 23    |
| 3.2 Uzman Sistemler .....                                           | 24    |
| 3.2.1 Uzman Sistemlerin Uygulama Alanları .....                     | 27    |
| 3.2.2 Uzman Sistemlerinin Oluşturulması ve Avantajları .....        | 28    |
| 3.3 Bulanık Mantık .....                                            | 29    |
| 3.3.1 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları .....                      | 30    |
| 3.3.2 Bulanık Mantığın Oluşturulması ve Avantajları .....           | 31    |
| 4. GENETİK ALGORİTMALAR .....                                       | 33    |
| 4.1 Giriş .....                                                     | 33    |
| 4.2 Genetik Algoritmaların Tarihsel Gelişmesi .....                 | 36    |

|       |                                                                          |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3   | Genetik Algoritmelerde Kodlama Sistematiği .....                         | 36  |
| 4.4   | Genetik Algoritmelerde Uygunluk Fonksiyonu .....                         | 38  |
| 4.5   | Genetik Algoritmelerde Seçim Yöntemi .....                               | 38  |
| 4.6   | Genetik Algoritma Operatörleri.....                                      | 40  |
| 4.6.1 | Çaprazlama Operatörü.....                                                | 40  |
| 4.6.2 | Mutasyon Operatörü .....                                                 | 41  |
| 4.7   | Genetik Algoritmaların Avantajları.....                                  | 42  |
| 4.8   | Genetik Algoritmanın Uygulama Alanları .....                             | 43  |
| 5.    | ASANSÖR KONTROL SİSTEMLERİNİN GENETİK ALGORİTMA İLE<br>SİMÜLASYONU ..... | 44  |
| 5.1   | Giriş .....                                                              | 44  |
| 5.2   | Geliştirilen Algoritmanın Genel Yapısı.....                              | 44  |
| 5.2.1 | Nüfusun Oluşturulması.....                                               | 46  |
| 5.2.2 | Uygunluk Fonksiyonunun Hesaplanması .....                                | 48  |
| 5.2.3 | Seçim İşlemi .....                                                       | 52  |
| 5.2.4 | Çaprazlama Operatörü Uygulaması.....                                     | 53  |
| 5.2.5 | Mutasyon Operatörü Uygulaması.....                                       | 54  |
| 5.3   | Trafik Analizi ve Performans Hesapları.....                              | 55  |
| 5.3.1 | Ortalama Seyir Zamanı.....                                               | 57  |
| 5.4   | Genetik Algoritma İle Hazırlanan Programın Test Çalışması.....           | 59  |
| 5.5   | Simülasyon Programı ve Sonuçları .....                                   | 63  |
| 6.    | SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....                                                | 72  |
|       | KAYNAKLAR.....                                                           | 74  |
|       | EKLER .....                                                              | 78  |
|       | ÖZGEÇMİŞ.....                                                            | 171 |

## SİMGE LİSTESİ

|           |                                                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| N         | Kat adedi                                                                        |
| $F_{YD}$  | Yukarı giden ve duran asansörler için uygunluk fonksiyonu                        |
| $F_A$     | Aşağı giden asansörler için uygunluk fonksiyonu                                  |
| $F_T$     | Toplam uygunluk fonksiyonu                                                       |
| $K_{1YD}$ | Asansörün bulunduğu kat (Yukarı veya duran asansör için)                         |
| $K_{2YD}$ | Yolcuları aldığı en yüksek kat (Yukarı veya duran asansör için)                  |
| $K_{3YD}$ | Yolcuları aldığı en alt kat (Yukarı veya duran asansör için)                     |
| $K_{4YD}$ | Katlar arasındaki en yüksek kat ( $K_4 < K_1$ ) (Yukarı veya duran asansör için) |
| $K_{1A}$  | Asansörün bulunduğu kat (Aşağı yönde giden asansör için)                         |
| $K_{2A}$  | Yolcuları aldığı en alt kat (Aşağı yönde giden asansör için)                     |
| $K_{3A}$  | Yolcuları aldığı en üst kat (Aşağı yönde giden asansör için)                     |
| $K_{4A}$  | Katlar arasındaki en alt kat ( $K_4 > K_1$ ) (Aşağı yönde giden asansör için)    |
| t         | Katlar arası yolculuk zamanı                                                     |
| $M_1$     | Asansörün yukarı yöndeki en üst çağrı katı                                       |
| $M_2$     | Asansörün aşağı yöndeki en üst çağrı katı                                        |
| $M_3$     | Asansörün aşağı yöndeki en alt çağrı katı                                        |
| AJT       | Ortalama seyir zamanı (s)                                                        |
| AWT       | Ortalama bekleme zamanı (s)                                                      |
| ATT       | Ortalama seyahat zamanı (s)                                                      |
| CC        | Kabin kapasitesi (kişi)                                                          |
| P         | Yolcu sayısı                                                                     |
| H         | En yüksek dönüş katı                                                             |
| L         | Bir grup halinde çalışan kabin sayısı                                            |
| RTT       | Çevrim zamanı (s)                                                                |
| S         | Muhtemel durak adedi                                                             |
| INT       | Periyot (s)                                                                      |
| $t_v$     | Katlararası zaman (s)                                                            |
| $t_s$     | Durma zamanı (s)                                                                 |
| $t_p$     | Yolcu transfer zamanı (s)                                                        |
| $\beta$   | Katlararası talep oranı (%)                                                      |
| $\lambda$ | Gerçek ulaşma oranı (%)                                                          |
| arate     | Ulaşma oranı (%)                                                                 |
| pop       | Bina nüfusu (kişi)                                                               |
| UPPHC     | Taşıma kapasitesi                                                                |

## **KISALTMA LİSTESİ**

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| UÇD  | Uygun Çağrı Dağıtma                        |
| IAEE | Uluslararası Asansör Mühendisleri Cemiyeti |
| YZ   | Yapay Zeka                                 |
| YSA  | Yapay Sinir Ağları                         |
| US   | Uzman Sistemler                            |
| GA   | Genetik Algoritmalar                       |
| SCI  | Science Citation Index                     |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                                           | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1 Elle kumandalı hidrolik asansör .....                                                                           | 5     |
| Şekil 2.2 Asansör kontrol sistemlerindeki gelişmeler .....                                                                | 7     |
| Şekil 2.3 Bilgisayar esaslı asansör kontrol sistemi (Bolat ve İmrak, 2003a) .....                                         | 11    |
| Şekil 3.1 Son on yılda çeşitli disiplinlerde yapılmış olan yapay zeka çalışmaları .....                                   | 18    |
| Şekil 3.2 Asansör kontrolünde son yıllarda yapılan çalışma konuları .....                                                 | 19    |
| Şekil 3.3 Yıllara göre asansör kontrolünde yapılan çalışmalar .....                                                       | 20    |
| Şekil 3.4 Yapay sinir ağlarının akış diyagramı .....                                                                      | 22    |
| Şekil 3.5 Uzman sistemin yapısı .....                                                                                     | 26    |
| Şekil 3.6 Bulanık sistemin akış şeması.....                                                                               | 30    |
| Şekil 4.1 Genetik algoritmanın genel akış diyagramı.....                                                                  | 35    |
| Şekil 4.2 Rulet çemberi yöntemi .....                                                                                     | 39    |
| Şekil 4.3 Çaprazlama yöntemleri ve etkileri (Bolat vd., 2004) .....                                                       | 41    |
| Şekil 4.4 Mutasyon yöntemleri ve operatörleri (Bolat vd., 2004).....                                                      | 42    |
| Şekil 5.1 Akşam saatlerinde aşağı trafik durumu .....                                                                     | 45    |
| Şekil 5.2 Genetik algortmada kullanılan asansör grup kontrolü için akış diyagramı.....                                    | 46    |
| Şekil 5.3 Kromozom çeşitliliğinin sağlandığı program yazılımı.....                                                        | 48    |
| Şekil 5.4 Uygunluk değeri hesabı için asansör akış diyagramı .....                                                        | 49    |
| Şekil 5.5 Birinci tip uygunluk fonksiyonunun hesaplandığı program yazılımı.....                                           | 50    |
| Şekil 5.6 İkinci tip uygunluk fonksiyonu hesabı için asansör akış diyagramı .....                                         | 51    |
| Şekil 5.7 İkinci tip uygunluk fonksiyonunun hesaplandığı program yazılımı .....                                           | 51    |
| Şekil 5.8 Seçim işlemin yapıldığı rulet tekerleği yönteminin program yazılımı.....                                        | 52    |
| Şekil 5.9 Seçim işlemin yapıldığı elitizm yönteminin program yazılımı .....                                               | 53    |
| Şekil 5.10 Genetik algortmada tek noktalı çaprazlama operatörü program yazılımı .....                                     | 53    |
| Şekil 5.11 Genetik algortmada iki noktalı çaprazlama operatörü program yazılımı.....                                      | 54    |
| Şekil 5.12 Genetik algortmada üniform çaprazlama operatörü program yazılımı .....                                         | 54    |
| Şekil 5.13 Genetik algortmada mutasyon operatörü program yazılımı.....                                                    | 55    |
| Şekil 5.14 En yüksek dönüş katı (H) .....                                                                                 | 58    |
| Şekil 5.15 Muhtemel durak adedi (S).....                                                                                  | 58    |
| Şekil 5.16 İş bankası kuleleri (İstanbul) .....                                                                           | 60    |
| Şekil 5.17 Genetik algortma kullanılan sistemin ortalama bekleme zamanı (Birinci tip uygunluk değeri hesabına göre) ..... | 61    |
| Şekil 5.18 Genetik algortmada uygunluk değeri hesabı (Birinci tip uygunluk değeri hesabına göre) .....                    | 62    |
| Şekil 5.19 Genetik algortmada uygunluk değeri hesabı (İkinci tip uygunluk değeri hesabına göre) .....                     | 62    |
| Şekil 5.20 Genetik algortma kullanılan sistemin ortalama bekleme zamanı (İkinci tip uygunluk değeri hesabına göre) .....  | 63    |
| Şekil 5.21 Ortalama bekleme zamanının ( <i>AWT</i> ) değişimi (Konvansiyonel) .....                                       | 65    |
| Şekil 5.22 Ortalama bekleme zamanının ( <i>AWT</i> ) değişimi (Genetik Algoritma).....                                    | 65    |
| Şekil 5.23 Ortalama seyahat zamanının ( <i>ATT</i> ) değişimi (Konvansiyonel) .....                                       | 66    |
| Şekil 5.24 Ortalama seyahat zamanının ( <i>ATT</i> ) değişimi (Genetik Algoritma) .....                                   | 67    |
| Şekil 5.25 Ortalama seyir zamanının ( <i>AJT</i> ) değişimi (Konvansiyonel).....                                          | 67    |
| Şekil 5.26 Ortalama seyir zamanının ( <i>AJT</i> ) değişimi (Genetik Algoritma).....                                      | 68    |
| Şekil 5.27 Ortalama bekleme zamanının asansör adedine göre değişimi.....                                                  | 69    |
| Şekil 5.28 Asansör çalışma zamanları .....                                                                                | 70    |

## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                                                                            | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 4.1 İkili kodlama .....                                                                                            | 37    |
| Çizelge 4.2 Tamsayı (Gerçel ) kodlaması .....                                                                              | 37    |
| Çizelge 4.3 Gray kodlama .....                                                                                             | 37    |
| Çizelge 5.1.Genetik algoritmada asansör kontrol sistemeleri için ikili kodlama gösterimi<br>(11 katlı bir bina için) ..... | 47    |
| Çizelge 5.2 Bina tipine bağlı ulaşma oranı ve periyod değerleri (İmrak, 1996a).....                                        | 56    |
| Çizelge 5.3 Kapı tipine bağlı açılma ve kapanma süreleri (İmrak, 1996a) .....                                              | 56    |
| Çizelge 5.4 Hız değerleri ve buna bağlı kat geçme süresi ile ivme değerleri (İmrak, 1996a)..                               | 56    |
| Çizelge 5.5 Yukarı ve aşağı yönde asansöre gelen kat çağrıları .....                                                       | 60    |

## ÖNSÖZ

Modern kentlerde bulunan yüksek katlı binalarda asansör hizmetinden yararlanmak günümüzde bir zorunluluk haline gelmiştir. Tesis edilen asansör sistemleri tarafından sunulan servisin yalnız yeterli olması değil, aynı zamanda binaların faaliyetlerini aksatmayacak düzeyde hızlı ve verimli çalışmalarında gereklidir.

Teknolojinin her alanında olduğu gibi, asansörler üzerinde de çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmada, asansör sistemlerine yapay zeka uygulamalarından genetik algoritmaların asansör sistemlerine uygulanması ele alınmıştır.

Bu tezin hazırlanması sırasında sonsuz desteklerini gördüğüm Hocalarım Prof.Mustafa ALIŞVERİŞÇİ ve Doç.Dr.C.Erdem İMRAK'a, eleştirileri ve katkılarından dolayı tez izleme jüri üyeleri Prof.Dr.Remzi ASLAN ve Doç.Dr.İsmail YÜKSEK'e, tezimde kullanılan verilerin temin edilmesinde yardımcı olan Buga Otis Asansör Firması yetkililerine, programın hazırlanmasında yardımcı olan Yrd.Doç.Dr.Zafer BİNGÜL, Arş.Gör.Alev SÖKE ve Öğr.Gör.Dr.Ersun YALÇIN'a ve Konstrüksiyon A.B.D'daki arkadaşlarıma gösterdikleri anlayış nedeniyle teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

Yoğun trafiğin bulunduğu yüksek katlı binalarda tesis edilen birden fazla kabinli asansör tesislerinin sunduğu hizmetin niteliksel olarak yeterli olmasının yanında, binanın faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemeyecek düzeyde hızlı, verimli ve bekleme olmaksızın çalışmaları beklenmektedir. Asansörlerin niceliksel olarak yüksek performanslı çalışabilmeleri, bilgisayar esaslı grup kontrol sistemlerinin uygulamasıyla mümkün hale gelmiştir.

Bu çalışmada; asansör kontrol sisteminin genetik algoritma ile simülasyonu ve optimizasyonu ele alınmış ve geliştirilen yazılım tanıtılmıştır. Genetik algoritmalar günümüzde optimizasyon problemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Genetik algoritmalar kullanılarak, bina karakteristiğine göre en uygun kabin veya kabinler bina içinden gelen çağrılara yönlendirilmektedir. Genetik algoritmaların esası, tipleri ve kullanım avantajları belirtildikten sonra genetik algoritmada kullanılan uygunluk fonksiyonu ele alınmıştır. Uygunluk fonksiyonun matematiksel ifadesi hazırlanan bir program yardımıyla açıklanmış ve genetik algoritmada kullanılan operatörler anlatılmıştır.

Genetik algoritma kullanılan simülasyon programı sayesinde değişik bina tiplerine ve karakteristik değerlere göre trafik analizi yapılmış, gelen çağrılara en uygun kabin veya kabinlerin yönlendirilmesi için algoritma dizayn edilmiş, simülasyon sonuçları elde edilmiştir.

Seçilen asansör konfigürasyonu, elde edilen ortalama seyir zamanı, ortalama seyahat zamanı ve ortalama bekleme zamanı ve performans oranı grafikler yardımıyla değerlendirilerek, seçimin uygunluğu belirlenmiştir. Böylece asansörlerin daha verimli kullanımı sağlanmakta, binalarda sağladıkları düzenli trafik akışıyla, insanların seyahat ve bekleme zamanları azaltılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Asansörler, asansör kontrol sistemleri, genetik algoritmalar

## **ABSTRACT**

In tall buildings where there is heavy traffic, the service offered by multi-car lift systems is qualitatively sufficient. Besides, the lifts are expected to work fast and efficiently, without waiting and affecting the activities of the building negatively. It has become possible to apply computer-based group control systems for the lifts to function quantitatively with a high performance.

In this study, the simulation and optimization of lift control systems with genetic algorithms have been taken up and a developed software has been introduced. Today, genetic algorithms are being used in a widespread way in optimization problems. By using genetic algorithms, the most suitable car or cars are directed to hall call allocations which come from the building, according to the building characteristics. The fitness function used in genetic algorithms has been taken up, after the principles, types and the advantages of using genetic algorithms were put forward. The mathematical expression of the fitness function algorithm is explained with the help of a computer programme and the operators used in the genetic algorithm are explained.

Thanks to the simulation programme where genetic algorithm is used, a traffic analysis has been made according to different building types and characteristic values; an algorithm has been designed to direct the most suitable car or cars to the incoming calls and simulation results have been obtained.

For the chosen lift configuration, average journey time, average waiting time, average travel time and performance index have been evaluated by way of graphs and the suitability of the selection has been determined. Thus, lifts are used more efficiently and the waiting and journey time of passengers are decreased a regular traffic flow.

**Keywords:** Lift, lift control systems, genetic algorithms

## 1. GİRİŞ

Belirli seviyelerde hizmet veren, esnek olmayan ve yatay düzlemle  $15^\circ$  den fazla bir açı oluşturan raylar boyunca hareket eden bir kabine sahip olan ve insanların ve yüklerin taşınmasına yarayan elektro-mekanik bir tesis olan asansörlerin kontrol sistemleri iki değişik mühendislik problemine dayanmaktadır. Bunlardan ilki kabini aşağı-yukarı yönde hareket ettirmek ve belirlenen katta durdurmaktır. İkincisi ise, tek başına kabinlerin çalışmasını kontrol ederek verimli çalışmalarını sağlamaktır. Asansör sisteminde düşük seviyeli kontrol, tek başına kabinleri hareket ettirmeye, durdurmaya, kapıları açıp kapamaya kumanda eder. Kabinler arasındaki koordinasyonu sağlamak için yüksek seviyeli kontrol kullanılır ve asansör mühendisleri tarafından tanımlanan kurallara göre çalışmaktadır (İmrak, 1996a; Strakosch, 1982). Yüksek katlı binada hizmet veren asansör kontrol sisteminden beklenenler şunlardır;

- Binalardaki her kata hizmet sunulması,
- İnsanların bir kattan diğerine gidiş süresinin azaltılması,
- İnsanların hizmet için katta bekleme süresinin azaltılması,
- Belli bir sürede mümkün oldukça fazla kişiye hizmet etmesidir.

Binadaki yolcu hareketinin değişimi trafik modeli ile belirlenir. Farklı binalar için trafik modeli aynı olmamasına rağmen belirli bina tipleri için genelleştirilmiş modeller bulunmaktadır. Bunları aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz :

1. Yukarı –pik trafik : Ana girişten yukarıya doğru tüm veya büyük bir bölüm trafiğin etkin olduğu haldir. Sabah kalabalık zamanda başlar ve azalarak öğle zamanı periyodunda biter.
2. Aşağı-pik trafik : Yolcuların büyük bir çoğunluğunun ana girişten asansörü terk ettiği trafik akışının olduğu haldir. Öğle zamanı periyodunda az olarak görülür ve çalışma saatlerinin sonunda belirir.
3. İki yönlü trafik : Belirli kata ve bu kattan başka katlara trafik akışının görüldüğü haldir. Bu kat ana giriş olabilir.
4. Dört yönlü trafik : Baskın trafik akışının belirli iki kat arasında olduğu haldir. Bu katlardan biri ana giriş olabilir.
5. Rastgele katlararası trafik : Saptanan çağrıların sezilebilen modelinin olmadığı ve insanların bina içinde hareket etmelerinden dolayı gün içinde görülen haldir.

Asansör sistemleri her zaman mümkün olan trafik hallerini karşılamak için tasarlanır ve bina talepleri için belli bir esnekliğe sahip kontrol algoritması tasarım edilmelidir (İmrak, 1996a).

Asansör sistemlerinin gelişmesiyle kontrol sistemlerinin de gelişmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Çünkü tesis edilen asansör sistemleri tarafından sunulan servisin yalnız yeterli olması değil, aynı zamanda binaların faaliyetlerini aksatmayacak düzeyde hızlı ve verimli çalışmalarında gereklidir. Asansör sistemlerinin kontrolünde esneklik oldukça önemli bir fonksiyondur. Konvansiyonel asansör kontrol sistemleriyle kolay ve ucuz esneklik sağlanamamaktadır. Günümüzde asansör sistemlerinde yapılan çalışmaların temel hedefi; yolcuların konforu, rahatlığı ve en önemlisi güvenliğini sağlamak, ayrıca zaman kazandırmaya yöneliktir.

Birçok binada yolcuların asansör servis talebi, iki ya da daha fazla kabini grup halinde kontrol eden asansörler ile karşılanmaktadır. Çok yüksek katlı binalardaki asansörlerden beklenenler bekleme ve hizmet zamanlarını minimum olması istenmektedir. Bu tip binalarda hizmet yolcu taleplerini karşılamak için dört, altı ve daha fazla kabinli sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerin verimli olarak çalışması ve kontrol edilmesi için en uygun yöntem bilgisayar esaslı kontrol algoritmaların kullanılmasıdır (Bolat ve İmrak, 2003).

Bilgisayar destekli trafik kontrol sistemleri, klasik trafik tasarımı ve kontrol yaklaşımlarına göre hazırlanmaktadır. Asansör kontrol sistemleri, asansör grup sistemlerinin performansını arttırmalı ve verimli bir kontrol sistemi sağlamalıdır. Klasik asansör sistemlerinde bir çok teknik parametre ve olasılıklar göz önüne alınmadığından dolayı, iyi bir çözüm sunmak mümkün değildir. Klasik algoritmalar bilgisayarlara uyarlansa bile, sınırları ve esnekliklikleri kısıtlıdır. Günümüzde bir çok gelişmiş teknikler bulunmaktadır. Bunlardan biri de genetik algoritmalarıdır.

Konvansiyonel asansör sistemlerinin tasarım metodu, esas olarak yukarı-pik trafiğinde kullanılır. Yukarı-pik trafiğini yanıtlayabilen bir sistemin, diğer trafik hallerini de yanıtlayabileceği kabul edilir, ancak arzulanan servisi sağlayabileceği garanti edilemez. Çünkü bu durum, çalıştırılan kontrol algoritmasının karakteristiğine bağlıdır. Yüksek binalarda çalışan asansör sistemlerinin kontrolü, asansör endüstrisinde yenilikler sunmaktadır. Son yıllarda asansör mühendisleri çok çeşitli asansör kontrol sistemleri geliştirmiştir. Yeni sistemler karmaşık yapıları nedeniyle mikroişlemci kullanımı ve bilgisayarla tasarımı gerektirmektedir.

Bilgisayar kullanılarak, soru cevaplı programlama teknikleri ve grafik ekran düzenlemeleriyle tasarımcı için oldukça elverişli ve kullanışlı tasarımlar elde edilmektedir. Eğer simülasyon işlemi bir program paketi içinde çalıştırılmak isteniyorsa, sistem verilerini işleyen, sonuçları analiz eden bir bilgisayar destekli tasarım programı yaratılmalıdır. Bu sayede gerçek asansör sisteminin davranışına benzer sonuçlar bilgisayar programıyla simüle edilebilir.

Bilgisayar destekli tasarım ve simülasyon, asansör tasarımında değişik çalışmalar sunmak için uygun bir yöntemdir. Geliştirilen karmaşık test faaliyetleri sayesinde, gözlenen asansör sisteminin detaylı bilgileri sunulur ve bunlar yenilenen grafik terminal aracılığıyla ekranda gösterilir.

Ayrıca asansör sistemlerinin performansının hesaplanması imkanı da sağlanır. Bu işlem tasarım programının kapsadığı çok geniş konfigürasyon ve yük çeşitliliğini kapsayan çok sayıda simülasyonlar kullanılarak elde edilir.

Genetik algoritmalar, doğal seçim ve genetik mekanizmasına dayanan arama algoritmalarıdır. Genetik algoritmaların başlıca prensipleri 1975 yılında Holland tarafından ortaya konulmuştur (Beasley,1993). Genetik algoritmalar genel en uygun optimum çözümü bulmayı garanti etmezler ama genellikle bir problem için en hızlı ve verimli bir şekilde en iyi çözümü bulurlar.

Bu nedenle asansör tesis edilmeden önce veya edildikten sonra modifiye edilmek üzere simülasyon programı yardımıyla trafik analizleri ve performans hesapları yapılmalıdır. Verilen bina ve asansör konfigürasyonlarına en uygun ve güvenilir tasarım seçilmektedir (İmrak, 1996a).

Hazırlanan çalışmada asansör sistemlerinin kumanda ve kontrolündeki tarihsel gelişmesi ele alınarak, konvansiyonel ve modern kontrol yöntemleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca asansör kontrol sistemleri ile ilgili yapılan çalışmalar detaylı bir şekilde ikinci bölümde incelenmiştir.

Üçüncü bölümde; Yapay Zeka kontrol uygulamaları olan Yapay sinir ağları, Uzman sistemler, Bulanık mantık, hakkında genel bilgiler verilmiş, yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı incelenerek, genetik algoritma uygulamalarının ağırlık kazandığı görülmüştür. Asansör kontrol uygulamalarının doksanlı yıllarda konvansiyonel ağırlıklı olmasına rağmen, son yıllarda konvansiyonel kontrol uygulamalarının azalmış, buna karşılık modern kontrol yöntemlerinin daha geniş uygulama alanı bulduğu sonucuna varılmıştır.

Dördüncü bölümde, Genetik algoritmanın tarihsel gelişimi ve algoritması (operatörler) incelenerek, bilgisayar programı için genel algoritma bilgileri değerlendirilmiş ve ayrıca uygulama alanlarına değinilmiştir.

Beşinci bölümde ise; geliştirilen asansör kontrol sistemlerinin optimizasyonu için sistemin toplam bekleme zamanını azaltıcı bir genetik algoritma esaslı bilgisayar yazılımı açıklanmaktadır. Bu maksatla İş Kuleleri Kule 1 binasında bulunan asansör kontrol sisteminden elde edilen trafik bilgileri geliştirilen yazılıma işlenmiş, hazırlanan simülasyon ve optimizasyon programında veri olarak kullanılmıştır. Buga Otis firmasının tesis ettiği 6 adet asansörün grup halinde çalıştığı 21 katlı bu binada genetik algoritma esaslı bir asansör kontrol sisteminin uygulanması halinde mevcut sisteme oranla % 20 daha iyi performans göstereceği sonucuna varılmış ve bunlar ayrı ayrı grafiklerle gösterilmiştir.

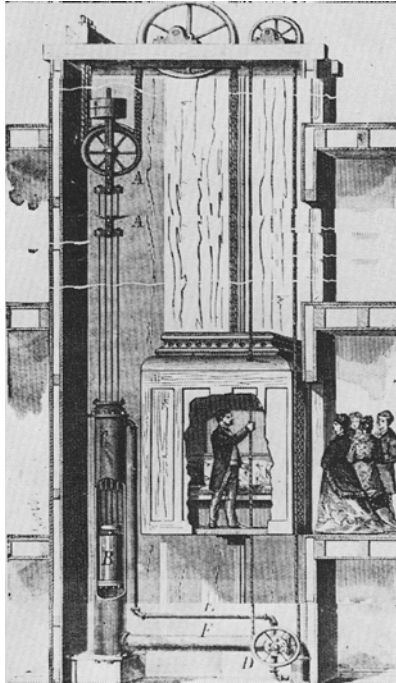
Sonuç olarak, Genetik Algoritma esaslı bir asansör kontrol uygulamasında ortalama seyir zamanın, ortalama bekleme zamanın ve ortalama seyahat zamanın %18 ile %23 oranında azaldığı grafiklerle açıklanmış ve bu konuda ileride yapılabilecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

## 2. ASANSÖR SİSTEMLERİNİN KUMANDA VE KONTROLÜ

### 2.1 Asansör Kontrol Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi

Asansör sistemlerinin kontrolü iki farklı mühendislik problemini meydana getirir. İlk olarak, kabine yukarı ve aşağı yönlerde hareket etmesi için komut verilmesi ve belirli bir durakta durmasının sağlanması, ikincisi ise, bir grup asansör beraber çalışırken, asansör grubunun verimli kullanılabilmesi için birbirinden bağımsız asansörlerin uyumlu bir şekilde işletilme gereksinimidir.

İlk problem, sürücü sistemleri ve sürücü kontrolü ile ilgilidir. İkincisi ise yolcu trafik kontrolü ile ilgilidir. Tekli asansör kontrolü asansör kullanımının başlangıcından beri bir gerekliliktir. İlk buhar ve hidrolik tahrikli asansörler “el-kablosu” kontrolüyle kumanda edilirdi. Şekil 2.1’de W.Strutt tarafından dizayn edilen asansör tasarımı görülmektedir. Kumanda aracı bir mile bağlı kabloydu ve bir valfi hareketlendirirdi (Strakosh, 1967). Miller tamamıyla tutulmuş olmadığı sürece belirli bir duraktaki asansör hizmeti isteyen bir yolcu kabloya ulaşabilir ve asansörü çağırmak için kumanda edebilirdi. Operator gerektirmediği için kullanımı kolaydı ancak bu çalışma tarzı çok emniyetsizdi.



Şekil 2.1 Elle kumandalı hidrolik asansör

Elektrikli asansörlerin gelişmesiyle bir operatörün kabini yukarı ve aşağı yönlerde hareket ettiren anahtar devresini bir kol ile idare ederek kontrolünü gerçekleştiriyordu. Operatörlü

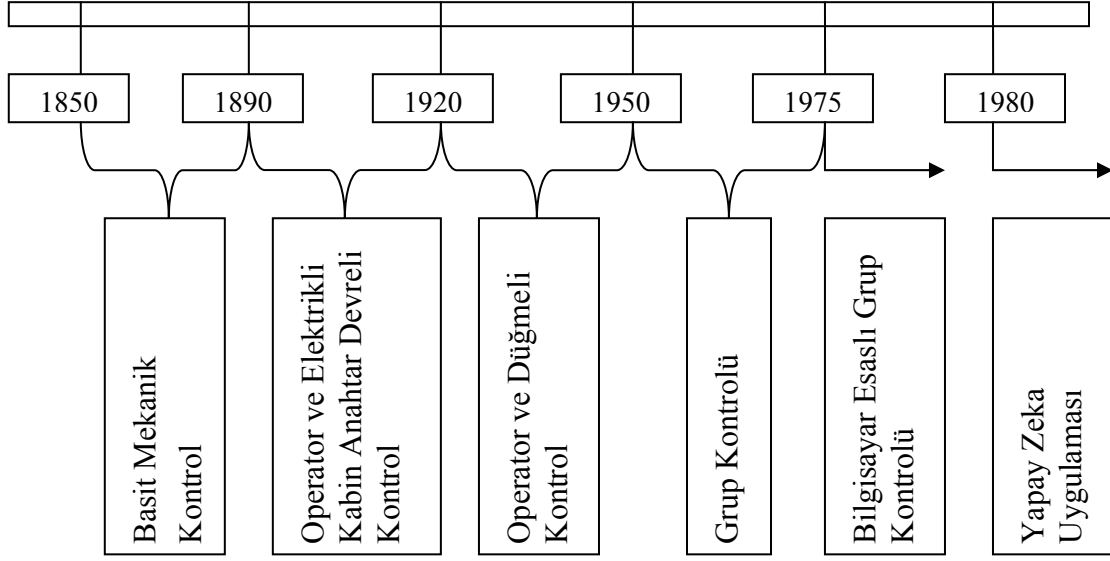
kabin kontrolü, kullanılmış ilk basit kontrol yöntemidir. Kabinin uygun seviyede olup olmadığını kontrol etmek gözleme dayanmaktaydı. Daha sonraları hizmet verimliliğini arttırmak ve operatörün trafik talebi hakkında bilgi alabilmesi için kabinin içine sinyal sistemleri yerleştirildi. Aynı zamanda yolcu güvenliği ve konforu ile ilgili diğer unsurlar kat kapısı iç kilitleri gibi tedbirler alındı. Operatör kontrolü günümüzde hemen her zaman düşük hızlı, hafif trafik şartları altındaki asansörlerde görülmektedir (Fletcher, 1954).

Bu tip kontrolün sınırlamalarının farkına varılmasıyla, asansör mühendisleri otomatik olarak çalışan elektrikle tahrik kontrolü ve tek kabin için sinyal sistemi geliştirmişlerdir. Böylece kabinin daha iyi ivmelenmesi, frenlenmesi ve seviyelenmesi ile yüksek hızlarda çalışmasıyla iyi bir asansör trafiği elde edildi.

Otomatik kapıların kullanılmasıyla, otomatik düğmeli asansör sistemlerinin gelişmesine ve operatöre olan ihtiyacın tamamen ortadan kalkmasına neden oldu. Otomasyon özellikle bir grup asansör kontrol edileceği zaman vazgeçilmez hale gelmiştir. Tekil asansör kontrolüne ilave olarak, değişik trafik şartlarında kabinleri işletme yeteneğine sahip kontrol sistemleri sağlanması ve kabinler arası bağlantı kurulması gereklidir (Dos Santos, 1974).

Günümüzde asansör sistemlerinin kontrolü bilgisayar esaslı sistemler ile yapılmaktadır. Yapılan tüm çalışmalarda asansör kontrolü bilgisayar ile kontrol edilmekte ve her türlü trafik durumları için yüksek performansta çalışabilmektedir.

Asansör kontrol sistemlerindeki gelişme, tarihsel akış içinde 6 önemli dönemde ele alınmaktadır. Kontrol sistemlerinin başlangıcı 1850 yılına dayanmakta ve Şekil 2.2’de görüldüğü gibi günümüze kadar gelmektedir (Barney ve Dos Santos, 1985). Her alanda kullanılmakta olan bilgisayar bu alanda da 1975’li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanmış ve bilgisayar esaslı kontrol sistemleri ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.2 Asansör kontrol sistemlerindeki gelişmeler

### 2.1.1 Otomatik Kabin Kontrolü

Tek çağrılı sistem olan otomatik kabin kontrolü en basit otomatik asansör kontrolü olup, yolcular gidecekleri katın düğmesine basarak kabini hareket ettirirler. Kabin bu kata doğru hareket eder, diğer katlara uğramadan yoluna devam eder. Yolcunun kontrol ettiği bu sistem operatör kullanılan sistemden daha iyi performans gösterir (İmrak, 1996a). Grup Kontrolü binadaki yolcuların trafiğini karşılamak için tek bir kabinin yetersiz kaldığı hallerde birden fazla kabin yan yana yerleştirilir. Bu durumda kabin kontrol mekanizmaları birbirine bağlanır ve ‘otomatik izleme kontrolü’ uygulanır. Katlardan gelen çağrıya göre kontrol devresi hangi katta duracağına gruptaki her kabin için ayrı ayrı karar verir (Barney, 2003).

### 2.1.2 Grup İzleme Kontrolü

Asansör grubunun, tek tek kabinlerin çalıştırılmasını koordine edebilmek için otomatik grup izleme sistemine ihtiyacı vardır. Bu kontrol sistemi taşıma kapasitesinden maksimum faydalanma, bekleme zamanını azaltarak yolcu servisini artırır. Kabin çağrıları ve kat çağrıları kaydedildikten sonra en uygun şekilde yanıtlanır. Grup izleme kontrol algoritması belirli trafik durumlarında sistemin uyduğu kontrol kurallarını düzenler. Asansör izleme sistemi, çok basit programdan karmaşık çoklu programa kadar çeşitlilik gösterir. Birçok durum için geliştirilmiş değişik kontrol algoritmaları mevcuttur (Strakosch, 1982).

### 2.1.3 Konvansiyonel Kontrol Sistemleri

İlk asansörlerde kontrol yolcu tarafından veya asansör operatörü tarafından yapılmaktaydı. İlk kontrol algoritması operatör hareketlerinden geliştirildi. Bu operasyon otobüs işletmesiyle benzerdir. Otomatik toplamalı kontrol sisteminin dayandığı temel ilkedir. Bu yöntemle kontrol edilen kabin, aynı yöndeki kabin çağrıları ve kat çağrılarına hizmet verir, çalışmaya kabinin bulunduğu kattan başlar ve aynı yöndeki kat çağrısı veya kabin çağrısı olan son kata kadar devam eder. Böylece binadaki her kata bir çevrim içinde her zaman hizmet vermesi sağlanır. Simpleks sistem olarak bilinen bu yöntem çok kabinli sistemlerde her bir tekil kabinin kontrolünde kullanılır. Simpleks sistemin hedefleri, yolcuları taşıdığı esnada, gidiş yönünün aksine kabinin yönlenmesini engellemek ve kabin çağrısı olan bir kata uğramadan geçmemesini sağlamaktır. Çok kabinli sistemde, yolcu bekleme zamanını azaltacak şekilde her kabin belli kat çağrılarına cevap verecek şekilde düzenlenir. Bu sistem trafik şartlarındaki değişmeye göre ayarlanır (İmrak ve Gerdemeli, 2000).

#### İkili/ Üçlü Sistem

Fazla yüksek olmayan binalarda kullanılan iki veya üç asansörlü gruplar için en uygun basit grup kontrol sistemidir. Bu kontrol algoritmasında giriş çıkış hariç her katta Yukarı-Aşağı çağrı düğmesi bulunur. Kabin çağrılarının doğrusal dağıtımı kontrol kurallarına göre yapılır. Kabin, kabin ve kat çağrılarını bulunduğu konuma ve hareket yönüne göre yanıtlar. Bunun için mevcut çağrılar en yakın kabin araştırması ile sınıflandırılır ve her çağrı bir kabine tahsis edilir (Barney ve Dos Santos,1985).

Sistem sadece az sayıdaki kata hizmet vermeye, kabin dağılımının çok önemli olmadığı hallerde uygundur. Aşağı-pik trafiğinde bu algoritma uygun sonuçlar vermez. Yukarı katlara daha çok servis vereceğinden aşağı katlardaki çağrıları ihmal eder.

#### Sabit Sektörlü Sistem–Zaman Öncelikli

Bir grup kabinin bina içinde hizmet verdiği ve genellikle birbirine ardışık katlar topluluğu olan zon içindeki katlara, yukarı ve aşağı sektörlerle ayrılmış kabinler grubuyla servis verilir. Kat çağrısı kaydedilir edilmez her sektör zamanlara ayrılmış olur. Öncelikle seviyeleri birbirinden farklı zaman aralıklarına sahip olabilir. Kabin kayıtlı olan çağrıları tamamlandığı yeni dağıtım için uygun hale gelir. Yüksek öncelikli sektör kabin tahsisinde ilk sırayı alır (Lim, 1983). Bu sistem ana girişe tercihli servis sunar. Ana girişte hiçbir kabin bulunmuyorsa, uygun durumdaki kabin girişe gönderilir. Burada kapılar açık durumda bekler. Katlararası trafik performansı zayıftır. Bu sistemin sektörlerle sabit sınırlamalar ve sabit lojik

uygulamalar kullanması problem yaratır. Trafik akışındaki yeni durumlara kontrol sisteminin kendini ayarlaması zor olmaktadır.

### **Sabit Sektörlü Sistem-Genel Sektör**

Pik trafik halleri dışındaki trafik için uygun kontrol sistemidir. Yoğun dengesiz trafik için özel nitelikler ile hizmet verir. Bu sistemde bina statik talep sektörlerine bölünür. Sektör sayısı kabin adedine bağlıdır. Tam dolu kabinler bu dağılımda hesaba katılmaz. Etkinlik sınırı içinde belirlenen kabin doğrusal toplama kurallarına göre çalışır.

Sistem, sektör içindeki kat çağrılarına ve yukarı yöndeki boş komşu sektördeki kat çağrılarına da yanıt verir. Bazı hallerde aşağı sektördeki kat çağrılarına da yanıt verir. En önemli özelliği park etme politikasına sahip olmasıdır. Park sektörleri talep sektörlerinin benzeridir. Bir kabin bağlı olduğu sektörde herhangi bir çağrı almamışsa kapıları kapalı olarak bulunduğu konumda park eder. Dağılımı yapılmamış boş kabin, kabin yönündeki en yakın boş sektörde kata gider. Kabinin başka sektörlerle park etmesi yerine ana girişe park etmesi tercih edilir. Eğer girişteki kabin, kabin veya kat çağrısına cevap vermek için hareket ederse en yakında bulunan park etmiş kabin yerini almak için harekete geçer.

