

**GRUP ASANSÖR SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ İÇİN
OPTİMİZASYON VE TAHMİN TABANLI
ÇEVRESEL ZEKÂ UYGULAMASI**

Mehmet BAYĞIN

Yüksek Lisans Tezi

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAKÖSE

TEMMUZ-2013

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GRUP ASANSÖR SİSTEMLERİNİN KONTROLÜ İÇİN
OPTİMİZASYON VE TAHMİN TABANLI ÇEVRESEL ZEKÂ
UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet BAYĞIN

101129106

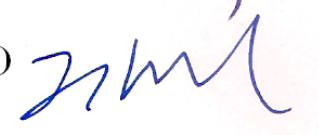
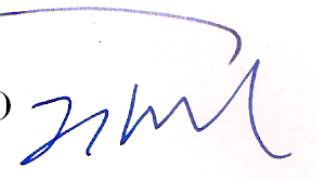
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 15.07.2013

Tezin Savunulduğu Tarih: 01.08.2013

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAKÖSE (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Erhan AKIN (F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Yavuz EROL (F.Ü)



ÖNSÖZ

Grup asansör sistemleri, ortaya çıktığı ilk zamandan beri sürekli olarak gelişmekte ve kullanıcılarına hızlı bir şekilde hizmet vermeyi sağlamaktadır. Grup asansör sistemlerinde yapılacak iyileştirmeler ile bu tür sistemler, bugün bulunduğu noktadan daha ileri hizmet derecelerine varacak ve çok daha akıllı hale geleceklerdir. Bu konudaki isteğimiz grup asansör sistemleri üzerine yapılacak çalışmaların artırılması ve özellikle günümüzdeki bilgisayarlı kontrol sistemlerinin, bu tip yapılar üzerinde daha etkin bir şekilde kullanılmasıdır.

Bu tez çalışmamda değerli vaktini bana harcayarak ve gerekli ortamı sağlayarak çalışmamın bitirilmesinde her türlü desteği veren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAKÖSE'ye çok teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmam boyunca bana destek olan, maddi ve manevi sıkıntılara katlanan sevgili eşime çok teşekkür ederim.

Mehmet BAYĞIN
ELAZIĞ - 2013

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLOLAR LİSTESİ	VIII
SEMBOLLER LİSTESİ	IX
KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Grup Asansör Sistemleri için Çevresel Zekâ	7
1.2. Literatür Özeti	8
1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı	13
1.4. Tezin Yapısı.....	14
2. GRUP ASANSÖR SİSTEMLERİ.....	16
2.1. Asansör Sistemlerinde Yolcu Davranışı	17
2.2. Asansör Sistemlerinin Trafik Durumu.....	19
2.3. Asansör Trafik Hesaplamaları	21
2.3.1. Kabin Seçimi	22
2.3.2. Hesaplamalar	25
2.3.3. Kabinlerin Enerji Tüketim Değerleri	29
2.4. Bölüm Değerlendirmesi.....	30
3. GRUP ASANSÖRLER İÇİN OPTİMİZASYON VE TAHMİN TABANLI YENİ BİR KONTROL YAKLAŞIMI	32
3.1. Optimizasyon Modülü.....	36
3.1.1. Yapay Bağışık Sistemler	38
3.1.2. Genetik Algoritmalar	42
3.1.3. DNA Hesaplama Algoritması	44
3.1.4. Önerilen Tahmin Algoritması	47

3.2. Bulanık Mantık Modülü	51
3.3. Karar Verme Modülü	53
3.4. Bölüm Değerlendirmesi.....	54
4. SİMÜLASYON SONUÇLARI	55
4.1. Bölüm Değerlendirmesi	75
5. SONUÇLAR.....	76
KAYNAKLAR	78
EKLER	83
ÖZGEÇMİŞ	90

ÖZET

Günümüzde sayıları gün geçtikçe artan yüksek katlı binalarda dikey taşımacılık hizmetinin sağlanabilmesi için bina içerisinde birden fazla asansör kabininin kullanımı bir zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle kullanıcılar açısından zaman ve enerji verimliliğinin önemli olduğu bu sistemler için yüksek performanslı kontrol algoritmaların geliştirilmesi kaçınılmaz bir gerçektir. Literatürde bu konu ile ilgili çeşitli çalışmalar olmasına karşın, tüm parametrelerin göz önüne alınamaması bu sistemlerde önemli konfor, zaman ve enerji kayıplarına sebep olabilmektedir.

Bu tez çalışmasında grup asansör sistemleri için optimizasyon ve tahmin tabanlı yeni bir çevresel zekâ uygulaması geliştirilmiştir. Birçok optimizasyon algoritmasının sonuçlarını bir tahmin algoritması ile birleştirerek sunan bu yaklaşım temel olarak kullanıcıların ortalama bekleme süresi, ortalama seyir süresi ve kabinlerin enerji tüketim değerlerinin dengelenmesini amaçlamaktadır. Farklı bina ve kabin karakteristiklerine göre geliştirilen algoritma ile elde edilen verimlilik çeşitli senaryolar üzerinden simülasyon sonuçları ile doğrulanmaktadır. Optimizasyon için kullanılan genetik algoritma, DNA hesaplama ve yapay bağışık sistem tarafından elde edilen sonuçlar ile bir tahmin algoritmasından elde edilen sonuçlar bulanık mantık kullanılarak birleştirilmiştir. Önerilen yeni yaklaşımın doğrulanması için 2-5 adet kabinli 10-20 katlı bina kombinasyonları kullanılarak farklı uygulama senaryolarında yaklaşık %20-25 zaman tasarrufu ve yaklaşık %10 enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Burada önemli olan nokta kullanılan enerjinin tüm kabinler arasında eşit kullanımını sağlamak olmuştur. Çünkü kabinlerin eşit oranda enerji tüketmeleri eşit oranda kullanıldıklarını, dolayısıyla mümkün olduğu kadar zaman açısından da optimum kullanıldığını gösterecektir. Bu nedenle tez kapsamında birçok optimizasyon algoritması ile tahmin algoritmasından elde edilen özellikler birlikte kullanılarak verimlilik sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Grup asansör sistemleri, Asansör kontrol sistemleri, Optimizasyon yöntemleri, Bulanık mantık, Tahmin algoritması

SUMMARY

Optimization and Estimation Based Ambient Intelligence Application for Control of Group Elevator Systems

In our day, usage of more than one elevator car has become a necessity to ensure the vertical transport service in terms of growing number of high-rise buildings. In these systems, particularly time and energy efficiency is important for elevator users, so the development of high-performance algorithms becomes an unavoidable reality. Although there are several studies in the literature about this subject, because all parameters could not be taken into consideration it may lead to loss of comfort, time and energy in these systems.

In this paper, application of optimization and new estimation based ambient intelligence for group elevator control systems were studied. This approach basically aims to balance the average waiting time and average transit time of users and energy consumption values of elevator cars by combining the results of many optimization algorithms and an estimation algorithm. The efficiency obtained by algorithm which is developed based on the characteristics of the different buildings and cars, is confirmed by the results of the simulation of various scenarios. Genetic algorithm, DNA computing and artificial immune system used for optimization and the results obtained by an estimation algorithm were combined by using fuzzy logic. The combinations of 2-5 cars and 10-20 floor buildings in various scenarios were used to verify the proposed new approach, so about 20%-25% time saving and nearly 10% energy savings have been obtained. The important point here, it is aimed to provide the use of current energy equally among all the cars. In this context, energy consumption on an equal basis of cars shows that they use energy at equal level, so it also shows the optimal usage as much as possible in terms of time. Therefore, in this thesis, the efficiency was provided by using many optimization algorithms and the properties obtained by estimation algorithms together.

Keywords: Group elevator systems, Elevator control systems, Optimization methods, Fuzzy logic, Estimation algorithm

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Hidrolik tahrikli asansör sistemi.....	2
Şekil 2. Mekanik tahrikli halatlı asansör sistemi.....	3
Şekil 3. FPGA tabanlı grup asansör sistemi	9
Şekil 4. Kendi kendine öğrenebilen bulanık mantık tabanlı grup asansör sistemi.....	10
Şekil 5. Kamera kontrollü grup asansör sistemi	11
Şekil 6. Tek hatta çift kabinli grup asansör sistemi	12
Şekil 7. 5 Kabinli örnek grup asansör sistemi	17
Şekil 8. Yolcu seyahat akışı.....	18
Şekil 9. Bina trafik yoğunluğu.....	20
Şekil 10. Önerilen yöntemin akış şeması	34
Şekil 11. Önerilen yaklaşım modülleri	36
Şekil 12. Negatif seçim algoritması.....	39
Şekil 13. Klonal seçim algoritması	39
Şekil 14. Genetik algoritma	42
Şekil 15. DNA hesaplama algoritması	45
Şekil 16. Önerilen tahmin algoritması	48
Şekil 17. Bulanık mantık modülü	51
Şekil 18. Bulanık mantık üyelik girişleri.....	52
Şekil 19. Üyelik çıkış fonksiyonu	53
Şekil 20. Kat sayısına göre çağrılar	56
Şekil 21. GA'nın yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı.....	57
Şekil 22. DNA hesaplamanın yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı	58
Şekil 23. Yapay bağışıklık sistemin yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı.....	59
Şekil 24. Tahmin algoritmasının yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı	60
Şekil 25. Genetik algoritmanın seyahat süresi üzerindeki performansı	62

Şekil 26. DNA hesaplama algoritmasının seyahat süresi üzerindeki performansı.....	63
Şekil 27. Yapay bağışıklık sistem algoritmasının seyahat süresi üzerindeki performansı ..	64
Şekil 28. Tahmin algoritmasının seyahat süresi üzerindeki performansı.....	65
Şekil 29. Genetik algoritma enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı ...	66
Şekil 30. DNA hesaplama algoritmasının enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı	67
Şekil 31. Yapay bağışıklık algoritmasının enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı	68
Şekil 32. Tahmin algoritmasının enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı	70
Şekil 33. Örnek bir yol güzergâhı.....	72
Şekil 34. Yukarı yönlü trafik durumu için adaptif ve geleneksel yöntemin karşılaştırılması	73
Şekil 35. Aşağı yönlü trafik durumu için adaptif ve geleneksel yöntemin karşılaştırılması	74
Şekil 36. Katlar arası trafik durumu için adaptif ve geleneksel yöntemin karşılaştırılması	74
Şekil 37. Gerçekleştirilen algoritmaların hesapsal işlem süreleri.....	75

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1. Asansör sistemlerinin tarihsel gelişimi	3
Tablo 2. Bina özellikleri	22
Tablo 3. Popülasyon tahmini	23
Tablo 4. Varış oranı değerleri.....	23
Tablo 5. Up-peak interval değerleri.....	24
Tablo 6. Farklı bina tiplerinde katlar arası seyahat süreleri	26
Tablo 7. Denklem parametreleri.....	27
Tablo 8. Kat çağrıları ve yönler.....	35
Tablo 9. Örnek kat ve kabin dağılımı	40
Tablo 10. GA gen değişim örneği	44
Tablo 11. Kabinlerin DNA dizilimi.....	46
Tablo 12. Örnek kabin paylaşımı	46
Tablo 13. Karar verme mekanizması.....	53
Tablo 14. Bina özellikleri	55
Tablo 15. Kabin özellikleri.....	56
Tablo 16. Genetik algoritmanın performansı (sn)	58
Tablo 17. DNA hesaplama algoritmasının performansı (sn).....	59
Tablo 18. Yapay bağışıklık sistem algoritmasının performansı (sn).....	60
Tablo 19. Tahmin algoritmasının performansı (sn).....	61
Tablo 20. Yolcuların ortalama bekleme süreleri	61
Tablo 21. GA seyahat süreleri	62
Tablo 22. DNA seyahat süreleri	63
Tablo 23. YBS seyahat süreleri	64
Tablo 24. TA seyahat süreleri	65
Tablo 25. Genetik algoritma enerji tüketim değerleri	66
Tablo 26. DNA hesaplama algoritması enerji tüketim değerleri.....	68

Tablo 27. Yapay bağışıklık sistem algoritması enerji tüketim değerleri	69
Tablo 28. Önerilen tahmin algoritmasının enerji tüketim değerleri	70
Tablo 29. Bulanık sistemden elde edilen sonuçlar	71
Tablo 30. Karar verme modülünden elde edilen sonuçlar	72

SEMBOLLER LİSTESİ

n^p	: Olası Yol Güzergâhı
H	: En Yüksek Dönüş Katı
t_v	: Katlar arası Seyahat Süresi
S	: Muhtemel Durak Sayısı
t_s	: Durma Zamanı
P	: Yolcu Sayısı
t_p	: Yolcu Transfer Süresi
CC	: Kabin Kapasitesi
N	: Kabin Sayısı
R	: Motor Oranı
ST	: Günlük Durma Sayısı
TP	: Genel Seyir Süresi
k	: Asansörün Bulunduğu Kat
l	: Asansörün Gideceği Hedef Kat
T_K	: İki Kat Arası Geçiş Süresi
T_D	: Kapı Açılış/Kapanış Süresi
α_1, α_2	: Denklem Ağırlıkları
A	: Adenin
G	: Guanin
C	: Sitozin
T	: Timin
Ψ_1	: Kabin Pozisyonu
Ψ_2	: Kat Çağrısı Pozisyonu
Ψ_3	: Bina Kat Sayısı

KISALTMALAR

RTT	: Round Trip Time
UPPINT	: Up-peak Interval
UPPHC	: Up-peak Handling Capacity
AWT	: Average Waiting Time
INT	: Interval
ATT	: Average Travel Time
AJT	: Average Journey Time
EC	: Energy Consumption
YBS	: Yapay Bağışık Sistemler
GA	: Genetik Algoritmalar
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
TA	: Tahmin Algoritması
NP	: Non-deterministic Polynominal Time

1. GİRİŞ

Asansörler, günlük yaşamda sıklıkla kullanılan ve genellikle insanları dikey doğrultuda bir noktadan başka bir noktaya taşımaya yarayan elektrikli sistemler olarak tanımlanmaktadır [1]. İnsan taşımacılığında önemli bir yere sahip olan asansörler her türlü konut, iş, fabrika, hastane, okul, devlet daireleri gibi alanlarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Günlük hayatta genellikle düşey taşımacılıkta karşılaşılan bu sistemler yatay olarak da kullanılmaktadır. Günlük yaşantımızda karşımıza çıkan yürüyen merdivenler veya havaalanlarında yolcuların eşyalarını taşıyabilmesi için kullanılan raylı sistemler asansörlerin yatay taşımacılıkta kullanıldığı örnek alanlardır. 15 derece üzerindeki eğimli yerlerde ve insanların ulaşamayacağı eğimli arazilerde kullanılan bu tip sistemler asansörlerin bir diğer kullanım alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde çok çeşitli asansör tipleri vardır. Fakat bu sistemler temel olarak çalışma prensiplerine göre 6 ana başlık altında toplanmaktadır. Bunlar maddeler halinde aşağıda verildiği gibidir [2, 3].

- Paternoster asansörler
- Kremayerli ve vidalı asansörler
- Özel amaçlı asansörler (maden kuyuları, petrol rampaları)
- Eğimli asansörler
- Hidrolik asansörler
- Mekanik tahrikli halatlı asansörler

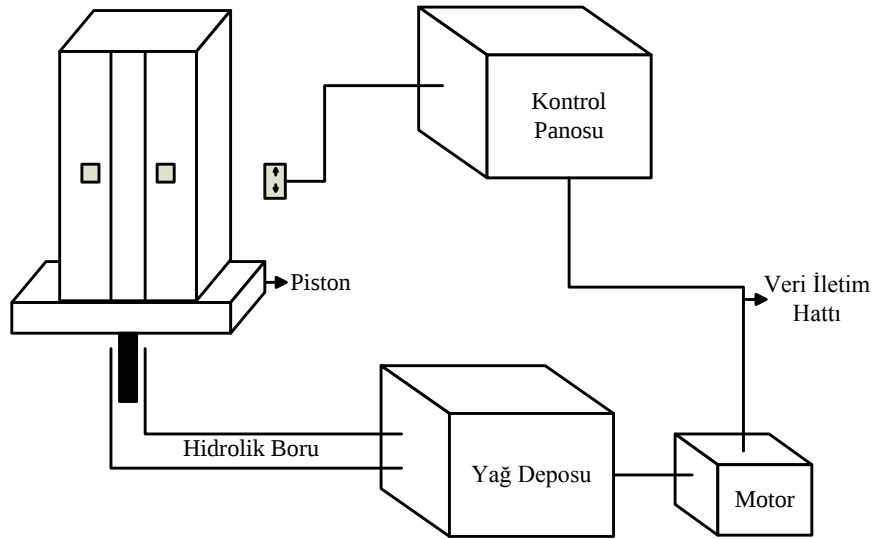
Paternoster asansörler, birbirine sırayla bağlı kabinlerin sürekli hareket halinde olduğu asansör sistemleri olup, kabinlerin birinin inme amaçlı diğerinin ise yukarıya çıkma amaçlı kullanıldığı yapılardır.

Kremayerli ve vidalı asansörler, bir vidalı milin bir yatak içerisinde dönme prensibiyle ve bu yatağa bağlı kabinin aşağı veya yukarı yönlü hareket etmesine bağlı olarak çalışan asansör sistemi olup şantiye gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Özel amaçlı asansörler, kendilerine özel olarak mekanik bir yapıya sahip olan asansör sistemleri olup maden kuyuları, petrol veya füze rampaları gibi alanlarda amaca yönelik olarak çalışan sistemlerdir ve bunlar genel bir asansör tanımına girmeyen yapılardır.

Eğimli asansörler, otomatik insan taşıma olarak bilinen bu sistemler diklik açısının 15 dereceden fazla olduğu yerlerde kullanılmaktadır ve yolcuların etkilenmesinden dolayı düşük hızda çalıştırılmaktadırlar. Yolcularını belli bir yüksekliğe çıkarmak için kullanılan bu sistemler genellikle eğimli arazi ve dağlık bölgelerde sıklıkla kullanılmaktadır.

Hidrolik asansörler, mekanik enerjinin sıvılar vasıtası ile elde edildiği sistemlerdir ve diğer sistemlere göre bu yapıların maliyeti oldukça düşüktür. Hidrolik sistemler daha az güç ve enerji ile kullanıldığından ötürü asansörler, iş makineleri, robotlar vs. gibi birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır [4, 5]. Bu tip asansörler günlük hayatımızda dikey taşımacılık için kullanmış olduğumuz birçok asansörde sıklıkla kullanılmaktadır. Sistem temel olarak yağ deposuna bağlı olan bir piston aracılığı ile kabinin yukarı veya aşağı yönlü hareket ettirilmesi prensibine dayanmaktadır. Kat çağrısı butonlarından gelen sinyal ile harekete geçen kontrol panosu, motoru çalıştırarak yağ deposunda bulunan sıvının pistonlara iletilmesini sağlamaktadır. Hidrolik tahrikli asansör sistemlerini özetleyen bir diyagram şekil 1.1’de verildiği gibidir.



Şekil 1.1. Hidrolik tahrikli asansör sistemi

Mekanik tahrikli halatlı asansörler, insan ve yüklerin taşınmasında halatlı sistemin kullanıldığı yapıdır ve yine bu asansör sisteminde maliyet ucuz olduğundan ötürü kullanım oranı oldukça yüksektir. Bu sistemde kabine bağlı karşı yük, halat ve motor yardımıyla asansörlerin dikey olarak hizmet vermesi sağlanmaktadır [5]. Şekil 1.2’de mekanik tahrikli halatlı bir asansör sistemini özetleyen şekil verilmiştir.

Tablo 1.1'in devamı

1855	Otis kendi buhar makinesi ile çalışan asansörü yaptı.
1857	Otis firması tarafından modern anlamda ilk asansör New York'da iş merkezine kurulmuştur.
1859	Fifth Avenue oteline ilk asansör takılan otel ünvanı verilmiştir.
1868	New York'da Equitable Life Assurance iş hanına ilk güvenli hidrolik asansör takılmıştır.
1878	Otis firması hız regülatörü ile beraber asansör paraşüt düzenini geliştirmiştir.
1879	Otis firması tarafından yüksek hızlı ve aynı anda hareket eden dört birimden oluşan ilk grup asansörler New York'da Boreel binasına yerleştirilmiştir.
1880	Siemens ve Halske firması tarafından 22 metre yüksekliğindeki bir binaya ilk elektrikli asansör yerleştirilmiştir.
1889	Otis firması tarafından sonsuz vida mekanizmalı ve halat tamburlu, elektrik motoru ile direkt bağlantılı asansör makinesi gerçekleştirilmiştir.
1894	Otis firması tarafından ilk basma düğmeli kumanda gerçekleştirilmiştir.
1900	New York'da redüktörsüz asansör makinesi German – American House'a takılmıştır.
1904	Otis firması tarafından redüktörsüz ve tahrik kasnaklı asansör geliştirilmiştir.

Tablodan da anlaşılacağı üzere asansör sistemleri sürekli olarak kendini yenileyen ve gelişen sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu gelişim oldukça önemli bir durumdur. Çünkü yolcuların hızlı ve verimli bir şekilde hedef kata ulaşmasının yanı sıra bu kişilerin güvenliğini de sağlamak gereklidir. Bu şartları sağlayabilmek amacıyla gelişen asansör sistemleri ortaya çıktığı ilk günden beri önemli ölçüde ilerleme sağlamıştır. Ayrıca teknolojinin sürekli ilerleme göstermesi de bu durumu sağlayan bir diğer önemli faktördür. Özellikle bilgisayar ve elektronik teknolojisindeki hızlı gelişim, asansörlerin gelişimine çok fazla katkıda bulunan bir süreç olmuştur. Çünkü bilgisayarlı kontrol mekanizmaları daha esnek bir hale gelmiş ve sistemin istenildiği şekilde yönlendirilebilmesi sağlanmıştır. Bugün asansör sistemlerinde geline nokta bakıldığında hayatımızdaki katkısı daha net anlaşılacaktır [2, 3, 6-8]. Eğer asansör sistemleri bu denli gelişme göstermeseydi yüksek katlı binalar inşa edilemeyecek, günümüzdeki gibi modern şehirler inşa edilemeyecek ve sanayi kolları günümüzdeki kadar ileri bir noktaya ulaşamayacaktı. Modern çağın en önemli taşıma araçlarından biri olan asansör sistemlerindeki en önemli gelişmelerden biri de hiç şüphesizdir ki grup asansör sistemleridir [7-11].

Günümüzde modern kentleşmenin bir gereği olarak yüksek katlı binaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Özellikle iş temposunun yoğun olduğu şehirlerdeki popülasyonun sürekli olarak büyümesi yüksek katlı binaların inşa edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu

zorunluluk ise beraberinde bina içerisinde taşımacılığın hızlı olması zorunluluğunu ve buna bağlı olarak tek binada birden fazla kabin kullanımını gerektirmektedir. Grup asansör sistemlerinin ortaya çıkmasına sebep olan bu durum ile yüksek katlı binalardaki yoğun nüfusa rahatlıkla cevap verilebilmektedir. Grup asansör sistemleri en genel tabiriyle yüksek katlı binalarda, bina içerisinde bulunan yoğun trafik talebine hızlı ve verimli bir şekilde cevap verebilmek amacıyla, iki veya daha fazla kabinin tek bina içerisinde hizmete sunulması esasına dayanmaktadır [6, 8, 9]. Ayrıca günlük yaşantımızda bugün gelinen noktaya bakıldığında insanların fazladan bir dakika bile kaybetmeye tahammülü yoktur. Bu sebepten ötürü yüksek katlı iş merkezleri gibi alanlarda sıklıkla kullanılan bu sistemler gerek süre gerekse enerji verimliliği açısından kullanıcılarına önemli avantajlar sağlamaktadır.

Grup asansör sistemleri özellikle yüksek katlı binalardaki kullanıcılarına önemli avantajlar sunmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişim ile asansörlerin tek bir kontrol paneli üzerinden yönetilebilmesi bu sistemleri günümüzde çok önemli bir noktaya getirmiştir. Grup asansörler geçmişte de var olmasına rağmen bugünkü teknoloji ile daha düzenli ve esnek çalışabilir hale gelmiştir. Bu durumda bu tür sistemlerin fazlasıyla kullanılmasına sebep olmuştur.

Asansör sistemleri temel olarak karmaşık bir yapıya sahiptir. Çünkü asansörün çalışmasına etki edecek bazı faktörler önceden bilinmemekte ve bu da asansörlerin çalışma stratejisine doğrudan etki etmektedir. Asansör sistemlerinden beklenen, yolcuların bekleme süresini azaltmak ve bununla beraber enerji tasarrufunu sağlamaktır. Aşağıda maddeler halinde verilen sebepler dolayısıyla asansör sistemlerinde bazı aksaklıklar yaşanabilmekte ve bu aksaklıklarda sistemin aksamasına sebep olmaktadır [9, 10].

- Gelecek kat çağrılarının zamanı, konumu ve sayısı bilinmemektedir.
- Kabine binen yolcuların gidecekleri hedef kat bilinmemektedir.
- Toplam yolcu sayısı bilinmemektedir.
- Trafik yoğunluğu tam olarak tespit edilememektedir.
- Yolcuların kabine giriş-çıkışlarından kaynaklanan eksiklikler tam olarak tespit edilememektedir.

Günümüzde bilgisayarların hızlı işlem gücüne sahip olması ve bugün gelinen yapay zekâ teknolojisi sayesinde grup asansör sistemleri çok hızlı ve etkili çözüm üretebilme yeteneğine sahip olmuştur. Ayrıca sistemin tek bir merkezden ve yazılımsal olarak kontrol edilebilmesi bu tür sistemleri adaptif bir hale getirmiş olup, ortaya çıkan durumlara göre

sistemin çözüm üretebilmesine yardımcı olmuştur. Ayrıca kabinler arasındaki uyumun kontrol kartı aracılığıyla sağlanması ile kabin içerisindeki yolcuların güvenli ve hızlı bir şekilde seyahat edebilmesi sağlanmıştır. Aşağıda maddeler halinde bir grup asansör sisteminden beklenenler verilmiştir [1-12].

- Yolcuların ortalama bekleme süresini kısaltmak,
- Yolcuların ortalama seyahat süresini kısaltmak,
- Kabinlerin enerji tüketim değerlerini asgariye indirerek, bu kabinlerin kullanım ömürlerini uzatmak,
- Yolcuları hedef kata doğru bir şekilde götürebilmek,
- Kabin dolu ise mevcut kat çağrısını es geçebilmek,
- Kabinleri kat çağrılarına dengeli bir şekilde göndermek,
- Aynı kat çağrısına birden fazla kabin göndermemek (Kabinlerin doluluk kapasitesine göre),
- Kabinleri tam verimle kullanarak aynı anda birçok yolcuya hizmet edebilmek.

Günümüzdeki yoğun iş temposu düşünüldüğünde asansör sistemlerinin herhangi bir aksaklık yaşamadan tam verimle hizmet vermesi kaçınılmaz bir gerçektir. Fakat bu sistemlerin içerisinde barındırdığı parametrelerin çokluğu kabinlerin en uygun yolu bulmasındaki en önemli sıkıntıyı ortaya çıkarmaktadır. Temel olarak n katlı ve p kabinli bir binada kabinlerin izleyebilecekleri n^p adet farklı yol güzergâhı vardır [12, 13]. Bu geniş çözüm uzayından kabinlerin izleyeceği optimal yolun tespit edilmesi oldukça güç bir durumdur. Böylesi bir durumun üstesinden gelmek için ise günümüzde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Özellikle bu yöntemlerin başında yapay zekâ ve yumuşak hesaplama teknikleri gelmektedir [8-11]. Çünkü en iyi çözümü bulan bu teknikler, ayrıca gelişen işlemci teknolojisi ile çok hızlı bir şekilde sonuçları tespit edebilmektedir [14, 15]. Grup asansör sistemlerine yumuşak hesaplama teknikleri olarak genetik algoritmalar, DNA hesaplama algoritmaları, yapay sinir ağları, karınca koloni algoritması, bulanık mantık gibi çeşitli yöntemler uygulanmakta ve sistemin çalışması bu yöntemlerden elde edilen sonuçlara göre düzenlenmektedir. Bu sonuçlar ile yolcuların ortalama bekleme süresinde önemli verimler sağlanmaktadır [6-11, 14, 15]. Temel olarak bir asansörün çalışma amacı olan ortalama bekleme süresinin yanında, gerçekleştirilen bu teknikler ile enerji tasarrufu konusunda da önemli ilerlemeler sağlanmaktadır. Çünkü kabinler yanlış çalışma prensiplerinden ötürü tüketmeleri gerekenden daha fazla enerji tüketebilmektedir. Bu

durum ise kabinlerin aşırı ve hızlı bir şekilde yıpranmasına ayrıca bina sahipleri için kabarık elektrik faturalarına sebep olmaktadır. Tüm bu durumların önüne geçebilmek için grup asansör sistemlerinde optimizasyon yöntemlerini kullanmak kaçınılmazdır.

Grup asansör sistemlerine optimizasyon yöntemlerinin uygulanmasındaki en temel faktör sistem bünyesindeki çözüm uzayının geniş olmasıdır [12, 13]. Kullanılan yöntemler ile en uygun çözüm bulunmakta ve sistemin verimliliği en üst düzeyde sağlanabilmektedir. Yine optimizasyon yöntemlerinin tercihindeki bir diğer faktör ise grup asansörlerdeki bilinmeyen parametrelerin çokluğudur. Bu sebepten dolayı sistemin sorunsuz ve düzgün bir şekilde çalışabilmesi için optimizasyon yöntemlerini en verimli şekilde kullanmak gereklidir. Ayrıca sistemde yapılacak bazı mekaniksel değişiklikler ile de grup asansörlerin çalışmasında önemli verimler sağlanabilmektedir. Örneğin kat çağırısı için kullanılacak yön butonlarının yerine bir tuş takımı konulması daha önceden yolcuların gidecekleri katı tuşlayabilmesine olanak sağlayacaktır. Ayrıca yapılacak bu değişiklik ile sistemde kullanılan optimizasyon yönteminin de üzerindeki yük azalacak hem sistem hızlı bir şekilde çözümü bulacak hem de daha net sonuçlar elde edilecektir.

Grup asansör sistemlerine özellikle yüksek katlı binalarda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu binaların ise genellikle ofis binaları olduğu düşünülürse, bina için dikey taşımacılık hizmeti sunacak olan grup asansör sisteminin, bina nüfusunun tüm ihtiyaçlarını eksiksiz bir şekilde karşılayabilmesi gereklidir. Aşağıda maddeler halinde, optimizasyon işlemi uygulanarak gerekli düzenlemeleri yapılmış bir grup asansör sisteminin en önemli avantajları verilmiştir [1-15].

- Yoğun nüfuslu binalarda yolcuların talebini karşılayabilme
- Yoğun trafik saatlerinde sorunsuz çalışabilme
- Kabinleri belirli bölgelere ayırabilme
- Yapılacak düzenlemeler ile yıpranma süresinin azaltılabilmesi
- Kabinlerin birbirleriyle uyumlu çalışabilmesi.

1.1. Grup Asansör Sistemleri için Çevresel Zekâ

Çevresel zekâ kavramı temel olarak insan bilgisayar etkileşimi anlamına gelmektedir. Günümüz teknolojisindeki gelişme ile hayatımızın hemen her noktasında karşımıza çıkan bilgisayar ve mikroişlemci teknolojisinin insanlara hizmet etmesi amacıyla ortaya atılan bu düşünce, kullanıcıların teknoloji ile iletişim kurabilmesini sağlamakta,

ayrıca kullanıcılarına sunulan hizmetin kalitesini de arttırmaktadır [25]. Çevresel zekâ teknolojisi bir bütün olarak incelendiğinde temelde iki ana katmandan oluşmaktadır. Bunlardan ilki zekâ katmanı olup, içerisinde çevreden toplanan bilgiyi işleyebilecek ve arzu edilen konuyu gerçekleştirmek üzere çeşitli hesaplamaların bulunduğu bir kısımdır. İnsan bilgisayar etkileşimi sonucu ortaya çıkan verilerin değerlendirildiği bu bölümden elde edilen sonuçların faaliyete geçirildiği kısım ise işlem katmanıdır. Donanım işlemleri, grafiksel gösterim gibi çeşitli türleri içerisinde bulunduran bu bölüm ile etkileşimden doğan sonuçların gösterimi gerçekleştirilmektedir.

