İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASANSÖR GRUBU KONTROLÜ İÇİN BİR BULANIK KONTROLÖR TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Ahmet UYSAL
(518041001)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2007

Tez Danışmanı : Y.Doç.Dr. Levent OVACIK
Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Şeniz ERTUĞRUL (İ.T.Ü.)
Doç.Dr. C.Erdem İMRAK (İ.T.Ü.)

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Günümüzün modern metropol kentlerinde asansör sistemleri hayatın bir parçası durumuna gelmiştir. Özellikle insanlara kabul edilebilir sınırlar içinde daha iyi hizmet verebilmek için kullanım alanları hızla gelişen asansör sistemleri, geçmişteki basit yapılarından farklılaşarak günümüzdeki kompleks kontrol sistemleri ile güçlendirilmiş asansör grup sistemlerine dönüşmüşlerdir. Asansör grup kontrol sistemlerindeki bu gelişme yükselen bir ivme ile devam etmektedir.

Yüksek katlı modern iş merkezleri ve gökdelenlerde iş yoğunluğunun beraberinde getirdiği insan trafiği, asansör grup kontrol sistemleri ile birlikte hizmet kalitesini arttırarak kontrol altında tutulmalıdır. Bu insan trafiği yoğunluğunun karşılanmasında klasik asansör kontrol sistemleri yetersiz kalmıştır. Bu tez çalışmamda klasik asansör sisteminin eksikliklerini gidermek için bulanık mantık algoritması içeren yeni bir kabin seçim fonksiyonu geliştirilmiştir. Ayrıca on katlı bir bina için üç kabinli bulanık mantık ile çalışan asansör grup kontrol sistemi tasarlanarak sistemin normal trafik şartlarında kat önceliğine önem vermesi sağlanmıştır. Tez sonunda kontrol performansı değişik örnekler verilerek sınanmıştır.

Bu tez konumun belirlenmesinde etkili olan Doç. Dr. Ata Mugan'a, bulanık mantık sistemleri konusunda bilgi edinmemi sağlayan ve bu konuya ilgimi arttıran Doç. Dr. Şeniz Ertuğrul'a, tezin hazırlanması sırasında her türlü bilgi ve tecrübesini esirgemeyen değerli hocam Y. Doç. Levent Ovacık'a, yorum ve teknik destek katan arkadaşım Yük. Müh. Oktay Türk'e ve hayatımda doldurulamaz yeri olan aileme minnetlerimi sunarım.

İstanbul, 2007 Müh. Ahmet UYSAL

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR v
TABLO LİSTESİ vi
ŞEKİL LİSTESİ vii
SEMBOL LİSTESİ ix
ÖZET x
SUMMARY xi

1. GİRİŞ 1

2. ASANSÖR SİSTEMLERİ 5
2.1. Giriş 5
2.2. Asansörlerin Tarihsel Gelişimi 5
2.3. Asansör Çeşitleri 7
2.4. Asansör Mekanik Donanımı 8
2.5. Asansör Trafiği 10
2.6. Asansör Trafiği Konvansiyonel Kontrol Sistemleri 14
2.7. Bilgisayar Esaslı Kontrol Sistemleri 15

3. BULANIK MANTIK 17
3.1. Giriş 17
3.2. Bulanık Kümeler Teorisi 17
3.3. Değişik Üyelik Fonksiyonları 19
3.4. Bulanık Küme İşlemleri 20
3.5. Bulanık İlişkiler 21
3.6. Dilsel Değişkenler 22
3.7. Bulanık Kontrolör Yapısı 23
3.8. Bulanık Kuralların Tanımlanması 23
3.9. Bulanık Çıkarım Metodları 24
3.10. Bulanık Sonuç Çıkarımı 24
3.11. Durulaştırma Yöntemleri 26

4. ASANSÖR SİSTEMLERİNDE BULANIK YAKLAŞIMLAR 27
4.1. Giriş 27
4.2. Asansör Sistemlerinin Belirsizlikleri 27
4.3. Bulanık Mantık Algoritmalı Kontrol Önerileri 28
4.3.1. AGKS'lerine Bulanık Kontrol Yaklaşımı 29
4.3.2. Farklı Trafik Modları Kontrolü 32
4.3.3. Yüksek Bin. İnsan Trafiğinin Kontrol Edil. Bulanık Kont. Yak. 35

5. BULANIK MANTIK ALGORİTMALI ASANSÖR GRUP KONTROLÖR TASARIMI **38**
5.1. Giriş 38
5.2. Kabin Seçim Fonksiyonunun Belirlenmesi 43
5.3. Kat Önceliklerinin Belirlenmesi 44
5.4. Kat Çağrı Butonlarının ve Fonksiyonlarının Oluşturulması 45
5.5. Kabin Kat Görevlerinin Tanımlanması 47
5.6. Kabin İçi Grevlerinin Tanımlanması 48
5.7. Kabin Hareket Yönlerinin Tanımlanması 49
5.8. Kabin Gönderme Butonlarının Tanımlanması 50
5.9. Ortalama Bekleme Zamanının Hesaplanması 51
5.10. Güç Tüketiminin Hesaplanması 54
5.11. Kat Yoğunluğunun Hesaplanması 56
5.12. Bulanık Mantık Kullanılarak T Değerinin Hesaplanması 58
5.12.1. PC Bulanık Giriş Değerinin Oluşturulması 59
5.12.2. AWT Bulanık Giriş Değerinin Oluşturulması 60
5.12.3. KY Bulanık Giriş Değerinin Oluşturulması 61
5.12.4. Kural Tablosunun Oluşturulması 61
5.12.5. T Çıkış Değerinin Elde Edilmesi 63
5.13. Kural Etkinliğinin Örnekler İle Test Edilmesi 64

6. ON KATLI BİNA İÇİN ÜÇ KABİNLİ ASANSÖR SİSTEMİ MAKET UYGULAMASI **72**
6.1. Giriş 72
6.2. Sistemin Çalışma Şekli ve Kontrol Devresi 73

7. SONUÇLAR **75**

KAYNAKLAR **77**

EKLER **79**
EK A Simülasyon Sonuçları 79
EK B M16Cbord Görünümü Kontrol devresi şematiği 81
EK C Matlab Program yazılımı
EK D Mikrokontrolör program yazılımı

ÖZGEÇMİŞ **82**

KISALTMALAR

AGK : Asansör grup kontrol
AGKS : Asansör grup kontrol sistemi
AWT : Ortalama bekleme süresi
PC : Sistem güç tüketimi
KY : Kat çağrı yoğunluğu
K : Kat önceliği
UP : Yukarı asansör trafiği
DN : Aşağı asansör trafiği
VL : Çok büyük
SM : Küçük
VS : Çok küçük
MD : Normal
LWP : Uzun bekleme olasılığı
ZE : Sıfır
NL : Negatif büyük
PL : Pozitif büyük
NM : Negatif orta
PM : Pozitif orta
RNC : Hareket etme sayısı
UPT : Yukarı giden yolcu trafiği
DNT : Aşağı giden yolcu trafiği
CITP : En kalabalık kata gelen yolcu sayısının tüm katlara gelen yolcu sayısına oranı
DOTP : En kalabalık kattaki giden yolcu sayısının tüm katlardan giden yolcu sayısına oranı
BT : İş çalışma saati
LT-A : Öğle yemeği başlangıç zamanı
LT-B : Öğle yemeği bitiş zamanı
IT : Aktif olmayan zaman
BTH : İş saati ve yoğun trafik zamanı
HT : Yoğun trafik

TABLO LİSTESİ **Sayfa No**

Tablo 2.1 : Asansör kontroloündeki gelişmeler..... 13
Tablo 3.1 : Bulanık İlişkisi..... 22
Tablo 4.1 : Yolcu trafiği özellikleri..... 34
Tablo 4.2 : Yolcu trafik modları..... 34
Tablo A.1 : Simülasyon sonuçları..... 79
Tablo A.2 : Kat önceliği etkisi..... 80

ŞEKİL LİSTESİ **Sayfa No**

Şekil 2.1 : Gün içinde asansör trafiği..... 11
Şekil 2.2 : Yukarı pik durumu..... 12
Şekil 2.3 : Aşağı pik durumu..... 13
Şekil 3.1 : Klasik sistem uzun olma grafiği..... 18
Şekil 3.2 : Bulanık mantık uzun olma grafiği..... 18
Şekil 3.3 : Üçgen üyelik fonksiyonu..... 19
Şekil 3.4 : Trapez üyelik fonksiyonu..... 19
Şekil 3.5 : Hız üyelik fonksiyonları..... 22
Şekil 3.6 : Bulanık mantık kontrolörünün bileşenleri.....23
Şekil 3.7 : Tek koşul tek kural..... 25
Şekil 3.8 : Çok koşul tek kural..... 25
Şekil 3.9 : Çok koşul çok kural..... 26
Şekil 4.1 : Alan değerinin belirlenmesi..... 30
Şekil 4.2 : Alan ağırlığının belirlenmesinde bulanık mantık modeli..... 32
Şekil 4.3 : Yolcu trafiğinin bulanık sınıflandırılması.....35
Şekil 4.4 : Alfa bulanık değerinin çıkarımı.....37
Şekil 5.1 : Koridor çağrı butonları..... 39
Şekil 5.2 : Çağrı yönünün önemi –ters yönde çağrı..... 39
Şekil 5.3 : Çağrı yönünün önemi –aynı yönde çağrı 40
Şekil 5.4 : Çoklu kabin alternatif çağrı cevaplama..... 40
Şekil 5.5 : Üç kabinli 10 katlı bina için guide asansör çalışması..... 44
Şekil 5.6 : Kat öncelik değerinin belirlenmesi..... 44
Şekil 5.7 : 1.kattan yukarı yönlü kat çağrısı..... 46
Şekil 5.8 : 2.kattan aşağı yönlü kat çağrısı.....46
Şekil 5.9 : 1.kabine 1. kattan yukarı çağrı görevi ataması.....47
Şekil 5.10 : 1. kabine 2. kattan aşağı çağrı görevi ataması..... 48
Şekil 5.11 : 1.kabine kabin içi görev atama..... 49
Şekil 5.12 : 1.kabine yukarı yön ataması..... 50
Şekil 5.13 : 1. kabine aşağı yön ataması..... 50
Şekil 5.14 : 1.kabini istenilen kata gönderen program..... 51
Şekil 5.15 : Kabin 1 genel görünüm..... 51
Şekil 5.16 : Kabinlerin çağrıyı cevaplama sürelerini hesaplayan program.... 53
Şekil 5.17 : AWT- Ortalama bekleme zamanının hesaplanması..... 53
Şekil 5.18 : AWT-Ortalama bekleme zamanı guide uygulaması..... 54
Şekil 5.19 : PC-Güç tüketimi yüzdesinin hesaplanması..... 55
Şekil 5.20 : PC-Güç tüketimi guide uygulaması.....56
Şekil 5.21 : Son 5 dakika çağrılarının kayıt altına alınması 57
Şekil 5.22 : KY- kat yoğunluğunun hesaplanması.....58

Şekil 5.23 : KY Kat yoğunluğu guide uygulaması..... 58
Şekil 5.24 : AWT-PC-KY Bulanık mantık giriş değerleri..... 58
Şekil 5.25 : 3 girişli 1 çıkışlı Mamdani tipi T çıkarımı..... 59
Şekil 5.26 : PC Üyelik fonksiyonları..... 60
Şekil 5.27 : AWT Üyelik fonksiyonları..... 60
Şekil 5.28 : KY Üyelik fonksiyonları..... 61
Şekil 5.29 : Tcikarim Kural editörü..... 62
Şekil 5.30 : Bulanık T çıkış ğeri üyelik fonksiyonları..... 63
Şekil 5.31 : T bulanık çıkarımının çağrılması..... 63
Şekil 5.32 : Örnek durum 1..... 64
Şekil 5.33 : Örnek durum 2..... 66
Şekil 5.34 : Örnek durum 3..... 69
Şekil 6.1 : On katlı üç kabinli asansör maketi 72
Şekil 6.2 : Asansör DC motorları..... 73
Şekil 6.3 : Asansör kat sensörleri..... 73
Şekil 6.4 : Asansör kontrol devresi..... 74
Şekil EK B : M16Cbord Görünümü..... 81

SEMBOL LİSTESİ

$\Phi(k)$	: Kabin seçim fonksiyonu
$K1$	: 1. Kabinin bulunduğu katın kat öncelik değeri
$K2$	: 2. Kabinin bulunduğu katın kat öncelik değeri
$K3$	: 3. Kabinin bulunduğu katın kat öncelik değeri
K	: Kat önceliği
T	: Bulanık mantık çıkarımı ile elde edilen değer
μ	: Bulanık kümeye ait olma değeri
$\mu_A(x)$	: x elemanının A kümesine aitlik değeri
X	: X evrensel kümesi
Y	: Y evrensel kümesi
$\overline{A}$	: A kümesinin tümleyeni
$\mu_{\overline{A}}(x)$	: A bulanık kümesinin tümleyeni
R_m	: Mamdani tipi bulanık çıkarım
R_p	: Larsen tipi bulanık çıkarım
R_a	: Zadeh's tipi bulanık çıkarım
y^*	: Durulama bulanık çıkarımı
z^*	: Durulama bulanık çıkarımı
$T_\alpha(k)$	: Alan değeri
α	: Alan ağırlığı
T_{AVR}	: Asansör kabininin çağrı katına olan ortalama varış süresi
T_{drive}	: Asansör kabininin çağrı katına ulaşması için gerekli sürüş zamanı
$T_{speed\text{-}down}$	: Asansör kabininin duruşa geçmesi için gereken süre
$T_{speed\text{-}up}$	: Asansör kabininin hızlanması için gereken süre
$T_{get\ on/off}$	: Kabine yolcu girme-çıkma süresi
T_{AWT}	: Yolcu bekleme süresi
T_{LWP}	: Yolcu uzun süre bekleme olasılığı
T_{RNC}	: Kabin kat hareket sayısı
υ_1	: 1. Kabin için kriter ağırlığı
υ_2	: 2. Kabin için kriter ağırlığı
υ_3	: 3. Kabin için kriter ağırlığı
T_E	: Kabin önem değeri
△	: AGKS tarafından henüz cevaplanmamış yeni kat çağrısı
▲	: Asansör kabininin cevap vereceği kat çağrısı
●	: Asansör kabininin uygulayacağı kabin içi görevi
α^1	: Aşağı ve yukarı asansör trafiğinden gelen bulanık alan ağılık değeri
k	: PC, AWT, LWP değerleri kullanılarak elde edilen bulanık alan değeri

ASANSÖR GRUBU KONTROLÜ İÇİN BİR BULANIK KONTROLÖR TASARIMI

ÖZET

Asansör sistemleri, bina içi insan trafiğinin yoğun olduğu yüksek katlı iş merkezlerinde insanların katlar arasında yolculuk yapmasında kullanılır. Asansör sistemlerinin genel çalışma prensibi, yeni bir çağrı geldiği zaman uygun asansör kabinine çağrıya cevap vermek üzere görev ataması yapılmasıdır. Asansör kontrol sistemleri, ortalama bekleme zamanı, güç tüketimi ve kat yoğunluğu gibi performans değerlerini belirli sınırların altında tutabilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Asansör grup kontrol sistemleri, insanları verimli ve güvenli şekilde taşımak için üç veya daha fazla asansör kabininin grup olarak kontrolünde kullanılır. Bu kontrol sistemleri çalışma prensibini kat çağrılarına göre düzenler. Yeni bir çağrı aldığında mevcut kabinlerinin kat pozisyonlarını ve görevlerini hesaplar, uygun asansör kabinini seçer ve çağrıya cevap vermek üzere görevlendirir.

Bu tez çalışmasında, bulanık mantık algoritması içeren ve kat çağrısına kabin görevi atama esasına göre çalışan asansör grup kontrol sistemi tasarlanmıştır. Çağrı zamanı ve çağrıyı yapan kişi veya kişilerin hangi kata gitmek istedikleri kesin olarak bilinmemektedir. Bu belirsizlikler sistem performansını etkilemektedir. Kontrol yazılımında bulanık mantık kullanılmasının sebebi kesin olmayan faktörler karşısında sistemin verimini arttırmak içindir.

Kat çağrısına kabin görevi atama esasına göre çalışan asansör grup kontrol sisteminde uygun kabinin seçilmesinde kabin seçim fonksiyonu etkili olmaktadır. Kabin seçim fonksiyonu, iki ana bölümün toplamından oluşmaktadır. Seçim fonksiyonundaki ilk bölüm kabinlerin çağrıya olan uzaklıkları yani çağrıyı cevaplama sürelerinin hesaplandığı kısımdır. İkinci bölümde ise kabinlerin bulunduğu katın kat öncelik değeri ve bu öncelik değerinin etkinliğini kontrol eden, bulanık mantık çıkarımından gelen değer bulunmaktadır. Uygulamanın ana kontrol mantığını, yeni bir çağrı geldiğinde seçim fonksiyonunun her bir kabin için hesaplanması ve seçim fonksiyonu değerini en küçük yapan kabinin çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilmesi oluşturmaktadır.

Bu alanda yapılmış benzer çalışmalardan farklı olarak seçim fonksiyonuna kat öncelik değeri eklenmiş olup etkinliği bulanık mantık çıkarımından gelen bir değer ile kontrol edilmektedir. Normal trafik döneminde (güç tüketiminin ve asansör trafiğinin az olduğu dönemde) bulanık mantık algoritmasından büyük bir değer elde edilerek kabinlerin kat önceliği büyük olan katlarda park etmesi hedeflenmiştir, kat önceliğinin önemi arttırılmıştır. Asansör trafiğinin yoğun olduğu yani, güç tüketiminin ve asansör trafiğinin fazla olduğu dönemlerde ise bulanık mantık algoritmasından olabildiğince küçük bir değer elde edilerek kat önceliğinin öneminin azaltılması sağlanmıştır, çağrı katına en yakın olan kabinin seçilmesi sağlanmıştır.

A FUZZY APPROACH TO CONTROL ELEVATOR SYSTEM IN BUILDINDS

SUMMARY

In high-rise buildings having heavy passenger traffic, elevators or elevator groups are used for transportation of passengers from one floor to another. In these elevator systems, the general concept of assigning one of the cars in the group for a new incoming call is based on determining the most suitable car for the call. The role of microcontroller software is very important in this decision making mechanism. Suitably designed microcontroller software can fulfill the requirements of the best service quality described by the control variables: average waiting time, power consumption, and floor traffic.

Elevator group control systems are the control systems that systematically manage three or more elevators in order to transport passengers safely and efficiently. Generally, elevator group control systems have used the *hall call assignment method* to assign the new calls. In this thesis, the hall call assignment method is based on the fuzzy logic theory. Since the system complexity is high, and there are too many uncertainty factors, the correct prediction of the system state is not straightforward. Because of the uncertainty factors (such as the number of passengers, instant of calls, and destination of passengers) fuzzy theory is employed to control elevator group system.

In the hall call assignment method an evaluating function is used for deciding the car assignment. The evaluating function is defined by summation of the estimated arrival time and the floor priority coefficient. This function is evaluated for each elevator and then the car with the smallest evaluated function value is selected to serve the hall call. The effectiveness of the floor priority coefficient is determined by the fuzzy value is defined in this study. In the case of high traffic level and high power consumption, the fuzzy rules result in a small fuzzy value. This in turn causes the value of the floor priority to get smaller. As a result, the elevator group controller selects the car which is closest to the floor of hall call. If the fuzzy value ends up with a high value, the floor priority coefficient gets higher, and the selection of the most suitable car fails.

Considering the previous studies on elevator group control with fuzzy approach, this study introduces a new concept of including the floor priority coefficient in the evaluating function. Thus, when a car is waiting at floor with a high floor priority coefficient, it will not be selected as the most suitable car even if it is the closest car to the call hall.

1.GİRİŞ

Yüksek katlı iş merkezlerinde, gökdelenlerde asansör sistemlerinin önemi her geçen gün artmaktadır. Yüksek katlı binalarda asansör kullanımı zorunluluk haline gelmiştir. Günlük iş hayatının vazgeçilmez taşıyıcıları olan asansörler iş merkezlerinin çalışma performansına doğrudan etkide bulunurlar.

Bina çalışanlarının veya o anda dışarıdan işini tamamlamak için gelen insanların istedikleri kata belirli performans kriterleri içinde ulaşmalarını sağlamak asansör grup kontrol sisteminin ana görevidir.

Özellikle kontrol ve bilgisayar alanındaki gelişmeler ve yenilikler, asansör grup kontrol sisteminin (AGKS) gelişmesini ve sistem veriminin iyileştirilmesini sağlamıştır. Bilgisayar taban destekli kontrol sistemlerinin kullanımı hızla yaygınlaşmıştır.

21. yüzyılda asansör kontrol sistemini incelediğimizde karmaşık kontrol sistemlerine ve algoritmalarına rastlarız, ilk asansörün 1743 yılında kullanılmaya başlandığını ve insan gücü ile çalıştığını düşündüğümüzde bu alandaki gelişmenin ne kadar hızlı olduğunu anlayabiliriz. Bu gelişme sayesinde yüksek katlı iş merkezleri ve binalar yapılabilmiştir.

Asansör kontrol sistemlerinde iki değişik çağrı bulunmaktadır. Bunlardan ilki yolcunun kabinin içinde gerçekleştirdiği kabin içi çağrısıdır. İkinci çağrı ise bina kat holünden yapılan ve yolcunun bulunduğu kattan yukarı veya aşağı yön belirterek gerçekleştirdiği kat çağrısıdır.

AGKS çalışma prensibini kat çağrılarına göre düzenler, yeni bir çağrı geldiği zaman sistemdeki asansör kabinlerinin mevcut durumlarını ve görevlerini inceleyerek kendi programına uygun asansör kabinini seçer ve çağrıya cevap vermek üzere görevlendirir.

Asansör grup kontrol sisteminin yukarıda belirtilen her türlü kat çağrısını ve kabin içi çağrıyı cevaplama zorunluluğu vardır. Yani hiçbir çağrı cevaplamadan bırakılmaz, gelen yeni çağrıya anında karar ataması yapılmak zorundadır. Gelen çağrılara cevap verirken de sistem çalışma performansı dikkate alınmalıdır.

AGKS'nin çalışma performansı yolculara sunduğu hizmet kalitesi ve güç tüketimi ile ölçülür. Yolcuların AGKS'den beklentisi minimum süre içinde rahatsız olmadan güvenli şekilde istedikleri kata ulaşmalarıdır. Buradan hareketle tezdeki ilk performans kriteri olarak ortalama bekleme zamanı (AWT) alınmıştır. Ortalama bekleme zamanı bu uygulamada son 5 dakikalık periyotta yapılan çağrılara cevap verebilme süresinin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

Diğer bir performans kriteri yolculardan daha çok bina işletmesini ilgilendiren sistemin harcayacağı güç tüketimidir. Bina işletmecisi için her zaman olabildiğince az maliyetle insanları istedikleri kata ulaştırmak önemlidir. Buradan hareketle ikinci performans kriteri olarak güç tüketimi (PC) hesaplanmıştır. PC bu uygulamada, son 5 dakikalık zaman diliminde tüm asansör sisteminin gelen çağrılara cevap verebilmek için tükettiği gücün olası maksimum tüketim gücüne oranı ile elde edilen yüzde olarak tanımlanmış ve hesaplanmıştır.

Üçüncü performans kriteri ise kat yoğunluğu yüzdesidir. Özellikle sabah iş başlangıç saatlerinde veya vardiya değişimlerinde bazı katlardan gelen çağrı sayısı artmaktadır. Katlardan gelen çağrı sayısından hareketle performans kriteri olarak kat yoğunluğu (KY) yüzdesi hesaplanmıştır. Yeni bir çağrı geldiği zaman son 5 dakikalık çalışma süreci incelenerek yeni çağrının geldiği kattan gelen çağrıların sayısı son 5 dakika içindeki gelen toplam çağrı sayısına oranlanarak KY yüzdesi hesaplanmaktadır.

AGKS'nin özellikle yoğun trafik halinde yukarıda bahsedilen performans kriterlerini belirli sınırlar içerisinde tutma zorunluluğu vardır. Bina kat sayısının ve asansör sistemini kullanan yolcu sayısının artması klasik basit kontrol sistemlerinin yukarıda bahsedilen performans kriterlerini karşılamada yetersiz kalmasına neden olmuştur. Yüksek katlı iş merkezlerinde, asansör kullanımının sık ve yoğun olduğu binalarda insanların memnuniyetini yani sistem performansını olabildiğince geliştirecek AGKS'ne ihtiyaç vardır. Sistemdeki karışıklığın ve belirsiz durumların artması ve AGKS'nin karar vermesini ve sistemin modelinin oluşturulmasını zorlaştırmaktadır.

AGKS'nin karşılaşabileceği belirsizlikleri kısaca sıralarsak,

- Olası gelebilecek kat çağrılarının zamanı, konumu ve sayısı bilinmemektedir,
- Çağrıyı yapan yolcu veya yolcuların hangi kata gitmek istedikleri bilinmemektedir,
- Kabine binecek olan yolcu sayısı bilinmemektedir,
- Trafik yoğunluğunun belli bir standardının olmayışı, zamana kesin bağlı olmayarak belirsiz değişimi,
- Kabin ivmelenmesi ve hızındaki değişimler bilinmemektedir,
- Kabini kullanacak yolcuların fiziksel durumları ve yaşları, yani insanların kabine giriş-çıkış hızlarından kaynaklanabilecek gecikmeler vs.

Yukarıda sıralanan belirsizliklerin üstesinden gelebilecek esnek yapıda bir kontrol algoritmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gibi kesin olarak ifade edilemeyen sistemlerde tahmine dayalı kontrol sistemleri önem kazanmaktadır. Bu kontrolör sistemleri arasında bulanık mantık algoritmalı kontrolörler ön plana çıkmaktadır.

Geçmişte yapılan bulanık mantık algoritmalı AGKS'lerinden hareketle (Bkz. 4.1) bu çalışmalardan farklı olarak kabinin bulunduğu katın önceliğine de önem veren, kat çağrılarına kabin görevi atama esasına göre çalışan bulanık mantık algoritmalı bir AGKS tasarlanmıştır.

Kat çağrılarına göre kabin görevi atayan AGKS'lerinde yeni çağrı geldiği zaman hangi kabinin çağrıyı cevaplayacağına kabin seçim fonksiyonu karar vermektedir. Yeni bir çağrı geldiği zaman AGKS her kabin için belirlenen seçim fonksiyonu değerini hesaplar ve değeri en küçük yapan kabine çağrıya cevap vermek üzere görev ataması yapılır.

Tezde belirlenen kabin seçim fonksiyonu iki ana bölümün toplamından oluşmaktadır. Seçim fonksiyonunun birinci bölümü, kabinlerin çağrıya olan uzaklıkları yani çağrıyı cevaplama sürelerinin hesaplandığı kısımdır. Bu bölümde kabinlerin çağrıya olan kat uzaklığı ve yapacağı kat çağrısı ve kabin içi görevleri dikkate alınır ve kabinin olası çağrıyı cevaplama süresi hesaplanır. T_{AVR} olarak gösterilecek ve her kabin için yeni çağrı ile birlikte ayrı ayrı hesaplanacaktır. Kabinin çağrı katına yakın olması küçük seçim fonksiyonu elde edilmesine neden olur ve ilgili çağrıya yakın olan kabinin görevlendirilmesini kolaylaştırır.

Seçim fonksiyonun 2. bölümünde ise, işletmeci tarafından önceden belirlenmiş olan kat öncelik değeri (K) ile kat öncelik değerinin etkinliğini kontrol eden ve AWT

(ortalama bekleme zamanı), PC (güç tüketimi) ve KY (kat yoğunluğu) trafik dilsel değişkenlerinin giriş olarak kullanıldığı bulanık mantık çıkarımından elde edilen T değeri bulunmaktadır.