Dengeli katlararası trafik durumunda park etme politikasıyla iyi bir performans sergiler. Yüklü trafik olan sektörlerle ilave kabinler gönderilerek trafik yükü azaltılır. Dengeli katlararası trafik durumunda, kabinleri dengeli olarak bina içinde dağıtılmasından dolayı bu sistem iyi performans sergiler. Ayrıca yukarı-pik ve dengesiz katlararası trafik hallerinde iyi performans sergilenmektedir. Yüklü aşağı-pik trafik durumunda binanın alt katlarına zayıf servis sunmaktadır (Dos Santos, 1974) .

### **Dinamik Sektörlü Sistem**

Dinamik sektörlü kontrol sistemi özellikle hafif ve yoğun trafik durumları için uygundur. Her kabin sektör tanımına uygun olarak tahsis edilir ve kat çağrılarının doğrusal toplama yöntemine göre yanıtlar. Her kabin sektör tanımlar. Dolu kabin sektör tanımlamaz. Dengeli katlararası trafik algoritmasına paralel olarak serbest kabinlerle çalışan diğer dinamik sektörleme algoritması da sunulur. Serbest kabin kontrol algoritması, trafiğin yoğun olduğu yere boş kabinleri göndermeyi amaçlar. Keza bu algoritma binayı sabit park sektörlerine bölerek, park etme politikası uygular.

Dinamik sektör, dengeli veya dengelenmemiş katlararası trafik durumlarında oldukça iyi performans sergiler. Buna karşın aşağı-pik halinde iyi performans göstermez. Çok fazla kat

çağrısı kabin çağrılarının önceliği nedeniyle yanıtlanamaz. Boş kabin algoritması yardımıyla binada bölünmüş sabit park sektörleriyle park etme politikası sunar ve ana giriş öncelikli servise sahiptir (Barney ve Dos Santos, 1985).

### **Konvansiyonel Sistemlerin Karakteristikleri**

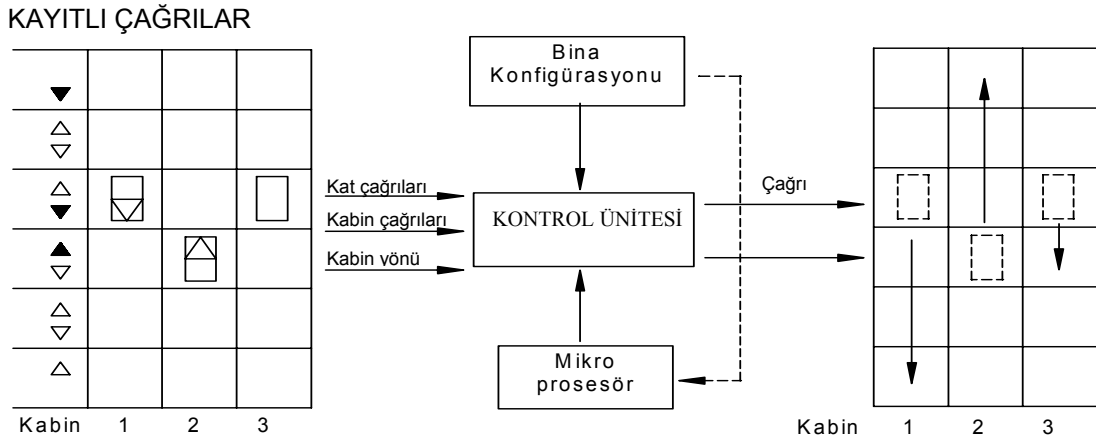
Konvansiyonel kontrol sistemlerinin genel karakteristikleri aşağıdaki gibidir.

- Bu sistemler çoklu algoritmalarlardır. Değişik trafik durumlarında değişik kural veya algoritma setleri kullanılır. İlk çalışma durumu genellikle katlararası trafik halidir. Bu durum standart algoritmadır. Yukarı-pik trafik değişik algoritma gerektiren haldir. Aşağı-pik trafikte ise sabit sektörlü zaman öncelikli ve genel sabit sektörlü sistemlerde ana terminaldeki kabin dağıtımında düzenlemeler yapan bazı küçük değişiklikler ile standart algoritma uygulanır.
- Aşağı-pik veya yukarı-pik trafik için tamamen değişik algoritma istenen hallerde, bir halden diğerine genelde birden geçilir. Bu mevcut trafikte aksamalara neden olur. Bu etkilerin şiddeti mevcut trafiğin yoğunluğuna bağlıdır.
- Her sistemdeki yukarı-pik kontrol algoritması, çalıştırıldığında hemen hemen aynıdır. Ana terminale sunulan öncelikli servis, sınırlı kapasite ile önemi az yukarı-pik trafik sunma yeteneği gösterir.
- Bu sistemler kabinin bina içindeki turunda kat çağrılarını yanıtlamada kabinleri tam kullanır. Bu doğrusal toplama esasına göre tekil kabinlerin kontrolüyle yapılır.
- Dağıtım metodları, sabit sektörlü-zaman öncelikli ve genel sabit sektörlü sistemlerin sadece serbest veya yönlendirilmiş kabinleri talep sektörlerine dağıtarak gerçekleştirilir. Bir kabin bir kat çağrısını yanıtlamaya başladığında, kabin tekrar boş oluncaya kadar sistem, kabinin kontrolünü bırakır ve basit yöntemle kabinin çalışmasına müsaade eder. Yönlendirilmiş kabinler hemen hemen diğerlerinden bağımsız kendi başlarına çalışırlar, böylece grup kontrol algoritmasının hedeflerine ulaşılır.
- Sabit sektörlü-zaman öncelikli ve dinamik sektörlü sistemler dağıtım yöntemleri çalıştığında kat çağrılarının servis için bekleme zamanlarını dikkate almaz.
- Bu sistemlerin hiçbiri kat çağrılarının muhtemel bekleme zamanlarını dikkate almazlar. Yüklü çağrı saptanmasını ve dinamik sektörlü sistemin işletme tarzını bu yöndeki çözüm olarak kabul edilebilir.

## 2.2 Bilgisayar Esaslı Asansör Kontrol Sistemleri

Asansör konfigürasyonu minimum tesis ile maksimum trafik akışı elde etmelidir. Bu nedenle esnek kontrol sistemlerine ihtiyaç vardır. Konvansiyonel kontrol sistemleri pek çok trafik durumuyla uğraşan ve taleplere cevap veren özellikler sunar. Birçok parametre tasarım aşamasında sabittir. Konvansiyonel sistemlerde sabit mantık mevcuttur, çok küçük bir ayarlamaya müsaade etmektedir (Barney, 2003; İmrak ve Gerdemeli, 2000).

Asansör grup kontrolüne bilgisayar uygulamasının prensip şeması Şekil 2.3’de verilmiştir. Burada mikroişlemci yardımıyla kontrol ünitesinde kat ve kabin çağrıları binada hizmet veren kabinlere en uygun çağrıları göndererek, bina içinde bekleme zamanlarını en aza indirmektedir (İmrak, 1996b; İmrak ve Gerdemeli, 2000 ).



Şekil 2.3 Bilgisayar esaslı asansör kontrol sistemi (Bolat ve İmrak, 2003a)

Günümüz modern asansörlerinin tamamı bilgisayar teknolojisinden çeşitli aşamalarda faydalanmaktadır. Sıklıkla kullanılan bilgisayar esaslı asansör kontrol sistemleri aşağıda verilmiştir.

### 2.2.1 Konvansiyonel Algoritmaların Bilgisayar İle Uygulanması

Konvansiyonel algoritmalara bilgisayar uygulaması konusunda ilk çalışma Swindells (1975) tarafından, minibilgisayar esaslı asansör kontrol sistemi adıyla 1975 yılında yapılmıştır. Birçok konvansiyonel algoritmanın iyi yanlarının karışımını uyarlamış ve performansı arttırmak için kendi değişikliklerini ilave etmiştir. Yukarı-pik ve aşağı-pik seçim şemaları Dinamik Sektörlü algoritmanın aynısıdır. Swindells (1975), Dos Santos (1974), ile benzer şekilde yukarı-pik sonuçlarını elde etmiştir. Yukarı-pik performansı, aşağı-pik yükleri uygulaması için Genel Sabit Sektörlü algoritmadan % 10-20 arasında bir değerle daha iyidir. Katlararası performansında Dinamik Sektörlü algoritmaya nazaran kayda değer bir gelişme

kaydedememiştir. Katlararası trafik algoritması aşağıdaki düzenlemeler ile Dinamik Sektörlü sistemin aynısıdır;

1. Yüklü çağrılar, ana terminalde park eden kabine tercihen gönderilir.
2. Aynı katta birden fazla kabin olduğunda, çağrılara doğru yönelmiş öncelikli kabin, kabin yönündeki kat çağrılarını yanıtlar.
3. Serbest kabinler sadece park etme sektörlerinde durmak yerine yüklü trafiğin beklendiği belli katlara park edilir.

### **2.2.2 Mini Bilgisayar Esaslı Sistem**

Mini bilgisayar esaslı sistem, kabin tur zamanı ve her kat çağrısının yanıtlanmak için bekleme zamanını tahmine dayanan bir dağıtım yöntemi kullanır. Bu durumda, tur zamanı kabinin kat çağrısını yanıtlamak için gereken zaman olarak belirlenir. Her kat çağrısı aşağıdaki üç halden biri olabilir (Barney, 2003) :

1. Uzun bekleme kat çağrısı. Bu çağrı normalde ortalama değerden 3 kat daha büyük bekleme zamanına sahiptir.
2. Yüksek faaliyet katındaki kat çağrısı. Bu çağrı ortalama değerden 3 kat fazla faaliyete sahip kattaki çağrıdır.
3. Yüksek öncelikli kattaki çağrı. Diğer katlardan öncelikli servisin olduğu önceden tanımlanmış katlardan birindeki çağrıdır.

### **2.2.3 Optimum Bilgisayar Kontrol Sistemi**

Bilgisayar kullanılarak asansör sisteminin performansının optimize edilebilir olduğu Closs (1970) tarafından gösterilmiştir. Her kabin için muhtemel yol göz önüne alınarak toplam kabin tur zamanını minimuma indirmek hedeflenir. Kabin içindeki yolcunun hedeflediği katta durmalıdır; kabin içinde yolcu bulunurken asla hareket yönünü değiştirmemelidir. Sayılan bu sınırlamalara uyan asansör sistemlerine optimizasyon uygulanabilir. Bunlara ilave olarak yolcuların önceden belirlenmiş yöndeki seyahatinde, aksi yöndeki kabin yanıt vermemesi ve kabin yolcunun bulunmadığı veya kabine girip çıkmadığı bir katta durmaması gibi kabuller de yapılmaktadır.

Yukarıdaki özellikler uygulandığında göz önüne alınabilecek yol sayısı azaltılmış olur. Böylece çözüme ön optimizasyon uygulanmış olur. Closs (1970), bu dağıtım yöntemini

değişik asansör sistemlerine uyarlayarak bazı önemli sonuçlar elde etmiştir. Hesaplama sonuçları ve optimum dağıtım yöntemi için gerekli veriler kullanılarak, mevcut tüm dağıtımların saklandığı ve sadece yeni kaydedilen yolcu çağrılarını inceleyen optimum dağıtım yöntemi geliştirilmiştir. Performansın sadece araştırma teknikleri uygulanandan %10-15 arasında daha kötü olduğu görülmüştür.

#### **2.2.4 Uygun Çağrı Dağıtma Sistemi**

Uygun Çağrı Dağıtma (UÇD) sistemi, optimum bilgisayar kontrol sistemindeki performans düşüklüğünü gidermek için geliştirilmiştir. Esas olarak bu sistem optimum dağıtım yöntemlerine dayanır. Her katta asansör kabininde bulunan çağrı sisteminin benzeri bulunmaktadır, ancak kabinlerde bu sisteme gerek olmadığı görülmüştür (Closs, 1970). Dağıtım yönteminde üç tür değerlendirme fonksiyonu vardır: ortalama bekleme zamanı, ortalama seyahat zamanı, maksimum bekleme zamanını hesaba katan ortalama tur zamanı.

Temel algoritma, park etme politikası, durak sayılarının azaltılması, yukarı-pik trafik halinde dinamik bölgelere ayırma gibi birçok ilave özelliğe sahiptir. Yüklü hallerde bu sistemin yukarı-pik performansı herhangi bir konvansiyonel sistemden daha iyidir. Aşağı-pik performansı da yüksek talep seviyelerinde diğer konvansiyonel sistemlerden daha iyi bir değer sergiler. Katlararası trafik halinde ise, diğer sistemlerle mukayese edildiğinde en iyi performansı vermektedir.

#### **2.2.5 Bilgisayar Grup Kontrolü**

Asansör grup kontrolü genel asansör sistemi için geliştirilmiş bir sistematik yaklaşımdır. Tasarım öncelikle Uygun Çağrı Dağıtım algoritmasının iyileştirilmesiyle düzgün katlararası performansı sunan esnek bir algoritma elde etmeyi hedefler. Daha sonra pik trafik halleri için düzenlemeler yapılmıştır. Temel algoritma katlararası trafik hali için düzenlenmiş ve hedefleri şunlardır. Binadaki tüm katlara servis vermek, ortalama yolcu bekleme zamanını azaltma ve düzenlemelerle yüksek esneklik sunmaktır.

İlk amaç, bekleme zamanını minimuma indirmek için düzensizlikleri gidermektir. Yukarıda hedeflere ulaşmak için Lim (1983) tarafından kontrol algoritması için yeni teknikler geliştirilmiştir. Bunlar esas olarak bilgisayarın hızlı hesaplama ve veri depolama yeteneklerinden faydalanmaya dayanmaktadır.

Bütün katlara hizmet ancak tüm kat çağrıları göz önüne alındığında sağlanır. En uzun beklemenin olduğu kat çağrısı ilk olarak servis verilmek için ele alınır ve kaydedildikleri

sıraya göre kat çağrılarına yanıt verilir. Bu halde kat çağrılarının bekleme zamanları bir sıra şeklinde ele alınabilir. Bilgisayar kullanımıyla aynı zamanda kabin tur zamanı kabul edilebilir kesinlikle hesaplanabilmiştir.

Kontrol algoritması yazılımı birçok modüllerin biraraya getirilmesiyle oluşturulur. Bunlar Uygun Çağrı Dağıtım sisteminin görevini yapan modüllerdir. Bilgisayar Grup Kontrol algoritması esas olarak tek bir algorithmadan oluşmaktadır. Sahip olduğu çeşitli özellikler sayesinde her tip trafik modeline yanıt vermektedir. Diğer konvansiyonel sistemlerle karşılaştırıldığında, mevcut programın birçok kontrol parametresi yeniden programlanarak tekil taleplere yanıt verebilme üstünlüğüne sahiptir (Closs, 1970).

### **2.3 Asansör Kontrol Sistemleri Konusunda Yapılmış Çalışmalar**

Günümüzde asansör sistemlerinde yapılan çalışmaların temel hedefi; insanların konforu, rahatlığı ve en önemlisi güvenliğini sağlamak ve ayrıca zaman kazandırmaya yöneliktir. Birden fazla kabini bulunan asansör sistemlerinde uygulanmaya başlayan grup kontrolü, asansör kontrol sistemlerindeki çalışmalara paralel yaygınlaşmıştır. Asansör kontrol ve kumanda sistemlerindeki yeni dizaynlar ve gelişmeler Uluslararası Asansör Mühendisleri Cemiyeti (IAEE) tarafından düzenlenen uluslararası kongrelerde (Barney, 1987; Lusting, 1998) sunulan ve SCI'de taranan bilimsel dergilerde yayınlanan çalışmalarda ele alınmıştır. Kontrol alanında gelişmelere paralel olarak, yapay zeka, yapay sinir ağları, genetik algoritma gibi modern kontrol ve simülasyon yöntemleri asansör kontrol sistemlerinde yer bulmakta olup, bu çalışmalardan belli başlıcaları aşağıda ele alınarak, özetlenmiştir.

Umeda vd (1989), asansör grup kontrol sisteminde bulanık mantık kurallarını uygulayarak, bulanık mantık esaslı kontrol algoritması geliştirmiş, bekleme zamanı, hedef kat kaydedilmesi ve koridor talep izlemesi sistemleri hakkında bilgiler vermişlerdir.

Powel vd (1993), asansör kabinlerinin yönlendirilmesinde bulanık mantık kullanılmasını bir örnekte inceleyerek, bulanık kuralları belirlemişlerdir.

Kim vd (1995), asansör grup kontrol sistemlerinde, sistem performansı ile çok yakından ilgili olan kontrol parametrelerinden alan-kilo ilişkisine yer vermişler ve seçilecek asansörlerin buna göre dizayn edilmesi gerekliliği vurgulamışlardır.

Sasaki vd (1996) ise, asansör grup kontrol sisteminde yapay sinir ağlarının uygulanmasını incelemiş, simülasyon sonuçlarını gerçek asansör sisteminden kaydettikleri veriler ile karşılaştırmışlardır.

So ve Chan (1996, 1997), yaptıkları çalışmada asansör sisteminin değişken bina trafik koşullarına göre dinamik zonlama yapabilmesini sağlayan algoritmaları incelemişler, hazırladıkları simülasyonu tanıtmışlardır.

Li ve Fushimi (1998), çok katlı binaların şeklinin düşey trafiğe etkileri ele almış, bazı optimizasyon problemlerini çok katlı binalara uygulayarak bazı önemli sayısal sonuçlar elde etmişlerdir.

İmrak ve Barney (1998), asansör trafik kontrolünde yapay sinir ağları uygulamalarını ele alarak, yolcuların bekleme zamanlarının azaltılması için kullanılan İkili/Üçlü trafik kontrol sisteminde analiz ve simülasyon sonuçlarını vermişlerdir.

Tobita vd (1998), asansör grup kontrol sisteminde kullanılan genetik algoritma için yeni bir metod tanıtmış, bina çevrimi ve çevre şartlarıyla diğer metodlar arasındaki farklılıklar anlatmışlardır.

Lee ve Lee-Kwang (1999) yaptıkları çalışmada, trafik kontrolleriyle simülasyon ve trafik detektörleri hakkında bilgi vermiş ve uyguladıkları bulanık mantık temelli sistem kuralları ile optimum sonuçlar elde etmişlerdir.

Guifeng (2001), asansör grup kontrol sisteminde kullanılan lineer algoritma programının kata çağırma paylaşımında kullanılan farklı tanımları üzerine durmuş ve bekleme zamanı simülasyonu hakkında teorem ve yaklaşımlara çalışmasında yer vermiştir.

Ando (2001) ise, asansör grup kontrol sistemindeki en son gelişmeleri ele alarak, geliştirilen asansör grup kontrol sistemi olan Sigma AI -2200 'nin temel özellikleri ve avantajlarını incelemiştir.

Powell vd (2001), yapay sinir ağlarının yüksek katlı binalarda kullanılan asansörlere ait kontrol programına uygulanması incelemişler ve grup kontrol performansına etkilerini, asansör cevap zamanının tahminine yönelik çalışmalar yaparak, klasik yöntem ile karşılaştırmışlardır

Hamdi ve Mulvaney (2002), asansör monitör sistemiyle desteklenen A\* (gerçek zaman akıllı program) metodunu açıklayarak, asansör kontrol problemini güçleştiren birden fazla karakteristiği bu çalışmada incelemişlerdir.

Cortes vd (2004), asansör grup kontrolü için genetik algoritma yöntemini ARENA paket programını kullanarak sistemin bekleme zamanını azaltmışlar ve dubleks algoritma ile

karşılaştırarak sonuçları vermişlerdir.

Tyni ve Ylinen (2004), ise yaptıkları çalışmalarında, asansör grup kontrolü için Çok–Amaçlı optimizasyon yöntemini kullanarak enerji tüketimini azaltmışlardır.

Asansör kontrol sistemlerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, kontrol alanındaki ve mikroişlemci alanındaki çalışmaların gelişmeleri doğrudan etkilediği ve geliştirilen her kontrol ve simülasyon yönteminin asansör sistemlerinde kullanım alanı bulduğu görülmektedir. Asansör kontrol ve simülasyonu konusunda yapılan çalışmalarda yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmaların ele alındığı ve kontrol algoritmalarında kullanıldığı görülmektedir.

### 3. KONTROL ALANINDA YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

Yapay zekanın (YZ) çağdaş bir bilimdalı olarak gelişmesi, 1956 yılında C. Shannon, M. Minsky ve J.McCarthy'nin çabaları ve katkılarıyla olmuştur. 1956 yılında Amerika'da "Makina Zekası" konferansında ortaya konulmuş bir kavramdır. YZ'nin amacı insan zekasına sahip bilgisayarları geliştirmek, insanın zeki davranışlarıyla benzeşen makinalar yapmaktır. YZ bir insan gibi düşünebilen ve yapabilen bilgisayar sistemleri olarak görülebilmektedir. YZ'nin değişik boyutlarını inceleyen birçok farklı yaklaşımlar vardır. Bunları sıralayacak olursak;

- Yapay Sinir Ağları,
- Uzman Sistemler,
- Bulanık Mantık,
- Genetik Algoritmalar,

Bu bölümde yapay sinir ağları, uzman sistemler ve bulanık mantık genel olarak incelenmiştir. Bu yöntemlerin hepsi birbirlerinden bağımsızdır ancak birlikte kombine bir şekilde kullanılabilirler. Bütün bu yöntemlerin hepsi doğa ve insan davranışlarından esinlenerek oluşturulmuştur.

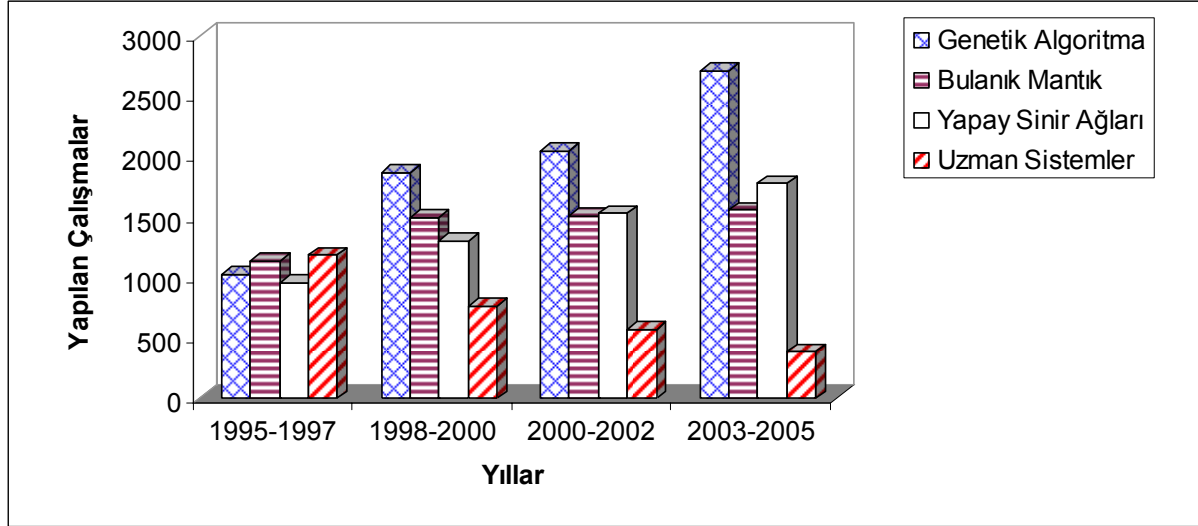
Yapay sinir ağları, insan beyninin yapısından esinlenmiştir. Basit görev taşıyan ve ara bağlantıları sağlayan yapay nöronlardan oluşmuştur. Bunlar bilgisayarda fazlaca kullanılmayan insan beyninin bazı özelliklerinin üretilmesine izin vermektedir.

Uzman sistemler, belli bir alanda uzman olan kişilerin uzmanlıklarına dayanarak çözüm aramaktadır. Uzman sistemler genelde hem makine hem de insan müdahalesine ihtiyaç duyan uygulamalarda kullanılır.

Bulanık mantık ise, insan beynini taklit ederek kesin olmayan bilgileri yorumlamaya çalışır. Herhangi bir lineer olmayan süreç bulanık mantık ve uzman bilgisiyle kolaylıkla modellenilebilir.

Genetik algoritmalar biyolojik organizmaların genetik proseslerine dayanmaktadır. Birçok nesil içinde doğal nüfuslar da en iyinin hayatta kalması ve doğal seçim prensibini içermektedir. Bu süreçler taklit edilerek ve düzgün kodlandığı takdirde gerçek problemlere rahatlıkla uygulanabilir. Genetik algoritmalar, optimizasyon problemlerinde yaygın bir şekilde

kullanılmaktadır. Yapay zeka uygulamalarının yıllara göre değişimi Şekil 3.1’de görülmektedir. Yapay zeka son on yılda mühendisliğin ve tıbbın her alanında kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 3.1 Son on yılda çeşitli disiplinlerde yapılmış olan yapay zeka çalışmaları

1995 yılından günümüze kadar olan çalışmalar irdelendiğinde, daha yaygın uygulanan genetik algoritma olduğu kolayca görülür.

Günümüzde bilim ve teknolojinin bir çok alanında yapay zeka sistemleri kullanılmaktadır. Asansör kontrolü ve trafik sistemlerinde de yapay zeka sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle düşey trafik yönetimi için farklı yapay zeka sistemleri ve konvansiyonel sistemlerin kombinasyonları üzerinde çalışmalar artmıştır. Böylece optimizasyon problemlerinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

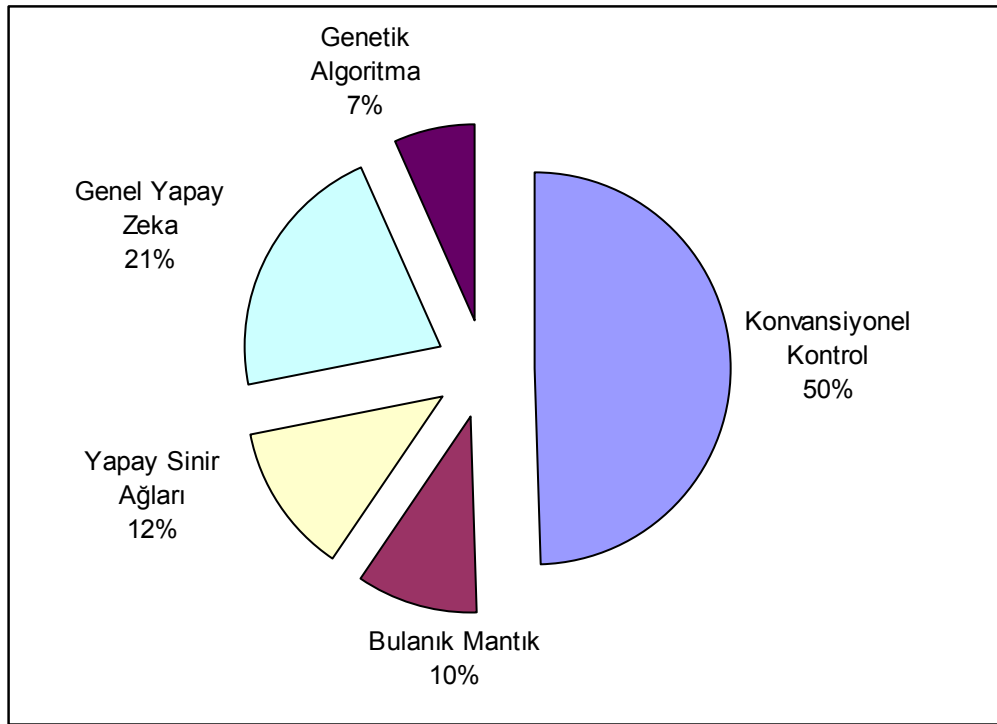
Asansör grup kontrol sistemleri, yolcuların verimli bir şekilde transportunu sağlayabilmek için birden fazla kabinin çalışmasını yönetmeye çalışır. Kontrol algoritmaları, yeni bir koridor çağrısına asansörlerden birini tahsis etmeyi dikkate almaktadır. Bu çağrıları yerine getirebilmek için, asansör sistemlerinin ortalama seyahat zamanı, ortalama bekleme zamanı ve ortalama seyir zamanı gibi faktörleri göz önüne alır. Bunun yanında kontrol stratejisinin verimliliği binada trafiğe bağlıdır.

Asansör kontrolünde yapay sinir ağları, asansör sisteminin daha verimli kontrolü için trafik yükünü tahmin etme işleminde kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlar konvansiyonel tekniklerle karşılaştırıldığında, yapay sinir ağları ile geleneksel metodlar birlikte kombine edildiğinde daha iyi sonuçlar vermiştir.

Bulanık mantık ise, kat çağrılarına yanıt vermek için en yakın kabini tespit eder. Burada da yine ortalama seyahat zamanı, ortalama bekleme zamanı ve ortalama seyir zamanında azalmalar görülmüştür.

Düşey trafik sistemleri içinde genetik algoritmaların iki uygulamada kullanılmaktadır. Birincisi bu çalışmada yapıldığı gibi, kat çağrılarını çözmek ve kabinlerin gideceği en kısa yolun tespit edilmesi için genetik algoritmaların kullanılmasıdır. İkinci yöntem ise, gerçek-zaman operasyonunun genetik algoritma ile kontrolünün sağlanmasıdır.

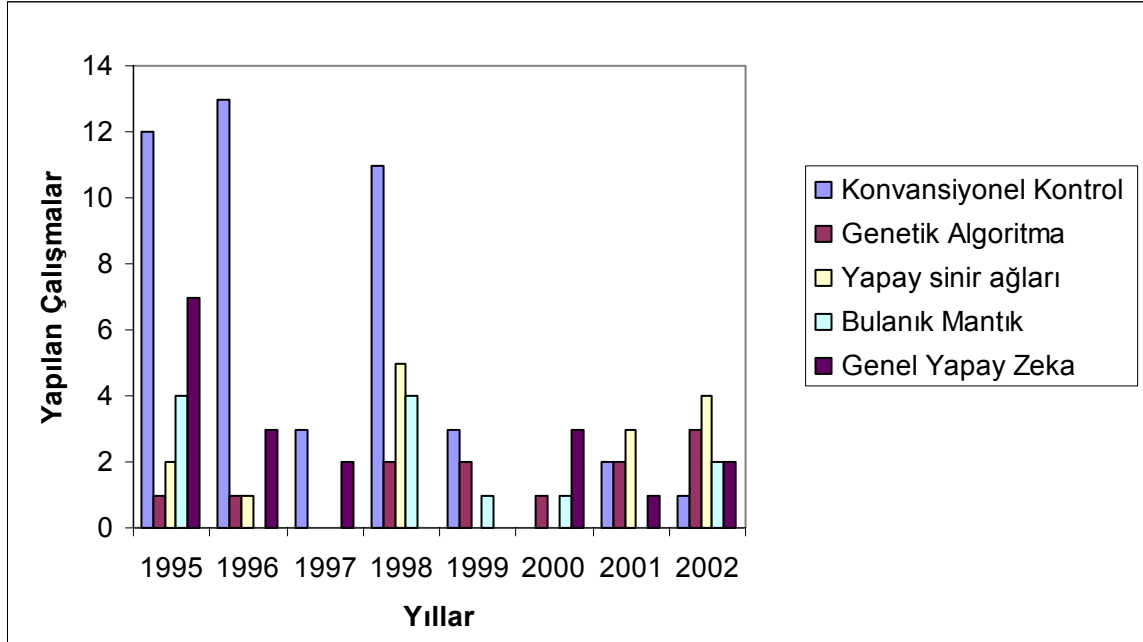
Bu çalışma kapsamında, asansör kontrol ve kumanda sistemlerinde uygulanan konvansiyonel sistemleriyle ilgili Uluslararası Asansör Mühendisleri Cemiyeti (IAEE) tarafından düzenlenen uluslararası kongrelerde (Barney, 1987; Lusting, 1998) sunulan ve SCI’de taranan bilimsel dergilerde yayınlanan çalışmalar incelenmiş ve Şekil 3.2’de görülen çalışma konularının dağılımı son 10 yıllık periyod için elde edilmiştir.



Şekil 3.2 Asansör kontrolünde son yıllarda yapılan çalışma konuları

Son 10 yılda genel olarak genetik algoritma uygulamaları öne çıkmasına rağmen, asansör kontrol alanında en az uygulanan yapay zeka yaklaşımı olduğu görülmektedir.

Asansör kontrol alanında yapılan çalışmaların yıllara göre gelişimi ise Şekil 3.3’de görülmektedir. Konvansiyonel kontrol yöntemleri dışında uygulanan bulanık mantık ve yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar gibi modern yöntemlerin son yıllarda araştırma konusu olarak öne çıktığı anlaşılmaktadır.



Şekil 3.3 Yıllara göre asansör kontrolünde yapılan çalışmalar

### 3.1 Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin nöronlardan oluşan yapısını ve öğrenme yöntemlerini incelemektedir. 19. yüzyılda psikologlar ve nöropsilogların insan beynini anlamaya çalışmaları YSA’ların temelini oluşturur (Tektaş vd., 2002). Bu alanda ilk çalışmalar McCulloh ve Pitts tarafından yapılmıştır. Pek çok araştırmacı sinir ağlarının tanımını yapmıştır. Ancak bunlardan Kohonen (1988)’in tanımı diğerlerinin de kapsayan bir özellik taşımaktadır. Kohonen’e göre sinir ağları, kabaca basit elemanların birbirlerine paralel bağlı ağ teşkil edecek tarzda bir organizasyonuna sahiptir ve biyolojik sinir sisteminde olduğu gibi, yapay sinir ağları da gerçek dünyadaki nesnelerle bağlantı kurma özelliğine sahiptir.

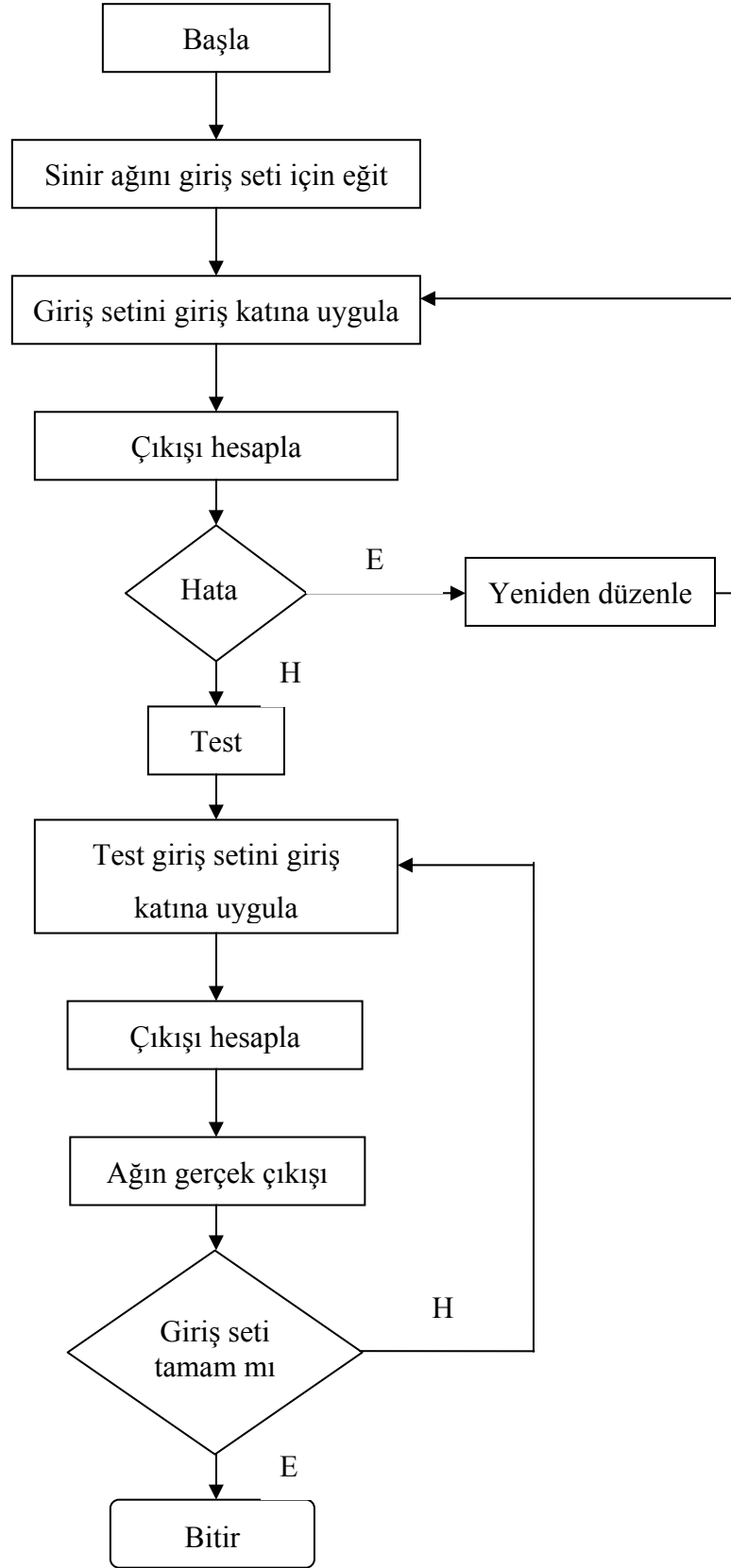
YSA’lar insan sinir sistemine örnek alan bir yapıya sahiptir. İnsan beyni büyüklük ve görünüş bakımından birbirlerinden farklı nöronlardan oluşmaktadır. Biyolojik sinir ağını oluşturan nöronlar temelde üç bölgeye ayrılmaktadır.

- Hücre gövdesi : Sinirin gövde kısmıdır. Hücreyi denetler ve hücre etkinliklerinin tümünü yönetmekle sorumludur.
- Dendritler : Sinir ve algılama organlarından gelen bilgileri nöronlardan alır ve hücre gövdesine taşırlar.
- Aksonlar : Gövdedeki bilgiyi diğer nöronların dendritlerine taşırlar.

Sinir hücreleri hem uyarı alırlar, hem de impulsları sonraki sinir hücresine iletirler. Bir sinir hücresinin dendritleri diğerinin aksonuna bağlanır. İki sinirin karşılaştığı yere “sinapsis” denir. Bu kısımda sinirler birbirine bağlı değildir, sinapsiste bir aralık bulunmaktadır. Sinirler impulsları iletmek için birbirine yeteri kadar yakındır ve iki sinir arasında yalnız bir doğrultuda geçmektedir (İmrak, 1996a). Her hücrenin bilgi toplama ve bunu işleyerek diğer elemanlara gönderme özelliği bulunmaktadır.

Bir yapay sinir ağlarının akış diyagramı Şekil 3.4’de görülmektedir. Akış diyagramında görüldüğü gibi başlangıç verilerinin girilmesi gerekmektedir. YSA’ya önceden verilen girdi/çıkı sayesinde öğrenilir. Bu örnekler kullanılarak genellemeler yapar. YSA’lar girdi/çıkı eşleşmeleri ile bilgiyi depoladığı yerdeki yayılı belgeleri kullanarak karşılık gelen çıkıyı üretir. Eksik bilgiye sahip bir örnek verildiğinde ağ, eksik örnekteki kayıp olan bilgiyi belleğinde bulunan tam örnekteki bilgilerle bağdaştırarak eksik örnekteki kayıp bilgiye karşılık gelen tam örnekteki bilgiyi bulabilir.