Çevresel zekâ kavramı 4 temel amacı içerisinde barındırmayı gerekli kılan bir yaklaşım olup bu amaçlar sırasıyla; genişleyebilirlik, esneklik, uyumlu çalışabilme ve modülleştirilebilmedir [25]. Fakat bu konu üzerine literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, gerçekleştirilen uygulamaların neredeyse hiçbirinin bu 4 maddeyi aynı anda taşımadığı görülecektir. Özellikle çalışmaların belirli bir amaca yönelik olması ve genel bir model oluşturmaması bu durumun ortaya çıkmasındaki başlıca sebeplerden birisi olup, yine bu durum oluşturulan sistemin uyumlu çalışmasına engel olmaktadır.

Grup asansör sistemlerinin zamanlaması konusunda da özellikle dikkate alınan bir konu olan çevresel zekâ kavramı ile gerçekleştirilen uygulamanın çevresel zekâyâ ait tüm gereksinimleri yerine getirebilmesi sağlanmıştır. Oluşturulan uygulama kapsamında çeşitli bina modelleri ve farklı algoritmalar üzerinde çalışılarak sistemin esnekliği sağlanmış olup, ayrıca uygulama kapsamındaki bölümler ile sistemin modülleştirilebilmesi sağlanmıştır. Yine gerçekleştirilen uygulamanın çeşitli bölümler ile oluşmasından dolayı sistemin genişletilebilmesine olanak sağlanmıştır. Özellikle kabin sayısı konusundaki farklı senaryolar sayesinde sistem bünyesinde bulunan araçların birbirleriyle uyumlu çalışabildiği kanıtlanmıştır.

Çevresel zekâ konusu son yıllarda önemi giderek artan bir kavram olup, gerek yazılımsal gerekse donanımsal olarak yapılan çalışmalarda büyük bir titizlik ile dikkate alınmaktadır. Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında da göz önüne alınan bu konu sayesinde sistemin olabildiğince esnek ve birbiriyle uyumlu çalışabilmesi sağlanmıştır.

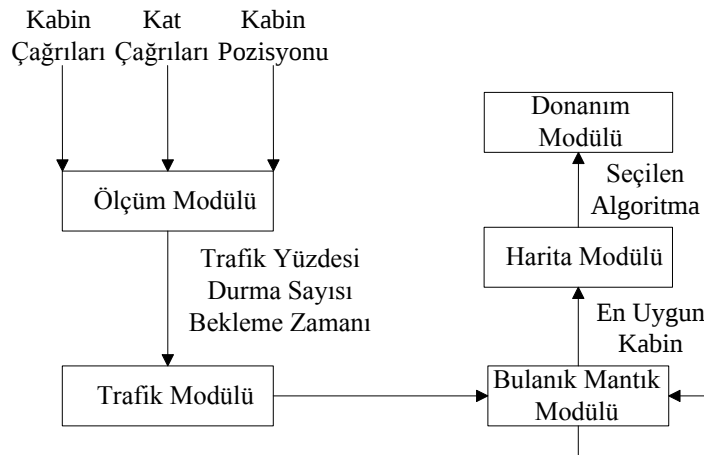
1.2. Literatür Özeti

Bir binada dikey taşımacılık hizmetinden beklenen sistemin yolcularına hızlı, güvenli ve konforlu bir hizmet sunmasıdır. Grup asansör sistemlerinin temelini de oluşturan konu bu noktalardır. Fakat grup asansör sistemlerinde zamanlama probleminin

özölmesi oldukça zordur. Sistemde mevcut bulunan yol uzayından en uygunun seçilmesi birçok karmaşık işlemi de beraberinde getirmektedir. Bu sebepten dolayı grup asansör sistemlerinin zamanlaması literatürde oldukça geniş yer bulmaktadır. Konu üzerine yapılan çalışmalar özellikle yolcuların ortalama bekleme süresini kısaltmaya ve aynı zamanda enerji verimliliğini sağlama konularına yoğunlaşmaktadır.

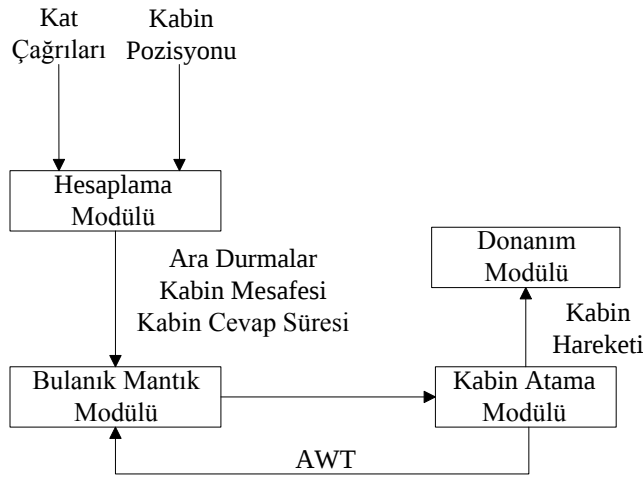
Literatürde yapılan çalışmalar genellikle yazılımsal iyileştirmelere yönelik olup, yazılımsal olarak yapılan bu çalışmalar da optimizasyon yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Özellikle yumuşak hesaplama teknikleri ve yapay zeka teknolojisinin günümüzdeki gelişimi ile beraber bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelerle çok geniş çözüm uzaylarından milisaniyeler civarında en optimum sonuç elde edilebilmektedir [10, 16, 17]. En uygun çözüm yolunun bulunması ile hem yolcuların ortalama bekleme sürelerinde hem de sistemin enerji tüketim değerlerinde önemli ölçüde kazanımlar sağlanmaktadır. Aşağıda grup asansör sistemleri üzerine yapılmış çalışmalardan bazıları incelenmiş olup, bu çalışmaların temel özellikleri ortaya konulmuştur.

Gerçekleştirilen bir çalışmada grup asansör sistemleri için FPGA tabanlı bulanık mantık kullanan ayırık bir yaklaşım önerilmiştir [12]. Yapılan bu çalışmada beş farklı trafik saati göz önüne alınarak yolcuların ortalama bekleme sürelerinde ve kabinlerin enerji tüketimlerinde iyileştirme yapılması amaçlanmıştır. 8 katlı ve 3 kabinli bir sistemi gerçekleştirebilme amacına yönelik olan bu çalışmayı özetleyen bir akış diyagramı şekil 1.3’de verildiği gibidir.



Şekil 1.3. FPGA tabanlı grup asansör sistemi

Grup asansör sistemleri üzerine gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise bu tür sistemler için yapay zekâ temelli kendi kendine öğrenebilen bir bulanık sistem tasarlanmıştır [16]. Bir önceki çalışmada olduğu gibi bu çalışmada yolcuların ortalama bekleme süresi ve kabinlerin enerji tüketimi konuları üzerine gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada 4 kabinli bir sistem ve 17 katlı bir bina simüle olup simülasyondan elde edilen sonuçlar DSP üzerinde gösterilerek test edilmiştir. Şekil 1.4’de yapılan bu çalışmayı özetleyen bir akış şeması verilmiştir.



Şekil 1.4. Kendi kendine öğrenebilen bulanık mantık tabanlı grup asansör sistemi

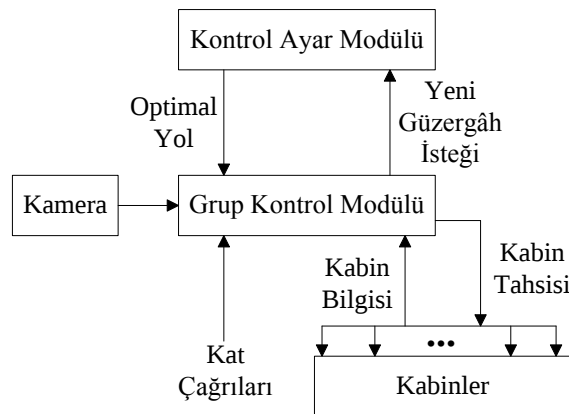
Asansör sistemleri üzerine gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise viral sistem algoritması kullanılmıştır. Viral sistem algoritması kullanılarak sistemin gelen kat çağrılarını optimize etmesi sağlanmıştır [13]. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen algoritma bilgisayar ortamında simüle edilmiştir. Uygulamada 10 ile 20 kat arasında değişen bina modelleri oluşturulmuş olup bu katlar 2 ile 6 kabin arasında farklı kabin sayılarına göre test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile yolcuların ortalama bekleme sürelerindeki değişim gözlemlenmiş ayrıca sistemin farklı kat ve kabinler için hesaplama süreleri ortaya çıkarılmıştır.

Konu ile ilgili gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise grup asansör sistemlerinde zamanlama problemi parçacık sürü optimizasyonu yöntemi ile çözülmeye çalışılmıştır [18]. Yapılan bu çalışmada kat sayısı 10 ile 20 arasında değişebilirken, katlara benzer şekilde kabinlerin de 2 ile 6 arasında olabilmesine olanak sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmada yolcuların ortalama seyahat süreleri ile sistemin hesapsal zamanı belirlenmiş

olup, simülasyondan elde edilen sonuçlar genetik ve tabu algoritması kullanılarak daha önceden elde edilmiş olan değerler ile karşılaştırılmıştır.

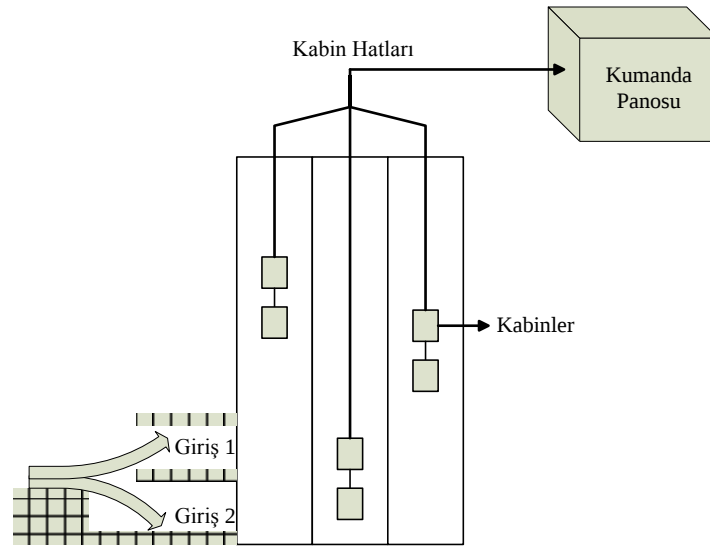
Gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise grup asansör sistemleri için yolcuların gidecekleri hedef katı tuşlayabilecekleri bir sistem oluşturulmuştur [19]. Yapılan çalışmada aşağı ve yukarı yönlü olmak üzere çalışan kat çağrı butonları kaldırılarak bunların yerine yolcuların gidecekleri kat numarasını belirleyebilecekleri bir keypad koyulmuştur. Bu sayede yolcuların gidecekleri katlar önceden tespit edilebilmekte ve yapılacak optimizasyon işlemleri bu doğrultuda gerçekleştirilmektedir. Yapılan çalışmada normal ve acil durum olmak üzere 2 durum göz önüne alınmış olup diğer çalışmalarda olduğu gibi 3 farklı trafik zamanı için ortalama bekleme süresi ve ortalama hizmet süreleri hesaplanmıştır.

Grup asansör sistemleri üzerine yapılmış çalışmaların bir diğerinde ise kameralar aracılığıyla katlarda bulunan yolcuları tespit edebilen ve yine kameradan elde edilen bilgilere göre sistemi düzenleyen bir model oluşturulmuştur [20]. Yapılan bu çalışmada katlarda bulunan kameralar aracılığıyla bekleyen yolcu sayısı tespit edilmekte ve genetik algoritmaları kullanarak çalışan grup kontrol birimine bilgi iletilmektedir. Çalışma kapsamında herhangi bir trafik durumu veya yoğunluğu göz önüne alınmamış olup sistemin anlık olarak sürekli yeni yol haritası çıkarması sağlanmıştır. 18 kat ve 6 kabinli bir sistemi simüle eden bu çalışma ile yolcuların ortalama bekleme sürelerinin azaltılması amaçlanmış olup gerçekleştirilen uygulamayı özetleyen bir akış diyagramı şekil 1.5’de verilmiştir.



Şekil 1.5. Kamera kontrollü grup asansör sistemi

Asansör sistemleri üzerine yapılmış bir başka çalışmada ise asansörlerin mekaniksel yapısında değişikliğe gidilerek sistemin performansının artırılması amaçlanmıştır [21]. Bu çalışmada aynı raylar üzerinde alt alta iki kabinin birbirine bağlı bir şekilde hareket ettirilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede sistemin hem yolcu alma kapasitesinin artırılması hem de yolcuların ortalama bekleme süresinin azaltılması sağlanmıştır. Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için iki adet ana giriş katının olması gereklidir [22, 23]. Yolcuların bir kısmı bir kattan asansöre binerken diğerlerinin ise farklı bir kattan binışı sağlanmalıdır. Pratik olarak uygulanması önceden inşa edilmiş bir bina için zorluk çıkarsa da yeni yapılacak yüksek katlı binalar için zaman ve enerji tasarrufu açısından önemli kazanımlar sağlamaktadır [21]. Gerçekleştirilen bu çalışmayı özetleyen bir akış diyagramı şekil 1.6’da verildiği gibidir.



Şekil 1.6. Tek hatta çift kabinli grup asansör sistemi

Aynı konu üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise grup asansör sistemlerinin zamanlaması için yapay bağımsızlık sistem algoritması kullanılmıştır [24]. Gerçekleştirilen bu çalışmada 16 katlı bir binanın 4 kabin ile kontrol edilmesi sağlanmış olup, uygulamanın mevcut çağrılar içerisinde yolcular açısından en asgari ortalama bekleme süresine sahip güzergâhı tespit etmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen uygulamada yolcuların önceden hangi kata gideceklerini tespit etmeye yarayan sistem ile beraber yapılan bu çalışmada yolcuların ortalama bekleme süresinde önemli kazanımlar sağlandığı görülmektedir. Sistemin enerji tüketimi açısından pek de verimli olmadığı gözlemlenmiştir.

Literatürde yapılmış olan çalışmalardan da görüleceği üzere konu ile ilgili yapılmış olan çalışmalar genellikle belirli kısıtlamalar ile gerçekleştirilmektedir. Grup asansör sistemleri elektrik, bilgisayar ve makine gibi birçok mühendislik alanını içerisinde barındırdığından ötürü literatürde oldukça geniş yer bulmaktadır. Yapılan çalışmalar gerek yazılımsal gerekse mekaniksel olarak gerçekleştirilmekte ve konu ile ilgili temel hedef olarak yolcuların ortalama bekleme süresinin azaltılması ile sistemin enerji verimliliğini sağlaması amaçlanmaktadır. Fakat başta da belirtildiği üzere yapılan çalışmalar genellikle kabin sayısı, kat sayısı veya trafik durumu gibi belirli sınırlamalar ile gerçekleştirilmektedir. Böylesi kısıtlamalar da doğal olarak grup asansör sistemlerinin zamanlanması konusunda önemli ölçüde performans eksikliğine sebep olmaktadır. Çünkü grup asansör sistemlerinde optimal yolun bulunması için tek bir çözüm değil milyonlarca çözüm yolu bulunmaktadır. Temel amaç ise ortalama bekleme süresi ve enerji tasarrufu konularını bir arada sağlayabilmektir. Bu sebepten dolayı gerçekleştirilecek uygulamaların olabildiğince adaptif ve her türlü zorlu koşullara dayanabilmesi kaçınılmaz olmalıdır.

1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu yüksek lisans tezinin amacı optimizasyon yöntemlerinin grup asansör zamanlama problemlerinin çözümünde nasıl ve ne şekilde kullanılabileceğini göstermektir. Grup asansör zamanlama problemi özellikle son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle beraber önemi artan bir konu haline gelmiştir. İçerisinde barındırdığı parametrelerin çokluğu ve bu parametrelere bağlı olarak optimal yol çözüm uzayının geniş olması bu problemi çözülmesi zor bir durum haline getirmektedir. Ayrıca içerisinde barındırdığı birçok mühendislik alanından ötürü literatürde birçok kesim tarafından fazlasıyla ilgi görmektedir. Literatürde yapılmış olan çalışmalar genellikle belirli sınırlamalar ile gerçekleştirilmektedir. Örneğin gerçekleştirilen bir çalışmada kat ve kabin sayısı sınırlı tutulurken yapılan bir başka çalışmada ise sistem için kullanılan yöntemler sınırlı sayıda seçilmektedir. Bunlardan daha farklı olarak sistemin performansının en rahat gözlemlenebileceği durum olan trafik saatleri sınırlı sayıda seçilmektedir. Bundan dolayı yapılan çalışmalar belirli sistemler için optimal çözüm sunarken farklı sistemler karşısında önemli ölçüde performans eksikliği yaşamaktadır. Bu eksiklikleri giderebilmek amacıyla tez sürecinde yapılan bilimsel yayın çalışmaları aşağıdaki gibi verilebilmektedir;

- Baygin M., Karaköse M., 2013. Immunity Based Optimal Estimation Approach for a New Real Time Group Elevator Dynamic Control Application for Energy and Time Saving, *The Scientific World Journal-Computer Science*, vol. 2013, Article ID 805343, 12 pages, doi: 10.1155/2013/805343.
- Baygin M. and Karakose M., 2012. A new intelligent group elevator control approach, *Mechatronika 15th. International Symposium*, Czech Technical University, Prague, 5-7 December, 1-6.
- Baygin M. ve Karaköse M., 2012. Optimizasyon ve tahmin tabanlı grup asansör kontrol yaklaşımı, *Otomatik Kontrol Türk Milli Komitesi (TOK)*, Niğde Üniversitesi, Niğde, 11-13 Ekim,
- Baygin M. and Karakose M., 2012. Real time voice recognition based smart home application, *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Fethiye, Muğla, 18-20 Nisan, 1-4.
- Baygin M. ve Karaköse M., 2011. Adaptif yapay bağışık sistem tabanlı grup asansör kontrol algoritması, *Fırat Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu (FEEB)*, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 5-8 Ekim, 205-210.

Gerçekleştirilen bu tez çalışması ile tüm bu performans eksikliklerine sebep olabilecek durumların giderilmesi amaçlanmıştır. Bu sebepten dolayı çalışma kapsamında 3 farklı optimizasyon yöntemi ve bunlara ek olarak yeni bir tahmin algoritması önerilmiştir. Ayrıca gerçekleştirilen tüm bu metotlar bulanık mantık kullanılarak birleştirilmiş ve bunların birbirleriyle ilişki kurması sağlanmıştır. Bu sayede adaptif yapıya sahip bir sistem oluşturulmuş ve yolcuların ortalama bekleme ve ortalama seyahat süreleri ile sistemin enerji verimliliği açısından önemli ölçüde kazanımlar sağlanmaya çalışılmıştır.

1.4. Tezin Yapısı

Gerçekleştirilen bu tez çalışması 6 bölümden oluşmaktadır. Tezin birinci bölümü giriş olup, bu bölümde asansör ve grup asansör sistemleri hakkında genel bilgi verilmekte ve asansörlerin tarihçesi anlatılmaktadır. Ayrıca günümüzde kullanılan asansör sistemlerinin şemaları detaylı bir şekilde verilmiş olup kısaca bu asansörlerin özelliklerinden bahsedilmiştir. Yine bu bölüm kapsamında grup asansör sistemlerine ait literatür özeti şekiller ile desteklenerek verilmiş olup, tezin amacı ve kapsamı detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

İkinci bölümde, grup asansör sistemlerinin özellikleri detaylıca açıklanmıştır. Bu bölümde bir binaya kurulacak grup asansör sisteminin nasıl seçileceği ve tespit edileceği

formüller verilerek anlatılmaya çalışılmış ve örnek bir binanın kabin sayısının belirlenmesinden ne tür bir kabin kullanılması gerektiğine kadar tüm detaylar açık bir şekilde verilmiştir. Yine bu bölümde grup asansörlerin trafik saatlerine detaylı bir şekilde değinilmiş olup, grup asansör sistemlerinde yolcuların ortalama bekleme süreleri ile kabinlerin enerji tüketim değerlerinin nasıl hesaplanacağı anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, grup asansör sistemlerinin zamanlaması için adaptif bir yaklaşım önerilmiştir. Çalışma kapsamında yumuşak hesaplama tekniklerinden genetik algoritma, DNA hesaplama algoritması ve yapay bağışıklık sistem algoritmasından klonal seçim algoritması literatürdeki uygulama şekilleri ve algoritmik adımları ile detaylı bir şekilde incelenmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında yeni bir tahmin algoritması önerilmiş olup yine bu yöntem ile de sistemin optimizasyonu konusunda katkı yapılması amaçlanmıştır.

Sistem temel olarak 2 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlardan ilki optimizasyon modülü olup 3 farklı optimizasyon yöntemini ve tahmin algoritmasını kullanarak en uygun yolu bulmaya çalışmaktadır. Sistemin 2. Bölümü ise bulanık mantık modülüdür. Bu bölümde ise optimizasyon yöntemlerinin ve tahmin algoritmasının birleştirilmesi sağlanmıştır. Birleştirme aşamasında 4 farklı yöntemden gelen ortalama bekleme süresi ve enerji tüketim değerleri bulanık mantık kullanılarak değerlendirilmektedir. Sistem bu bölümden sonra bir çıkış değeri üretmektedir. Bu çıkış değerinin durumuna göre sistem hangi algoritmayı kullanacağına karar vermekte ve o algorithmadan gelen optimal yolu kabinlere uygulamak üzere kontrol panosuna göndermektedir. Sistemde kullanılan algoritmaların çeşitliliğinden ötürü grup asansör sistemleri oldukça esnek çalışabilir bir yapıya sahip olmaktadır.

Dördüncü bölümde, simülasyon sonuçları verilmektedir. Gerçekleştirilen çalışmada bina kat sayıları 10 ile 20 kabin sayısı da 2 ile 5 arasında değişebilmektedir. Çalışmada dikkat edilen bir diğer nokta ise trafik saatleridir. Sistem 3 farklı trafik saati için değerlendirilmiştir. Her kat ve kabin sayısı için ayrı ayrı değerlendirilen sistemden elde edilen yolcuların ortalama bekleme süreleri, kabinlerin enerji tüketim değerleri ve yolcuların ortalama seyahat süreleri detaylı bir şekilde tablo ve grafiklerle açıklanarak yorumlanmıştır. Ayrıca bulanık mantıktan elde edilen değerler de detaylı bir şekilde verilmiş olup hangi durumda ne tür bir algoritmanın kullanılması gerektiği verilmiştir.

Çalışmanın beşinci ve son bölümünde ise sonuçlar yer almaktadır. Bu kısımda önerilen yöntemin avantajları ve gelecekteki katkılarından bahsedilmiş olup, grup asansör sistemlerinin zamanlaması için çeşitli öneri ve yorumlarda bulunulmuştur.

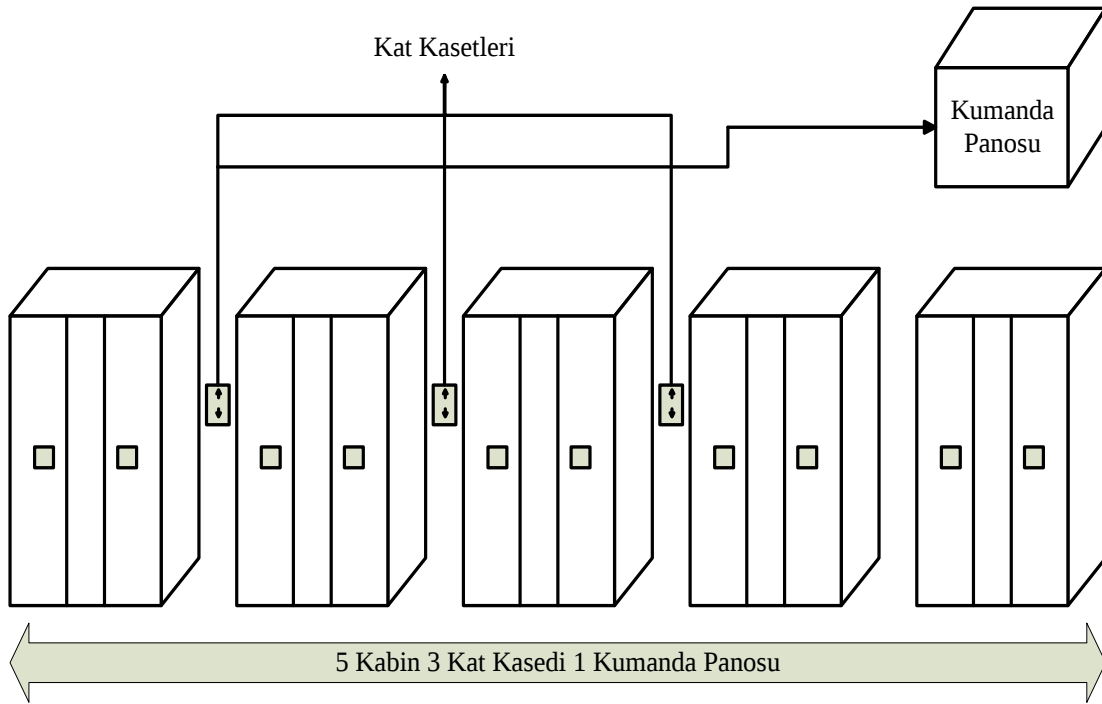
2. GRUP ASANSÖR SİSTEMLERİ

Günümüzde grup asansör sistemleri yüksek katlı binalar için oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Yüksek katlı binalar içerisinde bulunan yoğun nüfusa hızlı bir şekilde hizmet vermeyi amaçlayan bu sistemler, gün geçtikçe kendini sürekli olarak yenilemekte ve ortaya çıktığı ilk zamandan beri önemli ilerlemeler kaydetmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki hızlı büyüme ve bu duruma bağlı olarak kontrol sistemlerinin gelişmesi grup asansör sistemlerini önemli ölçüde ilgi odağı haline getirmiştir. Bu tür sistemler makine, elektrik-elektronik ve bilgisayar gibi birçok mühendislik alanını içerisinde barındırmaktadır. Bu sebepten dolayı böylesi sistemler için çok farklı çözümler üretilmektedir. Gerek donanımsal olarak gerekse yazılımsal olarak üretilen çözümler ile grup asansörlerin zamanlaması belirli şartlara göre düzenlenmektedir. Bu düzenleme sayesinde hem yolcuların ortalama bekleme süresinin ve buna bağlı olarak yolcuların ortalama seyahat süresinin azaltılması, hem de enerji verimliliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Asansör sistemlerinde zaman ve enerji konusuna etki eden çok fazla faktör vardır. Aşağıda maddeler halinde grup asansör sistemlerinin çalışmasına etki eden bazı faktörler verilmiştir [9, 10].

- Kabinlerin mekaniksel yapısı (hız, ivme vs.)
- Bina yapısı (kat sayısı, kabin sayısı, kat yüksekliği vs.)
- Bina popülasyonu
- Yapılan çağrıların pozisyon ve yönleri
- Asansör kontrol kartı içerisinde bulunan yazılım
- Trafik pik saatleri.

Yukarıda verilen faktörler bir grup asansör sistemi için en temel maddeler olup, bu faktörlerin dışında grup asansörlerin zamanlamasına etki eden çok daha fazla durum vardır. Bu durumlar bir binaya kurulan asansör sisteminin ilk çalışmaya başlaması için önemli olan maddelerdir. Fakat bir diğer sorun ise kabinler çalışmaya başladıktan sonra ortaya çıkmaktadır. Asansörlerin izleyebilecekleri muhtemel yolların tespit edilmesi çözülmesi zor olan bir başka problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü temel olarak n katlı p kabinli bir binada asansörlerin izleyebilecekleri n^p adet olası yol güzergâhı vardır [12, 13]. Bu oldukça geniş bir çözüm uzayı anlamına gelmektedir ve grup asansör zamanlaması

problemini NP hard sınıfı problemlere sokmaktadır. Bu çözüm uzayından en uygun yolun tespit edilmesi ise genellikle optimizasyon yöntemleri ve yüksek işlem gücüne sahip bilgisayarların kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Günümüz teknolojisi ile böylesi yüksek kapasiteli işlem gerektiren problemler milisaniyeler civarında rahatlıkla çözülebilmektedir [26]. Şekil 2.1’de 5 kabinli ve 3 kat kasedi ile çalışan bir grup asansör sistemini özetleyen şekil verilmiştir [27].

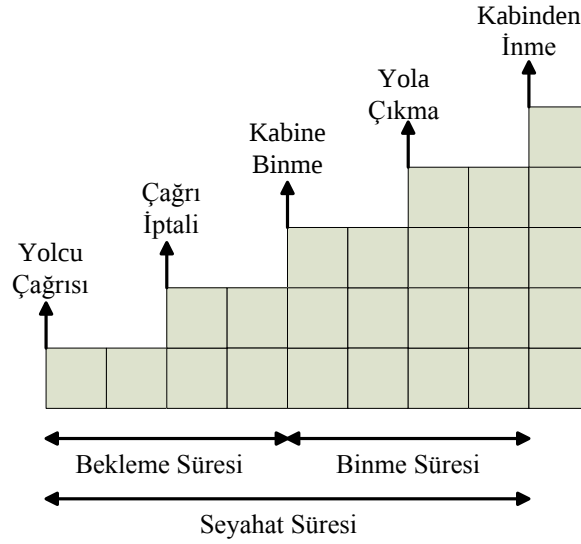


Şekil 2.1. 5 Kabinli örnek grup asansör sistemi

2.1. Asansör Sistemlerinde Yolcu Davranışı

Asansör sistemlerinin temel olarak hizmet verdiği grupların başında hiç şüphesiz ki yolcular gelmektedir. Tamamen yolculara hızlı ve etkili bir şekilde hizmet vermeyi amaçlayan bu sistemler, hem yolcuların ortalama bekleme sürelerini azaltmayı hem de bina sahipleri için kabinlerin enerji verimliliğini sağlama amacını taşımaktadırlar. Bu amacı gerçekleştirilebilmek için de asansör firmaları, grup asansör sistemlerinin zamanlaması için göz önüne alınabilecek en basit parametreleri bile hesaba katmaktadırlar.

Bir asansör sistemindeki en temel rolü oynayan yolcuların izlemiş oldukları trafik hali hemen herkes için aynıdır. Şekil 2.2’de bir asansör hizmetinin yolcu talebine karşılık göstermiş olduğu tepki verilmiştir [28].



Şekil 2.2. Yolcu seyahat akışı

Şekilden de anlaşılacağı üzere asansör hizmetinden faydalanmak isteyen bir yolcu öncelikle kat çağrısını yapacaktır. Bu çağrıyı cevaplamak üzere uygun kabin, kat çağrısının yapılmış olduğu kata tahsis edilecektir. Kabin kata ulaştığında daha önceden sisteme kaydedilmiş olan bu kat çağrısı iptal edilecektir. Çünkü artık çağrı cevaplanmış olacaktır. Bu aşamadan sonra yolcu kabin içerisine binecektir ve bindikten sonra sistem kabin çağrısı işlemini gerçekleştirecektir. Bu çağrı işlemini gerçekleştirmek üzere kabin kattan ayrılacak ve hedef kata doğru yola çıkacaktır. Kabin hedef kata ulaştığında, sistem yolcunun asansöre binmeden önce belirlemiş olduğu kabin çağrısını sistemden silecektir ve son olarak yolcu kabinden inecektir. Buradaki önemli noktalardan birisi yolcuların bekleme zamanıdır. Bu durum gerçekleştirilen tez çalışmasında da göz önüne alınmış olup yolcuların ortalama bekleme süreleri olarak belirtilmiştir. Bu süre yolcunun kat çağrısını yapmasıyla başlayan ve yolcunun kabine binmesiyle sonlanan bir süreci kapsamaktadır. İkinci bir nokta ise binme süresi olup yolcunun kabine binmesiyle başlayan ve kabinden inmesine kadar geçen süredir. Yani yolcunun kabin içerisinde geçirmiş olduğu süreyi temsil etmektedir. Bir yolcunun bekleme süresi ile binme süresinin toplamı seyahat

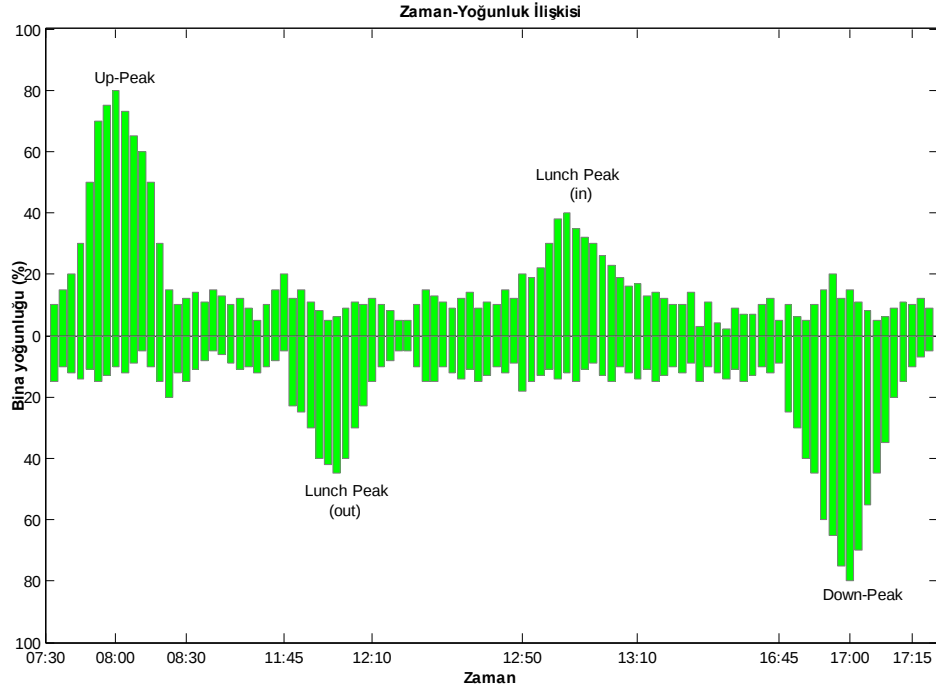
zamanını vermekte olup bu değer, yapılan tez çalışmasında ortalama seyahat süresi olarak göz önüne alınmaktadır.