Bulanık mantık kuralları AWT, PC ve KY dilsel değişkenlerinin büyüklüğüne göre oluşturulmuştur. Yoğun trafik hallerinde yani ortalama bekleme zamanının, güç tüketiminin ve kat yoğunluğunun arttığı trafik dönemlerinde olabildiğince küçük T değeri çıkararak kat önceliğinin seçim fonksiyonu içindeki önemi azaltılmıştır. Trafik yoğunluğunu azaltmak için çağrı katına en kısa sürede ulaşabilecek kabinin seçimi kolaylaştırılmıştır. Tersi durumlarda yani normal trafik dönemlerinde bulanık mantık, büyük bir T değeri çıkararak kat önceliğinin seçim fonksiyonu içindeki önemini arttırmaktadır. Yani yeni bir çağrı geldiği zaman ilgili kabin çağrı katına en yakın kabin de olsa kat önceliği büyük katta bulunduğu için seçim fonksiyon değeri diğer kabinlerinkinden büyük olur ve çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilmez.

Seçim fonksiyonundaki bulanık mantık değerinin ve kat önceliğinin önemi, tezin asıl üzerinde durulması gereken 5. bölümünde örneklerle detaylı olarak anlatılmıştır. Ana tez konusuna geçilmeden önce, 2. bölümde asansör sistemleri, 3. bölümde ise bulanık mantık hakkında bilgi verilmiştir.

2. ASANSÖR SİSTEMLERİ

2.1. Giriş

Yüksek katlı iş merkezlerinde, gökdelenlerde asansör sistemlerinin önemi her geçen gün artmaktadır ve asansör kullanımı zorunluluk haline gelmiştir. Günümüz dünyasında yüksek bina yapımına olan talep artışı beraberinde asansör sistemlerine olan talebi de arttırmıştır. Birbirinden etkilenen bu iki sektör daha iyi teknoloji ve hizmet anlayışıyla bugünkü seviyeye gelinmiştir.

Dünya'da en çok kullanılan asansör tipi düşey asansörlerdir. EN 81/1-2 Standartlarının düşey asansörleri kapsayan tanımı "Asansör yapımı ve boyutları itibariyle insanları da içine alacak bir kabini olan, tam düşey ve ya Düşey doğrultuya 15 dereceden daha az eğimli olabilen, kılavuz raylar arasında belirli duraklara insan ve yük taşıyan araçtır" şeklindedir [4].

2.2. Asansörlerin Tarihsel Gelişimi

Asansör sistemlerinin tarihsel gelişimi bilgileri C.Erdem İmrak ve İsmail Gerdemeli'nin 2000 yılında hazırlamış oldukları "Asansörler ve Yürüyen Merdivenler" kitabından alınmıştır [5]. Aşağıdaki her paragraf önemli bir tarihsel gelişmeyi anlatmaktadır.

M.Ö. 285–212 yılları arasında yaşamış olan Arshimed M.Ö. 236 yılında bugünkü asansör sistemlerinin atası sayılabilecek olan el ile çalıştırılan basit bir vinç şeklinde bir kaldırma makinesi yapıldığı Romalı Mimar Vitruv'un yazılarından anlaşılmaktadır.

Yolcu taşıyan ilk asansör, Fransız Kralı XV. Louis için 1743 yılında Versailles Sarayı'nda yapılmıştır. Bu asansör insan gücü ve bazı ağırlık denge yardımıyla çalışmaktaydı.

1830'da İngiltere'de direkt hidrolik tahrikli yük asansörleri, yine İngiltere'de 1835'de buhar makinesi ile çalışan ve bir transmisyon milinden kayışla hareket alan asansörler yapılmıştır.

1853 yılında Elisha Graves düşmeye karşı emniyet düzeneği olan ilk asansörü Crystal Palace'ta (New York) kurmuştur. Otis 1855'de kendi buhar makinesi ile çalışan asansörü yapmıştır.

Modern anlamda ilk asansör 1857 yılında yine Otis tarafından New York'ta bir iş merkezinde kurulmuştur. Buhar makinesi ile çalışan ilk insan asansörünün kurulması New York'ta buhar borusu şebekesi yapımını tetiklemiştir. 1859'da ilk asansör takılan hotel ünvanı Fift Avenue Hoteli'ne verilmiştir.

Büyük şehirlerde basınçlı su şebekesinin kurulması hidrolik asansör yapımına eğilimi arttırmıştır. Paris'te ilk güvenli hidrolik asansör Leon Edoux tarafından 1867 Paris sergisinde tanıtılmıştır. 1868 yılında da New York'ta Equitable Life Assurance Building İş Hanı'na ilk asansör takılmıştır.

Halatlar üzerinden etkili ilk endirekt hidrolik asansörü 1878'de Otis firması tarafından yapılmıştır. Aynı yıl içinde Otis firması hız regülatörü ilavesi ile asansör paraşüt düzenini geliştirmiştir.

Yüksek hızlı ve aynı anda hareket eden dört birimden oluşan ilk grup asansörler New York'ta Boreel binasına 1879 yılında Otis Elevator Co. tarafından yerleştirilmiştir. 1880 yılında ise Manheim Endüstri Sergisi'nde, Siemens ve Halske Firması 22 m yüksekliğinde bir binaya ilk elektrikli asansörü yerleştirmişlerdir.

1880 yılında, ilk kramayerli tırmanan elektrikli asansör, Werner Von Siemens tarafından bir binaya monte edilmiştir.

Paris'te 1889 yılında işletmeye açılan Eiffel Kulesi'nde, üç ayrı firmanın yaptığı ve üç kademede toplam 7 dakikada insanları yukarı çıkaracak kapasitede hidrolik asansörler kurulmuştur.

Otis, 1889 yılında sonsuz vida mekanizmalı ve halat tamburlu, elektrik motoru ile direkt bağlantılı asansör makinesini yapmıştır. Otis tarafından 1892 yılında asansör makinesinde Ward-Leonard tahriği uygulanmış ve 1894 yılında ilk basma düğmeli kumanda gerçekleştirilmiştir.

1900 yılında Fransız de Bueren, New York'ta redüktörsüz asansör makinesini German-American House'a kurmuştur. 1904 yılında Otis firması, redüktörsüz ve tahrik kasnaklı asansörü geliştirmiştir. Bu kısımda daha çok asansör sisteminin mekaniksel gelişimi verilmiştir. Daha sonraki yıllarda özellikle 1975 yılında bilgisayar sisteminin asansör kontrol sistemine dahil edilmesi gelişime ayrı bir ivme katmıştır.

2.3. Asansör Çeşitleri

Asansör çeşitlerinin incelenmesinde Serdar Tavaslıoğlu'nun 'Asansör Uygulamaları' kitabından yararlanılmıştır [4].

Asansör sistemlerini, tahrik sistemlerine ve mekanik özelliklerine göre sınıflandırmak mümkündür.

Paternoster asansörler, birbirine sırayla bağlı kabinlerin sürekli hareket halinde olduğu bir tarafın iniş diğer tarafın çıkma için kullanıldığı kabine durmadan binilip inilerek kullanılan asansör tesisleridir. Hızları 0,30 m/s'den fazla olmayıp yapım maliyeti yüksek olan asansörlerdir. Taşıma kapasiteleri yüksektir.

Kremayerli ve vidalı asansörler, bir vidalı milin bir yatak içinde dönmesi prensibiyle çalışan, vidalı milin yatağa bağlı kabini kaldırıp indirmesine bağlı asansörlerdir. Mil yatağa bağlı çalıştığı için asansörün düşme tehlikesi yoktur. Küçük kaldırma güçleri ve düşük hızlarda çalışmalarına rağmen montaj kolaylıkları ve yükseklik ilavelerinin kolayca yapılabilmesi, şantiye ve geçici işlerde tercih edilmesini sağlamıştır.

Özel amaçlı asansörler, maden kuyuları, petrol rampaları, savaş ve uçak gemileri, füze rampaları, tiyatro asansörleri gibi çok özel amaçlar için tasarlanmış olan ve kendi amaçlarına uygun mekanik sistemleri bulunan asansörlerdir. Bu yüzden genel asansör tanımı ve standartları dışında tutulurlar.

Eğimli asansörler, diklik açısı 15°'den fazla olan asansörlerdir. Yolcuların etiketlenmesinden dolayı düşük hızlarda çalıştırılırlar. Otomatik insan taşıma (APM) olarak tanınırlar. Normalde kullanılan düşey asansörlerden daha fazla alan ve teknik donanıma ihtiyaç vardır.

Hidrolik asansörler, tahrik gücü olarak hidrolik sistemlerinin kullanıldığı asansörlerdir. Direkt olarak hidrolik tahrikli olabileceği gibi, endirekt olarak hidrolik gücün kullanıldığı palangalı sistemlerle de tahrik edilen sistemleri de mevcuttur.

Mekanik tahrikli halatlı asansörler, genel olarak tamburlu ve tahrik kasnaklı asansörler olarak iki grup halinde incelenir. Kısa mesafeli ve düşük güçlü tesislerde tamburlu asansörler kullanılabilir. Ancak insan asansörlerinde tambur üzerine 1 adet halat sargısı kullanılabilmesi ve asansörlerde en az 2 adet halat kullanma zorunluluğu kullanım alanlarını daraltmıştır. Bu yüzden servis asansörü gibi alanlarda tamburlu vinç mekanizmasından daha çok yararlanılır. Tahrik kasnaklı asansörler ise yukarıda sözü edilen asansör çeşitleri içinde en çok rastlanan ve kullanımı en yaygın asansör çeşididir. Kullanım mesafesi sınırsız olup motor tahrik sisteminden bağımsızdır. Dengeleme sistemi ile daha az güç kullanır daha az momentler oluşturur. Kurulum maliyeti düşüktür.

2.4. Asansör Mekanik Donanımı

Asansör sistemlerinin mekanik donanım bilgileri C.Erdem İmrak ve İsmail Gerdemeli'nin 2000 yılında hazırlamış oldukları 'Asansörler ve Yürüyen Merdivenler' kitabından alınmıştır [5]. Aşağıda yaygın olarak kullanılan halatla tahrik edilen asansörlerin genel bölümleri verilmiştir.

Asansör kuyusu (boşluğu), asansör hızı ve kabin boyutlarına göre tasarlanan, kabin ile karşı ağırlığın düşey doğrultu boyunca içinde hareket ettiği, etrafı yanmaya karşı dayanıklı duvarlarla çevrilmiş olan boşluktur.

Makine dairesi, asansör makinesi ve kumanda panosunun, ana şalter, hız regülatörü ve saptırma makarasının da bulunduğu kapalı mekana denir. Makine dairesi genellikle asansör boşluğu üstüne kurulur.

Kabin, asansör kabini yük ve insanların katlar arasında taşınmasında kullanılan çelik profil iskeleti ile askı halatlarına bağlı, kapılı veya kapısız olabilen çelik konstrüksiyonlardır. Kabin iskeletinin yanları ve tavanı kaplanarak kapalı hacim yaratılır. Kabinler asansör trafik durumuna ve taşıdıkları yük miktarına göre şekillendirilir.

Patenler, kabin ve karşı ağırlığın ayrı ayrı kılavuz rayına alt ve üst kısımlarından kılavuzlanmasını sağlarlar. Kayan paten, döner paten ve tekerlekli paten olmak üzere 3 ayrı tiptedirler.

Kat kapıları, asansör duraklarında kullanılır. Kapılar basit, yarı otomatik(çarpma kapı), ya da tam otomatik olabilir. Her türlü halde, güvenlik için kapı tam kapanmadan ve sürgülü emniyet sağlanmadan kabin hareket etmemeli, aynı zamanda kabinin bulunmadığı durakta kat kapısı açılmamalıdır.

Kılavuz raylar, asansör tesisinde kabini ve karşı ağırlığı düşey hareketlerde ayrı ayrı kılavuzlamak ve yatay hareketlerini minimuma indirmek maksadıyla kullanılır. Paraşüt tertibatının devreye girmesi durumunda kabini durdurmak maksadıyla kullanılır.

Karşı ağırlık, kabin ağırlığını ve tam yükün de 0,4 ya da 0,5'ini karşılayacak değerde seçilir. Kolay taşınabilmesi ve miktar ayarlaması bakımından birbirine bağlanabilecek dökme demir parçalar halinde yapılırlar.

Askı elemanı, asansörlerde genellikle yük taşıyıcı elemanlar çelik tel halatlardır. İnsan taşıyan asansörlerde en az iki halat kullanılmalı ve halat çapı 8 mm'den az olmamalıdır.

Hız regülatörü, asansör iniş hızı nominal değerini %25 kadar aştığı zaman paraşüt tertibatını harekete geçirerek freni etkiler ve motor elektriğini keser. Hız regülatörü asansör boşluğunun üst tarafında makine dairesinde bulunur.

Son kat şalteri, kabin en alt ve en üst durumlarını sınırlar, kabine tespit edilirler ve ya makine dairesi zeminine yerleştirilirler ve kabin tarafından çalıştırılırlar.

Paraşüt tertibatı, halat kopması ve ya iniş hızının aşırı derecede artması halinde, asansörü kılavuz raylar üzerinde frenleyerek durdurur. Kabinin üst veya alt kirişlerine yerleştirilirler. Mekanik olarak çalışılırlar. Ani durdurma yapılmayarak yumuşatıcı ve kaydırıcı paraşüt freni uygulanır.

Tamponlar, arıza sebebiyle en alt katta durmayıp yoluna devam eden kabin ve karşı ağırlığın zemine çarpışını yumuşatmak üzere, asansör hızına göre, elastik, yay veya hidrolik elemanlar kullanılır.

Asansör makinesi, genellikle elektrik motorlu ve tahrik kasnaklıdır. Redüktörlü veya redüktörsüz olmak üzere iki çeşidi vardır. Sonsuz vida mekanizmasının, sessiz

çalışması küçük hacimde büyük çevrim yaratması ve düşük veriminin frenlemeye yardımcı olması asansör sistemlerinde yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Elektrik donanımı, makine dairesinde bir tablo üzerinde ana şalter ve sigortalar bulunur. Elektrik motorunun çalıştırılması, otomatik frenin gevşetilmesi, aydınlatma, emniyet ve kumanda düzenleri için çeşitli devreler düzenlenir. Bütün metal elemanlar ayrı ayrı topraklanır.

Kumanda düzeni, asansörlerin kolay, rahat, düzenli ve güvenli bir şekilde kullanılmaları için kumanda sistemleri gerçekleştirilir. Tezde asıl üzerine durmak ve kontrol sistemi geliştirmek istediğim kısım kumanda düzeni yani AGKS olacaktır.

2.5. Asansör Trafiği

Bina karakteristiği, bina içi insan hareketliliğini dolayısıyla asansör trafiğini yakından ilgilendirir. Bina mimarisi, binanın kullanım amacı bina karakteristiğini oluşturmaktadır. Bina içindeki insan trafiği yoğunluğunun belirlenen performans kriterleri içinde karşılanabilmesi için trafik analizinin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir.

İnsan nüfusunun yoğun olduğu yüksek katlı bina ve iş merkezlerinde trafik yükünü karşılayabilmek için birden fazla kabin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Önemli olan iyi bir trafik analizi yapılarak bu asansör kabinlerinin tek tek veya grup halinde çalıştırılmasına karar vermektir.

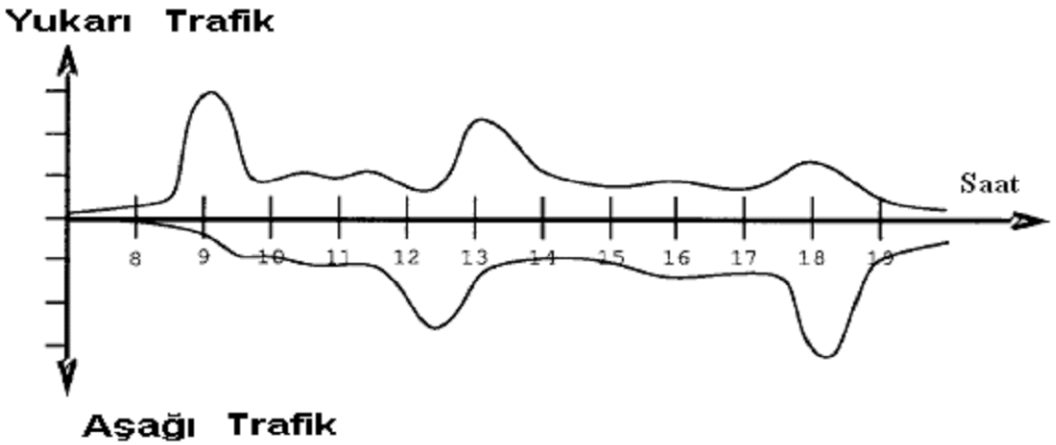
Gelen her çağrı mutlaka cevap verilecektir ve unutulmamalıdır ki gelen çağrılar tamamıyla rast geledir, önceden kesin olarak bilinmesi zordur. Trafik analizi yapılırken çağrının rast gele olacağını unutmamak gerekir.

Bina içinde yaşayanların veya kısa bir süre için bina içinde bulunan insanların katlar arasında yaptıkları hareketlilik "bina trafiği" olarak tanımlanır. Asansör trafiği ise, bina hareketliliğine yanıt vermek üzere hizmet talep eden insanların asansör vasıtasıyla katlar arasında ulaşımını düzenleyen kurallar topluluğudur [5].

Trafik analizi ve sonuçlarına göre asansör kabin projelendirme yapılması TS 1812 standardında zorunlu hale getirilmiştir. Bina karakteristiğine göre elde edilen trafik modelinin farklı olabileceğini daha önceden belirtmiştim, yine de iş merkezlerinin trafik yoğunluğu benzer karakteristik göstermektedir. Türkiye'de iş başlangıç saati genellikle sabah 8.30-9.00 saatlerindedir, öğle yemek paydosu 12.00'de, iş çıkış saati

de 5.00-5.30'dur. Bu saatlere göre bir asansör trafik yoğunluğu modeli oluşturabiliriz.

Sabah iş başlangıç saatinde yukarı asansör trafiği artış yaparak yukarı pik durumunu oluşturur, öğle çıkış saatlerinde aşağı pik durumu oluşur bu aşağı pik durumu sabah iş başlangıç pik durumundan daha düşüktür, yemek dönüşü yukarı pik durumu tekrar yaşanır, akşam saatlerinde yani iş çıkış saatinde ise aşağı pik durumu oluşur. Yukarıda bahsedilen durum Şekil 2.1'de grafik olarak belirtilmiştir [2].



Şekil 2.1: Gün içerisinde asansör trafiği

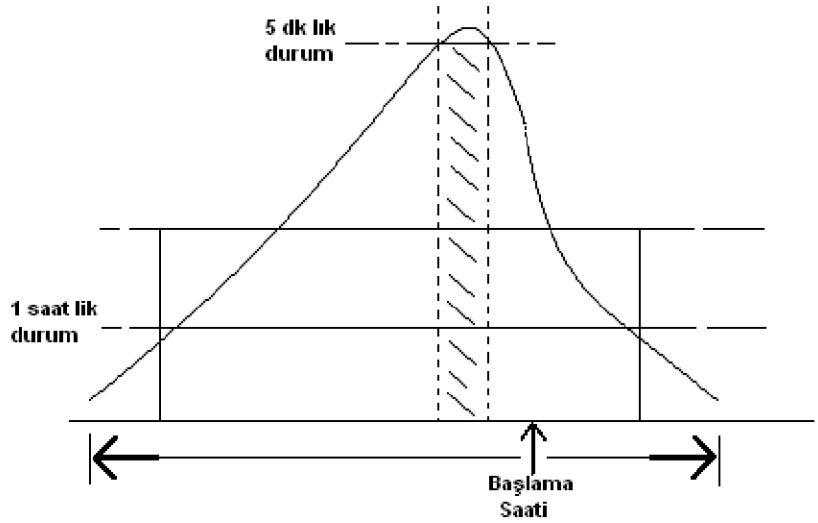
Şekil 2.1'de yaşanan trafik durumları aşağıdaki maddelerde değerlendirilmiştir.

- Yukarı pik trafik, ana bina girişinden yukarı katlara doğru tüm veya büyük bir kısım trafiğinin etkin olduğu haldir. Sabah kalabalık zamanda başlar ve azalarak öğle zamanı periyodunda biter.
- Aşağı pik trafik, yolcuların büyük bir kısmının ana girişten asansörü terk ettiği trafik akışının olduğu haldir. Öğle zamanı periyodunda az olarak görülür ve çalışma saatlerinin sonunda biter.
- İki yönlü trafik, belirli bir kata ve bu kattan başka katlara trafik akışının olduğu haldir. Bu kat ana giriş katı olabilir.
- Dört yönlü trafik, baskın trafik akışının belirli bir iki kat arasında olduğu haldir. Bu katlardan biri ana giriş katı olabilir.
- Rasgele veya dengeli katlar arası trafik, saptanan çağrıların sezilebilir modelinin olmadığı ve insanları bina içinde hareket etmelerinden dolayı gün içinde görülen trafik halidir.

Asansör sistemleri her zaman mümkün olan trafik hallerini karşılamak için tasarlanır ve bina talepleri için belli bir esnekliğe sahip kontrol algoritması hazırlanır.

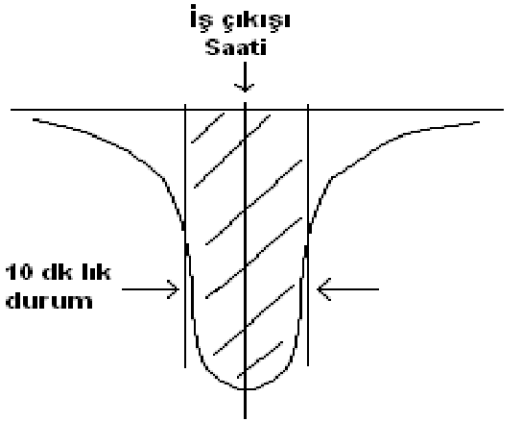
Yukarı pik ve aşağı pik durumları yakından incelenirse[6] , yukarı pik durumu sabah saatinde görülen işe gelme sürecinin bir sonucudur. 1 saat kadar yaygın bir bölgede görülen yoğunlaşma mesai başlangıcı saatine yaklaşıldığında oldukça artmaktadır.

Asansör kontrol sisteminin, 5 dakikalık süreç içerisinde oluşan yukarı pik durumunda verimliliği oldukça önemlidir. Şekil 2.2'de 5 dakikalık periyotta yukarı pik trafik durumu incelenmiştir [7].



Şekil 2.2: Yukarı pik durumu

Mesai saati bitiminde insanlar binayı terk etmek için normalden çok daha fazla miktarda aşağı yönde çağrı oluşturarak aşağı pik durumunu oluşturur. Akşam aşağı pik durumu olarak isimlendirilen bu durumun yukarı pik durumundan daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir. 10 dakikalık süreç yoğunluğunun karşılanabilmesi sistem performansı için önemlidir [7]. Şekil 2.3'te mesai bitimindeki aşağı pik durumu gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Aşağı pik durumu

Günün ortasında, iki ayrı yukarı pik durumu ve iki aşağı pik durumu bulunmaktadır. Bina çalışanlarının iki ayrı öğle yemeği saati zaman dilimlerinden kaynaklanan bu durum iki yönlü trafik olarak isimlendirilmiştir. Günün diğer zamanlarında ise yukarı ve aşağı yön çağrı sayıları neredeyse eşittir. Günün büyük bir kısmını oluşturan bu durum en genel trafik durumunu temsil eder [6].

Asansör sistemlerinin kontrolünde günümüzde bilgisayar destekli kontrol sistemleri kullanılmaktadır. Bilgisayar alanındaki hızlı gelişmeler, bilgisayarın kontrol amacıyla asansör sanayisine girmesine neden olmuştur. Asansör sisteminde kaydedilen bu bilgisayar kontrol çalışmaları Barney ve Dos Santos tarafından başlatılmıştır [5].

Asansör kotrolündeki gelişmeler Tablo 2.1'de verilmiştir. 1975 yılından sonra bilgisayar destekli kontrol sistemlerinin gelişimi hızla artmış ve kullanım alanları yaygınlaşmıştır.

Tablo 2.1: Asansör kontrolündeki gelişmeler[5]

1850-1890	Basit mekanik kontrol
1890-1920	Operatör ve elektrikli kabin anahtar devreli kontrol
1920-1950	Operatör ve düğmeli kontrolü
1950-1975	Grup kontrolü, 1960'a kadar programlı kontrol ve sonra Bölgelere ayrılmış kontrol
1975-	Bilgisayar destekli grup kontrolü

2.6. Asansör Trafiği Konvansiyonel Kontrol Sistemleri

Konvansiyonel kontrol sistemleri, C. Erdem İmrak ve İsmail Gerdemeli'nin 2000 yılında hazırlamış oldukları "Asansörler ve Yürüyen Merdivenler" kitabından alınmıştır [5].

Otomatik kabin yöntemi, tek çağrılı en basit otomatik asansör kontrolü yöntemidir. Yolcular gidecekleri katın düğmesine basarak kabini hareket ettirirler. Kabin bu kata doğru hareket eder. Diğer katlara uğramadan yoluna devam eder. Yolcunun kontrol ettiği bu sistem operatör kullanılan sistemden daha iyi performans göstermektedir.

Grup kontrolü, binadaki yolcuların trafiğini karşılamak için tek kabinin yetersiz kaldığı hallerde birden fazla kabin yan yana yerleştirilir. Bu durumda kabinler arası bağlantının kurulması problemini gidermek için, tek kabin kontrol mekanizmaları birbirine bağlanır ve "otomatik izleme kontrolü" uygulanır. Katlardan gelen çağrıya göre kontrol devresi hangi katta duracağına gruptaki her kabin için karar verir. Bu kontrol sistemi taşıma kapasitesinden maksimum faydalanma, bekleme zamanını azaltarak yolcu servisini arttırır. Kabin çağrıları ve kat çağrıları önce kaydedilir, daha sonra en uygun şekilde yanıtlanır.

Konvansiyonel kontrol sistemleri, ilk kontrol algoritması operatör hareketlerinden geliştirildi ve bu, otobüs işletmesiyle benzerlikler gösterir. Bu yöntemle kontrol edilen kabin, aynı yöndeki kabin çağrılarına ve kat çağrılarına hizmet verir, çalışmaya kabin bulunduğu kattan başlar ve aynı yöndeki kat çağrısı veya kabin çağrısı olan son kata kadar devam eder.

İkili/üçlü kontrol sistemi, çok yüksek olmayan binalarda kullanılan iki veya üç kabinli gruplar için en uygun basit kontrol yöntemidir. Bu kontrol algoritmasında giriş hariç her katta yukarı-aşağı çağrı butonu bulunur. Kabin çağrılarının doğrusal dağıtımı kontrol kurallarına göre yapılır. Kabin tüm çağrıları bulunduğu ve yöne göre yanıtlar. Bunun için mevcut çağrıları "en yakın kabin" araştırması ile sınıflandırılır ve her çağrı bir kabine dağıtılır.

Sabit sektörlü sistem (zaman öncelikli), bölge içindeki katlara, yukarı ve aşağı sektörlere ayrılmış kabinler grubuyla servis verilir. Kat çağrısı kaydedilir edilmez her sektör zamanlara ayrılmış olur. Öncelik seviyeleri birbirinden farklı zaman aralıklarına sahip olabilir. Yüksek öncelikli sektör kabin tahsisinde ilk sırayı alır.

Genel sabit sektörlü sistem, bu sistemde bina statik talep sektörlerine bölünmüştür ve sektör sayısı kabin sayısına bağlıdır. Kabinler etkinlik sınırı içinde doğrusal toplama kurallarına göre çalışmaktadır. Sektör içindeki kat çağrılarına ve yukarı yöndeki komşu sektördeki kat çağrılarına da yanıt verir. Bir kabin bağlı olduğu sektörde her hangi bir çağrı olmadığında kapıları kapalı olarak bulunduğu konumda park eder. Bu kontrol sisteminin en önemli özelliği park etme politikasına sahip olmasıdır.