Bazı YSA’lar kendi kendine öğrenme yeteneğine sahiptir ve ortamda bazı değişiklikler olduğunda kendilerini adapte edebilir. Bazı işlem elemanlarının ağdan çıkarılması veya olmaması durumunda yapay sinir ağının başarısız olması gibi bir durum söz konusu değildir (Toktaş ve Aktürk, 2004). YSA’nın bazı bağlantılarının hatta bazı hücrelerinin etkisiz hale gelmesi, ağın doğru bilgi üretmesini önemli ölçüde etkilemez. Bu nedenle, YSA’lar hatayı tolere etme yeteneğine sahiptirler.



Şekil 3.4 Yapay sinir ağlarının akış diyagramı

### 3.1.1 Yapay Sinir Ağlarının Uygulama Alanları

YSA'lar önceleri temel tıp bilimlerinde nöron modelleme çalışmalarıyla beyin hücrelerinin işlevlerinin ve birbirlerinin haberleşme şekillerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bugün ise sayısal optimizasyon tasarımlarını da içine alacak şekilde, klasik yöntemlerle çözülemeyen problemlere başarılı çözümler getirmektedir (Toktaş ve Aktürk, 2004). Sinir ağları paralel çalışabilmesi ve öğrenme yeteneklerinden dolayı kontrol alanında kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Eski sistemlerden daha iyi kontrol sonuçları sunması ve daha az çaba sarfederek aynı kontrolü sağlamasından dolayı tercih edilmektedir.

Biyolojik sinir sisteminden yola çıkılarak ortaya konan yapay sinir ağlarının değişik konularda ve alanlarda kullanılmaktadır.

- Görüntü işleme,
- Ses tanıma,
- Yazılan karakteri tanıma,
- Robot kontrolü,
- Sinyal işleme,
- Optik,
- Tıp mühendisliği,
- İmalat sistemleri,
- Kontrol sistemleri,

### 3.1.2 Yapay Sinir Ağlarının Avantajları ve Özellikleri

Sinir ağları sahip oldukları avantajlardan dolayı mevcut konvansiyonel tek işlemli çözümlerle çalışmanın zor olduğu pek çok konuda uygulanmaktadır. Aşağıda bu avantajlardan bazıları verilmiştir (Blum,1992).

1. Öncelikle ilgili faktörleri belirlemeye daha az ihtiyaç duyarlar. Genelde ilk yapılacak iş, ilişkili faktörlerin istatistiksel modelini çıkarmaktır. Sinir ağları veri sunmada ve ilgili veriyi saptamada üstünlüğe sahiptir.
2. Modelin karmaşıklığı : Sinir ağları genelde yüzlerce faktöre sahiptir; fakat bütün giriş

faktörlerinin kabul edilen etkisi, modelin herhangi bir istatistik modelden çok daha kesin olarak zor problemlere yanıt bulmasını sağlar.

3. Modelin doğrusallığı : İstatistik modeller, dolaylı yoldan ilişkileri öğrenme yoluna gider. Halbuki sinir ağları yaklaşımıyla, problemi doğrudan modellemek mümkündür.
4. Sonuçların toleransı : Giriş faktörlerinin çok olmasından ve verideki bozucu etkiden veya donanımın hatasından kaynaklanan sorunlar azdır.
5. Yapısal paralellik: Sinir ağ modelinde bulunan her sinapsis kendi işlenmesine sahiptir. Aynı tabakada bulunanlar arasında zaman bağımlılığı olmayıp, tamamen senkron olarak çalışırlar.

Sinir ağları, biyolojik sinirlerden esinlenmiş ve benzer şekilde basit elemanlardan meydana gelmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

1. Adaptasyon : sinir ağlarının en önemli özelliklerinden biridir. Bulunduğu ortamın değişmesiyle, yanıtındaki davranışı düzenlenmesi yeteneğidir.
2. Genelleme : Diğer önemli özellik genelleme yeteneğidir. Bu özellik sistemin, giriş uyarılarındaki küçük değişmelere karşı tolerans göstermesini sağlar. Yapısından ve ağların insan zekası kavramını esas alan mekanizma kullanmasından dolayı, sinir ağları otomatik olarak genelleme yapar.
3. Soyutlama : Bazen sinir ağları mevcut değişik giriş uyarıları arasından temel özellikleri keşfedebilir ve deneyimi olmadığı bir uyarıyı yanıtlamaya çalışır.

### 3.2 Uzman Sistemler

Uzman sistemler (US) 1960'lı yıllarda Lederberg'in yaptığı çalışmalar sonucu ortaya çıkan yapay zeka programlama çeşitlerinden biridir. Uzman sistemler, kısaca bir kural tabanlı sistem olarak nitelendirilebilir. Burada oluşturulan kurallar bir uzmanın görüşü veya tecrübesine dayandırılarak oluşturulur. Oluşturulan bu kurallardan, insanın neden-sonuç ilişkisine bağlı kalarak bir sonuca varması gibi mantıksal işlemler sonucunda bir çıkarım yapılır. Uzman sistemler hem makina hem de insan müdahalesine ihtiyaç duyan uygulamalarda kullanılır (Tektaş vd., 2002). Uzman bir sistemin bilgisi gerçekler ve sezgisel bilgidir. Gerçekler genel kabul görmüş ve söz konusu alandaki uzmanların üzerinde mutabık oldukları bilgi setinden oluşur. Sezgisel bilgi ise, daha çok uygulamayı yapan kişiyi özelinde olup, iyi bir kararın göreceli olarak az tartışılan kuralları, akıl yürütme yeteneği,

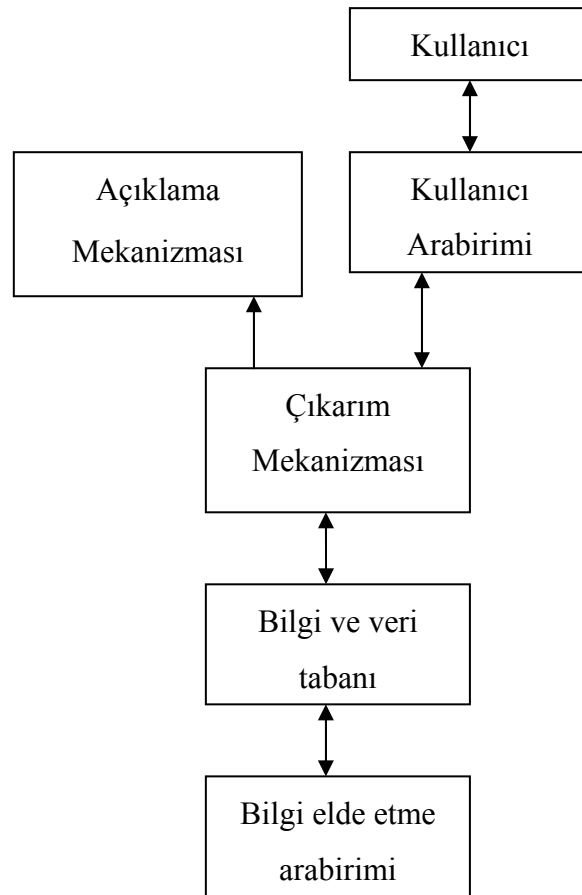
sorgulama kuralları gibi söz konusu alandaki uzmanlardan elde edilen bilgi setini karakterize eder (Harmon vd., 1998). Geleneksel programların tersine US programlarında kesin ve net algoritmalar kullanılmaz. Daha çok heuristik ve kıyaslama gibi yöntemler kullanılır. Yapay zeka ile US arasındaki fark, yapay zeka programının amacı herhangi bir insanın çözebileceği bir problemi çözmektir. Yapay zeka (YZ) programları daha çok anlaşılması güç ya da anlaşılamamış problemleri çözmek için kullanılırlar. Çünkü genelde bu problemler için bir algoritma mevcut olmamaktadır. US'nin amacı ise uzman bir insanın çözebileceği problemleri çözmektir. US'ler YZ'de programlama tekniğinde kullanılan bir çok yöntemi kullanmaktadır. US'ler belirli konuda uzman olan birçok insanın yapabildiği muhakeme ve karar verme işlemlerini modelleyen bir yazılım sistemidir. Bir sistemin uzman sistem olarak adlandırılabilmesi için, bu sistemlerin kullanıcının hatalarını algılama ve yanlışlıkları bularak kullanıcıya yönlendirme becerilerinin de olması gerekmektedir. Uzman sistemlerde doğru kararın verilmesinin hızlandırılması için biriktirilmiş bilgilerin sistemleştirilmesi gerekmektedir (Nabiyev, 2003). US'lerin tasarımı karmaşık ve çok zaman alan bir iştir. Bir US'nin tasarlanması genelde bir grup çalışması gerektirmektedir. US programlarının hazırlanması kuralların sayısına bağlı olarak programın hazırlanması birkaç sene alabilmektedir. US programları başta ABD olmak üzere hemen hemen bütün gelişmiş ülkelerde tasarlanmakta ve uygulanmaktadır. US'ler hem araştırma hemde ticari bir araç olarak kullanılmaktadır.

US'ler statik ve dinamik olarak ikiye ayrılmaktadır. Statik US'lerde bilgi tabanı çalışma boyunca değişmemektedir. Dinamik US'lerde ise bilgi tabanı US'nin çalışması süresince çeşitli kaynaklardan gelen bilgilere göre değişebilmektedir (Allahverdi, 2002). Bir US'nin temel unsuru, sistem oluşturulurken toplanan bilgidir. Bilgi, kolay işlenecek şekilde özelleştirilmiş ve karar vermeye uygun hale getirilmiş durumda olmalıdır. US'lerin bir uzman gibi davranabilmesi için belli konulardaki problemleri çözebilecek bilgiye sahip olması gerekir.

Uzman sistemlerinde kurallar, gerçek anlamından farklı şekilde ifade edilmektedir. Genellikle “Eğer-İse” şeklindedir. “Eğer” varsayım, “İse” çıkarımdır. Kurallara dayalı uzman sistemlerde araştırma alanı ile ilgili bilgiler, gerçeklerle karşılaştırılarak sonuçlar üretmektedir (Nabiyev, 2003). Kuralın “Eğer” kısmında gerçeklere rastlanırsa, “İse” kısmı üretilir. Her bir kural belirli bir nitelik ve değere sahiptir. Nitelik verinin özniteliği, değer ise veriyi belirleyen bir özelliktir. Herhangi bir kural birkaç nitelikten oluşabilir. US'lerin ayrı bir veritabanı ile etkilişimli olmasıda istenebilir. Bu özellik bazı problemlerin çözümünde önemli kolaylıklar

sağlamaktadır. Her US'nin çalışmak için bilgi tabanına ihtiyacı vardır. US'lerin performansı büyük ölçüde bilgi tabanının kalitesine ve ölçeğine bağlıdır. Bilgi tabanının bu özellikleri ise bilginin elde edilmesi ile doğrudan orantılıdır (Allahverdi, 2002). Veri tabanında US sisteminin önemli bir kısmıdır. Burada belirli bir ana kadar elde edilmiş nitelik- değer çiftleri kaydedilmektedir.

Bir uzman sisteminin yapısı Şekil 3.5'de gösterilmektedir. Çıkarım mekanizması, elde olan bilgilerden yeni bir bilgi elde etmek için kullanılan yöntemdir. Çıkarım için kullanılan bir çok yöntem mevcuttur. Bunlar tümdengelim, tümevarım, sezgisel, heuristik (deneye dayalı bir yöntem), deneme ve yanılma, nonmonotonik, bilgi eksikliği gibidir.



Şekil 3.5 Uzman sistemin yapısı

Bilgi elde etme arabirimi, yeni kuralların bilgi tabanına eklenmesi ve mevcut kuralların değiştirilerek yenilenmesi içindir. Bilgi tabanının oluşturulmasında kullanılacak bilginin çeşitli kaynakları bulunmaktadır. Bu kaynaklar, uzman insanlar, genel veritabanları,

matematik modeller, simülasyon programları ve makina öğrenmesi olarak sıralayabiliriz. Bir US hazırlanırken bütün bu kaynaklar (uzman insanlar hariç) kullanılmayabilir. Matematik modeller ve simülasyon hangi kuralların daha iyi sonuç vereceğinde yardımcı olmaktadır.

Kullanıcı ara birimi, bilgiye dayalı sistemler bilgisayarda gerçekleştiği için bilgisayara giriş enformasyonu da bilgisayarın anlayabileceği bir dilde olması gereklidir. Fakat hazırlıksız bir kullanıcının sistemde çalışabilmesi için sisteme tabi dilde etkileşim araçları dahil edilmelidir. Bilgiye dayalı sistemlerin çoğunda ilkel bir arabirim kullanılmakta ve kullanıcıya mümkün olabilen ilişkileri göstermektedir. Basit sistemlerde kullanıcı ile elemanter diyaloglar kurulurken, karmaşık sistemlerde ise kullanıcı ile karşılıklı ilişki bileşeni girişteki cümleyi gramere göre inceleyebilmektedir. Çoğu zaman kullanıcıyla diyalog menüleri yardımıyla da yapılabilmektedir. Sistemin sorularına kullanıcı anlamlı cevap vermeli ve kullanıcı bir hata yaptığında bu hatanın gösterilmesi veya düzeltilmesi gerekir (Allahverdi, 2002).

Açıklama sistemi ise US'nin alınmış kararlarının altsistemi olup, kullanıcının sorduğu sorulara cevap veren kısmıdır. Bilgi sisteminin, sonuca nasıl vardığına ait kullanıcının sorusuna cevaplar verdiği kısma açıklama altsistemi denmektedir (Allahverdi, 2002).

Arama yöntemleri olarak da bir çok arama tekniği geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bilgi mühendisi ve programcı hangi tekniği kullanacağına karar vermektedir. En çok kullanılan arama teknikleri önce derinlemesine ve enlemesine tekniklerdir. Genelde arama esnasında önce arama uzayı sınırlandırılmalı, sonra arama uzayı yapısı kesin belirlenmeli ve arama sistematik olarak yapılmalıdır.

### **3.2.1 Uzman Sistemlerin Uygulama Alanları**

US'ler bir problemi çözmek için kullanılır ve geleneksel programlama yöntemlerinin dışına çıkarılır. US'ler çözülmesi zor olan ve bilgi talep eden problemlerin çözülmesinde kullanılır. US'ler tavsiye verebilen, analiz yapabilen, danışma verebilen ve bir teşhis koyabilen bilgisayar programları sınıfına girer.

US'ler kullanım alanlarına veya daha geniş alanlarda kullanılabilme özelliğine göre sınıflandırılabilir. Uzman sistemlerin uygulama alanlarını aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir.

- Yorumlama : Sensör vericilerden gelen durumların tanımlanması. (Ses tanıma, görüntü analizi, denetim)

- Tahmin : Verilmiş durumlara benzer sonuçların çıkarılması. (Hava tahmini, tahıl tahmini)
- Teşhis : Gözlem neticelerine göre sistem bozukluklarının tespiti. (Tıp, elektronik)
- Tasarım : Sınırlı şartlar altında nesne tasarımı. (Devre çizimi)
- Planlama : İşlemlerin tasarımı. (Otomatik programlama, askeri planlama)
- Görüntüleme : Hassaslıkları planlamak için gözlemlerin karşılaştırılması. (Nükleer güç santrallerinin düzenlenmesi ve maliyet yönetimi)
- Hata ayıklama : Hatalara sebep olan bozuklukların sunulması. ( Bilgisayar yazılımı)
- Tamir : Belirlenmiş yönetim planının yürütülmesi. (Otomobil, bilgisayar)
- Eğitim : Öğrenci davranışlarının tespiti ve düzeltilmesi. (Danışma, ıslah, tedavi)
- Kontrol : Sistem davranışının yorumu, tahmini, tamiri ve izlenmesi. (Hava trafik kontrolü, savaş kontrolü)

### 3.2.2 Uzman Sistemlerinin Oluşturulması ve Avantajları

US sistemlerde bir problemin tanımlanmasında en önemli nokta problemin en iyi şekilde modellenmesidir. US sistemlerinin oluşturulması sırasında aşağıda verilen aşamalar uygulanır;

- Tanımlama,
- Kavramlaştırma,
- Formüle etme (yazılım),
- Test etme,
- Değerlendirme,

Uzman sistemlerinin en önemli avantajlarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

- Uzman kişilerin her zaman aynı performansta çalışmamlarına karşılık US'ler her zaman aynı performansta çalışırlar. Yüksek performans, uygun yanıtlama süresi, yüksek güvenilirlik, anlaşılabilirlik ve esneklik gibi kaliteyi arttıran genel karakteristiklere sahip olmalarıdır (Toktaş ve Aktürk, 2004).

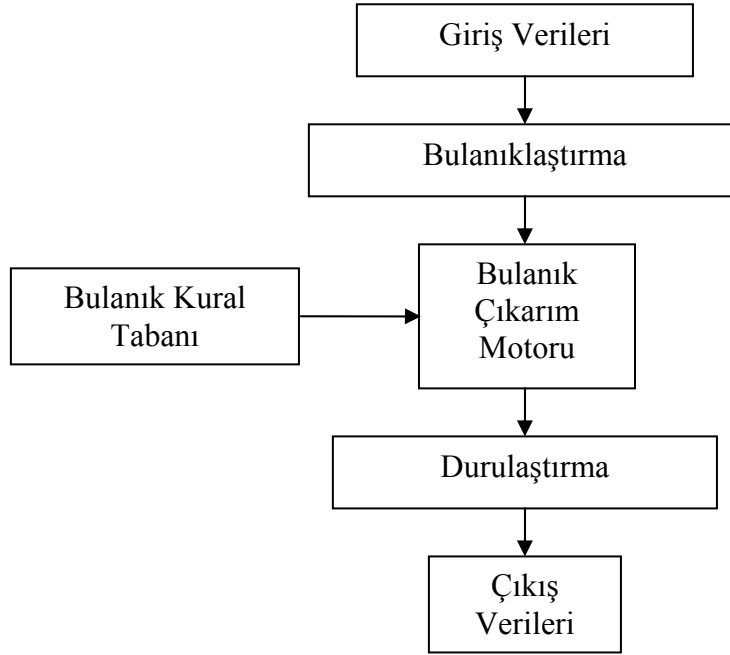
- Uzman sistemler hata oranını düşürerek kalitenin iyileştirilmesini sağlarlar,
- Uzman sistemler, uzman kişilerden daha az maliyetle çalışır,
- Kullanıcıya sistemin sonuç çıkarma yöntemini açıklaması ve o konudaki uzmanlığı rahat ve kolay bir şekilde sunarak yardımcı olması itibarıyla zeki bir öğretici olması,
- Tasarımın tutarlılığını bir organizasyon dahilinde geliştirilmesi,
- Problem çözümünde hataların azaltılması,
- Mühendislik analizi için geliştirilmiş yazılımlara uyumluluğu,
- İçerik, eleman ve materyalin en uygun seçimi için geniş bilgi bankasını kısa sürede taraması ve çok fazla miktarda bilgiyi belirli bir uygulama problemi çözümü için beceriyle kullanabilmesi,

### 3.3 Bulanık Mantık

Bulanık Mantık ilk kez 1963 yılında Zadeh tarafından kısmi üyelik fonksiyonları kullanarak bilgi işleme metodu olarak ortaya konulmuştur. O yıllarda bilgisayarların düşük kapasitede olmalarından dolayı bir kontrol metodu olarak düşünülmemiştir. Bulanık mantık belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışabilmesi için kurulmuş bir matematik düzen olarak tanımlanabilir. Genel olarak değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir (Şen, 2001). Zadeh (1968) tarafından gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceği ifade edilmiştir. Bulanık kavram ve sistemlerin dünyanın değişik araştırma merkezlerinde dikkat kazanması 1975 yılında Mamdani ve Assilian tarafından yapılan gerçek bir kontrol uygulaması ile olmuştur. Bu araştırmacılar ilk defa bir buhar makinası kontrolünü bulanık sistem ile modellemiş ve bulanık sistemlerle çalışmanın kolay ve sonuçlarının ne kadar etkili olduğunu göstermişlerdir (Şen, 2001).

Bulanık mantık sorun çözücü bir kontrol metodudur ve her türlü karmaşık sistemlerde kullanılmaktadır. Sistemlerde kayıp bilgi girişi veya belirsizliğe rağmen kesin bir sonuca ulaşabilir. Bulanık mantık kontrol sistemine bir insanın karar verme mekanizmasını taklit ederek yaklaşır. Sistemin matematiksel modellemesi yerine, bir kontrol problemini çözmek

için kural-tabanlı “Eğer ve İse” mantığını kullanır. Bulanık mantık hata ve hata değişim oranına göre sayısal parametrelere ihtiyaç duyar. Parametrelerin deneysel ayarlama yöntemiyle hesaplandığı süreçlerde, çok hızlı bir sistem tepkisi istenmiyorsa, bu değerlerin çok kesin ve doğru değerler olması süreç için çok önemli değildir. Şekil 3.6’da bir bulanık sistemin akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 3.6 Bulanık sistemin akış şeması

### 3.3.1 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük fayda insana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanınmasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygulanır. Özellikle “fuzzy process controller” olarak isimlendirilen özel amaçlı bulanık mantık mikroişlemci çipinin üretilmesine çalışılmaktadır. Bu teknoloji genellikle;

- Fotoğraf makinası, çamaşır makinaları, klimalar,
- Ses tanıma,
- Yüzey uydurma,

- Yaklaşım eğrisi modelleme,
- Endüstriyel süreç kontrolü ve tesis planlaması,
- Otomatik iletim hatları,
- Uzay araştırmaları,
- Havacılık endüstrisinde,
- Tıbbi teşhis,
- Meteoroloji,
- Sosyal bilimler,
- Psikoloji ve yönetim bilimleri,

yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

### **3.3.2 Bulanık Mantığın Oluşturulması ve Avantajları**

Bulanık denetim sistemlerinin iş prensibi, insanın düşünme tarzı temel alınarak tasarlanmaktadır. Bulanık denetleyiciler genellikle matematiksel modeli bilinmeyen veya doğrusal matematiksel modeli kurulamayan sistemlerde oldukça etkilidir. Bulanık denetleme üç aşamada yapılmaktadır.

- Bulanıklaştırma,
- Bulanık sonuçlandırma,
- Durulaştırma,

Önce denetlenmesi gereken modelin parametreleri ölçülür ve kesin olan giriş değerleri bulanıklaştırma işlemi sonucu bulanık biçimde ifade edilir. Bulanık kuralları sağlayan bilgi tabanı, denetlenen sistemin ayarlanması için gerekli bulanık değerlerini çıkarır. Sonra ise bulanık sonuç değeri, durulama yöntemlerinden biri ile kesinleştirilir ve sistemin ayarlanması yapılır.

Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki temel fark bilinen anlamda matematiğin aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek zordur, çünkü veriler tam olmalıdır. Bulanık mantık daha niteliksel bir tanımlama sağlar ve bu zorluktan kurtarır (Nabiyev, 2003). Bunun dışında bulanık mantığın

avantajları;

- İnsanın düşünme tarzına yakın olması,
- Uygulanışının matematiksel modele ihtiyaç duymaması,
- Yazılımının kolay olması,

olarak ifade edilebilir.

## 4. GENETİK ALGORİTMALAR

### 4.1 Giriş

Genetik algoritmalar araştırma ve optimizasyon problemleri çözümünde kullanılan adaptif metodlardır. Diğer bir tanıma göre ise genetik algoritmalar, karmaşık bir probleme optimal bir çözüm ararken kullanılan, doğal seleksiyon yöntemlerini esas alan bir metottur. Biyolojik organizmaların genetik sürecine dayanmaktadır. Charles Darwin'in "Türlerin Orjini" kitabında bahsettiği gibi doğal nüfus en iyinin hayatta kalması ve doğal seçimin prensiplerine göre oluşturulur. Bu süreçler esas alınarak gerçek dünya problemleri çözümleri için genetik algoritmaları kullanılabilir.

Genetik algoritmaların temel prensipleri 1975 yılında Holland tarafından ortaya atılmış (Beasley, 1993) ve doğal nüfusların evrimi için bu önemli süreçler simüle edilmiştir. Biyolojik süreçler esas alınarak kolayca kurulabilmesine rağmen genetik algoritmalarla ilgili araştırmalar hala devam etmektedir.

Doğada, nüfus içindeki bireyler hayatta kalabilmek için birbirleriyle yarış içindedirler. Yaşamda güçlü olan ve eşleşen bireylerden yeni bireyler oluşacaktır. Zayıf olan bireylerde ise hayatta kalma şansları az olduğundan yeni birey oluşturma olasılıkları zayıf olacaktır. Güçlü olan bireylerden oluşan yeni bireyler iyi özelliklere sahip olduklarından kendi çevrelerine daha uyumlu hale geleceklerdir.

Genetik algoritmalar, verilen problemin çözümünü uygun olarak temsil edebilecek bireylerin nüfusu ile çalışırlar. Her birey için bir uygunluk değeri tayin edilir. Bu uygunluk değeri probleme göre değişmektedir. Burada amaç problem çözümü için en iyi sonucu verebilecek değerleri kullanmaktır. Diğer bireylerle çaprazlanarak, yüksek uygunluğa sahip bireylere yeniden üreme fırsatı verilir. Böylece bazı özelliklerini ailelerinden almış yeni bireyler üretilir. Diğer taraftan en az uygunluğa sahip olan bireylerin yeniden üreme için seçilme şansları çok azdır.

Genetik algoritmalar, bir problem için global optimum çözümü bulmayı garanti etmez ama kabul edilebilir iyi sonuçlar bulmada genellikle başarılıdır.

Genetik algoritma, doğanın metotlarını kullanan bir makina öğrenme modeli olarak tanımlanabilir. Algoritma, probleme doğal seleksiyon metotlarını kullanarak yaklaşır. Bu, makina içinde kromozomlarla temsil edilen bir birey nüfus oluşturularak gerçekleştirilir. Bu, dört tabanlı DNA kromozomlarına benzer karakter dizileri anlamına gelmektedir. Genetik

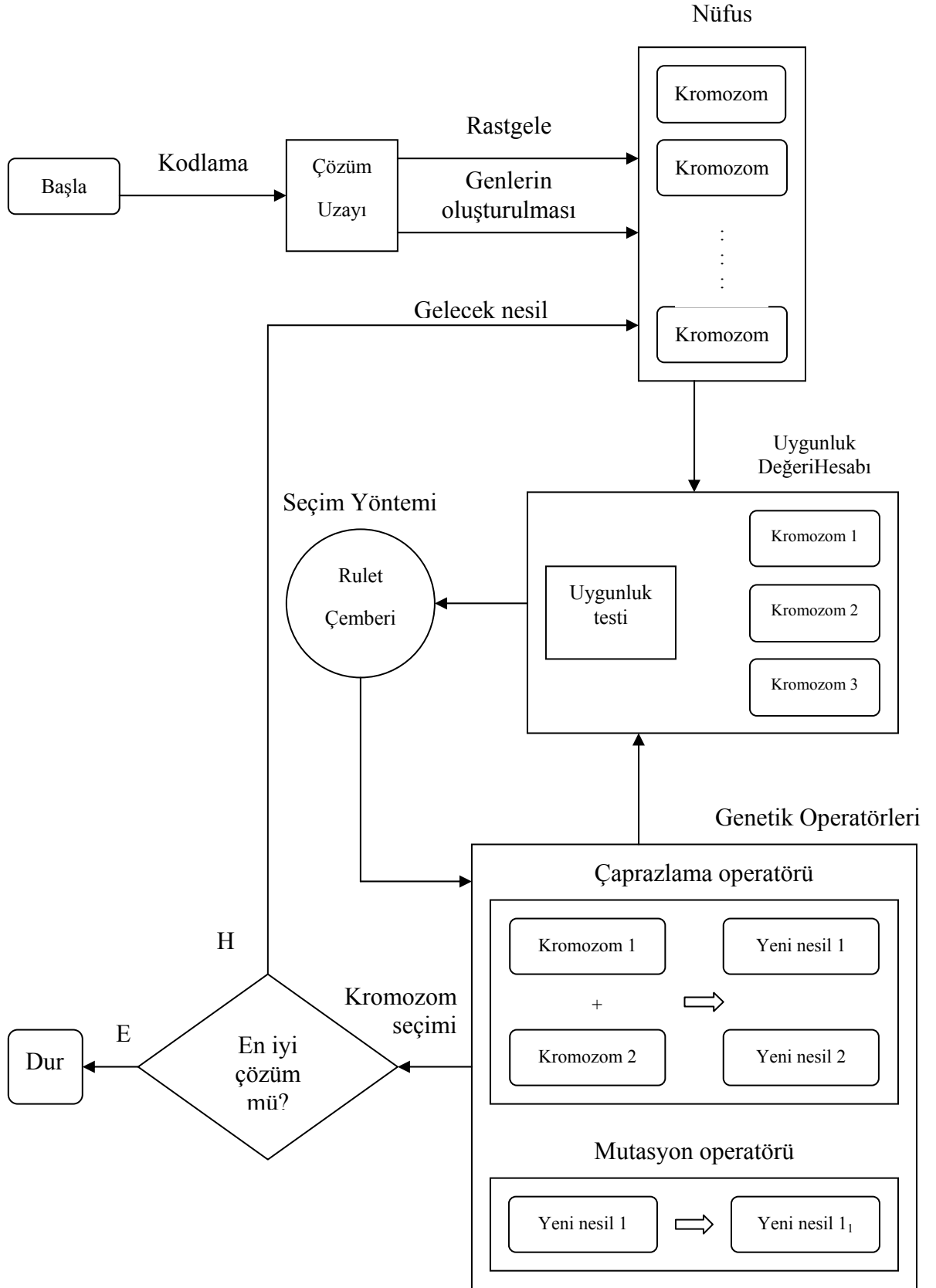
algoritmalar, daha önce diğer metotlarla çözümü çok karmaşık sayılan birçok problemde başarı ile kullanılabilmektedir.

Genellikle, “0” ve “1” lerden oluşan uzun diziler kullanılmaktadır. Öncelikle, aranan uzay içinde parametrelerin rastgele belirlenmesiyle bir çözüm kümesi, yani nüfus meydana getirilir. Bu çözüm nüfusunda en kötü elemanlar atılır ve en iyiler çaprazlanarak yeni bir çözüm nüfusu elde edilir. Ayrıca, arada bir genlerden biri mutasyon ile değiştirilir. Gerçek hayatta da bu şekilde bir adaptasyon çok güçlü bir organizma meydana getirir. Bu işlem nesiller boyu en iyi genlerin bir sonraki nesle aktarılması ile devam eder.

Genetik algoritmalar, parametrelerin kodlanmaları ile çalışırlar. Tıpkı bir DNA’nın tüm insan karakteristiklerini bir amino asit zincirine kodlanması gibi, problemin parametreleri de sonlu uzunluktaki dizilere kodlanmalıdır. Uygulamada, genetik modelin bilgisayara aktarılmasında bit ve karakter dizileri kromozomları temsil etmekte kullanılır. Basit bit değişimleri ile çaprazlama, mutasyon gibi operasyonlar gerçekleştirilebilir. Değişken dizi uzunlukları ile genetik algoritma uygulamaları üzerinde ciddi miktarda araştırma yapılmasına karşın sabit uzunluklu karakter dizileri çok daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.1).

Genetik algoritma uygulamalarında aşağıdaki sıra izlenmektedir.

1. Genelde rastgele dağılmış nüfusun oluşturulması,
2. Tüm ilk bireylerin uygunluğunun ve dayanıklılığının test edilmesi,
3. Sonlandırma kriterinin (zaman, dayanıklılık v.b) test edilmesi,
4. Yeni neslin oluşumu için bir alt-nüfusun seçilmesi,
5. Seçilen ebeveynlerden alınan genlerin birleştirilmesi (çaprazlama),
6. Çaprazlanmış nüfusa mutasyon operatörünün uygulanması,
7. Yeni oluşan nüfusun uygunluğunun ve dayanıklılığının test edilmesi,
8. Gerçek koşullarda hayatta kalabilen bireylerin seçilmesi,
9. İstenen en iyi sonucu verecek birey belirlenene kadar işlemin tekrarlanması,



Şekil 4.1 Genetik algoritmanın genel akış diyagramı

## 4.2 Genetik Algoritmaların Tarihsel Gelişmesi

Genetik algoritmalar, yapay zekanın gittikçe genişleyen bir kolu olan evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçasını oluşturmaktadır. Genetik algoritmalar biyolojik evrimin işleyiş biçimini taklit eder. Evrimsel hesaplama ilk olarak 1960’larda Rechenberg (1973) tarafından “Evrimsel Stratejileri” eserinde tanıtılmıştır. İlk olarak Holland (1975), evrim sürecini bir bilgisayar yardımıyla kullanarak genetik algoritmaları oluşturmuştur. Holland’ın orjinal genetik algoritma çalışması yaklaşık olarak bugün literatürde bulunan basit genetik algoritmanın aynısıdır. 1980’li yılların başlarına kadar, birkaç gerçek uygulama dışında genetik algoritma araştırması teorik bir çalışmaydı. Jong ve Hollstien, fonksiyon optimizasyonun parametrelerini sabit uzunlukta ikili gösterimi ile ilgilendiler. Hollstein yaptığı çalışmasında farklı seçim ve eşleşme stratejisinin bir genetik algoritma probleminin performansının etkilerini analizini yaptı. Jong ise çalışmasında genetik algoritmadaki adaptif mekanizmanın dış hatlarını ortaya koydu. 1980’lerden sonra genetik algoritmanın diğer disiplinlerde yapılmış birçok uygulama alanı bulunmaktaydı. Holland’ın öğrencisi Golldberg (1989) genetik algoritmaların çeşitli konularda kullanılabileceğini göstermiştir. Goldberg sayesinde genetik algoritma hak ettiği ilgiye kavuşmuştur. Koza (1992), genetik algoritmayı kullanarak genetik programlamayı geliştirmiştir. Her yapılan çalışma genetik algoritma perspektifine yeni bir açı vermiştir. Sürecin performansının gelişmesiyle, genetik algoritma operatörlerinin özelleşmesine, yeni ve önemli bulguların bulunmasına, genetik algoritmanın uygulanabilirlik ve sağlamlığını geliştirdi. Günümüzde ise genetik algoritma birçok alanda başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

## 4.3 Genetik Algoritmelerde Kodlama Sistematiği

Bir problemin parametreler seti olarak sunulmasının genelde en iyi çözüm olduğu farz edilmektedir. Problemin optimizasyonunda, önemli olan parametrelere kodlamada yer verilir. Kromozom formu, genler olarak bilinen bu parametrelerle birbirine bağlanır. Kodlama, problemin değişkenlerinin yapısına bağlıdır ve yöntemin performansında önem taşımaktadır. Çoğunlukla mümkün olan en kısa gösterim en verimli olanıdır.

Genetik algoritmada İkili (binary) kodlama, Tamsayı (gerçel sayı) kodlaması ve Gray kodlaması kullanılmaktadır. Genetik algoritmada iyi bir kodlama sistemin hızını artırmaya yardımcı olur.

Genetik algoritmada en yaygın kullanılan kodlama ikili kodlamadır. Nüfus içindeki bireylerin

herbiri 0 ve 1'lerden oluşmuş ikili diziler şeklinde ifade edilir. İkili kodlamanın dezavantajı; genetik algoritma hesaplamalarda gerçek sayıya dönüştürme işlemi sırasındaki zaman kaybıdır. Birçok araştırmacı tarafından ikili kodlamanın en iyi sonuç verdiği düşünülmesine rağmen hala araştırma konusudur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 İkili kodlama

|            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kromozom 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Kromozom 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Tamsayı kodlamada ise birey, tamsayıların ard arda yazılmasıyla oluşturulmaktadır. İkili kodlamadan avantajı, kodlama ve kod çözme işlemlerinin yapılmamasıdır. Tamsayı kodlamanın dezavantajı ise, bilgiyi temsil eden eleman sayısı az olduğundan çözüm uzayında arama işlemi yavaşlamaktadır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Tamsayı (Gerçel ) kodlaması

|            |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kromozom 1 | 4,375 | 0.817 | 0.298 | 1.176 | 3.177 | 6.748 |
| Kromozom 2 | 0.566 | 4.280 | 3.110 | 2.108 | 2.213 | 0.214 |

Gray kodlama ise, ikili kodlamaya alternatif bir kodlama metodudur. Burada bir sayının artırılması ya da azaltılması yalnızca tek bir bitteki en düşük ağırlıklı bitin değişimiyle yapılmaktadır. Ayrıca bir algoritmanın kullanılması gray kodlamanın dezavantajıdır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Gray kodlama

| On Tabanında Gösterim | İkili Kodda Gösterim | Gray Kodda Gösterim |
|-----------------------|----------------------|---------------------|
| 0                     | 0000                 | 0000                |
| 1                     | 0001                 | 0001                |
| 2                     | 0010                 | 0011                |

#### 4.4 Genetik Algoritmelerde Uygunluk Fonksiyonu

Genetik algoritmelerde uygunluk fonksiyonu her bir problem çözümü için özel olarak tasarlanmaktadır. Uygunluk fonksiyonu bir kromozoma uygulandığında, kromozomu temsil eden bireylerin yeteneği olarak kabul edilen uygunluk değeri olarak geri dönmektedir. Fonksiyon optimizasyon problemi için uygunluk değeri fonksiyonun değeriyle aynı olmalıdır.

Genel olarak, uygunluk fonksiyonu düz ve düzenli olması istenir, kromozomlar parametre uzayında daha uyumlu kromozomlara yakındır. Ancak bir çok problemde bu mümkün olmamaktadır. Eğer genetik algoritma performansı iyiye, çok aşırı yerel maksimumu olmayan veya iyi izole edilmiş global maksimumu olmayan uygunluk fonksiyonları bulabilir. Problemin oluşturulmasına bağlı olarak, bazı kromozomlar geçersiz sonuç sunabilirler ve bunların uygunluk değeri sıfır olmalıdır. En iyi çözüm bir ceza fonksiyonu uygulamaktır. Eğer uygunluk fonksiyonu değerlendirmede çok yavaş ve kompleks ise, ortalama uygunluk hesaplamasıda kullanılır. Bazı kromozomları tam olarak değerlendirmektense, birçok kromozomu yaklaşık bir yolla değerlendirmek bazen daha iyi sonuç verebilir.

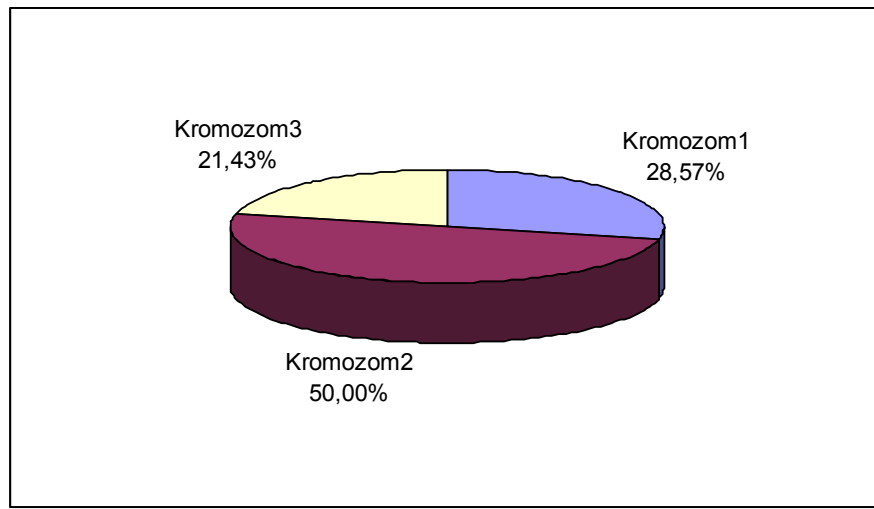
#### 4.5 Genetik Algoritmelerde Seçim Yöntemi

Başlangıç nüfusu oluşturduktan sonra yeni nüfusun oluşturulabilmesi için seçim yöntemine karar verilmesi gerekmekte ve yüksek uyuma sahip bireylerin seçilme olasılığı daha fazla olmaktadır. Burada yüksek uyuma sahip bireyin bir sonraki nesile kopyalanması hedeflenmiştir (Bolat vd., 2004). Seçim operatörü ile seçilen bireyler bir sonraki nüfusu oluşturmak için çaprazlama havuzuna atılırken, seçilemeyen bireyler yok olmaktadır. Seçim yöntemi olarak geliştirilmiş bir çok yöntem bulunmakla beraber, rulet çemberi, turnuva ve elitizm seçim yöntemleri en yaygın olarak kullanılanlarıdır.