Yolculara hizmet verme amacına yönelik çalışan asansör sistemlerinde, bu sistemi kullanan yolcuların zamana bağlı olarak izleyecekleri hareketler hemen hemen her asansör ve yolcu için aynıdır. Böylesi sistemler için belirtilen bu davranışın aynı olması grup asansör sistemleri için yapılacak olan hesaplamalarda göz önüne alınacak parametrelerden olan kapı açılış/kapanış ve yolcu inme/binme gibi sürelerin belirlenmesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır.

2.2. Asansör Sistemlerinin Trafik Durumu

Asansör sistemlerinin kullanıcılarına hızlı ve verimli bir şekilde cevap verebilmesi oldukça önemli bir konudur. Bu sebepten ötürü asansör sistemleri üzerinde çeşitli kontroller gerçekleştirilmektedir. Bunlardan birisi de asansör trafik saatlerinin kontrolüdür. Öyle ki yapılan bu kontrollerde bina içerisinde bulunan yolcuların hangi saatlerde yoğunlukla binaya giriş-çıkış yaptığı tespit edilerek, kabinlerin çalışma prensipleri düzenlenmektedir. Trafik saatleri grup asansör sistemleri için olmazsa olmaz parametrelerden biridir. Çünkü bu saatlerde sorunsuz bir şekilde çalışacak olan grup asansör sistemi, kullanım saatleri içerisinde ortaya çıkabilecek her türlü problemin rahatlıkla üstesinden gelebilecektir. Bu sebepten dolayı binaların trafik saatlerinin tam olarak belirlenmesi hatta binaya asansör sistemi kurulmadan önce bu konu ile alakalı bir fizibilite çalışmasının yapılması gereklidir. Böylesi bir çalışmanın yapılmaması sonucu yolcu taşıyacak kabinlerin yetersiz kalması, gerçekleştirilecek uygulamanın tam verimle çalışmaması veya bu durumlara benzer problemler ortaya çıkmaya başlayacaktır. Bunun sonucu olarak da hem yolcuların ortalama bekleme süreleri uzamış olacak hem de kabinlerin sarfettiği enerji miktarları artmış olacaktır.

Asansör sistemlerinin trafiği bina karakteristiği ve binadaki nüfus sayısına göre değişiklik gösterebilmesine rağmen belirli bina tipleri için genelleştirilmiş trafik modelleri vardır. Konu üzerine BARNEY yaptığı bir çalışmada yolcu trafiğini 5 dakikalık periyotlar ile ölçmüş ve en uygun değerlerin bu periyotlarda belirlendiğini ortaya koymuştur. BARNEY'in bu çalışmasına göre asansör trafik yoğunluğu, 5 dakikalık periyotta asansörden hizmet talep eden bina nüfusunun yüzdesiyle ifade edilmektedir. Şekil 2.3'de bu durumu özetleyen bir şekil verilmiştir.



Şekil 2.3. Bina trafik yoğunluğu [10]

Asansör sistemleri üzerindeki başlıca trafik modelleri 4 adet olup bunlar yukarı yönlü, aşağı yönlü, iki yönlü ve rastgele katlar arası trafik modelidir [10, 16, 17, 19, 23, 28-30]. Bu modeller maddeler halinde aşağıda açıklanmıştır.

- Yukarı Trafik Modeli: Bu model genellikle sabah saatlerinde gerçekleşen trafik modelidir. İşe giriş saatini kapsayan bu modelde ana girişten yukarıya doğru bir trafik eğilimi mevcuttur. Genelleştirilen trafik modelleri içerisinde en iyi tanımlanan hallerden biri olan yukarı yönlü trafik hali kat çağrılarını önemsemeden tüm kabinleri ana girişe gönderir. Ana girişte bulunan kabinler belirli yük düzeyine veya kabin çağrısı gelinceye kadar bekletilir.
- Aşağı Trafik Modeli: Bu trafik modeli ise yukarı yönlü trafik halinin tersine akşam saatlerindeki işten çıkış durumunu kapsayan yapıdır. Bu trafik akışında yolcular genellikle katlardan ana girişe doğru hareket etmektedir. Bu trafik modelindeki en önemli problem katlarda bulunan kabinlerin yeterince dolmamasıdır. Bu durumu engelleyebilmek için kabinlerin park edeceği katlar daha önceden belirlenebilir ve kabinler sürekli olarak bu katlardan ana girişe doğru hareket edebilirler.
- İki Yönlü Trafik: İki yönlü trafik modeli binaların çoğunda kolayca tespit edilememektedir. Bunun nedenlerinden birisi, herhangi bir dinlenme katının bina

içerisinde mevcut olmasıdır. İki yönlü trafik öğlen vakti ve öğleden sonraki zamanda yani öğle arası dinlenme amaçlı verilen paydosta ortaya çıkan trafik akışıdır. Bu trafik modeli belirli kat ve bu katlardan başka katlara trafik akışının görüldüğü durumdur. Bu kat ana girişte olabilmektedir.

- Rastgele Katlar arası Trafik: Bu trafik modeli en yaygın trafik durumudur ve ofis binalarındaki çalışma günlerinde bina içerisindeki hareketlerden kaynaklanan trafik akış modelidir. Bu trafik modeli iş binalarında diğer modellere nazaran en büyük etkinliği göstermektedir. Bu trafik modelinde kat çağrılarının kabinlere dağıtılması önemli bir husustur. Çünkü her yolcu bulunduğu kabinin kendi çağrısına ve hedeflediği çağrıya uymasını istemektedir. Bu durum da göze alındığında asansörün tüm zamanlarda yolcu bekleme süresini azaltması ve binada her kata verilen servisi ayarlaması gerekmektedir. Bu durumu ayarlayabilmek için kabinler genellikle binaların belirli katlarına dağıtılarak park etme işi gerçekleştirilir. Bu aşamadan sonra en genel yaklaşım ile asansörler en yakın kat çağrısına doğru yönlendirirler.

2.3. Asansör Trafik Hesaplamaları

Grup asansör sistemleri için literatürde çeşitli hesaplamalar mevcuttur. Yolcuların ortalama bekleme süresi ve sistemin genel olarak enerji verimliliğini sağlama amacını taşıyan bu hesaplamalar ile binalara kurulacak sistemin ne boyutta olacağı, kaç tane kabin kurulacağı ve kabinlerin taşıyabileceği yükler rahatlıkla hesaplanmaktadır. Asansörün yoğun trafik hallerinde hizmet almak isteyen yolculara sorunsuz ve hızlı bir şekilde cevap verebilmesi için gerçekleştirilecek hesaplamaların doğru ve tutarlı bir şekilde yapılması zorunludur.

Sistemin gerçekleştirilmesi aşamasında yapılan hesaplamalarda göz önüne alınan bazı parametreler sabit tutulmaktadır. Örneğin bir binaya kurulacak grup asansör sistemi için bina tipleri ve bu bina tiplerinde metrekare başına düşen kişi sayısı literatürde yapılan hesaplamalar ile yaklaşık olarak önceden belirlenmiştir. Ayrıca yine yapılan hesaplamalarda binadaki kat başına kullanılabilir oranlar %80 olarak belirlenmiş ve binadaki toplam nüfusun ise günlük olarak yaklaşık %80 oranında bina içerisinde bulunduğu varsayılmaktadır.

Yapılan bu genellemelere göre binada kullanılacak kabin sayısı, belirli trafik hallerinde yolcuların yaklaşık ortalama bekleme süreleri, ortalama seyahat süreleri ve sistemin toplam enerji tüketim değerleri hesaplanmaktadır. Gerçekleştirilen hesaplamalar ile belirlenen bu süreler doğrultusunda sistemin en iyi performansı vermesi için yapılacak düzenlemeler rahatlıkla belirlenmektedir. Aşağıda verilen örnekler ile bir binaya kurulacak asansör sisteminin özellikleri ile yolcuların ortalama bekleme süresi ve ortalama seyahat sürelerinin nasıl hesaplanacağı belirtilmiştir.

2.3.1. Kabin Seçimi

Bir binada kullanılan en önemli sistemlerin başında dikey taşımacılık hizmeti gelmektedir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için kullanılan asansör sistemleri yolcularına hızlı ve verimli bir şekilde hizmet vermeyi sağlamak zorundadır. Bu sebepten dolayı bina içerisinde kaç tane kabin olması gerektiği ve yine bu kabinlerin özelliklerinin ne olması gerektiği bina inşaat halindeyken belirlenmelidir [10]. Bu amaçla önceden belirlenmiş bazı hesaplamalar ile kullanılacak asansör sisteminin önceden tahmini gerçekleştirilebilmektedir. Aşağıdaki tabloda örnek olarak 10 katlı bir binanın temel özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.1. Bina özellikleri

Kat Sayısı	10
Bütün Kat Alanı	1500 m ²
Katlar Arası Mesafe	3.3 m
Bina Tipi	Düzenli Ofis Binası

Tablo 2.1'deki özellikler kullanılarak öncelikle binanın toplam nüfus sayısının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla literatürde yapılmış olan çalışmalar kapsamında belirlenen değerler ile tablo 2.2 oluşturulmuş olup, yine bu tablo sayesinde otel, ofis, hastane, kat veya okul gibi belirli binalardaki toplam popülasyonun önceden tespit edilmesi sağlanmıştır. Tablo 2.2 aşağıda verildiği gibidir.

Tablo 2.2. Popülasyon tahmini

Bina Tipi	Popülasyon
Otel	1.5 – 1.9 <i>kişi/oda</i>
Daire	1.5 – 1.9 <i>kişi/oda</i>
Hastane	3 <i>kişi/yatak kapasitesi</i>
Okul	0.8 – 1.2 <i>m²/öğrenci</i>
Ofis Binası Düzenli	10 – 12 <i>m²/kişi</i>
Ofis Binası Prestijli	15 – 25 <i>m²/kişi</i>

Tablo 2.1 ve 2.2‘den elde edilen değerlere göre düzenli ofis binasında bulunan kişi sayısı 10-12 metrekareye bir kişidir. Kullanılabilir alanın %80 olduğu göz önüne alınırsa kat başına toplam kullanım alanının 1200 *m²* olduğu görülecektir.

- Kişi başına 10 *m²* ‘lik bir alan olduğu düşünülürse;
 $1200/10 = 120 \text{ kişi/kat},$
- Bu durumda toplam nüfus;
 $120 \times 10 = 1200 \text{ kişi},$
- Günlük katılım %80 ise binadaki toplam popülasyon;
 $1200 \times 80/100 = 960 \text{ kişi}.$

Binadaki günlük toplam nüfusun belirlenmesinin ardından yapılacak işlem varış oranlarının belirlenmesidir. Varış oranı en genel anlamıyla 5 dakikalık periyot içerisindeki yolcu yoğunluğu anlamına gelmektedir. Kabin sayısı ve seçimi sırasında yapılan işlemlerde genellikle up-peak trafik durumu göz önüne alınmakta ve varış oranı değerinin seçimi de bu kapsamda gerçekleştirilmektedir. Tablo 2.3‘de yine bina tiplerine göre varış oranı değerleri verilmiştir.

Tablo 2.3. Varış oranı değerleri

Bina Tipi	Varış Oranı (Yüzde)
Otel	%10 – 15
Daire	%5 – 7
Hastane	%8 – 10
Okul	%15 – 25
Ofis Binası Düzenli	%11 – 15
Ofis Binası Prestijli	%17

Tablo 2.1’de verilen bina özelliklerine göre sistemin kurulacağı bina tipi düzenli ofis binasıdır. Bu bina tipine göre tablo 2.3’de verilen varış oranı değeri ise %11-15’dir. Bu varış oranı değerinden kötü olan durum yani %15 olan değer seçilirse,

- Ortalama 5 dakikalık periyottaki yolcu sayısı;

$$\frac{960 \times 15}{100} = 144 \text{ kişidir.}$$

Binada 5 dakikalık yolcu yoğunluğunun belirlenmesinin ardından yapılacak son aşama ise belirlenecek interval değerine bağlı olarak binada kullanılması gereken kabin kapasitesinin belirlenmesidir [6, 9, 10]. Tıpkı varış oranında olduğu gibi bu aşamada da kullanılan trafik modeli up-peak’dır. Bina tipine göre belirlenecek interval değeri ile 5 dakikalık periyottaki yolcu sayısının kaç saniyelik aralıklarla işlenebileceği belirlenmektedir. Tablo 2.4’de up-peak trafik durumu ve bina tipine göre tespit edilmiş up-peak interval değerleri gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Up-peak interval değerleri

Bina Tipi	Interval (s)
Otel	30 – 50
Daire	40 – 90
Hastane	30 – 50
Okul	30 – 50
Ofis Binası Düzenli	25 – 30
Ofis Binası Prestijli	20 – 25

Tablo 2.4’den de anlaşılacağı üzere düzenli bir ofis binası için interval değeri 30 saniyedir. Bu değer 30 saniye ara ile 144 kişi işleyebilecek bir asansör sistemi anlamına gelmektedir. Elde edilen bu interval değeri başka bir deyişle 30 saniyede 1 seyahat demektir.

- Bu durumda;
5 dakika = 300 s $\rightarrow$ 300 / 30 = 10 seyahat,
- Seyahat başına yolcu sayısı;
144 yolcu / 10 seyahat = 14,4 kişi,
- Aracın %80 dolu olduğu varsayılırsa;
14,4 / 0,8 = 18 kişidir.

Yapılan hesaplamalardan anlaşılacağı üzere kurulacak asansör sisteminin taşıyabileceği kişi sayısı en az yaklaşık olarak 18 kişi olması gereklidir. Aslında bina popülasyonunun önceden tam olarak bilinmesi daha net bir sonuç elde edilmesi açısından oldukça önemlidir. Fakat yapılan çalışmalar neticesinde belirlenen bu değerler ile en uygun çözüme oldukça yakın neticeler elde edilebilmektedir.

Bina içerisindeki dikey taşımacılığın sorunsuz bir şekilde hizmet verebilmesi için kabin kapasitesinin önceden belirlenmesi gereklidir. Önceden bu tespitin yapılmaması ya verilecek hizmetin az sayıda kabinle sorunlu bir şekilde işlemesine ya da çok fazla kabin ile maddi anlamda fazla yüke ve enerji sarfiyatına sebep olacaktır. Bu ve benzeri durumların önüne geçebilmek için bu tür fizibilite çalışmalarının önceden yapılması ve elde edilen değerlere göre gerekli yatırımın yapılması kaçınılmazdır.

2.3.2. Hesaplamalar

Önceki bölümde yapılan hesaplamalar ile bina içerisinde kullanılacak kabinin kapasitesinin ne olacağı belirlenmiş olup, bu bölümde ise belirlenen bu kabin kapasitesine göre binada kaç tane kabin kullanılacağı ve yine bu değere bağlı olarak ortalama bekleme, ortalama seyahat ve seyir süresi hesaplarının nasıl yapılacağına değinilmiştir.

Asansör sistemlerinde hesaplanması gereken en önemli parametrelerden biri asansörün çevrim zamanıdır (RTT). RTT değeri tek bir kabinin ana giriş katından başlayarak bina çevresinde dolanıp tekrar ana girişe gelmesiyle ortaya çıkan süre olup saniye cinsinden ifade edilmektedir. Denklem 2.1’de çevrim süresinin nasıl hesaplanacağı verilmiştir.

$$RTT = 2H \cdot t_v + (S + 1)t_s + 2P \cdot t_p \quad (2.1)$$

Denklemden verilen H değeri, en yüksek dönüş katını ve S değeri ise muhtemel durak sayısını vermektedir. Bu değerler ek-1’de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Yine denklem 2.1’deki P değeri yolcu sayısı t_v katlar arası seyahat süresini t_s durma zamanını ve t_p ise yolcu transfer süresini vermektedir.

Gerçekleştirilecek sistem kapsamında katlar arası seyahat süresinin belirlenmesi için bina tiplerine göre hesaplanmış olan toplam zaman tablosu kullanılmaktadır. Bina tiplerine göre bu süreleri gösteren tablo aşağıda verildiği gibidir.

Tablo 2.5. Farklı bina tiplerinde katlar arası seyahat süreleri

Bina Tipi	Geçiş Süresi (s)
Otel Büyük	17 – 20
Otel Küçük	20
Hastane	24
Daire	20 – 30
Ofis Binası Büyük	17 – 20
Ofis Binası Küçük	20
Alışveriş Merkezi	24 – 40

Tablo 2.1 incelendiğinde örnek bina modelinde katlar arası mesafenin 3.3 metre olduğu görülecektir. Ayrıca sonraki aşamada yapılan hesaplamalar ile sistemin up-peak trafik zamanında sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi için toplam 10 seyahat yapması gerektiği bulunmuştur. Tüm bu durumlar göz önüne alınarak t_v süresi hesaplanırsa,

- Tablo 2.5’den büyük ofis binası için toplam süre 17-20 s olacaktır. Bu doğrultuda toplam seyahat mesafesi;
 $10 \times 3.3 \text{ m} = 33 \text{ m},$
- Kabin hızı;
 $33 \text{ m} / 20 \text{ s} = 1.6 \text{ m/s},$
- Katlar arası süre ise;
 $3.3 \text{ m} / 1.6 \text{ m/s} = 2.1 \text{ s}$ olacaktır.

Bu aşamadan sonra yapılacak işlem RTT süresinin hesaplanmasıdır. Bir önceki bölümde belirlenmiş olan asgari kabin kapasitesi değerine göre piyasada mevcut olan en uygun kabin seçilir ve hesaplamalar bu doğrultuda gerçekleştirilir. Tablo 2.6’da RTT hesaplamasında kullanılan parametrelerin değerleri ve sistem bünyesinde kullanılacak kabin özellikleri verilmiştir. Tabloda verilen H ve S değerleri ek-1’de verilen tablo aracılığı ile tespit edilmiş ve hesaplama kapsamında kullanılan P değeri ise kabin kapasitesinin %80 dolulukta çalıştığı düşünülerek hesaplanmıştır.

Tablo 2.6. Denklem parametreleri

H	9.8
S	8.3
P	16.8
CC	21
t_v	2.1
t_s	7.7
t_p	1.2

Verilen bu değerler kullanılarak çevrim süresi hesaplanacak olursa,

- $RTT = 2 \times 9.8 \times 2.1 + (8.3 + 1) \times 7.7 + 2 \times 16.8 \times 1.2$
 $RTT = 153.1$ s olacaktır.

Bu aşamadan sonra yapılacak işlem bina içerisine kaç adet kabin kurulması gerektiğidir. Burada yardımcı olan parametre ise tablo 2.4’de bina tipleri için belirlenmiş olan interval değeridir. Bu değer önceki yapılan işlemlerde düzenli ofis binası için 30 s olarak kabul edilmiştir. Burada da kullanılacak olan değer yine aynıdır.

- Bu durumda up-peak interval değerini sağlamak için gerekli kabin sayısı,
 $Kabin\ Sayısı = RTT / INT \rightarrow 153.1 / 30 = 5\ kabin$
 $UPPINT = RTT / Kabin\ Sayısı \rightarrow 153.1 / 5 = 30.6\ s$
- Bu durumda up-peak taşıma kapasitesi anlamına gelen $UPPHC$ ise,
 $UPPHC = 300 \times P / UPPINT$
 $UPPHC = 300 \times 16.8 / 30.6$
 $= 165\ ki\{s}i / 5\ dk$

Verilen bu örneğe göre 5 dk’lık taşıma kapasitesi aslında istenen değerden fazladır. Çünkü istenen değer 30 s ara ile toplam 144 kişinin taşınabilmesidir. Fakat elde edilen $UPPINT$ değerinin istenen seviyede olması fazla taşıma kapasitesinin görmezden gelinmesine sebep olmaktadır. Böylesi bir bina özelliklerine sahip bir yere kurulacak 21 kişilik ve 5 kabinlik bir sistem ile bina trafiği sorunsuz bir şekilde çalışacak, özellikle yoğun trafik saatlerinde herhangi bir istenmeyen durum ile karşılaşılmayacaktır. Başta da belirtildiği üzere bina popülasyonunun önceden bilinmesi kabin kapasitesi ve sayısının seçiminde oldukça önemlidir. Fakat böyle bir seçim durumu söz konusu değilse en azından

yapılacak bazı genellemeler ile binaya yerleştirilecek kabin sayısı ve kapasitesi tespit edilebilmektedir.

Kabin sayısı ve kabin kapasitesi belirlendikten sonra yapılacak işlem yolcuların ortalama bekleme süresi, ortalama seyahat süresi ve ortalama seyir sürelerinin tespit edilmesidir. Bu süreler binada hizmet veren grup asansör sistemlerinin performansının belirlenmesi için oldukça önemlidir. Çünkü bu parametrelerin hesaplanması ile elde edilecek değerlere göre sistemde herhangi bir optimizasyonun yapılıp yapılmayacağı karara bağlanacaktır.

Bir asansör sistemi için performans belirleme aşamasındaki en önemli kriter yolcuların ortalama bekleme süresidir (*AWT*). Ortalama bekleme süresi en genel tabiri ile yolcunun kat çağrısını yapması ile kabine binmesi arasında geçen zamandır [2-4, 6-10]. Bu aradaki zamanı tanımlayan *AWT* denklem 2.2’de belirtildiği şekilde hesaplanabilmektedir.

$$AWT = \left[0,4 + \left(\frac{1,8P}{CC} - 0,77^2 \right) INT \right] \quad (2.2)$$

Denklem 2.2’de belirtilen *INT* değeri ise önceki bölümlerde bahsedildiği gibi interval değeri anlamına gelmektedir. Fakat kabin sayısı ve çevrim süresinin önceden belirlenmiş olması sebebiyle *INT* denklem 2.3’de gösterilen şekilde hesaplanmaktadır.

$$INT = \frac{Kabin\ Sayısı}{RTT} \quad (2.3)$$

Yine grup asansör sistemleri için bir diğer önemli kontrol parametresi ortalama seyahat süresidir (*ATT*). Bir yolcunun kabine binmesiyle başlayan ve tekrar kabinden çıkmasına kadar geçen süreyi kapsayan dilim olup, denklem 2.4’de belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$ATT = 0,5H. t_v + 0,5S. t_s + P. t_p \quad (2.4)$$

Bir asansör sisteminden süre anlamında performans beklenen son parametre ise ortalama seyir süresidir (*AJT*). Bu değer yolcunun kat çağrısını yapmasıyla başlayan ve

yolcunun bulunduğu kabinde inmesiyle son bulan bir süreç olup denklem 2.5’de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$AJT = AWT + ATT \quad (2.5)$$

Bir grup asansör sistemi için yapılacak hesaplamalar genel itibari ile bu şekildedir. Yapılan hesaplamalarda bazı parametreler geliştirilerek sistem için en uygun değerlerin bulunması kolaylaştırılmıştır. Fakat önceden yapılacak belirli çalışmalar ile belirlenecek değerler kapsamında kabin seçimi ve sayısı gibi binanın dikey taşımacılığını sağlayacak konular daha rahat ve net bir şekilde belirlenebilecektir. Ayrıca yine önceden yapılacak çalışmalar neticesinde belirlenecek bazı giriş parametreleri ile ortalama bekleme, ortalama seyahat ve ortalama seyir sürelerinde önemli ölçüde kazanımlar sağlanacaktır.

2.3.3. Kabinlerin Enerji Tüketimleri

Asansör sistemlerindeki bir diğer önemli konu ise kabinlerin enerji tüketim değerleridir. Genel olarak bir asansörün enerji tüketimi dur-kalk esnasında olmasına rağmen seyahat ve stand by konumu olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Seyahat esnasındaki (durma-seyahat-kalkış) tüketim, toplam enerji tüketiminin %70’in den daha fazlasını oluşturmaktadır [17].

Grup asansör sistemlerinde enerji tüketimi konusundaki en önemli problem kabinlerin dengesiz bir şekilde enerji tüketmesidir [17, 33]. Örneğin asansörlerin belirli bir düzen olmadan çalışması bazı kabinlerin daha fazla çalışmasına ve daha çabuk yıpranmasına sebep olmaktadır. Tersine bir durumda ise bazı kabinler gün içerisinde diğer kabinlere nazaran daha az çalışmakta ve kabinler arasında enerji tüketimi açısından dengesizlik oluşturmaktadır. Bu durum temel olarak istenmeyen bir olaydır. Çünkü kabinlerin yıpranma süreleri birbirlerine paralel olarak ilerlemeyecektir. Bu durumda bazı kabinlerde gözle görülür bir şekilde performans eksikliğine sebep olacaktır. Her ne kadar ortalama bekleme süresinde önemli ölçüde verim sağlansa da kabinlerin dengesiz yük dağılımı sistemin ortalama performansını düşürmektedir.

Bu durumu giderebilmek amacıyla grup asansör sistemleri için yapılan uygulamalarda enerji tüketim parametreleri göz önüne alınmakta ve ortalama bekleme süresiyle paralel bir şekilde kabinlerin yük dağılımı eşitlenmeye çalışılmaktadır. Genellikle

asansörlerin günlük enerji tüketim değerlerini belirlemek oldukça güçtür [33-35]. Fakat Schroeder birçok asansörde ölçümler yaparak bu değeri hesaplamak için genel bir formül oluşturmuştur. Denklem 2.6'da Schroeder yönteminin enerji formülü verilmiştir.

$$EC = N * \frac{R * ST * TP}{3600} \quad (2.6)$$

$$EC = \text{Enerji Tüketimi} \left(\frac{kWh}{gün} \right),$$

$N = \text{Kabin Sayısı},$

$R = \text{Motor Oranları (kW)},$

$ST = \text{Günlük Durma Sayısı},$

$TP = \text{Genel Seyir Süresi}.$

Denklem 2.6'dan da anlaşılacağı üzere Schroeder yöntemindeki en büyük sıkıntı günlük durma sayısının önceden bilinmemesidir. Gelecek çağrılarının önceden bilinmemesi, bu duruma bağlı olarak da asansörlerin gün içerisinde ne kadar çalışacağı tespit edilememektedir. Bu durumu giderebilmek için belirli ölçüm teknikleri kullanılarak önceden bir fizibilite çalışmasının yapılması şarttır [33, 34]. Çünkü asansörlerin enerji tüketim miktarları en çok durma ve kalkma hareketleri esnasında oluşmakta ve bu değer denklemi doğrudan etkilemektedir [17, 34]. Denklem 2.6'da kullanılan bir diğer parametre ise genel seyir süresi olarak belirtilen TP değeridir. TP değeri asansörlerin tahrik mekanizmalarının tipine ve yine asansörlerin hızına göre değişim göstermektedir [1, 34]. Schroeder yöntemine göre belirlenmiş genel seyir süreleri ek-2'de detaylı bir şekilde verilmiştir.

2.4. Bölüm Değerlendirmesi

Tez çalışması kapsamında oluşturulan bu bölüm ile grup asansör sistemlerinin işleyiş yapısı incelenmiş olup literatürde bu konu ile alakalı yapılmış olan çalışmaların özelliklerine değinilmiştir. Bu kapsamda öncelikle grup asansörlerin nasıl bir yapıya sahip olduğu anlatılmış ve sisteme etki eden faktörler sıralanmıştır. Ayrıca 5 kabinli bir grup asansör sistemindeki kat kasetlerinin yerleşimine değinilmiştir.

Bölüm kapsamında değinilen bir diğer konu grup asansörlerin trafik yoğunluk saatleridir. Bu durum ile alakalı literatürde yapılan çalışmalar incelenmiş olup, bu çalışmalara göre grup asansör sistemleri için kullanılan trafik saatleri ve bu saatlerin özellikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca gerçekleştirilecek çalışmada göz önüne alınacak olan ortalama bekleme süresi, ortalama seyahat süresi ve enerji tüketim değerleri gibi konular detaylıca incelenmiş olup, bu değerlerin ne şekilde hesaplanması gerektiği örnek bir bina ve kabin modeli üzerinden anlatılmıştır.

3. GRUP ASANSÖRLER İÇİN OPTİMİZASYON VE TAHMİN TABANLI YENİ BİR KONTROL YAKLAŞIMI

Grup asansör sistemleri geçmişten beri üzerinde çalışılan ve tam anlamıyla çözümü oldukça zor olan bir konudur. İçerisinde bulundurduğu parametrelerin çokluğu, çıkış olarak çok fazla seçeneğin olması, bu ve benzeri sistemleri çözülmesi oldukça zor bir durumun içerisine sokmaktadır [12, 13]. Temel olarak asansör sisteminin kurulacağı binanın toplam nüfusunun önceden bilinmemesi veya asansör hizmetinden faydalanacak bir yolcunun gideceği katın önceden tespit edilememesi grup asansör sistemlerinde öncelikli güç durumlardan bir kaçıdır.

Günümüzde gelişen teknolojinin faydaları doğal olarak grup asansör sistemlerine de yansımış ve eski zamanlara nazaran bu tip sistemler için daha esnek çözümler üretilmeye başlanmıştır. Özellikle günümüzdeki kontrol sistemlerinin gelmiş olduğu nokta ile bu tip sistemler tek bir merkezden kontrol edilebilir hale gelmiş ve bu duruma bağlı olarak asansör sistemleri, kullanıcılarına daha hızlı ve konforlu hizmet sunabilen, güvenliği sonuna kadar sağlayabilen ve bina sahipleri için olabildiğince üst seviyede enerji tasarrufu sunan sistemler konumuna gelmiştir.