Dinamik sektörlü sistem, bu kontrol sistemi özellikle hafif ve dengeli dağılım olan taleplerin bulunduğu durumlar için uygulanır. Her kabin durumuna uygun olarak dağıtılır ve kat çağrılarını doğrusal toplama yöntemine göre yanıtlar. Bu sistem binayı sabit park etme sektörlerine bölerek park etme politikasını da uygular. Serbest kabin kontrol algoritması trafiğin yoğun olduğu yere boş kabinleri göndermeyi amaçlar. Dinamik sektör dengeli veya dengelenmemiş katlar arası trafik durumlarında oldukça iyi performans sergiler. Aşağı pik halinde iyi performans göstermez. Çok fazla kat çağrısı kabin çağrılarının önceliği nedeniyle yanıtlanmaz.

2.7. Bilgisayar Esaslı Asansör Kontrol Sistemleri

Konvansiyonel kontrol sistemleri pek çok trafik durumuyla uğraşan ve taleplere cevap veren özellikler sunarlar. Data yetersizliği gerçek binada trafik taleplerini cevaplamaya yeterli olmaz. Konvansiyonel sistemlerde bulunan sabit mantık çok küçük ayarlamalara izin verir.

Esneklik, asansör sistemlerinden beklenen bir özelliktir ve konvansiyonel kontrol sistemleri kolay ve ucuz bir şekilde bu esnekliği gösteremezler. Asansör kontrol sistemlerinde bilgisayar kullanılması, asansör endüstrisinde önemli bir ileri adımdır.Bilgisayar kullanımının avantajlarını sıralarsak;

- Bilgisayarlar programlanabilir, kontrol algoritması sonradan değiştirilebilir ve güncellenebilir.
- Bilgisayarlar hesaplama yeteneğine sahiptirler
- Bilgisayarlar performans değerlerini saklar ve gerektiğinde kullanırlar.

Bu konuda yapılan ilk çalışma 1975 yılında Swindells tarafından yapılmıştır. Önemli bilgisayar uygulamalarından bahsedersek;

Mini bilgisayar esaslı sistem, kabin tur zamanı her kat çağrısının yanıtlanmak için bekleme zamanı tahminine dayanan bir dağıtım sistemi kullanır. Tur zamanı kabin kat çağrısını yanıtlamak için gereken zaman olarak belirlenir.

Optimum bilgisayar kontrol sistemi, bu sistemde her kabin için muhtemel yol göz önüne alınarak toplam kabin tur zamanını minimuma indirgemek hedeflenir. Kabin, içindeki yolcunun hedeflediği katta durmalıdır, kabin içinde yolcu bulunurken asla hareket yönü değiştirilmemelidir [7].

Uygun çağrı dağıtma sistemi, bu sistem optimum bilgisayar kontrol sistemindeki performans düşüklüğünü gidermek için geliştirilmiştir. Esas olarak bu sistem optimum dağıtım kurallarına dayanır. Yeni bir çağrı kabine gönderildiğinde değerlendirme artan değer olarak hesaplanır ve en düşük değerlendirmeye sahip kabin çağrıyı yanıtlamak için gönderilir. Park etme politikası, durak sayılarının azaltılması, yukarı pik durumunda dinamik bölgelere ayırma gibi birçok özelliklere sahiptir [5].

Bilgisayar grup kontrolü, bu tasarım öncelikle uygun çağrı dağıtma sistemi algoritmasının iyileştirilmesiyle düzgün katlar arası performansı sunan esnek bir algoritma elde etmeyi hedefler. Daha sonra pik trafik halleri için düzenlemeler yapılmıştır. En uzun beklemenin olduğu kat çağrısı ilk olarak servis verilmek için ele alınır ve kaydedildikleri sıraya göre kat çağrıları cevaplandırılır [7].

Yapay zeka uygulamalı kontrol, bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve daha esnek kontrol sistemlerine olan talebin artmasıyla yapay zeka uygulamaları hızlanmıştır. Asansör kontrolünde yapay zeka uygulamalarından uzman sistemleri, bulanık denetim ve yapay sinir ağları uygulamalarını görmekteyiz [7].

Yapay zeka uygulamalı kontrol sistemlerinden hareketle bu tez çalışmasında bulanık mantık algoritmalı asansör grup kontrol sistemi geliştirilmiştir. Bölüm 4'te daha önceden bulanık mantık kullanılarak elde edilen AGKS'leri hakkında bilgi verilmiştir. Kendi tez konuma buradaki çalışmalardan esinlenerek ve bu çalışmalara kat önceliği ve kat yoğunluğu yeniliğini katarak yön verdim.

3. BULANIK MANTIK

1. Giriş

Bulanık mantık teorisi ilk olarak 1965 yılında Kaliforniya Üniversitesi'nden Lotfi Zadeh tarafından "Bulanık Kümeler " isimli makale ile yayınlanmıştır. Yayınlandığı dönem için sıra dışı ve radikal olarak nitelendirilen bu yayın hazırlanmasından ancak iki yıl sonra "Information and Control" dergisinde yayınlanabilmiştir. Michio Sugeno, 1972 yılında bulanık "ölçüm ve bulanık integral" konusuyla Zadeh' i takip etmiştir [1].

Bulanık mantık ilk olarak 1974 yılında Ebraham Mamdani tarafından Londra Üniversitesi'nde basit bir buhar motorunun kontrolünde kullanılmıştır. Bulanık mantık için ilk endüstriyel çalışma 1980 yılında F.H.Smidth çimento fabrikasında kontrolör olarak kullanılmasıdır. 1990'lı yıllara gelindiğinde bulanık mantık kontrol sistemleri içerisindeki önemli yerini almıştır [1].

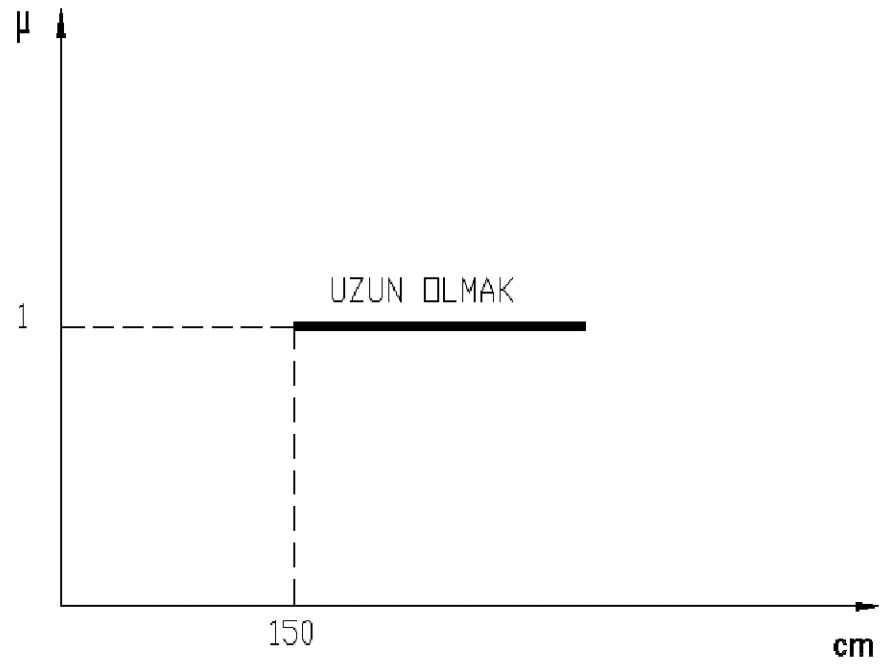
3.2.Bulanık Kümeler Teorisi

Klasik kümeler teorisinde gerçek bir tanımın yapılması zorunludur. Evrendeki bir eleman kesinlikle ya tanımlanan kümeye aittir ya da değildir. Kümeye ait olma değerini μ ile belirtirsek μ değeri 0 veya 1 olabilmektedir. Kümenin elemanı ise 1 değerini alır, ait değil ise 0 değerini alır. Sadece 2 farklı değer söz konusudur. Formül (3.1)'de x elemanı A kümesinin bir elemanı ise 1 değerini alır.

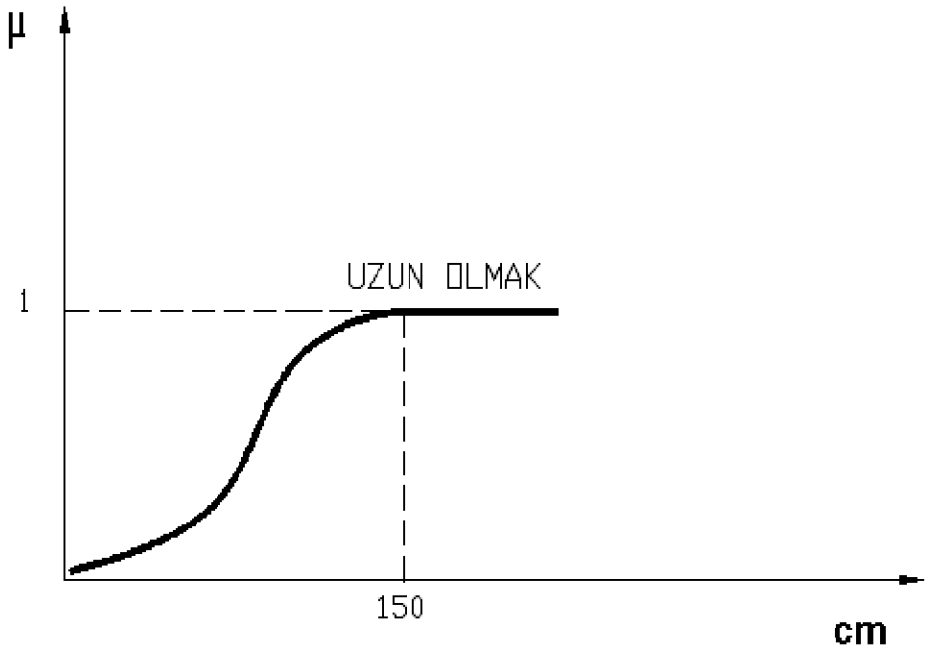
$$\mu A(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } x \in A \\ 0 & \text{eğer } x \notin A \end{cases} \qquad (3.1)$$

Bulanık kümeler teorisinde ise kümeye ait olma üyelik değeri [0,1] arasında sonsuz değer alabilmektedir. Kümenin sınırları da klasik küme gibi keskin değildir.

Küme mantığının daha iyi anlaşılabilmesi için uzun olma durumunu iki farklı küme için örnekleyebiliriz. Şekil 3.1'den klasik küme mantığında uzun olmak için mutlaka 150 cm uzunluğunda olma şartı vardır. 149 cm uzun olarak değerlendirilmez.



Şekil 3.1: Klasik sistem uzun olma grafiği

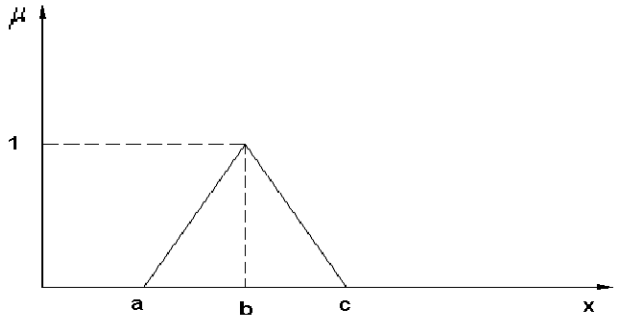


Şekil 3.2: Bulanık mantık uzun olma grafiği

Şekil 3.2'de ise bulanık mantık [0,1] arasında sonsuz tane uzun olma üyelik derecesi verebilir, 0 cm'de 0 değeri alınırken 150 cm'de 1 üyelik derecesi alınır. Yani 0 cm'den 150 cm'ye kadar olan tüm uzunluklar belirli üyelik dereceleri ile uzun olma kümesinde yer alabilirler.

3.3. Değişik Üyelik Fonksiyonları

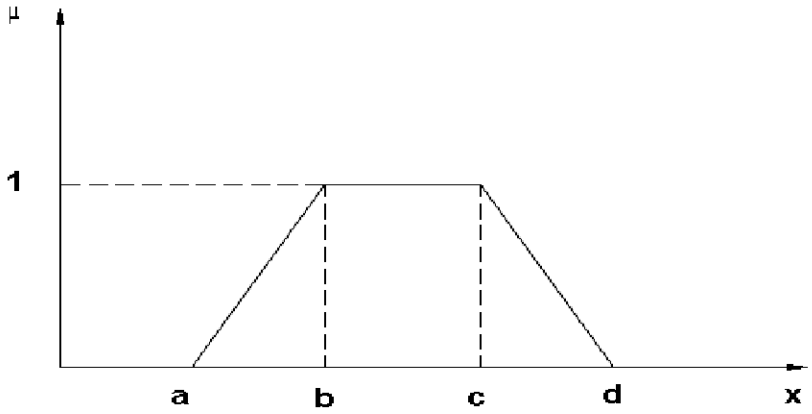
Üyelik fonksiyonları değişik şekillerde belirlenebilmektedir, daha çok üçgen ve trapez üyelik fonksiyonları kullanılır. Üçgen üyelik fonksiyonu Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Bu fonksiyonun matematiksel ifadesi ise Formül (3.2)'de verilmiştir[1].



Şekil 3.3: Üçgen üyelik fonksiyonu

$$\text{Üçgen}(x;a,b,c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \tag{3.2}$$

Trapez üyelik fonksiyonu Şekil 3.4'de matematiksel ifadesi ise Formül (3.3)'te gösterilmiştir [1].



Şekil 3.4: Trapez üyelik fonksiyonu

$$\text{Trapez}(x;a,b,c,d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right) \tag{3.3}$$

3.4. Bulanık Küme İşlemleri

Klasik ve bulanık kümelerde birleşme işlemi Formül (3.4) ve (3.5)'te verilmiştir [1].

Klasik küme:

$$A \cup B = \{x \in X \mid x \in A..veya..x \in B\} \tag{3.4}$$

Bulanık küme:

$$\mu(A \cup B)(x) = \mu_C(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{3.5}$$

Birleşmede maksimum değer ön plana çıkmaktadır. Buradaki 'veya 'bağlacına dikkat edilmelidir.

Kesişme işlemi, iki ayrı küme için aşağıdaki formüllerde (3.6) ve (3.7)'de tanımlanmıştır [1].

Klasik küme:

$$A \cap B = \{x \in X \mid x \in A..ve..x \in B\} \tag{3.6}$$

Bulanık küme:

$$\mu(A \cap B)(x) = \mu_C(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{3.7}$$

Kesişme işleminde minimum değer ön plana çıkmaktadır. Yukarıdaki 've' bağlacına dikkat edilmelidir.

Tümleyen işlemi;

Tümleyen işlemi, klasik ve bulanık kümeler olmak üzere Formül (3.8) ve (3.9)'da verilmiştir [1].

Klasik küme:

$$\overline{A} = \{x \in X \mid x \notin A\} \tag{3.8}$$

Bulanık küme:

$$\mu(\overline{A})(x) = 1 - \mu_A(x) \tag{3.9}$$

Bulanık küme işlemlerini örnek ile pekiştirirsek;

Evrensel küme, X = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} olsun, 5'e yaklaşık olarak eşit olan sayıların kümesi A (3.10) , 8'den çok küçük olan sayıların oluşturduğu küme de B (3.11) olsun.

$$A = \left\{\frac{0}{1} + \frac{0,2}{2} + \frac{0,5}{3} + \frac{0,8}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0,8}{6} + \frac{0,5}{7} + \frac{0,3}{8} + \frac{0,1}{9} + \frac{0}{10}\right\} \tag{3.10}$$

$$B = \left\{ \frac{1}{1} + \frac{0,9}{2} + \frac{0,7}{3} + \frac{0,5}{4} + \frac{0,4}{5} + \frac{0,3}{6} + \frac{0,2}{7} + \frac{0}{8} + \frac{0}{9} + \frac{0}{10} \right\} \quad (3.11)$$

C kümesi 5'e yaklaşık olarak eşit olan ve 8'den çok küçük olan sayıların kümesi olarak yazalım. İki küme arasında bağlantıda 've' bağlacı kullanılmış Formül (3.7)'den aşağıdaki (3.12) kümesi elde edilebilir.

$$C = \left\{ \frac{0}{1} + \frac{0,2}{2} + \frac{0,5}{3} + \frac{0,5}{4} + \frac{0,4}{5} + \frac{0,3}{6} + \frac{0,2}{7} + \frac{0}{8} + \frac{0}{9} + \frac{0}{10} \right\} \quad (3.12)$$

D kümesi 5'e yaklaşık olarak eşit olan veya 8'den çok küçük olan sayıların kümesi olsun, D kümesini yazarken iki küme arasındaki 'veya' bağlacına dikkat edilmelidir. Formül (3.5)'ten (3.13) kümesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$D = \left\{ \frac{1}{1} + \frac{0.9}{2} + \frac{0.7}{3} + \frac{0.8}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0.8}{6} + \frac{0.5}{7} + \frac{0.3}{8} + \frac{0.1}{9} + \frac{0}{10} \right\} \quad (3.13)$$

E kümesi 5'e yaklaşık olarak eşit olmayan sayıların kümesi olsun, Formül (3.9)'dan,

$$E = \left\{ \frac{1}{1} + \frac{0,8}{2} + \frac{0,5}{3} + \frac{0,2}{4} + \frac{0}{5} + \frac{0,2}{6} + \frac{0,5}{7} + \frac{0,7}{8} + \frac{0,9}{9} + \frac{1}{10} \right\} \quad (3.14)$$

Olarak bulunur.

3.5. Bulanık İlişkiler

X ve Y iki ayrı evrensel küme olsun, $x \in X$ ve $y \in Y$ olmak üzere R(X,Y) $X \times Y$'nin bir bulanık alt kümesi olarak tanımlanabilir. R bulanık ilişkisi Formül (3.15) ve (3.16)'de tanımlanmıştır.

$$R(X, Y) = \{((x, y), \mu R(x, y)) \mid (x, y) \in X \times Y\} \quad (3.15)$$

$$\mu R(x, y) \in [0,1] \quad (3.16)$$

Bulanık ilişki mantığını bir örnek ile pekiştirirsek,

X={3,4,5}, Y = {3,4,5,6,7} Bulanık ilişki matrix'i aşağıdaki (3.17) gibi tanımlansın,

$$\mu R(x, y) = \begin{cases} \dfrac{y - x}{x + y + 2} & \text{eğer } y > x \\ 0 & \text{eğer } y \leq x \end{cases} \quad (3.17)$$

Tablo 3.1: Bulanık ilişki

R	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
x_1	0	0,11	0,2	0,27	0,33
x_2	0	0	0,09	0,16	0,23
x_3	0	0	0	0,07	0,14

R bulanık ilişki tablosu Tablo 3.1 yukarıda verilen (3.17) x,y ilişki bilgisinden hareketle oluşturulmuştur. Bulanık ilişki işlemleri Formül (3.18) ve (3.19)'da belirtilmiştir. Burada R ve S,U ve V üzerinde tanımlanmış olan iki bulanık ilişki olsun. İki ilişkinin kesişimi aşağıdaki (3.18) gibi tanımlanabilir,

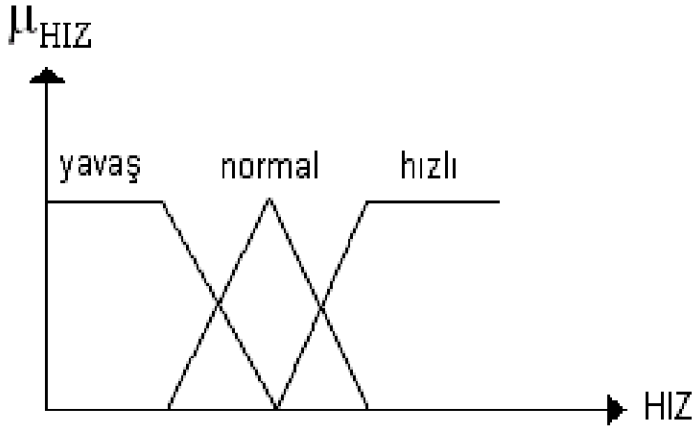
$$\mu(R \cap S)(u, v) = \min(\mu_R(u, v), \mu_S(u, v)) \tag{3.18}$$

İki ilişkinin bileşimi (3.19)'deki gibi tanımlanabilir,

$$\mu(RUS)(u, v) = \max(\mu_R(u, v), \mu_S(u, v)) \tag{3.19}$$

3.6. Dilsel Değişkenler

Hız, sıcaklık gibi ifadeler dilsel değişken olarak adlandırılır. Hız dilsel değişkeni incelendiğinde "yavaş", "normal" ve "hızlı" tanımları ise dilsel değişkenin belli üyelik değerleri ile ait olabileceği bulanık kümelerdir. Hız ile ilgili üyelik fonksiyonları Şekil 3.5'te verilmiştir.

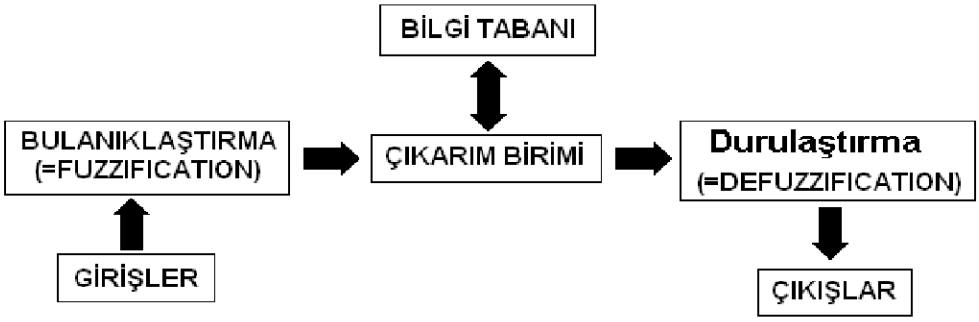


Şekil 3.5: Hız üyelik fonksiyonları

3.7. Bulanık Kontrolör Yapısı

Bulanık mantık kontrolörü 4 temel birimden oluşmaktadır. Bulanıklaştırma, bilgi tabanı, çıkarım ve durulama birimleri temel birimleridir.

Bulanıklaştırma(=Fuzzification), sayısal giriş değerlerinin sözel olarak nitelendirilmiş uygun bulanık kümelere belirlenen üyelik fonksiyonu değerleriyle atanmasıdır. Sayısal değerlere mantık yüklemesi yapılır [7]. Şekil 3.6'da bulanık kontrolörün temel ana bölümleri verilmiştir[7].



Şekil 3.6: Bulanık mantık kontrolörünün bileşenleri

Bilgi tabanı, tüm sistem tanımlamalarının yapıldığı, kontrol amaçlarının kontrol edildiği ve tüm giriş çıkışlar arasındaki bağlantının kurulduğu birimdir. Giriş verilerinin dilsel değişkenlere dönüştürülmesi ve üyelik değerleri atanması, koşul-sonuç ilişkilerinin belirlenmesi işlemleri bu birimden alınan bilgilere göre yapılmaktadır. Bulanık kurallar bu kısımda tanımlanır[7].

Çıkarım birimi, bulanık verilerin işlendiği, çeşitli yöntemlerle yapılan gerçeklemeler yardımıyla kavramların kontrol edilerek yorumlandığı birimdir. Çeşitli bulanık çıkarım metotları uygulanabilmektedir [7].

Durulama, bulanık işlemler sonucunda elde edilen bulanık çıkarım sonuçlarının sistem çıkışı olarak kullanılabilecek gerçel sayı değerlerine dönüştürülmesidir [7].

3.8. Bulanık Kuralların Tanımlanması

Kontrol edilecek sistemin davranışları gözlem ve deneyim katılarak tanımlanabilir. Problemsiz çalışan kontrol sistemi için sistemin çeşitli durumlarında nasıl cevaplar vereceği konunun uzmanı tarafından değerlendirilmelidir. Sisteme olan giriş sayısı oluşturulacak kural sayısını arttırmaktadır. Sistem çalışmaya başladıktan sonra sistem

verim ve hızının arttırılması için kullanılmayan kurallar kural tablosundan çıkarılmalıdır. Bulanık mantıkta oluşturulan ve tanımlanan kurallar çıkış değerini belirlemektedir.

3.9.Bulanık Çıkarım Metodları

Mamdani tipi bulanık çıkarım metodu Formül (3.20)'de verilmiştir.

$$R_m = A \times B = \sum \frac{\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)}{(x, y)} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \tag{3.20}$$

Larsen tipi bulanık çıkarım metodu Formül (3.21)'de verilmiştir.

$$R_p = AxB = \sum \frac{\mu_A(x) \bullet \mu_B(y)}{(x, y)} \tag{3.21}$$

Zadeh Aritmetik Kuralı metodu Formül (3.22)'da verilmiştir.

$$R_a = AxB = \sum 1 \wedge \frac{(1 - \mu_A(x) + \mu_B(y))}{(x, y)} \tag{3.22}$$

Zadeh Max-Min Kuralı Formül (3.23)'de verilmiştir.

$$R_m = AxB = \sum \frac{(\mu_A(x) \wedge \mu_B(y)) \vee (1 - \mu_A(x))}{(x, y)} \tag{3.23}$$

3.10. Bulanık Sonuç Çıkarımı

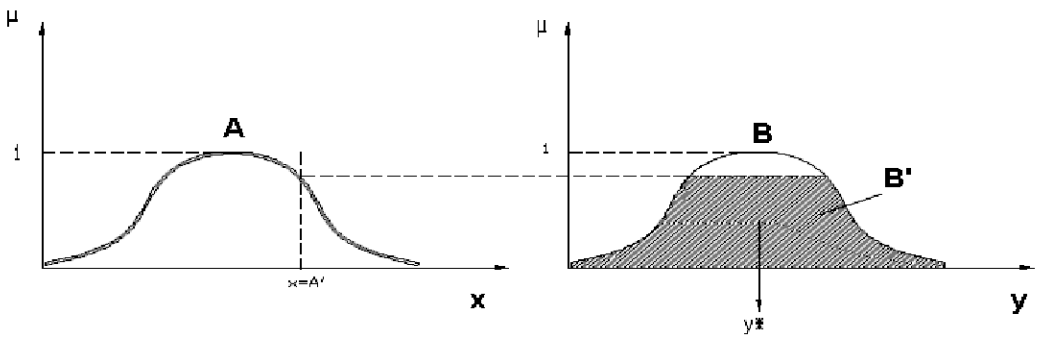
Tek koşul tek kural durumu,

Eğer x A ise y B'dir.

Eğer x A^1 y = B^1= ?

Formül (3.24)'te yukarıdaki durum için geçerli bilgi verilmiştir.

$$\mu_{B'}(y) = \left[\vee(\mu_{A'}(x) \wedge \mu_A(x) \wedge \mu_B(y) \right] \tag{3.24}$$



Şekil 3.7: Tek koşul tek kural

Şekil 3.7'de y* daha sonra bahsedilecek olan durulama yöntemlerinden alan merkezi yöntemi ile bulunan değerdir.

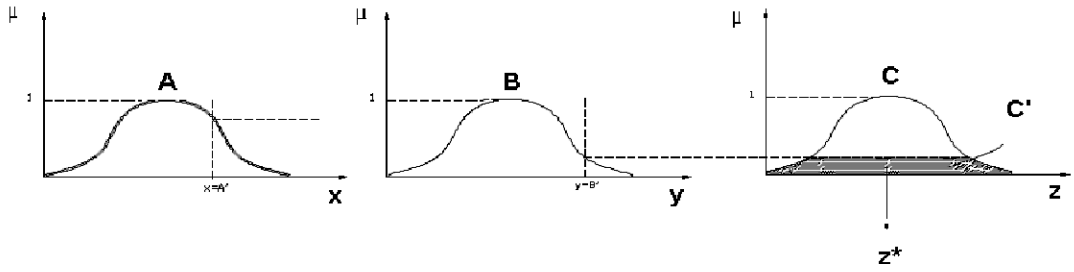
Çok koşul tek kural durumu,

Eğer x A ve y B ise z C dir

Eğer x A^1 ve y B^1 ise C^1 = ?