Turnuva Seçim Yönteminde yerine koyarak ya da koymadan rastgele  $t$  adet birey seçilir ve bu büyüklüğe turnuva genişliği adı verilir. Bu gruptaki en iyi birey, yeni nüfusa kopyalanır. Bu işlem kullanıcı tarafından önceden kararlaştırılan çevrim sayısı kadar tekrarlanır (Bolat vd., 2004).

Elitist Seçim Yönteminde popülasyonun en iyi bir bireyi korunup, nüfusun geri kalan elemanlarını uyum orantılı seçim yöntemlerinden birini kullanarak yeni bireyler ile değiştirilir. Burada hedef en iyi uyum değerine sahip bireyin, genetik operetörler kullanıldığında kaybolmasını önlemektir (Bolat vd., 2004).

Rulet çemberi seçimi; bu yöntem yerine koyarak stokastik örnekleme olarak da adlandırılmaktadır. Rulet çemberi seçim yöntemi ilk defa Holland tarafından ortaya çıkarılmıştır (Holland, 1975). Burada tüm bireylerin uygunluk değerleri bir tabloda yazılır (Şekil 4.2) ve bu değerler toplanır. Tüm bireylerin uygunluk değerleri toplama bölünür ve her kromozoma yüzdesi değerinde tekerlek üzerinde yer verilir. Tekerlek seçim işlemi için belli bir sayıya kadar döndürülür ve seçilen bireyler genetik operatörleri uygulaması için hazırlanır. Bu yöntemde seçilme işlemi bireylerin uygunluk değerine göre yapılmaktadır (Bolat vd., 2004). Çoğunlukla uygunluk değeri yüksek olan bireyin seçilme şansı yüksek olmasına rağmen her zaman seçilmesi garanti edilemez (Şekil 4.2).



| SAYI       | DİZİ  | UYGUNLUK DEĞERİ | TOPLAM  |
|------------|-------|-----------------|---------|
| Kromozom 1 | 00110 | 100             | 28,572% |
| Kromozom 2 | 10110 | 175             | 50%     |
| Kromozom 3 | 10010 | 75              | 21,428% |
| Toplam     |       | 350             | 100     |

Şekil 4.2 Rulet çemberi yöntemi

## 4.6 Genetik Algoritma Operatörleri

Genetik algortmada kullanılan operatörler çaprazlama ve mutasyon olarak adlandırılmaktadır. Ele alınan probleme göre uygun operatör seçilerek kullanılmaktadır.

### 4.6.1 Çaprazlama Operatörü

Çaprazlama, genetik algoritma uygulamalarında en önemli operatördür. Çaprazlamada bireylerdeki iyi özellikleri birleştirerek daha iyi çözümler yaratması beklenir.

Ele alınan probleme bağlı olarak, kullanıcı tarafından seçilen 4 farklı çaprazlama operatörü bulunmaktadır.

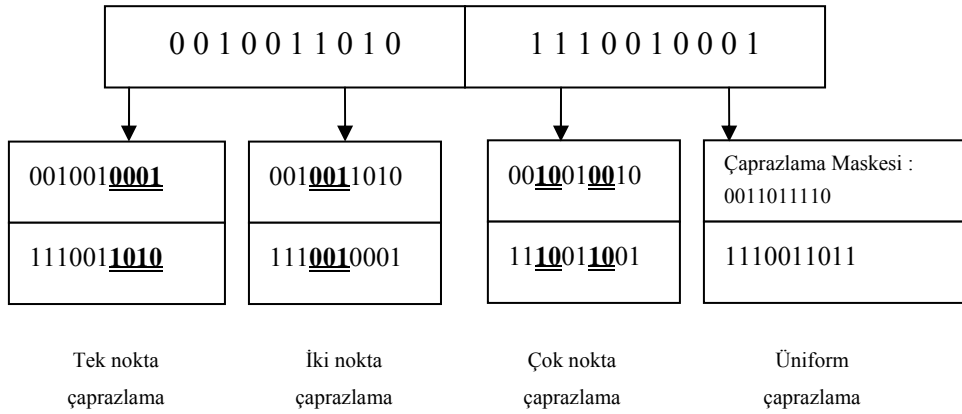
- Tek nokta çaprazlama
- İki nokta çaprazlama
- Çok nokta çaprazlama
- Üniorm çaprazlama

Çaprazlama operatörlerin uygulamaları aynı örnek üzerinde Şekil 4.3’de görölmektedir. Tek nokta çaprazlama, genetik algoritmanın kullandığı en basit çaprazlamadır. Rasgele seçilen kromozom çiftine çaprazlama uygulanır. Tek nokta çaprazlama işlemi için kromozomda çaprazlama yapılacak bölge kullanıcı tarafından rasgele seçilebilir. Oluşan yeni birey ebeveynlerin bazı özelliklerini alarak her ikisinin kopyası olacaktır (Kurt ve Semetay, 2001).

İki nokta çaprazlamada iki nokta arasında kalan alt dizilerin değiştirilmesiyle iki yeni birey elde edilir.

Çok nokta çaprazlama yönteminde kromozomlar daha fazla parçalara ayrılır ve bir atlanarak elde edilen çiftler arasında değiştirilerek yeni bireyler elde edilir.

Üniorm çaprazlamada rasgele olarak çaprazlama maskesi oluşturulur. Birinci ve ikinci kromozoma karşılık gelen genin kopyalanmasıyla yaratılır. Çaprazlama maskesinde bir o genin birinci kromozomdan, sıfır ise o genin ikinci kromozomda kopyalanacağı anlamına gelmektedir (Bolat vd., 2004).



Şekil 4.3 Çaprazlama yöntemleri ve etkileri (Bolat vd., 2004)

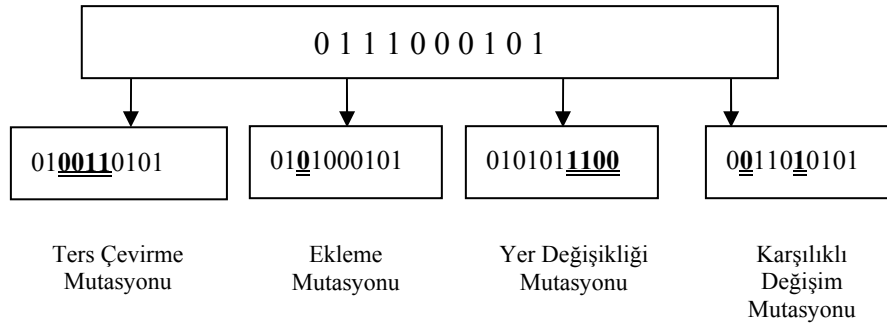
İki kromozomdan çaprazlama yapılmış elemanlar, Şekil 4.3’de herbir çaprazlama operatörü için altı çizili olarak gösterilmiştir.

#### 4.6.2 Mutasyon Operatörü

Genetik algoritmalarda kullanılan bir diğer operatör olan mutasyon, oluşan yeni çözümlerin önceki çözümü kopyalamasını önler ve sonuca daha hızlı ulaştırır (Kurt ve Semetay, 2001). Örneğin, ikili bir kodlamanın kullanıldığı bir dizide mutasyon operatörü ile rasgele olarak seçilen eleman değeri 1 ise 0 veya 0 ise 1 olarak değiştirilerek yeni bir dizi elde edilir. Mutasyon operatörü olarak, ele alınan problemin yapısına göre en uygun olan aşağıdakilerden biri seçilir.

- Ters çevirme
- Ekleme
- Yer değişikliği
- Karşılıklı Değişim

Mutasyon operatörlerinin uygulamaları Şekil 4.4’de görülmektedir. Şekilde altı çizili olarak verilen eleman değerleri mutasyona uğramış elemanları göstermektedir. Ters çevirmede, kromozomdan rasgele iki pozisyon seçilir ve iki ucu arasında ters çevrilir. Eklemede ise rasgele bir parka seçilir ve rasgele bir yere yerleştirilir. Yer değişikliği mutasyonunda, rasgele bir alt dizi seçilir ve rasgele bir yere yerleştirilir. Karşılıklı değişim mutasyonunda, rasgele seçilen iki genin yerleri değiştirilir (Bolat vd., 2004).



Şekil 4.4 Mutasyon yöntemleri ve operatörleri (Bolat vd., 2004)

#### 4.7 Genetik Algoritmaların Avantajları

Klasik analitik yöntemlerde genellikle araştırmanın yönünü belirlemek için türev bilgisine ihtiyaç vardır. Analitik olarak ifade edilemeyen fonksiyonlar için seçilen optimizasyon yöntemleri ile verimli sonuçlar alınamamaktadır. Kolay uygulanabilirlik ve değişik problemleri çözme kabiliyeti, genetik algoritmaları diğer optimizasyon yöntemlerinden ayıran pek çok avantajdan bazılarıdır (Grefenstette, 1986). Genetik algoritmaların klasik optimizasyon yöntemlerinden farklılıklarını aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

1. Genetik algoritmalar, parametrelerin değerleriyle değil, parametre setini kodlayarak çalışır. Parametreler kodlanabildiği sürece çözüm üretilmekte ve diğer metodları sınırlayan birtakım özelliklerde büyük ölçüde serbestlik sağlanmış olmaktadır.
2. Genetik algoritmalar tek bir noktada değil bir noktalar kümesinde optimizasyon araştırması yapar ve genellikle yerel en iyi çözümde sıkışıp kalmaz. Genetik algoritmalar dizilerden oluşan bir nüfus ile başlar ve bu dizilerden daha başarılı nüfuslar üretir (Kahvecioğlu, 2003).
3. Genetik algoritmalar sadece uygunluk fonksiyonu değerini kullandığından başka bir yardımcı bilgiye ihtiyacı yoktur.
4. Genetik algoritmalar olasılığa dayalı kuralları kullanarak araştırma uzayının hangi bölgesinde çözümü arayacağına karar vermek için rastgele seçim tekniğini kullanır.
5. Genetik algoritmalar klasik yöntemlerin çok uzun zamanda bulacakları çözümü kısa bir zamanda yeterli bir doğrulukta çözebilirler.

Yukarıda sayılan özellikler genetik algoritmanın dayanıklılığı ve sonuca ulaşma üstünlüğüne olumlu yönde katkıda bulunmaktadır.

#### **4.8 Genetik Algoritmanın Uygulama Alanları**

Karmaşık problemleri hızlı ve optimuma yakın olarak çözebilen genetik algoritmalar, birçok alandaki problemlerin optimizasyonu için başarıyla kullanılmaktadır. Genellikle büyük çözüm uzaylarının geleneksel yöntemlerle taranması hesaplama zamanını artırmaktadır. Bu tip problemlere, genetik algoritmalar ile kısa bir sürede iyi bir çözüm elde edilebilmektedir. Genetik algoritmalar özellikle çözüm uzayının geniş, süreksiz ve karmaşık olduğu problemlerde başarılı sonuçlar vermektedir. Genetik algoritmaların genel uygulama alanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Optimizasyon amaçlı mühendislik problemlerinin çözümünde,
- Makina öğrenmesinde,
- Otomatik programlamada,
- Ekonomik modellerin geliştirilmesinde,
- Sosyal sistemlerin analizinde,
- Oyun programcılığında,
- Matematik problemlerinde.

## 5. ASANSÖR KONTROL SİSTEMLERİNİN GENETİK ALGORİTMA İLE SİMÜLASYONU

### 5.1 Giriş

Bir binada günün her saati için yolcu talepleri farklı olmaktadır. Bu yüzden asansör kontrol algoritmasında, bu problemin çözümü için asansör firmaları birçok değişik teknikler geliştirmişlerdir. Kontrol algoritmasının geliştirilmesinde iki alternatif metod mevcuttur: mevcut algoritmayı kullanarak programda iyileştirme yapmak veya yeni bir algoritma oluşturmak.

Mevcut algoritmayı kullanarak programda iyileştirme yapmak daha kısa yoldan sonuca ulaştırmasından dolayı avantajlıdır.

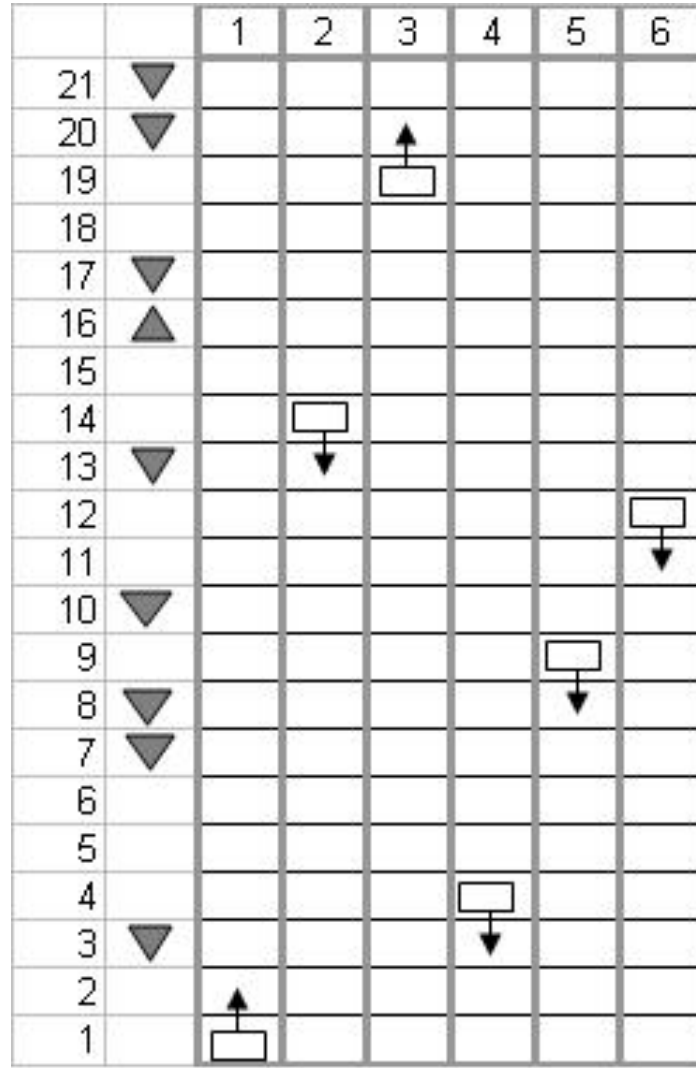
Yeni bir algoritma oluşturmada ise, asansör mühendisi algoritmada kullanacağı kontrol stratejisini seçmede tamamen serbesttir. Bununla beraber asansör mühendisi yeni geliştirdiği algoritmayı test ederek sistematik tasarım yöntemi uygulamalıdır.

Bu bölümde genetik algoritma esaslı asansör grup kontrolü ve simülasyonu konusunda yapılan çalışma anlatılmış; kontrol ve simülasyon için kullanılan genetik algoritma programı açıklanarak, kullanılan hesaplamalar detaylı olarak verilmiştir.

### 5.2 Geliştirilen Algoritmanın Genel Yapısı

Asansör trafik yoğunluğu gün boyunca yukarı-pik, aşağı-pik, katlararası ve rastgele katlararası trafik şeklinde değişimler göstermektedir. Genellikle asansör sistem tasarımında trafik düzenlenmesinde yukarı-pik durumu önemlidir. İstenen optimum kontrolün hedefi, en yüksek taşıma kapasitesi, en kısa bekleme ve yolculuk zamanıdır.

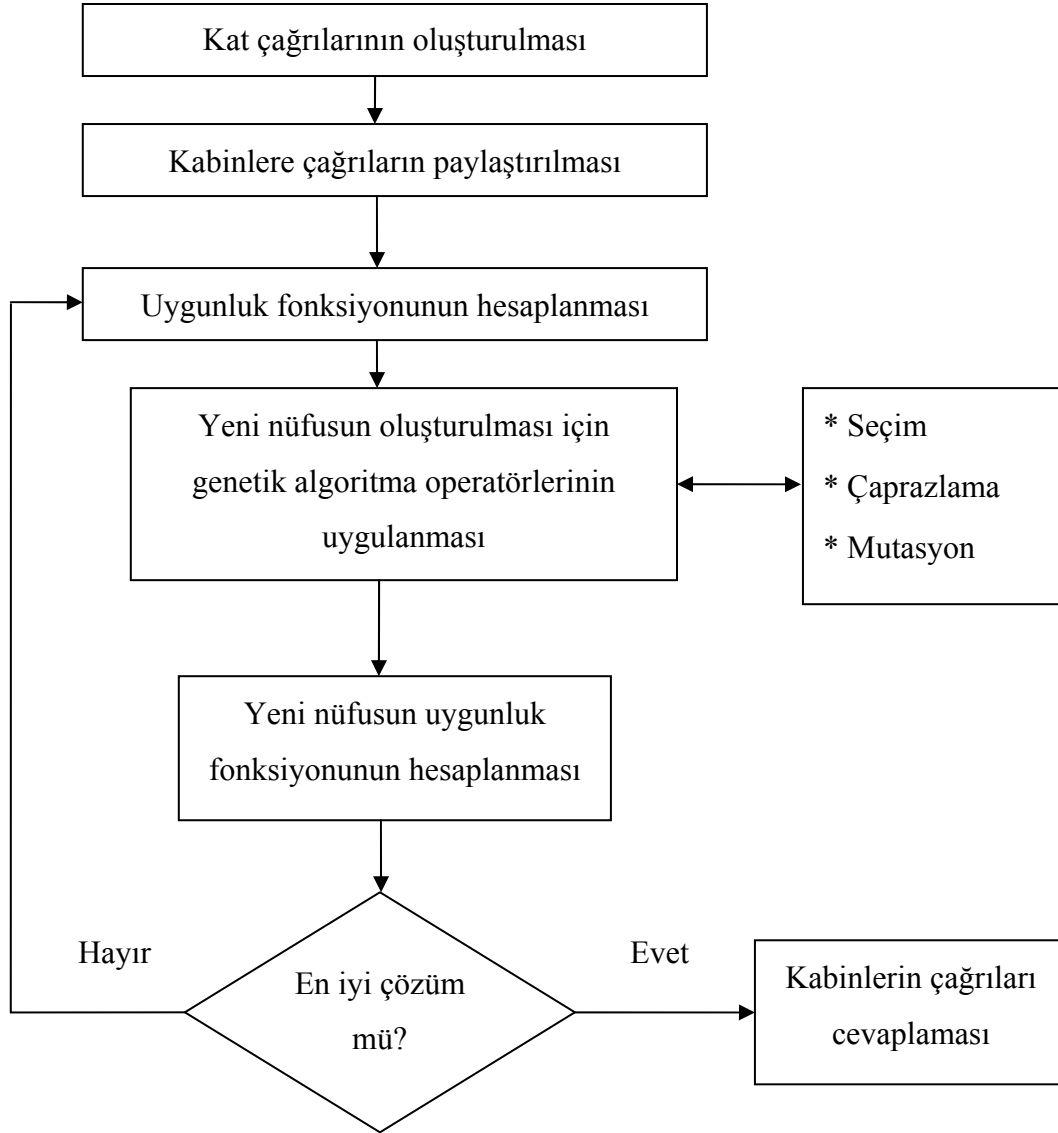
Bu çalışmada, asansör grup kontrolü için genetik algoritmalar kullanılmıştır. Hazırlanan Program Matlab de hazırlanmış olup, bir grup asansörün katlardan gelen çağrılara en kısa zamanda yanıtlanması esas alınmıştır. Genellikle binalarda sabah, öğle, akşam işe giriş ve çıkışlarında yoğunluk olmaktadır. Yolcuların gerçek hayatta olduğu gibi asansörden hizmet talep ettikleri hedef katları rasgele dağılım olarak oluşmuştur. Şekil 5.1’de bir iş binasının akşam iş çıkış saatlerindeki aşağı pik trafik durumu görülmektedir.



Şekil 5.1 Akşam saatlerinde aşağı trafik durumu

Akış diyagramında (Şekil 5.2) görüldüğü gibi algoritmada ilk önce nüfus oluşturulmuştur. Nüfus oluşturma işlemi kabinlere çağrılarının dağıtılma işlemidir. Burada  $n$  tane dağılıma olasılığı bulunmaktadır. Bu olasılıklardan seçilen nüfus büyüklüğü kadar kromozom rastgele alınarak nüfus oluşturulur. Seçilen bir uygunluk fonksiyonuna göre belirli bir hesaplama yaklaşımı ile nüfusu oluşturan her bir bireyin uygunluk değeri hesaplanır. Daha sonra uygunluk değeri hesaplanan kromozomlara genetik operatörler uygulanarak nüfus yenilenir. Yenilenen nüfusa ait bireylerin uygunluk değerleri hesaplanır. Algoritmanın en iyi bulma işlemi için her bir yeni nüfusta en iyi birey saklanır. Optimizasyon işleminin durması üç farklı biçimde olabilmektedir. Birinci durum, bütün nüfusu oluşturan bireylerin uygunluk değerlerinin aynı olduğu durumdur. İkinci durumda, iterasyon sayısı seçilir. İterasyon sayısı genetik operatörlerin uygulanma sayısını belirtmektedir. Üçüncü durum ise, aranan uygunluk

fonksiyonuna sınır değeri girilmesiyle yapılır. Belirlenen değerden küçük uygunluk değerlerine sahip bir birey bulunduğu durumda aranan çözümün bulunduğu kabul edilir. Bu durumun dezavantajı, daha iyi bir çözümün bulunma ihtimali varsa program bunu bazen bulamayabilir.



Şekil 5.2 Genetik algortmada kullanılan asansör grup kontrolü için akış diyagramı

### 5.2.1 Nüfusun Oluşturulması

Öncelikle genetik algoritmalarda nüfusu oluşturmak gereklidir. Burada da kromozomlarla bir başlangıç nüfusu rastgele oluşturulur. Programda popülasyon oluşturulurken 5 dakikalık periyot esas alınarak katlardan gelen yukarı ve aşağı çağrılar bir tabloda toplanmıştır (Çizelge 5.1). Kromozomlar 0 ve 1 değerlerinden oluşan ikili (binary) kodlardan meydana gelmiştir.

0 anlamı bulunduğu katta çağrı olmaması, 1 ise çağrının varlığını göstermektedir. İkili (binary) kodlamaya göre oluşturulan kromozomlara bu tablo esas alınarak dağıtım yapılmıştır. Her kromozom kat ve kabin sayısı dikkate alınarak,  $[N-1].(Kabin\ sayısı)$ 'na göre düzenlenmiştir. Ancak her kromozom yukarı ve aşağıyı temsil edeceğinden  $2[N-1].(Kabin\ sayısı)$  şekline göre kromozomlar hesaplanmıştır.

Çizelge 5.1.Genetik algortmada asansör kontrol sistemleri için ikili kodlama gösterimi (11 katlı bir bina için)

|          | Yukarı Yönde |   |   |   |   |   |   |   |    |   | Aşağı Yönde |   |   |   |   |   |   |    |    |  |
|----------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|-------------|---|---|---|---|---|---|----|----|--|
| Kat      | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 2 | 3           | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |  |
| Çağrılar | 0            | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0  | 1 | 1           | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1  | 1  |  |

Örnek çözümlerde, nüfusun büyüklüğü olarak 20 ile 30 arasında seçilmekle birlikte istenilen nüfus büyüklüğü algortmada seçerek çözüm oluşturulabilmektedir. Fakat nüfus büyüklüğünün kat adedine bağlı olarak üst sınıra sahiptir. Nüfusun büyüklüğü genetik algortmayı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Büyük nüfuslarda, çözüm uzayı iyi örneklendiği için aramanın etkinliği artmakta, fakat buna bağlı olarak da arama süresi uzamaktadır. Küçük nüfuslarda ise, çözüm uzayını yeterli örnekleyememe ve zamansız yakınsama oluşabilmektedir.

Genetik algortmada nüfus rastgele oluşturulmaktadır. Bazen rastgele oluşturulan kromozomlar birbirlerinin aynısı olabilmektedir. Hazırlanan programda nüfusda aynı iki kromozomun olup olmadığı kontrol edilir; eğer iki aynı kromozom varsa biri iptal edilerek kromozom çeşitliliği artırılmaktadır. Şekil 5.3'de genetik algortma programında kromozom çeşitliliğinin sağlandığı programın yazılımı görülmektedir.

```

function varyok=samevek(A,B)
% nxm lik bir matris
% 1xm lik satir vektor
varyok=0;
[n_a,m_a]=size(A);
[n_b,m_b]=size(B);
for I=1:1:n_a
    esit=0;
    for J=1:1:m_a
        if A(I,J)==B(1,J)
            esit=esit+1;
        end
    end
    if esit==m_a
        varyok=1;
        break
    end
end
end

```

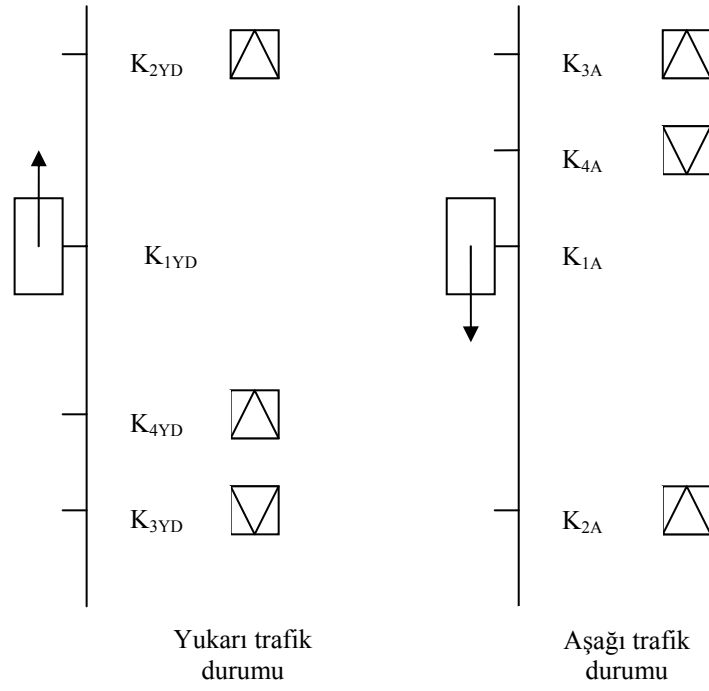
Şekil 5.3 Kromozom çeşitliliğinin sağlandığı program yazılımı

### 5.2.2 Uygunluk Fonksiyonunun Hesaplanması

Genetik algoritmanın her çevriminde, yığındaki dizilerin bir uygunluk fonksiyonu yardımıyla uygunluk değeri hesaplanır. Genellikle genetik algoritmanın başarısı bu fonksiyonun verimli ve hassas olmasına bağlıdır. Bu çalışmada birden fazla uygunluk fonksiyonu alınarak örnek çözümler yapılmıştır. Uygunluk fonksiyonu her asansör için ayrı ayrı hesaplanarak toplamı ele alınmıştır. Hazırlanan programda iki farklı uygunluk değeri kullanılmıştır.

#### Birinci Tip Uygunluk Fonksiyonu

Bu uygunluk fonksiyonunda asansörlerin hareket sürelerinin toplamı hesaplanmıştır. Yukarı ve duran asansör veya aşağı giden asansör için ayrı ayrı hesaplanarak toplamı ele alınmıştır. Yukarı ve duran asansör için uygunluk fonksiyonunu aşağıdaki şekilde yazabiliriz. Cortes (2003), çalışmasında önerdiği uygunluk fonksiyonu, bu çalışmada esas alınmış ve modifiye edilerek yukarı duran ve aşağı duran asansörler için ayrı ayrı tanımlanmıştır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Uygunluk değeri hesabı için asansör akış diyagramı

$$F_{YD} = [(K_{2YD} - K_{1YD}) + (K_{2YD} - K_{3YD}) + (K_{4YD} - K_{3YD})] \cdot t \quad (5.1)$$

Aşağı giden asansör için uygunluk fonksiyonunu

$$F_A = [(K_{1A} - K_{2A}) + (K_{3A} - K_{2A}) + (K_{3A} - K_{4A})] \cdot t \quad (5.2)$$

olarak görülür.

Toplam Uygunluk fonksiyonu  $F_{YD}$  ile  $F_A$  toplamı şeklinde yazılırsa;

$$F_T = F_{YD} + F_A \quad (5.3)$$

```

function [fittoplam,uygunlukdegerl]=fuygun_1(kromozom,asansor_sayisi)
[kromozom_sayisi,mm]=size(kromozom);
fittoplam= [ ];
for I=1:1:kromozom_sayisi
    nkrom_yuk_tablo=kat_say(kromozom(I,:),istek,asansor_sayisi);
    fitup=0;
    fitdown=0;
    for J=1:1:asansor_sayisi
        upindex=find(nkrom_yuk_tablo(J,[1:1:maxcagri/2])>0);
        downindex=find(nkrom_yuk_tablo(J,[maxcagri/2+1:1:maxcagri])>0);
        downindex=ones(size(downindex))*maxcagri/2+downindex;
        p1=1;
        p2=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,upindex)));
        p3=bos_sa(min(nkrom_yuk_tablo(J,downindex)));
        p4=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,find(nkrom_yuk_tablo(J,upindex)<p1))));
        fitt1=(abs(p2-p1)+abs(p2-p3)+abs(p4-p3))*30;
        p2=bos_sa(min(nkrom_yuk_tablo(J,downindex)));
        p3=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,upindex)));
        p4=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,find(nkrom_yuk_tablo(J,downindex)>p1))));
        fitt2=(abs(p1-p2)+abs(p3-p2)+abs(p3-p4))*30;
        if fitt1>0
            fitup=fitt1+fitup;
        end
        if fitt2>0
            fitdown=fitdown+fitt2;
        end
    end
    ft=fitup+fitdown;
    fittoplam=[fittoplam ft];
end
uygunlukdegerl= 1./(fittoplam+eps);

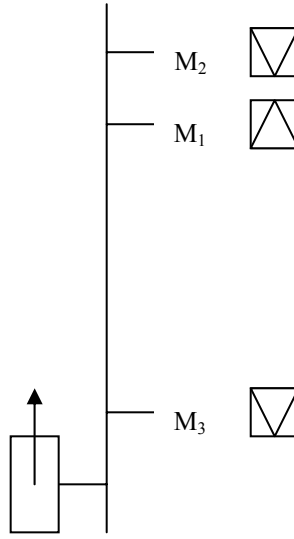
```

Şekil 5.5 Birinci tip uygunluk fonksiyonunun hesaplandığı program yazılımı

### İkinci Tip Uygunluk Fonksiyonu

Bu uygunluk değerinde asansörlerin gittiği yol esas alınmıştır. Bu uygunluk fonksiyonu her asansörün izlediği yolların toplamı şeklindedir. Şekil 5.6'da asansörlerin ve çağrılarının durumları görülmektedir.

$$F_T = [(M_1 - 1) + |M_1 - M_2| + (M_2 - M_3)] \cdot t \quad (5.4)$$



Şekil 5.6 İkinci tip uygunluk fonksiyonu hesabı için asansör akış diyagramı

Şekil 5.7’de ikinci tip uygunluk fonksiyonunun hesaplandığı program yazılımı görülmektedir.

```
function [fittoplam,uygunluk,liftruntime]=objectfun1(kromozom,asansor_sayisi,istek)
[kromozom_sayisi,mm]=size(kromozom);
maxcagri=length(istek);
fittoplam=[]; liftruntime=[];
for I=1:1:kromozom_sayisi
    kromozom_i=[];
    for J=1:1:asansor_sayisi
        asansor=[(((J-1)*maxcagri)+1):1:J*maxcagri];
        kromozom_i(J,:)=kromozom(I,asansor);    end
    krom_i_up=kromozom_i(:,1:maxcagri/2);
    krom_i_down=kromozom_i(:,maxcagri/2+1:1:maxcagri);
    top_uygunluk=0; %i. krpmozomun
    for J=1:1:asansor_sayisi
        up_cagri=bul(krom_i_up(J,:));
        down_cagri=bul(krom_i_down(J,:));
        liftruntime(I,J)=(max(up_cagri)-1)+abs(max(down_cagri)-
            max(up_cagri))+(max(down_cagri)-min(down_cagri));
        top_uygunluk=top_uygunluk+liftruntime(I,J);    end
    fittoplam(1,I)=1.5*top_uygunluk;
    uygunluk(1,I)=(1.5*mean(liftruntime(I,:)))+1*(max(liftruntime(I,:))-min(liftruntime(I,:)));
end
liftruntime=1.5*liftruntime; function zz=bul(vektor)
zz=find(vektor>0); if isempty(zz) zz=1; end
```

Şekil 5.7 İkinci tip uygunluk fonksiyonunun hesaplandığı program yazılımı

### 5.2.3 Seçim İşlemi

Başlangıç nüfusundan yeni nüfusun oluşturulması için seçim yöntemine karar verilmesi gerekmektedir. Seçim işleminin amacı uygunluk değeri yüksek olan kromozomlardan nüfusu oluşturmaktır. Bunun için mevcut nüfus içerisinde genetiğin kurallarını bozmadan yeni nüfus oluşturacak bireyleri seçme stratejisini uygulamaktır. Seçim yöntemi olarak geliştirilmiş bir çok yöntem vardır. Hazırlanan programda rulet çemberi seçim yöntemi ve elitizm seçim yöntemi kullanılmıştır.

Rulet çemberi seçim yönteminde tüm bireylerin uygunluk değerleri bir tabloda yazılır ve bu değerler toplanır. Tüm bireylerin uygunluk değerleri bu toplama bölünür ve bu sayılar bir tabloda toplanır. Tablodaki sayılar birbirine eklenerek rastgele olarak bir sayıya kadar ilerlenir ve bu sayıya ulaşıldığında son eklenen sayının ait olduğu çözüm seçilmiş olur. Şekil 5.8’de rulet çemberi seçim yönteminin program yazılımı gösterilmektedir.

```
function secnufus=ruletselection(nufus,uygunluk,krs);
tpuyg=sum(1./uygunluk); % toplam uygunluk
for cr=1:krs
    sval(cr)=sum(1./uygunluk(1,1:cr));
end
sval;
parname=[ ];
for t=1:krs
    rval=(tpuyg*rand);
    if rval<sval(1)
        parname=[parname 1];
    else
        for tt=1:krs-1
            sl=sval(tt);
            su=sval(tt)+1./uygunluk(tt+1);
            if (rval>=sl) & (rval<=su)
                parname=[parname tt+1] ;
            end % if
        end % for tt
    end % if
end % for
parname; % parname ilk nufustan hangi bireyin secilecegini gosteren degisken.
[ps sp]=size(parname);
secnufus(1:sp,:)=nufus(parname,:);
```

Şekil 5.8 Seçim işlemin yapıldığı rulet tekerleği yönteminin program yazılımı

Elitizm seçim yönteminde ise en iyi uygunluk değerinden en kötüye göre kromozomlar sıralanır. En iyi  $n$  tanesi korunarak geriye kalan kromozomlardan bazıları rastgele seçilir.

Bununla ilgili program yazılımında Şekil 5.9’da görülmektedir.

```
function secnufus=secim3(nufus,uygunluk,krs);
[newuy,newinds]=sort(uygunluk);
new_gen=nufus(newinds(1:10),:);
numgen=round(9*rand(1,9))+ones(1,9);
secnufus=[new_gen
nufus(newinds(krs),:)
new_gen(numgen,:)];
size(secnufus)
```

Şekil 5.9 Seçim işlemin yapıldığı elitism yönteminin program yazılımı

#### 5.2.4 Çaprazlama Operatörü Uygulaması

Seçim işleminden sonra genetik algoritmanın en önemli operatörü olan çaprazlama uygulanır. Çaprazlamada bireylerdeki iyi özellikler birleştirilerek daha iyi çözümler yaratması beklenir. Hazırlanan programda 3 farklı çaprazlama operatörü kullanılmıştır. Bunlar;

- a) Tek nokta çaprazlama,
- b) İki nokta çaprazlama,
- c) Üni-form çaprazlama,

Programda bütün bu çaprazlama yöntemleri kullanılmıştır.

Tek noktalı çaprazlamada, iki kromozomda çaprazlama yapılacak bölge rastgele seçilir. Bu bölgeye kadar olan genler birinci kromozomdan, geri kalanı ise ikinci kromozomdan alınarak yeni birey oluşturulur. Şekil 5.10’da bununla ilgili program satırları görülmektedir.

```
function NewChrom = singlepointX(OldChrom, XOVR);
if nargin < 2, XOVR = NaN; end
NewChrom = xovmp(OldChrom, XOVR, 1, 0);
%End of function
```

Şekil 5.10 Genetik aloritmada tek noktalı çaprazlama operatörü program yazılımı

İki noktalı çaprazlamada yine iki kromozomda çaprazlama yapılacak iki bölge rastgele seçilir. İlk bölgeye kadar genler birinci kromozomdan iki bölge arasındaki genler ikinci kromozomdan, kalanlar ise birinci kromozomdan kopyalanarak yeni birey oluşturulur (Şekil 5.11).

```
function NewChrom = twopointX(OldChrom, XOVR);
if nargin < 2, XOVR = NaN; end
NewChrom = xovmp(OldChrom, XOVR, 2, 0)
% End of function
```

Şekil 5.11 Genetik aloritmada iki noktali çaprazlama operatörü program yazılımı

Üniform çaprazlamada ise rasgele olarak bir çaprazlama maskesi oluşturulur. Çaprazlama maskesindeki bulunan “1” anlamı genin birinci kromozomdan, “0” anlamı ise genin ikinci kromozomdan kopyalanacağıdır. Bu maske esas alınarak birinci ve ikinci kromozomun gen değerlerine göre yeni birey oluşturulur. Bununla ilgili program satırları Şekil 5.12’de verilmiştir.

```
function NewChrom = uniformX(OldChrom, XOVR);
[Nind,Nvar] = size(OldChrom);
Xops = floor(Nind/2);
Mask1 = (rand(Xops,Nvar)<0.5);
Mask2 = (rand(Xops,Nvar)<0.5);
odd = 1:2:Nind-1;
even= 2:2:Nind;
NewChrom(odd,:) = (OldChrom(odd,:).* Mask1) + (OldChrom(even,:).*(~Mask1));
NewChrom(even,:) = (OldChrom(odd,:).* Mask2) + (OldChrom(even,:).*(~Mask2));
if rem(Nind,2), NewChrom(Nind,:)=OldChrom(Nind,:); end
% End of function
```

Şekil 5.12 Genetik aloritmada üniform çaprazlama operatörü program yazılımı

### 5.2.5 Mutasyon Operatörü Uygulaması

Genetik aloritmada bir diğer operatör olan mutasyon oluşan yeni çözümlerin önceki çözümü kopyalamasını önlemek ve sonuca daha hızlı ulaşmak amacıyla kullanılmaktadır. İkili bir kodlamanın kullanıldığı bir dizide mutasyon operatörü ile rastgele olarak seçilen eleman değeri 1 ise 0 veya 0 ise 1 olarak değiştirilerek yeni bir dizi elde edilir.

