



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BULANIK MANTIK İLE GRUP ASANSÖR KONTROL SİSTEMİNİN TASARIMI VE SİMÜLASYONU

Zinab N. ALI

YÜKSEK LİSANS

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

EYLÜL-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İmza

Zinab N. ALİ

Tarih:08/09/2011

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BULANIK MANTIK İLE GRUP ASANSÖR KONTROL SİSTEMİNİN TASARIMI VE SİMÜLASYONU

Zinab N. ALI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ARSLAN

2011, 81 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Ahmet ARSLAN
Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI
Yrd. Doç. Dr. Ömer Kaan BAYKAN

Yüksek binaların sayısının artmasıyla yüksek seviyeli asansör kontrol sistemleri önem kazanmıştır. Artan bina nüfusuna cevap vermek ve yüksek taşıma kapasitesine ulaşmak için birden fazla kabine ihtiyaç doğmuştur. Bu kabinlerin verimli bir biçimde çalışması ve kabinler arasında koordinasyonun sağlanması için grup kontrol algoritmaları geliştirilmiştir. Grup asansör kontrol sistemleri bir binadaki yolcuları verimli bir şekilde taşımak için üç veya daha fazla kabini yöneten sistemlerdir. Bu sistemlerin temel amacı, bir çağrı oluştuğunda o çağrıya cevap verecek uygun kabinin seçilmesidir. Bu seçim esnasında sistemin birçok parametreyi göz önüne alması gerekir. Bunlar arasında yolcuların katta bekleme süresini ve bir kattan diğerine gidiş süresini azaltmak, her katta hizmet temin etmek ve taşıma kapasitesini mümkün olduğunca yüksek tutmak sayılabilir. Günümüzde akıllı yöntemlerden pratikte en yaygın olarak kullanılanı bulanık mantıktır. Grup asansör sistemini bulanık mantık denetleyicileri ile tasarlamak bu alanda birçok fayda sağlamaktadır.Bunlardan en önde geleni ise maksimum sayıda insanı minimum bekleme zamanında istedikleri katlara ulaştırılması ve enerji tasarrufunun sağlanmasıdır. Geliştirilen sistem, farklı koşullardaki trafik durumuna göre kendini ayarlayarak istenilen performansa ulaşabilmektedir.Çalışmamız, Bulanık Mantık grup asansör kontrol modeline yeni değişiklikler yaparak performans seviyesini optimal çözüme bir adım daha yaklaştırmaktadır. Uzman kural tabanını esas alan BM denetleyiciler sayesinde, ciddi farklılıklar içeren trafik saatleri sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya dayanarak daha spesifik BM her sınıf model için gerçekleştirilir. Sistem, kontrol mekanizmasında maksimum kabin hızı buna karşılık minimum güç tüketimini hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Asansörler, Bulanık mantık, Bulanık denetleyiciler,Bulanık mantık ile asansör kontrolü,Grup asansör kontrolü,Grup asansör simülasyonu.

ABSTRACT

MS THESIS

DESIGN AND SIMULATION OF GROUP ELEVATOR CONTROL SYSTEM USING FUZZY LOGIC

Zinab N. ALI

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN COMPUTER ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Ahmet ARSLAN

2011, 81 Pages

**Jury
Advisor Prof. Dr. Ahmet ARSLAN
Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI
Assist. Prof. Dr. Ömer Kaan BAYKAN**

The increasing in the number of the high buildings makes the control system for these buildings also being more important. The need for the group cars in one elevator come from high transportation capacity and the increasing of the passengers numbers. The group control algorithms developed to make those cars work efficiently and with coordinate between themselves. Group elevator control systems is those systems who manage the transportation of the passengers in three or more cars in efficiently way. The basic purpose of the system is when an hall call received try to choose the most suitable car to serve that hall call. There are many parameters must take into account by the system during this choosing. The waiting time for the passengers in a floor, to go from one floor to another, serve every floor and make the transportation capacity as much as possible are some of these parameters. Nowadays fuzzy logic becomes one of the most intelligent method that used in practice. Designing the elevator group control system by using fuzzy logic have many advantages, one of the most important between them is to arrive most passengers to the floors they want in minimum time and achieving energy consumption. The system has been developed can be adapted to different traffic condition to reach the needed performance. In this thesis, by making some different on available fuzzy logic group elevator control system modeling, the level of the performance close one step to the optimal solution. By using expert fuzzy rule base controller, traffic hours that have big differences can be classified. Based on this classification a specific fuzzy logic model builds for each mode. Thus the system control will reach to maximum car speed with minimum energy consumption.

Keywords: Elevator,Fuzzy logic,Fuzzy controller,Group elevator control,Group elevator control by fuzzy logic,Simulation of group elevator.

ÖNSÖZ

Yapılan çalışmalarımda bana yol gösteren ve öncülük eden danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Ahmet ARSLAN ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme ve arkadaşlarım,Mustafa S. MAHMOOD ve Esen ABAS sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Zinab N. ALI
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
ÖNSÖZ ..... **vi**
SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **ix**
1.GİRİŞ 1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
3. BULANIK MANTIK KAVRAMI 5
3.1. Bulanık Mantığın Temel Kavramları 5
3.2. Bulanık ve Klasik Kümeler 7
3.3. Bulanık Kümelerin Gösterimi 9
3.4. Bulanık Küme İşlemleri 11
3.5. Sözel Değişkenler 14
3.6 Bulanık Kurallar 15
3.6.1 Çeviri kuralları 15
3.7 Bulanık Çıkarım 17
3.7.1 Mamdani çıkarım modeli 17
3.7.2 Takagi-Sugeno-Kang (TSK) çıkarım modeli 18
3.8 Durulaştırma 20
3.8.1 En büyüklerin ortası yöntemi (EBO) 21
3.8.2 Ağırlık merkezi yöntemi (AM) 21
3.8.3 İki bölümlü alan merkezi yöntemi (İBAM) 22
4. ASANSÖR KONTROL SİSTEMLERİ TARİHSEL GELİŞİMİ VE YAKLAŞIMLARI 23
4.1. Asansör Kontrol Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi 23
4.2. Grup Asansör Kontrol Sisteminde Bulanık Mantık Yaklaşımları 24
4.2.1. Bulanık Mantık Grup Asansör Kontrol Sistemi Birinci Yaklaşım 25
4.2.2. Kural Tabanları Ve Üyelik Fonksiyonları 27
4.2.3. Kabin Seçme İşlemi 29
4.3. Bulanık Mantık Grup Asansör Kontrol Sistemi (BMGAKS) İkinci Yaklaşım 30
4.3.1. İşlem Üretme Stratejisi 31
4.3.2 İşlemi Üretme Stratejisinin Giriş ve Çıkışları 32
4.3.4. Giriş Değişkenlerinin Hesaplanması 38
4.3.5 Bulanık Çıkarımı 40
4.4. Bulanık Mantık Grup Asansör Kontrol Sistemi (BMGAKS) üçüncü Yaklaşım 41
4.4.1. Otomatik Ayarlanan Bulanık Mantık (OABM) 42
4.4.2. GAKS'inde OABM Yapısı ve Özellikleri 43
4.4.3. Giriş Değişkenlerinin Hesaplanması 45
4.4.4. Otomatik Ayarlanan Mekanizma 47
5. BMGAKS SİMÜLASYONU VE TARTIŞMALAR 51
5.1 Giriş 51
5.2 Kabin Yolculuk Süresi Hesaplama 52
5.3 Bulanık Mantık Katsayısı Hesaplanma 54
5.3.1 Ortalama Bekleme Süresi Hesaplama 54
5.3.2 Enerji Tüketimi Hesaplama 55
5.3.3 En Uzun Bekleme Süresi 56
5.3.4 Bulanık Mantık Uygulaması 56
5.3.4.1 Enerji Tüketimi için Belirlenen Bulanık Kümeler 57

5.3.4.2 Ortalama Bekleme Süresi için Belirlenen Bulanık Kümeler 57
5.3.4.3 En Uzun Bekleme Süresi için Belirlenen Bulanık Kümeler 58
5.3.4.4 Çıkış Parametresi için Belirlenen Bulanık Kümeler.....59
5.3.4.5 Bulanık Kuralların Oluşturulması 59
5.4 Kabin Seçim Fonksiyonu Hesaplama 61
5.5 Örnek Senaryolar üzerinde Sistemin Çalışması 62
5.5.1 Senaryo-1 62
5.5.2 Senaryo-2 63
5.5.3 Senaryo-3 64
5.5.4 Senaryo-4 65
5.6 Geliştirilen Ara yüzün Kullanımı 69
5.7.BM İle Trafık Sınıflandırması 73
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER 76
7. KAYNAKLAR.....78
ÖZGEÇMİŞ.....82

SİMGELER VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

BMAKS	:Bulanık Mantık Asansör Kontrol sistemi
BM	: Bulanık Mantık
ET	:Sistemin Enerji Tüketimi
ET_i	:Sistemin Enerji Tüketiminin uygunluk derecesi
GAKS	: Grup Asansör Kontrol Sistemi
Max	: En Büyük
Min	: En Küçük
OBS	:Ortalama Bekleme Süresi
OBS_i	: Ortalama Bekleme Süresinin uygunluk derecesi
UBS	: Uzun Bekleme Süresi
UBS_i	: Uzun Bekleme Süresinin uygunluk derecesi

Simgeler

$\mu(x)$	:x Elemanının üyelik Derecesi
$\cap$	: Kesişim işlemi
$\cup$	: Birleşim işlemi
$\subseteq$	: Alt Küme
$\subset$	: Öz altküme
$\in$	: Kümenin elemanıdır
$\notin$	: Kümenin elemanı değildir
$\overline{A}$	: A kümesinin tümleyeni
$\sum$	: Kartezyen toplam
$\leq$	: Küçük eşittir
$\geq$	: Büyük eşittir
$\wedge$	:Ve
$\vee$	:Veya
□(i)	: Kabin seçim fonksiyonu

1.GİRİŞ

Günlük hayatta rastgele kullandığımız bir çok terim genellikle bulanık bir yapıya sahiptir. Bir şeyi tanımlarken, bir olayı açıklarken, komut verirken ve daha bir çok durumda kullandığımız sözel veya sayısal ifadeler bulanıklık içerir. Bu terimlere örnek olarak; yaşlı, genç, uzun, kısa, sıcak, soğuk, ılık, bulutlu, parçalı bulutlu, güneşli, hızlı, yavaş, çok, az, biraz, fazla, çok az, çok fazla gibi daha pek çok sözel terim gösterilebilir. Biz insanlar bir olayı anlatıp, bir durum karşısında karar verirken bu tür klasiklik ifade etmeyen terimler kullanırız. Kişinin yaş durumuna göre ona yaşlı, orta yaşlı, genç, çok yaşlı ve çok genç deriz. Yolun kayganlık ve rampa durumuna göre arabanın gaz veya fren pedalına biraz daha yavaş veya biraz daha hızlı basarız. Çalıştığımız odanın ışığı yetersiz ise onu biraz artırır, yeterinden fazla ise biraz azaltırız. Bütün bunlar insan beyninin belirsiz ve klasiklik içermeyen durumlarda nasıl davrandığına ve olayları nasıl değerlendirip, tanımlayıp, komut verdiğine dair birer örnektir.

Bulanık mantık belirsizlik üzerine kurulmuştur (Zadeh 1965). Bulanık mantığın ve bu mantık kurallarını kullanan bulanık küme teorisinin Azerbaycanlı bilim adamı Prof. Dr. Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilip 1965 tarihli orijinal makalesinde yayınlanmasından sonra belirsizlik içeren sistemlerin incelenmesi yeni bir boyut kazanmıştır. 1965 yılında ortaya atılmasına rağmen, bulanık küme kavramı ancak 1970'li yılların ikinci yarısından sonra kullanılmaya başlanmıştır. Bunda özellikle Zadeh'nin 1965 deki ilk makalesinden daha fazla etkili olan ve bulanık mantığın belirsizlik içeren sistemlere uygulanabilirliliğini açıklayan makaleleri (Zadeh 1973; Zaden, 1975) etkili olmuştur. 1980'li yılların ikinci yarısından sonra Japonlar, ürünlerinde bulanık mantığı kullanmalarıyla da hız kazanarak, günümüzdeki doruk noktasına gelmiştir. Artık hemen her alanda bulanık mantık uygulamalarına rastlamak mümkündür (Maiers ve Sherif, 1995). Bulanık mantıkla yapacağımız kontrol sistemi, Grup Asansör Kontrol Sistemi'ini (GAKS) etkileyen en önemli unsurları değerlendirip,gün içinde olan trafiği farklı uygulama şekillerine böler. Böylece hem yolcuya hem de yöneticiye en iyi şekilde hizmet etmek ve asansörlerde olan yoğunluk ve uzun bekleme süresini en aza indirmek mümkün olmaktadır.

1989 yılında Tsuji ve diğerleri, bulanık mantık kullanarak grup kontrol denetimli asansör üzerine bir makale yayınlamışlardır. 12 katlı bir binada toplam 24 kişi kapasiteli, saatte 900 yolcu trafiğine sahip 4 asansörden aldıkları gerçek verileri kullanarak yaptıkları benzetimde, klasik denetime göre ortalama bekleme süresi %15,4,

en uzun bekleme süresi ise %36 azaltılmıştır(Tsuji ve ark., 1989). 1991'de Tobita ve diğerleri, aynı denetim sistemi ile 15 katlı bir binadaki toplam 20 kişi kapasiteli, saatte 1680 yolcu trafiğine sahip 6 asansör üzerine makale yazmışlardır. Bekleme süresinin yanında kabinlerin taşıdığı yolcu sayısını dikkate almışlardır. Klasik denetim sistemi ile asansör, daha düşük kapasite ile tasıma yaparken, bulanık mantık denetim sonucunda kabinlerin daha yüksek kapasite ile taşıma yapması sağlayarak bekleme süresinin kısaltıldığını benzetim sonuçları ile göstermişlerdir(Tobit ve ark., 1991). 1993'de Deven ve diğerleri(Zuh,1993), bulanık mantık ile ortalama bekleme süresini %15 ila %20, en uzun bekleme süresini ise %30 ila %40 arasında değişen oranlarda azaltarak, elektrik tüketimin de %5 oranında azaltıldığına dikkat çekmiştir. 1994'de Ho ve diğerleri (Ming ve ark.,1994), aynı yılda Igarashi ve diğerleri , 1995'de Kim ve diğerleri(Kim ve ark.,1995), 1996'da Sogawa ve diğerleri (Sogawa ve ark.,1996), 1997'de Kaneko ve diğerleri(Kaneko ver ark.,1997), ve 2000'de Ishikawa ve diğerleri (Ishikawa ve ark.,2000) bulanık mantığı grup kontrolünde kullanmışlardır. 1995'de Nakai ve diğerleri(Nakai ve ark.,1995), aynı yılda Imasaki ve diğerleri (Imasaki ve ark.,1995) sinirsel – bulanık mantığı ve 2003'de Takahashi ve diğerleri (Takahashi ve ark.,2003) ve 2004'de Eguchi ve diğerleri (Eguchi ve ark., 2004) genetik algoritmayı kullanarak grup kontrolü üzerine benzetim yapmışlardır ve sistemin öğrenmesini sağlayarak daha verimli bir çalışmayı ortaya koymuşlardır. Sarıbaş(Sarıbaş,2006), asansör kabininin hareketini yapay sinir ağları denetleyerek toplam bekleme zamanının ve kabinin gidip gelme zamanının önemli ölçüde düşürülebileceğini benzetim programı ile göstermiştir.

Günümüzde asansörler kullanım amaçlarına göre beş gruba ayrılabilir. Bunlar; konut asansörleri, konut dışı asansörler (oteller, iş hanları, resmi binalar, fabrikalar), sağlık tesis asansörleri (sedye, tekerlekli sandalye veya tıbbi malzeme taşıma amaçlı), yük asansörleri ve servis asansörleridir(Orman,2005).

İnsanların, şehir yaşamı içerisinde, asansörlerden beklentileri farkında olmasak da oldukça fazladır. İyi bir asansör şu özelliklere sahip olmalıdır:

- Binalardaki her katta hizmet temin etmek,
- İnsanların bir kattan diğerine gidiş süresini azaltmak,
- İnsanların hizmet almak için katta bekleme süresini azaltmak,
- İnsanları kabin içinde mümkün olduğunca en kısa sürede tutmak,
- Belli bir sürede mümkün olduğunca fazla kişiye hizmet vermek (Ataseven,1994).

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kim'in, Seong'ın, Lee-Kwang'ın(1998).Makalesinde, bulanık teoriye dayalı bir çağrı katı görevlendirme stratejisini araştırmaktadır. BMGKS'i, yolcu trafiği, sistem yönetiminin istekleri ve kat çağrı görevlendirmesi sınıflandırmasına dayanarak en uygun asansör kabinini seçen kontrol stratejisini üretir. Kontrol sistemi, yönetici tarafından verilen istekler doğrultusunda çalışır.

Gudwin'in ve Gomide'in(1998). Makalesinde, doğrusal içerik adaptasyonuna esas alan bulanık kontrol tekniğini kapsamaktadır. Başlangıçta, genel olarak grup asansör kontrol sistemindeki problemler araştırılmaktadır ve bu problemleri çözmekte olan bilinen şemalar. Geliştirilen bulanık denetleyiciler bir örnek sistem üzerinde simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Makale ağırlıklı olarak, normal bulanık mantık ve doğrusal içerik adaptasyonuna bağlı bulanık mantık arasındaki karşılaştırmaları göstermektedir.

Jamaludin'in,Rahim'in,Hew'in(2009). Bu makalesinde, kendini ayarlayabilen bulanık mantık grup asansör kontrol yapısını geliştirmeyi araştırmaktadır. Kontrol sistemindeki çıkışları düzeltmek için, tahmin edilen trafik modlarını esas almak yerine grup kontrolden hesaplanan ortalama bekleme süresine (OBS) göre üyelik fonksiyonlarında gerekli ayarlamalar yapılır ve o durumu uygun kural kümesi seçilerek en uygun kontrol teorisini üretmeyi savunmaktadır.

Uysal'ın (2007) çalışmasında, yüksek binalarda iki veya daha fazla asansör kabinleri bulunan trafiğin bulanık mantık ile yönetilmesi. BMGKS'i gelen her çağrıya en uygun kabini seçmek için bir fonksiyon uygulamaktadır. Fonksiyondan çıkan ve en küçük değere sahip olan kabin seçilir. Bu uygunluk fonksiyonu iki terimi toplayarak hesaplanır. Birinci terim, çağrı katına varmak için tahmini varış süresidir. İkinci terim ise, kat önceliğinin, bulanık çıkarımdan elde edilen sonucun çarpımıdır.

Che Chiang'ın ve Li-Chen Fu'ın (2002). Makalesinde modern asansör sistemlerinin detayları, yolcu isteklerini karşılayabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu mantığı esas alarak bu makalede, bir trafik veritabanı yapılandırılmaktadır. Daha sonra bu verileri, yolcuların taleplerini karşılamak için sistem yeniden kurulur. Böylece mümkün olduğu kadarıyla gerçeğe yakın bir asansör kontrol sistemi üretilebilir.

Baykal'ın, Beyan'ın (2004) Bulanık mantık –ilke ve temelleri kitabında bulanık mantığa yeni başlayanlar için oldukça kapsamlı bir kaynaktır. Kitap, bulanık mantık

işlemlerini, klasik mantıktan olan farklıklarını örneklerle açıklamaktadır. İleri kısımlar, bulanık mantıktaki kural tabanı, yapısı ve bulanık çıkarımı farklı yöntemlerle anlatmaktadır. Kitabın son sayfalarında var olan bulanık mantığın Türkçe terimleri ve İngilizce karşılıkları da oldukça önemli ve güzel bir çalışmadır.

Bojadziev'in, G. M'in (2007)**.** Kitabında, bulanık kümeleri, bulanık sayılar ve küme işlemlerini çok kolay ve anlaşılır bir dille ve örneklerle açıklamaktadır. Farklı üyelik tipi fonksiyonlarında, bir öğenin üyelik hesaplaması nasıl ne şekilde yapıldığı ayrıca açıklanmaktadır. Buna ilaveten kitapta, kontrol işleminin adım adım nasıl gerçekleştiğini farklı finans problemleri üzerinde uygulanmaktadır.

Sivanandam'ın, Sumathi' in, S. ve Deepa'ın,(2007). Bu kitap, matlab programlama ve simülasyon dilinde bulunan bulanık mantık kütüphanesini ne şekilde kullanmak için çok önemli bir kaynaktır. Matlab'ta, iki çıkarım yöntemi (Mamdani ve Sugeno) ile kolay şekilde bulanık kontrol sistemleri hazırlayabilmektedir. Kitapta, üyelik fonksiyonları tasarımı, kural tabanı oluşturmak ve çıkan sonuçların çizimlerinin nasıl gerçekleştiğini açıklamaktadır.

Yılmaz'ın, Arslan'ın,(2005).Bu makalesinde bulanık mantık, sıradan insanların günlük işlerinde kullandığı dili kullanan, uzman kişilerin tecrübelerinin problemlerin çözümüne dahil edildiği esnek hesaplama yöntemlerinden birisidir.Bulanık mantık yöntemleri ve bulanık mantık ile modellemenin nedenleri.

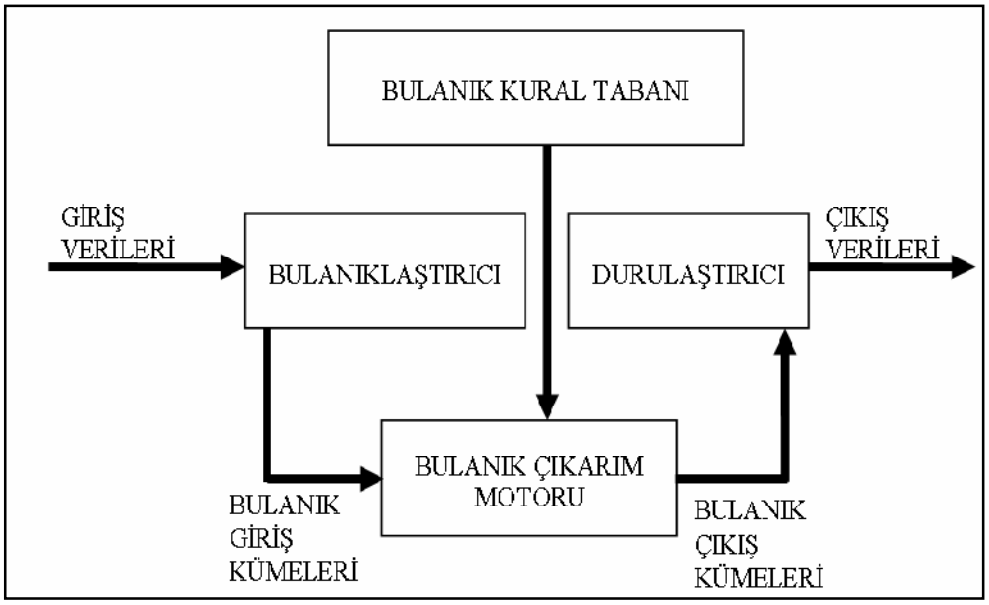
Türk'in (2007).Bu yüksek tez çalışmasında çok kabinli grup asansör sistemlerinin verileri incelenerek koridorlardan gelen kat çağrılarına tahsis edilecek kabin belirlenmektedir. Bina trafiğine özel, esnek yaklaşımlar getirerek daha etkili kararlar alınabilmektedir.Performans kriterlerinin durumları ve binanın o anki karakteristiği incelenerek bulanık çıkarım sonucunda en uygun kabin yönlendirilmektedir.