Formül (3.25)'de yukarıdaki durum için geçerli bilgi verilmiştir.

$$\mu_{C'}(z) = \{\vee[\mu_{A'}(x) \wedge \mu_A(x)]\} \wedge \{\vee[\mu_{B'}(y) \wedge \mu_B(y)]\} \wedge \mu_C(z) \qquad (3.25)$$



Şekil 3.8: Çok koşul tek kural

Şekil 3.8'de Formül (3.25)'ten hareketle bulanık çıkarım elde edilmiştir. Arada 've' bağlacı yani minimum bulanık işlemi olduğu için durulama yöntemi ile elde edilen z^* değerinin elde edilmesinde B^1 etken olmuştur.

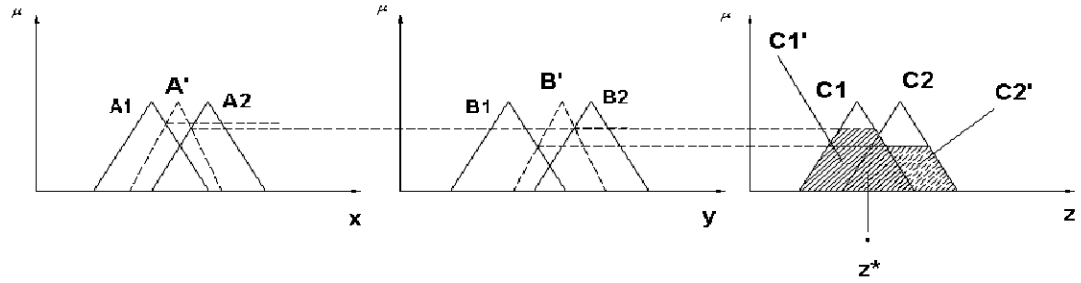
Çok koşul çok kural durumu,

Kural 1: Eğer x A_1 ve y B_1 ise z C_1'dir

Kural 2: Eğer x A_2 ve y B_2 ise z C_2'dir

Giriş değerleri,

x A^1 ve y B^1 ise C^1 =?



Şekil 3.9: Çok koşul çok kural

Şekil 3.9'da yukarıdaki kural tanımlamaları 've' bağlacı ile bağlandığı için z^*'nün hesaplanmasında koşullardan gelen minimum değerler dikkate alınmıştır.

3.11.Durulaştırma Yöntemleri

Bulanık işlemler sonucunda elde edilen sonuçlar kullanılabilecek bir çıkış değerine dönüştürülür. Bulanık çıkarım sonucu elde edilen çıkış değeri tüm sistemi temsil etmelidir. Çok kullanılan durulaştırma yöntemlerini sıralarsak;

- Ağırlık merkezi durulama yöntemi
- Toplamların merkezi
- İlk Maksimum (First of Maxima)
- Orta yüksek durulama yöntemi (Middle of maxima)
- Son yüksek durulama yöntemi (Last of maxima)
- Yükseklik durulama yöntemi
- Bisector

Tezimdeki bulanık algoritma çıkarımında en çok kullanılan metot olan centroid durulaştırma metodu kullanılacaktır. Bu yöntemde elde edilen bulanık eylemlerin ağırlık merkezi sonuç kontrol eylemi olarak seçilmektedir.

4. ASANSÖR SİSTEMLERİNDE BULANIK YAKLAŞIMLAR

4.1. Giriş

Bina çalışanlarının veya o anda dışarıdan işini tamamlamak için gelen insanların istedikleri kata belirli performans kriterleri içinde ulaşmalarını sağlamak asansör grup kontrol sisteminin ana görevidir.

Özellikle kontrol alanındaki gelişmeler ve yenilikler, Asansör grup kontrol sisteminin (AGKS) gelişmesini ve sistem veriminin iyileştirilmesini sağlamıştır. Bilgisayar taban destekli kontrol sistemlerinin kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır.

Asansör kabin sayısının belirlenmesinde bina kat sayısı, güç tüketimi (PC), ortalama bekleme zamanı (AWT), insan trafiği yoğunluğu etkili olmaktadır. Bu belirtilen etkenler direkt olarak sistemin performansına da etki etmektedir.

AGKS' nin genel amacı çalışma programına uygun asansör kabinini belirleyerek gelen kat çağrısına cevap vermek üzere görevlendirmesidir. AGKS çalışma prensibini kat çağrılarına göre düzenler, uygun asansör kabinini seçer ve çağrıya cevap vermek üzere görevlendirir.

Sistem karışıklığının artması sistemin modelinin oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Kesinlik olmayan sistemlerde tahmine dayalı kontrol sistemleri önem kazanmaktadır. Bu kontrolör sistemleri arasında da bulanık mantık kontrolörler ön plana çıkmaktadır. Bulanık mantık algoritmasının kullanılmasında asansör sistemindeki belirsizlikler etkili olmaktadır.

4.2. Asansör Sistemlerinin Belirsizlikleri

AGKS'nin genel amacı çalışma programına uygun asansör kabinini belirleyerek gelen kat çağrısına cevap vermek üzere görevlendirmesidir. Çok kabinli grup kontrol sistemlerinde katlardan gelen çağrılara uygun kabini görevlendirmek birçok kriter değerlendirilmesi ve hesaplamalar sonucunda yapılmaktadır. Bina içinde

oluşabilecek belirsizlikler AGKS'nin karar verme mekanizmasını zorlamaktadır. Bu önceden bilinemeyen belirsizlikleri sıralarsak;

- Olası gelebilecek kat çağrılarının zamanı, konumu ve sayısı,
- Çağrıyı yapan yolcuların hangi kata gitmek istedikleri,
- Kabine binecek olan yolcu sayısı,
- Trafik yoğunluğunun belli bir standardının olmayışı, zamana bağlı olarak değişimi,
- Kabin ivmelenmesi ve hızındaki değişimler,
- Kabini kullanacak yolcuların fiziksel durumları ve yaşları, yani insanların kabine giriş-çıkış hızları,

AGKS'nin bu kesin olmayan faktörleri sistem performansını etkilediği için göz önünde tutması gerekmektedir. Bu kesin olmayan faktörler önceden izlenerek yani veriler toplanarak ve yorum katarak AGKS'ne adapte edilmesi gerekmektedir.

Yeni bir çağrı geldiğinde sistem içindeki kabinlerin pozisyonları, kat ve kabin görevleri bilinmektedir buna karşın yeni gelen çağrı için hedef kat bilgisi bilinemez ancak deneyimler göz önünde bulundurularak tahmin edilebilir.

Çağrının yapıldığı anda kontrol sistemi kararını vermek zorundadır. Belirli bir kararsızlık anı veya hizmet verememe durumu söz konusu değildir. Binanın o anki durumu incelenerek en uygun kabin çağrıya yönlendirilmelidir.

Bu kadar çok belirsizliğin olduğu, sistemin tam olarak modellenemediği bir kontrol için kesin bir algoritma kontrolü yerine bina yapısına göre esneklik gösterebilen, deneyimlerden, ani değişimlerden gelen durumlara uygun cevaplar verebilen bir algoritma gerekmektedir. Yukarıda sıralanan belirsiz ve kesin olmayan faktörler asansör trafiği kontrolünde bulanık mantık kullanımını gerektirmektedir.

4.3. Bulanık Mantık Algoritmalı Kontrol Önerileri

Asansör grup kontrol sistemlerinin daha etkili bir şekilde kontrol edilmesini amaçlayan çok sayıda trafik kontrol önerisi getirilmiştir. Bina trafik karakteristiğinin daha iyi ve çabuk öğrenilerek belirsizlikler durumunda gelecek kat çağrılarına en etkili hizmeti verebilmek amacıyla yapay sinir ağları ve bulanık mantık algoritmalı çalışmalar yapılmaktadır.

Performans kriterleri, kontrol edilen sistemlerinin sonuçlarının hafızada tutularak bir sonraki karar mekanizmasında geri besleme ve durum analizinde kullanılacaktır. Asansör sistemlerinde en önemli kriterler bekleme süresi ve güç tüketimidir. Bir sistem tasarımcısı için bekleme süresinin en aza indirilmesi çok önemliyken diğer bir tasarımcı için ise güç tüketimini azaltmak daha önemli olabilmektedir.

4.3.1. Asansör Grup Kontrol Sistemlerine Bulanık Kontrolör Yaklaşımı

AGK sistemleri çalışma prensibini çoğunlukla kat çağrı sistemine göre düzenlemektedir. AGK sistemi gelen çağrıya göre mevcut asansör pozisyonlarını değerlendirir ve programına uygun olan kabini çağrıya cevap vermek üzere gönderir.

Kat çağrı sistemine göre asansör kontrol sisteminde, gelen çağrıya cevap vermede asansör kabini seçim fonksiyonu $\phi(k)$ etkili olmaktadır. Asansör seçim fonksiyonunu en küçük yapan kabin çağrıya cevap vermek üzere kontrol sistemi tarafından o kata yönlendirilir.

AGK sisteminde iki çeşit çağrı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi daha önceden de bahsedilen kat çağrılarıdır, binanın her katında bulunur, asansörü kullanacak kişinin yukarı katlara çıkma ve ya aşağı katlara inme isteğine göre çağrıyı gerçekleştir. İkinci çağrı ise asansörü kullanan yolcular tarafından asansör kabini içinde yapılır ve hangi kata gitmek istedikleri için yapılan kabin içi çağrıdır.

AGK sistemi için en önemli görev uygun asansör kabinini aşağı ve ya yukarı yönde kat çağrısı geldiğinde seçmesi ve çağrının geldiği kata göndermesidir. Yapılacak olan seçim, ortalama bekleme zamanı, güç tüketimi gibi performans kriterlerini minimize etmek durumundadır.

$\phi(k)$k. Asansör kabini için seçim fonksiyonu olsun, bu fonksiyon aşağıdaki (4.1) formülünde tanımlanmıştır [3].

$$\phi(k) = T_{AVR}(k) - \alpha T_{\alpha}(k) + T_{E}(k) \qquad (4.1)$$

Yukarı (4.1) formülünde $T_{AVR}(k)$ k. Asansör kabini için gelen kat çağrısına cevap verme süresi yani kabinin çağrının bulunduğu kata ulaşma süresidir. Bu süre aşağıdaki (4.2) ve (4.3) formülleri kullanılarak hesaplanmaktadır [3].

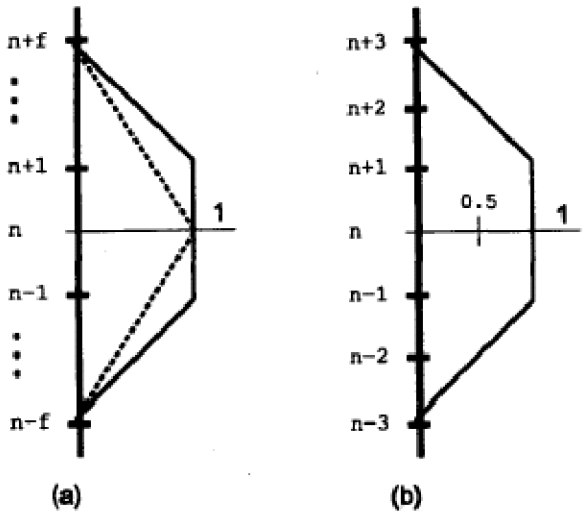
$$T_{AVR}(k) = \sum_{Stop} T_{Stop}(k) + \sum_{Drive} T_{drive}(k) \quad (4.2)$$

$$T_{Stop}(k) = T_{speed\text{-}down} + T_{geton/off}(k) + T_{speed\text{-}up} \quad (4.3)$$

Herhangi bir asansör kabini için gelen çağrıya cevap verme süresi yukarıdaki (4.3) formülü incelendiğinde iki kısımdan oluşturulduğu anlaşılabilir. Sürüş zamanı T_{drive} ve (4.3) formülden de duruş zamanı T_{stop} hesaplanacaktır. (4.1) formülündeki $T_{\alpha}(k)$ alan değeri, α alan ağılığı olarak adlandırılacaktır. Her çağrıda alan değerinin ve ağırlığının hesaplaması yapılmaktadır.

$T_E(k)$ Asansör kabinini acil durumlarda hazır olarak bekletmek için verilecek olan değerdir. Pozitif yüksek değer verildiğinde o kabini önemli çağrılara cevap vermek için bekletir. Durum değeri olarak adlandırılacaktır. Seçim fonksiyonu yani $\phi(k)$'sı en küçük olan kabin çağrıya cevap vermek üzere AGK sistemi tarafından gönderilir.

Alan ağırlığının hesaplanması hangi asansör kabininin gelen çağrıya yönlendirileceğine karar vermede etkili olmaktadır. Alan değerinin hesaplanmasında üçgen veya trapez form kullanılır. Şekil 4.1a'da üçgen ve trapez form örneği gösterilmiş olup, şekil 4.1b'de ise trapez form örneği verilmiştir [3].



Şekil 4.1: Alan değerinin belirlenmesi

n. kattan bir çağrı geldiği zaman n; n+1; ve n–1 katlarında bulunan kabinler için alan değeri $T_{\alpha}(k) = 1$, n+2;n–2 katlarında bulunan kabinler için 0.5 diğer katlar için de 0 değerini alacaktır [3].

Alan değerinin ve alan ağırlığının büyüklüğü seçim fonksiyonunun değerinin küçülmesini sağlamaktadır, negatif olarak seçim fonksiyonu toplamına katılmıştır. Yani alan değeri ve alan ağırlığı büyük olan kabinin gelen kat çağrısına yönlendirilme olasılığı daha fazladır. Bina içindeki asansör trafiği çalışma zamanının dilimlerinde farklılık göstermektedir. Asansör trafiğini üç ana kısımda değerlendirilmiştir.

1) Bina içi yukarı asansör trafiği

Bina içindeki asansörlerin daha çok yukarı katlara çıkmak için kullanıldığı durumda oluşan yukarı asansör trafiğidir. Çalışma saatleri düşünüldüğünde sabah iş başlangıç saatlerinde yukarı asansör trafiğinin daha fazla olacaktır, çünkü çalışanlar bir an önce ofislerinin bulunduğu kata çıkma isteğindedir.

2) Bina içi aşağı asansör trafiği

Bina içindeki asansörlerin daha çok aşağı katlara inmek için kullanıldığı durumda oluşan yukarı asansör trafiğidir. Çalışma saatleri düşünüldüğünde sabah iş çıkış saatlerinde aşağı asansör trafiğinin daha fazla olacaktır, çünkü çalışanlar bir an önce binadan çıkma isteğindedir.

3) Normal asansör trafiği

Yukarı ve aşağı asansör trafiğinin yaklaşık olarak eşit olduğu asansör trafiğidir.

UP : Yukarı asansör trafiği

DN : Aşağı asansör trafiği

α' : Yukarı ve aşağı asansör trafiğinden hesaplanacak alan ağırlığı

Yukarıdaki değerler UP ve DN (yukarı-aşağı trafik) üzerindeki üyelik fonksiyonlarıdır. Sabit asansör trafiğinde alan ağırlığı küçüldüğü zaman ortalama bekleme zamanı ile en uzun bekleme süresi azalır. Alan ağırlığı arttığında da güç tüketimi azalır. Yani çağrı katına yakın olan asansörün seçim olasılığı arttırılır. Yukarıdaki UP ve DN dilsel değişkenleri kullanılarak bulanık mantık çıkarımı olan α' hesaplanmıştır. Performans değerleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

AWT : Ortalama bekleme zamanı
PC : Güç tüketimi
LWP : En uzun bekleme zamanı olasılığı

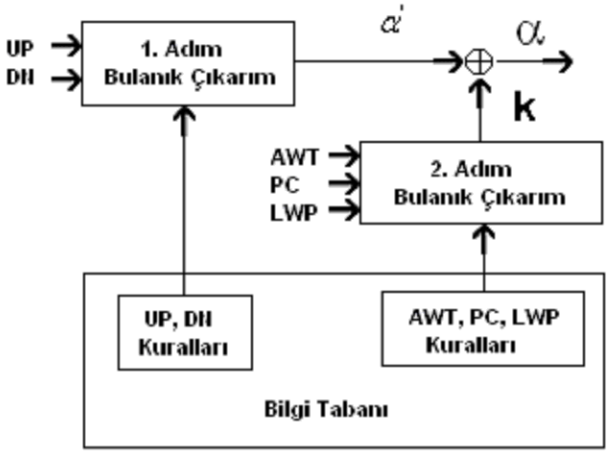
Yukarıdaki performans değerlerini içine alan üyelik fonksiyonları oluşturularak elde edilen bulanık mantık çıkarımından k değeri hesaplanmaktadır [3].

$$\alpha = \alpha' + \mathrm{k} \tag{4.4}$$

Alan ağırlığı α (4.4) formülünde yukarıda bulanık çıkarımdan elde edilen değerlerin toplamı şeklinde hesaplanmıştır.

α''nün hesaplanması 1. adımda yapılmaktadır. 1. adımda asansör trafik yoğunluğu hesaplamaya dahil edilmiştir. Bu adımda Mamdani'nin Max-Min çıkarım metodu kullanılmıştır. Durulama metodu olarak ağırlık merkezi metodu kullanılmıştır.

k'nın hesaplanması ikinci adımda yapılmıştır. Performans kriterleri (AWT, PC, LWP) ve kuralları hesaplamada kullanılmıştır. Yine bu adımda da Mamdani'nin Max-Min çıkarım metodu kullanılmıştır. Durulama metodu olarak ağırlık merkezi metodu kullanılmıştır. Şekil 4.2'de iki ayrı bulanık çıkarımın toplamından alfa değerinin hesaplanması gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Alan Ağırlığının Belirlenmesinde Bulanık Mantık Modeli [3]

4.3.2. Farklı Trafik Modları Kontrolü

Bulanık mantık algoritmalı bir kontrol önerisinde daha önceden gözlemlenmiş çeşitli durumlar için farklı trafik modları tanımlanmıştır. O anki dilsel değişkenlerin durumlarında ortaya konulan çıkışa göre ilgili trafik modu seçilmekte ve sistem farklı bir algoritmayla çalışmaktadır. Sistemin performans kriterleri ortalama bekleme süresi, uzun süre bekleme olasılığı ve hareket etme sayısı. RNC (=run count) , birim

zamandaki asansör hareketidir ve enerjinin çoğu bir asansörü harekete geçirirken veya durdururken harcandığı için güç tüketimini tahmin etmekte kullanılır [2].

Trafik datası yönetim birimi kat çağrıları, kabin çağrıları ve kabine inen binen yolcuların sayısı gibi trafik bilgilerini toplar [2]. Kontrol strateji üretme birimi ise trafik yönetimini belirli modlara ayırır ve hangi kontrol algoritmasının o an için daha uygun olabileceğine karar verir. Çağrı görevlendirme birimi ise trafik moduna uygun algoritma ile gelen çağrıya en uygun kabini görevlendirmektedir.

Bu öneride gelen kat çağrısı için her bir kabinin uygunluk fonksiyonları hesaplanmaktadır. $\phi(i)$ her kabin için hesaplanan çağrı uygunluk değeridir [2].

$T_{AWT}(i)$: Yolcu bekleme süresi

$T_{LWP}(i)$: Uzun süre bekleme süresi olasılığı

$T_{RNC}(i)$: i. Kabin kat çağrısına yönlendirildiğinde birim zamanda yapılacak olan kabin hareketi sayısı

$$\phi(i) = \nu_1 T_{AWT}(i) + \nu_2 T_{LWP}(i) + \nu_3 T_{RNC}(i) \quad (4.5)$$

Bu eşitlikte ν_1, ν_2 ve ν_3 değerleri, $T_{AWT}(i)$, $T_{LWP}(i)$ ve $T_{RNC}(i)$ hesaplama kriterlerinin ağırlıklarıdır. $\phi(i)$ değeri en küçük olan kabin görevlendirme için seçilmektedir.

Yapılan çalışmada yolcu trafik verilerinin özelliklerine göre o anki durum için farklı trafik modları tanımlanmaktadır. Tablo 4.1'de görülen yolcu sayısı özelliklerini tanımlayan 5 tanım, dilsel değişkenler olarak kullanılmakta ve bulanık çıkarım modelinin çıkışı olarak trafik modunun elde edilmesinde kullanılmaktadır.

Trafik dilsel değişkenleri gün içerisindeki trafik yoğunluğuna ve değişimine göre değişmektedir. Dolayısıyla giriş dilsel değişkenlerinin değişmesi ile birlikte elde edilen trafik modu da değişmektedir. Bulanık çıkarım sonucunda belirlenen trafik modları Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

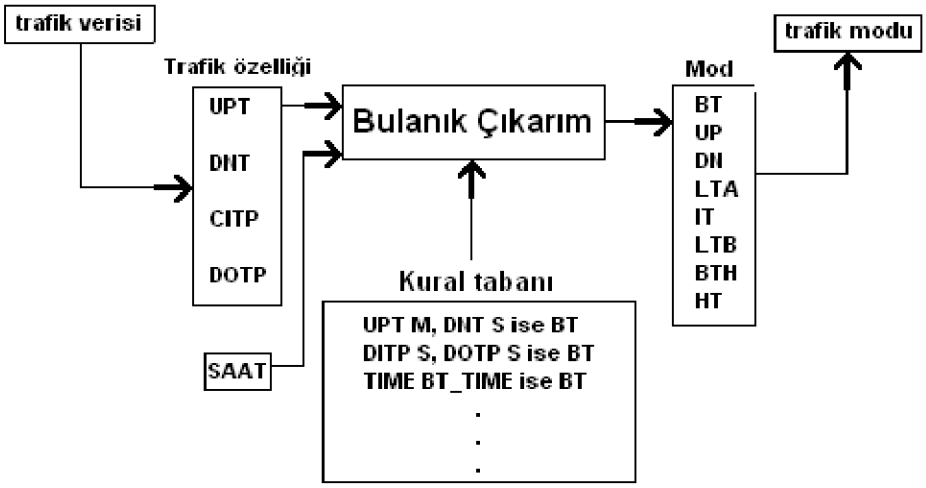
Tablo 4.1: Yolcu trafiği özellikleri [2]

UPT Yukarı trafik	Yukarı giden yolcu sayısı
DNT Aşağı trafik	Aşağıya inen yolcu sayısı
CITP	En kalabalık kattaki gelen yolcu sayısının tüm katlardaki gelen yolcu sayısına oranı
DOTP	En kalabalık kattaki giden yolcu sayısı haricindeki sayının tüm katlardaki giden yolcu sayısına oranı
TIME	Çağrı zamanı

Tablo 4.2: Yolcu trafik modları [2]

BT İş saati	Toplam trafik normaldir Öğleden önce ve sonra
UP Yukarı pik	Binaya çok sayıda yolcu girmektedir Ofislere gitme saati
DP Aşağı pik	Binadan çok sayıda yolcu çıkmaktadır Çıkış saati
LT-A Öğle yemeği zamanı A	Birçok yolcu yemeğe gitmektedir Öğle yemeği başlangıç saati
IT Aktif olmayan zaman	Toplam trafik düşüktür Gece
LT-B Öğle yemeği zamanı B	Birçok yolcu ofislerine gitmektedir Öğle yemeği sonu
BTH İş saati ve yoğun trafik	Toplam trafik miktarı büyüktür
HT Yoğun trafik (= Heavy Traffic)	Birçok yolcu bir katta toplanır veya bir kattan dağılır Herhangi bir zaman

Trafik modunun belirlenebilmesi için o anki dilsel değişkenlerin üyelik fonksiyonu değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Trafik data verilerinin toplanmasıyla ve bu beş özelliğin bulanık çıkarım modelinin girişleri olarak kullanılarak trafik modu belirlenecektir. Şekil 4.3'de yolcu trafiğinin bulanık sınıflandırılması, kural tabanı ve bulanık çıkarım yöntemi gösterilmiştir [2].



Şekil 4.3: Yolcu trafiğinin bulanık sınıflandırılması

Şekil 4.3'te o anki trafiğin durumunu belirten beş özellik girişleri yardımıyla bulanık çıkarım mekanizması trafik biçiminin belirlenmesi için seçimini yapar. Maksimum olasılıklı trafik modu seçilerek kontrol algoritmasına yön verilmektedir. Denklem (4.5)'de belirtilen her bir kabinin çağrı uygunluk değerinin değişken ν_1, ν_2 ve ν_3 katsayı ağırlıkları farklı trafik modları için önceden tanımlanmıştır. Çıkarılan ve önerilen trafik moduna göre ağırlıkları değişen AWT, LWP ve RNC de moda uygun olarak değişmektedir.

4.3.3. Yüksek Binalardaki İnsan Trafiğinin Kontrol Edilmesinde Bulanık Mantık

N katlı, her katında iki adet çağrı butonu bulunan n kabinli bir asansör sistemindeki olası durumların sayısı hesaplanabilir. Kabinlerin alabileceği görev sayısı hesaplanırken kabin içi butonların tüm kombinasyonları ve katlardaki çağrı butonlarının tüm kombinasyonları düşünülmelidir. Ayrıca n adet kabin N katlı bir binada kaç farklı şekilde dağılmış olabileceği durumlar da hesaplanmalıdır [7].

Her kabin için olası görev durumu: $N! \times (2N)!$ (4.6)

n adet kabin için toplam görev durumu: $n \times N! \times (2N)!$ (4.7)

n adet kabinin N katlı binadaki katlara dağılım sayısı: $\binom{N}{n}$ (4.8)

Toplam durum sayısı: $n \times N! \times (2N)! \times \binom{N}{n}$ (4.9)

Şeklinde hesaplanabilir.

Görüldüğü gibi bu yüksek sayıdaki durumlardan herhangi birinde rasgele bir zamanda yönü ve katı belli olmayan bir çağrı gelebilir. Kabin seçimi yapılırken her bir kabin için ayrı ayrı hesaplanacak öncelik denklemleri tanımlanmıştır [7].

$$\phi(i) = \beta \times T_{AVR}(i) - \alpha. \times T_{\alpha}(i) \quad (4.10)$$

(4.10) denklemindeki $\phi(i)$ öncelik değeri küçük olan kabin çağrıya görevlendirilecektir [7].

$T_{AVR}(i)$: Seçilecek kabinin çağrı katına tahmini varış süresi

β : T_{AVR} değeri ile gerçek ulaşım süresindeki sapmaların ortalaması

α : Yakınlık derecesi ağırlığı

$T_{\alpha}(i)$: Kabinlerin çağrı katına olan yakınlıklarının değeri

Tahmin edilen değer ile erişim süreleri aynı ise β değeri 1 olacaktır. Ancak sürelerde sapma var ise oran değerine göre β değeri 1 den büyük olacaktır. Denklem (4.11)'de β değerinin hesaplanması görülmektedir. Son 5 dakikalık süreç içerinde gelen m adet çağrıya verilen hizmetteki süre sapmalarının ortalaması β değeridir [7].

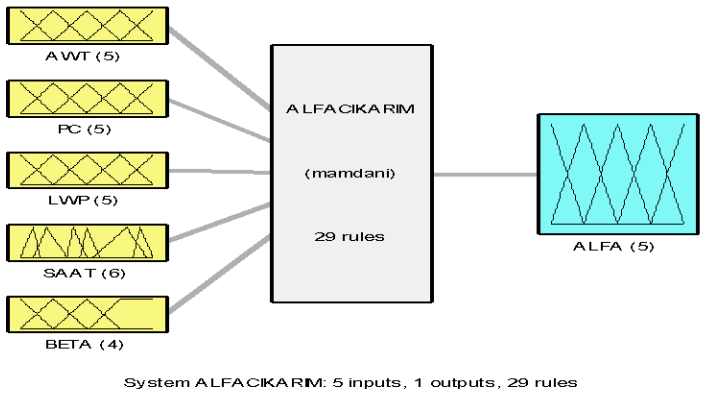
$$\beta = 1 + \frac{\sum_{i=1}^{m} \frac{(T_{gercek}(i) - T_{AVR}(i))}{T_{AVR}(i)}}{m} \quad (4.11)$$

$T\alpha(i)$, kabinin çağrı katına olan yakınlığının değeridir. (4.10) denkleminde öncelik değerini azaltacak şekilde çıkarılmıştır. Bu değer çok farklı şekillerde hesaplanabilir. Çağrı katına belli uzaklıktaki kabinlerin değerlendirmesi yapılabilir. Bu uzaklık sınırı tamamen tasarımcının bina performansı gözlemlerine göre seçilebilir. Çağrı katına yakın kabinlerin T_{α} değeri 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır [7].