Çaprazlama sonrası elde edilen kromozomlardaki uygunsuzluğu gidermek için mutasyon operatörü kullanılmıştır. Genetik aloritmalarda çok farklı çeşitte mutasyon operatörleri bulunmaktadır. Burada yer değişikliği mutasyon operatörü kullanılmıştır. Yeni oluşturulan kromozomlara mutasyon uygulanarak çağrı tablosuyla asansör yük dağılım tablolarının uyumlu olması sağlanır. Başka bir deyişle asansörlere eksik ya da fazla görev verilmemiştir (Şekil 5.13).

```

function birey=mutation_v1(birey,istek,nasansor,storecount);
for J=1:1:2*storecount
    if istek(J)==1
        is_say=0;
        is_index=[];
        for I=0:1:nasansor-1
            if birey(I*2*storecount+J)==1
                is_say=is_say+1;
                is_index(is_say)=I*2*storecount+J;
            end
        end
        if is_say>1 %eger fazla 1 varsa silme işlemine başla
            birey=is_sil(birey,is_index);
        elseif is_say==0
            n_dagit=round((nasansor-1)*rand(1));
            birey(n_dagit*2*storecount+J)=1;
        end
    end
end
function birey=is_sil(birey,is_index)
say=0;
while 1
    say=say+1;
    zar=round(rand(1));
    if zar==1
        birey(is_index(say))=0;
        is_index(say)=[];
    end
    if length(is_index)==1
        break
    end
    if say==length(is_index)
        say=0;
    end
end
end

```

Şekil 5.13 Genetik algorithmada mutasyon operatörü program yazılımı

### 5.3 Trafik Analizi ve Performans Hesapları

Bu kısımda asansör simülasyonu sonucunda elde edilen veriler kullanılarak, trafik analizi ve performans hesapları yapılmıştır. Asansör konfigürasyonunda tespit edilen değerler Çizelge 5.2’de, bina tipine bağlı olarak ulaşma oranı ve periyod değeri gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 Bina tipine bağlı ulaşma oranı ve periyod değerleri (İmrak, 1996a)

| Bina Tipi |          |       | Ulaşma Oranı (%) | Periyod (%) |
|-----------|----------|-------|------------------|-------------|
| Otel      |          |       | 10-15            | 30-50       |
| Ev        |          |       | 5-7              | 40-90       |
| Hastahane |          |       | 8-10             | 30-50       |
| Okul      |          |       | 15-25            | 30-50       |
| İşyeri    | Standart | Çoklu | 11-15            | 25-30       |
|           |          | Tekil | 15               | 25-30       |
|           | İtibarlı | Çoklu | 17               | 20-25       |
|           |          | Tekil | 17-25            | 20-25       |

Kabinin kapı tipi ve genişliğinin tespit edilmesi gerekir. Bu seçim ile kapı açılma ve kapanma süreleri Çizelge 5.3 yardımıyla belirlenmiştir.

Çizelge 5.3 Kapı tipine bağlı açılma ve kapanma süreleri (İmrak, 1996a)

| Kapı tipi        | Genişliği | Kapı açılma süresi(s) | Kapı kapanma süresi(s) |
|------------------|-----------|-----------------------|------------------------|
| Kenara Toplamalı | 800       | 2,5                   | 3,0                    |
|                  | 900       | 2,5                   | 3,8                    |
|                  | 1060      | 2,9                   | 4,0                    |
|                  | 1100      | 3,0                   | 4,0                    |
|                  | 1420      | 3,7                   | 5,0                    |
| Ortadan Açılan   | 800       | 2,0                   | 2,5                    |
|                  | 900       | 2,3                   | 2,9                    |
|                  | 1060      | 2,5                   | 3,3                    |
|                  | 1100      | 2,5                   | 3,5                    |
|                  | 1420      | 2,7                   | 3,7                    |

Kabin hızı aşağıdaki standart değerlerden biri olarak seçilir, seçilen hıza uygun olarak tek kat geçme süresi ve kabinin ivmesi belirlenmiş olur (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4 Hız değerleri ve buna bağlı kat geçme süresi ile ivme değerleri (İmrak, 1996a)

| Hız (m/s) | Kat geçme süresi (s) | İvme (m/s <sup>2</sup> ) |
|-----------|----------------------|--------------------------|
| < 1,0     | 10                   | 0,40                     |
| 1,00      | 7                    | 0,55                     |
| 1,50      | 6                    | 0,75                     |
| 2,50      | 5,5                  | 0,85                     |
| 3,50      | 5                    | 1,00                     |
| 5,00      | 4,5                  | 1,35                     |
| >5,00     | 4,3                  | 1,50                     |

### 5.3.1 Ortalama Seyir Zamanı

Bir binada asansör performansını belirleyen en önemli faktör  $AJT$  (ortalama seyir zamanı)'dır. Ortalama seyir zamanını yolcunun ana terminalden kata çağırması ve gideceği kata inmesine kadar geçen süredir. Ortalama seyir zamanı, ortalama bekleme zamanı ve ortalama seyahat zamanının toplamından oluşmaktadır. Bu iki parametre servis kalitesini etkilediği gibi yolcunun bakış açısından bir asansörün performansını da etkilemektedir.

$$AJT = ATT + AWT \quad (5.5)$$

### Ortalama Bekleme Zamanı

Ortalama bekleme zamanı yolcunun kabini çağırmasından kabine binmesine kadar olan zamandır.  $AWT$  için iki formül önerilmektedir (Barney,1987). Birinci durum kabinin %50 den daha az yüklenmesi durumudur. Bunun için,

$$AWT = 0,4INT \quad (5.6)$$

kullanılır. İkinci durum ise kabinin %50 den fazla yüklenmesi durumudur. Bunun için,

$$AWT = \left[ 0,4 + \left( \frac{1,8P}{CC} - 0,77^2 \right) INT \right] \quad (5.7)$$

yazılabilir. Burada

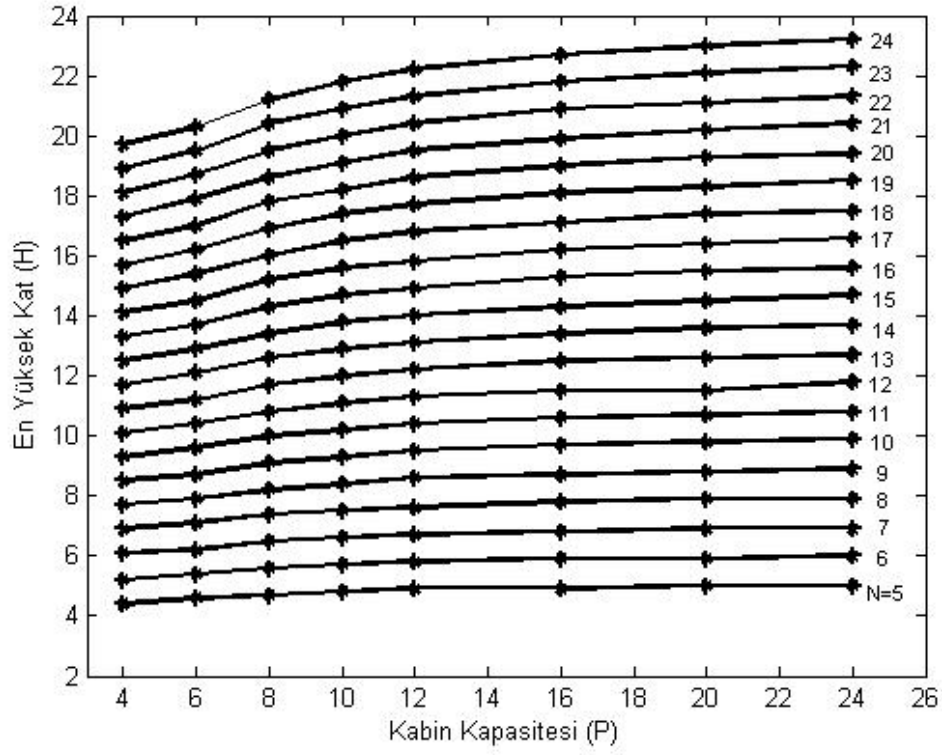
$$INT = \frac{RTT}{L} \quad (5.8)$$

alınır.

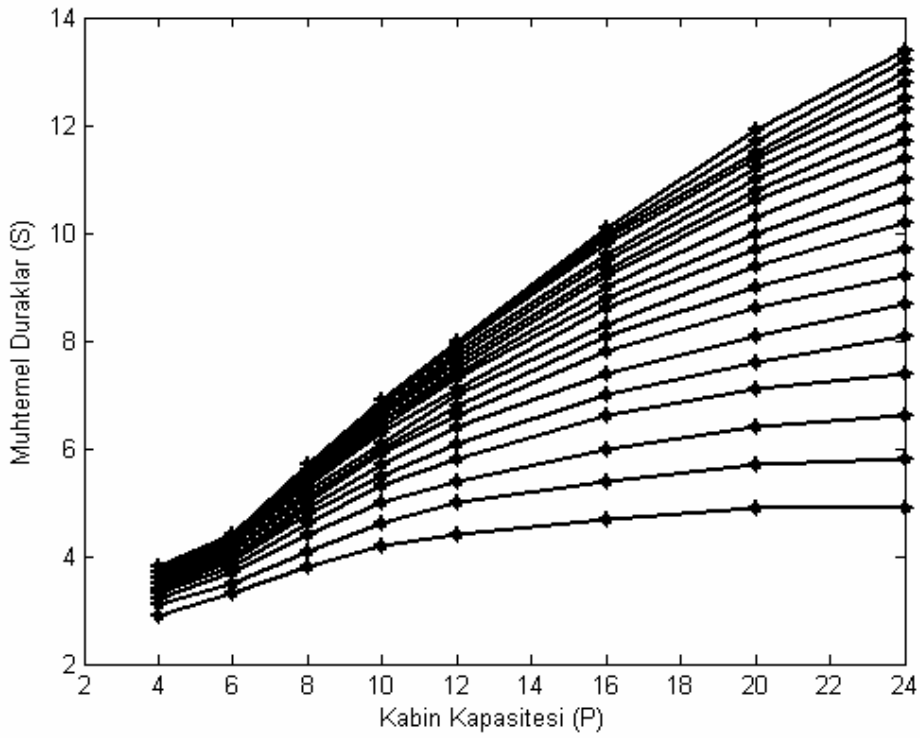
Tek bir kabinin bina içinde çevrimi için geçen zaman,

$$RTT = 2H \cdot t_v + (S + 1)t_s + 2P \cdot t_p \quad (5.9)$$

olarak ifade edilir. Burada  $H$ , en yüksek dönüş katı (Şekil 5.14'den kat adedine ve kabin kapasitesine göre seçilir),  $S$  muhtemel durak adedidir. (Şekil5.15 den kat adedine ve kabin kapasitesine göre seçilir)



Şekil 5.14 En yüksek dönüş katı (H)



Şekil 5.15 Muhtemel durak adedi (S)

Tablolaştırılmış değerler Ek 2' de verilmiştir.

Ortalama bekleme zamanı katlararası talep oranı dikkate alınarak,

$$AWT = INT(1,74\beta + 0,22) \quad (5.10)$$

yazılabilir. Burada  $\beta$  (katlararası talep oranı),

$$\beta = \frac{\lambda}{UPPHC} = \frac{0,8 \cdot arate \cdot pop \cdot INT}{30000 \cdot P} \quad (5.11)$$

### Ortalama Seyahat Zamanı

Ortalama seyahat zamanı yolcunun kabine binmesinden gideceği yere kadar geçen süredir.

Ortalama seyahat zamanı,

$$ATT = t_v \frac{H}{2S} (S + 1) + t_s \frac{S + 1}{2} + t_p \cdot P \quad (5.12)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

### 5.4 Genetik Algoritma İle Hazırlanan Programın Test Çalışması

Hazırlanan program, Buga Otis Asansör firmasından alınan İş kulesi (Şekil 5.16) verilerine göre düzenlenerek gerçek bir binanın verileri ile karşılaştırılmıştır. İş kuleleri, 21. yüzyılın en ileri teknolojisini içeren akıllı bina örneğini oluşturmaktadır. İş kuleleri, üç kule, oditoryum, şube, çarşı ve otopark olmak üzere toplam 224 bin metrekareyi aşan bir alana sahip bulunmaktadır. 1. kule, 181 metre uzunluğu ve yaklaşık 103 bin metrekare büyüklüğü ile Türkiye'nin en yüksek ve modern binası olma niteliğini taşımaktadır. 1. kule 5'i zemin 52 kat, 2. ve 3. kuleler 5'i zemin 34'er kattan oluşmaktadır. 1. kule 1407 m<sup>2</sup>, 2. ve 3. kuleler 1033 m<sup>2</sup> bir kat alanına sahiptirler. 2900 araçlı otoparkı bulunan ikiz kulelerden biri tamamen Şişecam Grubu tarafından kullanılmaktadır. Diğer kulede ise ofis katları ve çeşitli özel kuruluşlar bulunmaktadır. 1. kulede 2000 kişi, 2. kulede 1727 kişi ve 3. kulede 1000 kişiye yakın çalışan bulunmaktadır. Çarşı ve ortak kullanım dahil kişi başına düşen metrekare yaklaşık 47 m<sup>2</sup>'dir. Otomasyon sistemiyle 25 bin ayrı nokta kontrol altında tutularak her türlü acil durum anında müdahale edilebilmektedir. Ayrıca binanın statik hesapları ise 1. derece deprem kuşağı kulesinde bulunan grup halinde çalışan asansör sistemine ait parametreleri göz önüne alınarak 7.5 ve 8 Richter ölçeğindeki bir depreme dayanıklı olarak inşa edilmiştir.

1. kule çeşitli katlar arasında çalışan 21'er kişilik 15 asansör ile VIP ve yük asansörleri, 2.

kule 8'i 16 kişilik, 2'si 21, 2'si 20'şer kişilik 12 asansör, 3. kulede 16'şar kişilik 8 asansör bulunmaktadır. Mesai saatlerinde toplam nüfus 10000 kişiye kadar ulaşmaktadır (Şekil 5.16).



Şekil 5.16 İş bankası kuleleri (İstanbul)

Buga Otis Asansör firmasından alınan veriler (Ek.4) düzenlenerek, programda kromozomların oluşturulmasında kullanılan ikili kodlamaya göre hazırlanmış bir çağrı tablosuna dönüştürülmüştür. Binada çalışanların iş çıkış saati olan 18:05 ile 18:10 arasındaki (5 dk periyod esas alınmıştır) binaya gelen aşağı ve yukarı kat çağrılarıyla bir tablo oluşturulmuştur. Binada 6 adet grup halinde çalışan asansör sadece 21 kat arasında çalışmaktadır. Asansörler -1, Giriş ve 1 katlara hizmet verip 5 kata geçmektedir. Yani 2,3 ve 4 katlara hizmet verilmemektedir. Böylece 6 adet asansör sadece 20 kat arasında çalışmaktadır. Buradan çağrı tablosunu hesaplayacak olursak;  $2[N-1] = 2[20-1]=38$  adet bitten (genden) oluşmaktadır (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5 Yukarı ve aşağı yönde asansöre gelen kat çağrıları

#### Yukarı Kat Çağrıları

| -1K | GK | AK | 5K | 6K | 7K | 8K | 9K | 10K | 11K | 12K | 13K | 14K | 15K | 16K | 17K | 18K | 19K | 20K |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   |

#### Aşağı Kat Çağrıları

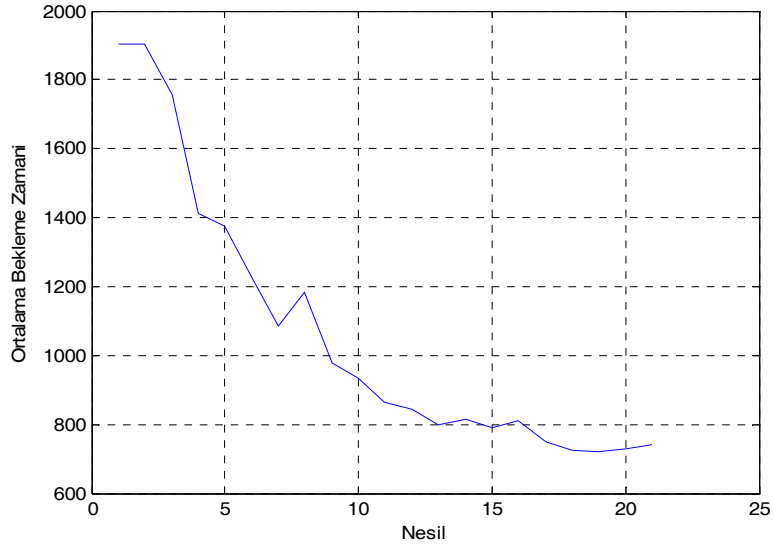
| GK | AK | 5K | 6K | 7K | 8K | 9K | 10K | 11K | 12K | 13K | 14K | 15K | 16K | 17K | 18K | 19K | 20K | 21K |
|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Çizelge 5.5 esas alınarak grup halinde çalışan 6 adet asansöre dağıtım yapılmıştır. Genetik algoritma programında kullanılan kromozomun uzunluğunu  $38 \times 6 = 228$  bittir. Başka bir deyişle, programda nüfusu oluşturan her bir kromozom 228 bitten (genden) oluşmaktadır. Programda nüfus büyüklüğü olarak ilk başlangıçta 30 seçilmiştir, ancak program çalışıkça görülmüştür ki nesil sayısı 20’de en iyi çözüme ulaşılmıştır. Uygunluk fonksiyonu olarak (5.1) ve (5.2)’deki Birinci tip uygunluk fonksiyonu kullanılmıştır.

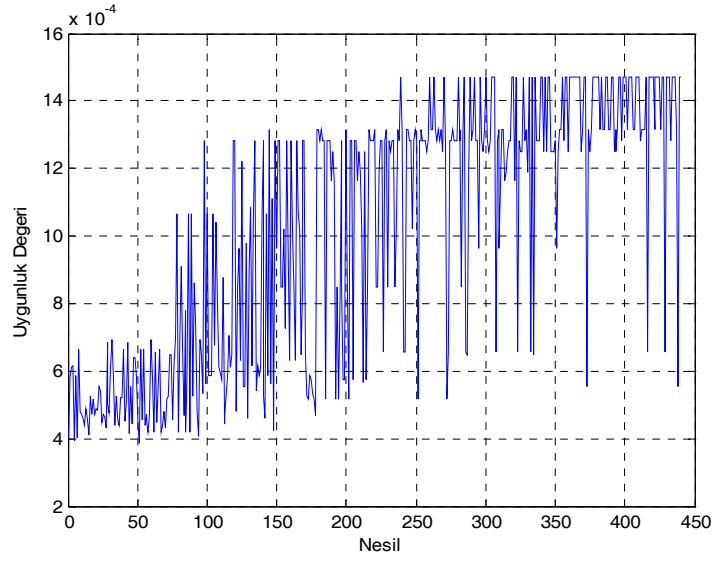
Seçim işlemi olarak rulet çemberi yöntemi uygulanmıştır. Çaprazlama operatörü olarak iki noktalı çaprazlama operatörü seçilmiştir. Çaprazlama işleminden sonra mutasyon operatörü kullanılmıştır. Burada uygulanan mutasyon işlemi yer değiştirme mutasyonudur.

Şekil 5.17’de görüldüğü gibi nesil sayısı artıkça arama uzayı genişlediğinden, ortalama bekleme zamanı azalmaktadır.



Şekil 5.17 Genetik algoritma kullanılan sistemin ortalama bekleme zamanı (Birinci tip uygunluk değeri hesabına göre)

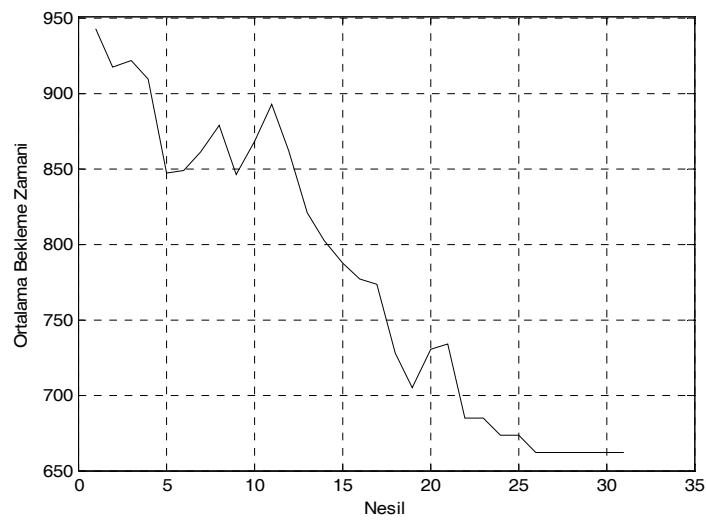
Uygunluk değeriyle nesil sayısı arasındaki ilişkide Şekil 5.18’de verilmiştir.



Şekil 5.18 Genetik algortmada uygunluk değeri hesabı (Birinci tip uygunluk değeri hesabına göre)

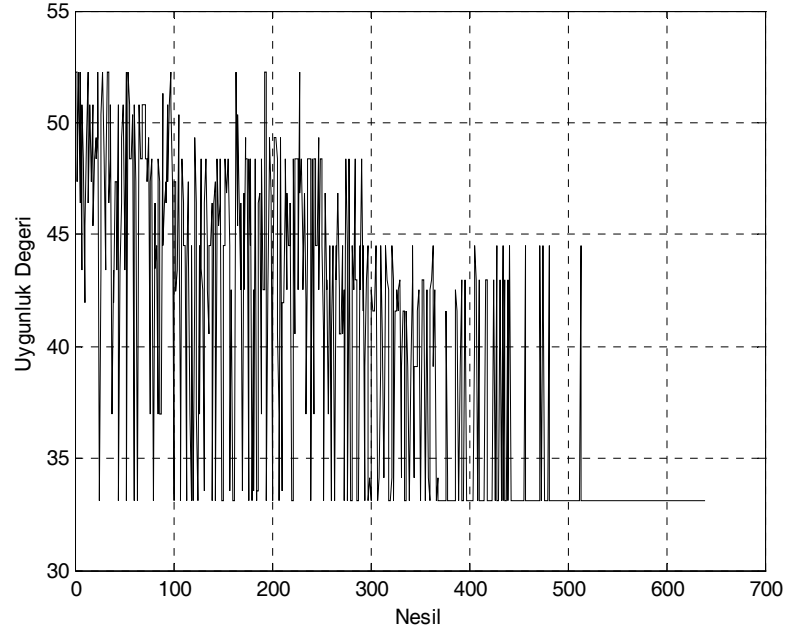
Birinci tip uygunluk fonksiyonu kullanılarak binanın ortalama bekleme zamanı 850 saniyeden 680 saniyeye inmiştir. Genetik algoritma kullanılarak ortalama bekleme zamanı %20 azaltılmıştır.

Şekil 5.19’da ortalama bekleme zamanının nesil ile değişimi görülmektedir. Genetik algoritma ile asansör kontrol algoritması programı 25 nesil için çalıştırılmıştır. Nesil sayısının artmasıyla ortalama bekleme zamanı azalmıştır.



Şekil 5.19 Genetik algortmada uygunluk değeri hesabı (İkinci tip uygunluk değeri hesabına göre)

Şekil 5.20’de ise ikinci tip uygunluk değeri ile nesil sayısı arasındaki değişimi vermektedir.



Şekil 5.20 Genetik algoritma kullanılan sistemin ortalama bekleme zamanı (İkinci tip uygunluk değeri hesabına göre)

İkinci tip uygunluk fonksiyonu kullanılarak binanın ortalama bekleme zamanı 850 saniyeden 661.5 saniyeye inmiştir. Genetik algoritma kullanılarak ortalama bekleme zamanı %22.17 azaltılmıştır. Bu ikinci tip uygunluk değeri birinci tip uygunluk değerinden daha iyi bir ortalama bekleme zamanı vermiştir.

### 5.5 Simülasyon Programı ve Sonuçları

Günümüzde asansörlerden beklenenler katlardan ve kabin içinden gelen çağrılara en kısa zamanda yanıt vermesidir. Bunu sağlayabilmek içinde asansörlerin birlikte uyumlu çalışmaları ve gidecekleri yolun minimum olması gerekmektedir. Hazırlanan bu programda bu hedef esas alınarak, ortalama bekleme zamanı, ortalama seyahat zamanı ve ortalama seyir zamanının azaltılması sağlanmıştır.

Hazırlanan program her türlü bina konfigürasyonuna uygulanabilmektedir. Simülasyon için gerekli örnek bina konfigürasyonu ve asansör giriş değerleri ;

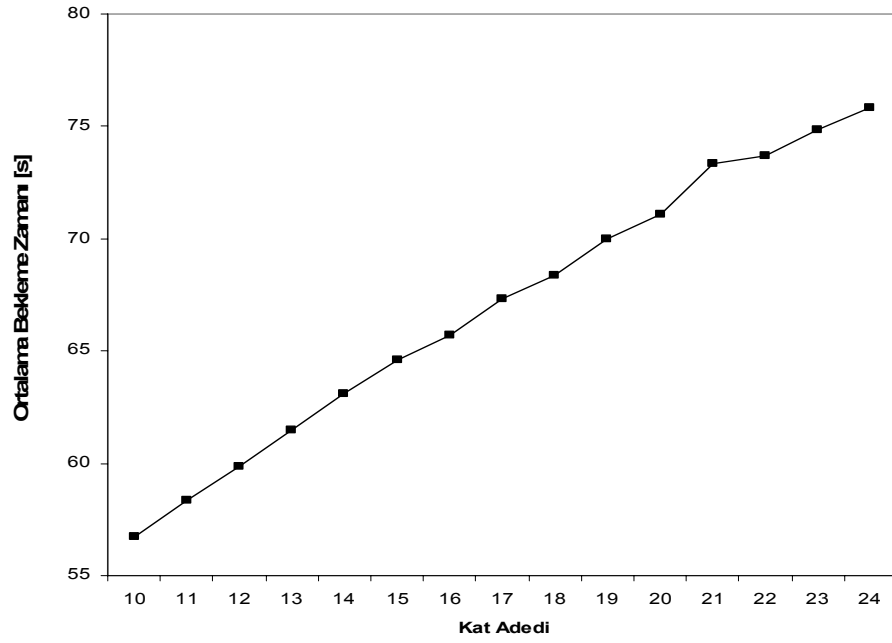
Bina tipi : Ofis/ Standard/Çoklu

Kat adedi : 1’den 24’e kadar

|                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| Kabin adedi            | : 2'den 6'a kadar          |
| Kabin kapasitesi       | : 8 kişilik                |
| Kapı tipi ve genişliği | : Ortadan açılan/900 mm    |
| Kapı açılma zamanı     | : 2.3(s)                   |
| Kapı kapanma zamanı    | : 2.9(s)                   |
| Katlararası mesafe     | : 3.3 (m)                  |
| Asansör hızı           | : 1 (m/s)                  |
| Tek kat geçme zamanı   | : 3.3 (s)                  |
| İvme                   | : 0.55 (m/s <sup>2</sup> ) |
| Yolcu transfer zamanı  | : 2.2 (s)                  |

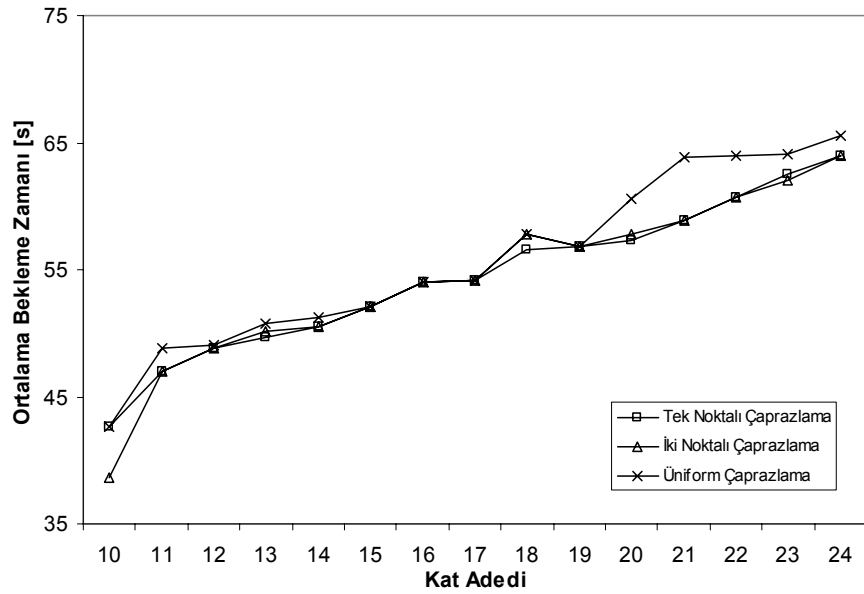
Simülasyon için bina konfigürasyonu esas alınarak geliştirilen genetik algoritma esaslı asansör kontrol programı çalıştırılmıştır.

Aşağıdaki grafik 24 katlı bir binada 2 kabinli ve kabin kapasiteleri 8 kişilik olan bir konvansiyonel sistemin sonuçları Şekil 5.21'de görülmektedir. Burada kat adedi artıkça ortalama bekleme zamanının arttığı görülür.



Şekil 5.21 Ortalama bekleme zamanının ( $AWT$ ) değişimi (Konvansiyonel)

Şekil 5.22 de ise 24 katlı bir binada 2 kabinli ve kabin kapasiteleri 8 kişilik olan bir sistemin genetik algoritma ile trafik analizinin sonuçları görülmektedir.



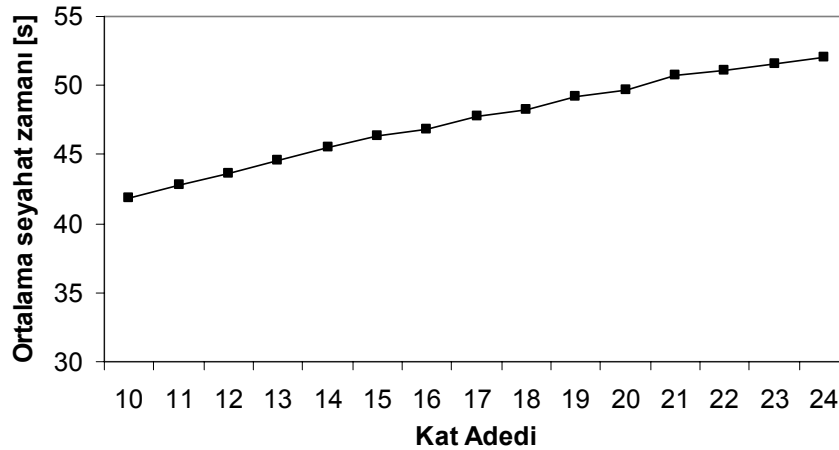
Şekil 5.22 Ortalama bekleme zamanının ( $AWT$ ) değişimi (Genetik Algoritma)

Burada kat çağrıları rastgele oluşturulmuştur. Genetik algoritmada en önemli operatörlerinden

biri olan çaprazlama yöntemi burada tek noktalı, iki noktalı ve üniform çaprazlama olarak kullanılmıştır. Alınan sonuçlarda grldği gibi her çaprazlama yöntemi için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ortalama bekleme zamanı grafiğinde en iyi değerler tek noktalı çaprazlama ile elde edilmiştir. Bunun nedeni tek bölgede çaprazlama yapıldığı için oluşan yeni bireylerin özellikleri çaprazlama yapılan bireylerin özelliklerine yakın olmasıdır. Kromozomdaki genlerin yerlerini çok fazla kaybetmemesidir. İki noktalı çaprazlamada ise başlangıçta elde edilen ilk değerin (10 katta) diğer çaprazlama yöntemlerinden daha iyidir. Üniform çaprazlamada ise sonuçların diğer çaprazlama yöntemlerine göre biraz daha yüksek olduğu, özellikle 20, 21 ve 23. katlarda kötü bir performans verdiği görülmektedir.

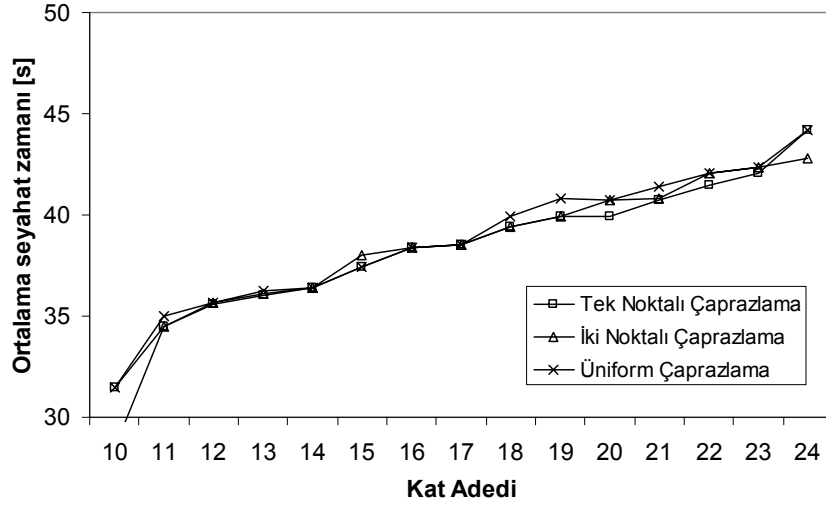
şekil 5.21 ve şekil 5.22'deki grafikler karşılaştırıldığında, bütün katlar için genetik algoritma daha iyi sonuç vermektedir. Ortalama bekleme zamanının (kat adedine bağlı olarak) genetik algoritma kullanıldığı zaman %11 ile 24 arasında azalmaktadır. Başka bir ifadeyle, yolcuların binadaki ortalama bekleme zamanları azaltılmıştır.

şekil 5.23'de ortalama seyahat zamanı (*ATT*)'nin kat adedine göre konvansiyonel yönteme göre değişimini vermektedir. Kat adedi artıkça tesiste çalışan asansör sayısı yetersiz kaldığından ortalama seyahat zamanı artmaktadır. Bunun anlamı yolcuların gidecekleri yerlere daha uzun sürede seyahat etmeleridir.



şekil 5.23 Ortalama seyahat zamanının (*ATT*) değişimi (Konvansiyonel)

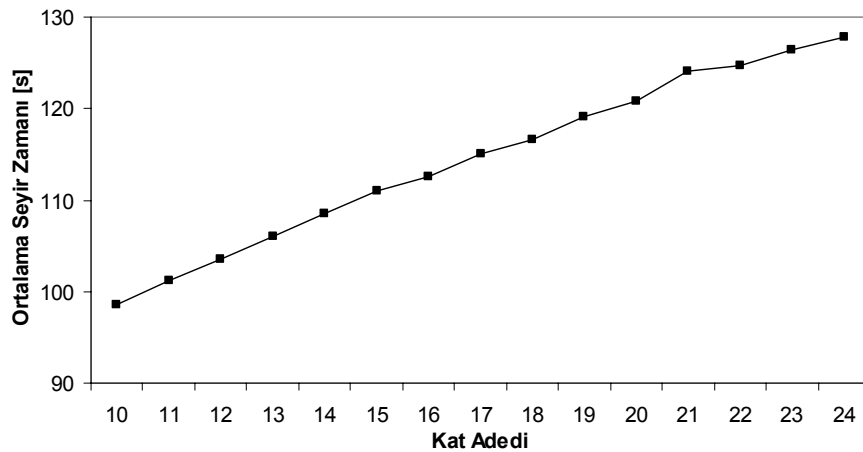
şekil 5.24'de ise ortalama seyahat zamanının (*ATT*)'nin genetik algoritma yöntemine göre değişimini göstermektedir. Burada kullanılan çaprazlama yöntemleri birbirine çok yakın değerler vermiştir.



Şekil 5.24 Ortalama seyahat zamanının ( $ATT$ ) değişimi (Genetik Algoritma)

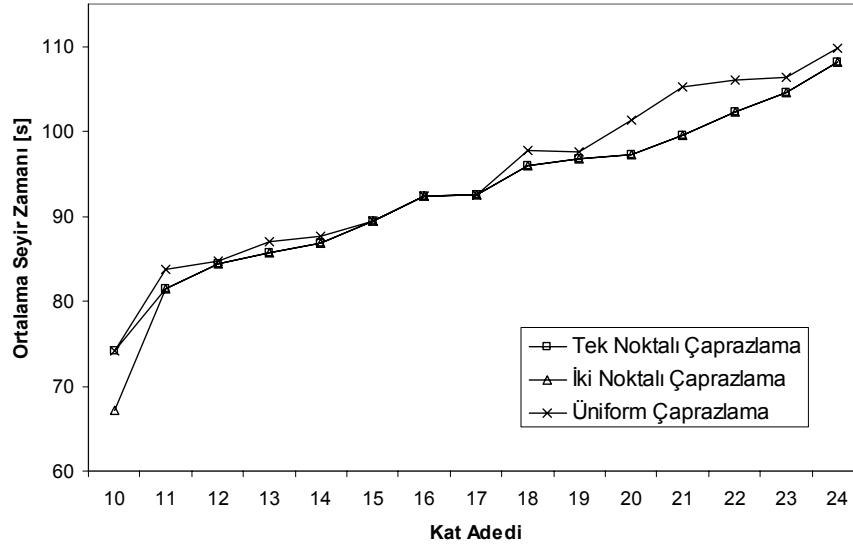
Şekil 5.23 ile Şekil 5.24 karşılaştırıldığında, genetik algoritmanın konvansiyonel sistemden daha iyi olduğu görülmektedir. Ortalama seyahat zamanındaki azalma kat adedine bağlı olarak %12 ile 24 arasında azalmaktadır.

Şekil 5.25'de ise bir konvansiyonel sistem için ortalama seyir zamanı değişimini göstermektedir. Ortalama seyir zamanı, ortalama bekleme zamanı ve ortalama seyahat zamanının toplamı şeklinde ifade edilmektedir. Ortalama seyir zamanı kat adedi artıkça yükselmektedir. Elde edilen değerler özellikle üst katlar için normal sınırların üstündedir. Bunun nedeni 24 katlı bir bina için 2 adet asansörün yetersiz olmasıdır.