3. BULANIK MANTIK KAVRAMI

3.1. Bulanık Mantığın Temel Kavramları

Bulanık kavram ve sistemlerin dünyanın değişik araştırma merkezlerinde dikkat kazanması 1975 yılında Mamdani ve Assilian tarafından yapılan gerçek bir kontrol uygulaması ile olmuştur. Bu araştırmacılar ilk defa bir buhar makinesi kontrolünü bulanık sistem ile modellemiş ve bulanık sistemlerle çalışmanın kolay ve sonuçlarının ne kadar etkili olduğunu göstermişlerdir (Şen, 2001).

Bulanık mantık sorun çözücü bir kontrol metodudur ve her türlü karmaşık sistemlerde kullanılmaktadır. Sistemlerde kayıp bilgi girişi veya belirsizliğe rağmen kesin bir sonuca ulaşabilir. Bulanık mantık kontrol sistemine bir insanın karar verme mekanizmasını taklit ederek yaklaşır. Sistemin matematiksel modellemesi yerine, bir kontrol problemini çözmek için kural-tabanlı "Eğer ve İse" mantığını kullanır. Bulanık mantık hata ve hata değişim oranına göre sayısal parametrelere ihtiyaç duyar. Parametrelerin deneysel ayarlama yöntemiyle hesaplandığı süreçlerde, çok hızlı bir sistem tepkisi istenmiyorsa, bu değerlerin çok kesin ve doğru değerler olması süreç için çok önemli değildir. Şekil 3.1'da bir bulanık sistemin akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 3.1. Bulanık mantık işlemleri

1) Genel Bilgi Tabanı Birimi: İncelenecek olayın etkilendiği girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm bilgileri içerir. Genel veri tabanı denmesinin sebebi buradaki bilgilerin sayısal ve/veya sözel olabilmesidir.

2) Bulanıklaştırıcı Sayısal girdi değerlerini sözel olarak nitelendirilmiş bulanık kümelerdeki üyelik derecelerine atayan bir işlemcidir.

3) Bulanık Kural Tabanı Birimi: Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal EĞER – İSE türünde yazılabilen kuralların tümünü içerir. Bu kuralların yazılmasında sadece girdi verileri ile çıktılar arasında olabilecek tüm ara (bulanık küme) bağlantıları düşünülür. Böylece, her bir kural girdi uzayının bir parçasını çıktı uzayına mantıksal olarak bağlar. İşte bu bağlamların tümü kural tabanını oluşturur(Yılmaz ve Arslan,2005).

4) Bulanık Çıkarım Motoru Birimi: Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar.

5) Durulaştırıcı: Bulanık işlemler sonucu elde edilen bulanık çıkarım sonuçlarını keskin sayısal çıkış değerlerine dönüştürür.

6) Çıktı Birimi: Bilgi ve bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım motoru vasıtası ile etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir.Bulanık mantık ile modellemenin tercih edilmesinin nedenleri özetlenecek olursa (URL1);

- Bulanık mantığın anlaşılması kolaydır. Bulanık mantığın dayandığı matematiksel teori basittir.
- Bulanık mantık esnektir.
- Eksik yada yetersiz verilerle işlemler yapılabilmektedir.
- Bulanık mantık karmaşık lineer olmayan fonksiyonları modelleyebilir. ANFIS gibi uyarlanabilir teknikler yardımı ile herhangi bir girdi ve çıktı veri kümelerini eşleştirerek bulanık modeller oluşturulabilir.
- Bulanık mantık ile uzman kişilerin görüş ve tecrübelerinden yararlanılır.
- Bulanık mantık sıradan insanların günlük işlerinde kullandığı dili kullanır. Bu da bulanık mantığın en büyük avantajıdır.

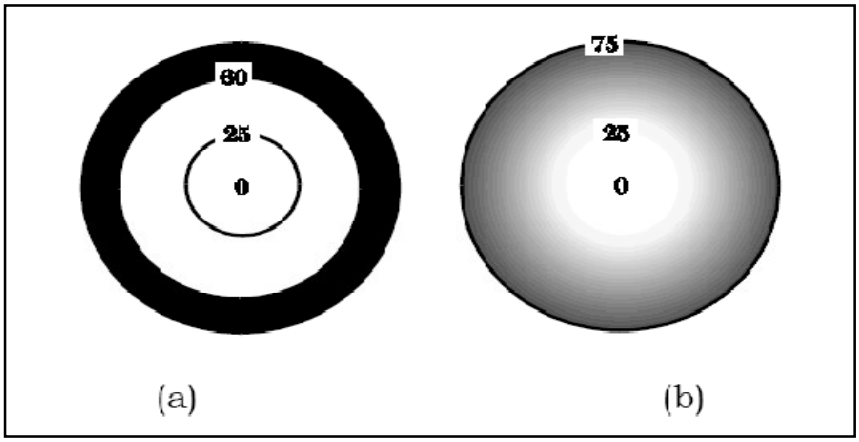
Bulanık mantık dört ana kavrama dayanmaktadır. Bunlar;

1. Bulanık kümeler: Kesin olmayan sınırlarla kurulmuş kümeler,
2. Sözel değişkenler: Nitel ve nicel olarak bulanık kümede tanımlanmış değerlerler,
3. Olasılık dağılımları: Bir bulanık kümede belirlenerek ifade edilmiş olan sözel değişkenin değer sınırları,
4. Bulanık EĞER-İSE kuralları:İki değerleri mantık gösterilimi olarak genelleme yapan fonksiyonel haritalama veya mantıksal formül tanımlaması için bilgi tasarım gösterimidir.

İlk üç kavram, bulanık mantığın tüm alt alanları için temel kavramlardır. Dördüncü kavram ise birçok Bulanık Mantık Kontrol sistemini içeren ve bulanık mantığın günümüze kadar geliştirmiş olduğu birçok endüstriyel uygulamalar için temel ifade etmektedir.

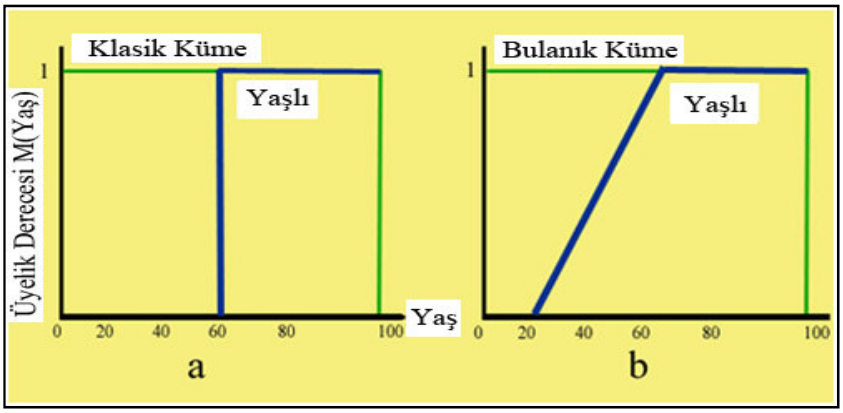
3.2. Bulanık ve Klasik Kümeler

Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelere dayanır. Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik dereceleri (0,1) aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu $\mu(x)$ ile gösterilir. Bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonu tanım kümesindeki bütün elemanları, çoğunlukla birim aralık olarak kabul edilen bir aralığa atanır (Altaş 1999). Şekil 3.2'de yaşlı insanlar için klasik ve bulanık kümeler gösterilmiştir. Bu şekillerde siyah rengin tonu yaşlılık düzeyini belirtmektedir. Şekil 3.2.a'daki klasik kümeye göre yaşı 60 ve üzerinde olanlar yaşlı, 60'dan küçük olanlar yaşlı değildir. Oysa Şekil 3.2.b'de sadece yaşı 75'in üzerinde olanlar değil, yaşı 25 ile 75 arasında olanlar da yaşlılar kümesine dahildir.



Şekil 3.2. Yaşlılar kümesinin gösterimi (Rakamlar, 0 yaşa göre yaş halkalarıdır) a. Klasik küme, b. Bulanık küme

Şekil 3.2.a,b'de de verilen klasik ve bulanık kümeler sırasıyla Şekil 3.3.a,b'de gösterildiği gibi üyelik fonksiyonları (karakteristik fonksiyonlar) ile temsil edilebilirler.



Şekil 3.3. Yaş uzayında tanımlı yaşlı kümeler: a. Klasik üyelik fonksiyonları ile, b. Bulanık üyelik fonksiyonları ile

Şekil 3.2'deki kümeler yerine üyelik fonksiyonlarını kullanmak daha yararlı ve anlaşılır olacaktır. Görüldüğü gibi, üyelik fonksiyonlarının kullanılması, elemanların, kümelere ait olma derecelerini 0 ile 1 arasında değişen sayılara atama olanağı verir.

Şekil 3.3.a,b'de verilen kümeler aslında yaş genel uzayında tanımlı olan ve yaşlı kümesini sırasıyla klasik ve bulanık biçimlerde tanımlayan birer üyelik fonksiyonudur. Herhangi bir bulanık küme, elemanlarının ait olma derecelerini gösteren bir karakteristik veya üyelik fonksiyon ile temsil edilebilir. Genel olarak küme üyelerini değerleri ile değişiklik gösteren eğriye üyelik fonksiyonu adı verilir.Üyelik fonksiyonu

grafiğinde x ekseni üyeleri gösterirken, y ekseni de üyelik derecelerini gösterir. A bulanık kümesi (Altaş, 1999)

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in A, \mu_A(x) \in [0,1]\} \tag{3.1}$$

olarak yazılabilir.

X : uzay kümesi

x : uzay kümesinin elemanı

A : bulanık küme

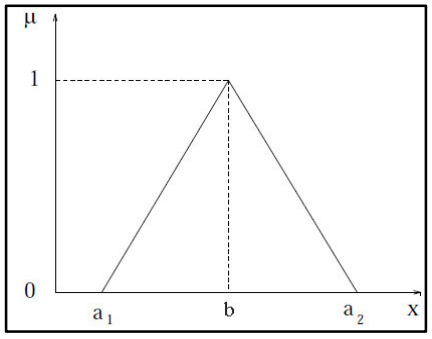
$\mu_A(x)$: x kesin sayılarının A bulanık kümesindeki üyelik dereceleridir.

3.3. Bulanık Kümelerin Gösterimi

Bulanık kümeler de klasik kümelere benzer şekilde iki yöntemle gösterilir. Bunlardan birincisi küme elemanlarının üyelik derecelerine göre sıralanması, diğeri de matematiksel olarak üyelik fonksiyonu tanımlamak şeklindedir. Bulanık kümelerde üyelik dereceleri arasında geçiş yumuşak ve sürekli bir şekilde olmaktadır. Çok sayıda üyelik fonksiyonu tipi olmakla beraber pratikte en fazla kullanılan dört tip vardır, bunlar (Yen, 1999; Kiyak, 2003):

1.Üçgen üyelik fonksiyonu: Bir üçgen üyelik fonksiyonu a_1, b ve a_2 olarak üç parametre ile tanımlanır.

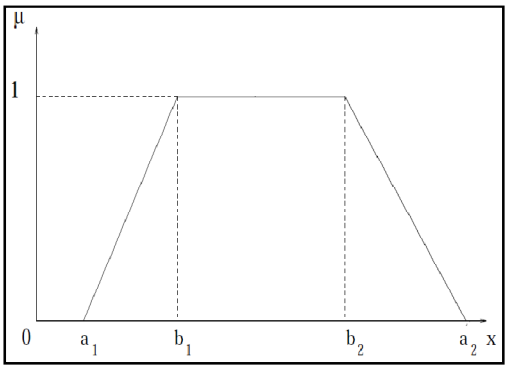
$$\mu(x; a_1, b, a_2) = \begin{cases} a_1 \le x \le b \; ise \; (x - a_1)/(b - a_1) \\ b \le x \le a_2 \; ise \; (a_2 - x)/(a_2 - b) \\ x > a_2 \; veya \; x < a_1 \; ise \; 0 \end{cases} \tag{3.2}$$



Şekil 3.4. Üçgen üyelik fonksiyonu

2.Yamuk üyelik fonksiyonu: Bir yamuk üyelik fonksiyonu a_1, a_2, b_1 ve b_2 olarak dört parametre ile tanımlanır. Aslında üçgen üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur.

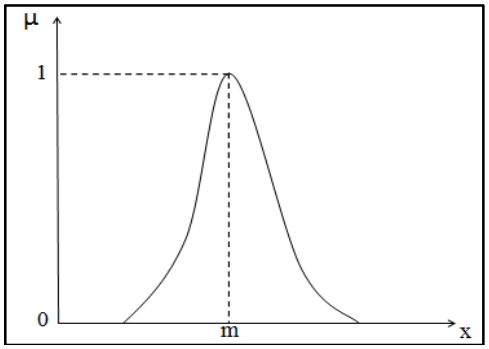
$$\mu\ (x;a_1,b_1,b_2,a_2) = \begin{cases} a_1 \le x\ \le b_1\ ise\ (x\ - a_1) / (b_1 - a_1) \\ b_1 \le x\ \le b_2\ ise\ 1 \\ b_2 \le x\ \le a_2\ ise\ (x\ - a_2) / (b_2 - a_2) \\ x\ > a_2\ veya\ x\ < a_1\ ise\ 0 \end{cases} \quad (3.3)$$



Şekil 3.4. Yamuk üyelik fonksiyonu

3.Gaussian üyelik fonksiyonu: Bu tip üyelik fonksiyonu m ve s parametreleri ile tanımlanır. Bu fonksiyonda m fonksiyon merkezini ve s ise genişliğini ifade eder. s değerini değiştirerek, fonksiyonun biçimini değiştirebiliriz. Eğer s küçük olursa üyelik fonksiyonu daha ince olurken, bu değer büyüdükçe üyelik fonksiyonu gittikçe yayvanlaşacaktır.

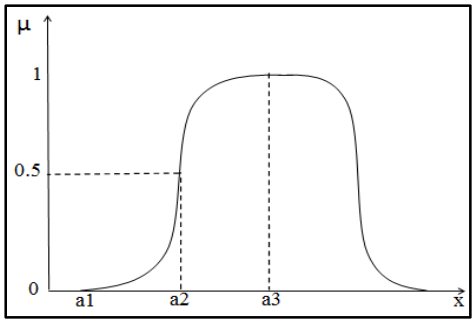
$$\mu\ (x;m,s) = \exp\left\{\frac{-(x\ - m)^2}{2s^2}\right. \quad (3.4)$$



Şekil 3.5. Gaussian Üyelik Fonksiyonu

1.Çan şekilli üyelik fonksiyonu: Bu tip üyelik fonksiyonu da a_1, a_2 ve a_3 olarak üç parametre ile tanımlanır.

$$\mu\ (x\,;a_1,a_2,a_3) = \left\{ \frac{1}{1+\left|\frac{x-a_3}{a_1}\right|^{a2}} \right\} \tag{3.5}$$



Şekil 3.6. Çan şekilli üyelik fonksiyonu

3.4. Bulanık Küme İşlemleri

A ve B, U evreninde üyelik fonksiyonları sırasıyla μ_A ve μ_B iki bulanık küme olsun birleşim, kesişim ve tümleyen gibi küme işlemleri, bulanık kümeler için üyelik fonksiyonları ile ifade edilir.

Küme teorisi için gerekli olan özellikler:

De Morgan Kanunu:

$$(\overline{A \cap B}) = \overline{A} \cup \overline{B} \quad ve \quad (\overline{A \cup B}) = \overline{A} \cap \overline{B} \tag{3.6}$$

Dağılma özelliği:

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C) \; ve \quad A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C) \tag{3.7}$$

Yutma ve tek kuvvet özelliği:

$$A \cup (A \cap B) = A \,,\; A \cap (A \cup B) = A \tag{3.8}$$

$$A \cup A = A \,,\; A \cap A = A \tag{3.9}$$

Bulanık kümeler bu özellikleri sağlamasına rağmen, klasik kümelerde temel olan iki karakteristiği; çelişmezlik ($\overline{A} \cap A = \varnothing$) ve üçüncünün olmazlığı ($\overline{A} \cup A = \mathrm{E}$) sağlamaz. Bunun nedeni A'nın tümleyeninin sınırlarının bulanık olmasıdır (Baykal ve Beyan 2004).

1.Birleşim

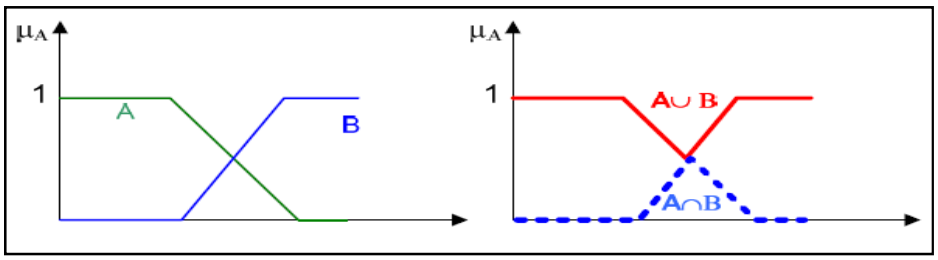
İki tane bulanık alt kümenin birleşimi durumunda her bir kümeye ait öğenin ait oldukları kümelerdeki üyelik derecelerinin en büyüğü alınır (Baykal ve Beyan, 2004). Standart birleşim:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max\left[\mu_A(x), \mu_B(x)\right] \tag{3.10}$$

2.Kesişim

Bulanık kesişim işleminde iki tane bulanık alt kümenin durumunda her bir kümeye ait öğenin ait oldukları kümelerdeki üyelik derecelerinin en küçüğü alınır.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\left[\mu_A(x), \mu_B(x)\right] \tag{3.11}$$



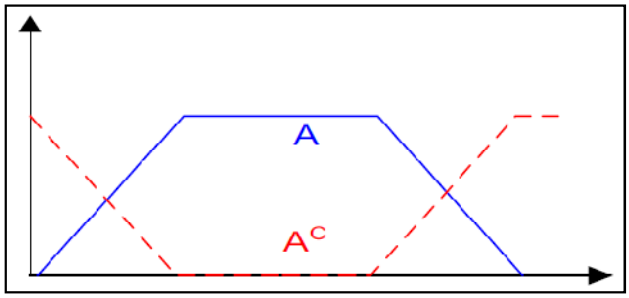
Şekil 3.7. Bulanık birleşim ve kesişim işlemlerinin grafiksel gösterimi

3.Tümleme

Bulanık bir kümenin tümleyenini bulmak için bu kümenin öğelerinin üyelik dereceleri 1'den çıkarılmalıdır. Bir bulanık kümenin tümleyenini klasik kümelerdeki gibi bulabiliriz. Bir A kümesinin tümleyeni $\overline{A}$ olsa üyelik değeri;

$$\mu_{\overline{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \tag{3.12}$$

olarak hesaplanır.



Şekil 3.8. Tümleme işleminin grafiksel gösterimi

4.Fark İşlemi

İki bulanık kümenin farkı şu şekilde tanımlanır;

$$A \backslash B = A \cap \overline{B} \tag{3.13}$$

$\mu_{\overline{B}}(x) = 1 - \mu_B(x)$ olduğundan (3.14)

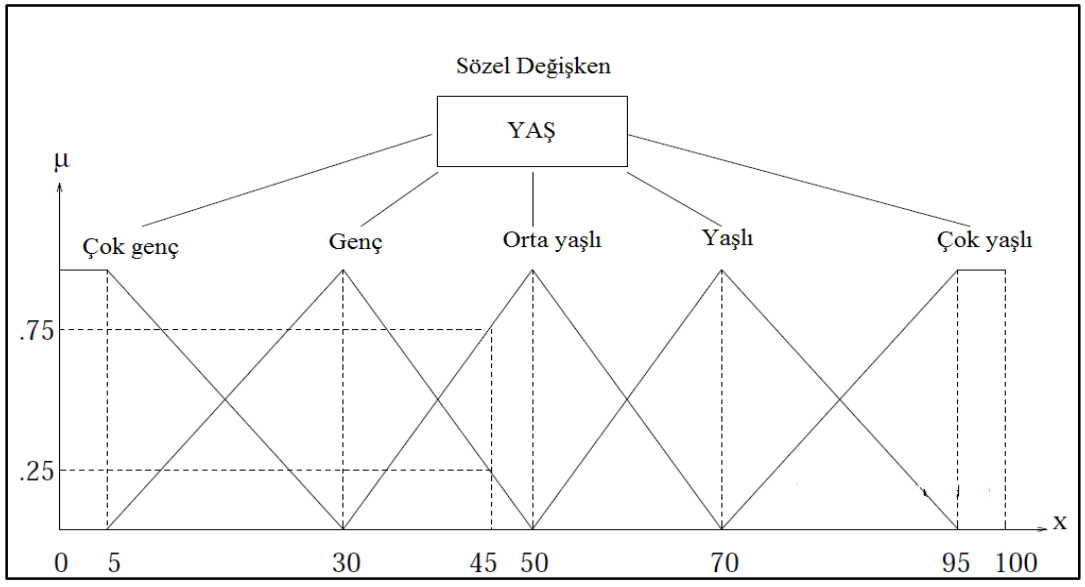
$$\mu_{A\cap\overline{B}}(x) = \min[\mu_A(x), 1-\mu_B(x)] \tag{3.15}$$

Olarak elde edilir.

3.5. Sözel Değişkenler

Temel insan düşüncesi öncelikle kavramsal şekiller ve zihinsel örüntüler şeklindedir. Sayısal belirginlik bunların olgunlaşması ile ortaya çıkar. Yani insan düşünce sisteminin ilk aşamaları bulanıktır. Matematikteki diferansiyel ve integral hesaplamalarda bunu ifade etmek mümkün değildir. Çünkü bu yöntemlerin kullanımı kesinlik gerektirir. Sözelden sayısala geçişte bulanık küme kavramları bir köprü görevi görür.

Değerlerini doğal konuşma dilinden alan kelime ve cümlelere sözel değişkenler denilir. Sözel değişkenlerin kavramını daha iyi anlayabilmek için doğal dilde yaş kelimesini örnek aldığımızı farzedelim. Yaş kelimesi bir sözel değişkendir ve değerleri; çok genç, genç, orta yaşlı, yaşlı ve çok yaşlı gibi kelimelerle tanımlanır. Bu değerlere sözel değişken yaşın terimleri adı verilir ve bunlar bulanık kümelerle temsil edilir.



Şekil 3.9. Sözel değişken yaşın terimleri

Şekil 3.8'deki örnekte yaş sözel değişkeni için 5 tane dilsel terimin üyelik fonksiyonları gösterilmektedir ve bu terimler [0-100] arasında bir yaş ekseni üzerinde tanımlanır. Örnek olarak 30 yaşındaki bir insan gençtir ve onun genç olma üyelik değeri

"1" dir. 27 yaşındaki bir insan ise 0.9'dur. Fakat 50 yaş üzeri bir insan için bu değer "0" olduğunu söyleyebiliriz. Sözel değişkenler bulanık mantığın en önemli özelliklerindendir çünkü doğal insan diliyle matematik arasında bir köprü rolünü oynamaktadır (Bojadziev 2007).

3.6 Bulanık Kurallar

Bir bilgi sistemini modellediğimiz zaman, sıklıkla bulanık kural tabanı şeklinde temsil edilir. Bulanık kural tabanı, bulanık 'eğer... ise... o halde' kurallarını içerir. Çoğu olguda bulanık kural tabanı bulanık akıl yürütme, bir düzey ileri veri sürümü çıkarımı (GMP, genelleştirilmiş modus ponene)'e dayalıdır (Baykal ve Beyan 2004). Tüm girdi değişkenleri, sözel değişkenlere çevrilerek, bulanık sonuç çıkarma adımı, güncel durum için kurallara dayandırılarak uygulanır ve çıkışta sözel değişkenlerin değerleri hesaplanır.