LWP, hizmet beklerken çok uzun süre bekleyen yolcuların oranı sistem için önemli bir performans kriteridir. Yolcu memnuniyeti düşünüldüğünde çok uzun bekleme süreleri istenmeyen bir durumdur. Bina yüksekliğine göre değişebilecek olan uzun

süre bekleme süresi 60 sn olarak düşünülmüştür. Bu süreden fazla bekleyen yolcular uzun süre beklemiş sayılacaktır. AWT ve PC daha önceden bahsedilen ortalama bekleme zamanı ve güç tüketimi değerleridir [7].

Günün en yoğun halleri sabah ve akşam iş çıkışı saatlerinde kabin çalışma frekansları (sıklıkları) yüksek olmalıdır. Yoğun olan trafiğin karşılanabilmesi için hızlı hizmetler ve bunun olabilmesi için bekleme sürelerinin düşmesi gerekmektedir. α katsayısının küçük olması çağrı katına yakın olan kabinin atanma olasılığını arttırmayacaktır. Dolayısıyla T_{AVR} daha fazla ağırlık kazanacaktır. En hızlı hizmet verebilen kabin görevlendirilecektir [7].



Şekil 4.4: Alfa bulanık değerinin çıkarımı

Şekil 4.4'te α değeri hesaplanırken AWT, PC, LWP, SAAT ve BETA dilsel değişkenleri giriş olarak alınmış Mamdani kural editörü kullanılarak kural tablosu oluşturulmuş olup, centroid durulaştırma yöntemi kullanılarak α bulanık çıkarımı yapılmıştır. Bu bölümden sonraki 5. bölümde kendi tez konum olan bulanık mantık algoritmalı asansör grup kontrol sistemi tasarımı ve modellemesi yapılacaktır. Burada belirtilen bulanık mantık algoritmalı kontrol sistemlerinden farklı olarak kat önceliğine önem veren bir AGKS tasarlanmaya çalışılmıştır.

5. BULANIK ALGORİTMALI ASANSÖR GRUP KONTROLÖR TASARIMI

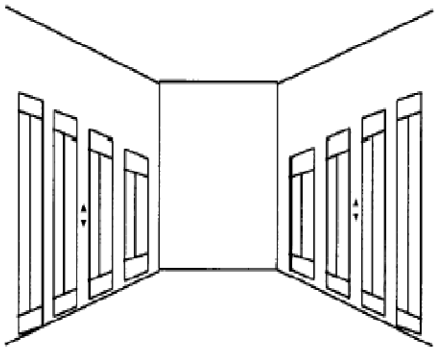
5.1. Giriş

AGKS'nin genel amacı çalışma programına uygun asansör kabinini belirleyerek gelen kat çağrısına cevap vermek üzere görevlendirmesidir. AGKS çalışma prensibini kat çağrılarına göre düzenler, uygun asansör kabinini seçer ve çağrıya cevap vermek üzere görevlendirir. AGKS aşağıdaki temel özellikleri karşılamak zorundadır:

1. Katlardan gelen her çağrıya hizmet verebilmek, çağrıya cevap vermeme olasılığı yoktur.
2. Ortalama bekleme süresini(AWT) olabildiğince kısaltmak,
3. Sistemin güç tüketimini kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutabilmek,
4. Ani trafik değişimlerine etkili cevap verebilmek,
5. Bina karakteristiğine (iş merkezi, hastane vb.) göre algoritma esnekliği sağlayabilmek,
6. Kontrol yöntemini net ortaya koyabilmelidir. Yani matematiksel olarak ifade edilebilmelidir.
7. AGKS bilgisayar yazılımı ile desteklenebilmelidir.

Uygulamada yukarıda sayılan temel özellikleri karşılayabilecek özellikte bir kontroller tasarlanmıştır.

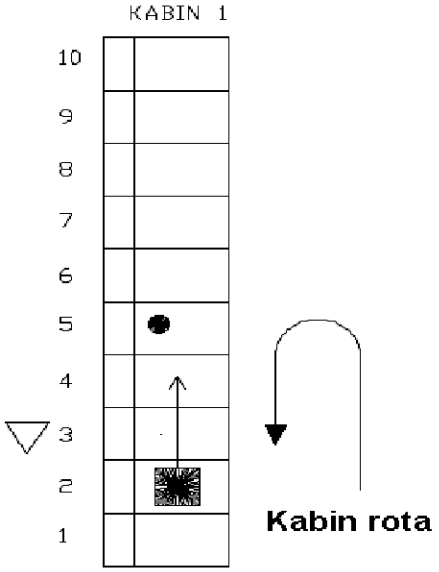
Tezde tasarlanan AGKS kat çağrılarına kabin görevi atama esasına göre çalışmaktadır. Yani kat çağrıları her katta bulunan yukarı ve aşağı butonları ile yapılacak ve yolcu kabine girdikten sonra gitmek istediği katın düğmesine basarak kabin içi çağrıyı gerçekleştirecektir. Katlarda yukarı ve aşağı olmak üzere iki adet buton bulunan asansör sistemleri, gidilecek yönün seçilebilmesi açısından yolcular için daha kullanışlıdır. Şekil 5.1'de basit olarak yukarı-aşağı kat çağrı butonları gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Koridor çağrı butonları

Tezde aşağıdaki çağrı cevaplama kabul durumlarına dikkat edilecektir. Kabin hareket yönünün tersi yönünde gelen kat çağrıları kabin diğer görevlerini tamamlamadan cevap vermeyecektir. Aynı yönlü kat çağrılarını dikkate alacaktır.

- ● Kabin İçi çağrı
- ▽ Aşağı yönlü kat çağrısı
- △ Yukarı yönlü kat çağrısı

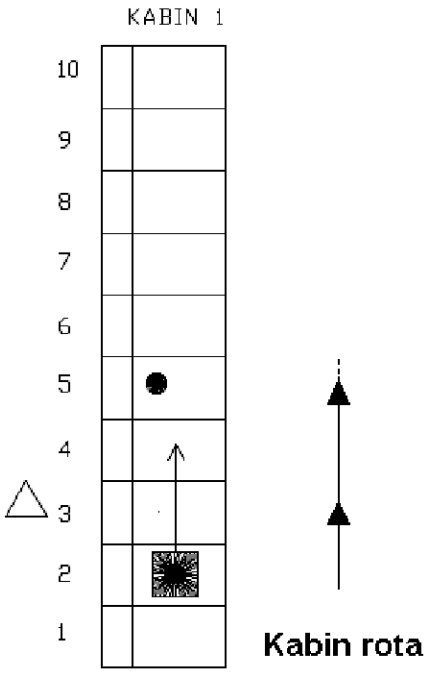


Şekil 5.2: Çağrı yönünün önemi-ters yönde çağrı

Şekil 5.2'de 1. kabin 2. kattan yukarı yönde hareket etmekte iken 3. kattan gelen aşağı yönlü bir çağrı kattan geçilirken cevaplanmayacaktır, kabin 5. kat kabin içi görevini tamamladıktan sonra çağrıyı cevaplayacaktır. Aynı şekilde 1. kattan yukarı yönlü bir çağrı gelse bile asansör kabini dur kalk ve yön değişimi yapacağı için yine diğer görevler tamamlanmadan cevaplanmayacaktır. Her ne kadar çağrı katı kabine

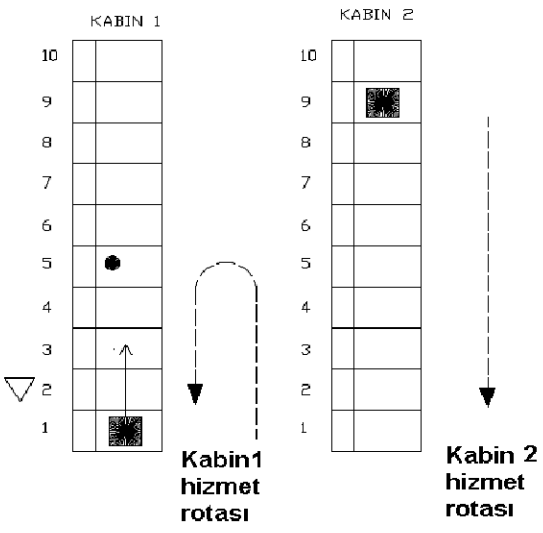
çok yakın da olsa çağrının yönü ve çağrı katının kabine göre pozisyonu seçimi etkilemektedir.

Şekil 5. 3'te ise 3. kattan gelen çağrı ile kabin hareket yönü aynıdır, kabin bu çağrıya cevap verecektir, yani 3. katta dur kalk hareketi yapacaktır.



Şekil 5.3: Çağrı yönünün önemi- aynı yönde çağrı

Yüksek katlı bir binada birden fazla kabin ve daha yoğun bir trafik mevcuttur. Kattan çağrı yapan yolcunun bekleme süresi sistem performansını doğrudan etkilemektedir. Şekil 5.4'te 2 kabinli bir sistemde kritik bir durum gözlenmektedir.



Şekil 5.4: Çoklu kabin alternatif çağrı cevaplama

Şekil 5.4'te 1. kabinimiz 1. kattan yukarı yönlü hareket halindedir ve 5. katta kabin içi çağrı görevi bulunmaktadır. 2. kabinimiz 9. katta durmaktadır ve AGKS tarafından herhangi bir görev ataması yoktur. 2. kattan aşağı yönlü yeni bir çağrı yapıldığında AGKS'nin 2 farklı cevap verme durumunu inceleyelim.

Kabin 1 çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilirse:

Kabin yönü ile çağrı yönü farklı olduğu için 1. kabin önce 5. kat kabin içi görevini gerçekleştirecek daha sonra 2. kat çağrısına cevap vermek üzere geri dönecektir, bu durumda kabin 2 beklemeye devam edecektir. 2. kattan çağrıyı yapan kişi ve ya kişiler 1. kabinin 5. kat kabin içi görevini tamamlamasını beklemek zorundadırlar [7].

Sistemin toplam hareket sayısını hesaplarken kat çıkma işlemini 1 birim olarak alırsak,

Kat hareket sayısı	: 7 kat yani 7 birim
Duruş(Hareket halinden duruşa geçme)	: 2 adet
Kalkış(Duruş halinden hareket haline geçme)	: 1 adet

Kabin 2 çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilirse:

Kabin 1 kabin içi görevini tamamlamak için yine 5 kata kadar çıkacaktır, kabin 2'de duruştan harekete geçerek 2 kata gelecektir [7]. Sistemin toplam hareket sayısı:

Kat hareket sayısı	: 11 kat yani 11 birim
Duruş(Hareket halinden duruşa geçme)	: 2 adet
Kalkış(Duruş halinden hareket haline geçme)	: 1 adet

Kat çağrısına 2. kabin görevlendirildiğinde çağrıyı yapan kişi ve ya kişilerin bekleme süresi kısalmaktadır, 2. kabin 7 birim kat hareketi ve 1 durma işi ile çağrıya cevap verebilmektedir. Buna karşılık sistemdeki toplam kat hareket sayısı düşünüldüğünde sistemin harcadığı güç tüketimi artmıştır. Burada işletmeci iyi bir karar vermelidir, yani insanların bekleme süresini azaltırken sistemin güç tüketimini arttırdığının farkında olmalıdır.

Tez çalışmasında Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te verilen çağrı yönü kabulleri geçerlidir. Yani kabin görevlerini tamamlamadan yön değiştirme yapamaz.

Bazı özel bina işletmeleri bazı önemli katlardan bir çağrı yapıldığında beklemeden asansörü kullanmak istemektedirler. Yani kabinlerin o katlarda hazır bulunması

beklenmektedir. Buradan hareketle bu uygulamada, daha önceden bu alanda yapılmış çalışmalardan farklı olarak kat önceliği değişkeni seçim fonksiyonuna eklenmiş olup formüldeki etkinliği bulanık mantık çıkarımından gelen değer ile kontrol edilmiştir. Normal trafik şartlarında kat önceliğine önem veren bir kontrol algoritması geliştirilmiştir.

Kat önceliği kabinin bulunduğu katın daha önceden işletmeci tarafından belirlenmiş değeridir, her 3 kabin için 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. 1 değeri ilgili katın yüksek öneme sahip olduğunu, 0 değeri ise o katın herhangi bir öneminin olmadığını ifade etmektedir. Kat önceliğinin etkinliği trafik durumuna göre bulanık mantık çıkarımından gelen bir değer ile kontrol edilmektedir.

Kat önceliğinin etkinliğini kontrol eden bulanık mantık çıkarımında PC (Güç tüketimi %), AWT (ortalama bekleme zamanı, saniye) ve KY (kat yoğunluğu, %) dilsel değişkenleri giriş olarak kullanılmıştır. Trafik yoğunluğunun az olduğu zaman dilimleri içinde bulanık mantık değeri büyük tutularak, kat önceliği büyük olan katlarda asansör kabinlerinin çakılı kalması sağlanmıştır. Tersi durumlarda yani güç tüketiminin fazla olduğu, ortalama bekleme zamanının ve aynı zamanda kat yoğunluğunun arttığı zaman dilimlerinde bulanık değer küçük tutularak kat önceliğinin etkisi azaltılıp çağrı katına yakın olan kabinlerin gönderilmesi kolaylaştırılmıştır.

Elde edilen bulanık mantık değeri sayesinde diğer çalışmalardan daha esnek ve basit yapıda bir seçim fonksiyonu geliştirilmiştir. Günün hangi zaman dilimi içinde olursak olalım seçim fonksiyonu trafik yoğunluğunun üstesinden gelebilmektedir. Diğer uygulamalarda yapıldığı gibi herhangi bir trafik moduna ihtiyaç duymamaktadır. Bulanık değişken sayesinde asansör trafiğine yorumlama katılabilmiştir.

Gerçekleştirilen bu yeni trafik algoritması MATLAB Guide'da simülasyon maketi hazırlanarak simülasyonu yapılacak ve sonuçlar değerlendirilecektir. Ayrıca tez için hazırlanmış olan 10 katlı 3 kabinli bir bina modelinde, görsel kontrol hayata geçirilmiştir.

Kabin seçim fonksiyonu belirlendikten sonra adım adım simülasyon maketinin oluşturulması, kod örnekleri verilerek anlatılmıştır.

5.2. Kabin Seçim Fonksiyonunun Belirlenmesi

Diğer benzer uygulamalarda olduğu gibi seçim fonksiyonu $\phi(i)$ ile Formül (5.1)'deki gibi ifade edilecektir.

$$\phi(i) = T_{AVR(i)} + K(i) \times T \tag{5.1}$$

Kontrol edilecek olan 3 adet kabinimiz bulunmaktadır, dolayısıyla $\phi(1)$ değeri yeni çağrı geldiği zaman 1. kabinin seçim fonksiyonu değeri, $\phi(2)$ değeri 2. kabinin seçim fonksiyonu değeri, $\phi(3)$ ise 3. kabinin seçim fonksiyonu değeri olacaktır.

$T_{AVR(i)}$: i. kabinin çağrı katına olan varış süresidir. Her yeni çağrı ile birlikte her kabin için çağrı katına varış süreleri hesaplanır ve seçim fonksiyonuna eklenir. Yani yeni bir çağrı geldiği zaman 1. kabinin çağrıyı cevaplama süresi T_{AVR1} olarak, 2. kabinin çağrıyı cevaplama süresi T_{AVR2} olarak, 3. kabinin çağrıyı cevaplama süresi T_{AVR3} olarak hesaplanacaktır. Kabinlerin çağrıyı cevaplama süreleri (T_{AVRi}) hesaplanırken her kat değiştirme 1,5 saniye, kabinin hareket halinden duruşa geçme süresi 5 saniye, duruş halinden harekete geçme süresi de 5 saniye olarak kabul edilmiştir. Yani her hangi bir kabin hareketi sırasında bir dur kalk hareketi için 10 saniye süre kaybedeceği kabulü yapılmıştır.

K_i: Kabinin bulunduğu katın kat önceliğidir. Önceden işletme tarafından kat öncelikleri belirlenir. K_1 1. kabinin bulunduğu katın önceden işletme tarafından belirlenmiş kat öncelik değeri, K_2 2. kabinin bulunduğu katın önceden işletme tarafından belirlenmiş kat öncelik değeri ve K_3 3. kabinin önceden işletme tarafından belirlenmiş kat öncelik değeri olmaktadır. Kat öncelik değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir, 1 değeri öncelik önemi büyük katlara verilecektir. 0 değeri ise verildiği katın herhangi bir önceliğinin olmadığını belirtmektedir.

T: Ortalama bekleme zamanı (AWT), güç tüketimi (PC) ve kat yoğunluğu (KY) dilsel değişkenlerin giriş olarak kullanıldığı bulanık mantık çıkarım sonucu elde edilen değerdir. Yani asansör trafik değişiminin deneyim ile yorumlanması sonucu elde edilen bulanık mantık çıkarımıdır. Formül (5.1)'e dikkat edilirse T değeri kat öncelik değeri olan K'nın formül içindeki etkinliğini kontrol etmektedir.

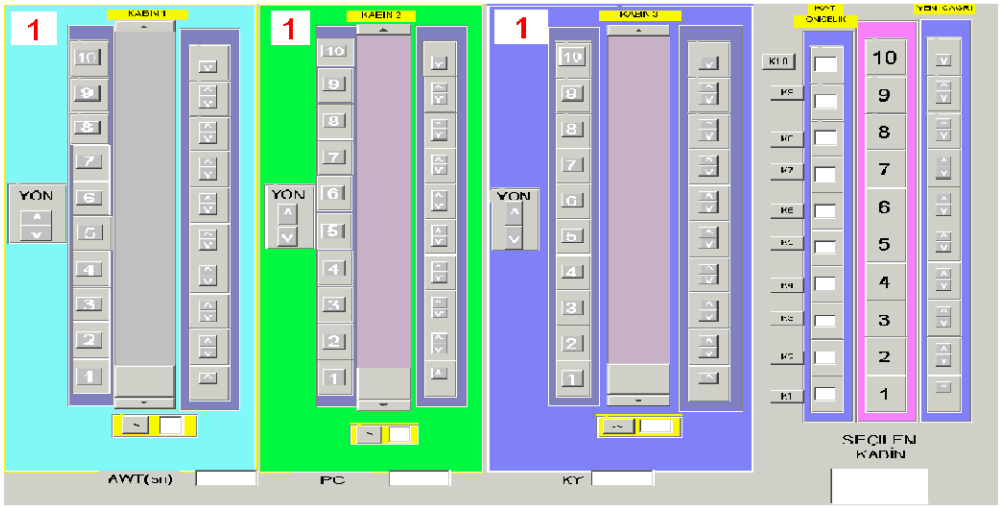
Yeni çağrı geldiği zaman Formül (5.1)'deki $\phi(i)$ her kabin için hesaplanacak ve seçim fonksiyonu küçük olan kabin çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilecektir.

5.3. Kat Önceliklerinin Belirlenmesi

Kat önceliklerinin belirlenmesi tamamıyla asansör işletmesinin bina yapısına ve isteklerine göre işletmeci tarafından önceden belirlenen değerlerdir. Uygulamamda kat önceliği her kat için 0'dan 1'e kadar değerlerle belirlenecektir. 0 değeri katın bir önceliğinin bulunmadığını belirtir, 1 değeri ise katın yüksek öneme sahip olduğunu ifade eder.

Kat önceliği seçim fonksiyonu değerine toplam olarak etki etmektedir. Kat önceliği büyük katlarda bulunan kabinler için, seçim fonksiyonunun değerini büyük tutarak ilgili kabinlerin o katta park etmesi hedeflenmiştir.

Kat öncelikleri MATLAB Guide uygulamasında kendilerine ait olan kısımların doldurulmasıyla işleme dahil edilmiştir. MATLAB Gui'de 3 kabinli 10 katlı bina için yapılan çalışma Şekil 5.5'te verilmiştir.



Şekil 5.5: Üç kabinli 10 katlı bina için guide asansör çalışması

```
function katonceligi1_Callback(hObject, eventdata, handles)

    İf  str2double(get(handles.katoncelik1,'String'))>1 || str2double(get(handles.katoncelik1,'String'))<0
        set(handles.katoncelik1,'string' , '*');
    else
        set(handles.katonceligi1,'ForegroundColor','red');
        global katoncelikleri
        katoncelikleri(1,1)=str2double(get(handles.katoncelik1,'String'))
    end
```

Şekil 5.6: Kat öncelik değerlerinin belirlenmesi

Şekil 5.6'daki MATLAB programında 1. katın öncelik değerini belirleyen program örneği verilmiştir. Programda 0 ile 1 arasında değer verilmesi sağlanmıştır, bu aralık dışında herhangi bir değer girilir ise kat önceliği kutusunda '*' işareti çıkarılarak kullanıcı uyarılmaktadır. Şekil 5.5'de K1 butonunun yanındaki kutuya 0 ile 1 arasında bir sayı girip K1 butonuna basıldığında Şekil 5.6'daki program çalışarak 1. katın kat öncelik değeri belirlemektedir. Benzer şekilde diğer katlar içinde aynı yöntem uygulanmaktadır.

Kat önceliği seçim fonksiyonuna pozitif katkı sağladığından seçim fonksiyonu değerini arttıran etkide bulunur, dolayısıyla kat önceliği büyük olan kattaki kabinin seçilme olasılığı azaltılmaktadır.

Kat önceliğinin etkinliği bulanık mantık çıkarımı olan T ile kontrol edilmektedir. Yoğun asansör trafiği hallerinde bulanık mantık küçük bir T değeri çıkararak kabinlerin seçilme olasılığını arttırmaktadır. Kat önceliğinin önemi ve bulanık mantık ile etkinliğinin kontrol edilmesi daha sonra verilecek olan örnekler ile pekiştirilecektir.

5.4. Kat Çağrı Butonlarının ve Fonksiyonlarının Oluşturulması

Her katta yukarı ve aşağı olmak üzere 2 adet buton bulunmaktadır. Bu butonlar aktif hale getirildiği zaman, program çalıştırılarak uygun asansör kabininin görevlendirilmesi yapılmaktadır.

Uygulamada herhangi bir kattan aşağı veya yukarı yönlü bir çağrı geldiğinde, FUZZY_Callback fonksiyonu çalıştırılarak uygun asansör kabini seçimi yapılmıştır. 10 katlı binamız için 1. katta sadece yukarı butonu, 10. katta ise sadece aşağı butonu bulunmaktadır. Diğer katlarda yukarı ve aşağı butonları vardır.

Şekil 5.5'te yeni çağrı kısmında herhangi bir kattan yukarı veya aşağı yönde butona basarak yeni çağrı yapıldığında her bir kabinin çağrı katına varış süreleri $T_{AVR}(i)$ hesaplanır, T bulanık mantık fonksiyonu çalışır ve değer alınır, elde edilen bu değerler ile kabinlerin bulunduğu katların kat öncelik değerleri kullanılarak $\phi(i)$ değerleri her bir kabin için hesaplanır. Seçim fonksiyonu en küçük olan uygun kabin seçilerek çağrı katına cevap vermek için görevlendirilir.

Görevlendirilme yapıldıktan sonra bir sonraki olası çağrı için AWT, PC ve KY değerlerinin güncellemesi yapılır. 1. kattan yukarı yönlü bir çağrı olması durumda

MATLAB fonksiyonunun nasıl işlediğini gösteren program alıntısı Şekil 5.7'de verilmiştir. Burada butona basıldığında FUZZY fonksiyonu çalıştırılmaktadır. Aynı butona tekrar basılırsa görev silinmekte ve arka fon rengi beyaza dönmektedir.

```
function Hallcall_UP1_Callback(hObject, eventdata, handles)
  global cagrikat
  global cagriyon
  global ensonkat
  cagrikat=1;
  cagriyon=1;
  durum1 = get(gcbo,'Value');
  if durum1==1
    set(handles.Hallcall_UP1,'ForegroundColor','red');
    FUZZY_Callback(852.0004, eventdata, handles)
  elseif durum1==0
    set(handles.Hallcall_UP1,'ForegroundColor','white');
  End
```

Şekil 5.7: 1. kattan yukarı yönlü kat çağrısı

Aynı şekilde herhangi bir kattan aşağı yönlü bir çağrı gelmesi durumunda yine benzer uygulama yapılmaktadır. 2. kattan aşağı yönlü bir çağrı gelme durumu aşağıda Şekil 5.8'de incelenmiştir.

```
function Hallcall_DOWN2_Callback(hObject, eventdata, handles)
 global cagrikat
 global cagriyon
 cagrikat=2;
 cagriyon=0
 durum1 = get(gcbo,'Value');
   if durum1==1
     set(handles.Hallcall_DOWN2,'ForegroundColor','red');
     FUZZY_Callback(852.0004, eventdata, handles)
   elseif durum1==0
     set(handles.Hallcall_DOWN2,'ForegroundColor','white');
   End
```

Şekil 5.8: 2. kattan aşağı yönlü kat çağrısı

5.5. Kabin Kat Görevlerinin Tanımlanması

Asansör kabinlerinin hareketi sırasında uygulayacağı kat çağrıları hol isimli matrislerde tutulmaktadır. hol1, hol2, hol3 matrisleri 2 satır 10 sütundan oluşmaktadırlar. Hol matrislerinin 1. satırında ilgili kabinin uygulanacağı yukarı kat çağrıları, 2. satırında ise ilgili kabinin uygulayacağı aşağı kat çağrıları kaydedilmektedir.

hol1 matrisinde 1. kabinin uygulayacağı yukarı ve aşağı kat çağrıları kaydedilir. hol2 matrisinde 2. kabinin uygulayacağı yukarı ve aşağı kat çağrıları kaydedilir. hol3 matrisinde ise 3. kabinin uygulayacağı yukarı ve aşağı kat çağrıları oluşturulmaktadır.

$$\text{hol1} = \begin{bmatrix} 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \end{bmatrix} \tag{5.2}$$

Yukarıdaki (5.2) hol 1 matrisi incelendiğinde 1. kabinin 9 kattan gelen aşağı yönlü bir çağrıya cevap vereceği anlaşılmaktadır. Yani 1. kabin AGKS tarafından 9. kattan aşağı kat çağrısına cevap vermek üzere görevlendirilmiştir. Ayrıca uygulaması gereken yukarı kat çağrısı bulunmamaktadır.

1. kabine 1. kattan yukarı çağrı görevi atayan program yazılımı Şekil 5.9'da verilmiştir.

```
% --- Executes on button press in CAR1_UP1.
function CAR1_UP1_Callback(hObject, eventdata, handles)
durum1 = get(gcbo,'Value');
if durum1==1
   global hol1
   hol1(1,1)=1
   set(handles.CAR1_UP1,'ForegroundColor','red');
else
   global hol1
   hol1(1,1)=0
   set(handles.CAR1_UP1,'ForegroundColor','white');
End
```

Şekil 5.9: 1. kabine 1. kattan yukarı çağrı görevi atanması

Şekil 5.15'te Kabin 1 genel görünümü verilmiştir. Burada kat görevleri butonlarına basılarak ilgili kabine aşağı veya yukarı kat görevi ataması yapılabilmektedir.

Şekil 5.9'da Kabin1 bölümünde 1. kat yukarı kat butonuna basıldığında 1. kabine uygulayacağı 1. kattan yukarı kat görev ataması yapan program verilmiştir. Butona basıldığında hol1 matrisinde 1. satır 1. sütun elemanı 1 olmaktadır. Tekrar aynı butona basılırsa görevi siler ve arka fonu beyaz yapar.