Şekil 5.25 Ortalama seyir zamanının ( $AJT$ ) değişimi (Konvansiyonel)

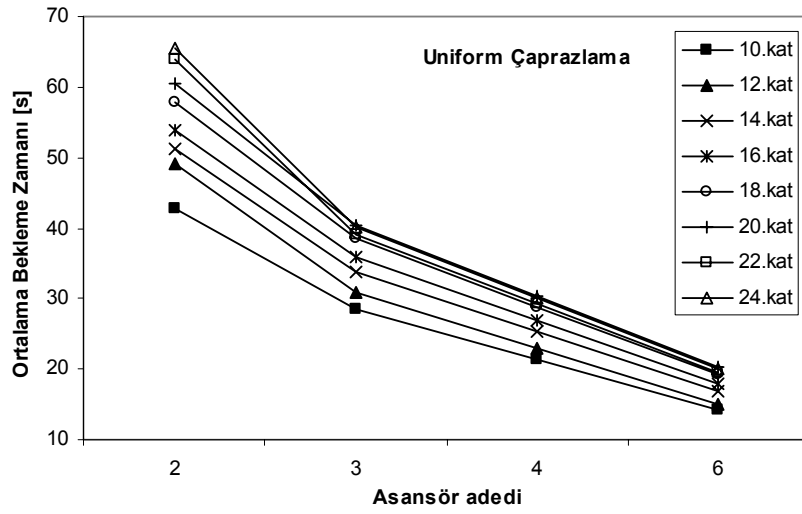
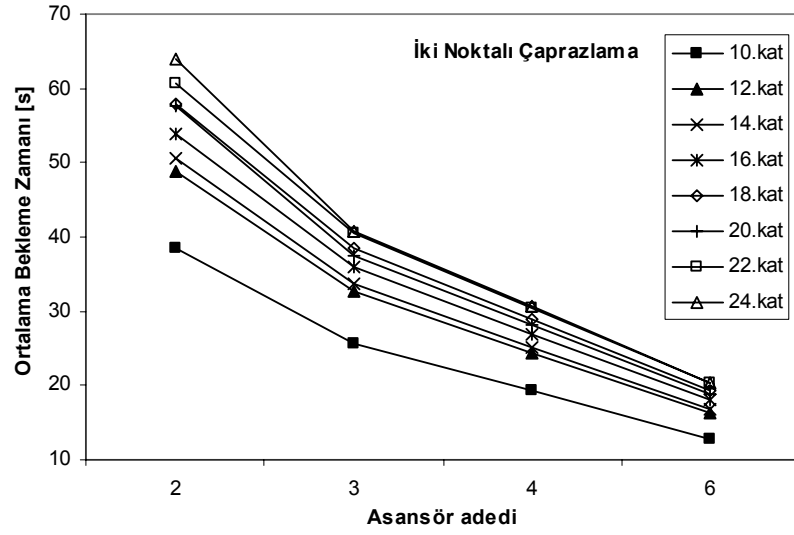
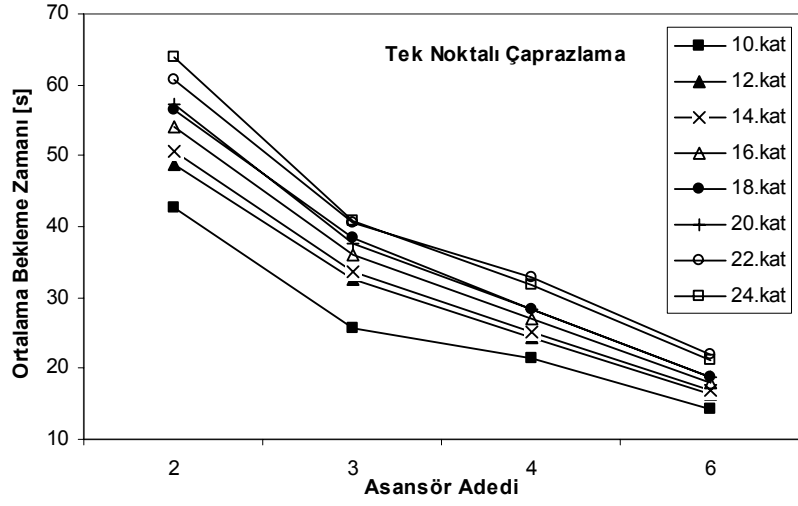
Şekil 5.26’de ise ortalama seyir zamanının genetik algoritma ile optimizasyon sonuçları görülmektedir. Tek noktalı ve iki noktalı çaprazlamada elde edilen değerler aynıdır. Bu yüzden grafikler üst üste çakışmıştır. Üniorm çaprazlamada ise değerler daha yüksektir. Böyle bir binada ortalama seyir zamanını azaltmak için tek noktalı veya iki noktalı çaprazlama yöntemini kullanmak asansör performansını artırmakta, bunun sonucunda yolcuların hem bekleme zamanı hem de seyahat zamanı azalmaktadır.



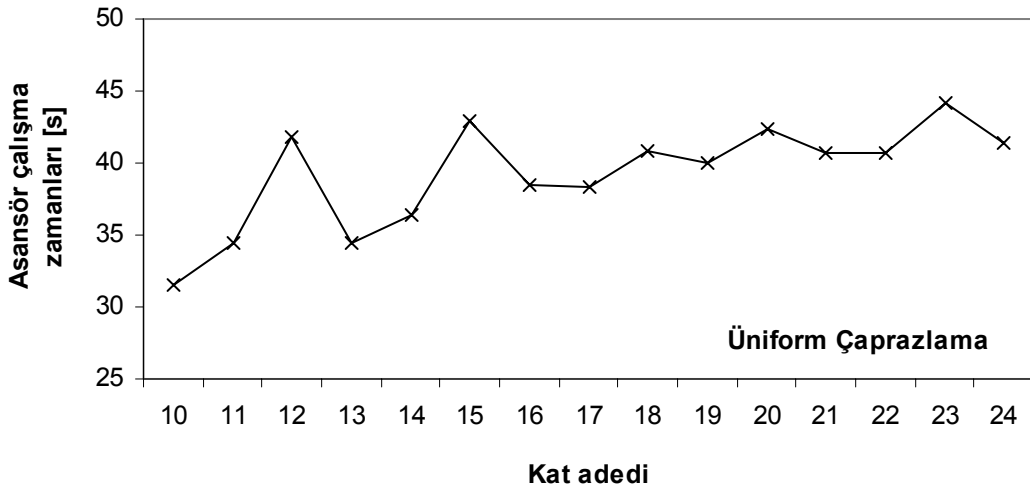
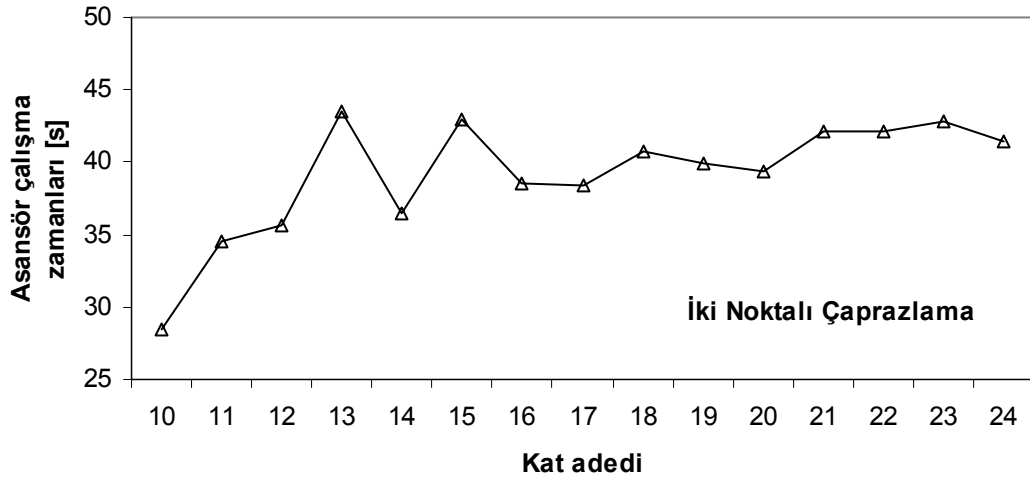
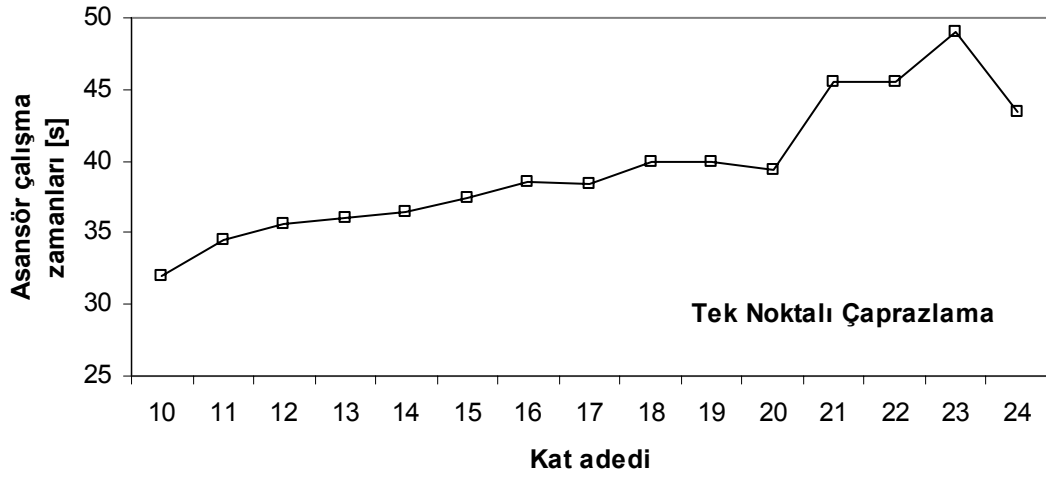
Şekil 5.26 Ortalama seyir zamanının ( $AJT$ ) değişimi (Genetik Algoritma)

Şekil 5.25 ile Şekil 5.26 karşılaştırıldığında yine genetik algoritmaların konvansiyonel sistemden daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Böyle bir sistemde konvansiyonel sistem yerine genetik algoritma sistemi kullanılarak binada kullanılan asansörlerin perfomansları %12- ile 24 arasında artırılabilir.

Şekil 5.27’de genetik algoritma kullanılarak elde edilen ortalama bekleme zamanı ile asansör adedine bağlı değişim verilmiştir.



Şekil 5.27 Ortalama bekleme zamanının asansör adedine göre değişimi



Şekil 5.28 Asansör çalışma zamanları

Şekil 5.28’de ise asansör çalışma zamanları farklı çaprazlama yöntemlerine göre verilmiştir. Tek noktalı çaprazlama yönteminde asansör çalışma zamanları daha düzgündür. İki noktalı ve üniform çaprazlamada asansör çalışma zamanlarında düzgünsüzlükler oluşmaktadır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bilgisayar simülasyon programlarının en etkin özelliği, değişik bina konfigürasyonları ve trafik durumlarına kolayca uygulanabilmesidir. Bina konfigürasyondaki değişikliklerin, asansör sisteminin performansındaki ve bina trafik akışındaki etkileri simülasyon sonucunda kolaylıkla elde edilebilir. Bu özelliklerinden dolayı konvansiyonal metodlardan üstünlük gösterir. Sonuçların grafiklerle sunulması ve kolaylıkla mukayese edilebilmesi de bir diğer avantajlarındanıdır.

Genetik algoritmalar ise, yapay zeka alanında gittikçe genişleyen bir kolu olan evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçasını oluşturmaktadır. Herhangi bir problemin genetik algoritma ile çözümü, problemi sanal olarak evrimden geçirmek suretiyle yapılmaktadır. Genetik algoritmalar, geleneksel yöntemlerle çözümü zor veya imkansız olan problemlerin çözümünde kullanılmaktadır.

Yukarıda belirtilen hedeflere yönelik tasarım ve simülasyon programı için grup kontrolü ele alınarak, genetik algoritma esaslı bir simülasyon ve optimizasyon algoritması geliştirilmiştir. Bu çalışmada ele alınan algoritma, binada kullanılan asansör sayısının veya trafik durumundaki değişikliklere anında ve otomatik olarak uyum sağlayan bir algoritmadır.

Bu çalışmada, çok katlı bir binadaki asansör grup kontrolü için genetik algoritma uygulanmış ve hazırlanan program gerçek bir binada test edilmiştir. Alınan sonuçlar değerlendirildiğinde genetik algoritma asansör kontrol sisteminin performansını arttırmıştır. Yolcuların ortalama seyir zamanları ( $AJT$ ), ortalama bekleme zamanı ( $AWT$ ) ve ortalama seyahat zamanı ( $ATT$ ) çaprazlama yöntemlerine (tek noktalı, iki noktalı ve üniform çaprazlama) bağlı olarak %18 ile 23 arasında azaltılmıştır. Asansör performansını belirleyen ortalama bekleme zamanı, genetik algoritma kullanılarak tatminkar derecede azaldığı ve klasik kontrol yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği grafiklerle gösterilmiştir. Asansörlerin verimli bir şekilde kullanılmasıyla da enerji üretiminde de azalma sağlanmıştır.

Asansör sistemlerinin çağrılara en etkin şekilde yanıt verebilmesi ve kabinleri bir algoritma dahilinde yönlendirmesi ve gerekli kumanda işlemlerini yapabilmesi için modern kontrol sistemleri üzerindeki çalışmalar devam etmektedir. Geliştirilen algoritmaların ancak çok kısıtlı miktarının ticari olarak kullanılma imkanı bulunduğu görülmüştür. Gelecekte yapılan çalışmalar, asansör firmaları tarafından binalarda yaygın şekilde kullanılacaktır.

İleride yapılacak çalışmalarda, yapay zeka tekniklerinin birlikte kullanıldığı hibrit algoritmaların kullanılması veya yeni optimizasyon metodları asansör grup kontrol sistemlerine uygulanabilir. Bunlardan bazılarını örnek olarak verecek olursak; “Karınca Kolonisi Algoritması”, “Evrimsel Programlama”, “Diferansiyel Gelişim Algoritmaları”, ve “Yapay Bağışıklık Algoritması” asansör grup kontrol sistemlerine uygulanabilir. Uygulanan bu metotlarla asansör kontrol sistemlerinin daha zeki ve öğrenme yeteneğine sahip, daha esnek ve ortalama seyir zamanları, ortalama bekleme zamanı ve ortalama seyahat zamanını minimize edecek sistemler olması beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alışverişçi, M. İmrak, C.E. ve Bolat, B., (2005), “Düşey Transport Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi ve Geleceği”, II. İletim Teknolojileri Kongresi, 199-209, 27-28 Mayıs 2005, İstanbul
- Allahverdi, N., (2002), Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması, Atlas Yayıncılık, İstanbul.
- Ando, H. Hikita, S. ve Amano, M., (2001), “The Latest Elevator Group Control System”, Proceedings of ELEVCON 2001, Elevator Technology 11, IAEE Publ. , 35-43.
- Barney, G.C. ve Dos Santos, S.M., (1985), Elevator Traffic Analysis Design and Control, Peter Peregrinus.
- Barney, G.C., (1987), Elevator Abstracts Including Escalators, Ellis Horwood Lim., Chichester.
- Barney, G.C., (2003), Elevator Traffic Handbook Theory and Practice, Spon Press, London.
- Beasley, D. Bull, D.R. ve Martin, R.R., (1993), “An Overview of Genetic Algorithms: Part 1, Fundamentals”, University Computing, 15(2):58-69.
- Blum, A., (1992), Neural Network in C++: An Object Oriented Framework for Building Connectionst Systems, John Wiley&Sons.Inc., New York.
- Bolat, B. ve İmrak, C.E., (2003a), “Klasik Asansör Kontrol Sistemleri ve Optimum Trafik Kontrollü Sistemlerdeki Gelişmeler”, Y.T.U. dergisi, 3:24-32.
- Bolat, B. ve İmrak, C.E., (2003b), “Konvansiyonel ve Bilgisayar Esaslı Asansör Kontrol Sistemlerinin İncelenmesi”, İletim Teknolojileri Kongresi, 221-228, 15-18 Ekim 2003, İstanbul.
- Bolat, B., Erol, O.K. ve İmrak, C.E., (2004), “Mühendislik Uygulamalarında Genetik Algoritmalar ve Operatörlerin İşlevleri”, Sigma Y.T.U., 4:264-271.
- Bolat, B. Söke, A. Bingül, Z. ve İmrak, C.E., (2005a), “An Application of Genetic Algorithms for Multiple Car Group Control in Elevator Systems”, INISTA Symposium, 303-306, 15-18 Haziran 2005, İstanbul
- Bolat, B. Yalçın, E. ve İmrak, C.E., (2005b), “The Simulation and Optimization of Lift Control Systems with Genetic Algorithms”, TMT Symposium, 1097-1100, 26-30 Eylül 2005, Antalya
- Closs, G.D., (1970), The Computer Control of Passenger Traffic in Large Lift Systems, Doktora Tezi, UMIST, İngiltere.
- Cortes, P. Larrafieta, J. ve Onieva, L., (2004), Genetic Algorithm for Controllers in Elevator Groups: Analysis and Simulation During Luncpeak Traffic, Applied Soft Computing, 4(2):159-174.
- Çetin, N., (2002), Genetik Algoritma, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Doğan, A., (2002), Yapay Zeka, Kariyer Yayıncılık, İstanbul.
- Dos Santos, S.M., (1974), The Design Evaluation and Control of Lift Systems, Doktora Tezi, UMIST, İngiltere.

- Fletcher, P.T., (1954), "The Planning of Lift Installations in Commercial Buildings", RIBA Journal, 61.-10.1.1, 10.2.2.
- Goldberg, D.A., (1989), Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning, The University of Alabama, Addison-Wesley Publishing Company.
- Gökay, G. ve Çağatan, E. T., (2002), "Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(1):129-152.
- Grefenstette, J. J., (1986), "Optimization of Control Parameters for G.A", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 16(1):122-128.
- Guifeng, C., (2001), "Landing Call Allocation Based on Linear Programme Method", Proceedings of ELEVCON, Elevator Technology 11, IAEE Publ., 3-10.
- Harmon, P., Maus, R. ve Morrissey, W., (1998), Expert System Tools and Applications, John Wiley Sons Inc., Kanada.
- Holland, J.H., (1975), Adaptation in Natural and Artificial Systems, University of Michigan Press, Ann Arbor.
- İmrak, C.E., (1996a), Asansör Sistemlerinin Trafik Analizi, Dizaynı ve Simülasyonu, Doktora tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İmrak, C.E., (1996b), "Asansör Kontrol Sistemleri ve Trafik Analizi", 7.Uluslararası Makina Tasarımı ve İmalatı Kongresi ODTÜ, 351-361, Eylül 1996, Ankara.
- İmrak, C.E. ve Barney, G.C., (1998), "Application of Neural Networks on Traffic Control", ELEVCON'98, Elevator Technology, IAEE Publ., 9:140-148.
- İmrak, C.E. ve Gerdemeli İ., (2000), Asansörler ve Yürüyen Merdivenler, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- İmrak, C.E. ve Bolat, B., (2001), "Asansör Mühendisliği ve Eğitimi", IV.Ulusal Makina Mühendisliği ve Eğitimi Sempozyumu, 291-300, İstanbul.
- Kahvecioğlu, A., (2003), "Onarılabilir Elemanlara Önleyici Bakımın Etkisi ve Optimizasyonu", Mühendis ve Makina, 45(531):43-51.
- Karr, C.L. ve Freeman, M.L., (1999), Industrial Applications of Genetic Algorithms, CRC Press, New York.
- Kim, C.B., (1995), "A Fuzzy Approach to Elevator Group Control System", IEEE Trans. On Systems Man & Cybernetics Part C-Appl. & Reviews, 25 (6):985-990.
- Kohonen, T., (1988), Self-Organisation and Associative Memory, Springer-Verlag, Berlin.
- Koza, J.R., (1992), Genetic Programming: on the Programming of Computers by Means of Natural Selection, MIT Press, Cambridge.
- Kurt, M. ve Semetay, C., (2001), "Genetik Algoritma Tekniğinin Üç Serbestlik Dereceli Mekanizmaya Uygulanması", Makina-Market, Eylül 102-106.
- Lee, J.H. ve Lee-Kwang, H., (1999), "Distributed and Cooperative Fuzzy Controllers for Traffic Intersections Group", IEEE Trans. On Systems Man & Cybernetics Part C-Appl. & Reviews, 29(2):263-271.

- Leitch, D.D., (1995), A New Genetic Algorithm for The Evolution of Fuzzy Systems, PhD Thesis, University of Oxford, İngiltere.
- Li, M.Z ve Fushimi, M., (1998), “The Efficient Shape of a Skyscraper Based on the Vertical Traffic“, Optimization Methods and Software 10(2):337-355.
- Lim, S., (1983), A Computer Based Lift Control Algorithm, Doktora Tezi, UMIST, İngiltere.
- Lindfield, G. ve Penny, J., (1994), Numerical Methods Using for Matlab. University of Aston, Birmingham.
- Lusting, A., (1998), Elevcon Abstracts-1, IAEE Publ., İsrail.
- Mulvney, D. ve Hamdi, M., (2002), “Real-time Dynamic Scheduling and Its Application to Lift Systems”, ELEVCON, Elevator Technology, IAEE Publ., 12:207-216.
- Nabiyev, V.V., (2003), Yapay Zeka, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Powell, B.A ve Sirag, D.J., (1993), “Fuzzy Logic: A New Way of Thinking About The Complexities of Dispatching Elevators”, Elevator World, 9:78-84.
- Powell, B.A., Sirag, D.J. ve Whitehall, B.L., (2001), “Artificial Neural Networks in Elevator Dispatching”, Lift-Report, 2:14-19.
- Rechenberg, I., (1973), Evolutionstrategie (Evolution Strategy), Frommann-Holzboog, Stuttgart.
- Sasaki, K., Markon, S. ve Nakagawa, M., (1996), “Elevator Group Supervisory Control Systems Using Neural Networks”, Elevator World, 44(2):81-86.
- Schlottmann, F. ve Seese, D., (2001), “A Hybrid Genetic Quantitative Method for Risk Return Optimisation of Credit Portfolios”, University of Technology, Sydney.
- So, A.T.P. ve Chan, W.L., (1997), “Comperansive Dynamic Zoning Algorithms”, Elevator World, 45(9): 99-103.
- So, A.T.P. ve Chan, W.L., (1996) “Dynamic Zonning for Intelligent Supervisory Control”, Int. J. of Elevator Engineering, 1:47-59.
- Söke, A., (2003), Genetik Algoritma ve Benzetilmiş Tavlama ile İki Boyutlu Giyotinsiz Kesme Problemlerine Olasılıksal Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, K.O.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmit.
- Strakosch, G.R., (1982), Vertical Transportation Elevators and Escalators, John Wiley& Sons Inc., New York.
- Swindells, W., (1975), Software for the Computer Control of Lift Systems, Y.Lisans Tezi, UMIST, İngiltere.
- Şen, Z., (2001), Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri, Bilge Kültür Sanat, İstanbul.
- Tektaş, M., Akbaş, A. ve Topuz, V., (2002), “Yapay Zeka Tekniklerinin Trafik Kontrolünde Kullanılması Üzerine bir İnceleme”, Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi ve Fuarı, 8-12 Mayıs, Ankara.
- Tobita, T.F. ve Segawa, K., (1998), “A Parameter Tuning Method for an Elevator Group Control System Using a Genetic Algorithm”, Electrical Engineering in Japan, 124(1):55-64.

Toktaş, İ. ve Aktürk, N., (2004), “Makina Tasarım İşleminde Kullanılan Yapay Zeka Teknikleri ve Uygulama Alanları”, Makina Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2004(2):7-20.

Tyni, T. ve Ylinen, J., (2004), “Evolutionary Bi-objective Optimisation in the Elevator Car Routing Problem”, European Journal of Operational Research, 169(2006):960-977.

Umeda, Y. ve Uetan, K., Ujihara H., Tsuji S., (1989), “Fuzzy Theory and Intelligent Options”, Elevator World, 37(7): 86-91.

Zadeh, L. A., (1968), “Fuzzy Algorithms Informat and Control”, 12(2):94-102.

#### **INTERNET KAYNAKLARI**

[1] [www.montefiore.ulg.ac.be](http://www.montefiore.ulg.ac.be)

[2] [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

**EKLER**

- Ek 1 Hazırlanan Genetik Algoritma Ana Programı
- Ek 2 Trafik Hesabı İçin Gerekli Tablolar (H ve S)
- Ek 3 Genetik Algoritma ile Hazırlanan Programın Sonuçları
- Ek 4 Otis firmasından alınan asansör verileri

## Ek:1 Hazırlanan Genetik Algoritma Ana Programı

```

clc ;
clear all;
close all;
tic
istek=[1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0];
kromozom_sayisi=20; %nufusta 20 birey var.
maxcagri=length(istek);
katsayisi=maxcagri/2;
asansor_sayisi=2;
uygunlukdegerl=[ ]; toplamuygunluk=[ ]; ortalamauygunluk=[ ]; minuygunluk=[ ];
totalliftime=[];
maxliftime=[];
sonnesil=30;
caprazlama=3; % (1/2/3 degerlerinden biri secilerek caprazlama belirlenir.)
mut_orani=1; %degistirilebilir.
nesil=0;
%opt_kriter=0.003;
%*****
% uygunf='objectfun4' %uygunluk hesabını yapan programın adı
%*****
% eksikromozom değişkeni 0 olduğunda program her çalıştığında yeni kromozom
% kümesi oluşturur. Değişken 1 yapılırsa daha önce oluşturulmuş kromozom
% kümesini kullandırır
eskikromozom=0;
if eskikromozom==1
    kromozom=cromgen(istek,kromozom_sayisi,asansor_sayisi); %Nufusun olusturulmasi.
    kayittarihi=date;
    save crosstestgen kromozom istek kromozom_sayisi maxcagri katsayisi asansor_sayisi
        kayittarihi
else
    load crosstestgen
end
%*****

[fittoplamlam,uygunlukdegerl,liftrunttime]=feval(uygunf,kromozom,asansor_sayisi,istek);%Uygu
nluk hesabi yapiliyor.
[onceki_uyg,baslangic_min]=min(uygunlukdegerl);
nesillerdeki_uygunluklar=[uygunlukdegerl];

%uygunlukdegerl: Baslangic nufusuna ait uygunluk degerleri.
% onceki_uyg :Baslangic nufusunun en buyuk uygunluk degeri.
eniyibirey=kromozom(baslangic_min,:); %Baslangic nufusundaki min uygunluk
degerine sahip birey.
eniyibireyrntme=liftrunttime(baslangic_min,:); %asansör çalışma zamanları
totalliftime=[totalliftime sum(liftrunttime(baslangic_min,:))];
maxliftime=[maxliftime max(liftrunttime(baslangic_min,:))];
%*****
% NESİL
%*****

```

```

while(nesil<=sonnesil) %& (max(uygunlukdegerl)>=opt_kriter)
%*****
%GA İSLEMCİLERİ
%*****
secnufus=ruletselection(kromozom,uygunlukdegerl,kromozom_sayisi); %secim rulet
tekerlegi ile gerçekleştiriliyor.
[secn,secm]=size(secnufus);

switch caprazlama % nesil boyunca gerçekleştirilecek caprazlama belirleniyor.
    case 1, kromozom = singlepointX(secnufus,1);
    case 2, kromozom = twopointX(secnufus,1);
    case 3, kromozom = uniformX(secnufus,1); %caprazlama oranı 1 ise tüm nüfus
        caprazlamaya dahil ediliyor. 0-1 arasında değişebilir.
end

for i=1:kromozom_sayisi
    kromozom(i,:)=mutation_v1(kromozom(i,:),istek,asansor_sayisi,katsayisi);
end
%
kromozom(kromozom_sayisi,:)=eniyibirey;
%bir önceki nüfustaki uygunluk değeri en büyük bireyi yeni, oluşturduğumuz
%nüfusta saklıyoruz. Bu işlemden sonra YENİ NUFUS oluşturulmuş oluyor.
%secim, caprazlama, mutasyon ve eniyibireyin saklanmasıdan sonra elde edilen
    nüfus(kromozom) YENİ NUFUS'tur.
%*****GA işlemcileri_son*****
uygunlukdegerl=[];
[fittotlam,uygunlukdegerl,liftruntime]=feval(uygunf,kromozom,asansor_sayisi,istek);

%uygunlukdegerl : genetik işlemcilerden sonra elde edilen yeni nüfusun uygunluk
    değerleri.
[min_uyg, best]=min(uygunlukdegerl);
iyibirey=kromozom(best,:);
iyibireyntme=liftruntime(best,:);
totallifttime=[totallifttime sum(liftruntime(best,:))];
    maxlifttime=[maxlifttime max(liftruntime(best,:))];
if min_uyg < onceki_uyg
    onceki_uyg=min_uyg;
    eniyibirey=iyibirey;% elde edilen en iyi uygunluk değerinin saklanması için.
    eniyibireyntme=iyibireyntme;
end
minuygunluk=[minuygunluk min_uyg];
toplamuygunluk=[toplamuygunluk sum(uygunlukdegerl)];
ortalamauygunluk=[ortalamauygunluk mean(uygunlukdegerl)];
nesillerdeki_uygunluklar=[nesillerdeki_uygunluklar uygunlukdegerl];
nesil=nesil+1;
end
%*****
%NESİL_SON
%*****
disp('En İyi Birey Uygunluğu')
disp(onceki_uyg)

```

```

disp('En İyi Birey')
disp(eniyibirey)
disp('Toplam Asansor Çalışma Süresi')
tolamsure=sum(eniyibireyrtme);
disp(tolamsure)

```

```

%*****
% Genetik Algoritma Programında Çağrı Sayısının Oluşturulması
%*****

```

```

function sayi=cagri_say(kromozom,istek,asansor_sayisi)
maxcagri=length(istek)/2;
sayi=zeros(1,2*asansor_sayisi);
for I=1:1:2*asansor_sayisi
    sayi(1,I)=length(find(kromozom(1,(I-1)*maxcagri+1:I*maxcagri)==1));
end

```

```

%*****
% Genetik Algoritma Programında Kromozomun Oluşturulması
%*****

```

```

function tablo=cromgen(istek,adet,asansor_n)
cagri_index=find(istek==1);
cagrisayisi=max(size(cagri_index));
maxcagri=max(size(istek));
m=asansor_n*maxcagri; %kac sutun
tablo=zeros(adet,m);
for I=1:1:adet
    don=1;
    while don==1
        kromozom1=[];
        oll=istek;
        for J=1:1:asansor_n-1;
            olasilik=round(rand(1,maxcagri));
            asansoryuk=oll & olasilik;
            oll=oll-asansoryuk;
            kromozom1=[kromozom1 asansoryuk];
        end
        kromozom1=[kromozom1 oll];
        if samevek(tablo,kromozom1)==0
            tablo(I,:)=kromozom1;
            don=0;
        end
    end
end
end

```

```

%*****
% aynı satirin olusmamasini saglar
%*****
function varyok=samevek(A,B)
% nxm lik bir matris

```

```

% 1xm lik satir vektor
varyok=0;
[n_a,m_a]=size(A);
[n_b,m_b]=size(B);
for I=1:1:n_a
    esit=0;
    for J=1:1:m_a
        if A(I,J)==B(1,J)
            esit=esit+1;
        end
    end
    if esit==m_a
        varyok=1;
        break
    end
end

```

```

%*****
% Genetik Algoritma Programında Kromozom Çeşitliliğinin Sağlanması
%*****

```

```

function varyok=samevek(A,B)
varyok=0;
[n_a,m_a]=size(A);
[n_b,m_b]=size(B);
for I=1:1:n_a
    esit=0;
    for J=1:1:m_a
        if A(I,J)==B(1,J)
            esit=esit+1;
        end
    end
    if esit==m_a
        varyok=1;
        break
    end
end

```

```

%*****
% Genetik Algoritma Programında I.Tip Uygunluk Fonksiyonunun Oluşturulması
%*****

```

```

function [fittoplaml,uygunlukdegerl]=fuygun_1(kromozom,asansor_sayisi)
[kromozom_sayisi,mm]=size(kromozom);
fittoplaml= [ ];
for I=1:1:kromozom_sayisi
    nkrom_yuk_tablo=kat_say(kromozom(I,:),istek,asansor_sayisi);
    fitup=0;
    fitdown=0;
    for J=1:1:asansor_sayisi
        upindex=find(nkrom_yuk_tablo(J,[1:1:maxcagri/2])>0);
        downindex=find(nkrom_yuk_tablo(J,[maxcagri/2+1:1:maxcagri])>0);
    end
end

```

```

downindex=ones(size(downindex))*maxcagri/2+downindex;
p1=1;
p2=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,upindex)));
p3=bos_sa(min(nkrom_yuk_tablo(J,downindex)));
p4=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,find(nkrom_yuk_tablo(J,upindex)<p1))));
fitt1=(abs(p2-p1)+abs(p2-p3)+abs(p4-p3))*30;
%disp([num2str(I) ' . kromozom ' num2str(J) ' . asansor fitness 1 = ' num2str(fitt1)])
p2=bos_sa(min(nkrom_yuk_tablo(J,downindex)));
p3=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,upindex)));
p4=bos_sa(max(nkrom_yuk_tablo(J,find(nkrom_yuk_tablo(J,downindex)>p1))));
fitt2=(abs(p1-p2)+abs(p3-p2)+abs(p3-p4))*30;
%disp([num2str(I) ' . kromozom ' num2str(J) ' . asansor fitness 2 = ' num2str(fitt2)])
if fitt1>0
    fitup=fitt1+fitup;
end
if fitt2>0
    fitdown=fitdown+fitt2;
end
end
ft=fitup+fitdown;
fittoplam=[fittoplam ft];
end
uygunlukdegerl= 1./(fittoplam+eps);

```

```

%*****
% Genetik Algoritma Programında II.Tip Uygunluk Fonksiyonunun Oluşturulması
%*****
function [fittoplam,uygunluk,liftruntime]=objectfun1(kromozom,asansor_sayisi,istek)
[kromozom_sayisi,mm]=size(kromozom);
maxcagri=length(istek);
fittoplam=[];
liftruntime=[];
for I=1:1:kromozom_sayisi
    kromozom_i=[];
    for J=1:1:asansor_sayisi
        asansor=[(((J-1)*maxcagri)+1):J*maxcagri];
        kromozom_i(J,:)=kromozom(I,asansor);
    end
    krom_i_up=kromozom_i(:,1:maxcagri/2);
    krom_i_down=kromozom_i(:,maxcagri/2+1:1:maxcagri);
    top_uygunluk=0; %i. krpmozomun
    for J=1:1:asansor_sayisi
        up_cagri=bul(krom_i_up(J,:));
        % pause(0.1)
        down_cagri=bul(krom_i_down(J,:));
        liftruntime(I,J)=(max(up_cagri)-1)+abs(max(down_cagri)-
            max(up_cagri)))+(max(down_cagri)-min(down_cagri));
        top_uygunluk=top_uygunluk+liftruntime(I,J);
    end
    fittoplam(1,I)=1.5*top_uygunluk;
end

```

```

    uygunluk(1,I)=(1.5*mean(liftruntime(I,:)))+1*(max(liftruntime(I,:))-min(liftruntime(I,:)));
end
liftruntime=1.5*liftruntime;

```

```

function zz=bul(vektor)
zz=find(vektor>0);
if isempty(zz)
    zz=1;
end

```

```

%*****

```

```

% Genetik Algoritma Programında Rulet Tekerleği Seçim İşlemi

```

```

%*****

```

```

function secnufus=ruletselection(nufus,uygunluk,krs);

```

```

tpuyg=sum(1./uygunluk); % toplam uygunluk

```

```

for cr=1:krs

```

```

    sval(cr)=sum(1./uygunluk(1,1:cr));

```

```

end

```

```

sval;

```

```

parname=[ ];

```

```

for t=1:krs

```

```

    rval=(tpuyg*rand);

```

```

    if rval<sval(1)

```

```

        parname=[parname 1];

```

```

    else

```

```

        for tt=1:krs-1

```

```

            sl=sval(tt);

```

```

            su=sval(tt)+1./uygunluk(tt+1);

```

```

            if (rval>=sl) & (rval<=su)

```

```

                parname=[parname tt+1] ;

```

```

            end % if

```

```

        end % for tt

```

```

    end % if

```

```

end % for

```

```

parname; % parname ilk nufustan hangi bireyin secilecegini gosteren degisken.