Öte yandan, bir bulanık kural, 'eğer... ise... olsun' şeklinde (örneğin X değeri A ise,o halde Y değeri B'dir) sözel girdi ve çıktı değerlerine sahip olmalıdır. 'eğer...' bölümüne durum; '... o halde' bölümüne ise sonuç ya da karar kısmı adı verilir. Bu durumda bulanık sonuç çıkarma hesaplarının iki bileşeni olduğu anlaşılır:

- Kümeleme : kuralların 'eğer...' bölümlerinin hesaplanması
- Düzen : kuralların '...o halde' bölümlerinin hesaplanması

'X değeri A ise, o halde Y değeri B'dir' örneğinde, A ve B sözel kelimelerdir. Bulanık kümelerde X ve Y değerlerinin hangi duruma ait olduğunu gösterirler. Günlük hayatta kullanılan bazı bulanık ifadelere dayanan kurallar, örnek olması açısından aşağıda gösterilmektedir:

'Eğer yağmur yağarsa, o halde ıslanırız.'

'Eğer yol kaygan ise, o halde araba kullanmak tehlikelidir'

3.6.1 Çeviri kuralları

Zadeh, dilimizdeki önermeler açısından bazı genel sözel ifadelerin temsilini sağlayan bir dizi çeviri kurallarına giriş yapmıştır (Zadeh 1996). Bunlar:

1.Gerektirme kuralı

X A dır.

$A \subset B$ dir.

X B dir.

Örnek: Ayşe çok gençtir

Çok genç ⊂ genç

Ayşe gençtir.

2. Tümel evetleme kuralı

X A dır.

X B dir.

X A∩B dir.

Örnek: Basınç çok yüksek değildir.

Basınç çok düşük değildir.

Basınç çok yüksek değildir ve çok düşük değildir.

3. Tikel evetleme kuralı

X A dır.

Veya X B dir.

X A ∪ B dir.

Örnek: Basınç çok yüksek değildir.

Veya çok düşük değildir.

Basınç çok yüksek değildir veya çok düşük değildir.

4. İz düşüm kuralı

(x, y) R bağıntısına sahiptir.

X $\prod_x$ (R) dir.

Y $\prod_y$ (R) dir.

Örnek: (x,y) (3,2) ye yakındır.

x 3'e yakındır.

y 2 ye yakındır.

5. Değilleme kuralı

Değil (x A dır)

X $\overline{A}$ dır.

Örnek: değil (x yüksektir) x yüksek değildir.

3.7 Bulanık Çıkarım

Bulanık çıkarım, sözel değişkenlerden gelen bulanık değerleri, kural tabanındaki kurallar üzerinde uygulayarak bulanık sonuçlar üretmektedir. İlk olarak, her bir giriş değerinin ne oranda hangi üyelik kümesine ait olduğu saptanmaktadır. Bu değerler kural tablosuna yerleştirilerek uygun çıkışlar elde edilmektedir. Bulanık mantık kuralları kural içerisindeki birleştiricilerin anlamlarının yorumlanması ile hesaplanmaktadır. Bu kurallar çıkarım işlemi süresince genelleştirilmiş modus ponens yöntemi kullanmaktadır. X ve Y evrenlerinde girişi A, çıkışı B ile temsil eden iki bulanık küme tanımlansın. Bu iki bulanık küme arsındaki kural ise "Eğer A ise B" şeklinde verilsin. Bu ifadelerin oluşturduğu kural tabanı, X x Y evrenindeki bir RA→B bulanık ilişkisiyle yorumlanır. Bu şekilde bir bulanık ilişki değişik yöntemler kullanılarak elde edilir.

Geliştirilen ilk kural tabanlı çıkarım modeli, Mamdani modelidir. Çoğu bulanık mantık kontrol sistemleri, Mamdani modeli kullanılarak 80'lerde geliştirilmiştir. Buna örnek olarak, 1980 yılında P.M. Larsen tarafından gerçekleştirilen Larsen modelidir. TSK modeli ilk olarak T.Takagi ve Prof. M.Sugeno tarafından 1985'te sunulmuştur. Sugeno'nun başka bir öğrencisi olan K: T. Kang, model üzerinde çeşitli uygulamalar yapmıştır. TSK modeli daha çok 90'lı yıllarda endüstriye uygulanmaya başlanmıştır (Karal 2004). TSK modelinin ana avantajlarından biri, bir fonksiyonu daha az kural kullanarak yaklaşıma tabi tutmasıdır.

3.7.1 Mamdani çıkarım modeli

Pratikte en geniş kullanım alanına sahip modeldir. Sözel kurallardan oluşur ve $U_1 \times U_2 \times U_3$ x $...U_r$ 'den C'ye bir sonuç tanımlar.

$$R_i : Eğer\ x_1\ A_{i1}\ ise, ve....,ve\ x_i\ A_{ir}\ ise\ o\ halde\ y = C_i$$

Burada Xj (j= 1, 2, ..., r) giriş değişkenleri, y çıkış değişkeni, Ci ve Ai ise, Xj ve y için bulanık kümelerdir. Bu form için verilen girişler $x_1, A'_1, x_2, A'_2, \ldots, x_r\ A'_r$ şeklindedir. Burada $A'_1, A'_2, ..., A'_r; U_1, U_2, ..., U_r$ (bulanık numaralar)'ın bulanık alt kümeleridir. R_i kuralının Mamdani modelinin çıkışına katkısı;

$$\mu_{C'_i(y)} = (\alpha_{i1} \wedge \alpha_{i2} \wedge ... \wedge \alpha_{in}) \wedge \mu_{C_i}(y) \tag{3.16}$$

şeklinde hesaplanan bir bulanık kümedir(Mamdani 1974).

Burada α_i, R_i kuralının eşleme derecesidir. α_{ij} ise, x_j ve R_i arasındaki eşleme derecesidir.

$$\alpha_{ij} = Sup_{xj}\left(\mu_{A_i}(x_j) \wedge \mu_{A_{ij}}(x_j)\right) \tag{3.17}$$

Burada $\wedge$ min operatördür.

Modelin sonuç çıkış, max operatörünü kullanan tüm çıkışlardan elde edilen çıkışların kümesidir.

$$\mu_C(y) = \max\left\{\mu_{C'_i}(y), \mu_{C'_2}(y), \ldots, \mu_{C'_L}(y)\right\} \tag{3.18}$$

Burada C çıkışı, bulanık bir kümedir. Bu bulanık çıkış, belirtilen durulaştırma tekniklerinden birini kullanarak keskin bir çıkış halinde durulaştırılabilir. Mamdani modelinden elde edilen sonuç şemasını tanımlamak mümkündür. Aşağıdaki operatörleri kullanarak model oluşturulabilir.

- Sup – min düzenlemesi
- Kartezyen çarpım için min
- Kurallar dahilinde birleşme şartları için min
- Kümelenmiş çoklu kurallar için max

3.7.2 Takagi-Sugeno-Kang (TSK) çıkarım modeli

TSK modeli 1984 yılında, T.Takagi ve M.Sugeno tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonra M.Sugeno ve K. T. Kang bu modeli geliştirmiştir.

Bu modelin geliştirilmesinin ana nedeni, Mamdani modelince talep edilen, özellikle kompleks ve yüksek boyutlu problemler için kuralların sayısını azaltma isteğidir. Bu hedefi başarmak için TSK modeli, lineer giriş değişkenleri denklemi ile Mamdani kuralının o-halde bölümüne bağlı bulanık kümelerin yerine konulmuştur. Örneğin iki girişli ve bir çıkışlı TSK modeli, aşağıda belirtilen formdaki kurallardan oluşur: $Eğer\ x\ A_i\ ise\ ve\ y\ B_j\ ise\ \ o\ halde\ z = ax + by + c$

Burada a, b ve c nümerik sabitlerdir. Genelde TSK modelindeki kurallar şu forma sahiptir:

$$Eğer\ x_1\ A_{i1}\ ise,\ ve....ve\ x_r\ A_{ir}\ o\ halde\ y = f_i\left(x_{1,}\, x_{2,}....x_r\right) = b_{i0} + b_{i1}x_1 + ... + b_{ir}x_r$$

Burada f_i lineer bir modeldir ve b_{ij} (j=0, 1,....., r) ise gerçek değerli parametrelerdir.

TSK modelinden sonuç çıkarma, tüm ilişkili lineer modellerin interpolasyonudur. Bir lineer modelin ilişki derecesi, lineer modelle birleşen bulanık alt uzaya ait giriş verisinin derecesince tanımlanır. Bu ilişki dereceleri, interpolasyon süresince önemli hale gelir. Modelin toplam çıkışı aşağıdaki denklemde verilmiştir. Burada α_i , R_i kuralının eşleme derecesidir.

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{L} \alpha_i f_i(x_1, x_1, ..., x_r)}{\sum_{i=1}^{L} \alpha_i} = \frac{\sum_{i=1}^{L} \alpha_i (b_{i0} + b_{i1}x_1, ..., b_{ir}x_r)}{\sum_{i=1}^{L} \alpha_i} \tag{3.19}$$

TSK modelinin girişleri, keskin (non-fuzzy) sayılardır. Bu yüzden i'inci kuralla eşlenen $x_1 = a_1, x_2 = a_2, ..., x_r = a_r$, giriş derecesi tipik olarak min operatörü kullanarak hesaplanır.

$$\alpha_i = \min\left(\mu_{A_{i1}}(a_1), \mu_{A_{i2}}(a_2), ..., \mu_{A_{ir}}(a_r)\right) \tag{3.20}$$

Bununla birlikte çarpım operatörü de kullanılabilir.

$$\alpha_i = \mu_{A_{i1}}(a_1) \times \mu_{A_{i2}}(a_2) \times ... \mu_{A_{ir}}(a_r) \tag{3.21}$$

Örnek olarak TSK modelinin aşağıdaki 3 kuraldan ibaret olduğunu göz önüne alalım.

Eğer x küçük ise $y = L_1(x)$

Eğer x orta ise $y = L_2(x)$

Eğer x büyük ise $y = L_3(x)$

Modelin çıkışı;

$$y = \frac{\mu_{küçük}(x) \times L_1(x) + \mu_{orta}(x) \times L_2(x) + \mu_{büyük}(x) \times L_3(x)}{\mu_{küçük}(x) + \mu_{orta}(x) + \mu_{büyük}(x)} \tag{3.22}$$

TSK modeli, kompleks sistemlerin modellenmesi için güçlü bir yöntemdir. Az sayıda kural kullanarak yüksek non-lineer fonksiyon ilişkileri çözülebilir (Takagi ve Sugeno, 1985).

TSK modelinin en büyük avantajı, onun güçlü anlatım özelliğidir. Daha da fazlası, açık fonksiyonel anlatım formu, bazı öğrenme algoritmalarını kullanarak parametre tanımlaması yapabilmesini sağlar. ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) gibi çeşitli neuro-bulanık sistemler, TSK modelini temel alarak yapılandırılmıştır.

3.8 Durulaştırma

Pek çok pratik uygulamada, denetim komutu kesin bir değer olarak verilir. Bundan dolayı, bulanık çıkarım sonucunu durulamak gerekir. Durulama, elde edilmiş bir bulanık denetim etkinliğinde olasılık dağılımını en iyi gösteren, bulanık olmayan denetim etkinliği elde etme sürecidir. Ancak, iyi bir durulama stratejisi seçmek için sistematik bir işlem yoktur ve bundan dolayı uygulamanın özelliklerini dikkate alan bir yöntem seçilmesi gerekir.

Matematiksel olarak, bulandırma, R gerçek sayılar alanı, F bulanık kümeler alanı olmak üzere Bulandırma (R)→F ile gösterilir bunun tersi durulama olarak tanımlanır. Bu işlem bulanık bir kümeyi sayısal değerlere çevirir (Harris 2009). Durulama (F)→F olarak gösterilebilir. Çıkarım motoru bulanık kümeleri alıp bulanık kurallar kümesini uygulayarak dönüştürür. Bu durum da ÇM(F)→F olarak temsil edilebilir. Genel olarak bir gerçek sayının başka bir gerçek sayıya dönüştürülmesi açısından bir bulanık sistem;R→Bulandırma(R)→ÇM(F)→ F' →Durulama(F')→R olarak gösterilir.

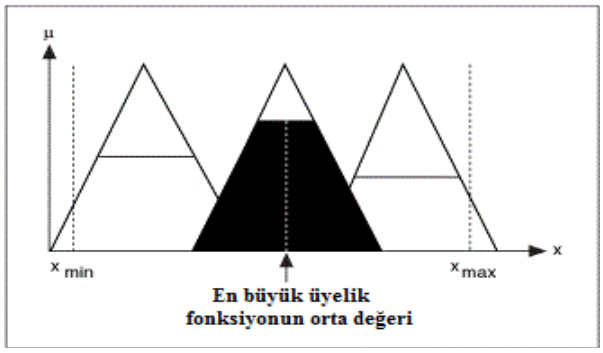
Bulandırma ve durulama birbirlerinin bütünleyicisi gibi görünse de, ters fonksiyonlar değildir. Çok sayıda durulaştırma yöntemi olmakla beraber burada en çok kullanılan sadece dört yöntemden bahsedilecek (Baykal ve Beyan, 2004).

3.8.1 En Büyüklerin Ortası Yöntemi (EBO)

En büyüklerin ortası stratejisi üyelik fonksiyonlarının en büyüğe ulaştığı tüm denetim etkinliklerinin ortalama değerlerini temsil eden bir denetim etkinliği üretir. Ayrık bir evren varlığında denetim etkinliği, z_j üyelik fonksiyonunun en büyüğe ulaştığı denetim etkinliği, k bu şekildeki denetim etkinliklerinin sayısı olmak üzere;

$$z_0 = \sum_{j=1}^{k} \frac{z_j}{k} \tag{3.23}$$

olarak açıklanabilir.

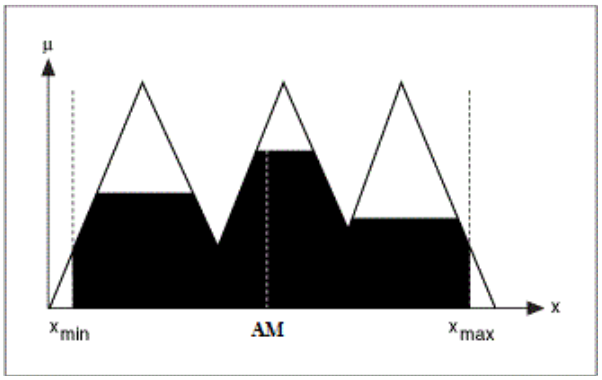


Şekil 3.10. EBO durulaştırma yönteminin gösterimi (Anonymous, 2009)

3.8.2 Ağırlık merkezi yöntemi (AM)

Sentroid yöntemi de denilen, yaygın olarak kullanılan ağırlık merkezi stratejisi bulanık C kümesinin olabilirlik dağılımının çekim noktasını üretir. Çıktının niceleme sayısı n olduğunda, C, (z) çıkış boyutunda tanımlanan bir bulanık kümedir.

$$z_0 = \frac{\sum_{j=1}^{n} \mu_C(z_j) \cdot z_j}{\sum_{j=1}^{n} \mu_C(z_j)} \tag{3.24}$$

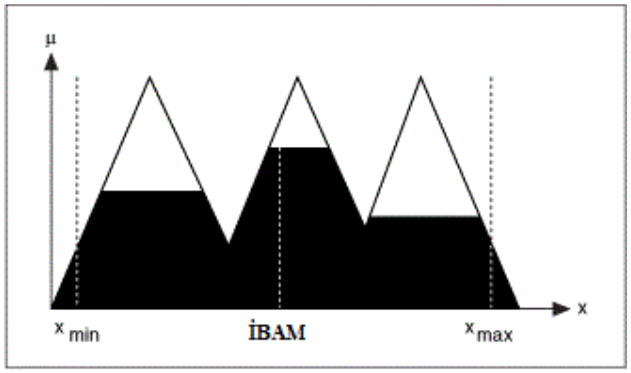


Şekil 3.11. AM durulaştırma yönteminin gösterimi(Anonymous, 2009)

3.8.3 İki Bölümlü Alan Merkezi Yöntemi (İBAM)

Eğer çıkış bulanık alt kümesi en azından iki tane dışbükey alt kümeyi içeriyorsa, dışbükey bulanık kümelerin en büyük alanlısının ağırlık merkezi durulama işleminde kullanılır (Baykal ve Beyan, 2004).

$$z_0 = \frac{\int \mu_C(z) \,.\, z \, dz}{\int \mu_C(z) dz} \tag{3.25}$$



Şekil 3.12. İBAM Durulaştırma Yönteminin Gösterimi(Anonymous, 2009)

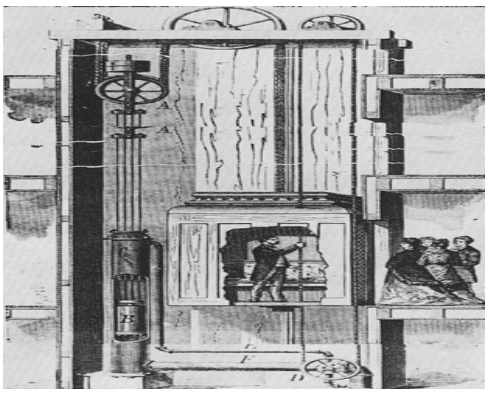
4. ASANSÖR KONTROL SİSTEMLERİ TARİHSEL GELİŞİMİ VE YAKLAŞIMLARI

4.1. Asansör Kontrol Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi

Asansörler, yük veya insanları kılavuz raylar arasında hareketli kabin veya platformları ile düşey doğrultuda yapının belli duraklarına taşımaya yarayan elektrikli araçlardır (Tregenza, 1976). Her türlü konut, işyeri, fabrika, hastane, okul, gemi, maden ocakları ve kuyuları, fantastik kule, anten ve aydınlatma direği gibi pek çok alanda asansörler kullanılmaktadır (İmrak, 2004).

Asansör sistemlerinin kontrolünde iki farklı mühendislik problemi karşımıza çıkmaktadır. İlk problem, asansör kabininin yukarı ve aşağı yönlerde hareket etmesini sağlamak için komut verilmesi ve belirli bir yerde durmasının sağlanması, ikincisi ise, bir asansör grubunun verimli kullanılabilmesi için birbirinden bağımsız asansörlerin uyumlu bir şekilde çalışması gereksinimidir. İlk problem, sürücü sistemleri ve sürücü kontrolü ile ilgilidir. İkincisi ise yolcu trafik kontrolü ile ilgilidir. Tekli asansör kontrolü asansör kullanımının başlangıcından beri bir gerekliliktir.

İlk buhar ve hidrolik tahrikli asansörler “el-kablosu” kontrolüyle kontrol edilirlerdi. Şekil 4.1’de W.Strutt tarafından dizayn edilen asansör modeli görülmektedir. Kontrol aracı bir mile bağlı kabloydu ve bir valfı hareketlendirirdi. Miller tamamıyla tutulmuş olmadığı sürece belirli bir duraktaki asansör hizmeti isteyen bir yolcu kabloya ulaşabilir ve asansörü çağırmak için kumanda edebilirdi. Operatör gerektirmediği için kullanımı kolaydı ancak bu çalışma tarzı çok emniyetsizdi.



Şekil 4.1. Elle kumandalı hidrolik asansör

Elektrikli asansörlerin gelişmesiyle bir operatörün kabini yukarı ve aşağı yönlerde hareket ettiren anahtar devresini bir kol ile idare ederek kontrolünü gerçekleştiriyordu. Operatörlü kabin kontrolü, kullanılmış ilk basit kontrol yöntemidir. Kabinin uygun seviyede olup olmadığını kontrol etmek gözleme dayanmaktaydı. Daha sonraları hizmet verimliliğini arttırmak ve operatörün trafik talebi hakkında bilgi alabilmesi için kabinin içine sinyal sistemleri yerleştirildi. Aynı zamanda yolcu güvenliği ve konforu ile ilgili diğer unsurlar kat kapısı iç kilitleri gibi tedbirler alındı. Operatör kontrolü günümüzde hemen her zaman düşük hızlı, hafif trafik şartları altındaki asansörlerde görülmektedir.

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

Otomatik kapıların kullanılması, otomatik düğmeli asansör sistemlerinin gelişmesine ve bir operatöre olan ihtiyacın tamamen ortadan kalkmasına neden oldu. Özellikle bir grup asansör sistemi kontrol edileceği zaman otomasyon vazgeçilmez hale gelmiştir. Tekil asansör kontrolüne ek olarak, değişik trafik şartlarında kabinleri işletme yeteneğine sahip kontrol sistemleri sağlanması ve kabinler arası bağlantı kurulması gereklidir.

Günümüzde asansör sistemlerinin kontrolü bilgisayar esaslı sistemler ile yapılmaktadır. Yapılan tüm çalışmalarda asansör kontrolü bilgisayar ile kontrol edilmekte ve her türlü trafik durumları için yüksek verimde çalışabilmektedir (Bolat, 2006).

4.2. Grup Asansör Kontrol Sisteminde Bulanık Mantık Yaklaşımları

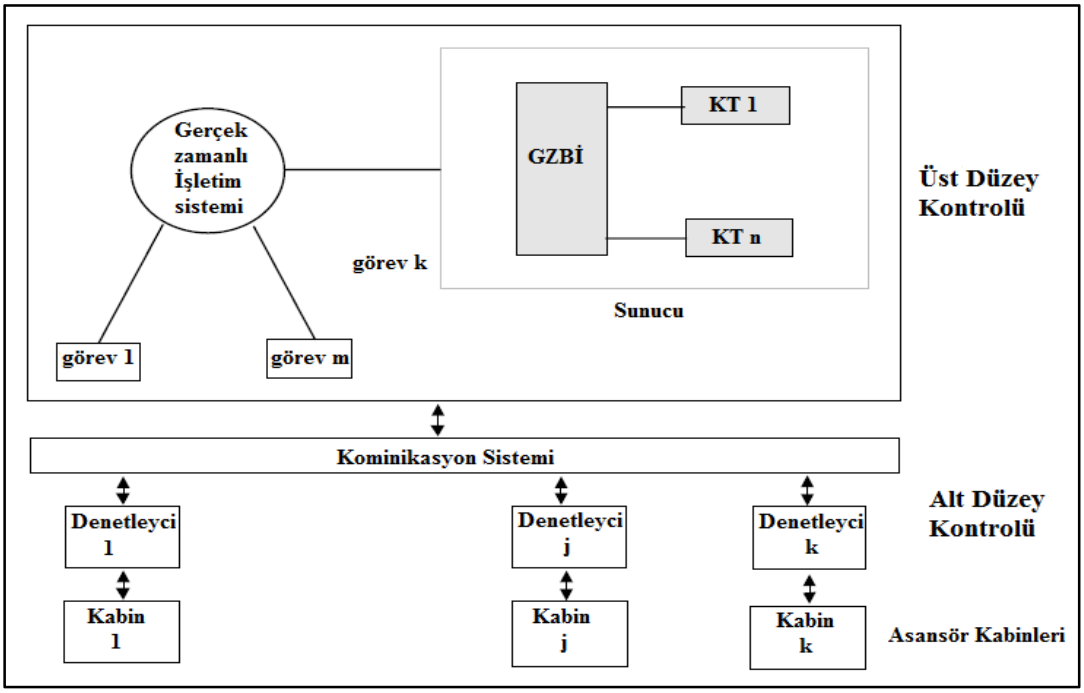
Grup asansör kontrol sistemleri, çok sayıda asansörün bulunduğu çok katlı binalarda, yolcu trafiğinin hızlı ve etkili bir biçimde gerçekleştirilmesi amacıyla asansörlerin en uygun biçimde kontrol edilmesi ve uygun kata yönlendirilmesi görevini yerine getiren sistemlerdir. Herhangi bir andaki yolcu ve çağrı sayısının önceden tahmin edilememesi ve yapılan çağrıların asansörlerin yolculuk sürelerini önemli ölçüde etkilemesi gibi faktörler, grup kontrol sistemlerinin karşılaştığı temel problemlerdir.