Kabinlere aşağı kat görevi atamak içinde benzer yol takip edilir. 1. kabine 2. kattan aşağı çağrı görevi atayan program yazılımı Şekil 5.10'da verilmiştir. Burada Kabin 1 bölümünde 2. kat aşağı kat çağrı butonuna basılırsa hol1 matrisinin 2. satır 2. sütun elemanı 1 yapılır, tekrar aynı butona basılırsa görev silinir, ilgili matris elemanı sıfır yapılır.

```
% --- Executes on button press in CAR1_DOWN2.
function CAR1_DOWN2_Callback(hObject, eventdata, handles)
durum1 = get(gcbo,'Value');
if durum1==1
   global hol1
   hol1(2,2)=1
   set(handles.CAR1_DOWN2,'ForegroundColor','red');
else
   global hol1
   hol1(2,2)=0
   set(handles.CAR1_DOWN2,'ForegroundColor','white');
End
```

Şekil 5.10: 1. kabine 2. kattan aşağı çağrı görevi atanması

5.6. Kabin İçi Görevlerinin Tanımlanması

Kabin içi görevlerin atandığı kabin matrisleri kabin1, kabin2 ve kabin3 olarak 3 kabin için ayrı ayrı oluşturulur. Matrisler tek satır 10 sütundan oluşmaktadırlar. Bu matrisler kabin içindeki yolcuların gitmek istedikleri katları belirtmektedir. Gidilmek istenilen kat butonuna basıldığında ilgili eleman 0 durumundan 1 durumuna alınmaktadır. Tekrar basıldığında görev ataması 0 yapılarak silinmektedir.

Örnek olarak 1. kabine kabin içinden 1. kata gitme görevini aktaralım, örnek program Şekil 5.11'deki gibi olacaktır. Kabin 1 bölümünde 1. kat kabin içi butonuna basıldığında kabin1 matrisinin 1. sütun elemanı 1 yapılmaktadır. Tekrar aynı butona basılırsa matris elemanı sıfır yapılarak görev ataması silinir, arka fon beyaz yapılır. Şekil 5.15'te kabin 1 görünümünde kabin içi butonları gösterilmiştir.

```
% --- Executes on button press in Kabin1ici_1.
function Kabin1ici_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
durum1 = get(gcbo,'Value');
if durum1==1
   global kabin1
   kabin1(1,1)=1
   set(handles.Kabin1ici_1,'ForegroundColor','red');
else
   global kabin1
   kabin1(1,1)=0
   set(handles.Kabin1ici_1,'ForegroundColor','white');
End
```

Şekil 5.11: 1.Kabine kabin içi görev atama

Eğer 1. kabinin sadece kabin içinden 1. kata gitme görevi verilmişse örnek matris aşağıdaki (5.3) gibi olacaktır.

kabin1=[1 0 0 0 0 0 0 0 0 0] (5.3)

Tekrar aynı butona basıldığında bu görev silinecektir.

5.7. Kabin Hareket Yönlerinin Tanımlanması

Bir kabin için yukarıdaki kabin içi görevleri veya kabin kat görevleri atanmış ise kabinin mutlaka hareket yönü de belirlenmelidir. Yön belirlenmez ise kabin duruyor kabul edilir. Kabin hareket yönünün belirlenmesi sistem performansı ve çalışması açısından önemlidir.

Şekil 5.12'de 1. kabine yukarı yön atayan programın örneği verilmiştir. Şekil 5.13'te ise yine benzer yolla 1. kabinin yönünü aşağı olarak belirleyen program örneği verilmiştir. Şekil 5.12'de Kabin 1 bölümünde (Şekil 5.15'te) yukarı yön tuşuna basılır ise kabindurum1 =1 yapılır ve yukarı hareket yön ataması yapılır. Tekrar aynı butona basılır ise kabin hareket yönü silinir.

kabindurum1=1 ise kabin yukarı hareket ediyor
kabindurum1=2 ise kabin aşağı yönde hareket ediyor
kabindurum1=0 ise kabin duruyor demektir
Bir kabine aynı anda yukarı ve aşağı hareket yönü ataması yapılamaz.

```
% --- Executes on button press in Kabin1Yon_UP.
function Kabin1Yon_UP_Callback(hObject, eventdata, handles)
durum1 = get(gcbo,'Value');
if durum1==1
   global kabindurum1
   kabindurum1=1 %yukarı yönde
   set(handles.Kabin1Yon_UP,'ForegroundColor','red');
   set(handles.Kabin1Yon_DOWN,'ForegroundColor','white');
   gec3 = findobj(gcbf,'TooltipString','DWN1');
   set( gec3,'Value', 0);
else
   global kabindurum1
   kabindurum1=0
   set(handles.Kabin1Yon_UP,'ForegroundColor','white');
   gec3 = findobj(gcbf,'TooltipString','UP1');
   set( gec3,'Value', 0);
End
```

Şekil 5.12: 1. Kabine yukarı yön ataması

```
function Kabin1Yon_DOWN_Callback(hObject, eventdata, handles)
durum1 = get(gcbo,'Value');
if durum1==1
   global kabindurum1
   kabindurum1=2    set(handles.Kabin1Yon_DOWN,'ForegroundColor','red');
   set(handles.Kabin1Yon_UP,'ForegroundColor','white');
   gec3 = findobj(gcbf,'TooltipString','UP1');
   set( gec3,'Value', 0);
else
   global kabindurum1
   kabindurum1=0
   set(handles.Kabin1Yon_DOWN,'ForegroundColor','white');
   gec3 = findobj(gcbf,'TooltipString','DWN1');
   set( gec3,'Value', 0);
End
```

Şekil 5.13: 1. Kabine aşağı yön ataması

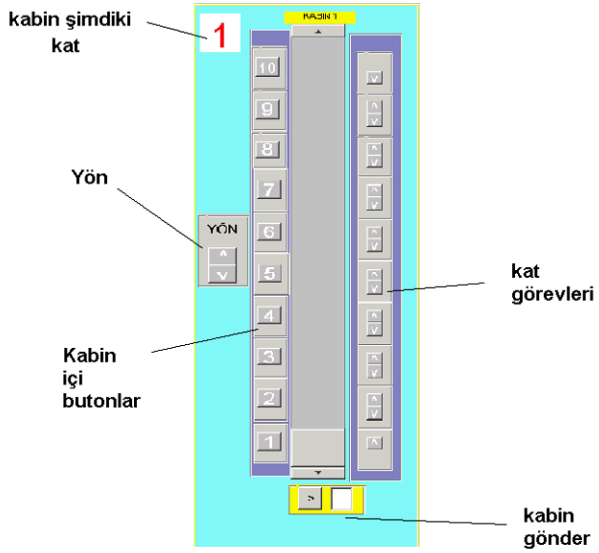
5.8. Kabin Gönderme Butonlarının Tanımlanması ve Kabin Şimdiki Kat Gösterimi

Üç kabinli sistemimizde asansör kabinlerinin her birinin altında kabin gönderme kutusu ve gönder butonu bulunmaktadır, butona basıldığında kutu içinde yazılan rakam 10'dan büyük ve aynı zamanda negatif değil ise yazılan kat rakamına ilgili

kabinin yerleştirilmesi yapılır. Kabininin kata yerleştirilmesi ile birlikte ilgili kabinin şimdiki kat göstergesinde de kabinin bulunduğu katı ifade eden rakam yer alır. Şekil 5.14'te 1.kabini istenilen kata gönderen programın örneğine yer verilmiştir. Şekil 5.15'te ise yukarıda belirlediğimiz tüm görev atamalarının MATLAB Gui uygulamasındaki yerleri gösterilmiştir.

```
function KabitGit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
If str2double(get(handles.Kabin1kat,'String'))>10 || str2double(get(handles.Kabin1kat,'String'))<1
   set(handles.Kabin1kat,'string' , '*');
   return
end
set(handles.Kabin1,'Value',str2double(get(handles.Kabin1kat,'String'))-1);
set(handles.Kabinsimdikikat1,'string' , str2double(get(handles.Kabin1kat,'String')));
global kabin1simdkat
kabin1simdkat=str2double(get(handles.Kabin1kat,'String'))
```

Şekil 5.14: 1. Kabini istenilen kata gönderen program



Şekil 5.15: Kabin 1 genel görünüm

5.9. Ortalama Bekleme Zamanının (AWT) Hesaplanması

Ortalama bekleme zamanı bu uygulamada son 5 dakikalık zaman diliminde yapılan çağrılara cevap verebilme süresinin ortalaması alınarak hesaplanacaktır. Son 5 dakikalık süreçte hangi kabin çağrıya cevap verirse o kabinin çağrıyı cevaplama süresi toplama eklenir, elde edilen toplam son 5 dakika içinde yapılan çağrı sayısına bölünerek AWT değerinin saniye olarak hesaplaması gerçekleştirilir. Son 5 dakikalık

zaman diliminde m adet çağrı gelmiş ise AWT değeri bu çağrılara cevap verme sürelerinin aritmetik ortalaması alınarak aşağıdaki (5.4) formülü ile hesaplanabilir.

$$AWT = \frac{\sum_{i=1}^{m} T_{AVR}(i)}{m} \tag{5.4}$$

Birim olarak saniye esas alınacaktır. MATLAB programında ortalama bekleme zamanı hesaplanmasını gösteren program Şekil 5.17'de verilmiştir. Bu programda hangi kabin gelen çağrıya cevap verecek ise o kabinin çağrıyı cevaplama süresi toplama ilave edilmektedir.

Her gelen yeni çağrıda bu değer 5 dakikalık zaman dilimi dikkate alınarak güncellenmektedir. 5 dakikalık süreçte AWT değerinin hesaplanması ani yaşanan pik asansör trafiği aralığının kaçırılmaması içindir.

Şekil 5.17'deki program örneğinde "TSURE" matrisi tek satır bir matristir. Her yeni çağrıda hangi kabin AGKS tarafından çağrıyı cevaplamak üzere seçilmiş ise seçilen kabinin çağrıyı cevaplama süresi "TSURE" matrisine eklenmektedir. Son 5 dakika içinde gelen çağrılara cevap veren ilgili kabinlerin çağrı katına varış süreleri toplanarak elde edilen "toplamsure" nin aritmetik ortalaması yani son 5 dakika içinde gelen çağrı sayısına bölünmesi ile AWT değeri hesaplanır.

Kabinlerin çağrıyı cevaplama süreleri ($T_{AVR(i)}$) hesaplanırken, daha önceden bahsedildiği gibi her kat değiştirme 1,5 saniye, duruş süresi 5 saniye, kalkış süresi 5 saniye olarak hesaplanmaktadır. Yani her hangi bir kabin bir dur kalk için 10 saniye süre harcayacağı kabulü yapılmıştır.

$T_{AVR(i)}$, yani kabinlerin gelen çağrıyı tahmini cevaplama sürelerini hesaplayan program tb2.m matlab programıdır. Ana "BULANIK_KONTROL07.m" programı çalıştırıldığında şekil 5.16 program kısmında tb2.m programı çağrılarak T_{AVR1}, T_{AVR2} ve T_{AVR3} varış süreleri ile ileride bahsedeceğimiz PC-güç tüketimi hesaplaması için kabinlerin alacağı yol ile kabinleri hareketleri sırasında yapacağı dur kalk sayılarının hesaplaması yapılmaktadır.

```
Tavr1=tb2(hol1,kabin1,kabin1simdkat,kabindurum1,cagrikat,cagriyon,ensonkat,0)
durkalk1=tb2(hol1,kabin1,kabin1simdkat,kabindurum1,cagrikat,cagriyon,ensonkat,1);
yol1=tb2(hol1,kabin1,kabin1simdkat,kabindurum1,cagrikat,cagriyon,ensonkat,2);

Tavr2=tb2(hol2,kabin2,kabin2simdkat,kabindurum2,cagrikat,cagriyon,ensonkat,0)
durkalk2=tb2(hol2,kabin2,kabin2simdkat,kabindurum2,cagrikat,cagriyon,ensonkat,1);
 yol2=tb2(hol2,kabin2,kabin2simdkat,kabindurum2,cagrikat,cagriyon,ensonkat,2);

 Tavr3=tb2(hol3,kabin3,kabin3simdkat,kabindurum3,cagrikat,cagriyon,ensonkat,0)
 durkalk3=tb2(hol3,kabin3,kabin3simdkat,kabindurum3,cagrikat,cagriyon,ensonkat,1);
 yol3=tb2(hol3,kabin3,kabin3simdkat,kabindurum3,cagrikat,cagriyon,ensonkat,2);
```

Şekil 5.16: Kabinlerin çağrıyı cevaplama sürelerini hesaplayan program

Hesaplanan yeni AWT değeri Guide modelindeki (Şekil 5.18) yerine yazılarak bir sonraki gelebilecek olan çağrı için güncellemesi yapılır. İleride bulanık T değerinin hesaplanmasına bahsedeceğimiz Tcikarim programında AWT girişi değeri yukarıda hesaplanarak ilgili kutusuna aktarılan saniye değerinden gelmektedir.

```
 if ((get(handles.GOREVKABINI,'String'))== '1. Kabin')
                    TSURE(1,cagrisayac)=Tavr1
end
if ((get(handles.GOREVKABINI,'String'))== '2. Kabin')
                    TSURE(1,cagrisayac)=Tavr2
End
 if ((get(handles.GOREVKABINI,'String'))== '3. Kabin')
                     TSURE(1,cagrisayac)=Tavr3;
 end
 global toplamsure
 toplamsure=0;
 if (cagrisayac>1)
            for i=cagrisayac-toplamcagri:1:cagrisayac-1
                    toplamsure = toplamsure + TSURE(1,i);
            end
                    toplamsure
                    toplamcagri
                   set(handles.AWT,'string' ,toplamsure/toplamcagri )
 End
```

Şekil 5.17: AWT-Ortalama bekleme zamanının hesaplanması

Şekil 5.18: AWT- Ortalama bekleme zamanı guide uygulaması

Ortalama bekleme zamanını hesaplayan programın tamamını EKC'de program CD'si içinde bulabilirsiniz.

5.10. Güç Tüketimi (PC) Hesaplanması

PC bu uygulamada, son 5 dakikalık zaman diliminde tüm asansör sisteminin gelen çağrılara cevap verebilmek için tükettiği gücün olası maksimum tüketim gücüne oranı ile elde edilen yüzde olarak tanımlanmaktadır. Formül (5.5)'te güç tüketimini hesaplayan formül verilmiştir.

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^{m} PC_i}{1800} \times 100 \qquad (5.5)$$

Son 5 dakikalık süreçte m adet çağrı gelmesi durumunda sistemin güç tüketimi hesaplaması yukarıda verilmiştir. Buradaki 1800 ifadesi maket uygulamada olası maksimum güç tüketimi hesaplanarak elde edilmiştir. Hesaplamada bazı olası kabuller yapılmıştır.

Kabinin her kat değiştirmesinde 3W, her bir dur kalk hareketinde de 12 W güç tükettiği varsayılmıştır. Son 5 dakikalık zamanda maksimum güç tüketimi üç kabin için aşağıdaki gibi hesaplanacaktır. 300 saniye içinde yapılabilecek maksimum kat değiştirme üç kabin için 600 adet olacaktır. Maksimum güç tüketimi (5.6)'da hesaplanmıştır.

$$\text{Maksimum olası güç tüketimi} = 600 \times 3W = 1800W \qquad (5.6)$$

Şekil 5 19'daki program incelendiğinde görev kabini seçildiklerinde ayrı ayrı güç tüketimleri hesaplanmaktadır. PC1 1. kabinin görev kabini olması durumunda çağrıya cevap verebilmesi için tüketeceği güç, PC2 2. kabinin görev kabini seçilmesinde tüketeceği güç, PC3 ise 3. kabinin görev kabini olmasında tüketeceği güç olarak hesaplaması yapılmıştır.

Güç tüketimi hesabında kullanılan veriler yani durkalk sayısı ve alacağı yol bilgileri Şekil 5.16'daki tb2.m programından elde edilmektedir. tb2.m program örneğini EKC program CD'si içinde bulabilirsiniz.

```
global PCTUM
global PC1
global PC2
global PC3
PC1=durkalk1*12+yol1*3
PC2=durkalk2*12+yol2*3
PC3=durkalk3*12+yol3*3
        if ((get(handles.GOREVKABINI,'String'))== '1. Kabin')
    PCTUM(1,cagrisayac)=PC1;
end
if ((get(handles.GOREVKABINI,'String'))== '2. Kabin')
    PCTUM(1,cagrisayac)=PC2;
end
if ((get(handles.GOREVKABINI,'String'))== '3. Kabin')
    PCTUM(1,cagrisayac)=PC3;
end
global toplamguc
toplamguc=0;

if (cagrisayac>1)
    for i=cagrisayac-toplamcagri:1:cagrisayac-1
        toplamguc = toplamguc + PCTUM(1,i);
    end
      toplamguc
      toplamcagri
    set(handles.PC,'string' ,(toplamguc/1800)*100 );
end
```

Şekil 5.19: PC-Güç tüketimi yüzdesinin hesaplanması

Her yeni çağrıdan sonra son 5 dakikalık süreç içindeki yukarıdaki şekilde hesaplanan PC değeri MATLAB Guide programında Şekil 5.20'deki yerine yazılarak bir sonraki çağrı için PC bulanık mantık giriş değerini güncellemektedir. T değerinin hesaplanmasına bahsedeceğimiz Tcikarim programında kullanılan PC girişi değeri yukarıda hesaplanarak ilgili kutusuna aktarılan yüzde değerinden gelmektedir.

Şekil 5.20: PC- Güç tüketimi guide uygulaması

5.11. Kat Yoğunluğunun (KY) Hesaplanması

Yeni bir çağrı geldiği zaman, son 5 dakikalık çalışma süreci içinde yeni çağrının geldiği kattan gelen çağrıların sayısı son 5 dakika içinde gelen toplam çağrı sayısına oranlanarak KY yüzdesi hesaplanır.

Şekil 5.21'de oluşturulan "cagrizamanlari" matrisinde çağrının geldiği kat ve zaman kayıt altına alınmaktadır. "cagrizamanlari" matrisinin ilk iki sütununda çağrının geldiği kat, diğer sütunlarında da çağrının geldiği zaman kaydedilmektedir. Her yeni çağrıda "cagrizamanlari" matrisinin satır sayısı arttırılmaktadır.

$$\text{cagrizamanlari}= \begin{bmatrix} 0 & 7 & 1 & 3 & 0 & 4 & 4 & 8 \\ 0 & 7 & 1 & 3 & 0 & 5 & 2 & 5 \\ 0 & 5 & 1 & 3 & 0 & 7 & 0 & 1 \\ 0 & 5 & 1 & 3 & 0 & 7 & 3 & 0 \end{bmatrix} \tag{5.7}$$

Yukarıdaki (5.7) "cagrizamanlari" matrisi örneğinin ilk satırı incelendiğinde 7. kattan saat 13:04:48'de çağrının yapıldığı anlaşılmaktadır.

Şekil 5.21'deki program incelendiğinde "tyeni" yeni çağrının geldiği zaman, "teksi" ise eski çağrıların yapıldığı zamanlardır. Her yeni çağrı ile birlikte son 300 saniye yani 5 dakikalık süre dilimindeki çağrılar alınarak çağrının yapıldığı kat bilgilerini tutan "sonkatcagrilari" matrisi oluşturulmuştur. "sonkatcagrilari" matrisi 1x10 matristir. Bu matris içinde son 5 dakika içinde katlardan kaç adet çağrının geldiği tutulmaktadır. Matrisin elemanları kat bilgilerini vermektedir.

$$\text{sonkatcagrilari}= [0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 2\ 0\ 0\ 0\ ] \tag{5.8}$$

Yukarıdaki (5.8) "sonkatcagrilari" matrisi incelendiğinde son 5 dakika içinde 3 adet çağrının geldiğini ve bu çağrılardan 2 tanesinin 7 kattan, 1 tanesinin 5 kattan geldiği anlaşılabilir. Son 5 dakikalık sürece bakan kod ve açıklamalarını EKC içindeki "BULANIK_KONTROL07.m" kodu içinde bulabilirsiniz. Son 5 dakikalık süreçte bu kattan gelen ilk çağrı ise KY sıfır olarak atanır.

```
if cagrikat<10
        cagrizamanlari(cagrisayac,1)=0;
        cagrizamanlari(cagrisayac,2)=cagrikat;
    else
        cagrizamanlari(cagrisayac,1)=1;
        cagrizamanlari(cagrisayac,2)=0;
    end
     zaman=datestr(now)
    cagrizamanlari(cagrisayac,3)=zaman(1,13)-48;
    cagrizamanlari(cagrisayac,4)=zaman(1,14)-48;
   cagrizamanlari(cagrisayac,5)=zaman(1,16)-48;
   cagrizamanlari(cagrisayac,6)=zaman(1,17)-48;
    cagrizamanlari(cagrisayac,7)=zaman(1,19)-48;
    cagrizamanlari(cagrisayac,8)=zaman(1,20)-48;
    cagrizamanlari
    global teski
    global tyeni
    global toplamcagri
    global sonkatcagrilari
    toplamcagri=0;
    for i=1:10
       sonkatcagrilari(1,i)=0;
    end
tyeni=(((cagrizamanlari(cagrisayac,3)*10+cagrizamanlari(cagrisayac,4))*3600)+((cagrizamanlari(cagrisayac,5)*10+cagrizam
nlari(cagrisayac,6))*60)+((cagrizamanlari(cagrisayac,7)*10+cagrizamanlari(cagrisayac,8))));

  if cagrisayac>1
       for i=cagrisayac-1:-1:1

teski=(((cagrizamanlari(i,3)*10+cagrizamanlari(i,4))*3600)+((cagrizamanlari(i,5)*10+cagrizamanlari(i,6))*60)+((cagrizam
anlari(i,7)*10 + cagrizamanlari(i,8))));
          if abs(tyeni-teski)<=300
             toplamcagri=toplamcagri+1;
              if cagrizamanlari(i,1)==1
               sonkatcagrilari(1,10)=sonkatcagrilari(1,10)+1;
             else
                 sonkatcagrilari(1,cagrizamanlari(i,2))=sonkatcagrilari(1,cagrizamanlari(i,2))+1;
              end
            end
       end
```

Şekil 5.21: Son 5 dakika çağrılarının kayıt altına alınması

Şekil 5.22'deki programda şekil 5.21'deki programdan elde edilen çağrı verileri kullanılarak yeni bir çağrı geldiği zaman çağrının geldiği katın KY kat yoğunluğu yüzdesi hesaplanmaktadır. Hesaplanan KY değeri Şekil 5.23'deki Guide

uygulamasında ilgili kısmına yazılarak bir sonraki yeni çağrı için KY güncellemesi yapılmaktadır.

```
    if toplamcagri==0
        set(handles.KY,'string' ,'10');
    else
        set(handles.KY,'string' ,((sonkatcagrilari(1,cagrikat))/toplamcagri)*100 );
    end
else
    if cagrizamanlari(1,1)==1
        sonkatcagrilari(1,10)=sonkatcagrilari(1,10)+1;
    else
        sonkatcagrilari(1,cagrizamanlari(1,2))=sonkatcagrilari(1,cagrizamanlari(1,2))+1;
    end
    set(handles.KY,'string' ,'0');
end
    toplamcagri
    sonkatcagrilari
```

Şekil 5.22: KY-Kat yoğunluğunun hesaplanması

Şekil 5.23KY: Kat yoğunluğu guide uygulaması

Şekil 5.24: AWT-PC-KY Bulanık mantık giriş değerleri

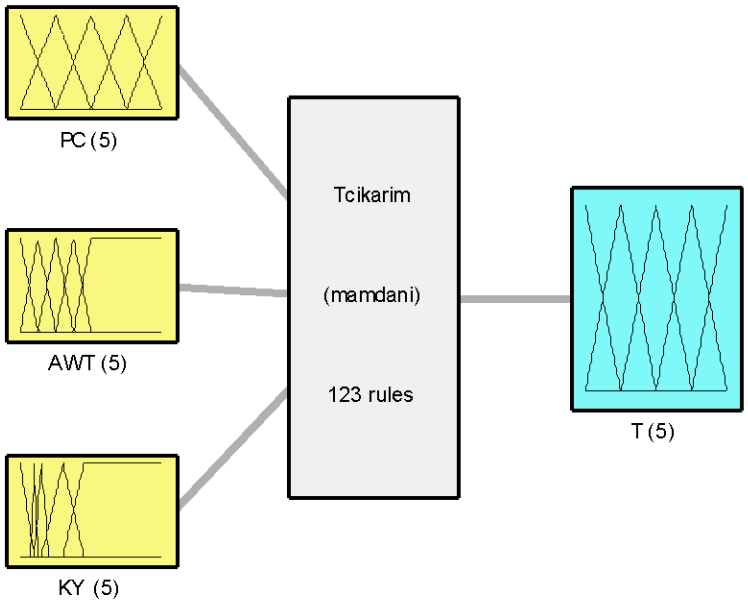
Şekil 5.24'te ortalama bekleme zamanı (AWT), güç tüketimi (PC) ve kat yoğunluğu(KY), bulanık mantık algoritmasında T değerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. T bulanık mantık değeri AWT, PC ve KY dilsel değişkenlerinin giriş olarak kullanıldığı ve asansör trafiğinin yorumlanması sonucu elde edilen bulanık mantık çıkış değeridir.

5.12. Bulanık Mantık Kullanılarak T değerinin Hesaplanması

Kabinlerin seçim fonksiyonu değerlerinin hesaplanmasında büyük etkisi olan T değeri, sistemin o anki trafik durumundan kaynaklanan AWT, PC, KY değerleri

kullanılarak bulunan bir bulanık mantık çıkarımıdır. Asansör trafiği durumunu ifade etmektedir diyebiliriz.

AWT, PC, KY dilsel değişkenleri üyelik fonksiyonları ile tanımlanarak T çıkarımı yapılmıştır. T değerinin hesaplanmasında MATLAB Fuzzy Toolbox kullanılmaktadır. Sistem çıkarımı için, 3 girişli 1 çıkışlı Mamdani tipi çıkarım kullanılmıştır. Şekil 25'te bulanık mantık T değerinin çıkarımı gösterilmiştir.



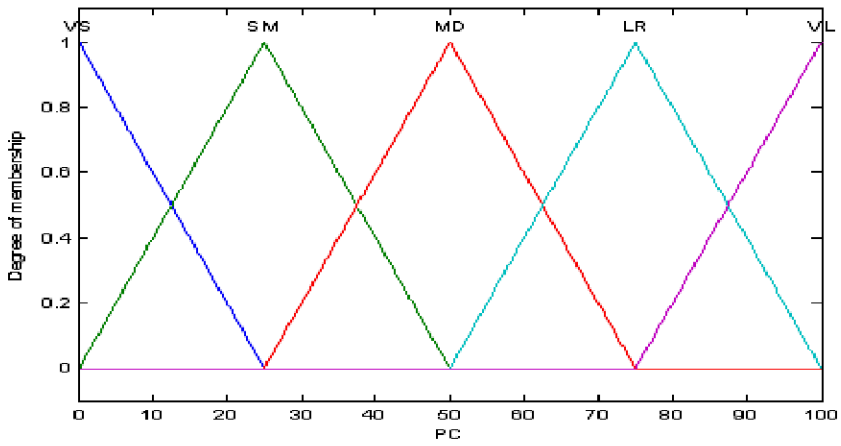
Şekil 5.25: 3 girişli 1 çıkışlı Mamdani tipi T çıkarımı

5.12.1. PC Bulanık Giriş Değerinin Oluşturulması

Güç tüketimi girişi ifade edilirken 5 değişik üyelik fonksiyonu ile tanımlanacaktır. Şekil 5.26'da PC üyelik fonksiyonları gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonları;

VS : Çok Küçük (%0-25) arasında etkindir
SM : Küçük (%0-50) arasında etkindir
MD : Normal (%25-75) arasında etkindir
LR : Büyük (%50-100) arasında etkindir
VL : Çok Büyük (%75-100) arasında etkindir

Giriş değerini BULANIK_KONTROL07.m MATLAB algoritması çalıştırıldığında PC kutusunda (Şekil 5.24) yazan rakamdan almaktadır. Yüzde (%) girişidir.