En başta da belirtildiği üzere dikey taşımacılık hizmeti yüksek katlı binalar için olmazsa olmazların başında gelmektedir. Öyle ki inşaat ve taşımacılık sektörleri birbirine paralel bir gelişim göstermektedir. Ortaya çıktığı ilk zamanlarda bir kabin görevlisine ihtiyaç duyan bu sistemler, bugün tek bir merkezden kontrol edilebilen, üzerinde istenildiği gibi değişiklik yapılabilen ve kullanıcıların rahatı için çeşitli değişikliklere uğrayan yapılar haline gelmiştir. Yine bu mantık ile ortaya çıkmış olan grup asansör sistemleri, özellikle yüksek katlı binalarda çalışan kişiler için oldukça önemlidir. Günümüzdeki yoğun iş temposu düşünüldüğünde, bu sistemlerin kullanıcılarına herhangi bir aksaklığa mahal vermeden hizmet sunması kaçınılmazdır [36]. Fakat başta da belirtildiği üzere sistem bünyesindeki çeşitli belirsizlikler bazen sistemin aksamasına sebep olmakta ve kullanıcıları için can sıkıcı olmaktadır [9, 10]. Bu durumun ortaya çıkmasındaki temel sebep grup asansör sistemlerinin belirli bir düzen olmadan çalışması ve sistemin muhtemel yol güzergâhlarından seçebileceği en iyi yol yerine daha farklı bir rota belirlemesidir. Gelişen teknoloji ile beraber gerek yazılımsal gerekse mekaniksel olarak kontrol edilebilen bu

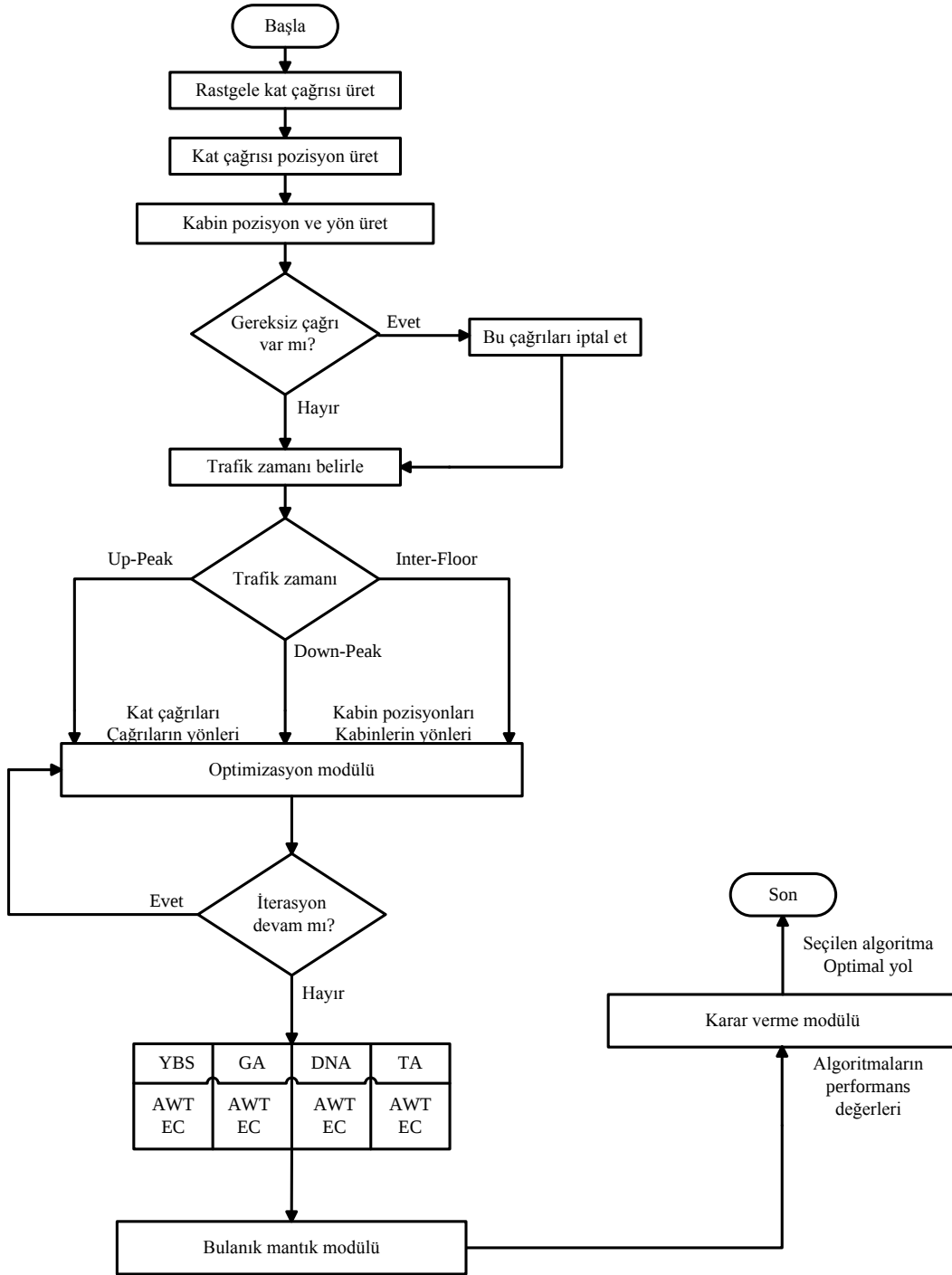
sistemlerdeki temel aksaklıkların önüne geçilebilmesi için sistem üzerinde belirli optimizasyonların yapılması zorunludur. Bu sistemlerin tek bir merkezden kontrol edilebilmesi asansörler üzerinde yapılabilecek değişikliklerin rahatlıkla uygulanmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca sistemdeki belirsizlikler ve çok sayıda değişken olmasından ötürü problemin çözüm uzayının geniş olması, literatürde var olan belirli optimizasyon yöntemlerinin uygulanmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Kullanılacak optimizasyon yöntemleri ile taşımacılık hizmeti almak isteyen kişilerin ortalama asansör bekleme süreleri azalacak, yine yolcuların asansör içerisinde geçirmiş oldukları süreyi tanımlayan ortalama seyahat süreleri kısılacak ve tüm bu durumlara bağlı olarak kabinlerin tüketmiş oldukları enerji miktarları düşecektir.

Grup asansör sistemlerinin çalışması sırasında ortaya çıkabilecek bazı aksaklıkları giderebilmesi için öncelikli olarak yerine getirmesi gereken bazı temel prensipler vardır. Aşağıda maddeler halinde verilen bu prensipler, gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında da göz önüne alınmıştır [7, 10].

- Asansörler kabin çağrısını asla pas geçmemelidirler. Mevcut yöndeki tüm çağrılar bitene kadar bunları tamamlamalı ve bu süreçte ters yöndeki kabin çağrılarını göz ardı etmemelidir. Asansörün mevcut yönü tersine döndükten sonra kalan çağrılarını tamamlamalıdır.
- Sistem yön değiştirmeden önce, eğer kabin içerisinde yeterince boşluk varsa aynı yönde olan kat çağrılarını toplayabilmelidir.
- Eğer kat çağrısının yapıldığı noktada herhangi bir kimse yoksa bu kat çağrısı göz önüne alınmamalıdır.
- Sistemin enerji verimliliğini sağlayabilmesi için olabildiğince az dur-kalk hareketi yapması gereklidir. Çünkü asansörlerin en çok enerji tüketimini bu hareketler sırasında yaptığı tespit edilmiştir. Bunu gerçekleştirebilmek için aynı kat çağrısına aynı zamanda birden fazla kabin gitmemelidir.
- Sistemde kullanılacak yöntemlerin verimliliğini artırabilmek için bina içerisindeki popülasyonun ve bu popülasyonun asansör kullanma sıklığına yönelik önceden bir fizibilite çalışmasının yapılması gereklidir.

Gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında grup asansör sistemlerinin zamanlama probleminin çözümü için literatürde önerilmiş olan bazı optimizasyon yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler ile yolcuların ortalama bekleme ve ortalama seyahat süreleri ile kabinlerin enerji tüketim değerlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Optimizasyon yöntemleri olarak yapay bağışıklık sistem algoritması (YBS), genetik algoritmalar (GA) ve DNA hesaplama algoritması kullanılmış olup, bu

yöntemlere ek olarak bir tahmin algoritması (TA) önerilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada optimizasyon modülünü oluşturan bu yöntemleri bir araya getirebilmek için bir bulanık mantık modülü oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma kapsamında bir karar verme modülü de oluşturularak sistemin bulanık mantıktan gelen sonuçları değerlendirmesi amaçlanmıştır. Şekil 3.1’de tez kapsamında gerçekleştirilmiş olan uygulamanın akış şeması verilmiştir.



Şekil 3.1. Önerilen yöntemin akış şeması

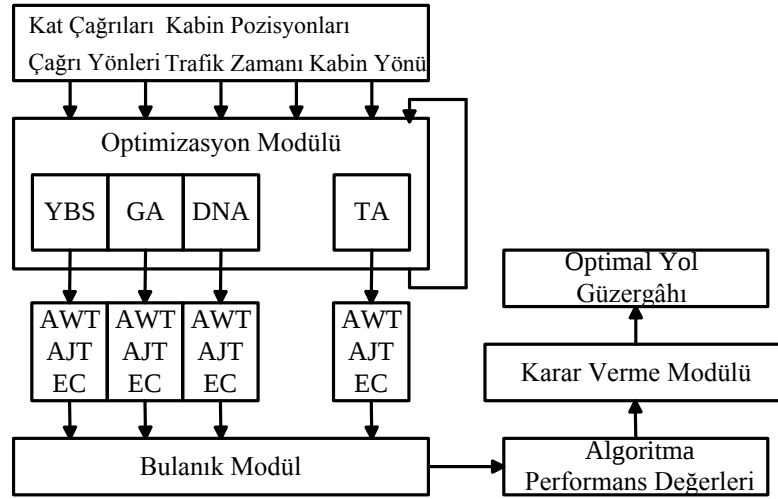
Şekil 3.1’den de anlaşılacağı üzere gerçekleştirilen uygulama ile öncelikle rastgele kat çağrılarını üretilmektedir. Çağrılarının önceden rastgele üretilmesi ise birbirinden bağımsız çeşitli senaryolar gerçekleştirilebilmektedir. Bu aşamadan sonra sistem önceden üretmiş olduğu çağrılara, yine rastgele olmak üzere yön ataması yapmaktadır. Bu sayede üretilmiş çağrılarının hangi katlarda ve hangi yöne doğru olduğu bilinmektedir. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında yapılan uygulama ile eğer herhangi bir katta çağrı var ise bu nokta 1 değeri ile temsil edilmekte yoksa 0 ile gösterilmektedir. Ayrıca yapılan çağrı aşağı yönlü ise yön tablosunda bu kat çağrısı 1, yukarı yönlü ise 2, çağrının olmadığı katlarda ise yön 0 olarak gösterilmektedir. Tablo 3.1’de örnek olarak 10 katlı bir binanın mevcut çağrılarını ve bu çağrılarının yönleri gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Kat çağrılarını ve yönler

Katlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çağrılar	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
Yönler	2	0	2	1	0	0	2	0	1	1

Rastgele üretilen kat çağrılarının ardından geçilen aşama ise kabinlerin üretilmesidir. Bu bölümde de tıpkı kat çağrılarının üretildiği gibi rastgele kabinlerin mevcut pozisyon ve yönleri üretilmektedir. Kat çağrılarında olduğu gibi yönleri tanımlayan sayılar aşağı için 1 ve yukarı için 2’dir. Uygulama bu aşamadan sonra gereksiz çağrılarının silinmesi işlemini gerçekleştirmektedir. Bu kısım ile gerçekleştirilen senaryolar kapsamında üretilen çağrılarının %10’unu silinmektedir. Silinen bu çağrılar, kişilerin kat çağrısı yaptıktan sonra vazgeçtiği ve kabin önünden ayrıldığı anlamına gelmektedir.

Uygulamanın bir sonraki bölümü trafik zamanının belirlenmesidir. Çalışma kapsamında yukarı yönlü, aşağı yönlü ve katlar arası trafik durumu olarak 3 farklı trafik zamanı göz önüne alınmıştır. Sistem hangi trafik saatini kullanacağına dair kararı verdikten sonra bu bilgi optimizasyon modülüne göndermektedir. Çünkü ortalama bekleme ve ortalama seyahat süreleri ile kabinlerin enerji tüketim değerleri bu trafik saatine göre hesaplanacak ve en uygun değere sahip güzergâh asansör sistemine uygulanmak üzere kabinlerin bağlı olduğu kontrol kartına gönderilecektir. Sistemde optimizasyon, bulanık mantık ve karar verme olmak üzere toplam 3 modül bulunmaktadır. Şekil 3.2’de bu modüller ve işlevleri detaylıca verilmiştir.



Şekil 3.2. Önerilen yaklaşım modülleri

3.1. Optimizasyon Modülü

En temel anlam olarak optimizasyon elde olan kaynakları en asgari biçimde kullanarak en yüksek verimi elde etmek demektir. Bu yönüyle düşünüldüğünde optimizasyon, matematiksel olarak bir fonksiyonu minimize veya maksimize etmek demektir [36-38]. Optimizasyonun bir başka amacı ise mevcut bir sistemde oluşabilecek eksiklikleri veya aksaklıkları asgariye indirerek, elde edilecek verimi yükseltmektir. Optimizasyon temel olarak günlük hayatımızın birçok noktasında sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Örneğin bir kişinin seyahate çıkacağını düşünelim. Kişi seyahat için toplayacağı bavuluna koyacağı eşyaları sığdırabilmek için, elindeki malzemeleri olabildiğince düzgün ve parçalar birbiriyle örtüşecek şekilde yerleştirmeye çalışır. Buradaki temel gaye bavula olabildiğince çok parça yerleştirebilmektir. İşte bu durum bir optimizasyon örneğidir. Optimizasyon çözümlemelerinde sistemdeki tüm parametreler en ince detayına kadar incelenmekte buna göre çözüm yapılmaktadır. Çünkü optimizasyon için temel kriter en iyi çözümü en kısa sürede bulabilmektir [37]. Eğer bu parametreler incelenmeden işlem yapılırsa veya gereksiz parametreler devre dışı bırakılmazsa problemin çözüm uzayı çok geniş olacağından, en optimal çözümü bulabilmek çok uzun süreler alacaktır ve çözümün de doğru olup olmadığı garanti edilemeyecektir [38, 39].

Optimizasyon yöntemleri genellikle NP tipteki problemlere uygulanmaktadır. Bu tür problemlerin en bilinenleri sırt çantası, gezgin satıcı, grup asansör zamanlaması gibidir. Literatürde bunlar ve benzeri NP tipteki problemleri çözmek için çok çeşitli optimizasyon yöntemleri vardır. Bu tür problemleri çözmek için kullanılan yumuşak hesaplama

tekniklerine örnek vermek gerekirse yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmalar, DNA hesaplama algoritması gibi konular en başta gelmektedir. Çözüm uzayının geniş olduğu problemleri çözmek için kullanılan bu yöntemler, gerek en optimal çözümü bulma gerekse en iyiye hızlı bir şekilde yaklaşma adına çok önemli başarılar sağlamaktadırlar [37-39].

Grup asansör sistemleri de optimizasyon yöntemlerine gereksinim duyan bir başka problem alanıdır. Özellikle zamanlama anlamında optimizasyona ihtiyaç duyan bu sistemler, gerekli düzenlemeler yapıldığında kullanıcılarına önemli ölçüde kazanımlar sağlamaktadır. Gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında da grup asansör sistemlerinin zamanlaması ve enerji verimliliği için 3 farklı optimizasyon yöntemi kullanılmıştır. YBS, GA ve DNA hesaplamanın kullanıldığı bu uygulama ile grup asansör sistemlerinde gerekli optimizasyonların yapılması amaçlanmıştır. Trafik zamanı, kat çağrıları, kat çağrı yönleri, kabin pozisyonu ve kabin yönlerini giriş olarak alan optimizasyon modülü bünyesinde barındırmış olduğu 3 farklı optimizasyon yöntemi ile mevcut çağrıların kabinlere göre uygunluk değerlerini bulmakta ve bu değerlere göre sistemin ortalama bekleme süresi, ortalama seyahat süresi ve enerji tüketim değerlerini hesaplamaktadır. Daha sonrasında hesaplanmış olduğu bu değerleri bulanık mantık modülüne göndererek sistemin hangi yolu seçeceğine katkıda bulunmaktadır. Uygulama kapsamında optimizasyon yöntemlerinin kullanacağı uygunluk fonksiyonu denklem 3.1’de verildiği gibidir.

$$Afinite = (|k - l|) * T_K * \alpha_1 + T_D * \alpha_2 \quad (3.1)$$

k = Asansörün bulunduğu kat,

l = Asansörün gideceği hedef kat,

T_K = Asansörün ortalama iki kat arası geçiş süresi,

T_D = Asansörün kapı açılış/kapanış süresi,

α_1 = Denklem ağırlığı (0.8),

α_2 = Denklem ağırlığı (0.2).

Verilen bu uygunluk fonksiyonu, gerçekleştirilen algoritma çerçevesinde her kabin için ayrı ayrı uygulanarak hesaplanmakta ve her kabin için ayrı olarak elde edilen bu değerler toplanarak sistemin genel olarak uygunluğu bulunmaktadır. Denklem 3.1’de verilen uygunluk fonksiyonu kullanılan her optimizasyon yöntemi için aynı olup, her

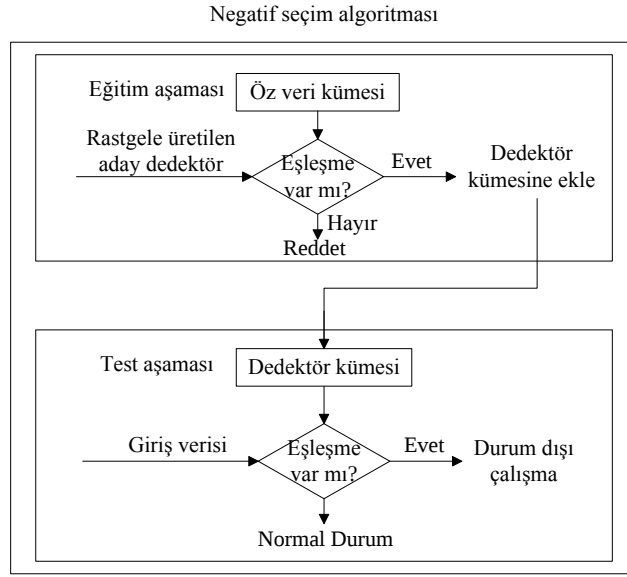
algoritmada ayrı gelen toplam uygunluk değerleri, değerlendirilmek üzere bulanık mantık modülüne gönderilmektedir.

3.1.1. Yapay Bağışıklık Sistemler

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında optimizasyon modülünün bir parçası olarak yapay bağışıklık sistem (YBS) algoritması kullanılmıştır. YBS, doğal bağışıklık sisteminden esinlenilerek ortaya atılan ve mühendislik açısından incelenerek karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan optimizasyon yöntemlerinden biridir [40-42]. İlk olarak bilgisayar virüslerinin ortaya çıkmasıyla beraber gelişen bu sistemler, genellikle anormal durum tespitlerinde kullanılmaktadır [40]. YBS'ler bu kullanım alanlarının dışında çoğu optimizasyon probleminde, örüntü tanıma ve makine öğrenmesi gibi konularda da sıklıkla kullanılmaktadır [41].

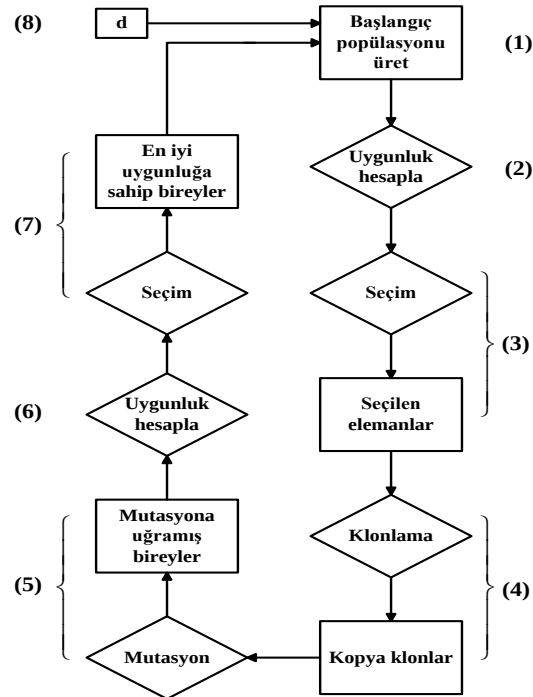
Canlılardaki savunma mekanizmasını örnek alarak gerçekleştirilmiş olan bu optimizasyon yönteminin en önemli avantajı lokal arama gerektiren problemlerde oldukça iyi bir performans sağlamasıdır. Ayrıca bu yöntem genel olarak optimizasyon temelli problemlerin çözümünde iyi sonuçlar verse de, problemlerin durumuna göre performansında değişiklikler olabilmektedir [42]. Sonuç olarak sezgisel temelli çalışan bir algoritma olduğu için her zaman en iyi sonucu vermeyebilmektedir. Global arama özelliği bu algoritma için zayıf olup, sistemin en doğruya yaklaşma oranını artırmak için ayarlanması gereken parametre sayısı fazladır. YBS optimizasyon algoritması bünyesinde iki farklı yöntem barındırmaktadır. Bunlardan birisi genellikle anormal durum tespitinde kullanılan negatif seçim algoritmasıdır. YBS'ye bağlı diğer yöntem ise klonal seçim algoritması olup genellikle örüntü tanıma ve optimizasyon problemlerinde karşımıza çıkmaktadır.

Genellikle anormal durum tespitinde kullanılan negatif seçim algoritması, oldukça basit bir yapıya sahiptir. Eğitim ve test aşaması olmak üzere iki kısımdan oluşan bu algoritma giriş verisine göre herhangi bir eşleşme olup olmadığını tespit etmektedir. Şekil 3.3'de YBS'ye bağlı negatif seçim algoritmasının işleyişi verilmiştir [40].



Şekil 3.3. Negatif seçim algoritması

YBS'ye bağlı bir başka algoritma ise başta da belirtildiği üzere klonal seçim algoritmasıdır. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen uygulama içerisinde kullanılan yöntemlerden biri olan klonal seçim algoritmasının işleyişini özetleyen bir akış diyagramı şekil 3.4'de verildiği gibidir.



Şekil 3.4. Klonal seçim algoritması

Genellikle optimizasyon temelli problemlerin çözümünde kullanılan klonal seçim algoritmasının işleyişini özetleyen sözde kod aşağıda detaylıca verilmiştir.

1. Adım: Vücut antikor repertuarını oluşturan antikorlar, başlangıç çözüm kümesini oluştururlar.
2. Adım: Antikorların benzerlik dereceleri hesaplanır.
3. Adım: n adet en yüksek benzerlikli antikor seçilir.
4. Adım: Seçilen n adet antikoru benzerlik dereceleri ile doğru orantılı olarak, yüksek benzerlik dereceli antikoru daha fazla olacak şekilde klonlanması.
5. Adım: Antikorlardan benzerlik derecesi yüksek olan, daha az olacak şekilde mutasyona uğratılır.
6. Adım: Mutasyona uğramış klonların benzerlik dereceleri belirlenir.
7. Adım: n yüksek benzerlik dereceli antikorların yeniden seçilmesi.
8. Adım: d adet en düşük benzerlik derecesindeki antikorların yeni üretilen antikorlarla değiştirilmesi.

Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan bu yöntemin optimizasyon modülü içerisindeki kullanımı adım adım aşağıda verilmiştir.

1. Adım: Algoritmanın başlangıç kümesini oluşturmak üzere daha önceden rastgele oluşturulmuş kat çağrılarına seçilen sayıda kabinler atanmaktadır. Bu noktada kabinler ikilik düzende kodlanmaktadır ve her 3 bitlik parça 1 kabin numarasına denk gelmektedir. Kabin numaraları 0'dan başlamaktadır ve binary düzende 111 olarak ifade edilen bit parçası bulunduğu noktaya kabin gönderilmeyeceği yani o noktada herhangi bir kat çağrısı olmadığı anlamına gelmektedir. Tablo 3.2'de 10 katlı ve 3 kabinli bir bina için örnek kodlama şekli verilmiştir.

Tablo 3.2. Örnek kat ve kabin dağılımı

	Katlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çağrılar	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
Kabin No (2'lik)	001	111	010	000	111	111	000	111	001	010
Kabin No (10'luk)	1	7	2	0	7	7	0	7	1	2

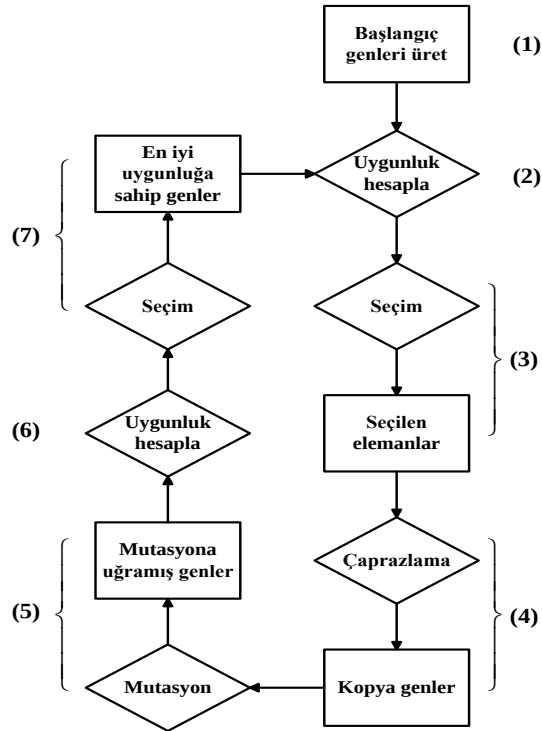
2. Adım: Algoritmanın bu adımında her kabin için ayrı ayrı olacak şekilde uygunluk değeri hesaplanmaktadır. Bu hesaplama için denklem 3.1 kullanılmakta olup elde edilen uygunluk değerleri bir uygunluk tablosunda toplanarak küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır.
3. Adım: Gerçekleştirilen uygulamanın bu adımında ise seçim işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde her kabin için en iyi uygunluk değerine sahip 3 güzergâh kopyalanmak üzere seçilmektedir.
4. Adım: Uygulamanın bu bölümü bireylerin kopyalanması işlemidir. Bu kısımda en iyi uygunluğa sahip bireyden 3 adet, en iyi ikinci bireyden 2 adet ve en iyi uygunluğa sahip üçüncü bireyden 1 adet kopyalanmaktadır.
5. Adım: Bu bölümde kopyalanmış bireyler mutasyona uğratılmaktadır. Mutasyona uğratma aşamasında en iyi uygunluğa sahip kopya klonlar daha az olacak şekilde bitsel olarak mutasyona uğratılmaktadır. 3 bitlik kabin numaraları en iyi uygunluğa sahip bireylerde rastlantısal olarak 1 bit olacak şekilde, en iyi uygunluğa sahip ikinci bireylerde 2 bit ve kopya klonlar içerisinde en kötü uygunluğa sahip üçüncü bireylerde ise 3 bit değişecek şekilde mutasyon işlemi gerçekleştirilmektedir.
6. Adım: Gerçekleştirilen algoritmanın bu bölümünde tıpkı 2. adımda olduğu gibi kopyalanmış ve mutasyona uğratılmış bu yeni bireylerin uygunluk değerleri daha önceden belirtilmiş olan denkleme göre hesaplanmakta ve sıralanmaktadır. Eğer elde edilen en iyi uygunluk değerleri, mutasyondan önceki uygunluk değerlerinden büyük ise algoritmanın 7. ve 8. adımları es geçilecektir.
7. Adım: Bu adımda mutasyona uğratılıp uygunluğu belirlenmiş olan bireylerden en iyi 3 tanesinin seçilme işlemi gerçekleştirilmektedir.
8. Adım: Uygulamanın bu bölümü yer değiştirme aşamasıdır. Bu kısımda algoritmanın ikinci adımında elde edilmiş olan uygunluk değerlerinden en kötü uygunluğa sahip 3 tanesi seçilerek yedinci adımda elde edilmiş olan en iyi uygunluğa sahip 3 bireyle değiştirilmektedir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen klonal seçim algoritması uygulamada 100 iterasyon çalıştırılmaktadır. İterasyon sayısının yüksek seçilme sebebi mevcut olan güzergâhlardan daha iyi bir seçeneğin bulunabilmesi ihtimalidir. Çünkü YBS sezgisel temelli bir optimizasyon algoritması olup her zaman en iyi sonucu garanti etmemektedir.

3.1.2. Genetik Algoritmalar

Genetik algoritmalar (GA), canlılardaki genetik yapıyı esas alarak geliştirilmiş olan ve doğal seçim ilkelerine dayanan bir arama ve optimizasyon yöntemidir [43-45]. GA literatürde de sıklıkla kullanılan bir yöntem olup fonksiyon optimizasyonu, çizelgeleme, mekanik öğrenme, tasarım ve hücrel üretim gibi alanlarda başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir.

GA'lar paralel işlem yapabilme yeteneğine sahip olup sonuca çok hızlı bir şekilde ulaşabilirler [43, 44]. Genetik bilgiyi kullanarak hesap yapabilen bu optimizasyon yönteminde problemler ikilik sayı sistemi kullanılarak kodlanırlar. YBS'den farklı olarak bu metotta mutasyondan önce gerçekleştirilen bir çaprazlama aşaması vardır. Uygunluk değerine göre seçilen ve çaprazlama aşamasında kullanılan bireyler sayesinde, bir süre sonra en kötü uygunluk değerine sahip bireyler devre dışı kalırlar. Yine bu yöntemde de sonucun doğruluğu tam bir şekilde garanti edilemez, fakat çaprazlama ve mutasyon aşamasında yapılacak belirli düzenlemeler ile sonuca olabildiğince iyi bir şekilde yaklaşılabilir [44, 45]. Genetik algoritmaları özetleyen bir akış diyagramı şekil 3.5'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Genetik algoritma

Literatürde optimizasyon temelli problemleri çözmek için sıklıkla kullanılan GA'nın algoritmik adımları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

1. Adım:Rastlantısal olarak ikili sayı düzeni ile ilk genler oluşturulur.
2. Adım:İlk adımda oluşturulan genlerin uygunluk değeri hesaplanır.
3. Adım:Çözüm için uygunluk değerine göre belirli oranda eleman seçilir.
4. Adım:Seçilen bu genlere çaprazlama işlemi uygulanır.
5. Adım:Çaprazlama işlemine tabi tutulmuş genlere mutasyon işlemi uygulanır.
6. Adım:Elde edilen bu yeni gen elemanlarının uygunluk değerleri bulunur.
7. Adım:Maksimum işlem sayısına ulaşıncaya kadar 2. adımdan tekrar edilir.

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında oluşturulan optimizasyon modülü içerisindeki yöntemlerden bir olan bu metodun grup asansör sistemlerinin zamanlamasındaki kullanımı adım adım aşağıda verildiği gibidir.

1. Adım:Tıpkı YBS'de olduğu gibi GA'nın bu adımında da rastsal olarak gen dizileri oluşturulmaktadır. Başlangıç çözüm kümesini oluşturan bu diziler ikilik sayı düzeninde kodlanmış olup, YBS'nin birinci adımında belirtildiği gibi bir yapıya sahiptir.
2. Adım:Algoritmanın bu adımında başlangıç çözüm kümesinde üretilmiş olan genlerin uygunluk değeri denklem 3.1'e göre hesaplanmaktadır. Uygunluğu hesaplanmış genler küçükten büyüğe sıralanmak üzere sıralama fonksiyonuna gönderilmektedir.
3. Adım:Sıralama fonksiyonundan dönen genlerden en iyi uygunluğa sahip bireyler seçilmektedir. GA'nın seçim işlemi için çeşitli yaklaşımları olmasına rağmen gerçekleştirilen bu çalışmada elitist yaklaşım tercih edilmiştir. Bu yaklaşıma bağlı olarak en iyi uygunluğa sahip 2 gen seçilmiş ve bu genler kendi aralarında çaprazlanmak üzere çaprazlama fonksiyonuna gönderilmektedir.
4. Adım:Çaprazlama işleminde elitist yaklaşıma göre elde edilen 2 gen arasında gen değişimi yapılmaktadır. Gen değişimi işlemi tek noktalı olarak yapılmakta olup kaçınıcı bittten itibaren değişim yapılacağı rastgele bir şekilde belirlenmektedir. Gerçekleştirilen çalışmada tercih edilen örnek bir gen değişim yapısı tablo 3.3'de verildiği gibidir.

Tablo 3.3. GA gen değişim örneği

	Katlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çağrılar	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
Gen1	001	111	010	000	111	111	000	111	001	010
Gen1	1	7	2	0	7	7	0	7	1	2
Gen2	010	111	001	010	111	111	001	111	000	010
Gen2	2	7	1	2	7	7	1	7	0	2
Çocuk1	001	111	010	000	111	111	001	111	000	010
Çocuk1	1	7	2	0	7	7	1	7	0	2
Çocuk2	010	111	001	010	111	111	000	111	001	010
Çocuk2	2	7	1	2	7	7	0	7	1	2

5. Adım:Gerçekleştirilen çaprazlama işleminden sonra yapılan işlem oluşturulan çocuk genleri mutasyona uğratmaktır. Yapılan mutasyon işleminde çocuk bireylerin bitleri rastgele olacak şekilde 1 ise 0, 0 ise 1 yapılmaktadır. Hangi bitin değişeceği ise random olarak seçilmekte ve işlemler bu doğrultuda gerçekleştirilmektedir.
6. Adım:GA’da mutasyon işleminden sonra yapılan işlem uygunluk değerinin tespit edilmesidir. Daha önceden belirtilen denkleme göre mutasyon sonucu elde edilmiş çocuk bireylerin uygunlukları hesaplanmaktadır. Uygulama kapsamında gerçekleştirilen çalışmaya göre eğer elde edilen uygunluk değeri mevcut uygunluklar içerisindeki en kötü değerden daha iyi ise başlangıçta oluşturulmuş genler ile yeni elde edilmiş olan çocuk bireyler yer değiştirilmektedir. Ters bir durumda ise yer değiştirme gerçekleştirilmeyerek bir sonraki adıma geçilmektedir.
7. Adım:Belirtilen iterasyon işlemi boyunca adımlar ikinci kısımdan sürekli olarak tekrar edecektir. Bu optimizasyon yöntemi içinde iterasyon sayısı 100 olarak belirlenmiştir. Yapılacak işlemler sonucu en doğru güzergâhın tespit edilmesi için iterasyon sayısı yüksek bir şekilde belirlenmiştir.