Yolcuların bekleme sürelerini azaltmak için, yolcuların bir kattan diğer kata geçme sürelerini minimize etmek için ve belirli bir süre içinde mümkün olduğu kadarıyla fazla yolcuya hizmet verme sebeplerinden dolayı kabin ve kabin çağrı servislerinin grup asansör kontrol sistemindeki bütün gereksinimleri her kat için sağlanmalıdır. Bununla birlikte bütün bu gereksinimleri sağlamakta birçok engel vardır. Zira çağrı zamanları, çağrı yerleri ve yolcuların gidecekleri katlar hep rastgele ve sabit olmayan verilerdir. Genel olarak kontrol stratejisi, çeşitli koşullarda özellikle yolcuların isteklerinde değişiklik olduğunda, farklı trafik modelleri uygulama esnekliğine sahip olmalıdır (Gudwin ve ark., 1998). Bulanık mantık ile grup asansör sistemini kontrol etmek aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı yararlı olabilir:

1) Çağrı tahsis etme stratejisi, bir takım kural tarafından sıkça açıklanmaktadır.
2) Çeşitli trafik koşullarını kapsamak için, farklı kural kümeleri bilgi tabanı üzerine gruplandırılmıştır.
3) Mevcut olan trafik modelleri için en uygun kabini seçen kurallar kolaylıkla geliştirilip birleştirilebilir.
4) Sistemin olaylarına tahmini cevaplar verir.
5) Çok, orta ve az gibi bulanık kavramlar, uzmanların için kullanılması ve anlaşılması çok uygun ve kolay bir yöntemdir(Kim ve ark., 1995).

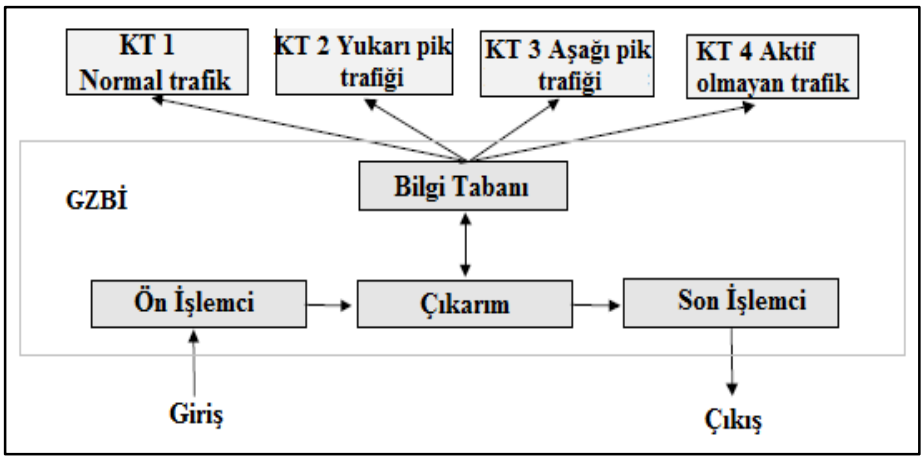
4.2.1. Bulanık Mantık Grup Asansör Kontrol Sistemi Birinci Yaklaşım

Grup asansör kabinlerinin genel fonksiyonel kontrol yapıları şekil 4.2'de gösterildiği gibi iki düzeyden oluşur. Alt düzey, her kabinin yukarı ve aşağı hareketi, durması ve başlangıcı ve kapının açılıp kapanma görevlerini gerçekleştirir. Üst düzey ise yönetici düzeyidir ve istenilen performansı sağlamak için, kabinlerin hareketlerindeki koordinasyon görevini gerçekleştirir. Üretilen kararlar sistemin durumuna bağlıdır (trafik koşulları, kat çağrıları, kabin çağrıları vb.) .Bulanık denetleyicilerde gerçekleştirilen görevlerle gerçek zamanlı görevleri geçici olarak ayırmak için kontrol sistemini bir sunucuyla birleştirmektedir. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi üst düzey, gerçek zamanlı bilgi işleme (GZBİ) modülünü ve birkaç kural tabanından (KT) oluşmaktadır. Bu da bu mekanizmanın daha iyi çalışmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.2. Grup asansör kontrol sisteminin genel yapısı (Gudwin ve ark., 1996)

Şekil 4.3'de görüldüğü gibi, bulanık denetleyiciler dört bölümden oluşmaktadır. Ön işlemci modülü, giriş bilgilerini iç modele dönüştürür. Son işlemci modülü ise iç modeldeki bilgileri çıkış verilerine dönüştürür. Bu iki modülün arasında çıkarım ve bilgi tabanı vardır. Denetleyiciler, farklı trafik modellerini temsil eden 4 tane kural tabanını içerir (Gudwin ve ark. , 1996). Bu modeller, yukarı pik, aşağı pik, normal ve aktif olmayan zamanlardır.



Şekil 4.3. Grup bulanık denetleyicilerin yapısı (Gudwin ve ark., 1998)

4.2.2. Kural Tabanları Ve Üyelik Fonksiyonları

BMAKS dört tane kural tabanından oluşur. Bunlardan her biri bir trafik modelinin koşullarına göre tasarlanmıştır ve sadece o model ortaya çıktığı halde uygulamaya geçecektir. Çizelge 4.1 normal trafik modelinin kurallarını göstermektedir. Bu kurallar iki tane girişten oluşur. Bunlar bekleme süresi (BS) ve ulaşma süresi (US)'dir. Ayrıca bu kurallar bir tane çıkıştan oluşur. O da öncelik derecesi (ÖD)'dir. BS(i,j), j'inci çağrı katının dilsel değişkenlerle servis bekleme süresini temsil etmektedir. US(i,j) ise i'inci kabinin j'inci çağrı katına tahmini ulaşma süresini ifade eder. Eğer kabindeki yolcu sayısı belirlenen kapasiteden az ise işleme alınır, aksi halde öncelik derecesi sıfır değerini alır. ÖD dört dilsel terimle açıklanmıştır. Bunlar sıfır, az, orta ve çoktur. Bu terimler her (kabin, çağrı) için öncelik (i,j) değerini tanımlar.

Çizelge 4.1. Normal trafik modelinin kural tabanı

US(i,j) / BS(j)	Büyük	Orta	Küçük
Büyük	Orta	Az	Az
Orta	Çok	Orta	Az
Küçük	Çok	Çok	Orta

Çizelge 4.2' de yukarı pik trafik modelinin kural tabanın göstermektedir. Görünüşte çizelge 4.1'e benzemiş olsa da kuralların ortaya çıkma nedenleri çok farklıdır. Eğer her hangi bir kabin için aşağıya doğru kat çağrıları varsa gri renkli sütunlar her zaman sıfır değerini alır. Bununla birlikte kabin boş bulunursa giriş kata gönderilir. Bununla birlikte kabinin görev listesi boş ise giriş kata gönderilir.

Çizelge 4.2. Yukarı pik trafik modelinin kural tabanı

US(i,j) / BS(j)	Büyük	Orta	Küçük
Büyük	Orta	Az↑ (Sıfır↓)	Az↑ (Sıfır↓)
Orta	Çok	Orta↑(Sıfır↓)	Az↑ (Sıfır↓)
Küçük	Çok	Orta↑(Sıfır↓)	Orta↑ (Sıfır↓)

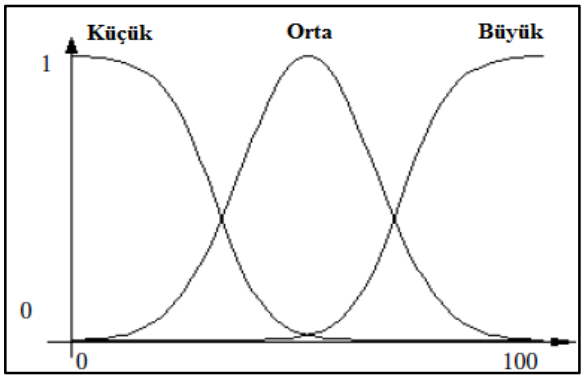
Aşağı pik kural tabanı çizelge 4.3' de gösterildiği gibi yukarı pik kurallarıyla benzer koşullar içermektedir. Fakat bu sefer gri sütunlar yukarı yönündeki kat çağrıları için sıfır değerini alır.

Çizelge 4.3. Aşağı pik trafik modelinin kural tabanı

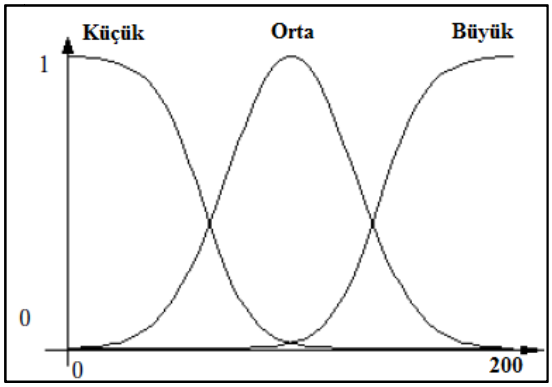
US(i,j) / BS(j)	Büyük	Orta	Küçük
Büyük	Orta	Az↓(Sıfır↑)	Az↓(Sıfır↑)
Orta	Çok	Orta↓(Sıfır↑)	Az↓(Sıfır↑)
Küçük	Çok	Orta↓(Sıfır↑)	Orta↓(Sıfır↑)

Aktif olmayan trafik modelinin kuralları ise normal trafik koşullarına benzemektedir. Tek fark ise kabin sayılarının azaltılmasıdır. Bu da enerji tasarrufu ve bakım gereksiniminin azalmasını sağlar. Şekil 4.4, şekil 4.5 ve şekil 4.6'de giriş ve çıkış üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. US ve BM girişleri, gaussian üyelik fonksiyonu tipi kullanmaktadır ve üç dilsel terimden oluşur. Bu terimler küçük, orta ve büyük olarak adlandırılmaktadır.

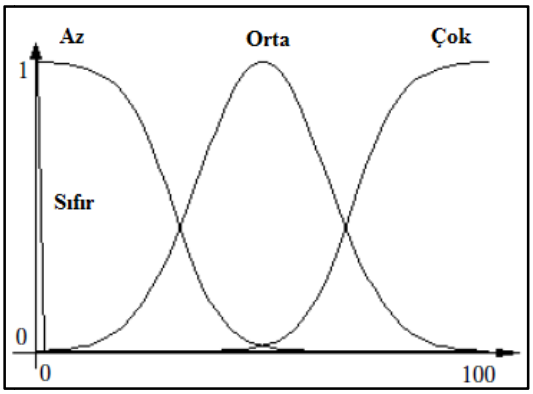
US değeri aralığı 0-200 arasındayken BM değer aralığı ise 0-100 arasındadır (Gudwin ve ark., 1994; Pedrycz ve ark., 1997; Gudwin ve ark., 1997).



Şekil 4.4. BS girişin üyelik fonksiyonu (Gudwin ve ark., 1998)



Şekil 4.5. US girişi için üyelik fonksiyonu (Gudwin ve ark., 1998)



Şekil 4.6. ÖD çıkışı için üyelik fonksiyonu(Gudwin ve ark., 1998)

4.2.3. Kabin Seçme İşlemi

Kurallar belirlendikten sonra çıkarım mekanizmasına girecektir ve son olarak durulaştırma yöntemlerinden birini kullanarak 0-100 aralığında bir öncelik derecesi ÖDdeğeri elde edilir. Her (kabin, çağrı) çiftleri için bir değere sahiptir.

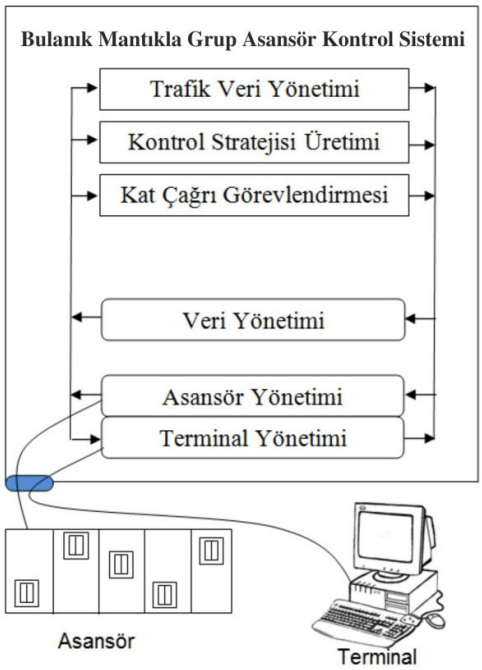
Bu işlemlerin sonucunda her kabin için maksimum ÖD'ne sahip olan çağrı tahsis edilir. Eğer iki veya daha fazla kabin aynı çağrıya servis vermek için gösterildiyse o halde bunlar kendi aralarında rekabete girerler. Kabinler aynı US değerine sahiplerse sistem rastgele bir kabin seçer. Bu mekanizma şekil 4.7'da gösterilmektedir. Çağrıların önceliğini listeleyen bir kuyruk sıralaması her kabin için oluşturulur. Sistem her zaman bu kuyruktan ilk elemanı seçmeye çalışır. Örnek olarak E1 ile E3 kabinleri 12↑ çağrısına hizmet vermekte çakışmaktalar. Bunlar yarışırlar ve E3 kabini kazanır. E1 kabinin 2.seçeneği ise 7↓ çağrısıdır ki bu sefer de E4 kabiniyle çakışmaktadır. Eğer E4 kabini seçilmezse onun 2.seçeneğine geçilir. İşlemlerin sonunda bütün çağrılara hizmet verilir (Gudwin ve ark.,1998).

E1	12↑	7↓	3↓	1↑	14↓	8↓	20↑
E2	20↑	8↓	14↓	1↑	3↓	7↓	12↑
E3	12↑	3↓	1↑	20↑	8↓	14↓	7↓
E4	7↓	14↓	8↓	20↑	20↑	12↑	1↑

Şekil 4.7. Kabin seçme işlemleri

4.3. Bulanık Mantık Grup Asansör Kontrol Sistemi (BMGAKS) İkinci Yaklaşım

Şekil 4.8'de BMGAKS'nin yapısını göstermektedir. Şekil 4.8'de BMGAKS'ni sekiz tane asansörü yönetmektedir ve bu durum terminal bilgisayara bağlanarak gösterilmektedir. BMGAKS'i şu bölümlerden oluşmaktadır (Kim ve ark., 1998):



Şekil 4.8. BMGAKS'nin Yapı (Kim ve ark., 1998)

Trafik veri yönetimi bölümü, bu bölümde yolcu veri trafiği toplanıp, öğrenilir ve tahminler yönetilir. Trafik verisi, asansörü elde eden ve edemeyen yolcuların sayısını

belirler. Gelecek belirli bir süre için trafik verisi tahmin edilerek, kat çağrısı görevlendirmesinde yardımcı olur.

Kontrol stratejisi üretimi bölümü, bu bölümde yolcuların veri trafiği sınıflandırarak kat çağrı görevlendirmesini yapar. Yolcu trafiği, bulanık çıkarım kullanarak trafik özelliklerine dayanarak sekiz sınıfa ayrılır(Siikonen ve Leppala,1991).

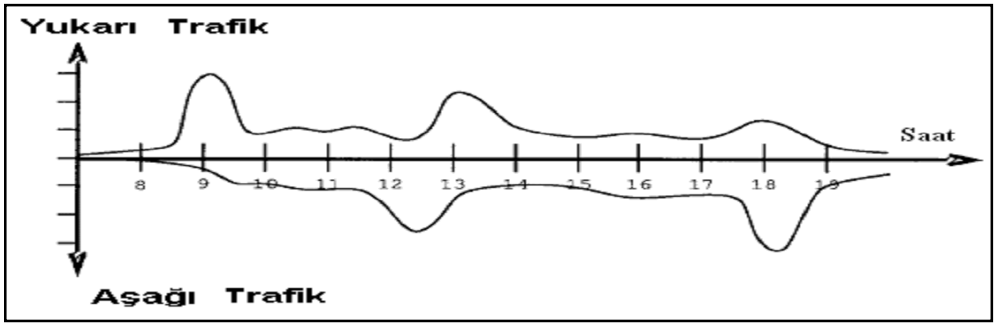
Kat çağrı görevlendirme bölümü, bu bölümde ise asansörün durumu, yolcu trafiği ve kontrol stratejisini göz önünde bulundurmak en uygun asansörü seçer.

Veri yönetme bölümü, bu bölümde BMGAKS'inde olan bütün verileri yönetir, bu veriler asansör verisi, bina verisi, öğrenme verisi, kontrol strateji verisi ve üyelik fonksiyonu verilerini içerir.

Terminal yöneticisi bölümü, bu bölümde terminal ile ilgilidir ve sistem yöneticisi için önemlidir. Asansör detayları, bina detayları ve sistem detayları terminal ile değiştirilir.

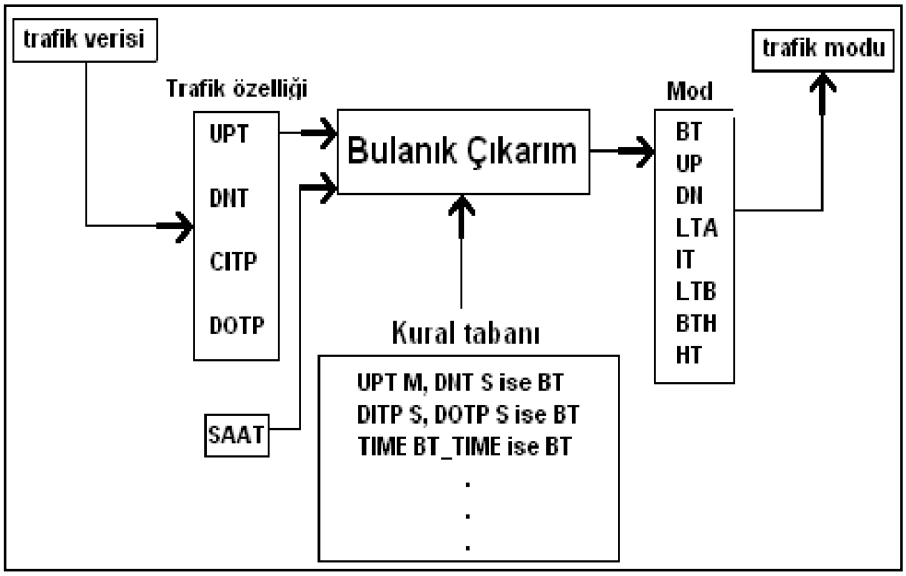
4.3.1. İşlem Üretme Stratejisi

Veri trafiği sekiz sınıfa ayrılıdır, yukarıya giden yolcu sayısına yukarı trafiği, aşağı giden yolcu trafiğine ise aşağı trafiği denir. Şekil 4.9 bir bina için aşağı ve yukarı trafiğini göstermektedir. Şekil 4.9'da trafik örneklerinde ciddi farklılıklar görülebilir. Örnek olarak 9:00, 12:00, 13:00 ve 18:00 saatlerini verilmiştir. Bu yüzden trafik stratejisini bu farklı modellere göre yönetmek gerekir. Örnek olarak birçok yolcu saat 9:00'da ulaşır. Bu saate asansörün OBS ve UBS'si mümkün olduğu kadar azaltmak amacıyla en yakın zamanda asansörleri lobiye göndermemiz gerekir. Başka bir durumda mesela saat 11:00'de toplam zaman az olduğu için enerji tasarrufu sağlamak gerekir (Siikonen ve Leppala, 1991).



Şekil 4.9. Tipik bir binada farklı saatlerde iniş ve çıkış trafiği (Türk, 2007)

Şekil 4.10 bu aşamada kullanılan bulanık çıkarım yapısını göstermektedir. Bu yapıda şimdiki trafiğin durumunu belirtecek beş tane özellik bulunur. Bu beş giriş bulanık sisteminin çıkış sonucu sekiz tane trafik modeline sınıflandırılır.



Şekil 4.10. Yolcu trafiğinin bulanık sınıflandırılması(Türk,2007)

4.3.2 İşlemi Üretme Stratejisinin Giriş ve Çıkışları

Çizelge 4.3'de yolcu trafiği sekiz moda bölünmektedir.

Çizelge 4.3. Yolcu trafik modelleri (Türk, 2007)

BT İş saati	Toplam trafik normaldir öğleden önce ve sonra
UP Yukarı pik	Binaya çok sayıda yolcu girmektedir ofislere gitme saati
DT Aşağı pik	Binadan çok sayıda yolcu çıkmaktadır çıkış saati
LT-A Öğle yemeği zaman A(başlangıç)	Birçok yolcu yemeğe gitmektedir öğle yemeği başlangıçsaati
İT Aktif olmayan zaman	Toplam trafik düşüktür Gece
LT-B Öğle yemeği zamanı B(bitiş)	Birçok yolcu ofislerine gitmektedir öğle yemeği sonu
BTH İş saati ve yoğun trafik	Toplam trafik miktarı büyüktür
HT Yoğun trafik	Birçok yolcu bir katta toplanır veya bir kattan dağılır herhangi bir zaman

BT(Business Time) : toplam trafik ortadır (öğleden önce ve sonra).

UP(Up peak): birçok yolcu binaya gelmektedir (ofise gelme saatleri).

DT(Down Time): birçok yolcu binayı terk etmektedir (kapatma saatleri).

LT-A(Lunch Time A): birçok yolcu restoranda gitmektedir (öğle yemeğinin başlangıcında).

IT(Inactive Time): toplam trafik azdır (gece).

LT-B(Lunch Time B): birçok yolcu ofisine dönmektedir (öğle yemeğinin bitişinde).

BTH(Business time and heavy): toplam trafik büyüktür (her hangi bir zaman olabilir).

HT(Heavy Traffic) : bir katta olan yoğun trafik (her hangi bir zaman olabilir). Her kat için yolcu veri trafiği (iniş ve biniş) toplanır bu veriler çok fazla olmaktadır, fakat biz bu verileri farklı trafik özelliklerine ayırabiliriz. Çizelge 4.4 yolcu trafik özelliklerini açıklamaktadır(Anonymous,1992).

Çizelge 4.4. Yolcu trafik özellikleri (Türk, 2007)

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

UPT(up traffic): Yukarı yönüne giden yolcuların sayısı.

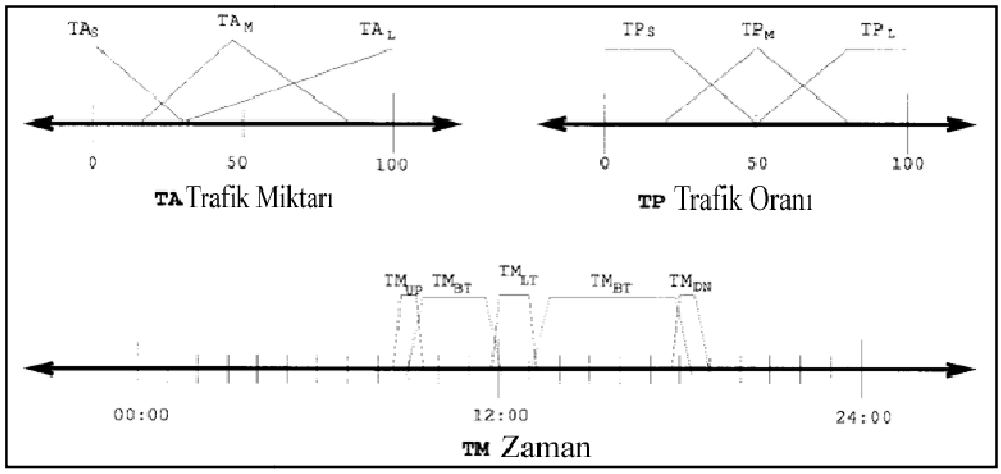
DNT(down traffic): Aşağı yönüne giden yolcuların sayısı.

CITP(centralized in traffic percentage): Katlar arasında en kalabalık kata gelen yolcu oranı.

DOTP(distributed out traffic percentage): En kabalık katın dışında, diğer katlara giden yolcu oranı.

TIME: Şimdiki zaman.