Şekil 5.26: PC Üyelik fonksiyonları

5.12.2 AWT Bulanık Giriş Değerinin Oluşturulması

Ortalama bekleme zamanı(AWT) girişi ifade edilirken 5 değişik üyelik fonksiyonu ile tanımlanacaktır. Şekil 5.27'de AWT üyelik fonksiyonları gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonları;

VS : Çok Küçük (0-7,5s) arasında etkindir

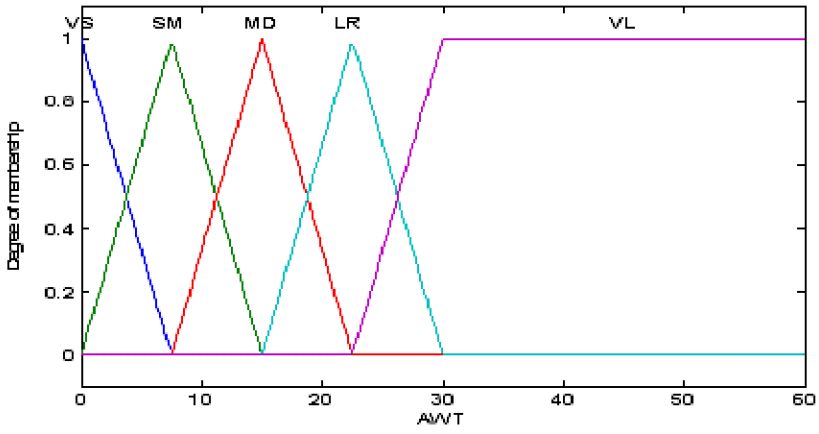
SM : Küçük (0-15s) arasında etkindir

MD : Normal (7,5-22,5 s) arasında etkindir

LR : Büyük (15-30s) arasında etkindir

VL : Çok Büyük (22,5-60s) arasında etkindir

Giriş değerini bulanık kontrol algoritması çalıştırıldığında programda hesaplanan süre değerinden saniye olarak almaktadır.



Şekil 5.27: AWT üyelik fonksiyonları

5.12.3 KY (Kat Yoğunluğu) Bulanık Giriş Değerinin Oluşturulması

Kat Yoğunluğu (KY) girişi ifade edilirken 5 değişik üyelik fonksiyonu ile tanımlanacaktır. Şekil 5.28'da KY üyelik fonksiyonları gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonları;

VS : Çok Küçük (% 0-10) arasında etkindir

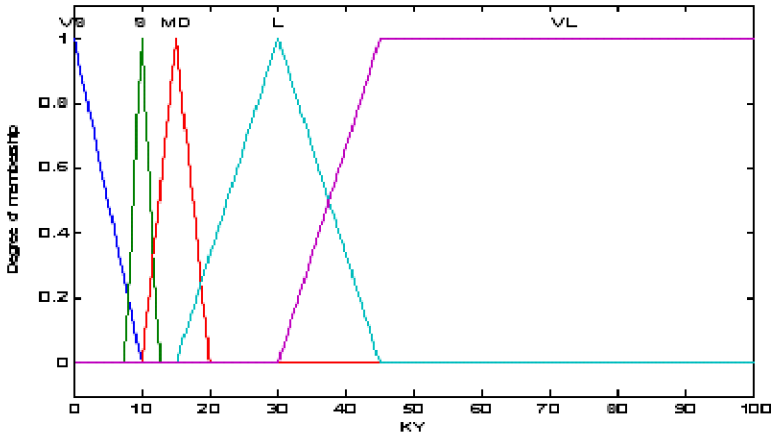
SM : Küçük (%7,5-12,5) arasında etkindir

MD : Normal (%10-20) arasında etkindir

LR : Büyük (% 15-45) arasında etkindir

VL : Çok Büyük (%30-100) arasında etkindir

Giriş değerini bulanık kontrol algoritması çalıştırıldığında programda hesaplanan çağrı katı yoğunluk değerinden yüzde olarak almaktadır.



Şekil 5.28: KY üyelik fonksiyonları

5.12.4 Bulanık Kural Tablosunun Oluşturulması

Kuralların belirlenmesinde deneyim ön plana çıkmaktadır. T değerinin sonucu bu kurallara bakılarak çıkarılır.

Eğer PC değeri VS ve AWT değeri VS ve KY değeri VS ise T değeri VL (5.9)

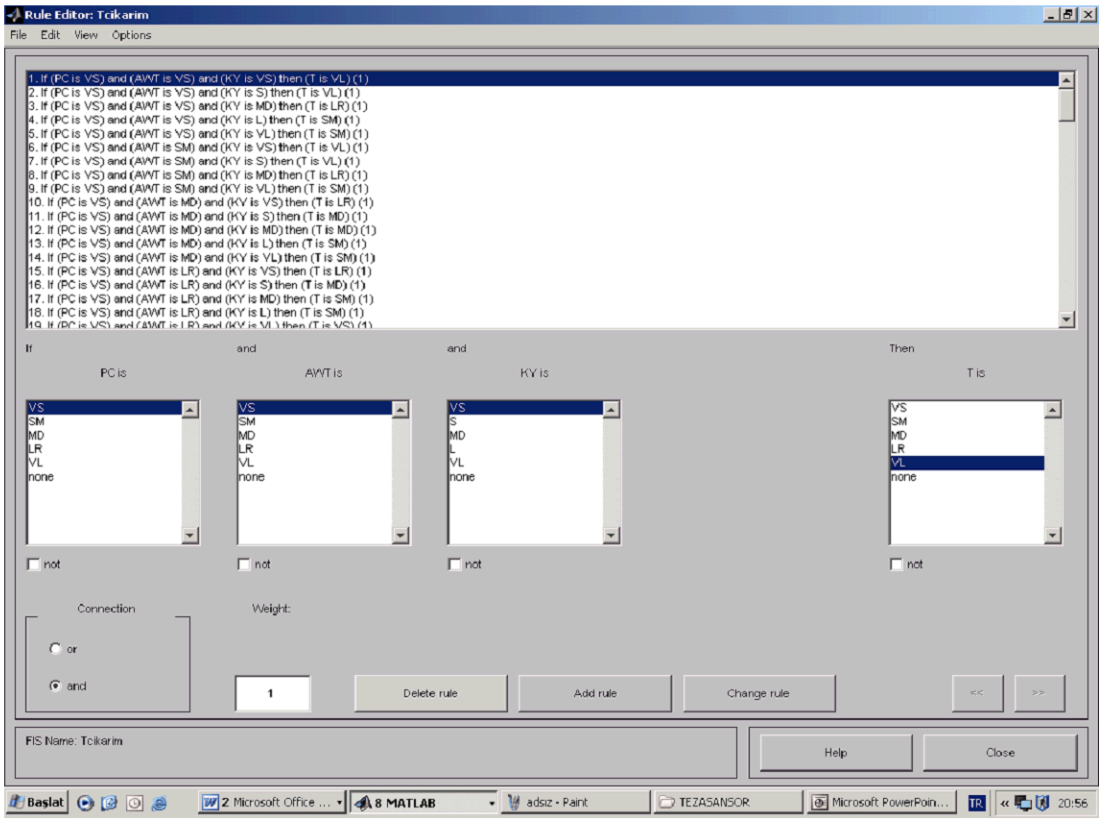
Yukarıdaki (5.9) kuralında asansör trafiği verilerine bakıldığında güç tüketimimiz çok küçük, ortalama bekleme zamanımız kısa ve kat yoğunluğu bulunmamakta iken çıkış değeri olan T büyük seçilerek seçim fonksiyonunda kat önceliğinin önemi arttırılmaktadır.

Eğer PC değeri VL ve AWT değeri VL ve KY değeri VL ise T değeri VS (5.10)

Yukarıdaki (5.10) kuralında ise asansör trafiği verilerine bakıldığında güç tüketimimiz çok büyük, ortalama bekleme zamanımız çok uzun ve kat yoğunluğu fazla iken çıkış değeri olan T olabildiğince küçük seçilerek seçim fonksiyonunda kat önceliğinin önemi azaltılmaktadır.

Dilsel değişkenlerin herhangi birinde yaşanan artış T değerini küçültmektedir. EK C'de verilen Tcikarim fuzzy dosyasında kural editörü incelendiğinde AWT, PC ve KY dilsel değişkenlerin asansör trafiği içindeki tüm durumları ifade etmek için 123 adet kural tanımlanmıştır. Genel olarak 3 girişli ve her bir girişte 5 adet üyelik fonksiyonu bulunan fuzzy sistemlerde 125 adet kural tanımlamak gerekmektedir. Oluşturulan 123 adet kural her trafik hali için istenilen T değerini verebilmektedir. Sistem çalışması yeterince hızlı ve doğru sonuçlar verdiği için her hangi bir aktif olmayan kuralların araştırılıp silinmesi çalışması yapmadım.

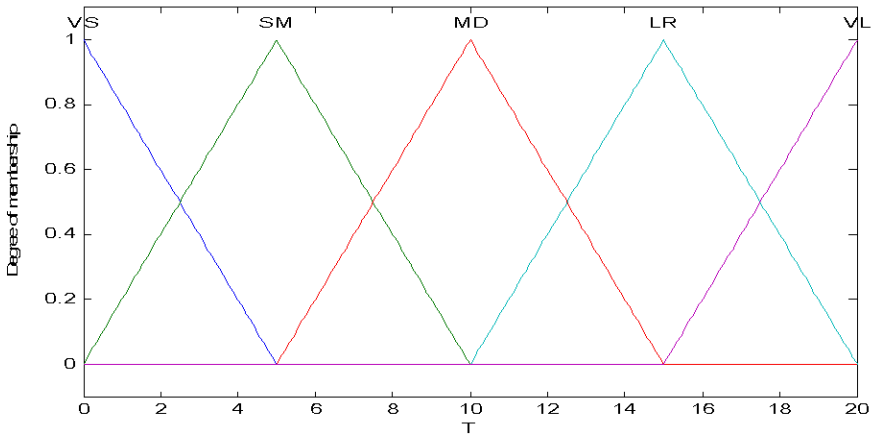
Şekil 5.29'da Matlab Fuzzy kural tablosu gösterilmiştir. Buradaki kural bağlantılarında 've' bağlacı kullanılmıştır. Bu kural tablosuna EKC içindeki program CD içindeki Tcikarim program dosyası ile ulaşabilirsiniz.



Şekil 5.29: Tcikarim kural editörü

5.12.5 T Çıkış Değerinin Elde Edilmesi

Şekil 5.30'da T çıkış değeri 5 farklı üyelik fonksiyonu ile tanımlanmıştır. Yeni bir çağrı geldiği zaman sistemden o andaki AWT, PC ve KY değerleri giriş alınarak Fuzzy tollbox'ta Mamdani tipi bulanıklaştırma ve centroid durulaştırma kullanılarak T değeri elde edilmektedir. Durulama yöntemi olarak centroid kullanılmasının sebebi hesaplama kolaylığı ve durulama metodları içinde yaygın bir yöntem olmasıdır.



Şekil 5.30: Bulanık T çıkış değeri üyelik fonksiyonları

Yukarıda belirtilen tüm PC, AWT, KY bulanık mantık giriş değerleri ve bu girişler neticesinde kural yorumlarımız sonucunda elde edilen T değerinin hesaplanması Şekil 5.31'deki program sayesinde elde dilmektedir. BULANIK_KONTROL.m MATLAB programında Tcikarim dosyası çağrılarak PC,AWT ve KY girişleri ile sistemden T değeri elde edilmesi sağlanmıştır. Programın 2. satırındaki yüzde işareti kaldırılarak T çıkarımının izlenmesi sağlanabilir.

```
% FUZZY kuralının işleyişi
% ruleview('Tcikarim');

    karar=readfis('Tcikarim');

% Bulanık T katsayısının çıkarımı
   T=evalfis([str2double(get(handles.PC,'String'))str2double(get(handles.AWT,'String'))
str2double(get(handles.KY,'String'))],karar)
```

Şekil 5.31: T Bulanık çıkarımın çağrılması

Yukarıda belirtilen bölümler içinde seçim fonksiyonunun elde edilmesinde kullanılacak tüm verilerin nasıl elde edildiği ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bundan sonraki kısımda "BULANIK_KONTROL07.m" MATLAB programının isteğim doğrultusunda çağrılara cevap verip vermediği örnekler ile kontrol edilmiştir.

5.13. Kural Etkinliğinin Örnekler İle Test Edilmesi

Burada asıl test edilecek unsur Tcikarim ile elde edilen bulanık T değerinin etkinliği yani kural etkinliğinin test edilmesidir. T değerimizin değişik trafik yoğunluklarında etkinliği test edilmiştir. Kural etkinliğinin anlaşılması için bazı net örnekler;

Örnek 1: Şekil 5.32'deki örnek durum 1'den aşağıdaki verilere ulaşılmaktadır.

△Asansör grup kontrol sisteminin henüz görev atamadığı yukarı kat çağrısı 7. kat

1.kabin 2. Katta

2.kabin 3. Katta

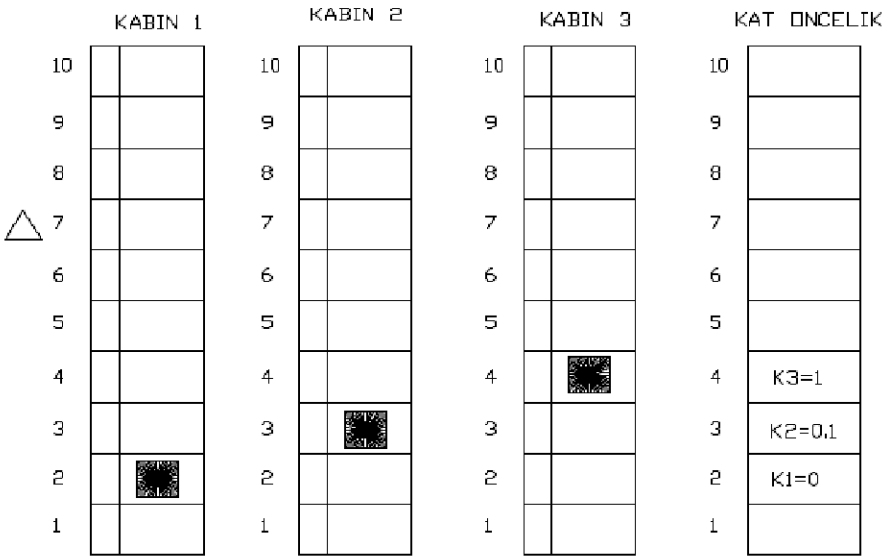
3.kabin 4. Katta olsun

1.Kabinin bulunduğu katın kat önceliği K1 = 0

2.Kabinin bulunduğu katın kat önceliği K2 = 0,1

3.Kabinin bulunduğu katın kat önceliği K3 = 1 olsun

7.kattan yukarı yönlü bir çağrı geldiği zaman;



Şekil 5.32: Örnek durum 1

Kabinlerin çağrı katına varış süreleri hesaplanırken, her kabin için kat değiştirme süresi 1,5 s, kabin durma ve kalkma 5 s olarak kabul edilecektir. Yani kabin bir duruş ve kalkış için 10 s süre kaybedeceği düşünülmektedir. Örnek olarak 1. kabinin çağrıya cevap verme süresini (5.11)'de hesaplarsak;

$$T_{AVR1} = 5 \times 1,5 + 10 = 17,5 \text{ s} \quad (5.11)$$

T_{AVR1}= 17,5 s

T_{AVR2}= 16 s

T_{AVR3}= 14,5 s

Bulanık mantık giriş değerlerimiz aşağıdaki gibi yoğun trafik durumu olsun;

AWT=60s

PC = 100

KY=100

Bu giriş değerlerinden elde edilen T değeri 1,5 olacaktır. Formül 5.1'den 3 kabin için seçim fonksiyonu değerleri (5.12)'de hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \phi(1) &= 17,5 \\ \phi(2) &= 16 + 0,1 \times 1,5 = 16,15 \\ \phi(3) &= 14,5 + 1 \times 1,5 = 16 \end{aligned} \quad (5.12)$$

$$\Phi3 < \Phi2 < \Phi1 \quad (5.13)$$

(5.13) sonucu incelendiğinde görev kabinimiz 3. kabindir. 3. kabinin seçim fonksiyonu değeri diğer iki kabininkinden küçüktür. 3. kabinin bulunduğun katın kat öncelik değerinin çok büyük olmasına rağmen sistemdeki trafik yoğunluğu sebebiyle T değeri küçük çıkmıştır ve kat önceliğinin önemi azalmıştır, 3. kabin çağrı katına en yakın kabin olduğu için çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilmesi yapılmıştır.

Aynı örneği yoğun olmayan trafik durumu için tekrar inceleyelim. Bulanık mantık giriş değerlerimiz aşağıdaki gibi normal trafik durumu olsun;

AWT=10s

PC = 20

KY=20

Bu giriş değerlerinden elde edilen T değeri 7,5 olacaktır. Kabinlerin çağrıyı cevaplama süresi değişmemiştir. Değerleri Formül 5.1'de yerine yazarsak;

Φ1= 17,5

Φ2= 16,75

Φ3= 22

$$\Phi2 < \Phi1 < \Phi3 \quad (5.14)$$

(5.14)'deki sonuçtan görev kabininin 2. kabin olduğu anlaşılmaktadır. 3. kabinin bulunduğun katın kat öncelik değeri diğer katlara göre çok büyüktür, çağrı katına en yakın kabin olmasına rağmen sistemdeki trafik yoğunluğu normal olması sebebiyle T değeri büyük çıkmıştır ve kat önceliğinin önemi artmıştır, 2. kabin çağrı katına en yakın kabin olmamasına rağmen çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilmesi yapılmıştır.

Örnek 2:

Çağrının geldiği zamanda kabinlerin pozisyonu Şekil 5.33'te gösterilmiştir. Yeni çağrı yapıldığı zamanda kabinlerin pozisyonları, yeni çağrının yapıldığı kat ve ayrıca kabinlerin bulundukları katların kat öncelikleri aşağıda verilmiştir.

△ Asansör grup kontrol sisteminin henüz görev atamadığı yeni yukarı kat çağrısı, 8. kattan yukarı yönlü

1.kabin 1. Katta

2.kabin 2. Katta

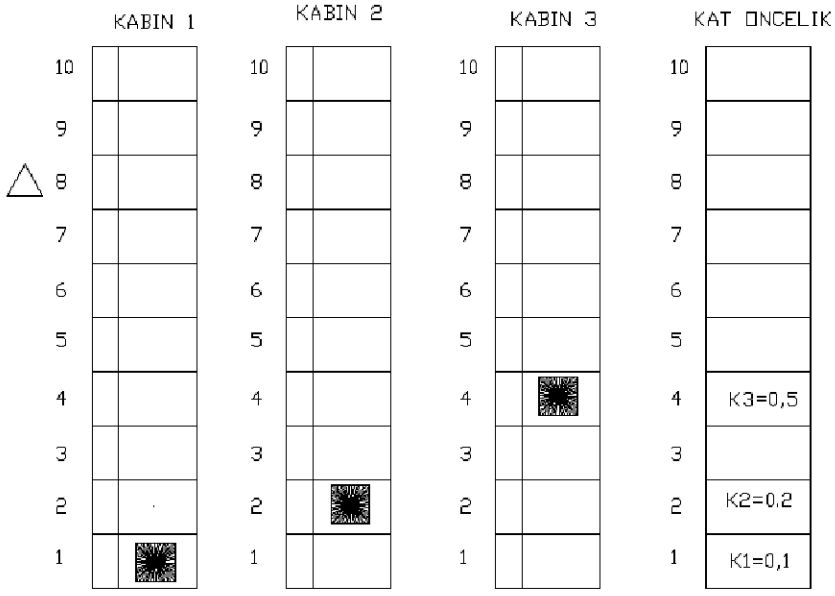
3.kabin 4. Katta olsun

1.Kabinin bulunduğu katın kat önceliği K1 = 0,1

2.Kabinin bulunduğu katın kat önceliği K2 = 0,2

3.Kabinin bulunduğu katın kat önceliği K3 = 0,5 olsun

8.kattan yukarı yönlü bir çağrı geldiği zaman;



Şekil 5.33: Örnek durum 2

Kabinlerin 8. kattan gelen çağrıyı cevaplama süreleri;

T_{AVR1}= 20,5 s

T_{AVR2}= 19 s

T_{AVR3}= 16 s

Bulanık mantık giriş değerlerimiz aşağıdaki gibi az yoğun trafik durumu olsun;

AWT=10s

PC = %5

KY= %5

Bu giriş değerlerinden elde edilen T değeri 15,8931 olacaktır. Bu veriler Formül 5.1'de yerine yazılır ise aşağıdaki seçim fonksiyonu değerlerine ulaşılacaktır.

Φ1= 22,0893

Φ2= 22,1786

Φ3= 23,9465

$$\Phi1 < \Phi2 < \Phi3 \tag{5.15}$$

(5.15)'deki sonuç incelendiğinde, seçilen kabin 1. kabindir.1. Kabin varış süreleri düşünüldüğünde çağrı katına en uzak olan kabindir. Buna karşın kat öncelik değeri en düşük olan katta bulunmaktadır. 3. kabin çağrı katına en yakın olan kabindir ve diğer kabinlere göre bulunduğu katın öncelik değeri büyüktür. Az trafik yoğunluğu sebebiyle T değeri büyük çıkarak kat önceliğinin önemi arttırılmıştır ve 1. kabin çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilmiştir.

Aynı örnek için trafik değişkenlerini arttıralım, bulanık mantık giriş değerlerimiz aşağıdaki gibi normal trafik durumu olsun;

AWT=10s

PC = %15

KY=%15

Bu giriş değerlerinden elde edilen T değeri 12,0968 olacaktır. Kabinlerin çağrıyı cevaplama süreleri değiştirilmemiştir.

Φ1= 21,7097

Φ2= 21,4194

Φ3= 22,0484

$$\Phi2 < \Phi1 < \Phi3 \tag{5.16}$$

(5.16)'daki sonuç incelendiğinde, seçilen kabin 2 kabindir. 3. kabinin bulunduğu katın kat öncelik değeri diğer kabinlerin bulunduğu katların öncelik değerinden büyüktür, çağrı katına en yakın kabin olmasına rağmen sistemdeki trafik yoğunluğu normal olması sebebiyle T değeri yine büyük çıkmıştır ve kat önceliğinin önemi artmıştır. 2. kabin çağrı katına en yakın kabin olmamasına rağmen çağrıya cevap vermek üzere görevlendirilmesi yapılmıştır. AGKS kat önceliğine önem vermiştir.

Aynı örnekte trafik değişkenlerini arttırmaya devam edelim, bulanık mantık giriş değerlerimiz aşağıdaki gibi normal trafik durumu olsun;

AWT=10s

PC = %20

KY=%20

Bu giriş değerlerinden elde edilen T değeri 7,5 olacaktır.

Φ1= 21,2500

Φ2= 20,5000

Φ3= 19,7500

$\Phi 3 < \Phi 2 < \Phi 1$ (5.17)

(5.17)'deki sonucu incelediğimizde, seçilen kabin 3. kabindir. Güç tüketimi ve kat yoğunluğundaki artış sebebiyle bulanık mantık algoritması önceki durumlara göre daha düşük bir T değeri çıkarmıştır, böylelikle kat önceliğinin önemi önceki örneklere nazaran azalmıştır, AGKS güç tüketimini ve kat yoğunluğunu azaltmak için en yakındaki kabin olan 3. kabini görevlendirmiştir.

Örnek 3:

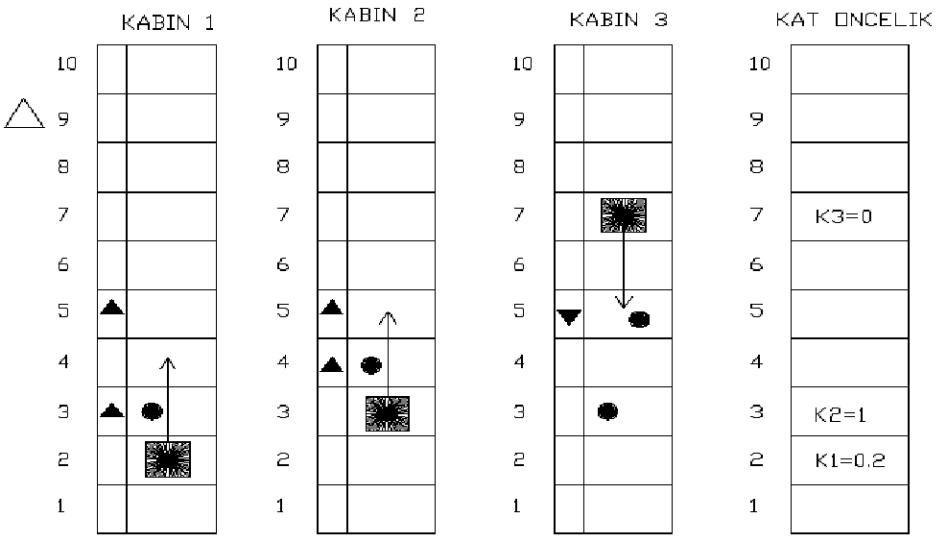
Şekil 5.34'teki geometrik şekiller aşağıdaki anlamlara gelmektedir.

▲ Kabin Tarafından Gerçekleştirilecek Olan Yukarı Kat Çağrısı

▼ Kabin Tarafından Gerçekleştirilecek Olan Aşağı Kat Çağrısı

● Kabin Tarafından Gerçekleştirilecek Olan Kabin İçi Çağrı

△ Asansör Grup Kontrol Sisteminin Henüz Görev Atamadığı Yeni Yukarı Kat Çağrı



Şekil 5.34: Örnek durum 3

Kabin 1

Bulunduğu kat : 2

Bulunduğu katın kat önceliği: K1 = 0,2

Kabin İçi Görev : 3

Çağrı Katı Görevi :3-5

Hareket Yönü : Yukarı

Kabin 2

Bulunduğu kat : 3

Bulunduğu Katın kat Önceliği: K2 = 1

Kabin İçi Görev : 4

Çağrı Katı Görevi :4-5

Hareket Yönü : Yukarı

Kabin 3

Bulunduğu kat : 7

Bulunduğu Katın Kat Önceliği: K3 = 0

Kabin İçi Görev : 5

Çağrı Katı Görevi :5-3

Hareket Yönü : Aşağı

Yeni çağrı: 9. kattan yukarı yönlü

Yeni çağrının geldiği andaki sistemin trafik performans değerleri;

AWT = 10sn

PC = %20

KY = %20 yani normal trafik durumu var

$T_{AVR.(1)}$ = 35.5sn

$T_{AVR.(2)}$ = 34sn

$T_{AVR.(3)}$ = 40sn

Yukarıdaki sistem performans değerlerinden elde edilen T bulanık değeri T = 7,5

$$\phi(1) = 35,5 + 0,2 \times 7,5 = 37$$
$$\phi(2) = 34 + 1 \times 7,5 = 41,5$$
$$\phi(3) = 40$$

$\Phi 1 < \Phi 3 < \Phi 2$ (5.18)

(5.18)'deki hesaplamalar sonucu elde edilen sonuç incelendiğinde, 9. kat yukarı kat çağrısı için seçilen kabin 1. kabindir. 2. kabin 1. kabine göre kat önceliği büyük bir katta bulunduğu için seçim fonksiyonu değeri 1. kabininkine göre büyük çıkmıştır, çağrı katına en hızlı cevap verebilecek kabin olmasına rağmen seçilmemiştir.

Aynı örneği trafik yoğunluğunun artması durumu için tekrar deneyelim,

AWT = 20sn

PC = %50

KY = %50 yani yoğun trafik durumu var.