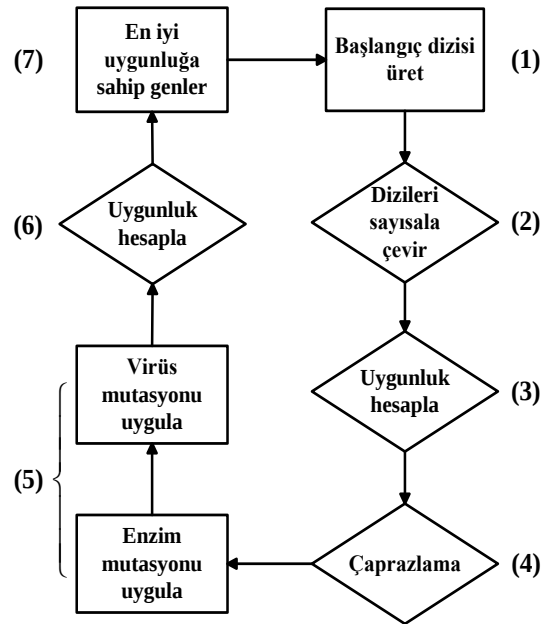
3.1.3. DNA Hesaplama Algoritması

DNA hesaplama algoritması canlıların genetik bilgisini saklayan DNA moleküllerinden esinlenilerek ortaya çıkmış bir optimizasyon yöntemidir. Son yıllarda

kullanımı artarak giden bir eniyileme yöntemi olan DNA hesaplama özellikle analitik yöntemlerle çözümü güç olan problemlerin çözümünde sıklıkla kullanılmakta ve başarılı sonuçlar elde etmektedir [46-48].

DNA hesaplama temel olarak iki ortamda gerçekleştirilmektedir. Bunlardan ilki çözelti ortamında gerçekleştirilmektedir. Fakat bu yöntem ile uygulama gerçekleştirmek oldukça zor ve pahalıdır. İkinci ortam ise elektrondur ve literatürde sayısal DNA hesaplama olarak geçmektedir.

Bu optimizasyon yöntemi diğer optimizasyon metotlarından farklı olarak iki çeşit mutasyon türü içermektedir. Enzim mutasyonu, herhangi bir DNA dizisinden bir veya daha fazla DNA parçasının silinmesi anlamına gelmektedir. Virüs mutasyonu ise, herhangi bir DNA dizisine bir veya daha fazla DNA parçasının eklenmesi anlamında kullanılmaktadır. Genel itibariyle bu yönleriyle diğer optimizasyon yöntemlerinden ayrılan DNA hesaplama algoritmasını özetleyen bir akış diyagramı şekil 3.6’te verilmiştir.



Şekil 3.6. DNA hesaplama algoritması

Optimizasyon problemlerin çözümünde sıklıkla kullanılan sayısal DNA hesaplama algoritmasını özetleyen bir sözde kod aşağıda sırasıyla verildiği gibidir.

1. Adım:Random olarak başlangıç DNA dizileri üretilir.
2. Adım:DNA dizileri sayısal değerlere çevrilir.

3. Adım: Sayısal değerlere çevrilen DNA dizilerinin uygunluk değeri hesaplanır.
4. Adım: Çaprazlama işlemi gerçekleştirilir.
5. Adım: DNA dizilerine enzim ve virüs mutasyonu uygulanır.
6. Adım: Mutasyona uğratılan DNA dizilerinin uygunluk değerleri hesaplanır.
7. Adım: Uygunluk değerine göre önceki dizilerden daha iyi olan DNA dizileri, başlangıçta üretilen diziler ile yer değiştirilir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen DNA hesaplama algoritmasının optimizasyon modülü içerisindeki işleyişi adım adım aşağıda verildiği gibidir.

1. Adım: Uygulama kapsamında random olarak ilk DNA dizileri üretilmektedir. İnsan vücudundaki DNA moleküllerini örnek alarak gerçekleştirilen bu yöntemde Adenin (A), Timin (T), Guanin (G) ve Sitozin (S) gerekli kodlamayı yapmak için kullanılan moleküllerdir. Kabinleri kodlamak için kullanılan bileşimler tablo 3.4’de detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 3.4. Kabinlerin DNA dizilimi

Kabin 0	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	Kabin 4	Çağrı Yok
AAA	AAG	AAC	AAT	AGA	AGT

Tablo 3.5’de ise örnek bir 10 katlı 3 kabinli bir binayı modelleyen DNA dizilimi verilmiş olup, kabinlerin çağrılara göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Örnek kabin paylaşımı

	Katlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çağrılar	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
Kabin No (DNA)	AAG	AGT	AAC	AAA	AGT	AGT	AAA	AGT	AAG	AAC
Kabin No (2’lik)	001	111	010	000	111	111	000	111	001	010
Kabin No (10’luk)	1	7	2	0	7	7	0	7	1	2

2. Adım: DNA hesaplamanın bu bölümünde DNA dizileri sayısal verilere dönüştürülmektedir. Tablo 3.5’den de anlaşılacağı üzere örneğin AAG, 1 nolu

kabini ifade etmektedir veya AGT, o katta herhangi bir çağrı olmadığı ve o noktaya herhangi bir kabin gönderilmeyeceği anlamına gelmektedir. Bu kurallara bağlı kalarak DNA dizileri sayısal olarak ifade edilmektedir.

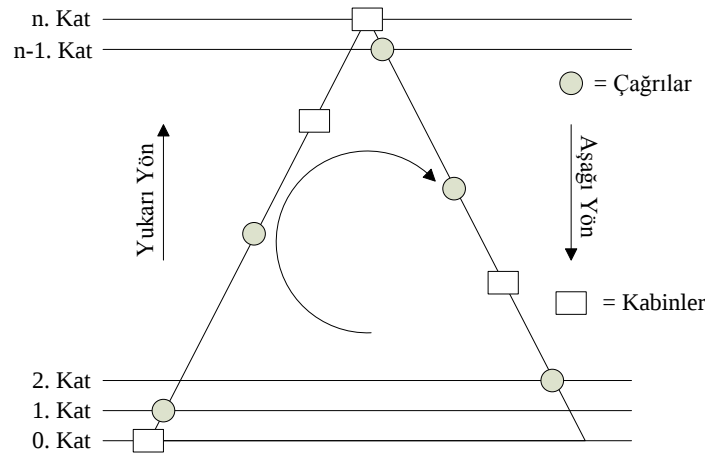
3. Adım:Uygulamanın bu bölümünde de diğer optimizasyon yöntemlerinde olduğu gibi sayısal değerlere dönüştürülen DNA dizilerinin uygunluk fonksiyonuna göre değerleri hesaplanmaktadır.
4. Adım:DNA hesaplama için kullanılan çaprazlama işleminde en iyi uygunluk değerine sahip 4 dizi ele alınmakta ve çaprazlama işlemi bu diziler üzerinde gerçekleştirilmektedir.
5. Adım:Algoritmanın bu adımı mutasyondur. Sayısal DNA hesaplama yönteminde iki aşamalı mutasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. İlk aşama enzim mutasyonudur ve rastgele seçilen bir DNA dizisinin silinmesi anlamına gelmektedir. İkinci aşama ise silinen dizinin yerine yine rastgele olacak şekilde yeni bir silinen dizi ile aynı uzunluğa sahip yeni bir DNA dizisinin eklenmesi işlemidir. Gerçekleştirilen bu iki aşamalı mutasyon işlemi ile sayısal DNA hesaplamada mutasyon bölümü geçilmektedir.
6. Adım:Algoritmanın bu bölümünde de diğer optimizasyon yöntemlerinde olduğu gibi mutasyona uğratılmış yeni DNA dizilerinin uygunlukları hesaplanmaktadır. Eğer uygunlukları hesaplanmış olan yeni dizilerin değerleri, eski dizilerden daha iyiye eskiler ile yeniler yer değiştirilmektedir. Aksi durumda ise üretilmiş yeni DNA dizileri iptal edilmektedir.
7. Adım:Maksimum iterasyon sayısına ulaşıncaya dek işlemler 2. adımdan tekrar ettirilmektedir. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında seçilen iterasyon değeri 100'dür. Bu değere ulaşıncaya işlemler sonlandırılmakta ve en iyi uygunluğa sahip DNA dizisi belirlenerek grup asansör sistemleri için en optimal güzergâh tespit edilmektedir.

3.1.4. Önerilen Tahmin Algoritması

Çalışma kapsamında önerilen tahmin algoritması ile grup asansör sistemlerinde zaman ve enerji verimliliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Önerilen bu yöntem normal optimizasyon metotlarından oldukça farklıdır [49]. Optimizasyon yöntemleri bünyelerinde

barındırdıkları prensipten dolayı bu yöntemler ile elde edilen sonuçlar bazı kabinlere fazladan yük getirmektedir. Örneğin grup sistemi içerisinde bulunan bazı kabinler diğerlerine oranla daha fazla çalışmakta, bazıları ise neredeyse hiç çalışmamaktadır. Başka bir deyişle optimizasyon metotları ile elde edilen güzergâh takip edildiğinde yolcuların ortalama bekleme ile ortalama seyahat süreleri düşmekte fakat sistemdeki kabinlerin enerji tüketim değerleri incelendiğinde aşırı bir yüklenme ve kabinlerde yine aşırı bir yıpranma görülmektedir.

Temel olarak bir asansör sisteminden beklenen hem yolcuların bekleme ve seyahat sürelerini azaltmak hem de kabinlerin tükettikleri toplam enerji miktarını dengeli bir şekilde paylaşabilmesini sağlamaktır. Bu durumu gerçekleştirebilmek amacıyla önerilen tahmin algoritması yaklaşımı şekil 3.7’de detaylıca verilmiştir.



Şekil 3.7. Önerilen tahmin algoritması

Önerilen tahmin algoritması asansörlerin izleyebilecekleri en uzun yolu göz önüne alarak gerçekleştirilmiş bir yaklaşımdır [53]. Gerçekleştirilen bu yaklaşım ile grup asansör sistemlerinde zaman ve enerji verimliliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Şekil 3.6’den da anlaşılacağı üzere, üçgen şekil bir binayı temsil etmektedir. Üçgeni enine kesen çizgiler binanın katlarını göstermektedir ve 0. kat giriş katı yani lobiyi, n. kat ise binanın en üst noktasını temsil etmektedir. Üçgenin sol kenarı yukarı yönü gösterirken, sağ kolu ise aşağı yönü temsil etmektedir. Üçgen üzerinde bulunan kare şekiller bina içerisinde mevcut bulunan grup asansör sistemine bağlı kabinleri göstermektedir. Şekil 3.6’daki temsili diyagrama göre bu binada 4 adet kabin vardır ve bir kabin giriş katında yukarıya doğru

hareket etmekte olup, diğer kabin binanın en üst katındadır ve aşağıya doğru yönelecektir. Geriye kalan diğer iki kabin ise ara katlardadır. Bir binayı modelleyen üçgen şekil üzerinde bulunan yuvarlak simgeler ise bina içerisinde yapılan kat çağrılarını temsil etmektedir. Şekil 3.6'ya göre anlık olarak bu binadaki kat çağrısı sayısı 5'dir. Başta da belirtildiği üzere, sol kenarda bulunan yuvarlaklar yukarı yönlü çağrılar, sağ kolda bulunan yuvarlak şekiller ise aşağı yönlü kat çağrılarını göstermektedir. Önerilen tahmin algoritmasında sistemin akışı saat yönünde işlemektedir. Buna göre lobiden işleme başlayan bir kabin önce en üst kata ulaşacak ve ardından tekrar en giriş katına gidecektir. Sistem bu şekilde sürekli olarak her kabin için bu adımları tekrarlayacak ve kat çağrılarını yönlerine göre cevaplayacaktır. Gerçekleştirilen bu yöntemin çalışma prensibini özetleyen bir sözde kod adım adım aşağıda verilmiştir [54].

1. Adım:Kullanıcı kat sayısını, kabin sayısını, kabinlerin pozisyonunu ve yönlerini başlangıçta belirler.
2. Adım:Rastgele yönlü çağrılar oluşturulur.
3. Adım:Üretilen çağrılardan zemin kattaki çağrılar her zaman yukarı yönlü, binanın en üst katından gelen çağrılar da aşağı yönlü olacak şekilde düzenlenir.
4. Adım:Kabinler ve rastgele üretilen çağrılar üçgen üzerine yön durumlarına göre yerleştirilir.
5. Adım:Kabinlerin uygunluk fonksiyonuna göre çağrılara varış süresi hesaplanır.
6. Adım:Varış süresi düşük olan çağrılar uygun kabinlere paylaştırılır ve bu çağrılar, çağrı havuzundan silinir.
7. Adım:Kalan çağrı var ise 5. adımdan tekrar edilir.
8. Adım:Maksimum iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar 2. adımdan tekrar edilir. Eğer iterasyon sayısına ulaşılmış ise kabinlerin ayrı ayrı güzergâhları tespit edilerek kabinlere uygulanmak üzere grup asansör kumanda kontrol panosuna gönderilmektedir.

Önerilen tahmin algoritmasının en önemli avantajı kabinlerin enerji tüketimleri konusunda oldukça eşit davranmasıdır. Çünkü asansör sistemlerinden beklenen kabinlerin çağrıları olabildiğince eşit bir şekilde paylaşması ve bu duruma bağlı olarak kabinlerin enerji tüketimlerinin olabildiğince birbirine yakın olmasıdır. Gerçekleştirilen bu yöntem ile

bu durum sağlanmış olup, ayrıca yolcuların ortalama bekleme ve ortalama seyahat sürelerinde gözle görülür bir şekilde iyileşme sağlanmıştır.

Optimizasyon modülü içerisinde gerçekleştirilen ve literatürde mevcut olan optimizasyon yöntemlerine ek olarak sunulan bu yöntemin, gerçekleştirilen optimizasyon modülü içerisinde kullanımı adım adım aşağıda verildiği gibidir.

1. Adım:Uygulama kapsamında gerçekleştirilen çalışmada kullanıcılar öncelikle sistemdeki kabin sayısını, kabin pozisyonunu ve yönlerini belirlemektedir. Daha sonrasında simülasyon için istedikleri kat sayısını belirleyerek sisteme giriş yapmaktadırlar.
2. Adım:Diğer optimizasyon metotlarında olduğu gibi bu yaklaşımda da gerçekleştirilen uygulama rastgele olacak şekilde yönlü kat çağrılarını oluşturmakta ve tıpkı üçgen şeklinde olduğu gibi bu çağrılar yönlerine göre ayıklamaktadır.
3. Adım:Önerilen tahmin algoritması yaklaşımının bu bölümünde kabinlerin çağrılara olan uygunluk değerleri hesaplanmaktadır. Bu aşamada uygunluk değerlerini hesaplayabilmek için 4 farklı denklem kullanılmaktadır. Bunlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$\Psi_1 = \text{Kabin pozisyonu}$$

$$\Psi_2 = \text{Kat çağrısı pozisyonu}$$

$$\Psi_3 = \text{Bina kat sayısı olmak üzere;}$$

- Eğer $\Psi_1 < \Psi_2$ ve *kabin yönü* = *kat çağrısı yönü*;

$$Uygunluk = \Psi_2 - \Psi_1 \quad (3.2)$$

- Eğer $\Psi_1 < \Psi_2$ ve *kabin yönü* $\neq$ *kat çağrısı yönü*;

$$Uygunluk = 2.(\Psi_3 - \Psi_2) + (\Psi_2 - \Psi_1) \quad (3.3)$$

- Eğer $\Psi_1 > \Psi_2$ ve *kabin yönü* = *kat çağrısı yönü*;

$$Uygunluk = (\Psi_3 - \Psi_1) + (\Psi_3 - 1) + (\Psi_2 - 1) \quad (3.4)$$

- Eğer $\Psi_1 > \Psi_2$ ve *kabin yönü* $\neq$ *kat çağrısı yönü*;

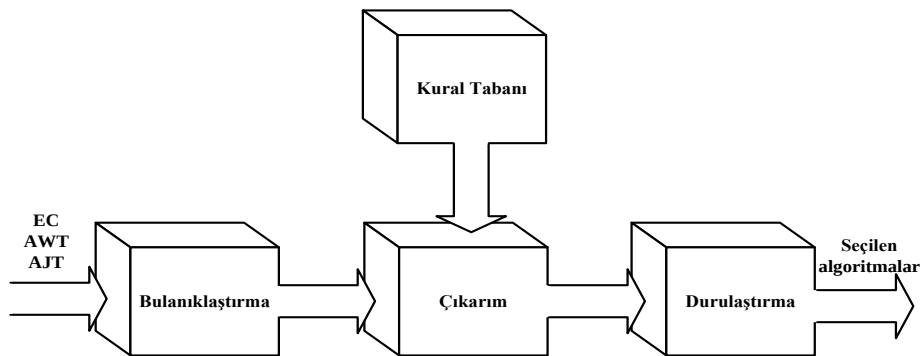
$$Uygunluk = (\Psi_3 - \Psi_1) + (\Psi_3 - \Psi_2) - 1 \quad (3.5)$$

4. Adım:Bölüm 3’de belirtilen uygunluk fonksiyonlarına göre uygunluk değerleri hesaplanan kabinlerden belirtilen kat çağrısına göre en uygun mesafede ve uygunlukta olan kabine bu kat çağrısı görev olarak verilmektedir. Kat çağrısını cevaplamak üzere bünyesine kaydeden kabin, daha sonrasında bu kat çağrısını, mevcut çağrı havuzundan silerek görevi iptal etmektedir.
5. Adım:Çağrı havuzunda bulunan bütün çağrılar cevaplanıncaya ve iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar bu işlemler tekrar etmektedir. Sistemde başlangıçta girilmiş olan kabin sayısına göre çağrılar eşit bir şekilde paylaştırılmaktadır. Örneğin 10 adet kat çağrısının ve 3 kabinin olduğu bir sistemde çağrılar, birinci kabine 4 adet çağrı, ikinci kabine 3 ve üçüncü kabine de yine 3 çağrı olacak şekilde uygunluk değerlerine göre dağıtılmaktadır. Bu sayede kabinlerin neredeyse eşit bir şekilde çalışması ve birbirlerine benzer şekilde enerji tüketmeleri sağlanmıştır.

3.2. Bulanık Mantık Modülü

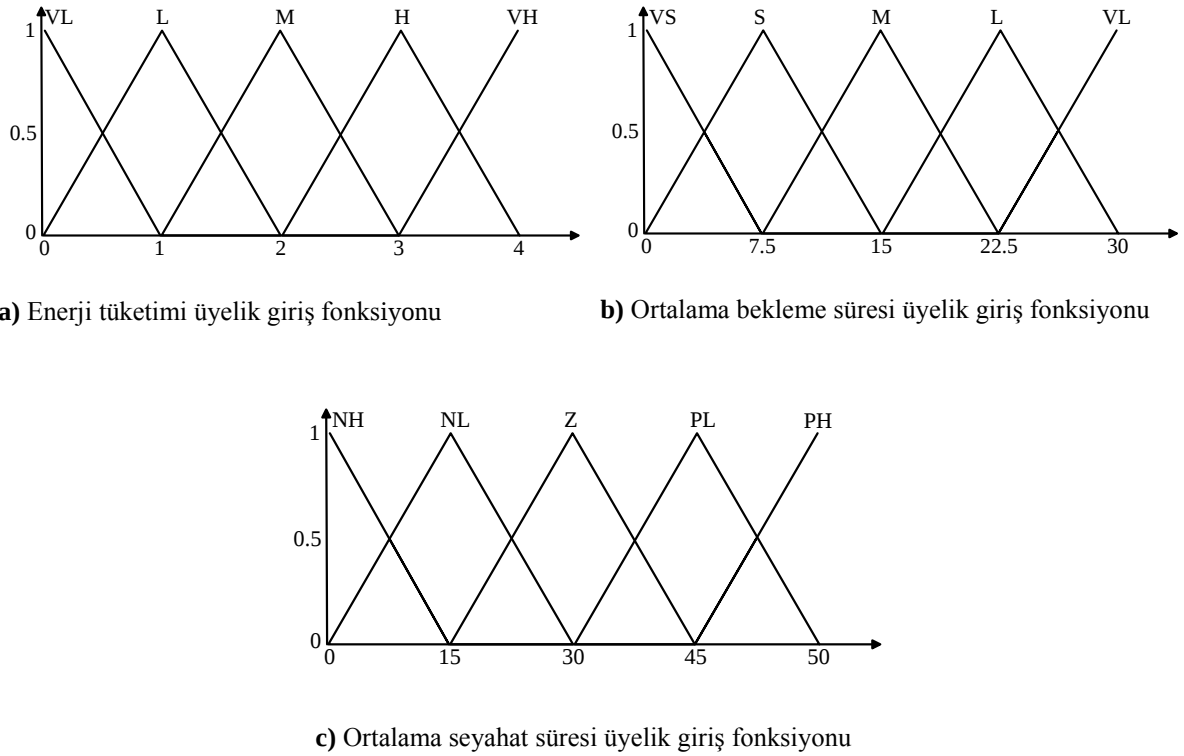
Grup asansör sistemlerinin zamanlaması için kullanılan bir diğer modül bulanık mantık modülüdür. Bulanık mantık, klasik mantıkta mevcut olan 1 veya 0 mantığından farklı olarak, bir üyelik değerinin 0 ile 1 arasında da olabileceğini söylemektedir ve bu yönüyle klasik mantıktan ayrılmaktadır [50-52].

Gerçekleştirilen tez çalışmasında da kullanılan bulanık mantık, optimizasyon modülündeki algoritmalarla elde edilen değerleri alarak, her sonucun zaman ve enerji bakımından ne derece iyi olduğunu hesaplamaktadır. Bulanık mantık sistemini özetleyen bir diyagram şekil 3.8’de verildiği gibidir.



Şekil 3.8. Bulanık mantık modülü

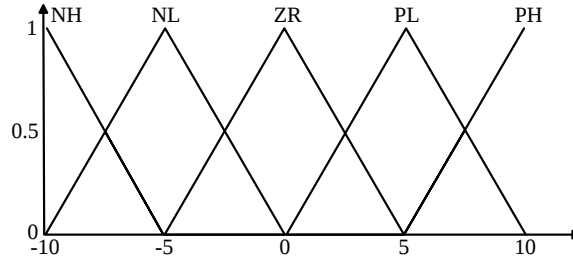
Şekil 3.8'den de anlaşılacağı üzere bulanık mantık 4 bölümden oluşmaktadır. Bulanık hesaplamadaki ilk adım bulanıklaştırma aşamasıdır [50, 51]. Bulanıklaştırma modülü giriş parametrelerini almaktadır. Gerçekleştirilen uygulama kapsamında 3 adet üyelik giriş fonksiyonu oluşturulmuştur. Bu fonksiyonlar şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Bulanık mantık üyelik girişleri

Bulanık mantığın bir sonraki aşaması ise çıkarım adıdır. Bu bölümde üyelik giriş fonksiyonlarından çıkan değerler, değerlendirilmek üzere çıkarım bölümüne gönderilmektedir. Çıkarım bölümünde mamdani yöntemi kullanılmakta olup, kural tabanında 125 adet kural tanımlanmıştır. Bu kurallar detaylı bir şekilde eklerde sunulmuştur.

Çıkarım bölümünden sonraki ve son aşama ise durulaştırma kısmıdır [51, 52]. Çıkarım bölümünden elde edilen değerler reel değerlere dönüştürülmek üzere bu aşamaya gönderilmektedir. Bu kısımda tanımlanmış olan üyelik çıkış fonksiyonlarına göre optimal yol güzergâhlarının belirlenmesi işlemi gerçekleştirilecektir. Şekil 3.10'da bulanık mantık modülünde kullanılan üyelik çıkış fonksiyonu verilmiştir.



Şekil 3.10. Üyelik çıkış fonksiyonu

Üyelik çıkış fonksiyonu ile beraber bulanık modülün görevi tamamlanmaktadır. Üyelik çıkış fonksiyonu ile her algoritmaya ait bir değerlendirme derecesi elde edilmiş olup, hangi durumda ne tür bir yol güzergâhının izleneceğinin tespiti için bu değerlendirme dereceleri karar verme modülüne gönderilmektedir.

3.3. Karar Verme Modülü

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında yapılan bir başka modül ise karar vermedir. Bu modül ile sistemin, bulanık mantıktan gelen değerleri değerlendirmesi sağlanmıştır. Karar verme modülü, bulanık mantıktan her algoritma için ayrı ayrı elde edilen değerleri karşılaştırarak hangi yöntemin kullanılacağına karar vermektedir. Tablo 3.6'da örnek olarak 10 katlı bir binanın üç farklı trafik zamanına göre bulanık mantık modülünden elde edilen değerler ve bu değerlere göre karar verme modülünün hangi yöntemleri seçtiği görülmektedir.

Tablo 3.6. Karar verme mekanizması

GA			DNA			YBS			TA		
Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor
-18,5	0,25	-6,17	-18,6	0,03	-18,6	-16,7	2,92	0,35	-22,1	15,1	-3,17

Tablo 3.6'dan da görüleceği üzere 10 katlı bir bina için bulanık mantık modülünden belirli değerler elde edilmiştir. Örnek olarak verilen bu sonuçlarda bulanık mantık aşağı yönlü trafik halinde DNA'nın en iyi sonucu verdiğini tespit etmiştir. Yukarı yönlü trafik durumunda ise önerilen tahmin yaklaşımı en uygun güzergâha sahip algoritma olarak öne çıkmıştır. Katlar arası trafik durumunda ise yine DNA önemli bir kazanım sağlamaktadır. Bu tablodaki değerler algoritmaların belirli trafik hallerinde zaman ve enerji yönünden ne

tür değerler verdiklerini göstermektedir. Karar verme modülü de bu değerler içerisinde uygun olanları seçmekte ve belirtilen kat çağrılarını için seçilen algoritmanın yol güzergâhını kontrol kumanda paneline göndermektedir. Zaman ve enerji verimliliği yönünden en optimum yol güzergâhını alan kumanda panosu, bu yolu kabinlere uygulamaktadır.

Grup asansör sistemlerinin zamanlaması ve enerji verimliliği amacıyla önerilen bu algoritma oldukça adaptif bir yapıya sahiptir. İçerisinde barındırdığı çeşitli optimizasyon yöntemleri ve yine bulanık modülü ile çok ağır şartlarda bile en optimum sonucu vermeyi amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen bu uygulamayı literatürde yapılmış olan uygulamalardan ayıran en önemli özelliği, çalışmanın içerisinde barındırdığı çeşitli optimizasyon yöntemlerinden ötürü hibrit bir yapıya sahip olmasıdır. Bu çok çeşitlilik durumu da sistemin olabildiğince esnek ve sorunsuz bir şekilde çalışabilmesine yardımcı olmaktadır.

3.4. Bölüm Değerlendirmesi

Tez çalışması kapsamında oluşturulan bu bölümde uygulama için gerçekleştirilen modüllerin detaylarına inilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen optimizasyon modülü, bulanık modül ve karar verme modüllerinin işleyişi incelenmiştir. Yapay bağışık sistem, genetik algoritma, DNA hesaplama algoritması ve önerilen tahmin algoritmasının algoritmik adımlarının verildiği bu bölümde, çalışma kapsamında tasarlanmış olan bulanık sistemin üyelik giriş ve çıkış fonksiyonları verilmiştir.

Adaptif bir yapı sunan bu algoritma ile grup asansör sistemlerine farklı bir bakış açısı getirilmeye çalışılmış olup, yolcuların ortalama bekleme süresi ve ortalama seyahat süresinin azaltılmasıyla beraber kabinlerin enerji tüketim değerlerinin dengelenmesi amaçlanmıştır.

4. SİMÜLASYON SONUÇLARI

Gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında önerilen grup asansör kontrol algoritması ile yolcuların ortalama bekleme süresi ile ortalama seyahat süresinin azaltılması amaçlanmış olup yine bu değerlere bağlı olarak kabinlerin tüketmiş olduğu enerji miktarlarının dengelenmesi sağlanmıştır. Grup asansör sistemlerinin zamanlamasının kontrolü amacıyla gerçekleştirilen uygulamada 3 temel modül kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen birinci modül kapsamında, optimizasyon yöntemleri ve önerilen tahmin algoritması kullanılarak çağrıların kabinlere en uygun şekilde dağıtılması sağlanmıştır. Daha sonrasında gerçekleştirilen bulanık modül ile optimizasyon modülünden dönen süre ve enerji verilerinin değerlendirilmesi sağlanarak yöntemlerin ayrı ayrı uygunlukları tespit edilmiştir. Son aşama olarak gerçekleştirilen karar verme modülü ile sistemin kabinlere göndereceği güzergâhın belirlenmesi sağlanmıştır.

Gerçekleştirilen uygulamanın simülasyonu 2.53 GHz hıza sahip, 4 GB RAM, Intel Core i5 tabanlı çekirdek içeren ve Windows 7 işletim sistemli bir bilgisayar ortamında hazırlanmıştır. Yapılan çalışma Matlab R2009b ortamında gerçekleştirilerek sistemin çalışma durumu gözlemlenmiştir. Simülasyon aşamasında temel olarak göz önüne alınan bina ve kabin özellikleri sırasıyla tablo 4.1 ve 4.2’de verildiği gibi olup, gerçekleştirilen çalışmada bu parametreler dikkate alınmıştır.

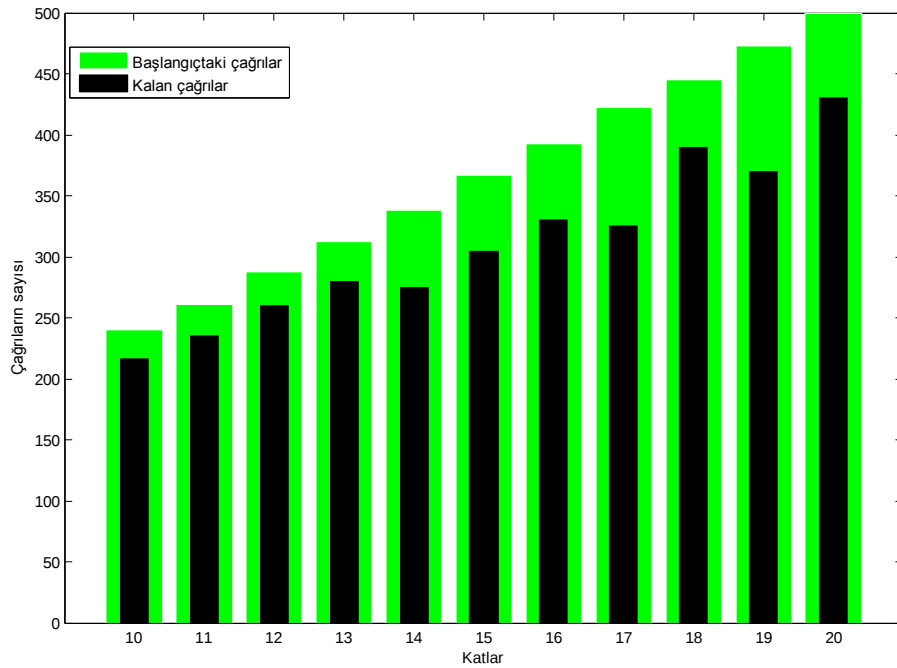
Tablo 4.1. Bina özellikleri

Kat Sayısı	10’dan 20’e
Kabin Sayısı	2’den 5’e
Kat Yüksekliği	3,5 m
Bina Tipi	Ofis Binası
Bina Popülasyonu	500
Bina Doluluk Oranı	%80

Tablo 4.2. Kabin özellikleri

Kabin Kapasitesi	13 kişi
Hız	1,6 m/s
Kapı Açılış	3 sn
Kapı Kapanış	4 sn
Yolcu Transfer Zamanı	1,2 sn
Tek Kat Geçiş Zamanı	2,2 sn

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen uygulama ile rastgele olacak şekilde kat çağrıları ve bu çağrılara ait yönler oluşturulmuştur. Bu işlemin ardından kabinlerin mevcut pozisyon ve yönleri belirlenmiştir. Uygulama kapsamında kat sayısı 10 ile 20 arasında değişebilecek şekilde ayarlanmış olup, kabin sayısı da 2 ile 5 arasında değişebilmektedir. Uygulama çerçevesinde yaklaşık 500 adet çağrı oluşturulmuştur. Bu çağrılar yaklaşık %80'i yukarı yönlü trafik durumunu gerçekleştirebilmek için yukarı yöne doğru yapılan çağrı olarak ayarlanmıştır. Bir diğer trafik hali olan aşağı yön için ise yine kat çağrılarının yaklaşık %80'inin aşağı yönlü olması sağlanmıştır. Katlar arası trafik durumunda ise bu durum yaklaşık %50 olacak şekilde ayarlanmıştır. Şekil 4.1'de bu çağrılarının durumu görülmektedir.