Çizelge4.4 deki trafik özellikleri trafik miktarını belirten TA (=traffic amount), trafik oranını belirten TP (=traffic percentage) ve zamanı belirten TM kategorilerinde incelenebilir. UPT ve DNT TA kümesine, CITP ve DOTP TP kümesine, TM ise TIME kümesine aittir. Şekil 4.11, dilsel terimleri ve trafik özelliklerini belirten değişkenlerin üyelik fonksiyonlarını göstermektedir. Şekil 4.11 deki TA_S, TA_M ve TA_L trafik miktarının üyelik fonksiyonlarını (small, medium, large) , TP_S, TP_M ve TP_L ise trafik oranının üyelik fonksiyonlarını temsil etmektedirler. TM_{UP}, TM_{BT}, TM_{LT} veTM_{DN} zamanın üyelik fonksiyonlarıdır (Türk,2007).



Şekil 4.11. Trafik özellikleri için üyelik fonksiyonu

Sistemi kontrol eden kural tabanından bir kaç örnek aşağıdaki gibidir:

Eğer UPT, TA_M ise ve DNT, TA_M ise ve CITP, TPs ise ve DOTP, TP_M ise ve TIME,TM_{BT} ise,BT olur.

Eğer UPT, TA_M ise ve DNT, TA_M ise ve CITP, TPs ise ve DOTP,TP_L ve TIME, TM_{BT} ise,BT olur.

Eğer UPT, TA_L ise ve DNT, TA_S ise ve CITP, TP_L ve DOTP, TP_M ise ve TIME, TM_{UP} ise, UP olur.

Eğer UPT, TA_L ise ve DNT, TA_S ise ve CITP, TP_L ise ve DOTP, TPL ise ve TIME, TM_{UP}ise,UPolur.

Bulanık çıkarım sonucunda en yüksek olasılığa sahip olan trafik modu seçilir. Her bir trafik için önceden sabit bir mod belirlenir, bu mod bir eşik gibi kullanılıp trafik modunda olan osilasyonları karşı koruma işlemini yapar. Eğer bu seçilen mod, eşikmoddan büyük ise o zaman eşik modun değeri bu yeni değer ile değiştirilir, değilse

aynı kalır. Aşağıda gösterilen denklemler bu söylemleri özetlemektedir (Anonymous,1992).

$$\alpha_{ij} = \prod_{k=1}^{m} \mu A_{ijk}(x_k) \tag{4.1}$$

$$\alpha_{ij} = \max_{j=1}^{n} \alpha_{ij} \tag{4.2}$$

Denklem (4.1)'deki α_{ij} ifadesini denklem (4.2)'de yerine koyulursa denklem (4.3)'dekiα_{ij} elde edilir.

$$\alpha_{ij} = \max_{j=1}^{ni} \left\{ \prod_{k=1}^{m} \mu A_{ijk}(x_k) \right\} \tag{4.3}$$

$$\alpha_{\max} = \max(\alpha_{1,} \alpha_2, ... \alpha_{ni}) \tag{4.4}$$

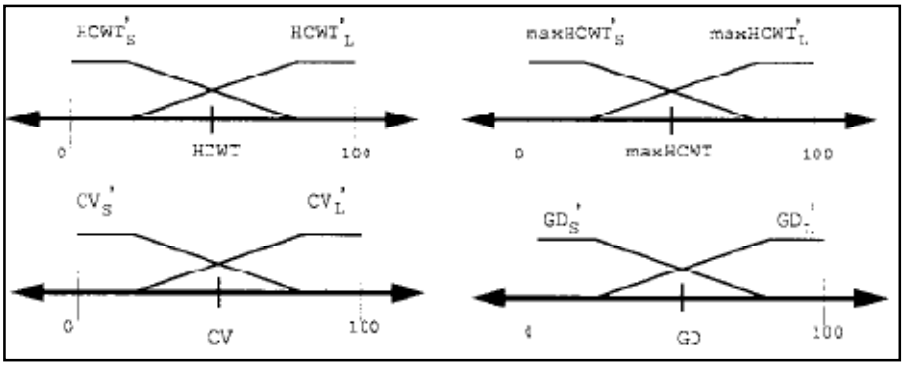
$$\mod e = \max - \mod e, if\ \alpha_{\max} > \alpha \mod e \tag{4.5}$$

4.3.3 Görevlendirme Stratejisi

Bu bölümde OBS, UBS, ET değerlerini hesaplayarak her asansörün uygunluğu ölçülür. w1, w2, w3, (0-1) arasında bir değerdir. Bu değerler (OBS, UBS, ET)'ni temsil eden önem derecesidir. Bu değerler sistemin yöneticileri tarafından mevcut trafik moduna göre verilir. Örnek olarak eğer bu değerler şu şekilde verilmişse ise (1.00, 0.8, 0.4) bu şu anlama gelmektedir: sistemin yöneticileri ortalama bekleme süresini amaçlamaktadır ve tüketilen enerji pek fazla önemsememektedir. Genel OBS ve UBS trafik çok yoğun olduğunda daha çok önem verilmekte (UP, DP, LT-A, LT-B, BHT, HT). Ayrıca ET trafiğin az olduğu durumlarda daha önemli olur (BT, IT). Kat görevlendirme stratejisinde kullanılan bu uygunluk dereceleri hangi kabini seçmekte önemli bir rol oynar(Yager, 1988).

Burada uygunluk değerlerini ölçmek için dört tane giriş bulunmaktadır, bu girişler çizelge 4.12' te açıklanmaktadır. Bunlar kat çağrı bekleme süresi ($HCWT_i$) en uzun kat çağrı ($maxHAWT_i$) yeni kat çağrılarına olan yetenek (Cv_i) ve en küçük(minimum) uzaklık (GD_i).Yukarıda bahsettiğimiz yönetici tarafından verilen önem değerlerine ulaşmak için bu girişlerin üyelik fonksiyonlarında değişiklilik yapılır burada ($HCWT_i$) değeri OBS'iyle ilişkilidir, (maxHCWT) değeri UBS ve ET'iyle ilişkilidir (CV) değeri OBS ve UBS'iyle ilişkilidir (GD) ise ET'iyle ilişkilidir. Örnek olarak eğer OBS'nin önem derecesi yüksek ise bunun anlamı GAKS'i ortalama bekleme süresini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bunu gerçekleştirmek için OBS'iyle giriş değişkenleri arasında olan ilişkileri göz önünde bulundurmak gerekir. OBS'ni etkileyen iki faktör var HCWT ve CV bu yüzden OBS için en büyük uygunluğu elde etmek için değerler şu şekilde olmalı (HCWTs( )=1, $HCWT_L$=0, CVs( )=0, CV_L( )=1). Şekil 4.12'te bu girişler için kullanılan üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. Tüm girişlerin

üyelik fonksiyonu aynı özelliklere sahiptir, her biri iki dilsel değişkenden oluşmakta bunlar küçük ve büyük(Small, Large) terimleridir ve sadece yamuk üyelik tipi kullanılmaktadır(Kim ve ark., 1998).



Şekil 4.12. Dört girişin üyelik fonksiyonları

İstenilen uygunluk derecesini elde etmek için şekil 4.12'te gösterilen üyelik fonksiyonlarında kaydırma işlemeleri yapılır. Kaydırma işlemleri kuralları çizelge 4.5'te gösterilmektedir. Örneğin eğer HCWT'yi büyük değer olarak belirlenirse, bu durumda HCWTs( ) üyelik fonksiyonunu sağa kaydırırız. Böylece HCWTs değeri büyük olur ve bu da HCWT'nin daha önemli bir faktör olduğu anlamına gelir(Kim ve ark,1998).

Çizelge 4.5. Üyelik fonksiyonları için kaydırma kuralları

Değişkenin Adı	İlişkili Kriteri	Üyelik fonksiyonları	İstenilen karşılaştırma değeri	Kayma Yönü	
				0.5 < Önem	0.5 > Önem
HCWT	OBS	$HCWT_S$	1.0	Sol	Sağ
		$HCWT_L$	0.0	Sol	Sağ
max HCWT	UBS, ET	$MaxHCWT_S$	1.0	Sol	Sağ
		$MaxHCWT_L$	0.0	Sol	Sağ
CV	OBS, UBS	CV_S	0.0	Sağ	Sol
		CV_L	1.0	Sağ	Sol
GD	ET	GD_S	0.0	Sağ	Sol
		GD_L	1.0	Sağ	Sol

W(WHCWT, W_{max}HCWT, WCV, WGD) giriş değişkenleri için maksimum kaydırma değeridir. Bu değerler sistemi üreten firmalar tarafından belirlenir ve üyelik fonksiyonunda yapılan maksimum kaydırma limitini ifade etmektedir. Son olarak kaydırma denklemleri aşağıdaki gibi olur (Kim ve ark., 1998).

$$HCWT'_S(\chi) = HCWT'_S(\chi - ((\omega_1 - 0.5).W_{HCWT})) \quad (4.6)$$

$$HCWT_L(\chi) = HCWT'_L(\chi - ((\omega_1 - 0.5)W_{HCWT})) \quad (4.7)$$

$$\max HCWT_S(\chi) = \max HCWT'_S(\chi - (((\omega_2 \wedge \omega_3) - 0.5).W_{\max HCWT}))) \quad (4.8)$$

$$\max HCWT_S(\chi) = \max HCWT'_S(\chi - (((\omega_2 \wedge \omega_3) - 0.5).W_{\max HCWT})) \quad (4.9)$$

$$CV_S(\chi) = CV'_S(\chi - (((\omega_1 \wedge \omega_2) - 0.5).W_{CV})) \quad (4.10)$$

$$CV'_L(\chi) = CV'_L(\chi - (((\omega_1 \wedge \omega_2) - 0.5).W_{CV})) \quad (4.11)$$

$$GD_S(\chi) = GD'_S(\chi - ((\omega_3 - 0.5).W_{GD})) \quad (4.12)$$

$$GD_L(\chi) = GD'_L(\chi - ((\omega_3 - 0.5).W_{GD})) \quad (4.13)$$

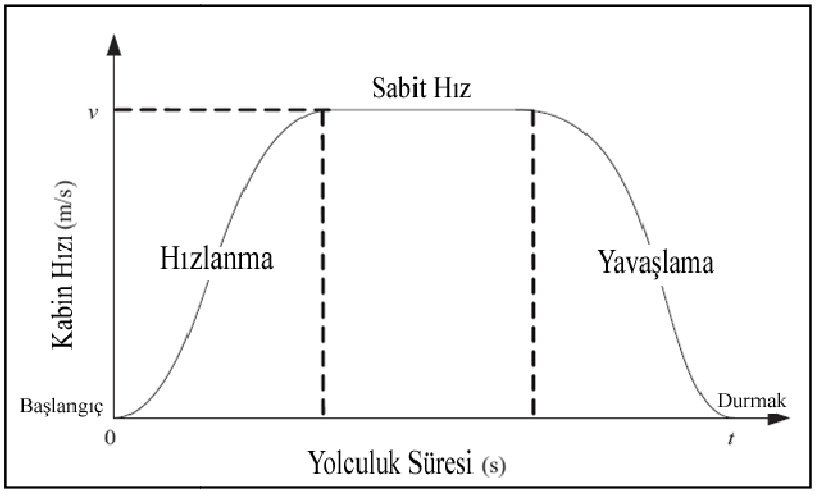
4.3.4. Giriş Değişkenlerinin Hesaplanması

1.$HCWT_i$: Bir asansör için şimdiki yerinden, çağrı katına ulaşana kadar toplam bekleme süresi.

$$HCWT_i = Hareket_Süresi + Durma_Süresi \quad (4.14)$$

Hareket_Süresi = tüm katlarda normal hız * her kat için normal hız + katlarda olan hızlanma * hızlanma süresi + katlarda yavaşlama * yavaşlama süresi.

Bu formülde gösterilen hızları elde etmek için hız profiline ihtiyaç uyulmaktadır. Hız profili, her kabin için hızlanma, yavaşlama ve sabit hız sürelerini göstermektedir. Bu hızların aldıkları süre kat uzaklığına göre sürekli değişmektedir. Şekil 4.13 tipik bir kabin için hız profilini göstermektedir (Jamaludin ve ark., 2009).



Şekil 4.13. Asansör kabinin hız profili

$$Durma_Süresi = \sum(kapı\ açılma\ süresi + iniş_biniş\ süresi + kapı\ kapanma\ süresi). \quad (4.15)$$

2. $maxHCWT_i$: Bir asansörün, çağrı katına ulaşmak için maksimum bekleme süresi.

$$maxHCWT_i = max(görevlendirilen\ çağrıların\ bekleme\ süresi + yeni\ çağrı\ katının\ bekleme\ süresi) = max(HCWT, HCWT_i). \quad (4.16)$$

3. CV_i: Grup asansör kontrolünün gelecekte olan kat çağrılarına yeteneği(kabiliyeti).

$$CV_i = 1- (err_trafik/in_trafik) \quad (4.17)$$

in_trafik = Belirli bir zaman içerisinde asansör isteyen yolcu sayısı.

err_trafik = Belirli bir zaman içersinde servis verilmesi mümkün olmayan yolcu sayısı.

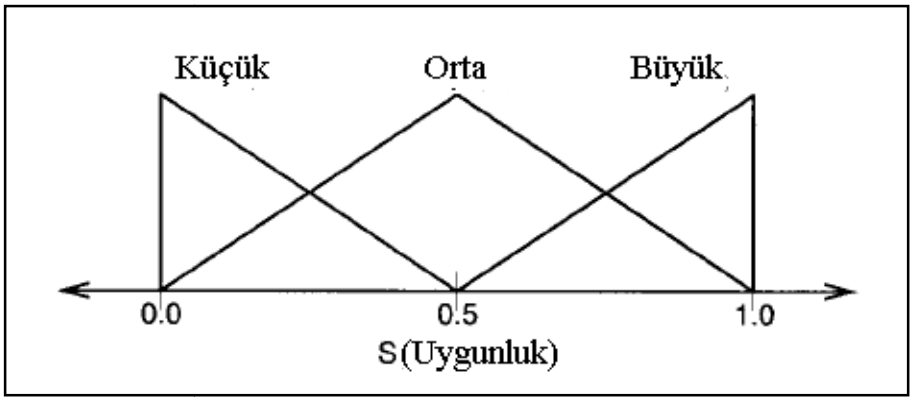
$= \sum(in_trafik - kapasitej)$

4. GD_i: Yeni kat çağrısı, varolan kat çağrıları ve arabanın görev verdiği çağrı arasında olan en küçük(minimum) uzaklık.

$GD_i = 1/min_uzaklık = min_j = 1...$ Görevlendirilen kat çağrı sayısı. (4.18)

Uzaklık(yeni kat çağrısı, görevlendirilen çağrı).

Sonuç olarak her asansör için üç performans kriteri açısından uygunlukları hesaplanır (S_{OBS}, S_{UBS}, S_{ET}), sonra bu uygunluklar toplanıp tek uygunluk değeri elde edilir (Si) (Yager, 1988). Bu üç kriterin uygunluklarını gösteren üyelik fonksiyonu Şekil 4.14'tedir.



Şekil 4.14.Çıkış parametreleri için üyelik fonksiyonu

4.3.5 Bulanık Çıkarımı

Üç tane bulanık kural kümesi OBS_i, UBS_i ve ET_i uygunluğunu girişlere göre değerlendirir. Kural kümesi 12 tane kuraldan oluşuyor çünkü her özellik(OBS,UBS, ET) için iki giriş kullanılmaktadır ve her giriş iki tane dilsel değişkene sahip(2^2 + 2^2 + 2^2 = 12) (Anonymous,1995).

OBS_i'ın uygunluk derecesi:

Eğer $HCWT_i$ $HCWT_S$ ise ve CV_i CV_L ise O halde $S_{OBSİ}$ büyük olur.

Eğer $HCWT_i$ $HCWT_S$ ise ve CV_i CV_Sise O halde $S_{OBSİ}$ orta olur.

Eğer $HCWT_i$ $HCWT_L$ ise ve CVi CV_Lise O halde $S_{OBSİ}$ orta olur.

Eğer $HCWT_i$ $HCWT_L$ iseve CV_i CV_Sise O halde $S_{OBSİ}$ küçük olur.

UBS_i'in uygunluk derecesi:

Eğer max$HCWT_i$max$HCWT_S$ ise ve CV_i CV_L İSE O halde $S_{UBSİ}$ büyük olur.

Eğer max$HCWT_i$ max$HCWT_S$ ise ve CV_i CV_S ise O halde $S_{UBSİ}$ orta olur.

Eğer max$HCWT_i$ max$HCWT_L$ ise ve CV_i CV_L ise O halde $S_{UBSİ}$ orta olur.

Eğer max$HCWT_i$ max$HCWT_L$ ise ve CV_i CV_S ise O halde $S_{UBSİ}$ küçük olur.

ET_i'nın uygunluk derecesi:

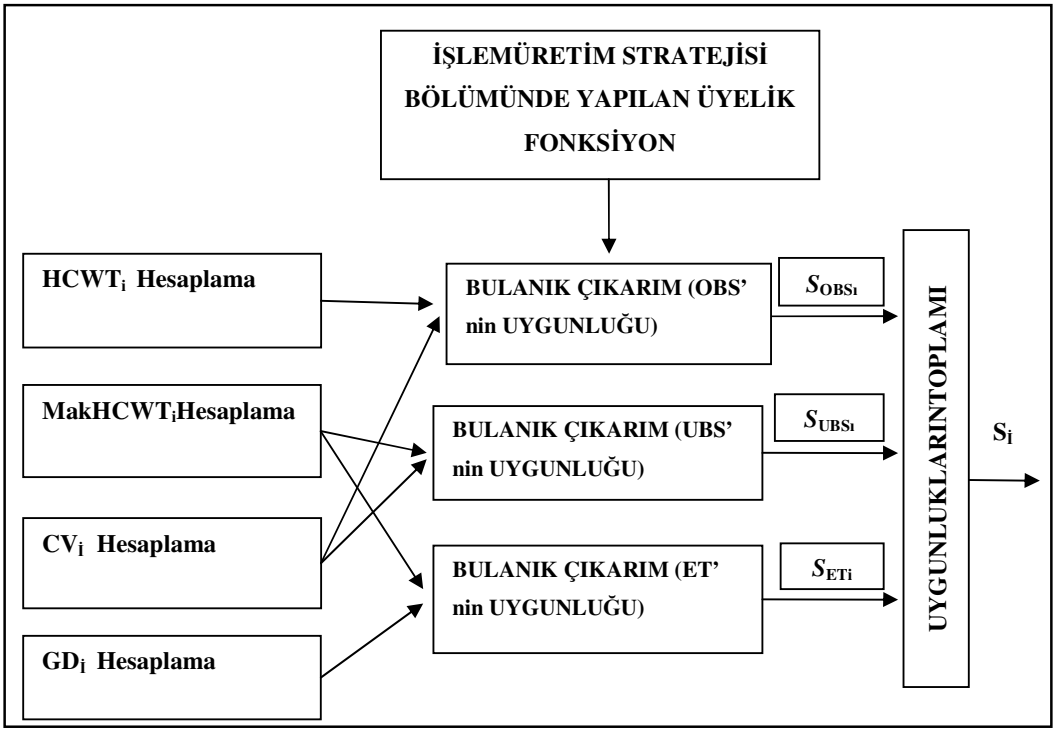
Eğer max$HCWT_i$ max$HCWT_S$ ise ve GD_i GD_L ise O halde $S_{ETİ}$ büyük olur.

Eğer max$HCWT_i$ max$HCWT_S$ ise ve GD_i GD_S ise O halde $S_{ETİ}$ orta olur.

Eğer max$HCWT_i$ max$HCWT_L$ ise ve GD_i GD_L ise O halde $S_{ETİ}$ orta olur.

Eğer max $HCWT_i$ max$HCWT_L$ ise ve GDi GD_Sise O halde $S_{ETİ}$ küçük olur.

Son olarak en büyük uygunluk değerine sahip kabin seçilir ve istenilen çağrı katına hizmet vermeye gider. Görevlendirme stratejisini tüm yapısı şekil 4.14'da gösterilmektedir(Anonymous,1995).



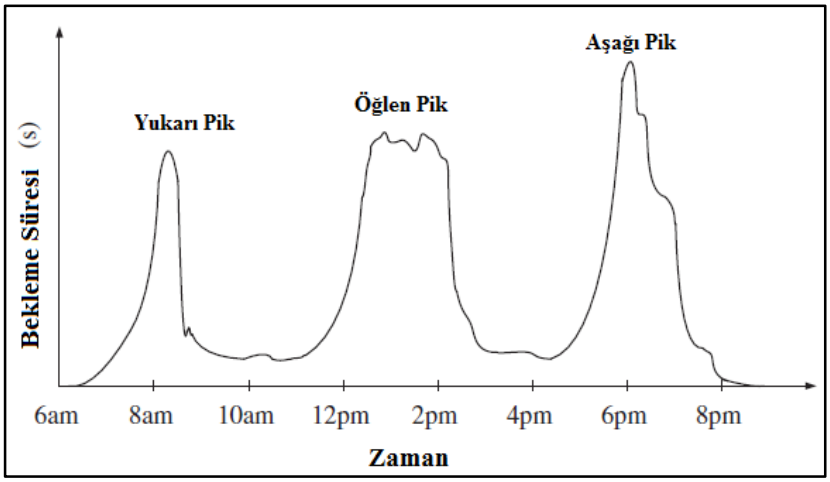
Şekil 4.15. Görevlendirme stratejisinin genel yapısı (Kim ve ark., 1998)

4.4. Bulanık Mantık Grup Asansör Kontrol Sistemi (BMGAKS) üçüncü Yaklaşım.

Bir önceki bölümlerde BMGAKS farklı yapılara sahip olmakla beraber, asansörü etkileyen faktörler pek fazla değişmemekteydi. Bu bölümdeki kontrol sistemi aynı prensipleri kullanarak daha karmaşık bir denetleyici mekanizması ortaya koymaktadır. Bu mekanizmanın amacı, mümkün olduğu kadarıyla daha iyi bir performans sağlamak. Buradaki sistem, kendi kendini otomatik olarak ayarlar, bunu denetleyicileri kullanarak üyelik fonksiyonlarını ve kural tabanını gerçekleştirilen farklı hesaplamalara göre modifiye etmeye çalışır.

Genel olarak asansör kontrol sistemlerinde performansı etkileyecek olan en önemli kriter bekleme süresi olarak kabul edilmektedir. Şekil 4.16 bekleme süresinin farklı gün saatleri içerisindeki değişikliklerini göstermektedir, bunların en yüksek olduğu noktalarsa: sabahleyin yukarı pik, öğle yemeği saatlerinde öğlen pik ve ofisi kapatma saatlerinde aşağı pik. Bekleme sürelerindeki bu değişiklikleri izleyerek trafikteki yoğunluklar kompleks algoritmalara gerek kalmadan tahmin edilebilir ve denetleyiciler, bekleme süresini azaltmaya yönelik gereken değişiklikleri yapmakta

harekete geçirir. Hesaplanan performans verilerini değerlendirerek, denetleyiciler, üyelik fonksiyonlarını ve kuralları seçme işlemlerinde sürekli uygun düzeltmeleri gerçekleştirir(Mudi ve Pal, 1999).