```

```

[ps sp]=size(parname);

```

```

secnufus(1:sp,:)=nufus(parname,:);

```

```

%*****

```

```

% Genetik Algoritma Programında Tek Noktalı Çaprazlama Operatörü

```

```

%*****

```

```

function NewChrom = singlepointX(OldChrom, XOVR);

```

```

if nargin < 2, XOVR = NaN; end

```

```

NewChrom = xovmp(OldChrom, XOVR, 1, 0);

```

```

%End of function

```

```

%*****
% Genetik Algoritma Programında İki Noktalı Çaprazlama Operatörü
%*****
function NewChrom = twopointX(OldChrom, XOVR);
if nargin < 2, XOVR = NaN; end
NewChrom = xovmp(OldChrom, XOVR, 2, 0)
% End of function

%*****
% Genetik Algoritma Programında Uniform Çaprazlama Operatörü
%*****
function NewChrom = uniformX(OldChrom, XOVR);
[Nind,Nvar] = size(OldChrom);
Xops = floor(Nind/2);
Mask1 = (rand(Xops,Nvar)<0.5);
Mask2 = (rand(Xops,Nvar)<0.5);
odd = 1:2:Nind-1;
even= 2:2:Nind;
NewChrom(odd,:) = (OldChrom(odd,:).* Mask1) + (OldChrom(even,:).*(~Mask1));
NewChrom(even,:) = (OldChrom(odd,:).* Mask2) + (OldChrom(even,:).*(~Mask2));
if rem(Nind,2), NewChrom(Nind,:)=OldChrom(Nind,:); end
% End of function

%*****
% Genetik Algoritma Programında Mutasyon Operatörü
%*****
function birey=mutation_v1(birey,istek,nasansor,storecount);

for J=1:1:2*storecount
    if istek(J)==1
        is_say=0;
        is_index=[];
        for I=0:1:nasansor-1
            if birey(I*2*storecount+J)==1
                is_say=is_say+1;
                is_index(is_say)=I*2*storecount+J;
            end
        end
        if is_say>1 %eger fazla 1 varsa silme işlemine başla
            birey=is_sil(birey,is_index);
        elseif is_say==0
            n_dagit=round((nasansor-1)*rand(1));
            birey(n_dagit*2*storecount+J)=1;
        end
    end
end

end

function birey=is_sil(birey,is_index)
say=0;
while 1

```

```
say=say+1;
zar=round(rand(1));
if zar==1
    birey(is_index(say))=0;
    is_index(say)=[];
end
if length(is_index)==1
    break
end
if say==length(is_index)
    say=0;
end
end
```

## Ek 2: Trafik Hesabı İçin Gerekli Tablolar (H ve S)

En yüksek dönüş katı  $H = N - \sum_{i=1}^{N-1} \left( \frac{i}{N} \right)^P$

| Ana giriş<br>Üzerindeki<br>kat adedi | Kabin kapasitesi (P) |            |            |             |             |              |              |              |
|--------------------------------------|----------------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                                      | 4<br>(3.2)           | 6<br>(4.8) | 8<br>(6.4) | 10<br>(8.0) | 12<br>(9.6) | 16<br>(12.8) | 20<br>(16.0) | 24<br>(19.2) |
| 5                                    | 4.4                  | 4.6        | 4.7        | 4.8         | 4.9         | 4.9          | 5.0          | 5.0          |
| 6                                    | 5.2                  | 5.4        | 5.6        | 5.7         | 5.8         | 5.9          | 5.9          | 6.0          |
| 7                                    | 6.1                  | 6.2        | 6.5        | 6.6         | 6.7         | 6.8          | 6.9          | 6.9          |
| 8                                    | 6.9                  | 7.1        | 7.4        | 7.5         | 7.6         | 7.8          | 7.9          | 7.9          |
| 9                                    | 7.7                  | 7.9        | 8.2        | 8.4         | 8.6         | 8.7          | 8.8          | 8.9          |
| 10                                   | 8.5                  | 8.7        | 9.1        | 9.3         | 9.5         | 9.7          | 9.8          | 9.9          |
| 11                                   | 9.3                  | 9.6        | 10.0       | 10.2        | 10.4        | 10.6         | 10.7         | 10.8         |
| 12                                   | 10.1                 | 10.4       | 10.8       | 11.1        | 11.3        | 11.5         | 11.7         | 11.8         |
| 13                                   | 10.9                 | 11.2       | 11.7       | 12.0        | 12.2        | 12.5         | 12.6         | 12.7         |
| 14                                   | 11.7                 | 12.1       | 12.6       | 12.9        | 13.1        | 13.4         | 13.6         | 13.7         |
| 15                                   | 12.5                 | 12.9       | 13.4       | 13.8        | 14.0        | 14.3         | 14.5         | 14.7         |
| 16                                   | 13.3                 | 13.7       | 14.3       | 14.7        | 14.9        | 15.3         | 15.5         | 15.6         |
| 17                                   | 14.1                 | 14.5       | 15.2       | 15.6        | 15.8        | 16.2         | 16.4         | 16.6         |
| 18                                   | 14.9                 | 15.4       | 16.0       | 16.5        | 16.8        | 17.1         | 17.4         | 17.5         |
| 19                                   | 15.7                 | 16.2       | 16.9       | 17.4        | 17.7        | 18.1         | 18.3         | 18.5         |
| 20                                   | 16.5                 | 17.0       | 17.8       | 18.2        | 18.6        | 19.0         | 19.3         | 19.4         |
| 21                                   | 17.3                 | 17.9       | 18.6       | 19.1        | 19.5        | 19.9         | 20.2         | 20.4         |
| 22                                   | 18.1                 | 18.7       | 19.5       | 20.0        | 20.4        | 20.9         | 21.1         | 21.3         |
| 23                                   | 18.9                 | 19.5       | 20.4       | 20.9        | 21.3        | 21.8         | 22.1         | 22.3         |
| 24                                   | 19.7                 | 20.3       | 21.2       | 21.8        | 22.2        | 22.7         | 23.0         | 23.2         |

N = ana giriş üzerindeki kat adedi

Trafik Hesabı İçin Gerekli Tablolar (H ve S)

$$\text{Muhtemel durak adedi } S = N \cdot \left[ 1 - \left( \frac{N-1}{N} \right)^P \right]$$

| Ana giriş<br>Üzerindeki<br>kat adedi | Kabin kapasitesi (P) |            |            |             |             |              |              |              |
|--------------------------------------|----------------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                                      | 4<br>(3.2)           | 6<br>(4.8) | 8<br>(6.4) | 10<br>(8.0) | 12<br>(9.6) | 16<br>(12.8) | 20<br>(16.0) | 24<br>(19.2) |
| 5                                    | 2.9                  | 3.3        | 3.8        | 4.2         | 4.4         | 4.7          | 4.9          | 4.9          |
| 6                                    | 3.1                  | 3.5        | 4.1        | 4.6         | 5.0         | 5.4          | 5.7          | 5.8          |
| 7                                    | 3.2                  | 3.7        | 4.4        | 5.0         | 5.4         | 6.0          | 6.4          | 6.6          |
| 8                                    | 3.3                  | 3.8        | 4.6        | 5.3         | 5.8         | 6.6          | 7.1          | 7.4          |
| 9                                    | 3.4                  | 3.9        | 4.8        | 5.5         | 6.1         | 7.0          | 7.6          | 8.1          |
| 10                                   | 3.4                  | 4.0        | 4.9        | 5.7         | 6.4         | 7.4          | 8.1          | 8.7          |
| 11                                   | 3.5                  | 4.0        | 5.0        | 5.9         | 6.6         | 7.8          | 8.6          | 9.2          |
| 12                                   | 3.5                  | 4.1        | 5.1        | 6.0         | 6.8         | 8.1          | 9.0          | 9.7          |
| 13                                   | 3.6                  | 4.1        | 5.2        | 6.1         | 7.0         | 8.3          | 9.4          | 10.2         |
| 14                                   | 3.6                  | 4.2        | 5.3        | 6.3         | 7.1         | 8.6          | 9.7          | 10.6         |
| 15                                   | 3.6                  | 4.2        | 5.4        | 6.4         | 7.3         | 8.8          | 10.0         | 11.0         |
| 16                                   | 3.6                  | 4.3        | 5.4        | 6.5         | 7.4         | 9.0          | 10.3         | 11.4         |
| 17                                   | 3.7                  | 4.3        | 5.5        | 6.5         | 7.5         | 9.2          | 10.6         | 11.7         |
| 18                                   | 3.7                  | 4.3        | 5.5        | 6.6         | 7.6         | 9.3          | 10.8         | 12.0         |
| 19                                   | 3.7                  | 4.3        | 5.6        | 6.7         | 7.7         | 9.5          | 11.0         | 12.3         |
| 20                                   | 3.7                  | 4.4        | 5.6        | 6.7         | 7.8         | 9.6          | 11.2         | 12.5         |
| 21                                   | 3.7                  | 4.4        | 5.6        | 6.8         | 7.9         | 9.8          | 11.4         | 12.8         |
| 22                                   | 3.7                  | 4.4        | 5.7        | 6.8         | 7.9         | 9.9          | 11.5         | 13.0         |
| 23                                   | 3.8                  | 4.4        | 5.7        | 6.9         | 8.0         | 10.0         | 11.7         | 13.2         |
| 24                                   | 3.8                  | 4.4        | 5.7        | 6.9         | 8.0         | 10.1         | 11.9         | 13.4         |

N = ana giriş üzerindeki kat adedi

Ek3: Genetik Algoritma ile Hazırlanan Programın Sonuçları

24 Katlı bir binada 2 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için konvansiyonel yöntemle göre sonuçlar

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT  | ATT   | AJT    |
|--------|-------|-------|------|-------|--------|
| 10     | 56,74 | 91    | 45,5 | 41,88 | 98,62  |
| 11     | 58,36 | 93,6  | 46,8 | 42,8  | 101,16 |
| 12     | 59,86 | 96    | 48   | 43,66 | 103,52 |
| 13     | 61,48 | 98,6  | 49,3 | 44,58 | 106,06 |
| 14     | 63,1  | 101,2 | 50,6 | 45,49 | 108,59 |
| 15     | 64,6  | 103,6 | 51,8 | 46,34 | 110,94 |
| 16     | 65,72 | 105,4 | 52,7 | 46,87 | 112,6  |
| 17     | 67,34 | 108   | 54   | 47,78 | 115,13 |
| 18     | 68,34 | 109,6 | 54,8 | 48,25 | 116,6  |
| 19     | 69,96 | 112,2 | 56,1 | 49,16 | 119,12 |
| 20     | 71,08 | 114   | 57   | 49,69 | 120,77 |
| 21     | 73,33 | 117,6 | 58,8 | 50,75 | 124,08 |
| 22     | 73,7  | 118,2 | 59,1 | 51,06 | 124,76 |
| 23     | 74,83 | 120   | 60   | 51,59 | 126,42 |
| 24     | 75,82 | 121,6 | 60,8 | 52,06 | 127,88 |

24 Katlı bir binada 3 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için konvansiyonel yöntemle göre sonuçlar

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT   | ATT   | AJT    |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 10     | 37,83 | 91    | 30,33 | 41,88 | 79,71  |
| 11     | 38,91 | 93,6  | 31,2  | 42,8  | 81,71  |
| 12     | 39,91 | 96    | 32    | 43,66 | 83,57  |
| 13     | 40,99 | 98,6  | 32,87 | 44,58 | 85,56  |
| 14     | 42,07 | 101,2 | 33,73 | 45,49 | 87,56  |
| 15     | 43,07 | 103,6 | 34,53 | 46,34 | 89,41  |
| 16     | 43,81 | 105,4 | 35,13 | 46,87 | 90,69  |
| 17     | 44,9  | 108   | 36    | 47,78 | 92,68  |
| 18     | 45,56 | 109,6 | 36,53 | 48,25 | 93,82  |
| 19     | 46,64 | 112,2 | 37,4  | 49,16 | 95,8   |
| 20     | 47,39 | 114   | 38    | 49,69 | 97,08  |
| 21     | 48,49 | 117,6 | 39,2  | 50,75 | 99,64  |
| 22     | 49,14 | 118,2 | 39,4  | 51,06 | 100,2  |
| 23     | 49,88 | 120   | 40    | 51,59 | 101,47 |
| 24     | 50,55 | 121,6 | 40,53 | 52,06 | 102,61 |

24 Katlı bir binada 4 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için konvansiyonel yöntemle göre sonuçlar

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10     | 28,37 | 91    | 22,75 | 41,88 | 70,25 |
| 11     | 29,18 | 93,6  | 23,4  | 42,8  | 71,98 |
| 12     | 29,93 | 96    | 24    | 43,66 | 73,59 |
| 13     | 30,74 | 98,6  | 24,65 | 44,58 | 75,32 |
| 14     | 31,55 | 101,2 | 25,3  | 45,49 | 77,04 |
| 15     | 32,3  | 103,6 | 25,9  | 46,34 | 78,64 |
| 16     | 32,86 | 105,4 | 26,35 | 46,87 | 79,74 |
| 17     | 33,67 | 108   | 27    | 47,78 | 81,45 |
| 18     | 34,17 | 109,6 | 27,4  | 48,25 | 82,43 |
| 19     | 34,98 | 112,2 | 28,05 | 49,16 | 84,14 |
| 20     | 35,54 | 114   | 28,5  | 49,69 | 85,23 |
| 21     | 36,66 | 117,6 | 29,4  | 50,75 | 87,41 |
| 22     | 36,85 | 118,2 | 29,55 | 51,06 | 87,91 |
| 23     | 37,41 | 120   | 30    | 51,59 | 89    |
| 24     | 37,91 | 121,6 | 30,4  | 52,06 | 89,97 |

24 Katlı bir binada 6 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için konvansiyonel yöntemle göre sonuçlar

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10     | 18,91 | 91    | 15,17 | 41,88 | 60,79 |
| 11     | 19,45 | 93,6  | 15,6  | 42,8  | 62,25 |
| 12     | 19,95 | 96    | 16    | 43,66 | 63,61 |
| 13     | 20,49 | 98,6  | 16,43 | 44,58 | 65,07 |
| 14     | 21,03 | 101,2 | 16,87 | 45,49 | 66,52 |
| 15     | 21,53 | 103,6 | 17,27 | 46,34 | 67,87 |
| 16     | 21,91 | 105,4 | 17,57 | 46,87 | 68,78 |
| 17     | 22,45 | 108   | 18    | 47,78 | 70,23 |
| 18     | 22,78 | 109,6 | 18,27 | 48,25 | 71,03 |
| 19     | 23,32 | 112,2 | 18,7  | 49,16 | 72,48 |
| 20     | 23,69 | 114   | 19    | 49,69 | 73,38 |
| 21     | 24,44 | 117,6 | 19,6  | 50,75 | 75,19 |
| 22     | 24,57 | 118,2 | 19,7  | 51,06 | 75,63 |
| 23     | 24,94 | 120   | 20    | 51,59 | 76,53 |
| 24     | 25,27 | 121,6 | 20,27 | 52,06 | 77,33 |

24 Katlı bir binada 2 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için tek noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT    |
|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 10     | 42,67 | 68,43  | 34,22 | 31,50 | 74,17  |
| 11     | 47,04 | 75,44  | 37,72 | 34,50 | 81,54  |
| 12     | 48,80 | 78,26  | 39,13 | 35,60 | 84,40  |
| 13     | 49,64 | 79,61  | 39,80 | 36,00 | 85,64  |
| 14     | 50,49 | 80,97  | 40,49 | 36,40 | 86,89  |
| 15     | 52,13 | 83,60  | 41,80 | 37,40 | 89,53  |
| 16     | 53,98 | 86,57  | 43,28 | 38,50 | 92,48  |
| 17     | 54,12 | 86,79  | 43,40 | 38,40 | 92,52  |
| 18     | 56,58 | 90,74  | 45,37 | 39,95 | 96,53  |
| 19     | 56,86 | 91,19  | 45,59 | 39,96 | 96,82  |
| 20     | 56,38 | 90,42  | 45,21 | 39,42 | 95,80  |
| 21     | 58,82 | 94,33  | 47,17 | 40,71 | 99,53  |
| 22     | 65,73 | 105,41 | 52,71 | 45,54 | 111,27 |
| 23     | 71,05 | 113,94 | 56,97 | 48,99 | 120,04 |
| 24     | 63,30 | 101,52 | 50,76 | 43,47 | 106,77 |

24 Katlı bir binada 2 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için iki noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT   | ATT   | AJT    |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 10     | 38,61 | 61,92 | 30,96 | 28,50 | 67,11  |
| 11     | 47,04 | 75,44 | 37,72 | 34,50 | 81,54  |
| 12     | 48,87 | 78,37 | 39,19 | 35,65 | 84,52  |
| 13     | 59,99 | 96,21 | 48,10 | 43,50 | 103,49 |
| 14     | 50,49 | 80,97 | 40,49 | 36,40 | 86,89  |
| 15     | 59,80 | 95,90 | 47,95 | 42,90 | 102,70 |
| 16     | 53,98 | 86,57 | 43,28 | 38,50 | 92,48  |
| 17     | 54,12 | 86,79 | 43,40 | 38,40 | 92,52  |
| 18     | 57,78 | 92,66 | 46,33 | 40,80 | 98,58  |
| 19     | 56,86 | 91,19 | 45,59 | 39,96 | 96,82  |
| 20     | 56,38 | 90,42 | 45,21 | 39,42 | 95,80  |
| 21     | 58,82 | 94,33 | 47,17 | 40,71 | 99,53  |
| 22     | 60,75 | 97,43 | 48,71 | 42,09 | 102,84 |
| 23     | 62,05 | 99,51 | 49,76 | 42,78 | 104,83 |
| 24     | 61,29 | 98,29 | 49,15 | 42,09 | 103,38 |

24 Katlı bir binada 2 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için üniform çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT    |
|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 10     | 42,67 | 68,43  | 34,22 | 31,50 | 74,17  |
| 11     | 49,08 | 78,71  | 39,36 | 36,00 | 85,08  |
| 12     | 57,37 | 92,01  | 46,00 | 41,85 | 99,22  |
| 13     | 47,57 | 76,29  | 38,14 | 34,50 | 82,07  |
| 14     | 50,49 | 80,97  | 40,49 | 36,40 | 86,89  |
| 15     | 52,13 | 83,60  | 41,80 | 37,40 | 89,53  |
| 16     | 53,98 | 86,57  | 43,28 | 38,50 | 92,48  |
| 17     | 54,12 | 86,79  | 43,40 | 38,40 | 92,52  |
| 18     | 57,78 | 92,66  | 46,33 | 40,80 | 98,58  |
| 19     | 56,86 | 91,19  | 45,59 | 39,96 | 96,82  |
| 20     | 60,56 | 97,12  | 48,56 | 42,34 | 102,90 |
| 21     | 63,80 | 102,32 | 51,16 | 44,16 | 107,96 |
| 22     | 58,76 | 94,23  | 47,12 | 40,71 | 99,47  |
| 23     | 64,05 | 102,72 | 51,36 | 44,16 | 108,21 |
| 24     | 60,29 | 96,69  | 48,34 | 41,40 | 101,69 |

24 Katlı bir binada 3 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için tek noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 10     | 28,45 | 68,43  | 22,81 | 31,5  | 59,95 |
| 11     | 31,36 | 75,44  | 25,15 | 34,5  | 65,86 |
| 12     | 32,53 | 78,26  | 26,09 | 35,6  | 68,13 |
| 13     | 33,09 | 79,61  | 26,54 | 36    | 69,09 |
| 14     | 33,66 | 80,97  | 26,99 | 36,4  | 70,06 |
| 15     | 34,75 | 83,60  | 27,87 | 37,4  | 72,15 |
| 16     | 35,99 | 86,57  | 28,86 | 38,5  | 74,49 |
| 17     | 36,08 | 86,79  | 28,93 | 38,4  | 74,48 |
| 18     | 37,72 | 90,74  | 30,25 | 39,95 | 77,67 |
| 19     | 37,91 | 91,19  | 30,40 | 39,96 | 77,87 |
| 20     | 37,59 | 90,42  | 30,14 | 39,42 | 77,01 |
| 21     | 39,21 | 94,33  | 31,44 | 40,71 | 79,92 |
| 22     | 43,82 | 105,41 | 35,14 | 45,54 | 89,36 |
| 23     | 47,36 | 113,94 | 37,98 | 48,99 | 96,35 |
| 24     | 42,20 | 101,52 | 33,84 | 43,47 | 85,67 |

24 Katlı bir binada 3 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için iki noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10     | 25,74 | 61,92 | 20,64 | 28,5  | 54,24 |
| 11     | 31,36 | 75,44 | 25,15 | 34,5  | 65,86 |
| 12     | 32,58 | 78,37 | 26,12 | 35,65 | 68,23 |
| 13     | 39,99 | 96,21 | 32,07 | 43,5  | 83,49 |
| 14     | 33,66 | 80,97 | 26,99 | 36,4  | 70,06 |
| 15     | 39,87 | 95,90 | 31,97 | 42,9  | 82,77 |
| 16     | 35,99 | 86,57 | 28,86 | 38,5  | 74,49 |
| 17     | 36,08 | 86,79 | 28,93 | 38,4  | 74,48 |
| 18     | 38,52 | 92,66 | 30,89 | 40,8  | 79,32 |
| 19     | 37,91 | 91,19 | 30,40 | 39,96 | 77,87 |
| 20     | 37,59 | 90,42 | 30,14 | 39,42 | 77,01 |
| 21     | 39,21 | 94,33 | 31,44 | 40,71 | 79,92 |
| 22     | 40,50 | 97,43 | 32,48 | 42,09 | 82,59 |
| 23     | 41,37 | 99,51 | 33,17 | 42,78 | 84,15 |
| 24     | 40,86 | 98,29 | 32,76 | 42,09 | 82,95 |

24 Katlı bir binada 3 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için üniform çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 10     | 28,45 | 68,43  | 22,81 | 31,5  | 59,95 |
| 11     | 32,72 | 78,71  | 26,24 | 36    | 68,72 |
| 12     | 38,25 | 92,01  | 30,67 | 41,85 | 80,10 |
| 13     | 31,71 | 76,29  | 25,43 | 34,5  | 66,21 |
| 14     | 33,66 | 80,97  | 26,99 | 36,4  | 70,06 |
| 15     | 34,75 | 83,60  | 27,87 | 37,4  | 72,15 |
| 16     | 35,99 | 86,57  | 28,86 | 38,5  | 74,49 |
| 17     | 36,08 | 86,79  | 28,93 | 38,4  | 74,48 |
| 18     | 38,52 | 92,66  | 30,89 | 40,8  | 79,32 |
| 19     | 37,91 | 91,19  | 30,40 | 39,96 | 77,87 |
| 20     | 40,37 | 97,12  | 32,37 | 42,34 | 82,71 |
| 21     | 42,53 | 102,32 | 34,11 | 44,16 | 86,69 |
| 22     | 39,17 | 94,23  | 31,41 | 40,71 | 79,88 |
| 23     | 42,70 | 102,72 | 34,24 | 44,16 | 86,86 |
| 24     | 40,19 | 96,69  | 32,23 | 41,4  | 81,59 |

24 Katlı bir binada 4 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için tek noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 10     | 21,33 | 68,43  | 17,11 | 31,5  | 52,83 |
| 11     | 23,52 | 75,44  | 18,86 | 34,5  | 58,02 |
| 12     | 24,40 | 78,26  | 19,57 | 35,6  | 60,00 |
| 13     | 24,82 | 79,61  | 19,90 | 36    | 60,82 |
| 14     | 25,24 | 80,97  | 20,24 | 36,4  | 61,64 |
| 15     | 26,06 | 83,6   | 20,90 | 37,4  | 63,46 |
| 16     | 26,99 | 86,57  | 21,64 | 38,5  | 65,49 |
| 17     | 27,06 | 86,79  | 21,70 | 38,4  | 65,46 |
| 18     | 28,29 | 90,74  | 22,69 | 39,95 | 68,24 |
| 19     | 28,43 | 91,19  | 22,80 | 39,96 | 68,39 |
| 20     | 28,19 | 90,42  | 22,61 | 39,42 | 67,61 |
| 21     | 29,41 | 94,33  | 23,58 | 40,71 | 70,12 |
| 22     | 32,86 | 105,41 | 26,35 | 45,54 | 78,40 |
| 23     | 35,52 | 113,94 | 28,49 | 48,99 | 84,51 |
| 24     | 31,65 | 101,52 | 25,38 | 43,47 | 75,12 |

24 Katlı bir binada 4 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için iki noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT     | ATT   | AJT   |
|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 10     | 19,31 | 61,92 | 15,48   | 28,5  | 47,81 |
| 11     | 23,52 | 75,44 | 18,86   | 34,5  | 58,02 |
| 12     | 24,43 | 78,37 | 19,5925 | 35,65 | 60,08 |
| 13     | 30,00 | 96,21 | 24,0525 | 43,5  | 73,50 |
| 14     | 25,24 | 80,97 | 20,2425 | 36,4  | 61,64 |
| 15     | 29,90 | 95,9  | 23,975  | 42,9  | 72,80 |
| 16     | 26,99 | 86,57 | 21,6425 | 38,5  | 65,49 |
| 17     | 27,06 | 86,79 | 21,6975 | 38,4  | 65,46 |
| 18     | 28,89 | 92,66 | 23,165  | 40,8  | 69,69 |
| 19     | 28,43 | 91,19 | 22,7975 | 39,96 | 68,39 |
| 20     | 28,19 | 90,42 | 22,605  | 39,42 | 67,61 |
| 21     | 29,41 | 94,33 | 23,5825 | 40,71 | 70,12 |
| 22     | 30,38 | 97,43 | 24,3575 | 42,09 | 72,47 |
| 23     | 31,02 | 99,51 | 24,8775 | 42,78 | 73,80 |
| 24     | 30,64 | 98,29 | 24,5725 | 42,09 | 72,73 |

24 Katlı bir binada 4 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için üniform çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 10     | 21,33 | 68,43  | 17,11 | 31,5  | 52,83 |
| 11     | 24,54 | 78,71  | 19,68 | 36    | 60,54 |
| 12     | 28,69 | 92,01  | 23,00 | 41,85 | 70,54 |
| 13     | 23,79 | 76,29  | 19,07 | 34,5  | 58,29 |
| 14     | 25,24 | 80,97  | 20,24 | 36,4  | 61,64 |
| 15     | 26,06 | 83,6   | 20,90 | 37,4  | 63,46 |
| 16     | 26,99 | 86,57  | 21,64 | 38,5  | 65,49 |
| 17     | 27,06 | 86,79  | 21,70 | 38,4  | 65,46 |
| 18     | 28,89 | 92,66  | 23,17 | 40,8  | 69,69 |
| 19     | 28,43 | 91,19  | 22,80 | 39,96 | 68,39 |
| 20     | 30,28 | 97,12  | 24,28 | 42,34 | 72,62 |
| 21     | 31,90 | 102,32 | 25,58 | 44,16 | 76,06 |
| 22     | 29,38 | 94,23  | 23,56 | 40,71 | 70,09 |
| 23     | 32,03 | 102,72 | 25,68 | 44,16 | 76,19 |
| 24     | 30,15 | 96,69  | 24,17 | 41,4  | 71,55 |

24 Katlı bir binada 6 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için tek noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 10     | 14,22 | 68,43  | 11,41 | 31,5  | 45,72 |
| 11     | 15,68 | 75,44  | 12,57 | 34,5  | 50,18 |
| 12     | 16,27 | 78,26  | 13,04 | 35,6  | 51,87 |
| 13     | 16,55 | 79,61  | 13,27 | 36    | 52,55 |
| 14     | 16,83 | 80,97  | 13,50 | 36,4  | 53,23 |
| 15     | 17,38 | 83,6   | 13,93 | 37,4  | 54,78 |
| 16     | 17,99 | 86,57  | 14,43 | 38,5  | 56,49 |
| 17     | 18,04 | 86,79  | 14,47 | 38,4  | 56,44 |
| 18     | 18,86 | 90,74  | 15,12 | 39,95 | 58,81 |
| 19     | 18,95 | 91,19  | 15,20 | 39,96 | 58,91 |
| 20     | 18,79 | 90,42  | 15,07 | 39,42 | 58,21 |
| 21     | 19,61 | 94,33  | 15,72 | 40,71 | 60,32 |
| 22     | 21,91 | 105,41 | 17,57 | 45,54 | 67,45 |
| 23     | 23,68 | 113,94 | 18,99 | 48,99 | 72,67 |
| 24     | 21,10 | 101,52 | 16,92 | 43,47 | 64,57 |

24 Katlı bir binada 6 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için iki noktalı çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT   | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10     | 12,87 | 61,92 | 10,32 | 28,5  | 41,37 |
| 11     | 15,68 | 75,44 | 12,57 | 34,5  | 50,18 |
| 12     | 16,29 | 78,37 | 13,06 | 35,65 | 51,94 |
| 13     | 20,00 | 96,21 | 16,04 | 43,5  | 63,50 |
| 14     | 16,83 | 80,97 | 13,50 | 36,4  | 53,23 |
| 15     | 19,93 | 95,9  | 15,98 | 42,9  | 62,83 |
| 16     | 17,99 | 86,57 | 14,43 | 38,5  | 56,49 |
| 17     | 18,04 | 86,79 | 14,47 | 38,4  | 56,44 |
| 18     | 19,26 | 92,66 | 15,44 | 40,8  | 60,06 |
| 19     | 18,95 | 91,19 | 15,20 | 39,96 | 58,91 |
| 20     | 18,79 | 90,42 | 15,07 | 39,42 | 58,21 |
| 21     | 19,61 | 94,33 | 15,72 | 40,71 | 60,32 |
| 22     | 20,25 | 97,43 | 16,24 | 42,09 | 62,34 |
| 23     | 20,68 | 99,51 | 16,59 | 42,78 | 63,46 |
| 24     | 20,43 | 98,29 | 16,38 | 42,09 | 62,52 |

24 Katlı bir binada 6 kabinli (kabin kapasitesi : 8 kişilik) sistem için üniform çaprazlama yöntemine göre genetik algoritma sonuçları

| KATLAR | AWT   | RTT    | INT   | ATT   | AJT   |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 10     | 14,22 | 68,43  | 11,41 | 31,5  | 45,72 |
| 11     | 16,36 | 78,71  | 13,12 | 36    | 52,36 |
| 12     | 19,12 | 92,01  | 15,34 | 41,85 | 60,97 |
| 13     | 15,86 | 76,29  | 12,72 | 34,5  | 50,36 |
| 14     | 16,83 | 80,97  | 13,50 | 36,4  | 53,23 |
| 15     | 17,38 | 83,6   | 13,93 | 37,4  | 54,78 |
| 16     | 17,99 | 86,57  | 14,43 | 38,5  | 56,49 |
| 17     | 18,04 | 86,79  | 14,47 | 38,4  | 56,44 |
| 18     | 19,26 | 92,66  | 15,44 | 40,8  | 60,06 |
| 19     | 18,95 | 91,19  | 15,20 | 39,96 | 58,91 |
| 20     | 20,19 | 97,12  | 16,19 | 42,34 | 62,53 |
| 21     | 21,27 | 102,32 | 17,05 | 44,16 | 65,43 |
| 22     | 19,59 | 94,23  | 15,71 | 40,71 | 60,30 |
| 23     | 21,35 | 102,72 | 17,12 | 44,16 | 65,51 |
| 24     | 20,10 | 96,69  | 16,12 | 41,4  | 61,50 |

Ek:4

Otis firmasından alınan asansör verileri

### Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:06:00 PM

Created: 3/16/04 3:24:27 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

| Landing       | Car Calls | Up       |             |          | Down        |          |             | Hall Calls |             |          | Express  |          |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
|               |           |          | Avg         | Time     |             | Avg      | Time        |            | Avg         | Time     |          | Avg      | Time     |
| 9             | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:07        | 1        | 0:07        | 1          | 0:07        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| G             | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0          | 0:00        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:07</b> | <b>1</b> | <b>0:07</b> | <b>1</b>   | <b>0:07</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:06:00 PM Through 15-Mar-04 6:07:00 PM

Created: 3/16/04 3:31:25 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

| Landing | Car Calls | ----- |      |      | Hall Calls |      |      | ----- |      |      |
|---------|-----------|-------|------|------|------------|------|------|-------|------|------|
|         |           | Up    | Avg  | Time | Down       | Avg  | Time | Total | Avg  | Time |
| 16      | 0         | 0     | 0:00 | 0:00 | 1          | 0:26 | 0:26 | 1     | 0:26 | 0    |
| Totals  | 0         | 0     | 0:00 | 0:00 | 1          | 0:26 | 0:26 | 1     | 0:26 | 0    |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:07:00 PM Through 15-Mar-04 6:08:00 PM

Created: 3/16/04 3:38:12 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

| Landing       | Car Calls | Hall Calls |             |          |             | Express  |
|---------------|-----------|------------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           | Up         | Avg Time    | Down     | Avg Time    |          |
| 8             | 0         | 0          | 0:00        | 1        | 0:05        | 0        |
| 5             | 0         | 0          | 0:00        | 1        | 0:15        | 0        |
| G             | 1         | 0          | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b>   | <b>0:00</b> | <b>2</b> | <b>0:10</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:08:00 PM Through 15-Mar-04 6:09:00 PM

Created: 3/16/04 3:44:45 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

### Hall Calls

| Landing | Car Calls | Up        |    |      | Down |      |     | Avg  |       |      | Total |      |   | Avg |   |   | Express |
|---------|-----------|-----------|----|------|------|------|-----|------|-------|------|-------|------|---|-----|---|---|---------|
|         |           | Car Calls | Up | Time | Down | Time | Avg | Time | Total | Time | Avg   | Time |   |     |   |   |         |
| 8       | 0         | 0         | 0  | 0:00 | 1    | 1:15 | 1   | 1:15 | 1     | 1:15 | 1     | 1:15 | 0 | 0   | 0 | 0 |         |
| 7       | 1         | 0         | 0  | 0:00 | 0    | 0:00 | 0   | 0:00 | 0     | 0:00 | 0     | 0:00 | 0 | 0   | 0 | 0 |         |
| Totals  | 1         | 0         | 0  | 0:00 | 1    | 1:15 | 1   | 1:15 | 1     | 1:15 | 1     | 1:15 | 0 | 0   | 0 | 0 |         |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:09:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 3:52:13 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

| Landing       | Car Calls | Up       |             |          | Down        |          |             | Hall Calls |             |          | Express     |          |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|----------|-------------|----------|----------|
|               |           | Avg      |             |          | Avg         |          |             | Avg        |             |          | Avg         |          |          |
|               |           | Time     | Time        | Time     | Time        | Time     | Time        | Time       | Time        | Time     | Time        | Time     | Time     |
| 5             | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:22        | 1        | 0:22        | 1          | 0:22        | 1        | 0:22        | 0        | 0        |
| G             | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0          | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:22</b> | <b>1</b> | <b>0:22</b> | <b>1</b>   | <b>0:22</b> | <b>1</b> | <b>0:22</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:06:00 PM

Created: 3/16/04 3:25:43 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| Landing       | Car Calls | -----    |             |          | Hall Calls  |          |             | -----    |  |  |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--|--|
|               |           | Up       | Avg Time    | Down     | Avg Time    | Total    | Avg Time    | Express  |  |  |
| 7             | 0         | 1        | 0:43        | 0        | 0:00        | 1        | 0:43        | 0        |  |  |
| 6             | 0         | 1        | 0:34        | 0        | 0:00        | 1        | 0:34        | 0        |  |  |
| G             | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        |  |  |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>2</b> | <b>0:39</b> | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>2</b> | <b>0:39</b> | <b>0</b> |  |  |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:06:00 PM Through 15-Mar-04 6:07:00 PM

Created: 3/16/04 3:32:33 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| Landing       | Car Calls | -----    |             |          | Hall Calls |             |          | -----    |             |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|------------|-------------|----------|----------|-------------|----------|
|               |           | Up       | Avg         | Time     | Down       | Avg         | Time     | Total    | Avg         | Time     |
| 21            | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0          | 0:00        | 0        | 0        | 0:00        | 0        |
| 12            | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0          | 0:00        | 0        | 0        | 0:00        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>2</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>0</b> | <b>0</b>   | <b>0:00</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>0</b> |

# Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:07:00 PM Through 15-Mar-04 6:08:00 PM

Created: 3/16/04 3:39:16 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| Landing       | Car Calls | Up       |             |          | Down     |             |             | Hall Calls |             |             | Express  |             |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           | Count    | Avg Time    | Total    | Count    | Avg Time    | Total       | Count      | Avg Time    | Total       | Count    | Avg Time    | Total    |
| 7             | 0         | 0        | 0:00        | 0        | 1        | 0:15        | 0:15        | 1          | 0:15        | 0:15        | 0        | 0:00        | 0        |
| 6             | 0         | 0        | 0:00        | 0        | 1        | 0:30        | 0:30        | 1          | 0:30        | 0:30        | 0        | 0:00        | 0        |
| G             | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0          | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>0:23</b> | <b>0:23</b> | <b>2</b>   | <b>0:23</b> | <b>0:23</b> | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:08:00 PM Through 15-Mar-04 6:09:00 PM

Created: 3/16/04 3:45:44 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| Landing | Car Calls | Up    |      |   | Down  |      |      | Hall Calls |      |   | Express |
|---------|-----------|-------|------|---|-------|------|------|------------|------|---|---------|
|         |           | ----- |      |   | ----- |      |      | -----      |      |   |         |
|         |           | Avg   | Time |   | Avg   | Time |      | Avg        | Time |   |         |
| 16      | 0         |       | 0:00 | 1 | 0:43  | 1    | 0:43 | 1          | 0:43 | 0 | 0       |
| -1      | 1         |       | 0:00 | 0 | 0:00  | 0    | 0:00 | 0          | 0:00 | 0 | 0       |
| Totals  | 1         | 0     | 0:00 | 1 | 0:43  | 1    | 0:43 | 1          | 0:43 | 0 | 0       |

# Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:09:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 2:55:59 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor Number | Hall Calls |      | Car Calls |   |   |   |   |   |    | Totals |
|--------------|------------|------|-----------|---|---|---|---|---|----|--------|
|              | Up         | Down | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |    |        |
| -1           | 1          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2  |        |
| G            | 1          | 0    | 1         | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5  |        |
| 5            | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 7            | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 9            | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 10           | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 11           | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 16           | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 17           | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1  |        |
| 18           | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 19           | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| Totals       | 2          | 8    | 1         | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 16 |        |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:09:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 3:53:47 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       | Avg         |             |             | Down     |             |          | Avg         |             |             | Total    | Avg         |             |             | Express  |
|---------------|-----------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|
|               |           |          | Time        | Time        | Time        | Time     | Time        | Time     | Time        | Time        | Time        |          | Time        | Time        | Time        |          |
| 7             | 0         | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:46        | 1        | 0:46        | 1        | 0:46        | 0:46        | 0:46        | 1        | 0:46        | 0:00        | 0:46        | 0        |
| G             | 1         | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:00        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>0:00</b> | <b>0:46</b> | <b>1</b> | <b>0:46</b> | <b>1</b> | <b>0:46</b> | <b>0:46</b> | <b>0:46</b> | <b>1</b> | <b>0:46</b> | <b>0:00</b> | <b>0:46</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:06:00 PM

Created: 3/16/04 3:26:50 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

| Landing       | Car Calls | Up       | Hall Calls  |          |             | Total    | Avg Time    | Express  |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           |          | Avg Time    | Down     | Avg Time    |          |             |          |
| 16            | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:09        | 1        | 0:09        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:09</b> | <b>1</b> | <b>0:09</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:06:00 PM Through 15-Mar-04 6:07:00 PM

Created: 3/16/04 3:33:33 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

| Landing       | Car Calls | -----    |             |          | Hall Calls  |          |             | -----    |  |  |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--|--|
|               |           | Up       | Avg Time    | Down     | Avg Time    | Total    | Avg Time    | Express  |  |  |
| 9             | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:05        | 1        | 0:05        | 0        |  |  |
| 7             | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 1:01        | 1        | 1:01        | 0        |  |  |
| 6             | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:51        | 1        | 0:51        | 0        |  |  |
| 5             | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:29        | 1        | 0:29        | 0        |  |  |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>4</b> | <b>0:36</b> | <b>4</b> | <b>0:36</b> | <b>0</b> |  |  |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:07:00 PM Through 15-Mar-04 6:08:00 PM

Created: 3/16/04 3:40:28 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

### Hall Calls

| Landing | Car Calls | Up |  |   | Down |  |   | Avg  |  |  | Total |  |  | Avg  |  |  | Express |  |  |
|---------|-----------|----|--|---|------|--|---|------|--|--|-------|--|--|------|--|--|---------|--|--|
|         |           |    |  |   |      |  |   | Time |  |  | Time  |  |  | Time |  |  | Time    |  |  |
| G       | 1         |    |  | 0 |      |  | 0 | 0:00 |  |  | 0     |  |  | 0:00 |  |  | 0       |  |  |
| -I      | 1         |    |  | 0 |      |  | 0 | 0:00 |  |  | 0     |  |  | 0:00 |  |  | 0       |  |  |
| Totals  | 2         |    |  | 0 |      |  | 0 | 0:00 |  |  | 0     |  |  | 0:00 |  |  | 0       |  |  |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:08:00 PM Through 15-Mar-04 6:09:00 PM

Created: 3/16/04 3:46:42 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       |             |          | Down     |             |          | Express     |          |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------|
|               |           | Avg      | Time        | Total    | Avg      | Time        | Total    | Avg         | Time     | Total    |
| 19            | 0         | 1        | 0:17        | 0        | 0        | 0:00        | 1        | 0:17        | 0        | 0        |
| 15            | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 1        | 1:33        | 1        | 1:33        | 0        | 0        |
| 7             | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>1</b> | <b>0:17</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1:33</b> | <b>2</b> | <b>0:55</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:09:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 3:54:54 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up   |    |          | Down |    |          | Avg         |          |             | Total    |          |             | Avg         |          |             | Express  |
|---------------|-----------|------|----|----------|------|----|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           | From | To | Count    | From | To | Count    | Time        | Count    | Time        | Time     | Count    | Time        | Time        | Count    | Time        |          |
| 10            | 0         |      |    | 0        |      |    | 1        | 0:00        | 1        | 1:16        | 1        | 1        | 1:16        | 1:16        | 1        | 0:34        | 0        |
| 9             | 0         |      |    | 0        |      |    | 1        | 0:00        | 1        | 0:34        | 1        | 1        | 0:34        | 0:34        | 1        | 0:34        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  |      |    | <b>0</b> |      |    | <b>2</b> | <b>0:00</b> | <b>2</b> | <b>0:56</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0:56</b> | <b>0:56</b> | <b>2</b> | <b>0:56</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:06:00 PM

Created: 3/16/04 3:28:06 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       |          |             | Down     |             |             | Express  |             |          |
|---------------|-----------|----------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           |          |          | Avg         |          |             | Avg         |          |             |          |
|               |           | From     | To       | Time        | Total    | Avg         | Time        | Total    | Avg         | Time     |
| 21            | 0         | 0        | 0        | 0:00        | 1        | 0:28        | 0:28        | 1        | 0:28        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:28</b> | <b>0:28</b> | <b>1</b> | <b>0:28</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:06:00 PM Through 15-Mar-04 6:07:00 PM

Created: 3/16/04 3:35:00 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

| Landing       | Car Calls | Up       |             |          | Down        |             |          | Hall Calls  |             |          | Express     |             |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|
|               |           | Avg      | Time        | Total    | Avg         | Time        | Total    | Avg         | Time        | Total    | Avg         | Time        | Total    |
| 19            | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:19        | 0:00        | 1        | 0:19        | 0:00        | 1        | 0:19        | 0:00        | 0        |
| 10            | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:19</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:19</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:19</b> | <b>0:00</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:07:00 PM Through 15-Mar-04 6:08:00 PM

Created: 3/16/04 3:41:27 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

| Landing       | Car Calls | -----    |             |          | Hall Calls  |          |             | -----    |  |  |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--|--|
|               |           | Up       | Avg Time    | Down     | Avg Time    | Total    | Avg Time    | Express  |  |  |
| 9             | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:48        | 1        | 0:48        | 0        |  |  |
| G             | 1         | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        |  |  |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:48</b> | <b>1</b> | <b>0:48</b> | <b>0</b> |  |  |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:08:00 PM Through 15-Mar-04 6:09:00 PM