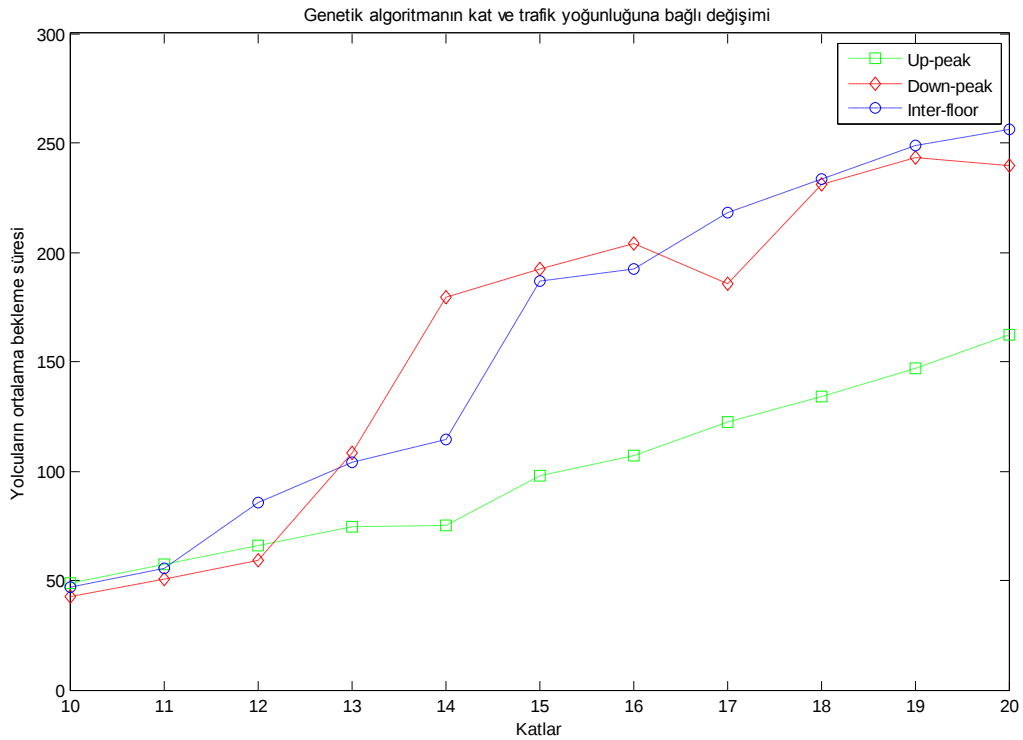


Şekil 4.1. Kat sayısına göre çağrılar

Şekilden de anlaşılacağı üzere simülasyon aşamasında gerçekleştirilen bu uygulama gereksiz çağrılarının silinmesi anlamına gelmektedir.

Sistemin bundan sonraki aşaması ise trafik zamanının belirlenmesidir. Çalışma kapsamında 3 farklı trafik yoğunluğu göz önüne alınmış olup, gerçekleştirilen bu trafik halleri ile kabinlerin en yoğun şartlarda bile sorunsuz bir şekilde çalışabilmesinin sağlanması amaçlanmıştır. Trafik zamanının belirlenmesinin ardından uygulamada devreye giren optimizasyon modülü, kat çağrıları ve yönleri ile kabin pozisyon ve yönlerini parametre olarak almakta ve 4 farklı optimizasyon yöntemine göre grup asansör sistemi bünyesindeki kabinler için zaman ve enerji verimliliği yönünden en optimum yolları tespit etmeye çalışmaktadır. Optimizasyon modülünde genetik algoritmalar, yapay bağışık sistemler, DNA hesaplama algoritması ve tahmin algoritması kullanılmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında optimizasyon modülü sonucu başarıya varılmak istenen ilk parametre yolcuların ortalama bekleme sürelerinin azaltılmasıdır. Bu amacı gerçekleştirmek üzere yapılan uygulamada kullanılan ilk yöntem genetik algoritmalarlardır. Şekil 4.2’de genetik algoritmanın 3 farklı trafik zamanı ve katlara bağlı olarak değişimi gösterilmektedir.



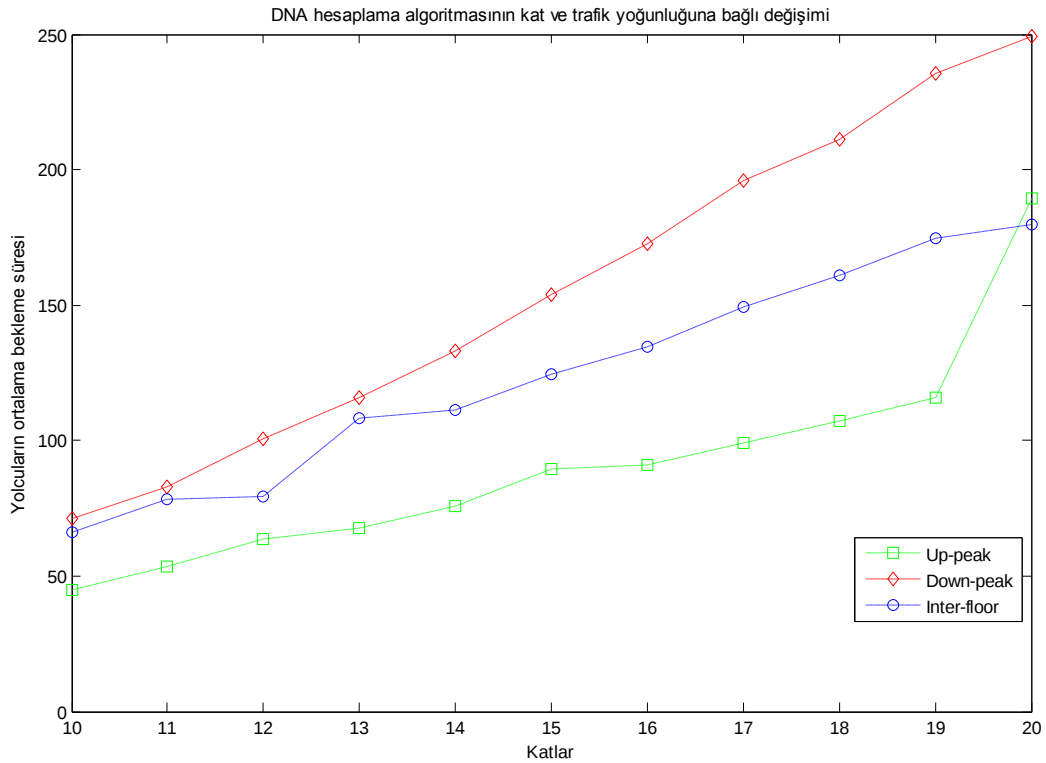
Şekil 4.2. GA'nın yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı

GA'nın en iyi sonucu verdiği nokta şekil 4.2'den de görüleceği üzere yukarı yönlü trafik durumudur. Başlangıç olarak 11 ve 12. katlarda süre anlamında birbirine yakın olan trafik durumları daha sonrasında oldukça belirgin bir şekilde ayırt edilebilir hale gelmiştir. Tablo 4.3'de genetik algoritmanın katlar ve trafik saatlerine (U: Up peak, D: Down Peak, I: Interfloor) bağlı değişimi görülmektedir.

Tablo 4.3. Genetik algoritmanın performansı (sn)

	Katlar										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U	48,5	57,2	65,9	74,5	75,4	97,6	107,3	122,5	133,8	147,1	162,1
D	42,7	50,4	59,2	108,3	179,7	192,6	203,9	185,8	231,1	243	239,3
I	46,8	55,4	85,5	104,1	114,3	186,6	192,2	218,4	233,6	248,6	256,1

Optimizasyon modülü çerçevesinde kullanılan bir diğer algoritma ise DNA hesaplama algoritmasıdır. Yine yolcuların ortalama bekleme süresini azaltmak için kullanılan bu yöntemin 3 farklı trafik zamanına göre performansı şekil 4.3'de verildiği gibidir.



Şekil 4.3. DNA hesaplamasının yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı

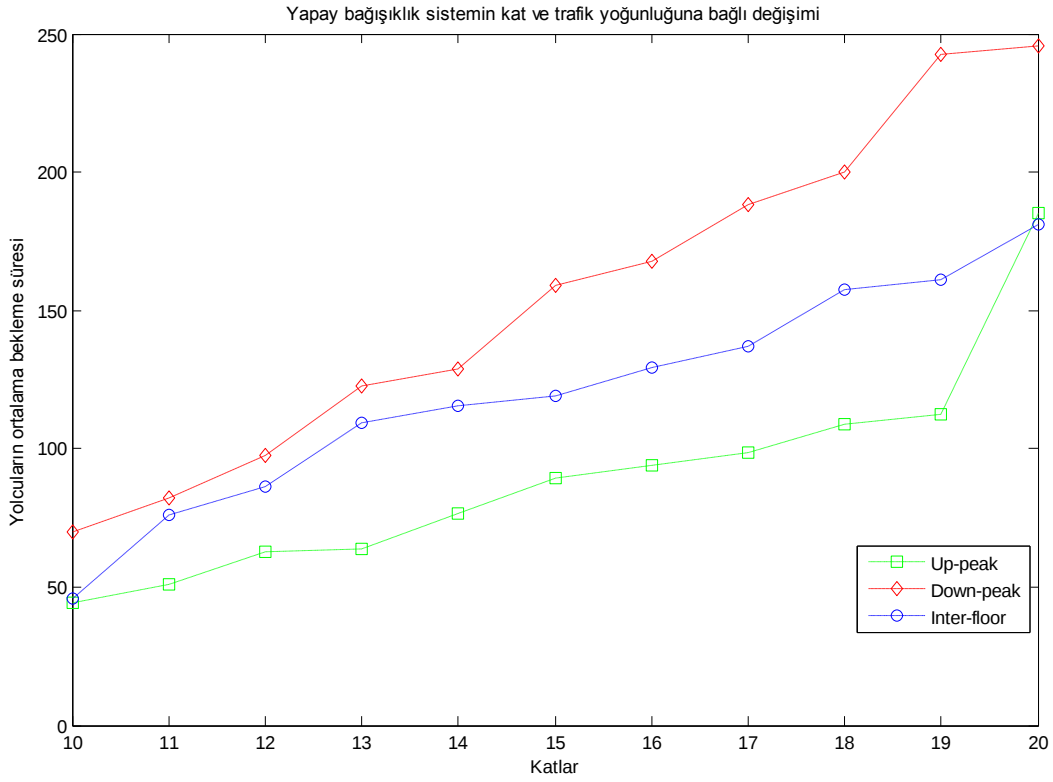
Üç farklı trafik zamanına göre gerçekleştirilen bu hesaplama yöntemi ile elde edilen ortalama bekleme süreleri tablo 4.4’de verildiği gibidir.

Tablo 4.4. DNA hesaplama algoritmasının performansı (sn)

	Katlar										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U	44,8	53,3	63,5	67,6	75,9	89,4	91,1	99	107,1	115,7	189,3
D	71,5	82,7	100,6	115,7	133,1	154,1	172,8	196,2	211,3	235,3	249
I	66,2	78,3	79,6	108,5	111,4	124,7	134,7	149,5	161,1	174,5	179,6

DNA hesaplama yönteminin en uygun sonucu verdiği trafik hali yukarı yönlü trafik durumu olmuştur. Fakat 19. kattan sonra bu durum tersine dönmekte ve gerçekleştirilen bu optimizasyon yöntemi katlar arası trafik hali için iyi sonuç vermeye başlamaktadır.

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen optimizasyon yöntemlerinden bir diğeri ise yapay bağışıklık sistemden klonal seçim algoritmasıdır. Kullanılan bu yöntemin trafik yoğunluklarına bağlı olarak gösterdiği performans şekil 4.4’de verildiği gibidir.



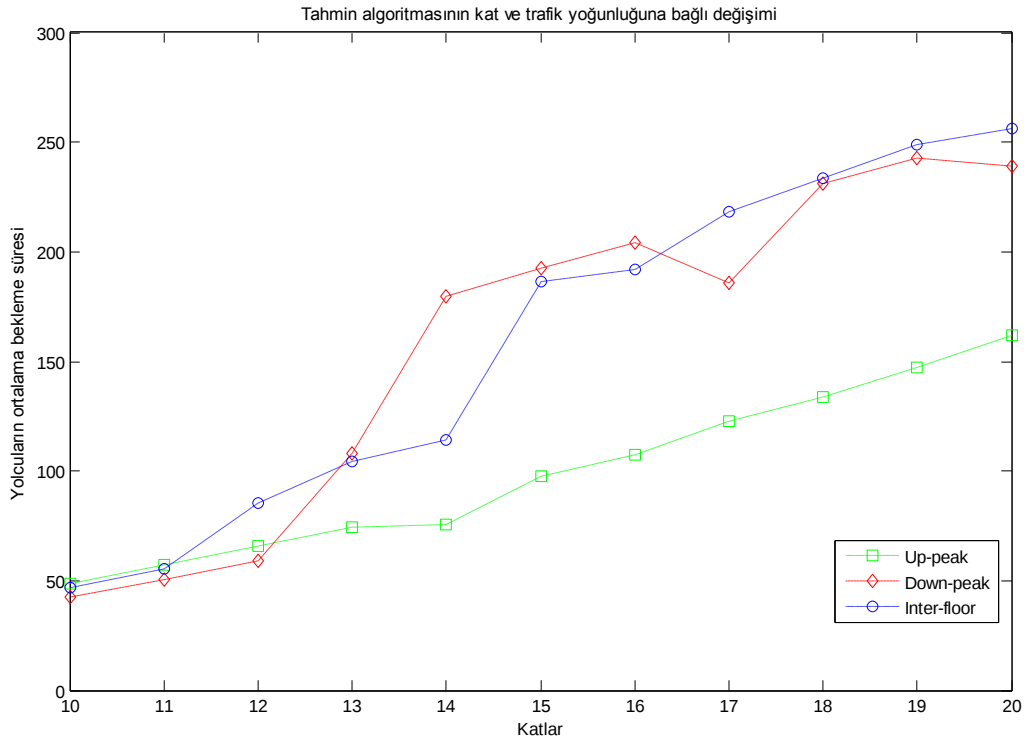
Şekil 4.4. Yapay bağışıklık sistemin yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı

Optimizasyon modülü içerisinde kullanılan yöntemlerden biri olan yapay bağışıklık sistemden klonal seçim algoritmasının ortalama bekleme süresi için elde etmiş olduğu değerler tablo 4.5’de detaylı bir şekilde verildiği gibidir.

Tablo 4.5. Yapay bağışıklık sistem algoritmasının performansı (sn)

	Katlar										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U	44,4	51,2	62,8	63,6	76,4	89,2	93,9	98,4	109,1	112,2	185
D	69,9	82,2	97,5	122,8	128,8	159	167,9	188,3	200	242,4	245,9
I	45,7	76,3	86,5	109,2	115,4	119	129,2	137,2	157,6	161,3	181,2

Çalışma kapsamında optimizasyon modülü içerisinde önerilen yöntemlerden sonuncusu ise tahmin algoritmasıdır. Yolcuların ortalama bekleme sürelerini azaltmasının yanı sıra özellikle enerji tüketimi konusunda oldukça verim sağlayan bu yöntemin trafik yoğunluğuna ve kat sayısına bağlı olarak değişen durumu şekil 4.5’de verildiği gibidir.



Şekil 4.5. Tahmin algoritmasının yolcuların ortalama bekleme süresi üzerine performansı

Gerçekleştirilen tahmin algoritmasının yolcuların ortalama bekleme süresi üzerindeki değişimi gösteren değerler tablo 4.6’da detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 4.6. Tahmin algoritmasının performansı (sn)

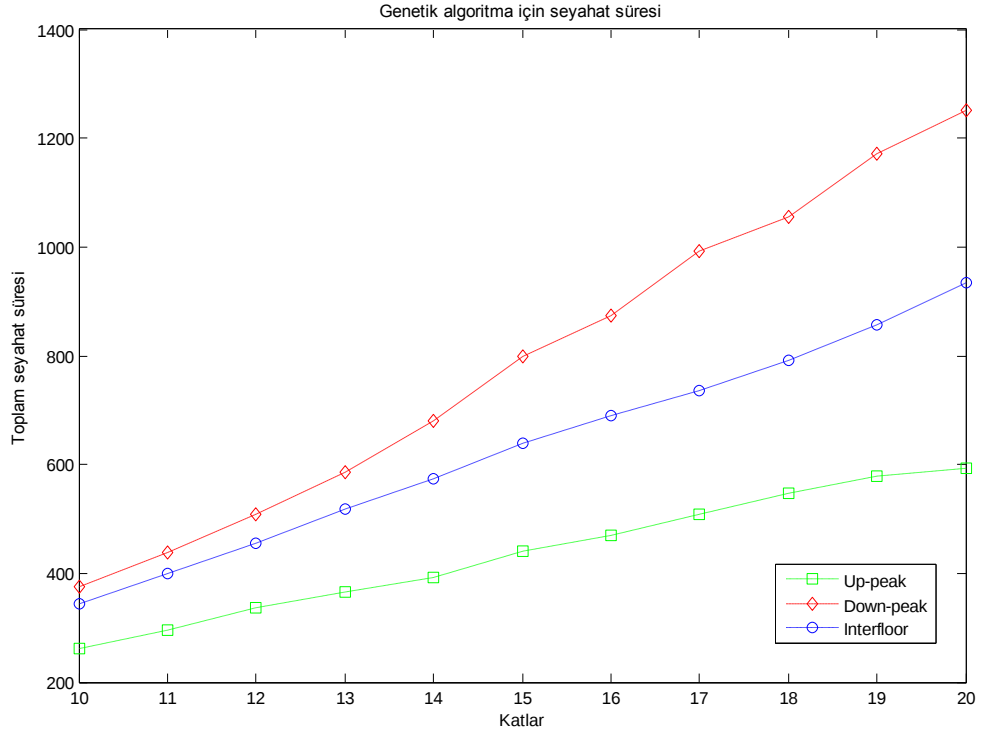
	Katlar										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U	48,5	57,2	65,9	74,5	75,4	97,6	107,3	122,5	133,8	147,1	162,1
D	42,7	50,4	59,2	108,3	179,7	192,6	203,9	185,8	231,1	243	239,3
I	46,8	55,4	85,5	104,1	114,3	186,6	192,2	218,4	233,6	248,6	256,1

Yapılan tez çalışması kapsamında önerilen optimizasyon modülü ile sistemin yolcuların ortalama bekleme süresinde önemli derecede avantaj sağlaması düşünülmektedir. Özellikle farklı trafik saatlerinde, her algoritmanın kendine özel farklı bir çözüm yolu bulması grup asansör sistemlerinde en optimal güzergâhın tespit edilmesi açısından oldukça geniş bir çözüm yelpazesi sağlamaktadır. Tablo 4.7’de her yöntemden elde edilen sonuçlar kat sayısı ve trafik yoğunluğuna göre gruplanarak detaylı bir şekilde gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Yolcuların ortalama bekleme süreleri

Kat	GA			DNA			AIS			EA		
	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor
10	52,1	75,1	68,7	44,8	71,5	66,2	44,4	69,9	45,7	48,5	42,7	46,8
11	59,2	87,7	79,7	53,3	82,7	78,3	51,2	82,2	76,3	57,2	50,4	55,4
12	62,3	101,5	91	63,5	100,6	79,6	62,8	97,5	86,5	65,9	59,2	85,5
13	72,9	117,2	103,7	67,6	115,7	108,5	63,6	122,8	109,2	74,5	108,3	104,1
14	78,3	135,9	110,9	75,9	133,1	111,4	76,4	128,8	115,4	75,4	179,7	114,3
15	88,3	159,9	127,6	89,4	154,1	124,7	89,2	159	119	97,6	192,6	186,6
16	93,8	174,6	137,9	91,1	172,8	134,7	93,9	167,9	129,2	107,3	203,9	192,2
17	97,5	198,4	147,2	99	196,2	149,5	98,4	188,3	137,2	122,5	185,8	218,4
18	109,6	211,1	154,3	107,1	211,3	161,1	109,1	200	157,6	133,8	231,1	233,6
19	115,7	234,4	171,6	115,7	235,3	174,5	112,2	242,4	161,3	147,1	243	248,6
20	188,5	250	186,8	189,3	249	179,6	185	245,9	181,2	162,1	239,3	256,1

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında göz önüne alınan bir diğer parametre ise ortalama seyahat süresidir. Kavram olarak seyahat süresi önceki bölümlerde de belirtildiği üzere yolcunun kabine binmesiyle başlayan ve kabinde inişine kadar geçen süreyi gösteren süre olup, başka bir deyişle yolcunun kabin içerisinde geçirdiği süreyi göstermektedir. Şekil 4.6’da genetik algoritmanın, kabinlere ve trafik saatlerine göre ortalama seyahat süresi üzerindeki davranışını gösteren bir grafik verilmiştir.



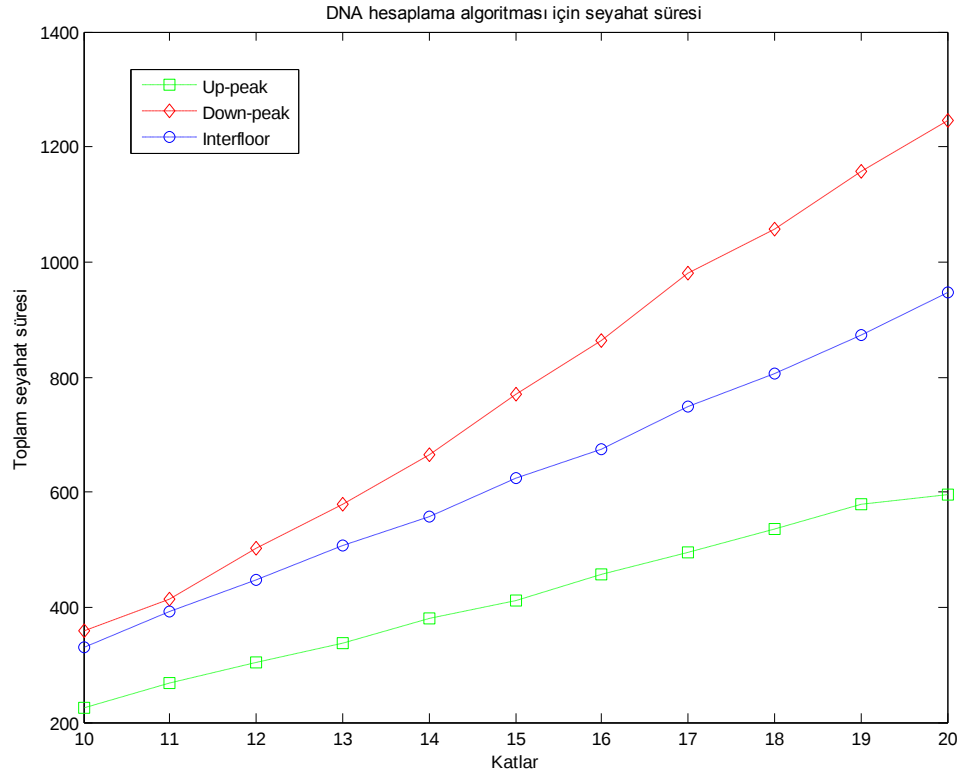
Şekil 4.6. Genetik algoritmanın seyahat süresi üzerindeki performansı

Şekil 4.6’da da görüleceği üzere yolcuların ortalama bekleme süresinde olduğu gibi burada da aşağı yönlü trafik halinde kabinler oldukça fazla seyahat işlemi yapmaktadır. Tablo 4.8’de elde edilen bu sonuçların sayısal değerleri verilmiştir.

Tablo 4.7. GA seyahat süreleri

Katlar	Up Peak	Down Peak	Inter-Floor
10	260,7	375,7	343,8
11	296,2	438,6	398,8
12	336,6	507,8	455,1
13	364,7	586,3	518,5
14	391,9	679,5	574,8
15	441,5	799,7	638,2
16	469,2	873,4	689,7
17	507,6	992,3	736,4
18	548,0	1055,3	791,9
19	578,7	1172,2	858,3
20	592,6	1250	934,2

Genetik algoritmalar için gerçekleştirilen bu işlemin aynısı optimizasyon modülü içerisinde yer alan DNA hesaplama algoritması ile de gerçekleştirilmiş olup, bu yöntemden elde edilen sonuçları gösteren bir grafik şekil 4.7’de verildiği gibidir.



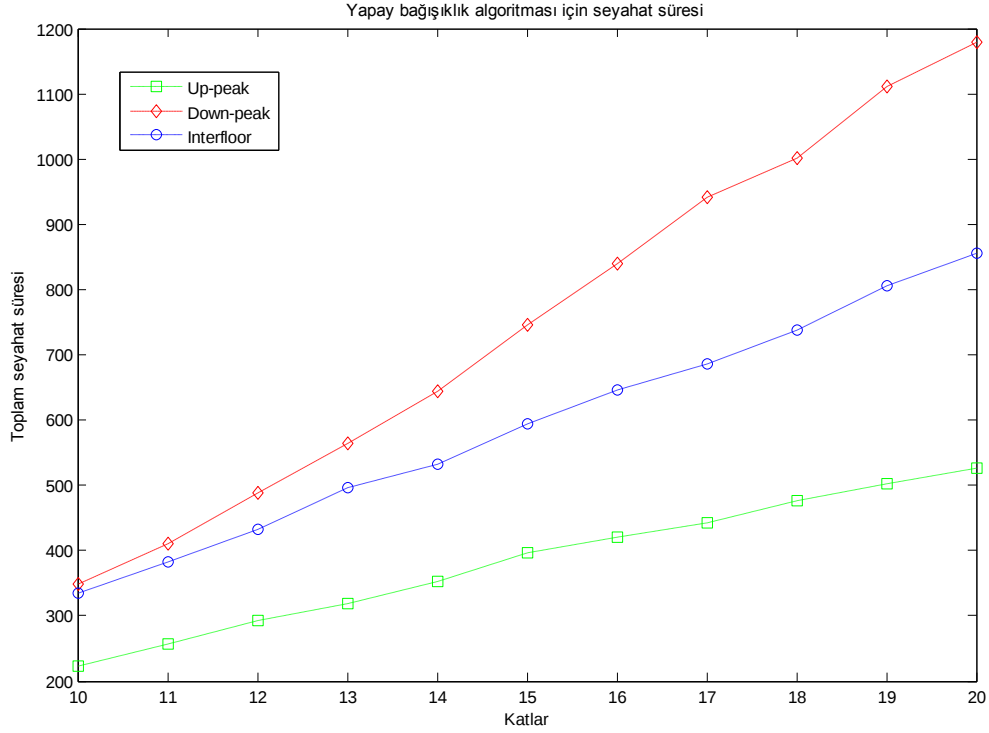
Şekil 4.7. DNA hesaplama algoritmasının seyahat süresi üzerindeki performansı

Şekil 4.7’de grafiksel olarak verilen bu değerlerin sayısal olarak ifadeleri tablo 4.8’de verildiği gibidir.

Tablo 4.8. DNA seyahat süreleri

Katlar	Up-Peak	Down-Peak	Inter-Floor
10	224,3	357,9	331,1
11	266,9	413,6	391,9
12	302,8	503,4	448,0
13	338,1	578,9	507,5
14	379,8	665,7	557,1
15	412,1	770,6	623,9
16	455,8	864,1	673,9
17	495,3	981,0	747,7
18	535,7	1056,5	805,6
19	578,6	1156,5	872,7
20	596,6	1245,3	948,1

Mevcut çağrılara göre, yapay bağışıklık sistemden klonal seçim algoritması için gerçekleştirilen seyahat süresi belirleme işleminde elde edilen sonuçları ifade eden grafiksel bir gösterim şekil 4.8’de detaylıca verildiği gibidir.



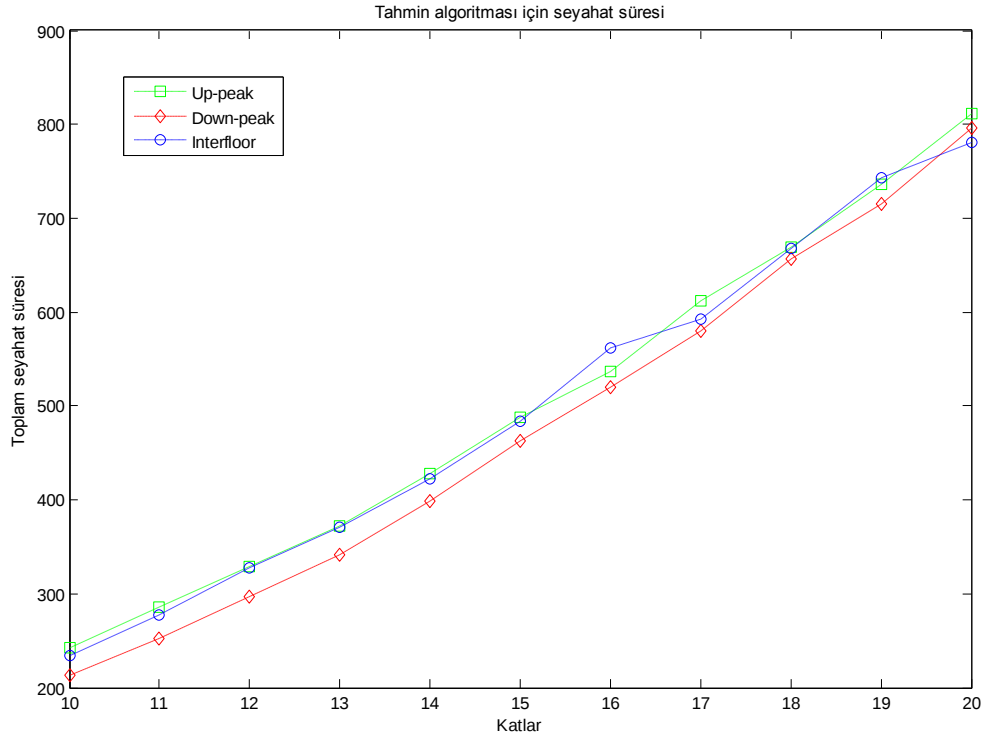
Şekil 4.8. Yapay bağışıklık sistem algoritmasının seyahat süresi üzerindeki performansı

Yapay bağışıklık sisteme ait klonal seçim algoritmasının grup asansör sistemlerinin zamanlaması konusunda ortalama seyahat süresi üzerine göstermiş olduğu performansın sayısal değerleri tablo 4.9’da verildiği gibidir.

Tablo 4.9. YBS seyahat süreleri

Katlar	Up-Peak	Down-Peak	Inter-Floor
10	222,2	349,6	334,5
11	256,3	411,4	381,9
12	293,6	487,7	432,9
13	318,1	564,4	496,2
14	352,0	644	532,1
15	396,0	745,1	595,1
16	419,8	839,5	646,1
17	442,4	941,8	686
18	475,6	1000,4	738,4
19	502,5	1112	806,6
20	525,9	1179,5	856,4

Optimizasyon modülünde gerçekleştirilen son yöntem olan tahmin algoritması için seyahat süresini gösteren bir grafik ise şekil 4.9’da verilmiş olup, bu grafiğin sayısal değerleri tablo 4.10’da verildiği gibidir.