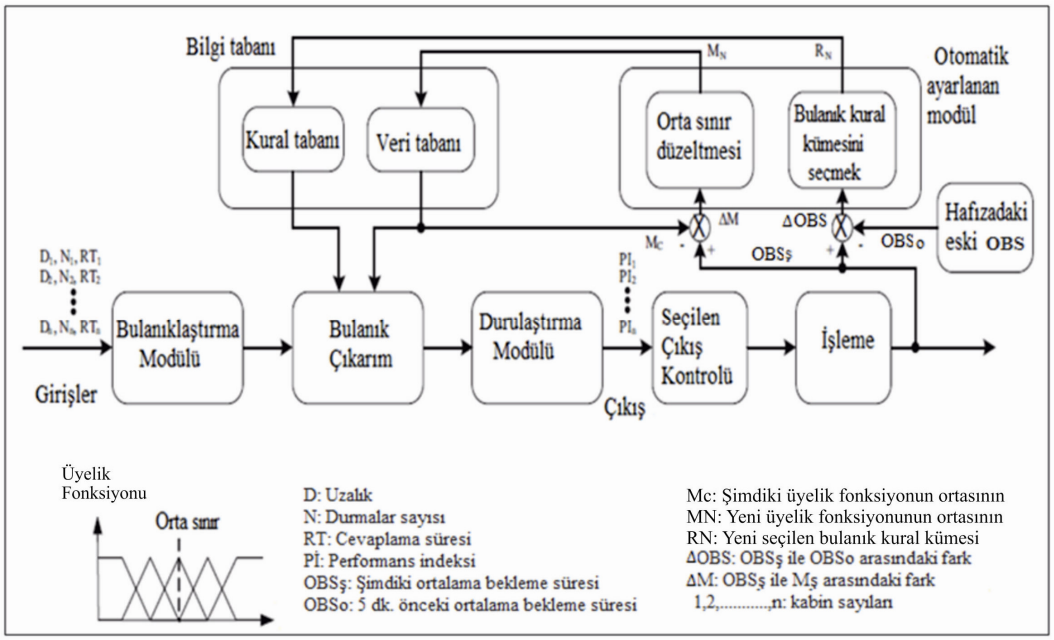


Şekil 4.16. Bir binada çalışma saatleri sırasında bekleme süreleri örneği

4.4.1. Otomatik Ayarlanan Bulanık Mantık (OABM)

Normal bulanık mantık denetleyicileri tasarlanırken, kural tabanını ve üyelik fonksiyonlarını tanımlamak en çok bilgi ve deneyime bağlıdır. BM kontrolü çoğu zaman sistemi yeniden kurma gereksinimi duymaktadır, bunun nedeni ise istenilen sistem özelliklerini karşılamamasıdır. Bu eksiliğin üstesinden gelmek için otomatik ayarlanan modül önerilmektedir. Bu modül, sistemin hesaplanan gerçek performansı ile istenilen performansı karşılaştırmaktadır. Karşılaştırmanın sonucuna bakarak, üyelik fonksiyonunda gereken ayarlamalar yapılır ve uygun kural kümesi seçilir.

Şekil 4.16'de görüldüğü üzere, şimdiki ortalama bekleme süresi ($OBS_ş$) ile ve 5 dakika önceki OBS_o'nin farkları, bulanık mantık kontrolündeki ayarlamaları gerçekleştirmekte kullanılmaktadır.



Şekil 4.17. Otomatik ayarlanan bulanık mantık denetleyicilerin genel yapısı(Jamaludin ve ark., 2009)

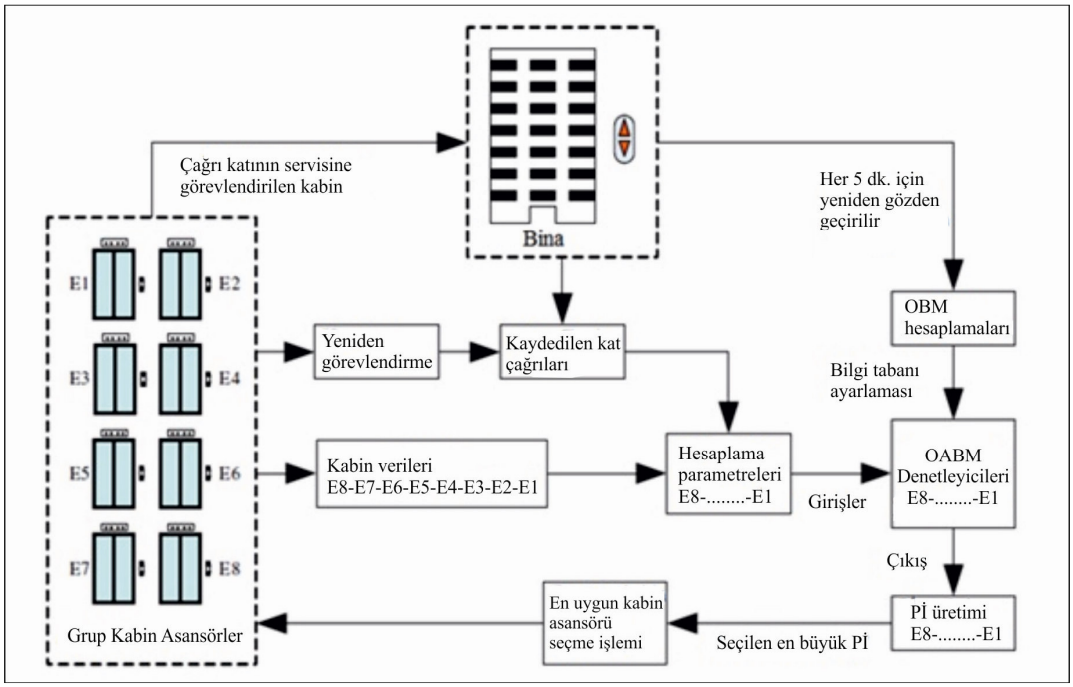
Bu modül, ilk aşamalarda çok dikkatli bir üyelik fonksiyonu tasarlama ihtiyacını ortadan kaldırır. Üyelik fonksiyonlarındaki değişiklikler ve uygun kural kümesi seçme işlemleri OBS ve ΔOBS performanslarına dayanarak otomatik olarak gerçekleşir.

4.4.2. GAKS'inde OABM Yapısı ve Özellikleri

Şekil 4.17 çağrılara cevap vermek için OABM'nin en uygun kabin seçme işlemleri gösterilmektedir. Eğer bir çağrı kaydedilirse, giriş değişkenlerini hesaplamak için tüm kabinlerin verileri toplanır. Kabinden istenilen veriler: kabinin şimdiki yeri, hızı, hızlanma, yolculuk yönü, gitmek üzere olduğu yer, diğer kabinlerin gidecekleri yerler, gönderebilme olasılığı ve şu anki ağırlığı. Bulanık mantığın üç girişi bulunmaktadır:

1. Kabin uzaklığı: kabinin şimdiki yerinden çağrı katına kadar toplam yolculukmesafesi.
2. Durmalar sayısı: çağrı katına varmadan önce, kabinin yolcu yükleme veya bırakmak için durması gereken kat sayısı.
3. Kabinin cevap verme süresi: kabinin şimdiki yerinden çağrı katına ulaşması için harcanan süre

Gruptaki her kabin için bu üç girişi, (Nikovski ve Brand, 2003)denetçilerden gelen verilere göre hesaplanır. Sonradan bu veriler OABM tarafından işleme girer ve her kabin için en uygun performans indeksi (Pİ) üretilir. Pİ, her hangi bir kabinin çağrı katına cevap vermesi için uygunluğunu gösterir. En yüksek Pİ'e sahip olan kabin, o çağrı için en uygun kabin olarak seçilir. Yukarı-aşağı kat çağrı sisteminde, bir çağrıyı cevaplamak için görevlendirilen kabin, iptal olup başka bir kabin yeniden görevlendirilebilir. Bu işleme yeniden görevlendirme adı verilir. Yeniden görevlendirme işlemine ihtiyaç duyma nedeni ise girişleri hesaplamak için kullanılan verilerin değerlerinde zaman zaman değişme olmasıdır. Pİ hesaplamaları özel bir an için gerçekleştirilen hesaplamalardır ve birkaç saniye sonra bile yeni kat çağrısı için değişebilir(Koehler ve Ottiger, 2002; Jamaludin ve ark., 2009)



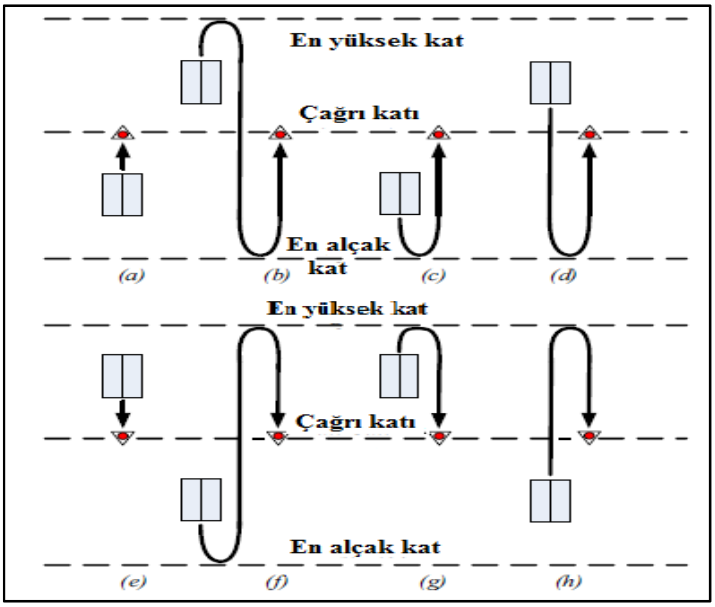
Şekil 4.18. OABM denetleyicileri kullanılarak kabin seçme ve gönderme işlemleri

Bazen çağrı katına görevlendirmesi yapılan bir kabinin, birkaç saniye sonra sistemde daha büyük bir Pİ değerine sahip bir başka kabin belirlenebilir(Barney ve Dos santos,1985). Bu durumlarda eğer kabin harekete başlamadıysa yeniden görevlendirme işlemi gerçekleşir ve Pİ değeri daha büyük olan kabin seçilir.

Şekil 4.18'de açıklandığı gibi OABM'nin çıkışını etkileyen iki önemli aşama vardır. Bunlar giriş değişkenlerinin değerlerini hesaplamak ve gereken ayarlamaları yapmak için OBS'nin hesaplanmasıdır.

4.4.3. Giriş Değişkenlerinin Hesaplanması

Bulanık mantığa giriş olarak kullanılan değişkenlerin hesaplamalarındaki bazı önemli faktörleri ihmal etmemiz gerekir. Buna örnek olarak, kabinin uzaklığını hesaplarken, kabinin yeri ve yolculuk yönü gibi verilerin belirlenmesi. Şekil 4.18 bir kabinin çağrı katına ulaşması için, her iki yönde(aşağı-yukarı) dört tane rota olasılıklarını göstermektedir.



Şekil 4.19. Bir kabinin, çağrı katına varması için 4 tane rota olasılığı, (a)-(d) yukarı yönleri,(e)-(h) Aşağı yönleri

İlk olarak yukarı yönünü ele alırsak, daha önce istenilen verilere ilaveten, (b)-(d) rotaları için yeni veriler gerekir; rota (b)'ye servis veren kabin için en yüksek ve en alçak katlar verileri, (c) ile (d) rotları için ise sadece en alçak kat verisi. Bu verilere dayanarak aşağıda gösterilen üç denklemi kullanarak yolculuk mesafesi hesaplanır(Jamaludin ve ark., 2009).

Rota (a) için,

$$d=Pc–Pe \tag{4.19}$$

Rota (b) için ,

$$d=(Ph- Pe) + (Ph - Pl) + (Pc - Pl) \tag{4.20}$$

ve (c) ile (d) rotları için denklemleri kullanılır.

$$d=(Pe - Pl) + (Pc - Pl) \tag{4.21}$$

Burada d yolculuk uzunluğu, Pc çağrı katının yeri (kaçıncı kat), Pe kabinin olduğu yer, Ph en yüksek katın yeri ve Pl en alçak katın yeri.Route (c) ile (d) arasındakifark, kabinle çağrı katının yerlerin farklı olmasıdır. Buna göre yukarı yönüne giden kabinler route (e)- (h) aynı denklemleri kullanır sadece yön farkı olur(negatif pozitif olur; pozitif negatif olur).

Rota (e) için (4.19) yeniden düzenlersek,

$$d = Pe – Pc \tag{4.22}$$

Rota (f) için (4.20) yeniden düzenlenir,

$$d = (Pe - Pl) + (Ph - Pl) + (Ph - Pc) \tag{4.23}$$

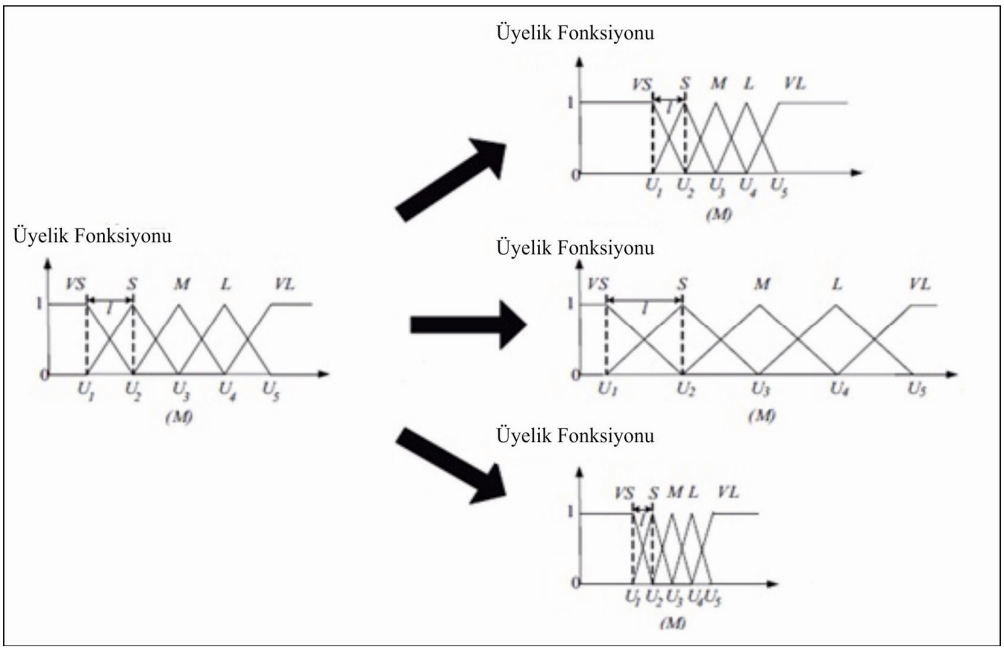
ve (g) ile (h) rotaları için (4.21) yeniden düzenlenir,

$$d=(Ph - Pe) + (Ph - Pc) \tag{4.24}$$

Durma sayısını hesaplamak, bina çağrı sayısı ve çağrı katına ulaşmadan önce kabin çağrılarının sayısına bağlıdır. Bu çağrıların sayısını hesaplayarak aslında durma sayısını hesaplamış oluyoruz. Durma sayısına ilave olarak daha sonradan hesaplamalarda kullanılması için kat sayısı da kayda alınır(Jamaludin ve ark., 2009).

4.4.4. Otomatik Ayarlanan Mekanizma

Bulanık mantığın Otomatik ayarlama kontrolünde, OBS'ni hesaplamak için şunlar yapılmalıdır: Giriş değişkenlerinin üyelik fonksiyonlarını ayarlamak ve onlarda olan değişiklikleri yapmak. Giriş fonksiyonlarını temsil etmek için üçgen fonksiyonlar kullanılmaktadır. Beş tane dilsel terim bu üçgeni belirler: çok küçük (VS), küçük (S), orta (M), büyük(L) , çok büyük(VL) (Maeda ve Murakami, 1992). Ayarlama (Tunning) işlemi bu üçgenleri yeniden çizmekle gerçekleşir. Şekil 4.20'de bir üyelik fonksiyonunda olan ayarlama (değiştirme) işlemini anlatılmaktadır. Üçgenlerde zirvelerin yeri beş tane sınır ile tanımlanır, bunlar U1,U2,U3,U4 ve U5. Her zirve birbirinden eşit olarak uzaklık (lenght L) ile ayrılır. L'yi veya orta sınır olan (U3 veya M)'yi değiştirerek üyelik fonksiyonları ayarlanır. Bina çağrısı tahsis edildiği her zaman, üç giriş değişkeni için L'nin ayarlaması gerçekleşir.



Şekil 4.20. Uzunluk L ve orta sınır M düzeltmeleri ile üyelik fonksiyonlarının ayarlanması

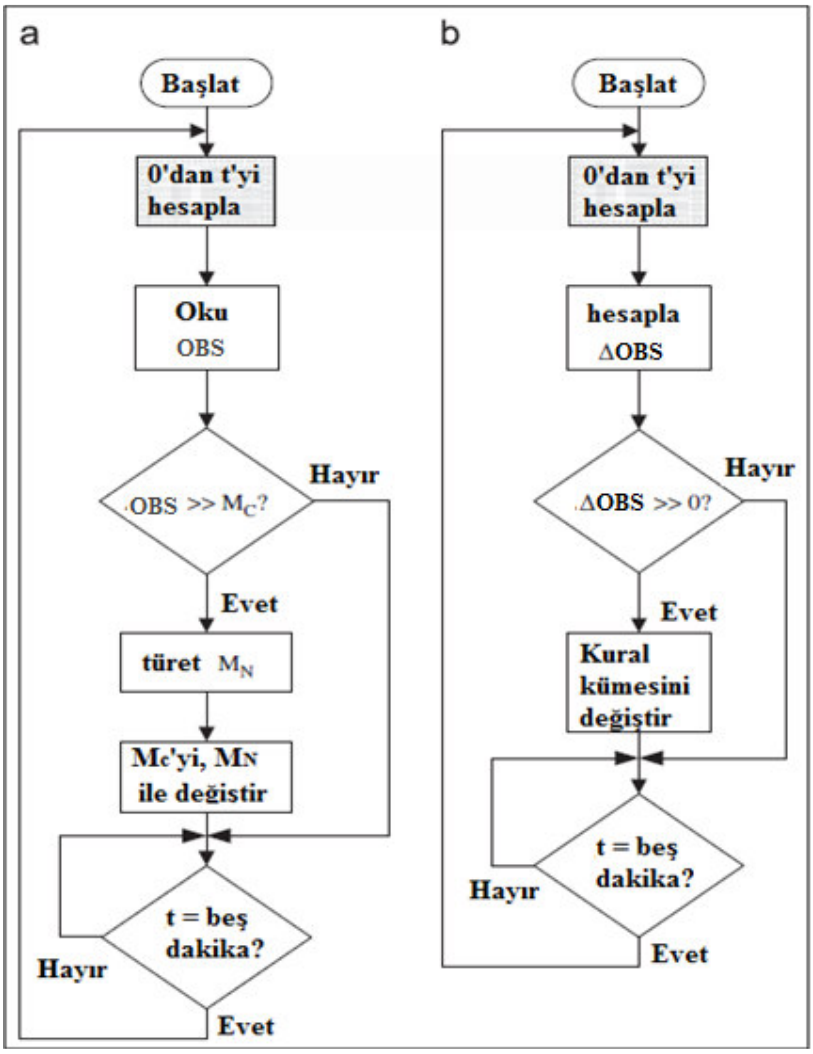
Her bir kabin için hesaplanan girişlerin değerleri L'yitüretir (çıkarır, belirler). Örnek olarak kabin uzaklığı, bu giriş bütün kabinler için hesaplanır. Değerler daha sonra OBS'ni bulmak için yararlı olur ve bu L'yi bulmak için yapılan OBS ve min & max karşılaştırılmasından önce olur. Aynı şey L'yi bulmakta durma sayısı ve kabin cevap verme süresi için geçerlidir. M'yi belirlemekte, hesaplanan OBS verisine

başvurulur. Bulanık mantığın orta sınır kontrolünde istenen OBS'ne göre M farklı trafik durumlarına göre şu değerleri alır: az (light), orta (medium), yoğun (heavy), çok yoğun (very heavy). Şekil 4.21 (a) düzeltmeyi yeni başlatan M'nin değeri,OBS tarafından nasıl elde edildiği gösterilmektedir. BuşekildeMc şimdiki M'i ifade etmekte M_N ise yeni M'yi ifade etmektedir. Mc şimdiki OBS ile karşılaştırılır.Eğer ikisinin farkı kabul edilebilir düzeyin üstündeyse, bu düzeltmeye ihtiyaç olduğunu göstermektedir. OBS değeri Mn'nin değerini türetir. M'nin değeri her beş dakikada bir gözden geçirilir ve eğer gerekiyorsa düzeltme yapılır.

Düzeltme işleminin amacı, şimdiki OBS ile 5 dk. Önceki OBS'nin aralarındaki farkı yok etmek veya hiç olamazsa en aza düşürmektir. Düzeltme işlemi OBS ile Mc arasındaki fark (ΔM) bilinen limiti aşana kadar gerçekleşir. Kısacası, düzeltme işlemi OBS'i mümkün olduğu kadar azaltmayı amaçlamaktadır. Kabin cevap verme süresinin üyelik fonksiyonu, L ve M'yi değiştirerek yapılır. Durma sayısı ve kabin uzaklığı ise, üyelik fonksiyonları sadece L'yi değiştirerek ayarlamaları yapılır(Jamaludin ve Ark.,2009). Bu iki giriş için M'nin belirlemesi, OBS değil binanın yüksekliğine bağlıdır. Binanın yüksekliği sabit bir değer olduğu için de M değiştirilmemektedir. Üyelik fonksiyonlarının ayarlamasında fuzzy kural kümeleri de rol almaktadır. Kuralların bazıları aşağıdaki gibidir.

1. Eğer kabin uzaklığı az ise ve kabin cevap verme süresi çok az ise ve durma sayısı az ise, o zaman sistemin performansı büyük olur.
2. Eğer kabin uzaklığı çok büyükse,o zaman sistemin performansı çok az olur.

Bu kural kümesi genel olarak bütün trafik koşulları için aynıdır. Gerçek trafik yoğunluğu teorik olarak farklı trafik modellerinden oluşur. Bu şu anlama geliyor; belli bir süre içinde trafiğin çok yoğun (heavy) olması o sürenin 100% çok yoğun olma anlamına gelmez. O sürede belki sadece 51% veya daha fazlasında bu yoğunluk öyledir. Örnek olarak bir trafik modelinde, belli bir süre içinde trafiğin yoğunluğu 49% veya daha da az, orta(medium) veya az (light) da olabilir. Bu nedenle trafik modeline göre tahmin ederek sonuç başarısız olur. Ve bu yüzden kural kümesini belirlemekte özel bir trafik durumu için farklı kararlar alınmalıdır. Her 5 dk. İçin kullanılan kural kümesi, kendini ayarlayan bulanık mantık kontrolleri tarafından seçilir(bu işlem şekil 4.21'de gösterilmektedir). Bu kurallar Δ OBS'nin (şimdiki OBS ile 5dk. Önceki OBS'nin farkı) değerini belirler(Jamaludin ve ark., 2009).



Şekil 4.21. (A) Yeni orta Sınır değerini türetmek ayarlamaların akış Şeması (B) Kural kümesini değiştirmek için akış şeması

Eğer Δ OBS değeri yüksekse, sınırları aşıyorsa, o zaman 5dk. Süresi için yeni kurallar seçilir. Seçme sırasında önce bütün kurallar test edilir, hangisi en yüksek Pİ sonucunu veriyorsa o seçilir. 5dk. Bittikten sonra, kuralların uygunluğu incelenerek yeniden gözden geçirilir. Eğer Δ OBS'nin değeri küçükse gelecek 5dk. İçin aynı kurallar geçerlidir. Aksi takdirde yeni kurallar seçilir. Şekil 4.21 (b) kuralları seçme aşamasında işlemlerin akışı gösterilmektedir. Kural seçeme işlemi, o kurala ilave, silme veya düzeltme anlamına gelmez, sadece mevcut olan kurallardan Δ OBS değerine göre en uygununu seçmektir. Üyelik fonksiyonlarının ayarlanması, orta sınırı değiştirmek ve uygun kuralları seçmekle periyodik olarak her 5dk. bir gerçekleşir. Belirtilen yöntemle ayarlama işi daha kolay uygulanır. Böylece karmaşık arama ve optimizasyon tekniklerine gerek kalmaz. Buna rağmen bazı kompleks(karmaşık) optimizasyon

algoritmalarını çalıştırarak, örneğin Genetik Algoritma veya Yapay Sinir Ağları (Neural Network) iyi simülasyon sonuçlarına teşvik edebilir, ama gerçek şu ki bunlar gerçek asansör kontrol sistemine uygulanmaya dön derilemez, çünkü pratik yöntemler değiller. Örnek olarak Cortes et. al. (2004) tarafından yapılan bir araştırıma bunu doğruluyor, bu araştırmada genetik algoritmanın asansör kontrol sisteminde çok iyi imkân sunacağını savunuyor. Ama aynı araştırmada bunu uygulamanın çok zor olacağını ve çok fazla zaman alacağını da not ediyor(Cortes ve ark., 2004). Cries ve Barto (1998) tarafından yapılan bir başka araştırmada, yapay sinir ağının başarılı bir eğitimi OBS'ni düzeltmek için 60,000 saat almıştır ve bu da pratik bir yöntem olduğunu açıkça göstermektedir (Crites ve Barto, 1998).