Yukarıdaki sistem performans değerlerinden elde edilen T bulanık değeri T= 1,7510

$$\phi(1) = 35,5 + 0,2 \times 1,7510 = 35,8502$$
$$\phi(2) = 34 + 1 \times 1,7510 = 35,7510$$
$$\phi(3) = 40$$

$\Phi 2 < \Phi 1 < \Phi 3$ (5.19)

(5.19)'daki sonuç incelendiğinde seçilen kabin 2. kabindir.

İlk trafik değerlendirmesinde (5.18) trafik yoğunluğu ve performans değerleri belirlenen sınırlar içindedir, bulanık sistem çalışması sırasında kat önceliğinin önemini arttıracak şekilde büyük T değeri vermiştir. Çağrı katına en hızlı

ulaşabilecek kabin 2. kabin olmasına rağmen kat öncelik değeri büyük olduğu için AGKS görev atamasını 1. kabin olarak gerçekleştirmiştir.

İkinci trafik değerlendirmesinde (5.19) trafik yoğunluğu ve performans değerleri belirlenen sınırları aşmıştır, bulanık sistem çalışması sırasında kat önceliğinin önemini azaltacak şekilde küçük T değeri verdi, dolayısıyla çağrı katına en hızlı ulaşabilecek kabin olan 2. kabin bulunduğu katın öncelik değeri büyük olmasına rağmen AGKS tarafından 2. Kabin görevlendirilmiştir. Bu sayede güç tüketimi (PC), ortalama bekleme zamanı (AWT) ve çağrı katı yoğunluğunun değerleri normal sınırlar içine çekilmeye çalışılmıştır.

Asansör kabinleri hareket halinde olsalar bile çağrının geldiği anda hangi katta bulunuyorsa o katın kat öncelik değeri dikkate alınmıştır.

EK A Tablo A1 kısmında bu örneklere ilişkin bulanık mantık giriş değerlerinin adım adım değiştirilerek elde edilmiş olan kabin seçim fonksiyonu değerleri bulunmaktadır. Buradaki çizelgede kabin pozisyonu kısmında, kat numarası yanındaki (-) işareti kabin o katta duruyor, (^) işareti kabinin o kattan yukarı yönde hareket ediyor, (v) işareti ilgili kabinin o kattan aşağı yönde hareket ediyor anlamına gelmektedir. Kabin görevleri kısmında ise benzer şekilde yön işaretleri ilgili katta kat görevi olduğunu, içi dolu daire ise ilgili katta kabin içi görevi olduğu anlamına gelmektedir. Sonuçlar incelendiğinde KY girişinin seçim fonksiyonuna etkisi %20 kat yoğunluğundan sonra artmaktadır. PC güç tüketiminin etkisi AWT ve KY düşük iken %55'ten sonra etkisini arttırmıştır. AWT etkisi ise 25 saniyeden sonra önemli artış yapmıştır. Seçim fonksiyonunda her ne kadar AWT, PC ve KY etkisi büyükte olsa işletmeci tarafından verilecek olan kat öncelik değerleri de seçim fonksiyonunun büyüklüğünü etkilemektedir.

EK A Tablo A2'de bulanık mantık giriş değerleri sabit tutularak kabinlerin bulunduğu katların kat öncelik değerlerindeki değişimin sonuca olan etkisi incelenmiştir. Kat öncelik değerinin arttırılması kabin seçimini zorlaştırmaktadır.

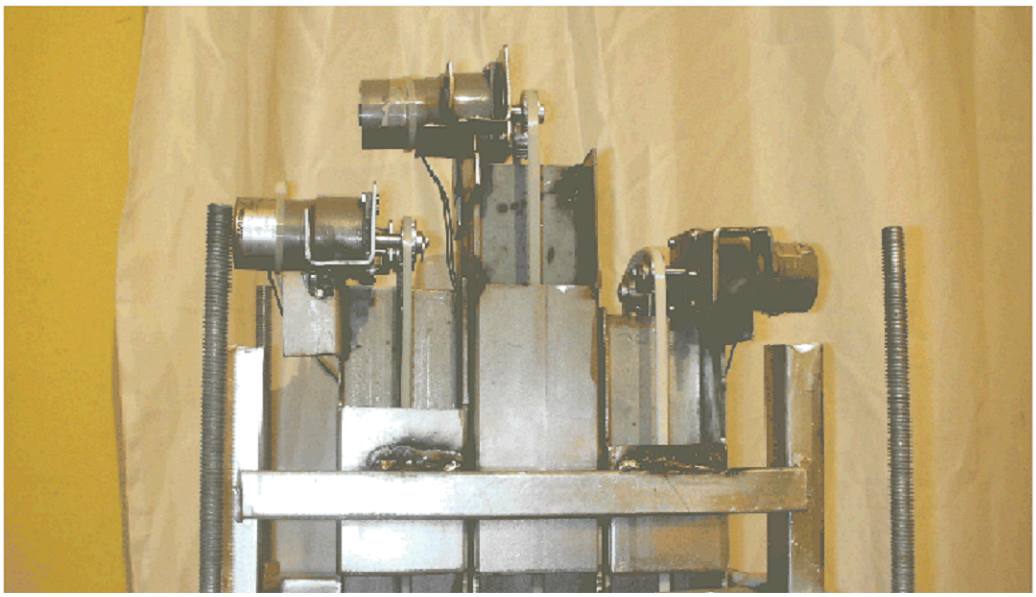
6. ON KATLI BİNA İÇİN ÜÇ KABİNLİ ASANSÖR MAKET UYGULAMASI

6.1 Giriş

Asansör grup kontrol sisteminin kontrol ettiği maket asansör uygulamasının fotoğrafı Şekil 6.1'de verilmiştir. Makette 3 adet 24VDC redüktörlü motor bulunmaktadır.

Şekil 6.1: On katlı üç kabinli asansör maketi

Redüktör çıkışındaki motor miline triger kayışına uygun bir çark bağlayarak bu çark sayesinde kabinlerin doğrusal hareket yapması sağlanmıştır. Çarka bağlanan kabinlerden 1 tanesi yolcu kabini diğer taraftaki metal kutu ise asansör karşı ağırlığı yerine kullanılmaktadır. Şekil 6.2'de asansör motorlarını gösteren fotoğrafı bulabilirsiniz

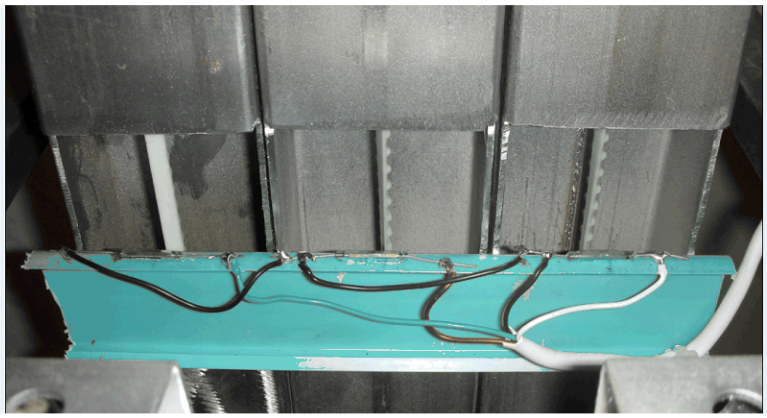


Şekil 6.2: Asansör DC motorları

6.2. Sistemin Çalışma Şekli ve Kontrol Devresi

Sistemde, Renesas M16C62P serisi M30626FGP mikrokontrolörü kullanılmaktadır. Bu kontrolörün 256 KB Flash belleği, 20 KB ram'i mevcuttur.

Asansör sisteminden gelen sensör sinyalleri devreye konektörler aracılığıyla bağlanmıştır. Her katta üç kabin için ayrı ayrı 3 adet manyetik sensör bulunmaktadır. Hareketli kabinlere de mıknatıs bağlanmıştır. Kabinler hareketi boyunca katlardan geçerken veya dururken mıknatıs gören sensörler iletime geçerek hangi kabinin hangi katta bulunduğu anlaşılmaktadır. Şekil 6.3'te kat sensörleri verilmiştir.



Şekil 6.3: Asansör kat sensörleri

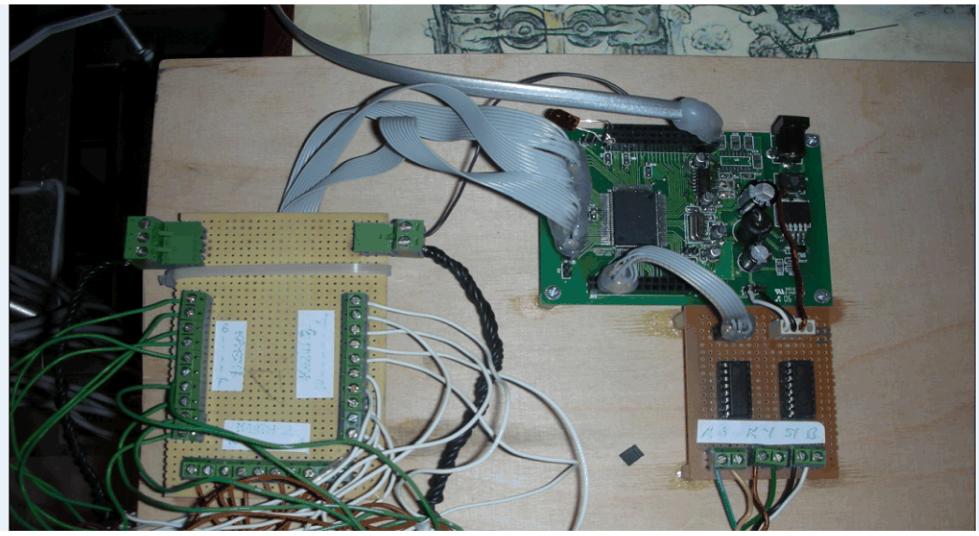
Bilgisayardan RS-232 veri iletimi ile kontrol devresine gelen sinyal, Max232, RS-232-TTL gerilim dönüştürücüsü entegresi ile TTL seviyelerine çevrilmektedir.

Gömülü kontrolör yazılımı C ortamında derlenmiştir. Kontrolör açılışta kabinlerin hangi katta bulunduklarını ve konumlarını alır. Kontrolör bilgisayardan gelen komutlar ile birlikte hangi kabinin hangi görevler ile hangi yönde hareket edeceğine karar verir.

Görev matrislerinde tutulan görevlere göre kabin harekete geçer ve verilen yörüngede işlevini yerine getirir. Durması gereken katlarda durmakta, kabin kapısı açılış ve kapanış süresini bekleyerek tekrar yörüngesine devam etmektedir.

Koridor çağrıları ve kabin içi çağrıları bilgisayar MATLAB Gui ortamında yazılan bir ara yüz programı ile butonlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bilgisayardan gelen komutlar ile çalışan kontrolör sistemi, kontrol önerisinin nasıl çalıştığını kısaca özetleyebilmek için görsel maket olarak düşünülmüştür.

Kabin motor kontrolleri kontrolör kart tarafından yapılmakta, sistem 12VDC ile çalışmaktadır. Motorlar redüktörlü DC motorlardır. Motor kontrol entegreleri olarak L293D kullanılmıştır. Her kabin önünde sabitlenmiş birer mıknatıs, her kabin katında ise ayrı ayrı sensörler bulunmaktadır. Tüm katlardaki sensörler ayrı ayrı kontrolör devresine gitmektedir. Şekil 6.4'te kontrol devresinin fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 6.4: Asansör kontrol devresi

Sistemin şematik çizimi ekteki EK B "Sematik.jpg" , şeklini bulabilirsiniz. EK D içinde C dilinde yazılan kontrolör programını bulabilirsiniz.

7. SONUÇLAR

Günümüzde yüksek katlı binalarda artık asansör sisteminin kat önceliklerine de önem vermesi beklenmektedir. İşletmeci tarafından önceden belirlenecek yüksek önem katlarından yeni bir kat çağrısı yapıldığında bu çağrıya olabildiğince hızlı cevap verebilmek önemlidir. Bu tez uygulamasında daha önceden yapılmış benzer uygulamalardan yola çıkarak kat önceliğine önem veren asansör grup kontrol sistemi geliştirilmiştir.

Kabin seçim fonksiyonunda bulanık mantık kullanılarak asansör trafiğindeki belirsizliklerin üstesinden gelinebilmiştir. Bulanık mantık çıkarımı sayesinde deneyimler ve tecrübeler kontrol algoritmasına aktarılabilmiştir. Tasarımcının ortalama bekleme zamanı (AWT), güç tüketimi (PC) ve kat yoğunluğunu (KY) üyelik fonksiyonlarını ve bu fonksiyonları kullanan kural tablosunu hazırlayarak yorumlaması kontrol algoritmasına insan tecrübesini ve yorum gücünü katmıştır.

Elde edilen kabin seçim fonksiyonu her türlü trafik durumunda esnek yapısı sayesinde performans kriterlerini belirli sınırlar içerisinde tutabilmektedir. Diğer uygulamalarda olduğu gibi her hangi bir mod ya da saat belirtmeye gerek yoktur. Asansör grup kontrol sistemi gelen çağrı sayısı ve yoğunluğuna göre kendi çalışma programını ayarlayarak güncelleyebilmektedir. Ani trafik değişimlerine hızlı cevap verebilmektedir.

EK A içindeki simülasyon sonuçları incelendiğinde kat önceliğinin seçim fonksiyonu içindeki önemi kolaylıkla fark edilebilir. İşletmeci kendi isteği doğrultusunda katların öncelik değerlerini ayarlayabilir.

Genel olarak elde edilen kazanımları maddeler halinde sıralarsak;

1. Bulanık mantık kullanımı belirsizliklerin üstesinden gelebilmektedir.
2. Bulanık mantık çıkarımı sayesinde deneyimler kontrol algoritmasına aktarılabilmiştir.
3. Kat önceliğine önem veren esnek bir AGKS geliştirilmiştir.
4. Yoğun trafik durumunda kat önceliğinin önemi azaltılarak AWT, PC ve KY değerleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutulmuştur.

5. Ani belirsiz trafik değişimlerine cevap verebilen bir sistem geliştirilmiştir.
6. Tasarımcının ortalama bekleme süresi, güç tüketimi ve kat yoğunluğu değerlerini üyelik fonksiyonları biçiminde tanımlayıp kural tablosuyla yorumlayabilmesi, kontrol algoritmasında insan tecrübesini ve yorum gücünü yansıtmaktadır.
7. Sistem ihtiyaçlarını karşılayan ve tüm trafik halleri ile başa çıkabilen basit yapıda AGKS geliştirilmiş ve simülasyonu yapılmıştır.
8. Elde edilen kontrol sistemi bilgisayar ortamında yazılım ile desteklenebilmektedir.
9. Her türlü bina karakteristiğine (iş merkezi, hastane, vb) cevap verebilen bir kontrol algoritması geliştirilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] **Tanaka, K.,** 1997. An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications, Springer Press, New York.

[2] **Kim, C.B., Seong, K.A., Kwang, H.L., Kim, J.O.,** 1998. Design and Implementation of a Fuzzy Elevator Group Control System, IEEE, Trans. Syst., Vol. 28, No.3, pp. 277–287.

[3] **Kim, C.B., Seong, K.A., Kwang, H.L., Kim, J.O., and Lim, Y.B.,** 1995. A Fuzzy Approach to Elevator Group Control System, IEEE, Trans. Syst., Vol. 25, No.6, pp. 985–990.

[4] **Tavaslıoğlu, S.,** 2005. Asansör Uygulamaları, Final Matbaacılık, İstanbul

[5] **İmrak, C.E., ve Gerdemeli, İ.,** 2000. Asansörler ve Yürüyen Merdivenler Uygulamaları, Birsen Yayınevi, İstanbul

[6] **Barney, G.C.,** 2003. Elevator Traffic Handbook, Spon Press, London and New York.

[7] **Türk, O.,** 2007. Yüksek Binalardaki İnsan Trafiğinin Kontrol Edilmesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı, *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[8] **Shetty, D. and Kolk, R.A.,** 1997. Mechatronic System Design, PWS Publishing Company, Boston.

[9] **Gudwin, R., Gomide, F., Netto, M.A.,** 1998. A Fuzzy Elevator Group Controller with Linear Context Adaptation, IEEE International Conference on Volume 1, Vol.1 pp. 481 – 486.

[10] **Ishikawa, T., Miyauchi, A., Kaneko, M.,** 2000. Supervisory Control for Elevator Group by Using Fuzzy Expert System which also Addresses Traveling Time, IEEE International Conference on Volume 2, Vol.1 pp. 87 – 94.

[11] **Imasaki, N., Kubo, S., Nakai, S., Yoshitsugu, T., Kiji, J.I., and Endo, T.,** 1995. Elevator Group Control System Tuned By A Fuzzy Neural Network Applied Method, Toshiba Corporation, Fuchu Works, pp. 1735–1740.

[12] **İmrak, C.E.,** 1996. Asansör Sistemlerinin Trafik Analizi, Dizaynı ve Simülasyonu, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[13] **Yazıcıoğlu, H.,** 1997. Bulanık Mantık Teorisi ve Yeni Bir Kontrolör Tasarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[14] **Chopra, S., Mitra, R.,** 2005. Fuzzy Controller: Choosing an Appropriate and Smallest Rule Set, International Journal of Computational Cognition Vol. 3 No. 4

Tablo A.1: Trafik değişkenleri etkisi

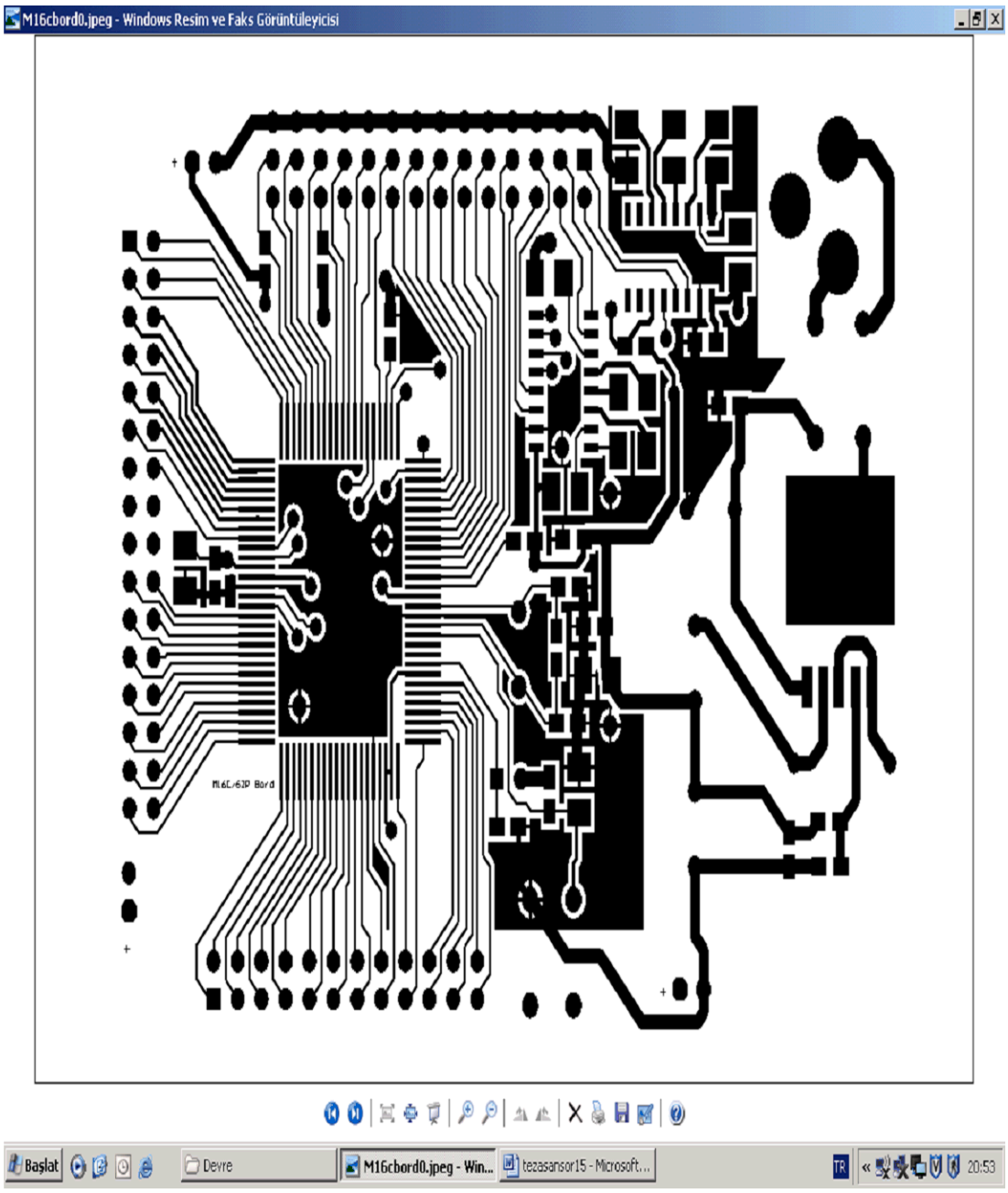
EKA1 -SİMÜLASYON SONUÇLARI - Trafik Değişkenlerinin Seçim Fonksiyonuna Etkileri																				
Örnek	Kabin Pozisyonları			Kabin Görevleri			Kat Öncelikleri			Trafik Değişkenleri			Yeni Çağrı	Bulanık Değ.	Kabin Çağrı Cevaplama Süresi			Φ Seçim Fonksiyonu			Görev Kabini
Durum	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	K1	K2	K3	AWT	PC	KY	Kat ve Yönü	T	T_{AVR1}	T_{AVR2}	T_{AVR3}	Φ1	Φ2	Φ3	Kabin
1	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%5	%5	8 ^	15,8931	20,5	19	16	22,09	22,18	23,95	1.Kabin
2	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%15	%15	8 ^	12,0968	20,5	19	16	21,71	21,42	22,05	2.Kabin
3	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%20	%20	8 ^	7,5	20,5	19	16	21,25	20,5	19,75	3.Kabin
4	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	15	%5	%5	8 ^	15,1468	20,5	19	16	22,02	19	23,57	2.Kabin
5	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	15	%5	%10	8 ^	11,2069	20,5	19	16	21,6207	21.2414	21.6034	2.Kabin
6	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	15	%5	%15	8 ^	10,000	20,5	19	16	21,00	21	21	2.Kabin
7	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	15	%5	%20	8 ^	5,000	20,5	19	16	21	20	18,5	3.Kabin
8	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%10	%10	8 ^	13.7638	20,5	19	16	21.8764	21.7528	22.8819	2.Kabin
9	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%15	%10	8 ^	13.5459	20,5	19	16	21.854	21.7092	22.7729	2.Kabin
10	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%35	%10	8 ^	12.9032	20,5	19	16	21.7903	21.5806	22.4516	2.Kabin
11	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%45	%10	8 ^	11.8180	20,5	19	16	21.6818	21.3636	21.9090	2.Kabin
12	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%55	%10	8 ^	10.5776	20,5	19	16	21.5578	21.1155	21.2888	2.Kabin
13	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	10	%60	%10	8 ^	9.7593	20,5	19	16	21.4759	20.9519	20.8797	3.Kabin
14	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	15	%10	%10	8 ^	12.0968	20,5	19	16	21.7097	21.4194	22.0484	2.Kabin
15	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	20	%10	%10	8 ^	11.8932	20,5	19	16	21.6893	21.3786	21.9466	2.Kabin
16	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,2	0,5	25	%10	%10	8 ^	8.1068	20,5	19	16	21.3107	20.6214	20.0534	3.Kabin
17	2 ^	3 ^	7 v	3 ^ • 5 ^	4 ^ • 5 ^	5 v • 3 •	0,2	1	0	10	%10	%10	9 ^	13.7638	35,5	34	40	38.2528	47.7638	40	1.Kabin
18	2 ^	3 ^	7 v	3 ^ • 5 ^	4 ^ • 5 ^	5 v • 3 •	0,2	1	0	15	%15	%15	9 ^	10.0000	35,5	34	40	37.5000	44.0000	40	1.Kabin
19	2 ^	3 ^	7 v	3 ^ • 5 ^	4 ^ • 5 ^	5 v • 3 •	0,2	1	0	20	%20	%20	9 ^	5.0000	35,5	34	40	36.5000	39	40	1.Kabin
20	2 ^	3 ^	7 v	3 ^ • 5 ^	4 ^ • 5 ^	5 v • 3 •	0,2	1	0	25	%25	%25	9 ^	4.7042	35,5	34	40	36.4408	38.7042	40	1.Kabin
21	2 ^	3 ^	7 v	3 ^ • 5 ^	4 ^ • 5 ^	5 v • 3 •	0,2	1	0	30	%30	%30	9 ^	1.6645	35,5	34	40	35.8329	35.6645	40	2.Kabin
22	2 ^	3 ^	7 v	3 ^ • 5 ^	4 ^ • 5 ^	5 v • 3 •	0,2	1	0	10	20	20	9 ^	7,5	35,5	34	40	37	41.5000	40	1.Kabin
23	2 ^	3 ^	7 v	3 ^ • 5 ^	4 ^ • 5 ^	5 v • 3 •	0,2	1	0	20	50	50	9 ^	1,7510	35,5	34	40	35,85	35,75	40	2.Kabin

Tablo A.2 : Kat önceliği etsisi

EK A2 -SİMÜLASYON SONUÇLARI - Kat Önceliklerinin Seçim Fonksiyonuna Etkileri

Örnek	Kabin Pozisyonları			Kabin Görevleri			Kat Öncelikleri		Trafik Değişkenleri				Yeni Çağrı	Bulanık Değ.	Kabin Çağrı Cevaplama Süresi			Φ Seçim Fonksiyonu			Görev Kabini
Durum	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	Kabin 1	Kabin 2	Kabin 3	K1	K2	K3	AWT	PC	KY	Kat ve Yönü	T	T_{AVR1}	T_{AVR2}	T_{AVR3}	Φ1	Φ2	Φ3	Kabin
1	2 -	3 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0	0	0	15	%20	%20	7 ^	5	17,5	16	14,5	17.5000	16	14.5000	3.Kabin
2	2 -	3 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0	0	0,1	15	%20	%20	7 ^	5	17,5	16	14,5	17.5000	16	15	3.Kabin
3	2 -	3 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0	0	0,2	15	%20	%20	7 ^	5	17,5	16	14,5	17.5000	16	15.5000	3.Kabin
5	2 -	3 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0	0	0,35	15	%20	%20	7 ^	5	17,5	16	14,5	17.5000	16	16.2500	2.Kabin
6	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,1	0,1	15	%20	%20	8 ^	5	20.5	19	16	21	19.5	16.5	3.Kabin
7	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,1	0,2	15	%20	%20	8 ^	5	20,5	19	16	21	19.5	17	3.Kabin
8	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,1	0,3	15	%20	%20	8 ^	5	20,5	19	16	21	19.5	17,5	3.Kabin
9	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,1	0,4	15	%20	%20	8 ^	5	20,5	19	16	21	19.5	18	3.Kabin
10	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,1	0,5	15	%20	%20	8 ^	5	20,5	19	16	21	19.5	18.5	3.Kabin
11	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,1	0,6	15	%20	%20	8 ^	5	20,5	19	16	21	19.5	19	3.Kabin
12	1 -	2 -	4 -	Yok	Yok	Yok	0,1	0,1	0,7	15	%20	%20	8 ^	5	20,5	19	16	21	19.5	19.5	2.Kabin

EK B M16CBORD GÖRÜNÜMÜ



Şekil EK B:M16Cbord Görünümü

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet UYSAL 1980 yılında Burdur'da doğdu. 1998 yılında Burdur Cumhuriyet Lisesi Süper Lise Bölümü'nü bitirdikten sonra Yıldız Teknik Üniversite'si Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2003 yılında lisans öğrenimini başarıyla bitirdikten sonra 2004 yılında İstanbul Teknik Üniversite'si Mekatronik Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2002 yılında Enplast Plastik Kimya Tic. A.Ş 'nde başladığı çalışma hayatını yine aynı firmada bakım ve yardımcı işletmeler sorumlusu olarak sürdürmektedir.