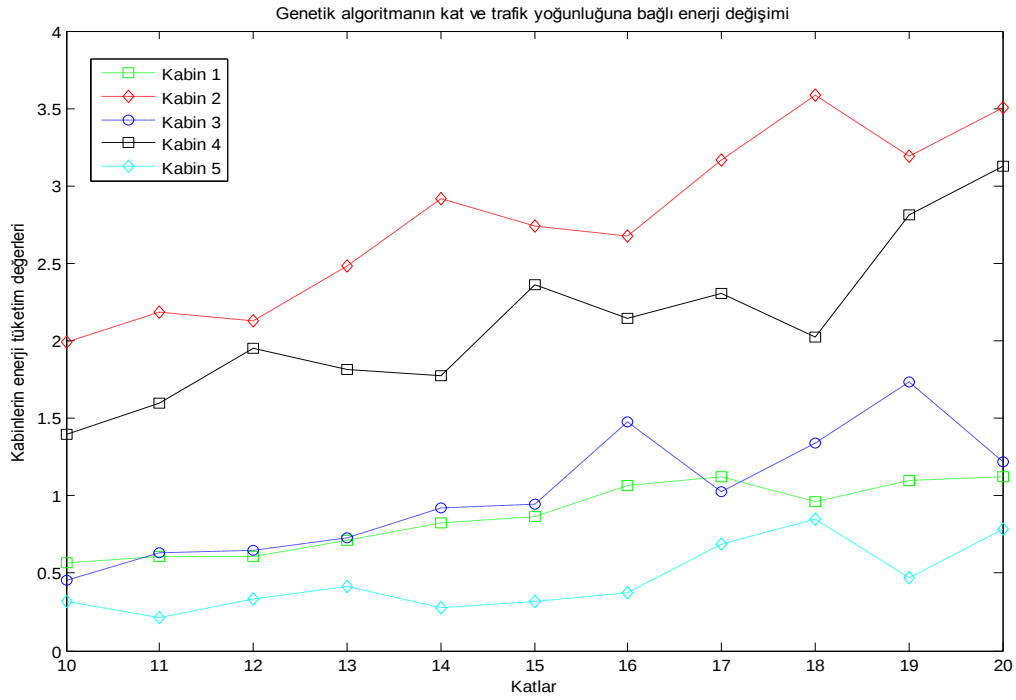
Şekil 4.9. Tahmin algoritmasının seyahat süresi üzerindeki performansı

Tablo 4.10. TA seyahat süreleri

Katlar	Up-Peak	Down-Peak	Inter-Floor
10	242,9	213,6	234,3
11	286,3	252,1	277,1
12	329,6	296,4	327,6
13	372,7	341,7	370,5
14	427,4	398,6	421,9
15	488	463,2	483,3
16	536,8	519,8	561,4
17	612,6	579,4	592,4
18	669,3	655,9	668,4
19	735,8	715,0	743,4
20	810,9	796,6	780,8

Grup asansör sistemlerinde zamanlama işlemi gerçekleştirilirken, dikkate alınması gereken en önemli konulardan biriside şüphesiz ki enerji verimliliğidir. Bir grup asansör sisteminden beklenen, sistem bünyesinde bulunan kabinlerin mevcut toplam enerjiyi eşit

bir şekilde paylaşmasıdır. Teorik olarak bu durum mümkün görünse bile genelde pratik olarak böyle bir şeyi sağlayabilmek neredeyse imkânsızdır. Şekil 4.10'da önceden üretilmiş mevcut çağrılara genetik algoritmanın uygulanmasıyla elde edilmiş kabinler arasındaki enerji tüketim miktarları gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Genetik algoritmanın enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı

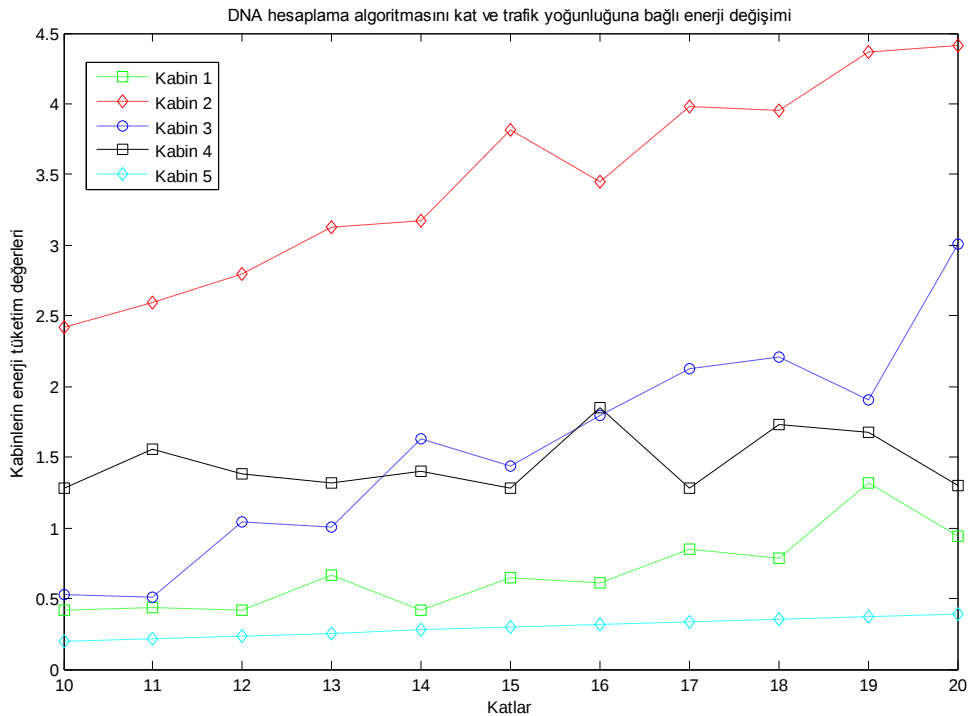
Tablo 4.11'de ise genetik algoritma uygulanmış bir grup asansör sisteminin kabinlere göre tüketmiş olduğu enerji miktarlarının sayısal değerleri verilmiştir.

Tablo 4.11. Genetik algoritma enerji tüketim değerleri

Katlar	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	Kabin 4	Kabin 5
10	0,57	1,98	0,45	1,39	0,31
11	0,61	2,18	0,63	1,59	0,21
12	0,61	2,12	0,64	1,94	0,33
13	0,70	2,48	0,72	1,81	0,41
14	0,82	2,91	0,92	1,77	0,27
15	0,86	2,73	0,94	2,36	0,31
16	1,06	2,67	1,47	2,14	0,37
17	1,12	3,16	1,02	2,30	0,68
18	0,96	3,58	1,33	2,02	0,84
19	1,10	3,18	1,73	2,81	0,47
20	1,12	3,50	1,22	3,13	0,78

Grup asansör sistemlerinden beklenenler kabinlerin enerji tüketim miktarlarının olabildiğince eşit olmasıdır. Fakat yapılan çalışmalarda genellikle optimizasyon yöntemlerinin çalışma prensiplerinden kaynaklanan durumlardan ötürü bu durum gerçekleştirilememektedir. Şekil 4.10'dan da görüleceği üzere hazır bulunan çağrılara genetik algoritmanın uygulanması ile kabinlerde oluşan enerji tüketim değerlerinin dağılımı birbirinden oldukça ayrıktır. Örneğin bu şekle göre 2 nolu ve 4 nolu kabinler sistem bünyesinde en çok enerji tüketen kabinlerdir. Ayrıca 5 nolu kabin ise en az enerjiyi tüketmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasındaki en önemli sebep optimizasyon algoritmalarının çalışma prensibidir. Fakat bu durum temel olarak istenmeyen bir şeydir. Çünkü kabinlerin bazıları olabildiğince çok çalışacak, bazıları ise neredeyse hiç çalışmayacaktır. Bu olay da bazı kabinlerin daha çabuk yıpranıp bozulmasına, geriye kalanların ise sıkıntı çıkarmayacağı anlamına gelmektedir.

Şekil 4.11'de ise bir diğer optimizasyon yöntemi olan DNA hesaplama algoritmasının kabinler üzerindeki etkisi ve bu kabinlerin enerji tüketim değerleri görülmektedir.



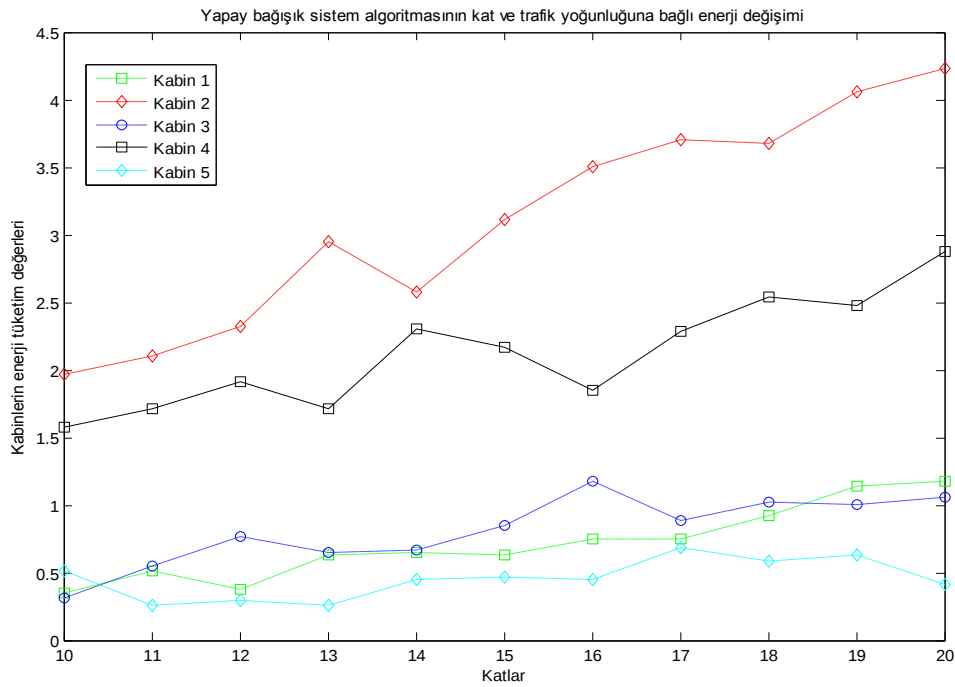
Şekil 4.11. DNA hesaplama algoritmasının enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı

DNA hesaplama kullanılarak gerçekleştirilen bu çözümlemede ise 2 nolu kabinin en çok enerjiyi tüketen kabin olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Bu duruma göre 5 nolu kabin ise en az enerji harcayan kabin olarak karşımıza çıkmaktadır. Tablo 4.12’de DNA hesaplama algoritmasının grup asansör sistemlerine uygulanması sonucu ortaya çıkan kabin enerji tüketim değerleri görülmektedir.

Tablo 4.12. DNA hesaplama algoritması enerji tüketim değerleri

Katlar	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	Kabin 4	Kabin 5
10	0,41	2,42	0,53	1,27	0,19
11	0,43	2,59	0,51	1,55	0,21
12	0,410	2,79	1,04	1,37	0,23
13	0,66	3,13	1,00	1,31	0,25
14	0,41	3,16	1,63	1,39	0,27
15	0,64	3,81	1,43	1,27	0,29
16	0,61	3,44	1,79	1,85	0,31
17	0,84	3,97	2,12	1,27	0,33
18	0,78	3,95	2,20	1,73	0,35
19	1,31	4,37	1,90	1,67	0,37
20	0,94	4,41	3,01	1,29	0,39

Şekil 4.12’de yapay bağışıklık sistem altında gerçekleştirilen klonal seçim algoritmasının enerji verimliliğini gösteren bir grafik verilmiştir.



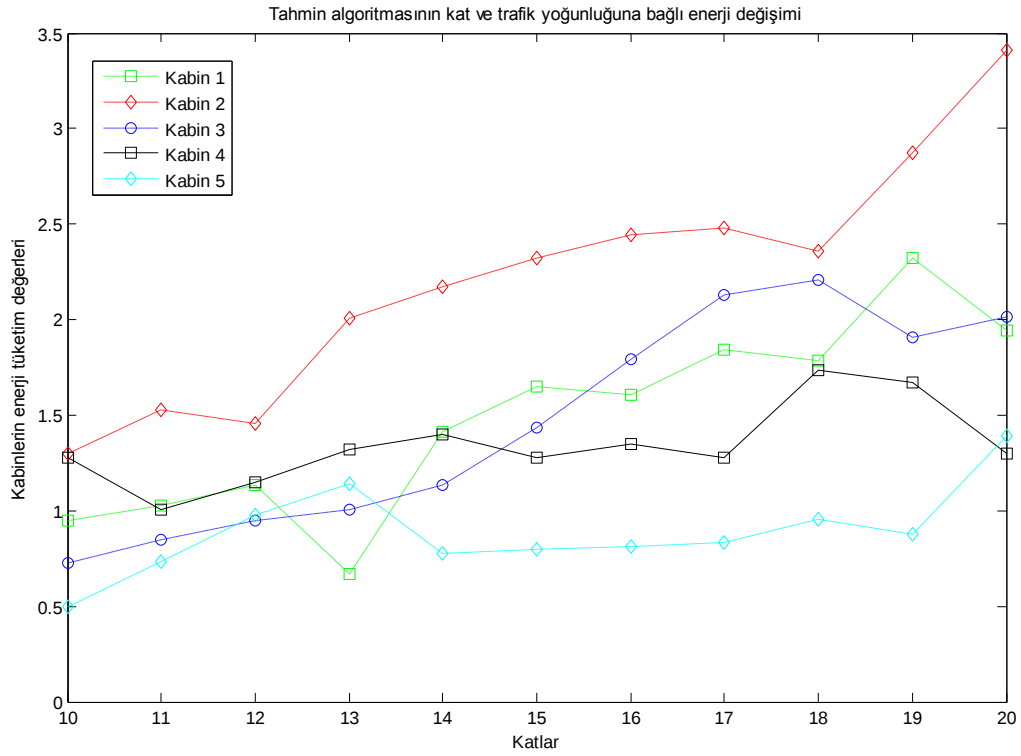
Şekil 4.12. Yapay bağışıklık algoritmasının enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı

Yapay bağıklık sistem algoritmasında da diğer optimizasyon yöntemlerinde olduğu gibi kabinler arasında bir dengesizlik mevcuttur. Başta da belirtildiği üzere grup asansör sisteminden beklenen kabinlerin birbirine yakın miktarda enerji tüketmesidir. Fakat şekilden de anlaşılacağı üzere yapay bağıklık sistem algoritmasında 1, 3 ve 5 nolu kabinler birbirine yakın miktarda enerji tüketmiş ki bu durum şekilde bu kabinleri temsil eden çizgilerin birbirine olan yakınlığından anlaşılmaktadır, 2 ve 4 nolu kabinler ise fazla miktarda enerji tüketerek diğer kabinlerden ayrılmıştır. Yapay bağıklık sistemin kabinlere uygulanması sonucu elde edilen enerji tüketimi sayısal değerleri tablo 4.13’de detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 4.13. Yapay bağıklık sistem algoritması enerji tüketim değerleri

Katlar	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	Kabin 4	Kabin 5
10	0,35	1,96	0,31	1,57	0,51
11	0,51	2,10	0,55	1,71	0,25
12	0,37	2,32	0,76	1,90	0,29
13	0,63	2,95	0,64	1,71	0,25
14	0,64	2,57	0,66	2,30	0,45
15	0,63	3,11	0,84	2,16	0,47
16	0,74	3,50	1,18	1,85	0,45
17	0,74	3,70	0,88	2,28	0,68
18	0,92	3,68	1,02	2,53	0,59
19	1,14	4,05	1,00	2,48	0,63
20	1,18	4,23	1,06	2,87	0,41

Gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında optimizasyon modülü içerisinde gerçekleştirilen en son uygulama tahmin algoritmasıdır. Özellikle yolcuların ortalama bekleme sürelerini düşürmenin yanı sıra kabinlerin tüketmiş oldukları enerji miktarlarını da dengeleme amacı taşıyan bu yöntemde çağrılar eşit bir şekilde kabinlere dağıtılmaya çalışıldığından enerji tüketim grafiklerinde elde edilen sonuçlarda birbirine yakın olmaktadır. Bu yöntemden elde edilen sonuçlar şekil 4.13’de verildiği gibidir.



Şekil 4.13. Tahmin algoritmasının enerji verimliliği konusunda kabinler üzerindeki davranışı

Şekilden de anlaşılacağı üzere tahmin algoritmasından elde edilen sonuçlar, optimizasyon metotlarından elde edilen sonuçlara nazaran birbirine daha yakın ve daha benzerdir. Bu durum grup asansör sistemleri için oldukça önemli bir avantaj sağlamaktadır. Özellikle kabinlerin yıpranma sürelerini düşürecek olan bu uygulama ile kabinlerin daha uzun süre maksimum performans ile çalışabilmesi sağlanmaktadır. Tablo 4.14’de tahmin algoritması sonucu kabinleri ortaya çıkan enerji tüketim değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4.14. Önerilen tahmin algoritmasının enerji tüketim değerleri

Katlar	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	Kabin 4	Kabin 5
10	0,94	1,30	0,72	1,27	0,49
11	1,02	1,52	0,84	1,00	0,73
12	1,13	1,45	0,94	1,15	0,98
13	0,66	2,00	1,00	1,31	1,14
14	1,41	2,16	1,13	1,39	0,77
15	1,64	2,31	1,43	1,27	0,79
16	1,61	2,44	1,79	1,35	0,81
17	1,84	2,47	2,12	1,27	0,83
18	1,78	2,35	2,20	1,73	0,95
19	2,31	2,87	1,90	1,67	0,87
20	1,94	3,41	2,01	1,29	1,39

Enerji tüketimi konusunda dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan birisi her yöntemin her zaman en iyi sonucu vereceğinin garanti edilmemesidir. Çünkü oluşturulan sistemler bazen zaman konusunda optimum bir değer verirken başka durumlarda ise enerji verimliliği konusunda en iyi sonuçları vermektedir. Bu sebepten ötürü grup asansör sistemleri üzerine yapılacak çalışmalarda bu iki konu arasındaki dengenin iyi bir şekilde sağlanması gereklidir. Bu dengeyi sağlayabilmek için gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında bir bulanık sistem tasarlanmıştır. Bu bulanık yapı ortalama bekleme süresi ile kabinlerin enerji tüketim değerlerini giriş parametresi olarak almakta ve bu giriş parametrelerine göre bir çıkış değeri üretmektedir. Tablo 4.15’de, yolcuların ortalama bekleme süreleri ile kabinlerin enerji tüketim değerlerini giriş parametresi olarak alan bir bulanık sistemin ürettiği çıkış değerleri görülmektedir.

Tablo 4.15. Bulanık sistemden elde edilen sonuçlar

Kat	GA			DNA			YBS			TA		
	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor	Up Peak	Down Peak	Inter Floor
10	-27,5	-26,7	-27,2	-26,1	-22,7	-26,1	-28,0	-27,5	-28,0	-25,8	-26,0	-25,9
11	-24,8	-21,1	-22,7	-24,7	-20,1	-24,7	-26,6	-23,4	-24,4	-25,2	-25,2	-25,2
12	-24,8	-10,5	-21,1	-22,0	-14,2	-22,0	-23,9	-16,5	-20,2	-25,0	-25,0	-25,0
13	-21,4	-3,1	-10,3	-19,5	-6,11	-19,5	-20,9	-2,84	-7,30	-25,1	-7,96	-10,8
14	-18,5	0,25	-6,17	-18,6	0,03	-18,6	-16,7	2,92	0,35	-22,1	15,1	-3,17
15	-17,5	9,56	2,31	-16,3	6,76	-16,3	-12,2	8,09	1,22	-16,5	19,6	17,3
16	-11,7	15,2	6,91	-16,4	12,3	-16,4	-16,1	11,3	2,26	-4,37	24,3	19,8
17	-6,97	25,7	8,54	-6,5	22,2	-6,58	-6,4	17,8	6,64	8,4	20,1	24,5
18	0,33	26,9	12,6	0,6	24,0	0,64	-1,1	26,3	11,6	11,6	25,1	25,0
19	4,9	26,3	16,2	3,3	25,3	3,30	0,7	25,4	15,5	15,7	23,1	22,7
20	22,19	24,1	21,4	22,5	25,2	22,5	21,6	25,3	20,3	18,7	27,8	20,1

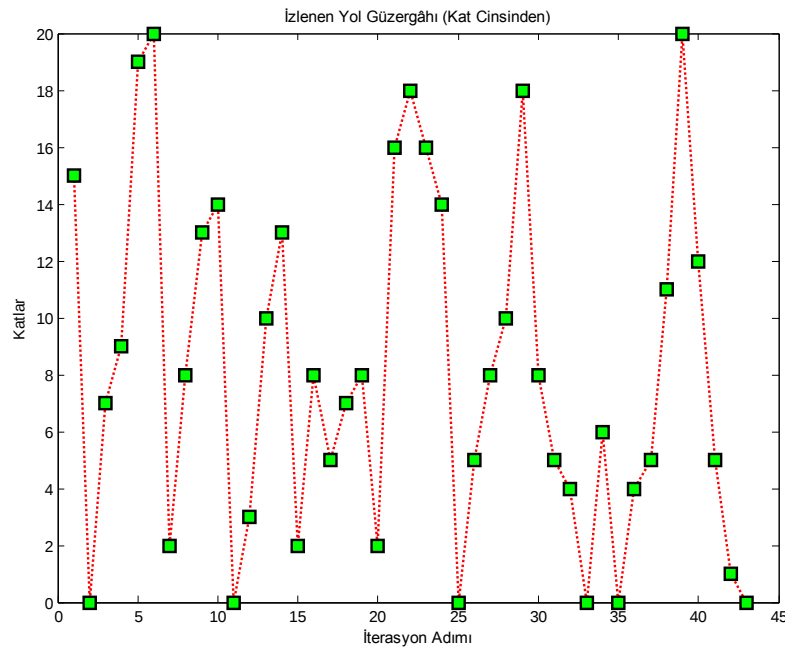
Gerçekleştirilen bu bulanık yapı ile sistemin adaptif bir şekilde çalışabilmesi sağlanmıştır. Çalışma kapsamında grup asansör sistemleri için gerçekleştirilen 3 farklı optimizasyon yöntemi ve önerilen tahmin algoritması ile gerçekleştirilen uygulamanın oldukça esnek çalışabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca uygulamanın 3 farklı trafik zamanı ve farklı sayıda kabin ve kat ile çalışabilmesi sağlanmış olup, bu sayede tüm bina modelleri ve trafik zamanları için en adaptif ve esnek çalışabilecek şekilde bir grup asansör zamanlama uygulaması oluşturulmuştur. Tablo 4.15’den de görüleceği üzere bulanık sistemde zaman ve enerji verimliliği konusunda mevcut çağrılar için en optimal çözümün sağlandığı algoritma ve güzergâhlar tespit edilmiş ve çerçeve içerisine alınmıştır.

Sistemin mevcut katlar ve çağrılar için uygulayacağı yöntemler karar verme modülü ile belirlenmekte ve bu yöntemler sisteme uygulanmak üzere kontrol paneline gönderilmektedir. Tablo 4.16’da grup asansör sistemleri için hibrit ve adaptif bir yapıya sahip olan bu uygulamanın hangi kat ve trafik şartlarında ne tür yöntemin uygulanacağını gösteren karar verme modülünün çıktısı görülmektedir.

Tablo 4.16. Karar verme modülünden elde edilen sonuçlar

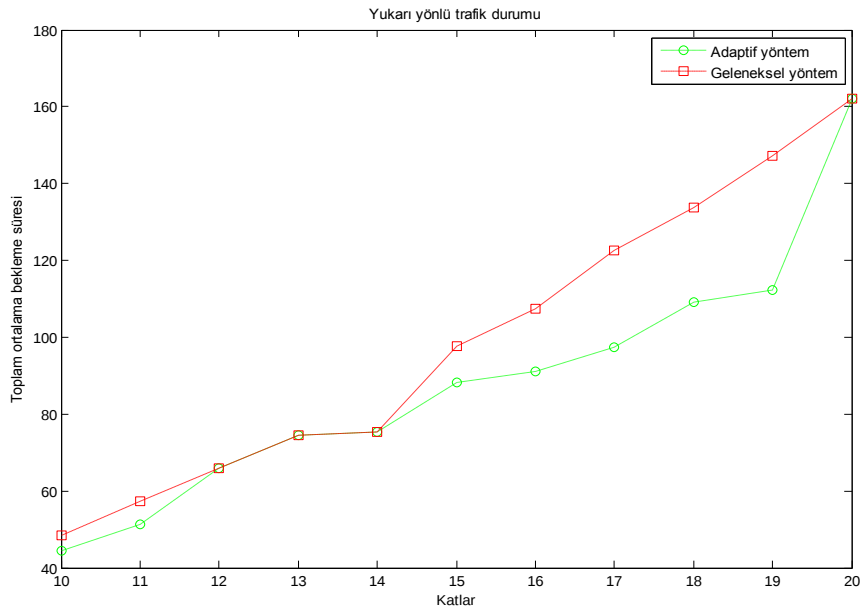
[illegible]

Gerçekleştirilen bu uygulama ile grup asansör sistemleri adaptif bir yapıya kavuşturulmuş olup sistemin belirli trafik yoğunluğu ve çeşitli kat şartlarında en uygun ve sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi sağlanmıştır. Şekil 4.14’de örnek bir kabinin izlemiş olduğu yol güzergâhı kat cinsinden verilmiştir.



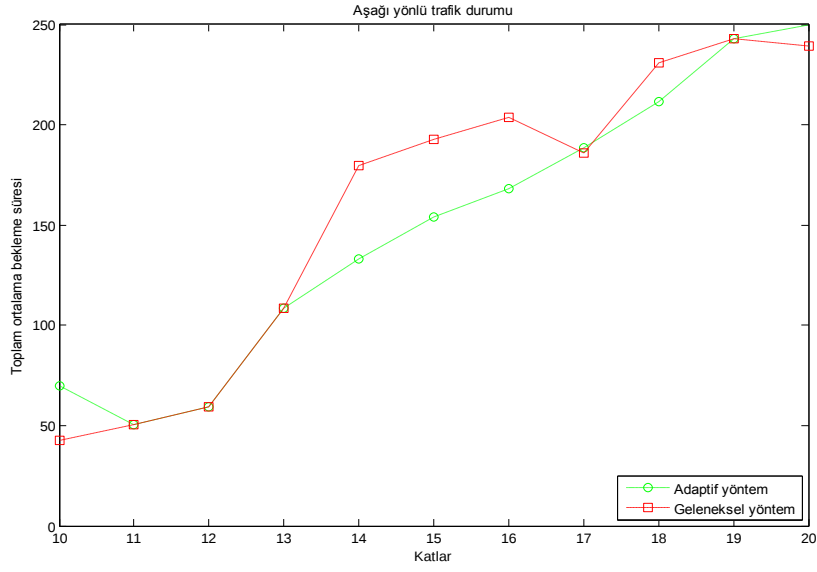
Şekil 4.14. Örnek bir yol güzergâhı

Optimizasyon yöntemlerinin hemen hepsinin en iyiye yaklaşma şekli birbirinden farklı olduğundan ötürü bir yöntemde elde edilen bir sonucun diğerinde de aynı şekilde elde edilmesi bazen mümkün olmamaktadır. Bu noktada devreye giren bu sistem en optimal sonucu elde etmede önemli kazanımlar sağlamaktadır. Şekil 4.15’de grup asansör sistemlerinde yukarı yönlü trafik hali için geleneksel yöntemler ile tez çalışması kapsamında önerilen adaptif metodun karşılaştırmalı grafiği verilmiştir.



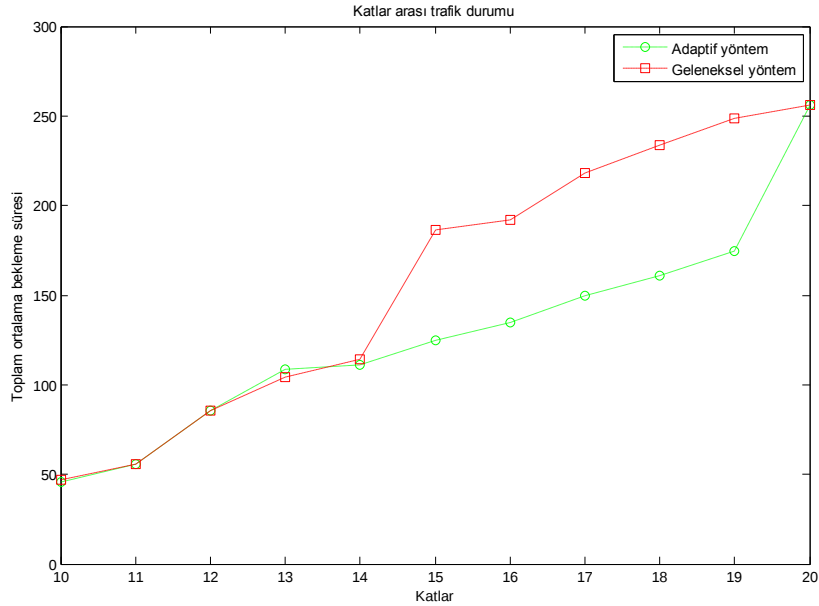
Şekil 4.15. Yukarı yönlü trafik durumu için adaptif ve geleneksel yöntemin karşılaştırılması

Şekil 4.15’den de görüleceği üzere tez çalışması kapsamında önerilen hibrit uygulama geleneksel yöntemlere göre ortalama bekleme süresi yönünden oldukça önemli avantajlar sağlamaktadır. Az katlı binalarda çok fazla bir değişim olmamasına rağmen kat sayısının arttığı durumlarda adaptif yöntem önemli ölçüde verim sağlamaktadır. Şekil 4.16’da ise aşağı yönlü trafik durumu için karşılaştırmalı bir grafik verilmiştir.



Şekil 4.16. Aşağı yönlü trafik durumu için adaptif ve geleneksel yöntemin karşılaştırılması

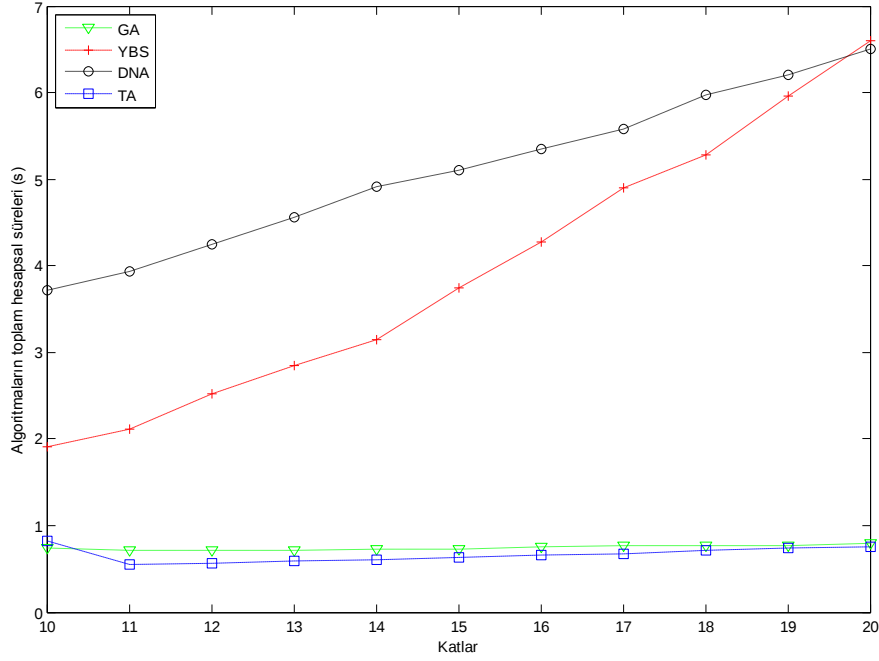
Katlar arası trafik durumu için ise gerçekleştirilen yöntemin ortalama bekleme süresi üzerindeki kazanımını gösteren bir grafik şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Katlar arası trafik durumu için adaptif ve geleneksel yöntemin karşılaştırılması

Gerçekleştirilen bu adaptif yöntem ile sistemin her şarta uygunluğu sağlanmış olup, literatürde mevcut geleneksel yöntemlere göre grup asansör sistemleri üzerinde önemli ölçüde iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda göz önüne alınması gereken bir diğer konu ise gerçekleştirilecek işlemlerin hesapsal süresidir. Her ne kadar günümüzde mikroişlemci teknolojisi gelişmiş olsa da gerçekleştirilecek işlemlerin hesaplama süreleri oldukça önem arz etmektedir. Yapılan ölçümler neticesinde algoritmaların hesapsal süreleri belirlenmiş olup bu değerler grafiksel olarak şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Gerçekleştirilen algoritmaların hesapsal işlem süreleri

4.1. Bölüm Değerlendirmesi

Gerçekleştirilen bu bölüm ile daha önceki bölümlerde ortaya konulmuş olan adaptif yapıli algoritmanın grup asansör sistemleri üzerindeki performansı incelenmiştir. Farklı sayıda kat ve kabin ile çeşitli trafik durumlarının göz önüne alındığı bu bölümde, önerilen adaptif yapıli uygulamanın, geleneksel yöntemlere oranla zaman yönünden yaklaşık olarak %20 ile %25 arasında değişen bir verim sağladığı görülmüştür.