Grup asansör kontrolünde, doğru kararı alarak hızlı bir şekilde cevap vermesi gerekiyor ve neticede kontrollerin cevap verme süreleri ve sonradan bekleme süresi de azalmış olur.

5. BMGAKS SİMÜLASYONU VE TARTIŞMALAR

5.1 Giriş

Grup asansör sistemlerinin, asansör trafik yönetimine getirilen öneri, durum denetlemeleri ve sonuçları bu bölümde anlatılmıştır. Ayrıca geliştirilen simülasyon yazılımı ile kullanılan hesaplamalar detaylı olarak incelenmiştir. Bazı senaryolar eşliğinde geliştirilen yazılımın sistem denetimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Asansör sistemleri ilk kullanıldığı zamanda oldukça sade algoritmalarla yönetilen asansörler, günümüzün çok katlı ve yoğun kullanılan binalarında oldukça başarısız kalmaktadır. Günümüz binalarında asansör yönetimini efektif hale getirmek için etkili kontrol yöntemleri geliştirilmek zorunda kalınmıştır.

Yüksek katlı binada hizmet veren asansör kontrol sisteminden beklenenler şunlardır(Imrak ve Bolat, 2003):

1. Katlardan gelen her çağrılarıyla hizmet vermelidir,
2. Çağrı yapıldıktan sonra kabinin gelmesini yani çağrı bekleme süresi minimum olmalıdır.
3. Asansör sisteminin güç tüketimini minimum olmalıdır,
4. Trafiğin hızlı değişim gösterdiği durumlarda etkili sonuçlar vermelidir,
5. Binanın kullanılma karakteristiğine uygun olarak kontrol algoritması adaptif olmalıdır.
6. Kontrol yöntemi net olarak tanımlı ve matematiksel olarak ifade edilebilmelidir.
7. Kodlaması ve sonuç üretme zamanı bakımından günümüz bilgisayarlarıyla programlamaya uygun algoritma olmalıdır.

Çalışma kapsamında geliştirilen yöntem bu yedi özelliği sağlamaktadır. Asansör çağrıları iki sınıfa ayrılır. Kabin içine giren kişinin gitmek istediği katı ifade eden kabin içi çağrılar ve katta bekleyen ve başka kata gitmek için koridordaki asansör çağrı butonuna basan yolcunun yaptığı kat çağrılarıdır. Bu çağrıların temsili şekli,Şekil 5.1'dedir. Çalışmada tasarlanan yöntem, kabin içi çağrıları işin tabiatı gereği o kabine, katlardan gelen çağrıları ise geliştirilen yöntemin belirleyeceği kabine atar. Diğer bir ifadeyle yöntem katlardan gelen çağrılara hangi kabinin yönlendireceğine karar verir. Yöntem bu kararı verirken, ilgili kabinin ilgili kata ulaşması için gereken toplam süreye, belirli süre içinde yolcuların ortalama bekleme süresine, ortalama enerji tüketim miktarına, yolcuların en uzun bekleme süresine ve kat önceliğine bakarak kararını verir.



Sekil 5.1. Kabin içi çağrı butonu ve kat çağrı butonu

5.2 Kabin Yolculuk Süresi Hesaplama

Gelen bir kat çağrısına hangi kabinin gönderileceğine karar verirken algoritmanın kullandığı en önemli parametre, ilgili kata ilgili kabinin atanması durumunda, kabinin bu görevleri yerine getirmesi için gereken suredir. Bu sureye, kat çağrısına atanan kabinin kendi içinden gelen kabin içi çağrılar, gelen kat çağrısının yönü etkili olmaktadır. Yapılan simülasyonda asansörün bir katta durma süresi (yolcu indirme, bindirme ve kat için yavaşlamalar dikkate alındığında) on saniye, kat değiştirme süresi ise 1.5 saniye olarak alınmıştır.

Algoritma gelen kat çağrısını kendi kabin içi çağrılarından oluşan rotaya ekleyerek bu rotanın toplam süresini hesaplamaktadır. Kendi rotasına gelen rotayı eklerken, eğer gelen kat çağrısının kati ve yönü mevcut rotanın arasına girilebiliyorsa gelen çağrıyı rotanın arasına ekler, eğer araya giremiyorsa (örneğin asansör aşağı gitmekte ve yukarı yönde bir çağrı var) gelen çağrıyı rotanın sonuna eklemektedir. Bunu şöyle bir örnek üzerinde gösterebiliriz.

Asansör 3. katta ve kabin içinden 6. ve 8. kat çağrıları geldi. Bu durumda kabinin rotası R=[3,6,8] olacaktır. Rotadaki ilk sayı bulunan kati, diğer sayılarsa sırasıyla gidilecek katları ifade etmektedir. Bu durumda 7. kattan yukarı yönde bir çağrı

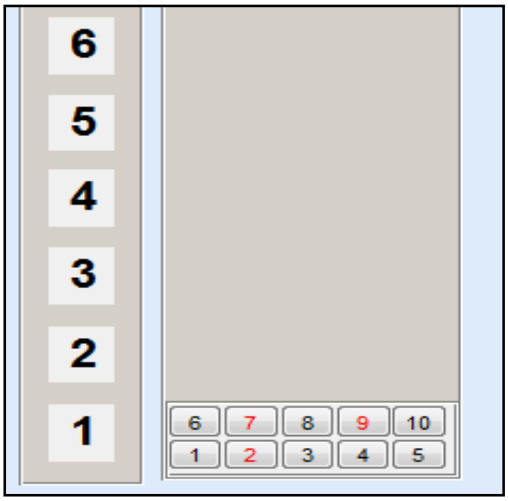
geldiğinde, kabin zaten yukarı gittiğinden gelen çağrı 6.kat kabin içi çağrı ile 8. kat kabin içi çağrısın arasına eklenir ve bu durumda asansörün yeni rotası R=[3,6,7,8] olur. Rota belirlendikten sonra ise kabinin çağrı yapılan kata ulaşması için gereken tahmini süre hesaplanır. Bu süre aşağıdaki formüle Göre hesaplanır.

$t_{avr} = \sum_{i=1}^{n}(|R_i - R_{i+1}| \times 1.5 + 10)$ (5.1)

Buradaki R_i ifadesi kabinin i.adımda durması gereken yer, n kat çağrısının rotanin kaçıncı adımda olduğunu ifade eder. Bu duruma göre yukarıdaki örnek için ortalama varış süresini hesaplarsak,$t_{avr} = (6-3) * 1.5 + 10 + (7-6) * 1.5 + 10 = 26\ saniye$ olur.

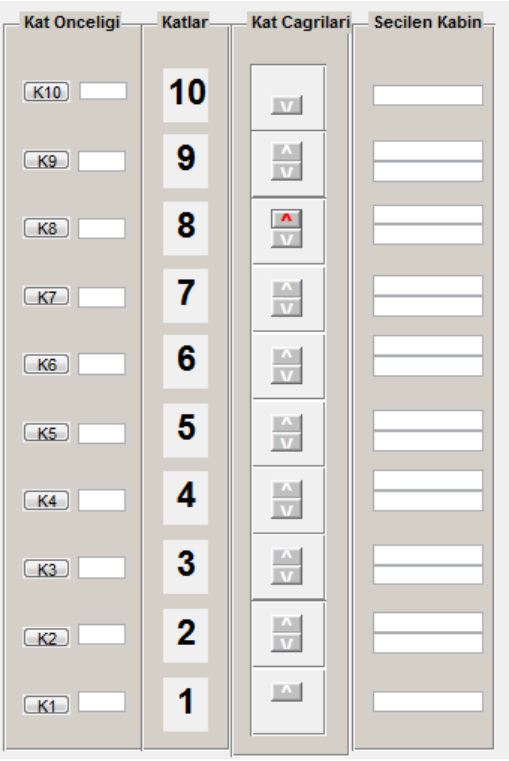
Asansör yine 3. katta olsun ve kabin içinden ise yine 6. ve 8. kattan çağrı geldiğini kabul edelim. Bu sefer 7.kattan aşağı yönde çağrı geldiğinde ise bu gelen çağrı diğer örnekteki gibi 6. ve 8. kat çağrısının arasına eklenemeyecek. Çünkü kabin 6. kattan 8. kata çıkmakta ve gelen çağrı ise 7. kattan aşağı yönde. Bu durumda asansör 8. kata çıktıktan sonra 7. kata inmelidir. O halde yeni rota R=[3 6 8 7] olmalıdır. Yeni rota belirlendikten sonra kabinin bu rotayı izleyip kat çağrısının yapıldığı 7. kata gelmesi için gereken süre yine yukarıdaki formüle Göre hesaplandığında$t_{avr} = (6-3) * 1.5 + 10 + (8-6) * 1.5 + 10 + (8-7) * 1.5 + 10 = 39\ saniye$ olur.

Kabin içi çağrılar yapılan simülasyon programına girişi aşağıdaki şekildeki gibidir. Her kabini temsil eden sütunun içindeki kat düğmeleri olan panel sayesinde kabin içi çağrılar yapılabilir. Yapılan kabin içi çağrı kırmızı renkle ifade edilmektedir.



Şekil 5.2. Kabin içi çağrılar

Yapılan kat çağrıları ise ara yüzde simüle edilmesi aşağıda görünen panel sayesinde mümkün olmaktadır. Şekilde görüldüğü üzere 8. kattan yukarı yönde bir kat çağrısı gelmiştir.



Şekil 5.3. Kat çağrıları

5.3 Bulanık Mantık Katsayısı Hesaplanma

Seçilecek kabine etki eden diğer parametre ise bulanık mantık kontrolcüsünün belirlediği katsayıdır. Bu katsayı, yolcuların ortalama bekleme süresine, enerji tüketim miktarına, yolcuların en uzun bekleme süresine bağlı olarak değeri tanımlanan kurallarla belirlenir, asansör sistemlerinde trafik yoğunluğu, genellikle beş dakikalık periyotlarda asansöre ulaşan veya asansörden hizmet talep eden bina nüfusunun yüzdesiyle ifade edilir(Dağdelen,2006)

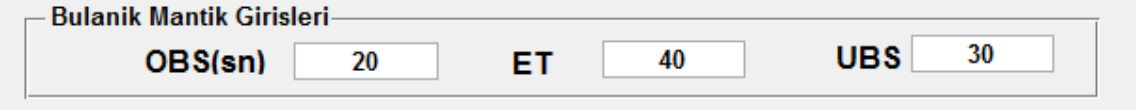
5.3.1 Ortalama Bekleme Süresi Hesaplama

Ortalama bekleme süresi geliştirilen uygulamada yapılan kat çağrılarına ortalama kaç saniyede cevap verildiğini ifade etmektedir. Simülasyonda bu değeri sabit

bir sayı olarak ara yüzde girilir, fakat gerçek hayatta uygulanabilmesi için bu değerler otomatik olarak değişen yoğunluklara göre hesaplanır ve bulanık mantık kontrolüne aktarılır. Bu değerler belirli bir zaman içerisinde yeniden hesaplanarak güncellenir, bu zaman dilimi yönetici veya kontrolü sağlayan kişi tarafından belirlenir. Belirlenen süre zarfında m adet çağrı gelmişse ve bu çağrılara verilen cevabin süresi $t^i_{bekleme}$ ise bu durumda OBS şu formülle hesaplanır(Uysal,2007).

$$OBS = \frac{\sum_{i=1}^{m} t^i_{bekleme}}{m} \quad (5.2)$$

Ancak bu sayede asansörün değişen kullanma şartlarına adapte olması mümkün olmaktadır. Ara yüzde girilmesi gereken bulanık mantık parametrelerinin görünümü şekil 5.4'te gösterilmektedir.



Şekil5.4. Bulanık mantık parametreleri

5.3.2. Enerji Tüketimi Hesaplama

Bulanık mantık kontrolcüsü karar vermek için kullandığı ikinci bir parametre belirlenen süre içinde kabinlerin gereken tüm çağrılara cevap vermek için kullandığı enerjinin maksimum enerjiye oranının yüzdesel değeridir. Bu değer güncellemede periyotta asansörlerin ne sıklıkta kullanıldığının bir ölçüsü olarak kabul edilebilir. Bu değer yapılan ara yüzde sabit olarak alınıyor ama gerçek hayattaki her bir asansörün harcadığı enerji hesaplanmalı ve ardından da ortalama enerji tüketimi hesaplanmalıdır. Bunun için uygulanması gereken formül aşağıdadır(Uysal,2007).

$$ET = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{m} E_i}{E_{max}} \quad (5.3)$$

Bu formülde m cevaplanan çağrı sayısını, E_{max} araliksiz calissaydi harcanmasi gereken enerjiyi, E_i ise i.çagri için harcanan enerjiyi, ET ise ortalama enerji tüketimini ifade etmektedir. Bu değer gerçek hayatta sık sık hesaplanıp bulanık kontrolcüye aktarılmalıdır.

5.3.3. En Uzun Bekleme Süresi

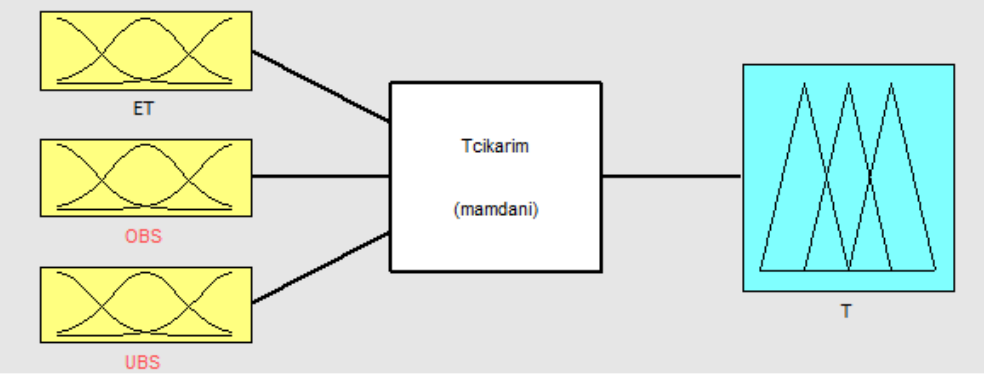
Bulanık mantık kontrolcüsü karar vermek için kullandığı son parametre belirlenen süre zarfında en uzun süre bekleyen yolcunun bekleme süresidir. Birimi saniyedir. Bu değer son periyotta asansörlerin ne sıklıkta kullanıldığının bir başka ölçüsü olarak kabul edilebilir. Çünkü bu değerin yüksek olması asansörlerin oldukça meşgul olduğunu göstermektedir. Bu değer gelen çağrıların zamanları ve bu çağrılara verilen cevabin zamanları kaydedilmeli ve buradan da en uzun bekleyen yolcunun bekleme suresi hesaplanmalıdır. Bunun için uygulanması gereken formül ifadesi:

$$UBS = \max(BS_i) : i = 1..m \tag{5.3}$$

Burada m sayısı gelen kat çağrıların sayısını BS_i i. kat çağrısına verilen cevabin süresini, UBS ise en uzun bekleme suresini ifade etmektedir.

5.3.4 Bulanık Mantık Uygulaması

Yukarıda anlatılan üç giriş parametresi ölçülüp bulanık karar verme ünitemize girer ve bulanık karar verme ünitesi de bir T katsayısı üretir. Üretilen T katsayısı ise kabin seçim fonksiyonuna giriş olarak verilir. Bulanık mantık ünitesi üç girişli ve bir çıkışlı mamdani tipinde bir bulanık mantık kontrolcüsüdür.



Şekil 5.5. Matlab Fuzzy toolbox ile tasarlanan bulanık mantık sistemi

Üç adet girişin ve bir adet çıkışın her biri için dilsel değişkenlerden bulanık üyelik kümeleri belirlenmiş ve yüz yirmi üç adet uzman kişiden alınan kurallar sistemimize aktarılarak bulanık denetleyici uygulanmıştır (Uysal,2007).

5.3.4.1 Enerji Tüketimi için Belirlenen Bulanık Kümeler

Enerji tüketimi için toplam beş adet bulanık küme tanımlanmıştır. tüm kümeler üçgen tipli üyelik fonksiyonu ile tanımlanmış olup bu kümeler ve bu kümelerin destek aralıkları şu şekildedir.

CK : Çok küçük kümesi [0 25] aralığında etkindir.

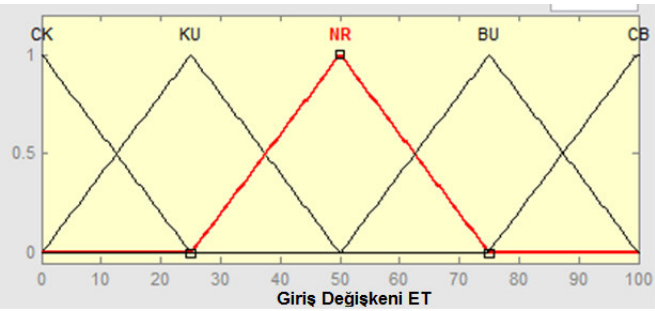
KU : küçük kümesi [0 50] aralığında etkindir.

NR : Normal kümesi [25 75] aralığında etkindir.

BU : Büyük kümesi [50 100] aralığında etkindir.

CB : Çok büyük kümesi [75 100] aralığında etkindir.

Bu kümelerin üyelik değerlerinin grafiği ise aşağıdadır. Bu grafikte x ekseni % oranı ifade eder.



Şekil 5.6. ET değişkeni için tanımlanan bulanık kümeler

5.3.4.2 Ortalama Bekleme Süresi için Belirlenen Bulanık Kümeler

Ortalama bekleme süresi için toplam beş adet bulanık küme tanımlanmıştır. Tüm kümeler üçgen tipli üyelik fonksiyonu ile tanımlanmış olup bu kümeler ve bu kümelerin destek aralıkları şu şekildedir.

CK : Çok küçük kümesi [0 7.5] aralığında etkindir.

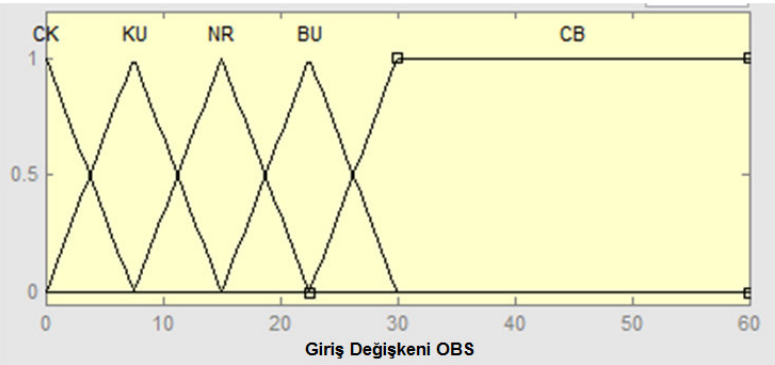
KU : küçük kümesi [0 15] aralığında etkindir.

NR : Normal kümesi [7.5 22.5] aralığında etkindir.

BU : Büyük kümesi [15 30] aralığında etkindir.

CB : Çok büyük kümesi [22.5 60] aralığında etkindir.

Bu kümelerin üyelik değerlerinin grafiği ise aşağıdadır. Bu grafikte x ekseni saniyeyi ifade eder.



Şekil 5.7. OBS değişkeni için tanımlanan bulanık kümeler

5.3.4.3 En Uzun Bekleme Süresi için Belirlenen Bulanık Kümeler

En uzun bekleme süresi için toplam beş adet bulanık küme tanımlanmıştır. tüm kümeler üçgen tipli üyelik fonksiyonu ile tanımlanmış olup bu kümeler ve bu kümelerin destek aralıkları şu şekildedir.

CK : Çok küçük kümesi [0 10] aralığında etkindir.

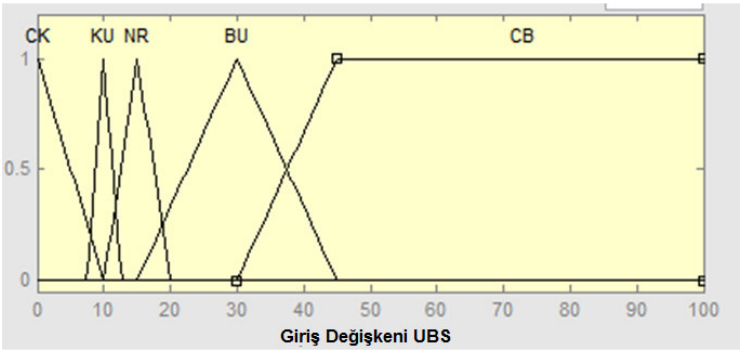
KU : küçük kümesi [7.5 12.5] aralığında etkindir.

NR : Normal kümesi [10 20] aralığında etkindir.

BU : Büyük kümesi [15 45] aralığında etkindir.

CB : Çok büyük kümesi [30 100] aralığında etkindir.

Bu kümelerin üyelik değerlerinin grafiği ise aşağıdadır. Bu grafikte x ekseni saniyeyi ifade eder.



Şekil 5.8. UBS Değişkeni için tanımlanan bulanık kümeler

5.3.4.4 Çıkış Parametresi için Belirlenen Bulanık Kümeler

Bulanık kontrolcünün oluşturduğu çıkış değeri için toplam beş adet bulanık küme tanımlanmıştır. Tüm kümeler üçgen tipli üyelik fonksiyonu ile tanımlanmış olup bu kümeler ve bu kümelerin destek aralıkları şu şekildedir.

CK : Çok küçük kümesi [0 5] aralığında etkindir.

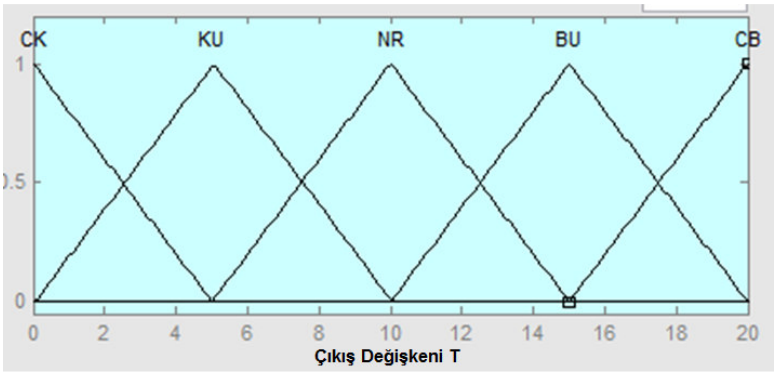
KU : küçük kümesi [0 10] aralığında etkindir.

NR : Normal kümesi [5 15] aralığında etkindir.

BU : Büyük kümesi [10 20] aralığında etkindir.

CB : Çok büyük kümesi [15 20] aralığında etkindir.

Bu kümelerin üyelik değerlerinin grafiği ise aşağıdadır. Bu grafikte x ekseni üretilen T katsayısının değerini ifade eder.