Created: 3/16/04 3:47:44 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       |             |          | Down        |          |             | Express  |             |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           | Avg      | Time        | Total    | Avg         | Time     | Total       | Avg      | Time        | Total    |
| 21            | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:30        | 1        | 0:30        | 0        | 0:30        | 1        |
| 20            | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:49        | 1        | 0:49        | 0        | 0:49        | 1        |
| 19            | 0         | 0        | 0:00        | 1        | 0:04        | 1        | 0:04        | 0        | 0:04        | 1        |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>3</b> | <b>0:28</b> | <b>3</b> | <b>0:28</b> | <b>0</b> | <b>0:28</b> | <b>3</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:09:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 3:56:00 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       |             |      | Down     |             |      | Express  |             |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|------|----------|-------------|------|----------|-------------|----------|
|               |           |          | Avg         | Time |          | Avg         | Time |          | Avg         | Time     |
| 19            | 0         | 0        | 0:00        |      | 1        | 0:04        |      | 1        | 0:04        | 0        |
| 18            | 0         | 0        | 0:00        |      | 1        | 0:08        |      | 1        | 0:08        | 0        |
| 17            | 1         | 0        | 0:00        |      | 0        | 0:00        |      | 0        | 0:00        | 0        |
| 16            | 0         | 0        | 0:00        |      | 1        | 0:06        |      | 1        | 0:06        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> |      | <b>3</b> | <b>0:06</b> |      | <b>3</b> | <b>0:06</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:07:00 PM Through 15-Mar-04 6:08:00 PM

Created: 3/16/04 3:42:31 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 8 To 8

| Landing       | Car Calls | Hall Calls |             |          |             | Express  |
|---------------|-----------|------------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           | Up         | Avg Time    | Down     | Avg Time    |          |
| 20            | 0         | 0          | 0:00        | 1        | 0:31        | 0        |
| 14            | 0         | 0          | 0:00        | 1        | 0:36        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>   | <b>0:00</b> | <b>2</b> | <b>0:34</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:08:00 PM Through 15-Mar-04 6:09:00 PM

Created: 3/16/04 3:48:45 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 8 To 8

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       |             |      | Down     |             |      | Express  |             |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|------|----------|-------------|------|----------|-------------|----------|
|               |           |          | Avg         | Time |          | Avg         | Time |          | Avg         | Time     |
| 12            | 0         | 0        | 0:00        |      | 1        | 0:33        |      | 1        | 0:33        | 0        |
| 9             | 0         | 0        | 0:00        |      | 1        | 1:10        |      | 1        | 1:10        | 0        |
| 6             | 0         | 0        | 0:00        |      | 1        | 0:44        |      | 1        | 0:44        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0:00</b> |      | <b>3</b> | <b>0:49</b> |      | <b>3</b> | <b>0:49</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:09:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 3:58:15 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 8 To 8

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       | Avg         |             |             | Down     |             |          | Avg         |             |             | Total    |             |          | Avg         |             |             | Express  |             |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           |          | Time        | Time        | Time        | Time     | Time        | Time     | Time        | Time        | Time        | Time     | Time        | Time     | Time        | Time        | Time        | Time     | Time        | Time     |
| G             | 1         | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        |
| -1            | 1         | 1        | 0:08        | 0:08        | 0:08        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0:00        | 0:00        | 1        | 0:00        | 1        | 0:08        | 0:08        | 0:08        | 0        | 0:08        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>2</b>  | <b>1</b> | <b>0:08</b> | <b>0:08</b> | <b>0:08</b> | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>0:00</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:08</b> | <b>0:08</b> | <b>0:08</b> | <b>0</b> | <b>0:08</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:06:00 PM

Created: 3/16/04 3:30:07 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up |  |          | Down |  |          | Avg         |  |  | Total    |  |  | Avg         |  |  | Express  |  |  |
|---------------|-----------|----|--|----------|------|--|----------|-------------|--|--|----------|--|--|-------------|--|--|----------|--|--|
|               |           |    |  |          |      |  |          | Time        |  |  | Time     |  |  | Time        |  |  | Time     |  |  |
| G             | 1         |    |  | 0        |      |  | 0        | 0:00        |  |  | 0        |  |  | 0:00        |  |  | 0        |  |  |
| -1            | 1         |    |  | 0        |      |  | 0        | 0:00        |  |  | 0        |  |  | 0:00        |  |  | 0        |  |  |
| <b>Totals</b> | <b>2</b>  |    |  | <b>0</b> |      |  | <b>0</b> | <b>0:00</b> |  |  | <b>0</b> |  |  | <b>0:00</b> |  |  | <b>0</b> |  |  |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:06:00 PM Through 15-Mar-04 6:07:00 PM

Created: 3/16/04 3:37:04 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

### Hall Calls

| Landing | Car Calls | Up  |      |      | Down |      |      | Avg |      |      | Total |      |      | Avg |      |      | Express |
|---------|-----------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|------|------|-----|------|------|---------|
|         |           | Car | Time | Avg  | Car  | Time | Avg  | Car | Time | Avg  | Car   | Time | Avg  | Car | Time | Avg  |         |
| 14      | 0         | 0   | 0:00 | 0:00 | 1    | 0:34 | 0:34 | 1   | 0:34 | 0:34 | 1     | 0:34 | 0:34 | 1   | 0:34 | 0:34 | 0       |
| Totals  | 0         | 0   | 0:00 | 0:00 | 1    | 0:34 | 0:34 | 1   | 0:34 | 0:34 | 1     | 0:34 | 0:34 | 1   | 0:34 | 0:34 | 0       |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:07:00 PM Through 15-Mar-04 6:08:00 PM

Created: 3/16/04 3:43:34 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

| Landing       | Car Calls | Up    |          |             | Down     |             |          | Hall Calls  |          |             | Express  |             |          |
|---------------|-----------|-------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|               |           | ----- |          |             | -----    |             |          | -----       |          |             | -----    |             |          |
|               |           | Avg   | Time     |             | Avg      | Time        |          | Avg         | Time     |             | Avg      | Time        |          |
| 10            | 0         |       | 0        | 0:00        | 1        | 0:05        | 1        | 0:05        | 1        | 0:05        | 0        | 0:05        | 0        |
| G             | 1         |       | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        | 0:00        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  |       | <b>0</b> | <b>0:00</b> | <b>1</b> | <b>0:05</b> | <b>1</b> | <b>0:05</b> | <b>1</b> | <b>0:05</b> | <b>0</b> | <b>0:05</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:08:00 PM Through 15-Mar-04 6:09:00 PM

Created: 3/16/04 3:50:23 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up   |    |          | Down |    |             | Avg      |             |          | Total       |          |             | Avg      |             |          | Express  |          |          |
|---------------|-----------|------|----|----------|------|----|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|
|               |           | From | To | Time     | From | To | Time        | Time     | Time        | Time     | Time        | Time     | Time        | Time     | Time        | Time     | Time     | Time     | Time     |
| 19            | 0         |      |    | 0        |      |    | 0:00        | 1        | 0:55        | 1        | 0:55        | 1        | 0:55        | 0        | 0:55        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 18            | 0         |      |    | 0        |      |    | 0:00        | 1        | 0:13        | 1        | 0:13        | 1        | 0:13        | 0        | 0:13        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>0</b>  |      |    | <b>0</b> |      |    | <b>0:00</b> | <b>2</b> | <b>0:34</b> | <b>2</b> | <b>0:34</b> | <b>2</b> | <b>0:34</b> | <b>0</b> | <b>0:34</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Performance Registration Times Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:09:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 3:59:15 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

### Hall Calls

| Landing       | Car Calls | Up       |          |          | Down     |          |          | Avg         |             |             | Total    |          |          | Avg         |          |          | Express  |
|---------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|
|               |           |          |          |          |          |          |          | Time        |             |             |          |          |          | Time        |          |          |          |
| 11            | 0         |          |          | 0        |          |          | 1        | 0:05        |             |             | 1        |          |          | 0:05        |          |          | 0        |
| G             | 1         |          |          | 1        |          |          | 0        | 0:31        |             |             | 1        |          |          | 0:31        |          |          | 0        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>  | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0:31</b> | <b>0:05</b> | <b>0:18</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0:18</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:16:18 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

| From / To | -1    | G    | A    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9 | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|-------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 19        | 33.4  | -    | -    | -    | -    | -    | 78.3  | - | -    | -    | -    | -    | -    | 14.9 | -    | -    |
| 20        | 77.1  | 66.1 | -    | -    | -    | -    | 103.6 | - | -    | -    | -    | -    | 17.5 | -    | -    | -    |
| 21        | 188.4 | 91.9 | 43.4 | 46.0 | 53.5 | 64.6 | 48.9  | - | 51.2 | 66.0 | 31.3 | 47.7 | 42.0 | 34.9 | 27.6 | 28.7 |

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:14:49 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| From / To | -1   | G    | A    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| -1        | -    | 15.9 | 17.2 | 28.6 | -    | 35.3 | 60.3 | 41.9 | 43.8 | 51.3 | 94.2 | 48.2 | 39.7 | 62.4 | 49.0 | 60.2 |
| G         | 12.6 | -    | -    | 22.9 | 29.8 | 39.6 | 47.9 | 43.9 | 56.1 | 81.8 | 76.1 | 78.4 | 86.5 | 79.0 | 68.8 | 90.5 |
| A         | -    | -    | -    | 16.0 | 21.6 | 25.3 | 20.8 | -    | 21.5 | -    | 93.6 | -    | 25.3 | 45.2 | 72.1 | -    |
| 2         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 46.9 | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 5         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 34.7 | 94.8 | -    |
| 6         | 32.7 | 19.3 | 17.5 | 13.3 | -    | 12.2 | -    | -    | 35.0 | -    | 33.2 | -    | -    | -    | 21.3 | -    |
| 7         | 34.6 | 32.0 | 15.5 | -    | 9.1  | -    | 9.4  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 19.7 | -    |
| 8         | 34.7 | 26.3 | 19.8 | 12.2 | -    | 12.6 | -    | 11.8 | -    | -    | -    | -    | -    | 17.7 | 22.2 | -    |
| 9         | -    | 21.9 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 37.3 | -    | -    | -    | 22.3 | -    |
| 10        | -    | -    | -    | 18.5 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 11        | 37.8 | 30.2 | -    | -    | 12.3 | -    | -    | 12.2 | 14.0 | -    | 9.8  | -    | -    | -    | 13.8 | -    |
| 12        | 38.9 | 41.4 | 21.2 | 17.9 | 18.3 | -    | -    | -    | 23.6 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 13        | -    | -    | 41.3 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 14        | -    | 85.1 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 15        | 47.0 | 35.3 | -    | 48.5 | -    | -    | 20.2 | -    | -    | -    | -    | 14.5 | -    | -    | 10.3 | 23.1 |
| 16        | 58.7 | 41.9 | -    | 70.6 | -    | -    | -    | -    | -    | 17.3 | -    | 30.8 | 17.3 | -    | -    | 8.4  |

Note: 0 EMS Interruptions during the Survey Duration.

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:14:59 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| From / To | -1   | G    | A    | 5     | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-----------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 17        | -    | 36.7 | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 18        | -    | 33.7 | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 19        | 77.8 | 69.1 | 45.2 | 46.9  | 54.9 | 23.7 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 15.6 | 14.2 |
| 20        | 96.0 | 58.6 | -    | -     | -    | -    | -    | 21.8 | 21.1 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 21        | -    | 87.3 | 96.4 | 148.4 | -    | 58.0 | 47.1 | 59.9 | 62.6 | 51.0 | 39.4 | 35.5 | 51.3 | 33.5 | 25.6 | 21.9 |

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:17:34 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

| From / To | -1   | G    | A    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13    | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| -1        | -    | 14.2 | -    | 26.1 | 23.5 | 33.3 | 42.1 | 44.0 | 46.0 | 54.9 | 58.6 | 108.6 | 29.0 | 69.3 | 30.9 | 66.7 |
| G         | 12.2 | -    | -    | 24.3 | 32.8 | 39.6 | 45.7 | 40.0 | 55.2 | 66.9 | 81.2 | 82.7  | 86.3 | 77.8 | 65.5 | 79.3 |
| A         | -    | -    | -    | 17.7 | 20.9 | 38.8 | 21.1 | 21.3 | 22.2 | -    | 58.4 | 57.7  | -    | 27.4 | -    | -    |
| 5         | 20.6 | 20.9 | 16.4 | -    | 14.0 | -    | 30.0 | 16.0 | 14.7 | 43.5 | 34.8 | -     | -    | 73.4 | -    | -    |
| 6         | 43.2 | 25.9 | 21.9 | 10.9 | -    | -    | -    | 26.4 | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    |
| 7         | 37.8 | 23.7 | 27.9 | -    | -    | -    | 11.4 | -    | -    | -    | -    | 52.5  | -    | -    | -    | -    |
| 8         | 39.9 | 24.7 | -    | -    | -    | 13.1 | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 32.1 | 46.6 | -    | -    |
| 9         | 64.0 | 41.1 | 22.5 | -    | -    | -    | 11.1 | -    | 8.6  | 34.2 | -    | -     | -    | -    | -    | -    |
| 10        | 69.2 | 32.8 | -    | 18.6 | 16.0 | -    | 12.8 | -    | -    | 11.2 | 22.1 | -     | -    | -    | -    | 32.3 |
| 11        | 39.8 | 44.0 | 55.9 | -    | -    | -    | -    | 21.0 | 11.5 | -    | -    | -     | -    | -    | 16.8 | -    |
| 12        | -    | 39.7 | 52.3 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 4.4   | -    | -    | -    | -    |
| 13        | 29.6 | 30.8 | -    | -    | -    | 13.6 | -    | -    | -    | 11.2 | 12.0 | -     | 12.6 | 13.1 | 13.3 | 30.8 |
| 14        | 63.7 | 48.2 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 14.3 | 8.9   | -    | 11.9 | 12.9 | -    |
| 15        | 60.3 | 75.1 | 59.4 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 14.3  | 10.3 | -    | 15.7 | -    |
| 16        | 57.3 | 54.1 | 25.4 | 36.5 | -    | -    | 53.4 | -    | -    | 16.6 | -    | -     | 12.8 | -    | -    | -    |
| 17        | 74.5 | 61.6 | 67.0 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 30.0  | -    | 12.6 | 10.3 | -    |

Note: 0 EMS Interruptions during the Survey Duration.

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:17:43 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

| From / To | -1    | G     | A    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 18        | 77.4  | 46.5  | -    | 42.2 | -    | -    | -    | -    | -    | 18.2 | -    | -    | -    | -    | -    | 13.3 |
| 19        | 58.2  | 69.3  | 65.8 | 89.5 | -    | 54.9 | -    | -    | 21.4 | -    | -    | -    | 16.9 | -    | 14.1 | 30.0 |
| 20        | 100.2 | 82.7  | -    | -    | -    | -    | -    | 52.8 | -    | -    | -    | 35.5 | -    | -    | 30.9 | 14.2 |
| 21        | 169.2 | 103.8 | -    | 86.5 | 92.4 | 84.8 | 70.4 | 55.8 | 51.4 | 53.7 | 47.9 | 30.5 | 22.3 | 37.8 | 24.9 | 21.9 |

# Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:21:17 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

| From / To | -1   | G    | A    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15    | 16   | 17    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| -1        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 25.4 | -    | 74.3  | 28.8  | -    | -     |
| G         | -    | -    | -    | 26.3 | 35.0 | 35.4 | 51.5 | 50.1 | 62.5 | 57.2 | 89.9 | 99.1 | 117.6 | 125.1 | 97.5 | 118.0 |
| A         | -    | -    | -    | 18.7 | 18.9 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 5         | -    | -    | 18.8 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 6         | -    | 19.2 | 16.9 | 10.6 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 7         | 67.9 | 19.9 | -    | -    | -    | -    | 12.4 | -    | 14.1 | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 8         | 19.3 | 35.0 | -    | -    | -    | 12.8 | -    | 12.8 | -    | -    | -    | -    | -     | 16.5  | 17.6 | -     |
| 9         | 76.1 | 31.1 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 10        | 24.8 | 23.8 | -    | -    | -    | 17.8 | -    | -    | -    | -    | 13.6 | -    | -     | -     | -    | -     |
| 11        | 26.3 | 50.0 | 21.2 | -    | -    | -    | -    | -    | 10.4 | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 12        | 29.5 | 34.0 | -    | -    | 30.6 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 13        | 67.8 | 26.1 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 13.7  | 33.3 | 54.4  |
| 14        | 39.7 | 48.4 | -    | -    | 36.0 | -    | 33.8 | -    | -    | -    | -    | 12.3 | -     | -     | -    | -     |
| 15        | 93.0 | 45.3 | 80.8 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 16        | -    | 33.7 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 15.9 | -    | -    | -     | -     | -    | -     |
| 17        | 33.3 | 37.2 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 16.8 | -    | -    | -     | -     | -    | -     |

Note: 0 EMS Interruptions during the Survey Duration.

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:21:27 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

| From / To | -1   | G    | A    | 5 | 6    | 7    | 8    | 9 | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-----------|------|------|------|---|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 18        | -    | 49.9 | 30.6 | - | -    | -    | -    | - | -    | -    | -    | -    | 29.0 | -    | -    | -    |
| 19        | -    | 53.4 | -    | - | -    | -    | 22.6 | - | -    | -    | -    | -    | 12.5 | 15.5 | -    | -    |
| 20        | 37.1 | 94.7 | -    | - | -    | -    | -    | - | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 21        | -    | 72.8 | -    | - | 45.7 | 57.8 | 66.0 | - | 38.4 | 23.0 | 52.3 | 25.3 | 49.9 | 16.1 | 53.6 | 28.6 |

# Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:19:32 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 8 To 8

| From / To | -1   | G    | A    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13    | 14   | 15    | 16   | 17   |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| -1        | -    | 12.3 | -    | 31.4 | 29.3 | 37.6 | 49.5 | 31.3 | 44.7 | 57.7 | 73.2 | 82.3  | 75.7 | 104.8 | 80.3 | 87.9 |
| G         | 36.1 | -    | 12.8 | 27.4 | 27.0 | 28.6 | 43.5 | 47.3 | 42.7 | 55.5 | 58.6 | 111.3 | 71.8 | 56.1  | 62.1 | 79.6 |
| A         | 15.4 | 9.4  | -    | 17.9 | 22.1 | 21.3 | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | 39.9  | 52.1 | -    |
| 5         | 22.2 | 19.0 | 17.5 | -    | 13.3 | -    | -    | 30.2 | 67.7 | -    | 18.7 | -     | -    | -     | -    | -    |
| 6         | -    | 26.3 | 21.0 | 13.1 | -    | -    | -    | -    | 14.2 | -    | -    | -     | -    | -     | 17.4 | -    |
| 8         | 36.2 | 26.0 | 26.2 | 13.7 | 10.6 | 11.9 | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -     | -    | -    |
| 9         | 59.6 | 28.4 | 33.2 | 27.6 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -     | -    | -    |
| 11        | -    | 94.1 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -     | -    | -    |
| 12        | 46.9 | 24.9 | 24.6 | -    | 18.1 | -    | 15.2 | -    | 22.4 | 11.8 | -    | -     | -    | -     | -    | -    |
| 13        | 49.2 | 41.9 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 10.9 | 12.7  | -    | -    |
| 14        | 35.1 | 50.0 | -    | -    | -    | -    | 32.2 | -    | -    | -    | -    | 13.1  | -    | 11.8  | 13.6 | -    |
| 16        | 31.1 | 50.6 | 26.6 | -    | -    | 21.8 | -    | -    | -    | -    | -    | 15.3  | 13.3 | -     | -    | -    |
| 17        | 34.2 | 65.2 | -    | -    | -    | -    | 38.5 | 35.8 | -    | -    | -    | -     | -    | -     | -    | -    |
| 18        | 74.4 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -     | -    | -    |
| 19        | -    | -    | 84.4 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -     | -    | -    |
| 20        | 90.0 | 56.2 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -     | -    | 14.7 |

Note: 0 EMS Interruptions during the Survey Duration.

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:19:42 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 8 To 8

| From / To | -1   | G    | A | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15 | 16   | 17   |
|-----------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|
| 21        | 58.5 | 80.6 | - | 28.1 | 55.5 | 56.6 | 41.5 | 39.3 | 47.0 | 53.7 | 56.9 | 38.3 | 37.7 | -  | 24.3 | 19.7 |

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:23:13 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

| From / To | -1   | G     | A    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17   |
|-----------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| -1        | -    | -     | -    | -    | -    | 30.8 | 54.4 | 50.9 | -    | -    | 122.0 | 150.9 | -     | 175.2 | 111.9 | -    |
| G         | 24.0 | -     | -    | 28.4 | 36.0 | 42.2 | 56.6 | 43.9 | 58.2 | 64.7 | 76.2  | 75.6  | 108.9 | 92.0  | 69.8  | 99.4 |
| A         | -    | 14.7  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -    |
| 6         | 39.1 | 23.9  | 21.7 | 12.9 | -    | -    | -    | -    | 17.3 | 18.4 | 28.1  | -     | 23.8  | -     | 25.9  | -    |
| 7         | 41.2 | 31.0  | 20.5 | 33.4 | -    | -    | 13.5 | 45.1 | 23.5 | 56.1 | -     | -     | -     | -     | 29.1  | -    |
| 9         | 75.8 | 30.7  | -    | 30.1 | 15.5 | -    | 10.5 | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | 20.2  | -    |
| 10        | 55.0 | 38.6  | 25.6 | 21.6 | 35.0 | 18.7 | -    | -    | -    | 13.9 | 17.8  | -     | -     | -     | 20.3  | -    |
| 11        | 76.3 | 50.4  | -    | -    | -    | -    | -    | 15.1 | 13.2 | -    | 11.4  | 14.0  | -     | -     | 18.0  | -    |
| 12        | 30.3 | 33.1  | 28.1 | -    | -    | -    | -    | -    | 23.2 | -    | -     | 12.1  | 21.7  | -     | -     | -    |
| 13        | 32.4 | 110.4 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -    |
| 14        | 54.7 | 49.4  | 28.0 | -    | -    | 18.9 | -    | -    | -    | -    | -     | 11.6  | -     | -     | 16.4  | 16.6 |
| 15        | 53.1 | 38.8  | -    | 42.2 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 16.3  | 13.5  | -     | 13.5  | 17.1 |
| 16        | 31.0 | 51.2  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     | 12.5 |
| 17        | 79.4 | 31.3  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -    |
| 18        | 84.8 | 72.4  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     | 28.3  | 13.7 |
| 19        | 53.7 | 65.2  | 61.2 | 72.9 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 19.8  | 40.7  | 18.0  | 31.5  | 32.6 |

Note: 0 EMS Interruptions during the Survey Duration.

# Car Registration Report

Isbank Genel Mudurlugu IA

Building: From 15-Mar-04 8:30:00 AM Through 15-Mar-04 8:35:00 PM

Survey Duration: 3/16/04 4:23:22 PM

Created: ORTA BLOK (2)

| Cars:     | From | 9    | To   | 9     | 6 | 7    | 8    | 9 | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|-----------|------|------|------|-------|---|------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| From / To | -1   | G    | A    | 5     | 6 | 7    | 8    | 9 | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
| 20        | 87.3 | 70.0 | -    | -     | - | -    | -    | - | -    | -    | -    | 37.2 | -    | -    | -    | -    |
| 21        | 94.5 | 85.7 | 91.8 | 107.8 | - | 69.5 | 59.5 | - | 64.8 | 45.4 | 36.3 | 46.3 | 57.6 | 31.9 | 29.0 | 35.6 |

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 4:04:42 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

From / To G 7

|    |      |      |
|----|------|------|
| G  | -    | 17.9 |
| 8  | 51.2 | -    |
| 9  | 22.3 | -    |
| 16 | 68.7 | -    |

## Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 4:06:14 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| From / To | -1   | G    | 12   | 21   |
|-----------|------|------|------|------|
| 6         | 32.7 | -    | 33.2 | -    |
| 7         | -    | 37.7 | -    | 40.3 |
| 16        | -    | 49.9 | -    | -    |
| 20        | -    | 36.3 | -    | -    |

## Car Registration Report

Building:

Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration:

From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created:

3/16/04 4:08:22 PM

Group:

ORTA BLOK (2)

Cars:

From 6 To 6

| From / To | -1 | G | 7 |
|-----------|----|---|---|
|-----------|----|---|---|

|    |   |   |      |
|----|---|---|------|
| -1 | - | - | 23.4 |
|----|---|---|------|

|   |      |   |   |
|---|------|---|---|
| 7 | 69.8 | - | - |
|---|------|---|---|

|    |   |       |   |
|----|---|-------|---|
| 16 | - | 106.2 | - |
|----|---|-------|---|

Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 4:09:14 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 7 To 7

| From / To | G    | 10   | 17   |
|-----------|------|------|------|
| 19        | 53.4 | -    | -    |
| 21        | -    | 24.5 | 66.3 |

### Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 4:10:45 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 8 To 8

From / To -1 G

20 142.5 116.0

### Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:10:00 PM

Created: 3/16/04 4:11:30 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

From / To -1 G

|    |       |      |
|----|-------|------|
| 14 | -     | 58.8 |
| 18 | 116.7 | -    |
| 19 | -     | 70.6 |

# Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:40:00 AM Through 15-Mar-04 8:41:00 AM

Created: 3/16/04 2:13:30 PM Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2) Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9 Call Direction: Up & Down

| Floor Number | Hall Calls |      | Car Calls |      | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | Totals |
|--------------|------------|------|-----------|------|---|---|---|---|---|--------|
|              | Up         | Down | Up        | Down |   |   |   |   |   |        |
| -1           | 1          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 6            | 0          | 1    | 0         | 1    | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2      |
| 13           | 0          | 0    | 1         | 0    | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 15           | 0          | 1    | 0         | 1    | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2      |
| 17           | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1      |
| 18           | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1      |
| 19           | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1      |
| Totals       | 1          | 2    | 1         | 2    | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 9      |

# Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:41:00 AM Through 15-Mar-04 8:42:00 AM

Created: 3/16/04 2:15:42 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor Number | Hall Calls |      | Car Calls |      | 6 | 8 | 9 | Totals |
|--------------|------------|------|-----------|------|---|---|---|--------|
|              | Up         | Down | Up        | Down |   |   |   |        |
| A            | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 1      |
| 6            | 0          | 0    | 1         | 0    | 0 | 1 | 0 | 2      |
| 7            | 0          | 0    | 1         | 0    | 1 | 0 | 0 | 2      |
| 8            | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 0 | 0 | 1      |
| 9            | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 1 | 0 | 2      |
| Totals       | 0          | 0    | 2         | 0    | 3 | 2 | 1 | 8      |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:42:00 AM Through 15-Mar-04 8:43:00 AM

Created: 3/16/04 2:22:46 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |      | Car Calls |   |   |   |   |   |    | Totals |
|-----------------|------------|------|-----------|---|---|---|---|---|----|--------|
|                 | Up         | Down | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |    |        |
| 5               | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1  |        |
| 6               | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2  |        |
| 9               | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2  |        |
| 10              | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1  |        |
| 11              | 0          | 0    | 1         | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3  |        |
| 12              | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 13              | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 14              | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2  |        |
| 15              | 0          | 0    | 1         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2  |        |
| 16              | 0          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2  |        |
| 17              | 0          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 19              | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1  |        |
| Totals          | 0          | 0    | 4         | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 | 19 |        |

# Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:43:00 AM Through 15-Mar-04 8:44:00 AM

Created: 3/16/04 2:18:05 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor Number | Hall Calls |      | Car Calls |   |   |   |   |   |   |    |  | Totals |
|--------------|------------|------|-----------|---|---|---|---|---|---|----|--|--------|
|              | Up         | Down | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |   |    |  |        |
| 7            | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |   | 1  |  |        |
| 8            | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   | 1  |  |        |
| 9            | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   | 1  |  |        |
| 12           | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |   | 0  |  |        |
| 14           | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |   | 0  |  |        |
| 16           | 0          | 0    | 1         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |   | 0  |  |        |
| 17           | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |   | 0  |  |        |
| 18           | 0          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |   | 0  |  |        |
| 19           | 1          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |   | 0  |  |        |
| 20           | 0          | 0    | 1         | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |   | 0  |  |        |
| 21           | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |   | 0  |  |        |
| Totals       | 1          | 1    | 2         | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 16 |  |        |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 8:44:00 AM Through 15-Mar-04 8:45:00 AM

Created: 3/16/04 2:27:34 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |      | Car Calls |      | 7 | 8 | 9 | Totals |
|-----------------|------------|------|-----------|------|---|---|---|--------|
|                 | Up         | Down | Up        | Down |   |   |   |        |
| G               | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 1 | 0 | 1      |
| 6               | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 0 | 0 | 1      |
| 7               | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 0 | 0 | 1      |
| 8               | 0          | 0    | 1         | 0    | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 10              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 1      |
| 14              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 1      |
| 15              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 1      |
| Totals          | 0          | 0    | 1         | 0    | 2 | 1 | 3 | 7      |

# Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:30:00 PM Through 15-Mar-04 1:31:00 PM

Created: 3/16/04 2:30:23 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |      | Car Calls |      | 6 | 8 | 9 | Totals |
|-----------------|------------|------|-----------|------|---|---|---|--------|
|                 | Up         | Down | Up        | Down |   |   |   |        |
| 6               | 0          | 1    | 0         | 0    | 1 | 1 | 0 | 3      |
| 7               | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 1 | 0 | 1      |
| 8               | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 1 | 0 | 1      |
| 12              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 1      |
| 13              | 0          | 0    | 1         | 0    | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 14              | 0          | 0    | 1         | 0    | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 15              | 0          | 0    | 1         | 0    | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 17              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 1      |
| 18              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 0 | 1 | 1      |
| Totals          | 0          | 1    | 3         | 1    | 1 | 3 | 3 | 11     |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:31:00 PM Through 15-Mar-04 1:32:00 PM

Created: 3/16/04 2:32:45 PM Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2) Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9 Call Direction: Up & Down

| Floor Number  | Hall Calls |          | Car Calls |          |          |          | Totals   |
|---------------|------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
|               | Up         | Down     | 4         | 5        | 6        | 8        |          |
| -1            | 1          | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 1        |
| G             | 0          | 0        | 0         | 0        | 0        | 1        | 1        |
| 5             | 0          | 0        | 1         | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 7             | 0          | 0        | 1         | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 8             | 0          | 0        | 0         | 0        | 1        | 0        | 1        |
| 16            | 0          | 0        | 0         | 0        | 1        | 0        | 1        |
| 17            | 0          | 0        | 0         | 1        | 0        | 0        | 1        |
| 20            | 0          | 0        | 0         | 1        | 0        | 0        | 1        |
| <b>Totals</b> | <b>1</b>   | <b>0</b> | <b>2</b>  | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>8</b> |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:32:00 PM Through 15-Mar-04 1:33:00 PM

Created: 3/16/04 2:34:58 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |      | Car Calls |   |   |   |   |   | Totals |
|-----------------|------------|------|-----------|---|---|---|---|---|--------|
|                 | Up         | Down | 4         | 5 | 6 | 8 | 9 |   |        |
| 5               | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1      |
| 6               | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1      |
| 7               | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2      |
| 8               | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2      |
| 10              | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 12              | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 13              | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 17              | 0          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 18              | 0          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| Totals          | 0          | 0    | 4         | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11     |

## Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:33:00 PM Through 15-Mar-04 1:34:00 PM

Created: 3/16/04 2:37:03 PM Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2) Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9 Call Direction: Up & Down

| Floor Number | Hall Calls |      | Car Calls |   |   |   |   |    |  | Totals |
|--------------|------------|------|-----------|---|---|---|---|----|--|--------|
|              | Up         | Down | 4         | 5 | 6 | 8 | 9 |    |  |        |
| 7            | 0          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 1 | 2  |  |        |
| 8            | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  |  |        |
| 10           | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 1 | 1  |  |        |
| 11           | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 1 | 2  |  |        |
| 12           | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 1 | 2  |  |        |
| 13           | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 1  |  |        |
| 14           | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 1 | 0 | 2  |  |        |
| 15           | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 1 | 0 | 2  |  |        |
| 19           | 0          | 0    | 1         | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |  |        |
| Totals       | 0          | 0    | 3         | 2 | 1 | 4 | 4 | 14 |  |        |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:34:00 PM Through 15-Mar-04 1:35:00 PM

Created: 3/16/04 2:39:14 PM Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2) Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9 Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |      | Car Calls |      | 5 | 6 | 8 | 9 | Totals |
|-----------------|------------|------|-----------|------|---|---|---|---|--------|
|                 | Up         | Down | Up        | Down |   |   |   |   |        |
| 8               | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 1 | 0 | 0 | 1      |
| 10              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 1 | 0 | 0 | 1      |
| 11              | 0          | 0    | 0         | 0    | 0 | 1 | 0 | 0 | 1      |
| 13              | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 16              | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 18              | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 0 | 1 | 0 | 2      |
| 19              | 0          | 0    | 0         | 0    | 1 | 0 | 1 | 1 | 3      |
| 21              | 0          | 1    | 0         | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| Totals          | 0          | 1    | 0         | 0    | 4 | 3 | 2 | 1 | 11     |

Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:30:00 PM Through 15-Mar-04 1:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:29:50 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 4 To 4

| From / To |  | 5    | 7    | 8   | 10   | 12   | 13   | 14   | 15   | 19    |
|-----------|--|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|
| G         |  | 30.2 | 46.3 | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -     |
| 7         |  | -    | -    | 8.8 | 30.1 | 46.6 | 67.8 | 72.1 | 89.5 | 110.6 |

ar Registration Report

ilding: Isbank Genel Mudurlugu IA

urvey Duration: From 15-Mar-04 1:30:00 PM Through 15-Mar-04 1:35:00 PM

eated: 3/16/04 4:27:11 PM

roup: ORTA BLOK (2)

ars: From 5 To 5

| From / To | 7    | 8    | 11   | 13   | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| G         | 43.8 | 54.0 | 76.7 | 99.0 | 100.6 | 122.9 | 117.9 | 131.1 | 141.6 | 155.7 | 150.6 |

Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:30:00 PM Through 15-Mar-04 1:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:27:11 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 5 To 5

| From / To | 7    | 8    | 11   | 13   | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| G         | 43.8 | 54.0 | 76.7 | 99.0 | 100.6 | 122.9 | 117.9 | 131.1 | 141.6 | 155.7 | 150.6 |

Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:30:00 PM Through 15-Mar-04 1:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:30:44 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 6 To 6

| From / To | 6    | 7    | 8    | 10   | 11   | 16   | 17    | 18    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| G         | 31.9 | 34.7 | 54.5 | 62.6 | 84.1 | 89.7 | 109.3 | 109.5 |

# Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:30:00 PM Through 15-Mar-04 1:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:32:25 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 8 To 8

| From / To | G    | 6    | 7    | 8    | 12   | 13   | 14    | 15    | 18    | 19    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| -1        | -    | -    | 25.5 | 55.2 | 81.3 | 88.2 | 103.7 | 127.0 | 140.0 | 158.7 |
| 6         | 18.9 | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     |
| 8         | -    | -    | 10.5 | -    | -    | -    | -     | -     | -     | -     |
| 21        | -    | 56.8 | -    | 26.4 | -    | -    | -     | -     | -     | -     |

Car Registration Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 1:30:00 PM Through 15-Mar-04 1:35:00 PM

Created: 3/16/04 4:33:14 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Cars: From 9 To 9

| From / To | 5    | 6    | 7    | 10   | 11    | 12    | 17    | 18    | 19    |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| G         | 22.1 | 52.8 | 78.2 | 93.5 | 108.7 | 115.8 | 126.3 | 136.1 | 159.0 |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu 1A

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:05:00 PM Through 15-Mar-04 6:06:00 PM

Created: 3/16/04 2:44:06 PM Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2) Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9 Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |          | Car Calls |          | 4        | 5        | 6        | 7        | 9        | Totals   |
|-----------------|------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                 | Up         | Down     | Up        | Down     |          |          |          |          |          |          |
| -1              | 0          | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        |
| G               | 0          | 0        | 0         | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 3        |
| 6               | 1          | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 7               | 1          | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 9               | 0          | 1        | 0         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 16              | 0          | 1        | 0         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 21              | 0          | 1        | 0         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| <b>Totals</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b> | <b>1</b>  | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>9</b> |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:06:00 PM Through 15-Mar-04 6:07:00 PM

Created: 3/16/04 2:46:16 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |      | Car Calls |   |   |   |   |   |    | Totals |
|-----------------|------------|------|-----------|---|---|---|---|---|----|--------|
|                 | Up         | Down | 4         | 5 | 6 | 7 | 9 |   |    |        |
| 5               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 6               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 7               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 9               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 10              | 0          | 0    | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1  |        |
| 12              | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 14              | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 16              | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 19              | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 21              | 0          | 0    | 0         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| Totals          | 0          | 7    | 0         | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 |        |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:07:00 PM Through 15-Mar-04 6:08:00 PM

Created: 3/16/04 2:48:35 PM

Group: ORTA BLOK (2)

Call Service Type: Normal & Express

Cars: From 4 To 9

Call Position: Front & Rear

Call Direction: Up & Down

| Floor<br>Number | Hall Calls |      | Car Calls |   |   |   |   |   |    | Totals |
|-----------------|------------|------|-----------|---|---|---|---|---|----|--------|
|                 | Up         | Down | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |    |        |
| -1              | 0          | 0    | 0         | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| G               | 0          | 0    | 1         | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5  |        |
| 5               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 6               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 7               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 8               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 9               | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 10              | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 14              | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| 20              | 0          | 1    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  |        |
| Totals          | 0          | 8    | 1         | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 14 |        |

### Hall and Car Call Landing Summary Report

Building: Isbank Genel Mudurlugu IA

Survey Duration: From 15-Mar-04 6:08:00 PM Through 15-Mar-04 6:09:00 PM

Created: 3/16/04 2:52:58 PM

Call Service Type: Normal & Express

Group: ORTA BLOK (2)

Call Position: Front & Rear

Cars: From 4 To 9

Call Direction: Up & Down

| Floor Number | Hall Calls |      | Car Calls |      | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Totals |
|--------------|------------|------|-----------|------|---|---|---|---|---|---|--------|
|              | Up         | Down | Up        | Down |   |   |   |   |   |   |        |
| -1           | 0          | 0    |           |      | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 6            | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 7            | 0          | 0    |           |      | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2      |
| 8            | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 9            | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 12           | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 15           | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 16           | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 18           | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 19           | 1          | 2    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3      |
| 20           | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 21           | 0          | 1    |           |      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1      |
| Totals       | 1          | 11   |           |      | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 15     |

**ÖZGEÇMİŞ**

|               |            |                                                                                                                         |
|---------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doğum tarihi  | 17.08.1974 |                                                                                                                         |
| Doğum yeri    | Şanlıurfa  |                                                                                                                         |
| Lise          | 1989-1991  | İstanbul Etiler Lisesi                                                                                                  |
| Lisans        | 1992-1996  | Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak.<br>Makine Mühendisliği Bölümü                                               |
| Yüksek Lisans | 1998-2000  | Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü<br>Makine Müh. Anabilim Dalı, Makina Malzemesi<br>ve İmalat Programı |
| Doktora       | 2001-2005  | Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü<br>Makine Müh. Anabilim Dalı, Konstrüksiyon Programı                 |

**Çalıştığı kurum(lar)**

|                   |                                              |
|-------------------|----------------------------------------------|
| 1996-1997         | KSI Klima Soğutma Ltd Şti.                   |
| 1998-Devam ediyor | YTÜ Mak.Fak.Konst.A.B.D. Araştırma Görevlisi |