Göz önüne alınan bir diğer parametre olan kabin enerji tüketim değerlerinin ise her kabin için dengede gittiğinin gözlemlendiği bu bölümde ayrıca algoritmaların hesapsal işlem süreleri verilerek, gerçekleştirilen uygulamanın da algoritmik olarak performansına dikkat çekilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, grup asansör sistemlerinin zamanlaması için optimizasyon yöntemlerinin kullanılabilirliği ve bu yöntemlere bağlı olarak günümüzde kullanılan geleneksel kontrol yöntemlerinin dezavantajları incelenmiştir. Optimizasyon yöntemleri olarak genetik algoritmalar, yapay bağışık sistemler ve sayısal DNA hesaplama algoritmaları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, optimizasyon yöntemlerinin sağladığı en büyük avantaj, grup asansör sistemini kullanan yolcuların ortalama bekleme sürelerindeki iyileştirme olmuştur. Kullanılan yöntemlerin gerek optimum çözümleri sağlaması gerekse hızlı çözümler üretmesi gerçekleştirilen bu yöntemlerin grup asansör sistemlerine uygulanabilirliği konusundaki şüpheleri ortadan kaldırmıştır. Çalışma kapsamında önerilen tahmin algoritması ile bu tür asansör sistemleri için farklı bir bakış açısı geliştirilmiş olup, genellikle göz ardı edilen enerji verimliliği konusuna önemli bir şekilde açıklık getirilmiştir. Yolcuların ortalama bekleme süresi ile kabinlerin seyahat sürelerini azaltmayı amaçlayan bu çalışmada, gerçekleştirilen adaptif kontrollü yapı ile kabinlerin en zor şartlar altında bile sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen optimizasyon yöntemlerinden elde edilen değerleri giriş parametresi olarak alan bulanık modül, hangi durumda ne tür bir güzergâhın izleneceği konusunda önemli ölçüde yarar sağlamaktadır. Yapılan çalışma ile literatürden farklı olarak, grup asansör sistemleri için adaptif çalışabilecek bir sistem oluşturulmuştur. Bu durumun en büyük faydası, oldukça geniş çözüm uzayına sahip olan bu tip asansör sistemleri için, birden fazla çözüm seçeneğinin aynı anda sunulabilmesidir.

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında öncelikle grup asansör sistemlerinin genel olarak işleyişi incelenmiş olup, konu ile alakalı literatür taraması yapılmıştır. Yapılan bu taramada, böylesi sistemlere genellikle mekaniksel olarak müdahalede bulunduğu tespit edilmiş olup, yazılımsal olarak yapılacak müdahalelerde sistemin ne tür bir tepki vereceği önceden belirlenmiştir. Yapılan ufak çaplı simülasyon uygulamaları sonucunda, optimizasyon yöntemlerinin grup asansör sistemleri üzerinde etkili olacağı ve yolcuların ortalama bekleme süresi başta olmak üzere, sistemin enerji verimliliği ile ortalama seyahat sürelerinde önemli ölçüde kazanımlar sağlanacağı öngörülmüştür.

İkinci bölümde grup asansör sistemlerinin zamanlamasına etki edecek parametreler irdelenerek belirlenmiş olup, gerçekleştirilecek uygulamanın nasıl bir yapıya sahip olacağı

konusunda gerekli çalışmalar yapılmıştır. Özellikle piyasada satılan asansör sistemleri incelenerek, bu sistemlerin ne tür özelliklere sahip olduğu, kullanıcılarına ne tür avantajlar sağladığı belirlenmiştir.

Son bölümde, grup asansör sistemleri için adaptif yapıya sahip bir algoritma önerilmiştir. Temel olarak 3 modülden oluşan sistem için rastgele yönlü çağrılar oluşturularak, bunlar öncelikli olarak optimizasyon modülüne gönderilmiştir. Optimizasyon modülünden dönen değerler, bulanık modüle gönderilerek sisteme adaptif bir yapı kazandırılmıştır. Daha sonrasında bulanık modülden dönen değerlendirme sonuçları karar verme aşamasında incelenerek sistemin ne tür bir yol güzergâhı izleyeceği konusunda karara varılmıştır. Gerçekleştirilen bu tez çalışması ile literatürde yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında, oluşturulan böylesi bir adaptif yapının gerek farklı kat ve kabin şartlarında, gerekse farklı trafik durumlarında literatüre göre önemli ölçüde verim sağladığı görülmüştür.

Gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde adaptif yapıli kontrol algoritmasının, grup asansör sistemleri üzerinde oldukça etkin ve esnek bir şekilde çalışabildiği sonucuna varılmaktadır. Konu ile alakalı gelecekte yapılacak çalışmalardan, grup asansör sistemlerinin yazılımsal olarak kontrolünün olabildiğince esnek yapılabilmesi beklenmektedir. Daha sonraları yapılacak çalışmalar ile önerilen bu kontrol algoritmasının performansının geliştirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca önerilen bu adaptif kontrol yönteminin farklı problemler için uygulanabilirliği de incelenecek ve bu tip farklı problemlere uygulanarak sistemlerin performansı ölçülecektir.

KAYNAKLAR

- [1] **Baygin M. and Karakose M.**, 2012. A new intelligent group elevator control approach, *Mechatronika 15th. International Symposium*, Czech Technical University, Prague, 5-7 December, 1-6.
- [2] **Uysal A.**, 2007. Asansör grubu kontrolü için bir bulanık kontrolör tasarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] **Bilgiç H.**, 2010. Asansörler için pic18f452 tabanlı akıllı bir denetim sisteminin geliştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [4] **İmrak C. E.**, Hidrolik asansörler. <http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak540/MAK540-5.pdf>, 11 Nisan 2013.
- [5] <http://www.butunsinavlar.com/asansor-tahrik-sistemleri.html> Asansör tahrik sistemleri 10 Mart2013.
- [6] **Bolat B.**, 2006. Asansör kontrol sistemlerinin genetik algoritma ile simülasyonu, *Doktora Tezi*, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] **Siikonen M. L.**, 1997. Planning and control models for elevators in high-rise buildings, *Helsinki University of Technology Systems Analysis Laboratory Research Reports*, Helsinki, Finland.
- [8] **Dağdelen U.**, 2006. Grup asansörleri içi zeki kontrol sistemleri, *Doktora Tezi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [9] **İmrak C. E.**, 1996. Asansör sistemlerinin trafik analizi, dizaynı ve simülasyonu, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [10] **Barney G. C.**, 2003. Elevator Traffic Handbook: Theory and Practice. Taylor & Francis Routledge, Newyork.
- [11] **Sarıbaş Ü.**, 2006. Akıllı bir asansör sisteminin benzetimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [12] **Munoz D. M., Llanos C. H., Rincon M. A. and Van Els R. H.**, 2008. Distributed approach to group control of elevator systems using fuzzy logic and FPGA implementation of dispatching algorithms, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, **21**, 1309-1320.
- [13] **Cortes P., Onieva L., Munuzuri J., and Guadix J.**, 2013. A viral system algorithm to optimize the car dispatching in elevator group control systems of tall buildings, *Computers and Industrial Engineering*, **64**, 403-411.

- [14] **Sun J., Zhao Q. C., and Luh P. B.,** 2010. Optimization of group elevator scheduling with advance information, *IEEE Trans. on Automation Science and Engineering*, **7**, 352-363.
- [15] **Baygın M. ve Karaköse M.,** 2012. Optimizasyon ve tahmin tabanlı grup asansör kontrol yaklaşımı, *Otomatik Kontrol Türk Milli Komitesi (TOK)*, Niğde Üniversitesi, Niğde, 11-13 Ekim,
- [16] **Jamaludin J., Rahim N., and Hew W. P.,** 2010. An elevator group control system with a self-tuning fuzzy logic group elevator controller, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, **57**, 4188-4198.
- [17] **Liu Y., Hu Z., Su Q., and Huo J.,** 2010. Energy saving of elevator group control based on optimal zoning strategy with interfloor traffic, *Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII)*, Kunming, China, 26-28 November, 328-331.
- [18] **Bolat B., Altun O., and Cortes P.,** 2013. A particle swarm optimization algorithm for optimal car-call allocation in elevator group control systems, *Applied Soft Computing*, **13**, 2633-2642.
- [19] **Luh P. B., Xiong B., and Chang S. C.,** 2008. Group elevator scheduling with advance information for normal and emergency modes, *IEEE Trans. on automation science and engineering*, **5**, 245-258.
- [20] **Kim J. H. and Moon B. R.,** 2001. Adaptive elevator group control with cameras, *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, **48**, 377-382.
- [21] **Hirasawa K., Eguchi T., Jin Z., Lu Y., Jinglu H., and Markon S.,** 2008. A double-deck elevator group supervisory control system using genetic network programming, *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews IEEE Transactions on*, **38**, 535-550.
- [22] **Valdivielso A. and Miyamoto T.,** 2011. Multicar-elevator group control algorithm for interference prevention and optimal call allocation, *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transaction on*, **41**, 311-322.
- [23] **Kocaman M.,** 2012. Product design assembly application, traffic design and simulation on double deck elevator systems, *M. Sc. Thesis*, I.T.U. Graduate School of Science Engineering and Technology, Istanbul.
- [24] **Yuge X., Fei L., and Xiaolan L.,** 2010. Hybrid destination registration elevator group control system with artificial immune optimization algorithm, *8th World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA)*, Jinan, China, 7-9 July, 5067-5071.
- [25] **Rui C., Yi-bin H., Zhang-qin H., and Jian H.,** 2009. Modeling the ambient intelligence application system: concept, software, data, and network, *System, Man and Cybernetics, Part C: Application and Reviews, IEEE Transactions on*, **39**, 299-314.

- [26] **Utgoff P. E. and Connell M. E.,** 2012. Real-Time combinatorial optimization for elevator group dispatching, *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics Part A: Systems and Humans*, **42**, 130-146.
- [27] http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kumanda%20Kasetleri.pdf. Elektrik-elektronik teknolojisi kumanda kasetleri, 11 Mart 2013.
- [28] **Türk O.,** 2007. Yüksek binalardaki insan trafiğinin kontrol edilmesinde bulanık mantık yaklaşımı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [29] **Pepyne D. L. and Cassandras C. G.,** 1997. Optimal dispatching control for elevator systems during uppeak traffic, *Control Systems Technology*, *IEEE Transactions on*, **5**, 629-643.
- [30] **Cortes P., Larraneta J., and Onieva L.,** 2004. Genetic algorithm for controllers in elevator groups: analysis and simulation during lunchpeak traffic, *Applied Soft Computing*, **4**, 159-174.
- [31] **İmrak C. E., ve Fetvacı M. C.,** 2004. Yukarı yönde asansör trafiği ve performans hesabı, *Mühendis ve Makina*, **45**, 18-25.
- [32] **Becerik A.,** 2011. Yüksek yapılar'da elektrik mühendisliği-vi: Asansör kontrol sistemleri. http://www.emo.org.tr/ekler/6455426b31f1a40_ek.pdf?dergi=635, 17 Haziran 2013.
- [33] **Wang J., Mu X., Xu J., and Wang S.,** 2012. Design and optimization of dispatching rules for elevator group control aiming at energy saving, *Information Science and Technology (ICIST)*, Wuhan, China, 23-25 March, 124-127.
- [34] **İmrak C. E. ve Özer D.,** 2011. Binalarda enerji tasarrufu ve asansörlerin enerji tüketimi. http://www.emo.org.tr/ekler/95885ff245b25cb_ek.pdf, 02 Mayıs 2013.
- [35] **Zhang J., Tang J., Zong Q., and LI J.,** 2010. Energy saving scheduling strategy for elevator group control system based on ant colony optimization, *Information Computing and Telecommunications (YC-ICT)*, Beijing, China, 28-30 November, 37-40.
- [36] **Crites R. H., and Barto A. G.,** 1998. Elevator group control using multiple reinforcement learning agents, *Machine Learning*, **33**, 235-262.
- [37] **Shen Z., and Zhao Q. C.,** 2009. Ant colony optimization for single car scheduling of elevator systems with full information, *4th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, Xi'an, China, 25-27 May, 1553-1559.
- [38] **Beielstein T., Markon S., and Preuss M.,** 2003. A parallel approach to elevator optimization based on soft computing, *The Fifth Metaheuristics International Conference*, Kyoto, Japan, 25-28 August, 1-11.

- [39] **Fei L., Xiaocui Z., and Yuge X.,** 2010. A new hybrid elevator group control system scheduling strategy based on particle swarm simulated annealing optimization algorithm, *8th World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA)*, Jinan, China, 7-9 July, 5121-5124.
- [40] **Aydin I., Karakose M., and Akin E.,** 2012. An adaptive artificial immune system for fault classification, *Journal of Intelligent Manufacturing*, **23**, 1489-1499.
- [41] **Aydin I., Karakose M., and Akin E.,** 2011. A multi-objective artificial immune algorithm for parameter optimization in support vector machine, *Applied Soft Computing*, **11**, 120-129.
- [42] **Baygın M. ve Karaköse M.,** 2011. Adaptif yapay bağışık sistem tabanlı grup asansör kontrol algoritması, *Fırat Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu (FEEB)*, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 5-8 Ekim, 205-210.
- [43] **Petridis V., Paterakis E. and Kehagias A.,** 1998. A hybrid neural-genetic multi model parameter estimation algorithm, *Neural Networks, IEEE Transactions on*, **9**, 862-876.
- [44] **Fujino A., Tobita T., Segawa K., Yoneda K., and Togawa A.,** 1997. An elevator group control system with floor-attribute control method and system optimization using genetic algorithms, *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, **44**, 546-552.
- [45] **Bolat B., and Cortes P.,** 2010. Genetic and tabu search approaches for optimizing the hall call – car allocation problem in elevator group systems, *Applied Soft Computing*, **11**, 1792-1800.
- [46] **Muhammad M. S., Ibrahim Z., Ueda S., Ono O., and Khalid M.,** 2005. DNA computing for complex scheduling problem, *Advances in Natural Computation*, **3611**, 1182-1191.
- [47] **Jiao H., Zhong Y., and Zhang L.,** 2012. Artificial DNA computing-based Spectral encoding and matching algorithm for hyperspectral remote sensing data, *Geoscience and Remote Sensing*, **50**, 4085-4104.
- [48] **Muhammad M. S., Ibrahim Z., Ono O., and Khalid M.,** 2005. Direct-proportional length-based DNA computing implementation for elevator scheduling problem, *TENCON IEEE Region 10*, 21-24 November, 1-5.
- [49] **Rong A., Hakonen H., and Lahdelma R.,** 2003. Estimated time of arrival (eta) based elevator group control algorithm with more accurate estimation, *Turku Centre for Computer Science TUCS Technical Report*, Turku, Finland.
- [50] **Rashid M. M., Rashid N. A., Faroug A., and Rahman M. A.,** 2011. Design and implementation of fuzzy based controller for modern elevator group, *Industrial Electronics and Applications (ISIEA)*, 63-68.

- [51] **Chen T., Hsu Y., Lee A., and Hong P.,** 2011. Real-time self-tuning approach for intelligent elevator group control system, *Information Science and Service Science (NISS)*, 420-424.
- [52] **Karakose M. and Akin E.,** 2010. Block based fuzzy controllers, *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, **3**, 100-110.
- [53] <http://www.hitachi.co.jp/Prod/elv/en/tech/groupcontrol/features.html>, Hitachi Elevator and Escalators, Group Elevator Control Forecast Trajectory, 24 Mart 2013.
- [54] **Baygin M. and Karaköse M.,** 2013. Immunity Based Optimal Estimation Approach for a New Real Time Group Elevator Dynamic Control Application for Energy and Time Saving, *The Scientific World Journal-Computer Science*, vol. 2013, Article ID 805343, 12 pages. doi: 10.1155/2013/805343.

EKLER

Ek Tablo 1.1. Asansör hesaplaması için gerekli olan en yüksek dönüş katı tablosu

	Kabin Kapasitesi							
Katlar	13	14	15	16	17	18	19	20
5	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
6	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0
7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	7.0
8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
9	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9
10	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.9
11	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8
12	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8
13	12.5	12.5	12.6	12.6	12.7	12.7	12.7	12.8
14	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.7	13.7	13.7
15	14.4	14.4	14.5	14.5	14.6	14.6	14.6	14.7
16	15.3	15.4	15.4	15.5	15.5	15.6	15.6	15.6
17	16.2	16.3	16.4	16.4	16.5	16.5	16.6	16.6
18	17.2	17.2	17.3	17.4	17.4	17.5	17.5	17.6
19	18.1	18.2	18.2	18.3	18.4	18.4	18.5	18.5
20	19.0	19.1	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.5
21	19.9	20.0	20.1	20.2	20.3	20.3	20.4	20.4
22	20.9	21.0	21.1	21.1	21.2	21.3	21.3	21.4
23	21.8	21.9	22.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.3
24	22.7	22.9	22.9	23.0	23.1	23.2	23.2	23.3

Ek Tablo 2.1. Enerji tüketimini hesaplamak için gerekli olan tahrik yöntemlerine göre genel seyir süreleri tablosu

Tahrik		Zemin üzerindeki katlar	TP(saniye)	
			Yelpaze	Ortalama
Hidrolik	Karşı ağırlık yok	6'dan az	5-7	6
Redüktörlü	AC 2-hızlı	6	9-12	10.5
	ACVV(büyük kütleli)	12	7-10	8.5
	ACVV(düşük kütleli)	12	5-8	6.5
Redüktörsüz	Motor-Jeneratör	18	4-6	5
	Tristör	18	3-5	4

Ek 3. Grup Asansörlerde Zamanlama

```
katSayisi=input('Lütfen kat sayısını giriniz\n');
kabinSayisi=input('Lütfen kabin sayısını giriniz\n');
for j=1:kabinSayisi
    asansorDurum=input('Lütfen kabin pozisyonunu giriniz\n');
    asansorKat(1,j)=asansorDurum;
    asansorYon = input('Lütfen kabin yönünü giriniz? Y/A:\n','s');
    asansorYonler(1,j)=asansorYon;
end
while katSayisi<=20
    [a,b]=size(asansorKat);
    gidecekAsn=zeros(1,(katSayisi*3)); %Kaç bitlikse ondan dolayı
    onlu=zeros(10,katSayisi); %10 birey olduğu için
    afinite=zeros(10,1); %10 birey olduğu için
    tumToplamAfinite=zeros(100,50); %100 iterasyon ve 10 adım olduğu için
    tumAsansorKat=zeros(11,b);
    tumPopulasyonOnlu=zeros(10,katSayisi); %10 birey olduğu için
    tumAsansorKat(1,:)=asansorKat(:,,:);
    tic
    for adim=1:50
        load downPeakData.mat
        cagrilar(1,:)=tum_cagrilar(adim,[1:katSayisi]);
        cagrilarYon(1,:)=tum_Yonler(adim,[1:katSayisi]);
        populasyonBit=populasyon_uret(gidecekAsn,cagrilar,kabinSayisi);
        populasyonOnlu=onluk_cevir(populasyonBit);
        for iterasyon=1:100 %50 iterasyon yapılacak aynı işlemler
            asansorHedefler=hedef_bul(populasyonOnlu(:,,:),cagrilarYon(:,,:));
            afinite=afinite_bul(asansorHedefler,asansorKat,asansorYonler);
            X=struct('bit',populasyonBit,'onlu',populasyonOnlu,'afinite',afinite);
            tumMinAfinite(1)=min(X.afinite);
            clonlar=clon_yap(X.bit,X.onlu,X.afinite);
            mutasyonlar=mutasyon_yap(clonlar.clonBit(:,,:),clonlar.clonOnlu(:,,:),clonlar.clonAf(:,,:),cagrilar(:,,:),kabinSayisi,asansorKat,asansorYonler,cagrilarYon(:,,:));
            cevap=size(mutasyonlar.mutasyonAf(:,,:));
            if min(mutasyonlar.mutasyonAf)<max(afinite) && cevap(1,1)>=3
                for i=1:3
                    [maximu,indis]=max(afinite);
                    afinite(indis,1)=mutasyonlar.mutasyonAf(i,1);
                    populasyonBit(indis,:)=mutasyonlar.mutasyonGidecekAs(i,:);
                    populasyonOnlu(indis,:)=mutasyonlar.mutasyonOnlu(i,:);
                end
            end
        end
    end
    birey=afSiral(populasyonBit,populasyonOnlu,afinite);
    populasyonBit=birey.gBit;
    populasyonOnlu=birey.gOnlu;
    afinite=birey.gAf;
    tumToplamAfinite(:,adim)=tumMinAfinite(:,1);
```

```

asansorKatGecmis=asansorKat;
asansorKat=sonDurumBul(populasyonOnlu(1,:),asansorKat(:,,:)); %Asansorlerin son
pozisyonları
tumAsansorKat(adim+1,:)=asansorKat(:,,:);
tumPopulasyonOnlu(adim,:)=populasyonOnlu(1,:);
for j=1:katSayisi
    cagrilar(1,j)=round(rand); %Yeni çağrılar
end
afinitey(:,adim)=afinite_bul2(asansorHedefler,asansorKatGecmis,asansorYonler);
gidecekAsn=zeros(1,(katSayisi*3)); %3 bitlik oldukları için
onlu=zeros(10,katSayisi); %10 tane birey olduğu için
afinite=zeros(10,1);%10 tane birey olduğu için
end
asansorYollar=yolBul(tumPopulasyonOnlu(:,,:));
[boyut1,boyut2]=size(asansorYollar.asansoryol(:,,:));
durKalk(mehmet,1)=mehmet+9;
durKalk(mehmet,2)=boyut2;
for i=1:100
    ortalama_sure(i,1)=sum(tumToplamAfinite(i,:));
end
k=0;
for i=1:katSayisi
    for j=1:50
        if tum_cagrilar(j,i)~=0
            k=k+1;
        end
    end
    end
    cagriYogunlugu(i,1)=k;
    k=0;
end
end
%%%Genetik algoritma ile grup asansörde zamanlama uygulaması%%%
katSayisi=input('Lütfen kat sayısını giriniz\n');
kabinSayisi=input('Lütfen kabin sayısını giriniz (2-7)\n');
for j=1:kabinSayisi
    asansorDurum=input('Lütfen kabin pozisyonunu giriniz\n');
    asansorKat(1,j)=asansorDurum;
    asansorYon = input('Lütfen kabin yönünü giriniz? Y/A:\n','s');
    asansorYonler(1,j)=asansorYon;
end
while katSayisi<=20
    [a,b]=size(asansorKat);
    gidecekAsn=zeros(1,(katSayisi*3)); %Kaç bitlikse ondan dolayı
    onlu=zeros(10,katSayisi); %10 birey olduğu için
    afinite=zeros(10,1); %10 birey olduğu için
    tumToplamAfinite=zeros(100,50); %100 iterasyon ve 10 adım olduğu için
    tumAsansorKat=zeros(11,b);
    tumPopulasyonOnlu=zeros(10,katSayisi); %10 birey olduğu için
    tumAsansorKat(1,:)=asansorKat(:,,:);

```

```

tic
for adim=1:50
load upPeakData.mat
cagrilar(1,:)=tum_cagrilar(adim,[1:katSayisi]);
cagrilarYon(1,:)=tum_Yonler(adim,[1:katSayisi]);
    populasyonBit=populasyon_uret(gidecekAsn,cagrilar,kabinSayisi);
    populasyonOnlu=onluk_cevir(populasyonBit);
    for iterasyon=1:100 %50 iterasyon yapılacak aynı işlemler
        asansorHedefler=hedef_bul(populasyonOnlu(:,:),cagrilarYon(:,:));
        afinite=afinite_bul(asansorHedefler,asansorKat,asansorYonler);
        tumMinAfiniterler(iterasyon,1)=min(afinite);
        %Kromozomlar sıralanıyor
        siraliKromozomlar=afSiral(populasyonBit,populasyonOnlu,afinite);
        %Sıralanmış kromozomlardan en iyi iki tanesi caprazlama işlemi için
        %kromozom_çaprazla fonksiyonuna gönderiliyor.

caprazKromozomlar=kromozom_caprazla(siraliKromozomlar.gBit([1,2],:),siraliKromozo
mlar.gOnlu([1,2],:),siraliKromozomlar.gAf([1,2],:));
mutasyonKromozomlar=kromozom_mutasyon(caprazKromozomlar.caprazBit,caprazKrom
ozomlar.caprazOnlu,cagrilar,kabinSayisi,asansorKat,asansorYonler,cagrilarYon(:,:));
        if min(mutasyonKromozomlar.mutasyonAf)<max(afinite)
            for i=1:2
                [maximu,indis]=max(afinite);
                afinite(indis,1)=mutasyonKromozomlar.mutasyonAf(i,1);
                populasyonBit(indis,:)=mutasyonKromozomlar.mutasyonBit(i,:);
                populasyonOnlu(indis,:)=mutasyonKromozomlar.mutasyonOnlu(i,:);
            end
        end
        end
        birey=afSiral(populasyonBit,populasyonOnlu,afinite);
        populasyonBit=birey.gBit;
        populasyonOnlu=birey.gOnlu;
        afinite=birey.gAf;
        tumToplamAfinite(:,adim)=tumMinAfiniterler(:,1);
        asansorKatGecmis=asansorKat;
        asansorKat=sonDurumBul(populasyonOnlu(1,:),asansorKat(:,:)); %Asansorlerin son
pozisyonları
        tumAsansorKat(adim+1,:)=asansorKat(:,:);
        tumPopulasyonOnlu(adim,:)=populasyonOnlu(1,:);
        for j=1:katSayisi
            cagrilar(1,j)=round(rand); %Yeni çağrılar
        end
        afinitey(:,adim)=afinite_bul2(asansorHedefler,asansorKatGecmis,asansorYonler);
        gidecekAsn=zeros(1,(katSayisi*3)); %3 bitlik oldukları için
        onlu=zeros(10,katSayisi); %10 tane birey olduğu için
        afinite=zeros(10,1);%10 tane birey olduğu için
    end
    asansorYollar=yolBul(tumPopulasyonOnlu(:,:));
    [boyut1,boyut2]=size(asansorYollar.asansoryol(:,:));

```

```

durKalk(mehmet,1)=mehmet+9;
durKalk(mehmet,2)=boyut2;
for i=1:100
    ortalama_sure(i,1)=sum(tumToplamAfinite(i,:));
end
k=0;
for i=1:katSayisi
    for j=1:50
        if tum_cagrilar(j,i)~=0
            k=k+1;
        end
    end
    cagriYogunlugu(i,1)=k;
    k=0;
end
%%DNA hesaplama algoritması ile grup asansör zamanlaması%%
katSayisi=input('Lütfen kat sayısını giriniz\n');
kabinSayisi=input('Lütfen kabin sayısını giriniz (2-7)\n');
for j=1:kabinSayisi
    asansorDurum=input('Lütfen kabin pozisyonunu giriniz\n');
    asansorKat(1,j)=asansorDurum;
    asansorYon = input('Lütfen kabin yönünü giriniz? Y/A:\n','s');
    asansorYonler(1,j)=asansorYon;
end
while katSayisi<=20
    [a,b]=size(asansorKat);
    gidecekAsn=zeros(1,(katSayisi*3)); %Kaç bitlikse ondan dolayı
    onlu=zeros(10,katSayisi); %10 birey olduğu için
    afinite=zeros(10,1); %10 birey olduğu için
    tumToplamAfinite=zeros(100,50); %100 iterasyon ve 10 adım olduğu için
    tumAsansorKat=zeros(11,b);
    tumPopulasyonOnlu=zeros(10,katSayisi); %10 birey olduğu için
    tumAsansorKat(1,:)=asansorKat(:,:);
    kabinDNA=['A','A','A','A','A','G','A','A','C','A','A','T','A','G','A','A','G','G','A','G','C','A','G','T'];
    tic
    for adim=1:50
        load downPeakData.mat
        cagrilar(1,:)=tum_cagrilar(adim,[1:katSayisi]);
        cagrilarYon(1,:)=tum_Yonler(adim,[1:katSayisi]);
        populasyonBit=populasyon_uret(gidecekAsn,cagrilar,kabinSayisi);
        populasyonOnlu=onluk_cevir(populasyonBit);
        populasyonDNA=dna_cevir(populasyonOnlu);
        for iterasyon=1:100 %50 iterasyon yapılacak aynı işlemler
            asansorHedefler=hedef_bul(populasyonOnlu(:,:),cagrilarYon(:,:));
            afinite=afinite_bul(asansorHedefler,asansorKat,asansorYonler);
            tumMinAfinite(1)=min(afinite);
        end
        siraliKromozomlar=afSirala(populasyonBit,populasyonOnlu,populasyonDNA,afinite);
    end
end

```

```

caprazKromozomlar=kromozom_caprazla(siraliKromozomlar.gBit([1,2,3,4],:),siraliKromo
zomlar.gOnlu([1,2,3,4],:),siraliKromozomlar.gDNA([1,2,3,4],:));
mutasyonKromozomlar=kromozom_mutasyon(caprazKromozomlar.caprazBit,caprazKrom
ozomlar.caprazOnlu,caprazKromozomlar.caprazDNA,cagrilar,kabinSayisi,asansorKat,asan
sorYonler,cagrilarYon(:,:));
    if min(mutasyonKromozomlar.mutasyonAf)<max(afinite)
        for i=1:2
            [maximu,indis]=max(afinite);
            afinite(indis,1)=mutasyonKromozomlar.mutasyonAf(i,1);
            populasyonBit(indis,:)=mutasyonKromozomlar.mutasyonBit(i,:);
            populasyonOnlu(indis,:)=mutasyonKromozomlar.mutasyonOnlu(i,:);
            populasyonDNA(indis,:)=mutasyonKromozomlar.mutasyonDNA(i,:);
        end
    end
    birey=afSiral(populasyonBit,populasyonOnlu,populasyonDNA,afinite);
    populasyonBit=birey.gBit;
    populasyonOnlu=birey.gOnlu;
    populasyonDNA=birey.gDNA;
    afinite=birey.gAf;
    tumToplamAfinite(:,adim)=tumMinAfiniteler(:,1);
    asansorKat=sonDurumBul(populasyonOnlu(1,:),asansorKat(:,:)); %Asansorlerin son
    pozisyonları
    tumAsansorKat(adim+1,:)=asansorKat(:,:);
    tumPopulasyonOnlu(adim,:)=populasyonOnlu(1,:);
    for j=1:katSayisi
        cagrilar(1,j)=round(rand); %Yeni çağrılar
    end
    gidecekAsn=zeros(1,(katSayisi*3)); %3 bitlik oldukları için
    onlu=zeros(10,1); %10 tane birey olduğu için
    afinite=zeros(10,1); %10 tane birey olduğu için
    kabinDNA=['A','A','A','A','A','G','A','A','C','A','A','T','A','G','A','A','G','G','A','G','C','A','G'];
    end
    asansorYollar=yolBul(tumPopulasyonOnlu(:,:));
    [boyut1,boyut2]=size(asansorYollar.asansoryol(:,:));
    durKalk(mehmet,1)=mehmet+9;
    durKalk(mehmet,2)=boyut2;
    for i=1:100
        ortalama_sure(i,1)=sum(tumToplamAfinite(i,:));
    end
    for i=1:katSayisi
        for j=1:50
            if tum_cagrilar(j,i)~=0
                k=k+1;
            end
        end
        cagriYogunlugu(i,1)=k;
        k=0;
    end
end

```

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet BAYĞIN 24.10.1988 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Elazığ'da tamamladı. 2006 – 2010 yılları arasında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde okudu. 2010 yılında aynı bölümden bilgisayar mühendisi olarak mezun oldu. 2010 – 2011 yılları arasında özel kurumlarda çalıştıktan sonra 2011 yılında Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi oldu. 2012 yılında bulunduğu kurumdan ayrılarak Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği (yazılım) bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olup aynı zamanda Fırat Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrencisi olarak devam etmektedir.