Şekil 5.9. T çıkış değişkeni için tanımlanan bulanık kümeler

5.3.4.5 Bulanık Kuralların Oluşturulması

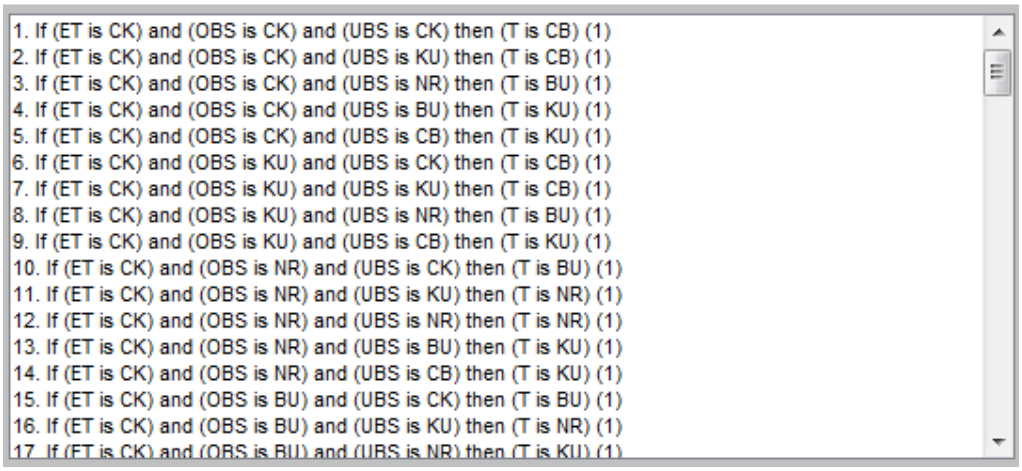
Kuralların neler olması gerektiği de tıpkı bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarında olduğu gibi uzman bilgisine dayandırılarak oluşturulur. Bu konuda bir uzman kişinin bilgileri üzerine kendi fikirlerimizde ekleyerek iyi sonuçlar verdiğine karar verilen yüz yirmi üç kuraldan müteşekkil bulanık kurallar üzerine mutabakata varılmıştır. Bulanık kural tabanındaki kuralların ikisi şu şekildedir:

Eğer(ET is CK) ve (OBS is CK) ve (UBS is CK) o zaman (T is CB)

Eğer (ET is NR) ve (OBS is NR) ve(UBS is NR) o zaman (T is NR)

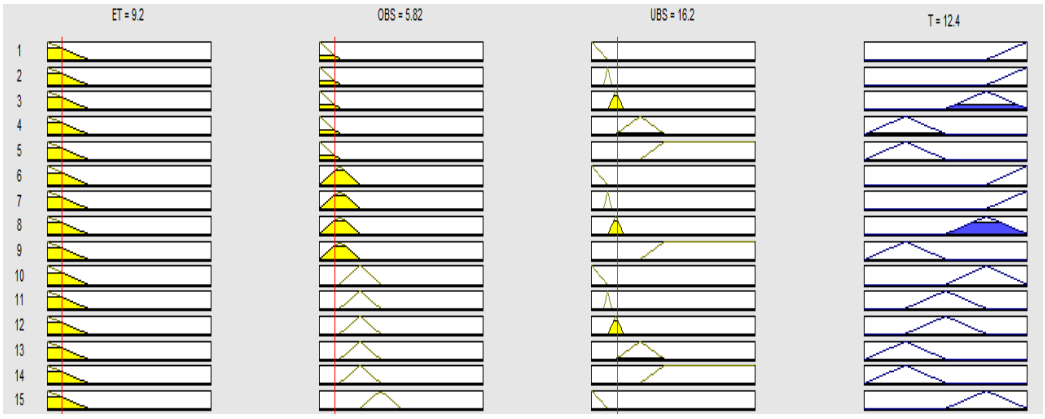
Buradaki ilk kural: enerji tüketimi, ortalama bekleme süresi ve uzun bekleme süresi çok küçük ise T'nin değerinin çok büyük olması gerektiği; İkinci kuralda ise enerji tüketimi,ortalama bekleme süresi ve uzun bekleme süresi normal ise T değerinin

de normal olması gerektiği ifade edilmektedir. Bulanık kuralların Matlab Fuzzy Logic Toolbox 'da gösterimi şu şekildedir.



Şekil 5.10. Bulanık kurallar listesi

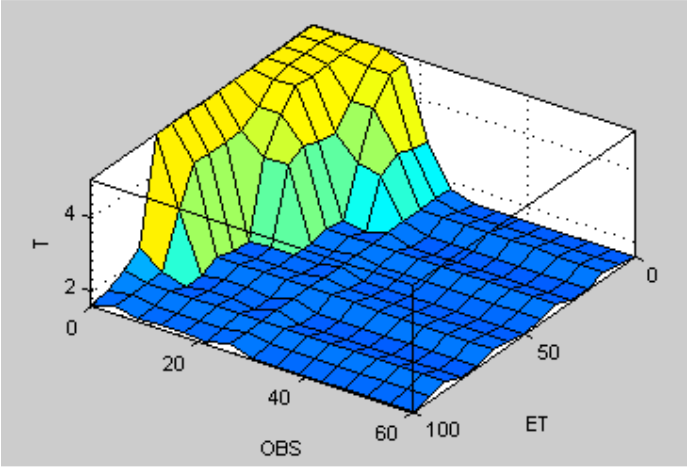
Mamdani bulanık mantık kontrolcüsü algoritması gereği verilen üç giriş beş bulanık kümeye Göre bulanıklaştırılır ve kural tabanındaki yüz yirmi üç kural içinde aktif olan kurallar belirlenir. Bu kuralların ürettiği sonuçlar ise ağırlık merkezi yöntemine Göre durulaştırılarak olması gereken sonuç bulunur. Örneğin aşağıda ET=9.2, OBS=5.82 ve UBS=16.2 olduğu bir durumda yüz yirmi üç kuralın ilk 15'inde sadece 3. ve 8. kuralın aktif olduğu ve bu kuraların ürettiği sonucun ağırlıklı ortalaması ise T=12.4 olduğu görülmektedir.



Şekil 5.11. Bulanık mantık kontrolcüsünün çalışması

Oluşturulan bulanık mantık kontrolcüsünün nasıl çalıştığını anlamak için tepki yüzeyi haritalarına bakılabilir. Bu bağlamda Enerji tüketimi ve Ortalama bekleme

süresinin beraber değişiminin üretilen T katsayısına nasıl bağlı olduğunun grafiği aşağıdadır. Bu yüzey grafiği kural tabanındaki yüz yirmi üç kuralın kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Grafiğe göre ET ve OBS'nin düşük değerlerine karşı T'nin alacağı değer artmaktadır.



Şekil 5.12. Bulanık denetleyicilerin yüzey haritası

5.4 Kabin Seçim Fonksiyonu Hesaplama

Kat çağrısına kabin seçim fonksiyonu minimum olan kabin atanır. Kabin seçim fonksiyonu ise kabin yolculuk süresini ve bulanık mantık kontrolcüsünün oluşturduğu T katsayısını giriş parametresi olarak alır ve o kabinin seçilmesi durumunda oluşacak maliyet değerini oluşturur. Kabin seçim fonksiyonu şu şekilde tanımlanmıştır.

$$\phi(i) = t^{i}_{avr} + K(i) * T \quad (5.4)$$

Buradakit^{i}_{avr} incelenen kat çağrısına i. kabin atandığında bu kabinin bu çağrıya gitmesi için gereken ortalama süre, K(i) ise i.kabinin bulunduğu katin önceliğidir. T katsayısı ise bulanık mantık kontrolcüsünün oluşturduğu katsayıdır(Uysal,2007).

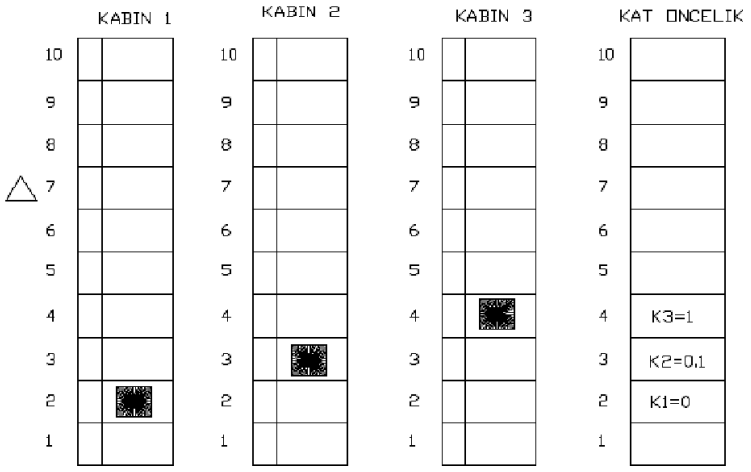
Gelen kat çağrıları eğer birden çok ise bu durumda yöntemimiz tüm durumları inceleyerek hangi çağrıya hangi kabinin yönlendirilmesi gerektiğine karar verir.

5.5 Örnek Senaryolar üzerinde Sistemin Çalışması

Bu bölümde sistemin etkinliğini denemek için bazı örnek senaryolarda algoritmanın nasıl bir karar vereceği incelenmiştir.

5.5.1 Senaryo-1

Hiç kabin içi çağrısının olmadığı ve katlardan t anında sadece 1 çağrı geldiği zaman gelen bu çağrıya hangi kabinin yönlenmesi gerektiği incelenecektir. Senaryonun şekli aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.13. Senaryo-1

Bu senaryoda 1.kabin 2.katta, 2.kabin 3.katta, 3.kabin ise 4.kattadır. Hiç kabin içi çağrısı yoktur ve 7.kattan yukarı yönde bir çağrı gelmiştir.

Bulanık mantık parametrelerinden OBS'nin 20 sn, ET'nin %30, UBS'nin 30 sn olduğu düşünüldüğünde bulanık mantık kontrolcüsü T=4.0615 değerini üretmektedir.

Bulanık mantık kontrolcüsünün ürettiği değer belirlendikten sonra incelenmesi gereken 3. durum vardır.

Kabin-1 Secimi: yedinci kat çağrısı için 1.kabin seçilecek olursa kabin secim fonksiyonunu hesaplanacaktır. Kabin içi çağrı olmadığına ve kabin 2. katta olduğuna Göre rota R=[2] olacaktır. 7 kattan gelen çağrı bu rotaya eklendiğinde yeni rota R=[2 7] olacaktır. Bu rotayı izleyerek asansörün çağrılan kata gelmesi için gereken ortalama süre ise$t_{avr} = (7-2) * 1.5 + 10 = 17.5$ saniye olur.

1.kabinin bulunduğu katin önceliği 0 ise bu kabin seçilmesi durumunda oluşan fonksiyonun değeri$\phi(1) = t_{avr}^{1} + K(1) * T = 17.5 + 0 * 4.0615 = 17.5$ degeri elde edilir.

Kabin-2 Secimi:7.kat çağrısı için 2.kabin seçilecek olursa kabin seçim fonksiyonunu hesaplanacaktır. Kabin içi çağrı olmadığına ve kabin 3. katta olduğuna Göre rota R=[3] olacaktır. 7 kattan gelen çağrı bu rotaya eklendiğinde yeni rota R=[3 7] olacaktır. Bu rotayı izleyerek asansörün çağrılan kata gelmesi için gereken ortalama süre ise$t_{avr} = (7 - 3) * 1.5 + 10 = 16\ saniye$olur.

2.kabinin bulunduğu katin önceliği 0.1 ise bu kabin seçilmesi durumunda oluşan fonksiyonun değeri:$\phi(2) = t_{avr}^{2} + K(2) * T = 16 + 0.1 * 4.0615 = 16.40615$değeri elde edilir.

Kabin-3 Secimi:7.kat çağrısı için 3.kabin seçilecek olursa kabin seçim fonksiyonunu hesaplanacaktır. Kabin içi çağrı olmadığına ve kabin 4. katta olduğuna Göre rota R=[4] olacaktır. 7 kattan gelen çağrı bu rotaya eklendiğinde yeni rota R=[4 7] olacaktır. Bu rotayı izleyerek asansörün çağrılan kata gelmesi için gereken ortalama süre ise$t_{avr} = (7 - 4) * 1.5 + 10 = 14.5\ saniye$olur.

3.kabinin bulunduğu katin önceliği 1 ise bu kabin seçilmesi durumunda oluşan fonksiyonun değer:$\phi(3) = t_{avr}^{3} + K(3) * T = 14.5 + 1 * 4.0615 = 18.5615$değeri elde edilir.

Bu duruma göre $\phi(1) = 17.5,\ \ \phi(2) = 16.406\ ,\ \phi(3) = 18.5615$ değerlerinden en küçük olan 2.kabinin seçilmesidir. O halde 7 kattaki çağrıya 2. kabin yönlendirilmelidir.

5.5.2 Senaryo-2

Önceki senaryoda bulanık mantığın etkisini hissedilmesi için bulanık mantık girişlerinin değiştirilmesi gerekmektedir. Örneğin yine ayni senaryo fakat bu sefer asansörlerin çok yoğun kullanıldığı bir anda oluşsaydı seçilecek kabin değişecekti. Bulanık mantığın giriş parametrelerinden OBS'nin 50 sn, ET'nin %80, UBS'nin 100 sn olduğu çok yoğun bir anin parametreleri bulanık mantık kontrolcüsüne verildiğinde oluşan değer T=1.6645 olmaktadır.

Yeni T değerine Göre kabin seçim fonksiyonları tekrar hesaplandığında

$\phi(1) = t_{avr}^{1} + K(1) * T = 17.5 + 0 * 1.6645 = 17.5$

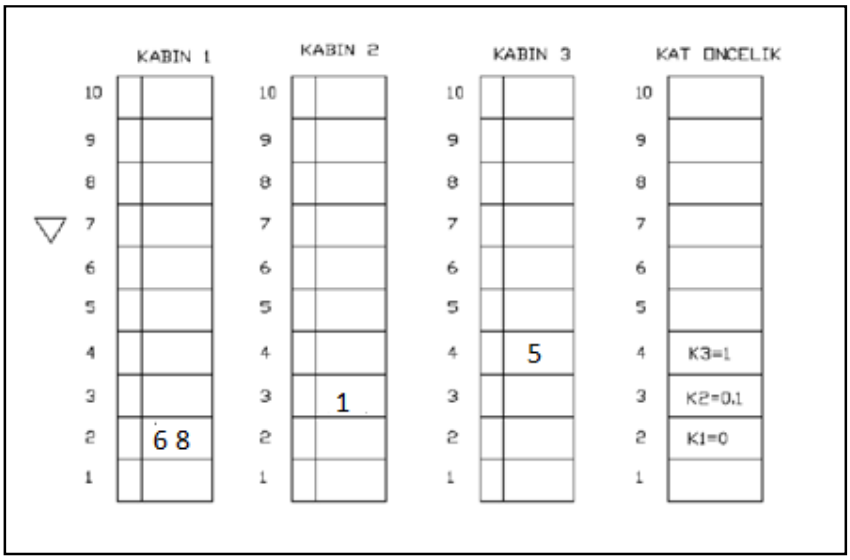
$\phi(2) = t_{avr}^{2} + K(2) * T = 16 + 0.1 * 1.6645 = 16.1665$

$\phi(3) = t_{avr}^{3} + K(3) * T = 14.5 + 1 * 1.6645 = 16.1645$

olmaktadır ve bu durumda en küçük kabin seçim değeri ise 3. kabinde olmaktadır.

5.5.3 Senaryo-3

Bu senaryoda yine 1 tane kat çağrısı var fakat her kabin için kabin içi çağrılar da vardır. Senaryonun şekli aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.14. Senaryo-3

Bu senaryoda 1. kabin 2. katta bulunuyor ve kabin içinden 6. ve 8.katlara çağrı vardır. 2. kabin 3. katta ve 1 kata kabin içi çağrı vardır. 3. kabin ise 4. katta ve 5.kata çağrı vardır. Kat öncelikleri şekildeki gibi olup 7. kattan aşağı yönde bir çağrı gelmiştir. Bu durumda hangi kabinin hangi rotayı izleyip 7.kata yönlenmesi gerektiğini belirlenecektir.

Asansörlerin çevresel durumunu ifade eden bulanık mantık parametreleri OBS'nin 20 sn, ET'nin %30, UBS'nin 40 sn olduğu düşünüldüğünde bulanık mantık kontrolcüsü T=3.8216 değerini üretmektedir.

Bulanık mantık kontrolcüsünün ürettiği değer belirlendikten sonra incelenmesi gereken 3. durum vardır.

Kabin-1 Seçimi:1.kabin 2.katta olduğu ve 6. ve 8. kata gitmesi gerektiğinden 1.kabinin ilk rotası R=[2 6 8] şeklindedir. 7. kattan aşağı yönde çağrıyı karşılamak için 7 kata en son uğramalıdır.(6 dan 8 e giderken yukarı yönde gittiği için 7 kata uğrayamaz

çünkü 7 kat çağrısı aşağı yönde). O halde rota R=[2 6 8 7] olmalıdır. Bu durumda bu çağrıyı karşılamak için gereken ortalama bekleme süresi şu şekilde hesaplanır: $t_{avr} = (6-2) * 1.5 + 10 + (8-6) * 1.5 + 10 + (8-7) * 1.5 + 10 = 40.5\ saniye$

1.kabinin bulunduğu katin önceliği 0 ise bu kabin seçilmesi durumunda oluşan fonksiyonun değeri$\phi(1) = t_{avr}^{1} + K(1) * T = 40.5 + 0 * 3.8216 = 40.5$değeri elde edilir.

Kabin-2 Seçimi:2.kabin 3.katta olduğu ve 1. kata gitmesi gerektiğinden 2.kabinin ilk rotası R=[3 1] seklindedir. 7. kattan aşağı yönde çağrıyı karşılamak için 7 kata en son uğramalıdır.(3 ten önce 1 e inmeli ardından 7 ye çıkmalı). O halde rota R=[3 1 7] olmalıdır. Bu durumda bu çağrıyı karşılamak için gereken ortalama bekleme süresi şu şekilde hesaplanır: $t_{avr} = (3-1) * 1.5 + 10 + (7-1) * 1.5 + 10 = 32\ saniye.$

2.kabinin bulunduğu katin önceliği 0.1 ise bu kabin seçilmesi durumunda oluşan fonksiyonun değeri,$\phi(2) = t_{avr}^{2} + K(2) * T = 32 + 0.1 * 3.8216 = 32.3822$ degeri elde edilir.

Kabin-3 Seçimi:3.kabin 4.katta olduğu ve 5. kata gitmesi gerektiğinden 3.kabinin ilk rotası R=[4 5] seklindedir. 7. kattan aşağı yönde çağrıyı karşılamak için 7 kata en son uğramalıdır.(4 ten önce 5 e çıkmalı ardından 7 ye çıkmalı). O halde rota R=[4 5 7] olmalıdır. Bu durumda bu çağrıyı karşılamak için gereken ortalama bekleme süresi şu şekilde hesaplanır: $t_{avr} = (5-4) * 1.5 + 10 + (7-5) * 1.5 + 10 = 24.5\ saniye.$

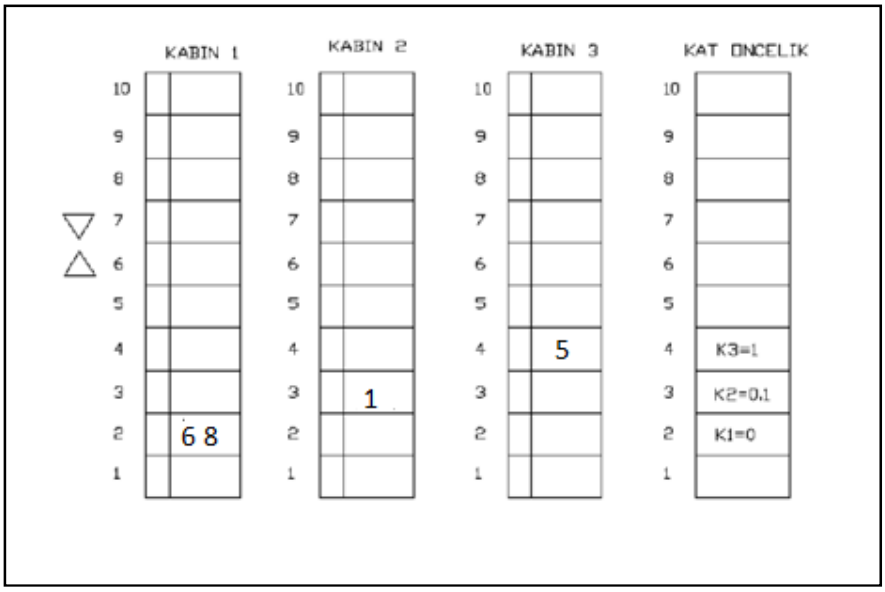
2.kabinin bulunduğu katin önceliği 1 ise bu kabin seçilmesi durumunda oluşan fonksiyonun değeri$\phi(3) = t_{avr}^{3} + K(3) * T = 24.5 + 1 * 3.8216 = 28.3216$değeri elde edilir.

Bu duruma göre $\phi(1) = 40.5,\ \phi\ (2) = 32.3822,\ \phi(3) = 28.3216$ değerlerinden en küçük olan 3.kabinin seçilmelidir. O halde 7 kattaki çağrıya 3. kabin yönlendirilmelidir.

5.5.4 Senaryo-4

Bu senaryonun, senaryo-3 ile tek farkı birden çok kattan çağrı gelmesidir. Kabin içi çağrılar, kat öncelikleri, kabinin bulunduğu katlar tamamıyla aynıdır. Fakat bu durumun analizi diğeri kadar basit değildir. Zira bu senaryoya göre incelenmesi gereken 9 durum vardır.Çözülmesi gereken problemin karmaşıklığı 3'un 2'li kombinasyonları

sayısıncadır. Çünkü 2 çağrıyı 3 kabine 3'un 2'li kombinasyonları kadar değişik durumda dağıtabiliriz. Her bir durumun maliyeti ayrı ayır incelenecek ve en küçük kabin seçim fonksiyon değerini veren kabin kombinasyonu seçilecektir.



Şekil.5.15. Senaryo-4

Şekilde görüldüğü üzere 1.kabin 2. katta, 2. kabin 3.katta, 3.kabin 4. kattadır. 1. kabinden 6. ve 8. kabin içi çağrılar, 2. kabinden 1. kat çağrısı, 3. kabinden ise 5.kat çağrısı gelmiştir. 2. katin önceliği 0, 3. katın önceliği 0.1, 4.katin önceliği ise 1 dır. Kat çağrıları ise şu şekildedir: 6. kattan yukarı yönde çağrı, 7. kattan ise aşağı yönde çağrı gelmiştir. Asansörlerin çevresel durumunu ifade eden bulanık mantık parametreleri OBS'nin 20 sn, ET'nin %30, UBS'nin 40 sn olduğu düşünüldüğünde bulanık mantık kontrolcüsü T=3.8216 değerini üretmektedir.Bu durumda incelenecek durumlar aşağıdaki gibidir.

6. katta 1.kabin 7.katta 1. kabin **:** Her iki kata da 1. kabinin yönlendirilmesi durumunda 1.kabinin katlara yönlendirilmeden önceki rotası R=[2 6 8]'dır. 6.kata uğranıp yukarı yönde yola devam edileceği için 6.kat çağrısı rotada bir değişiklik yapmaz. Fakat 7.kattan aşağı yönde bir çağrı geldiğinde asansör 6 dan 8e çıkarken 7.kata uğramaz. Bunun nedeni 7. kattan aşağı yönde bir çağrı gelmesidir. 7.kata ancak asansör 8.e çıktıktan sonra dönüşte uğrayacaktır. Bu durumda atamalar yapıldığında 1.kabinin rotası R=[2 6 8 7] olacaktır.

6. kata ulaşmak için gecen ortalama süre:

$$t_{avr}^{6} = (6-2) * 1.5 + 10 = 16\ saniye$$

7. kata ulaşmak için gecen ortalama süre:

$$t_{avr}^{7} = (6-2) * 1.5 + 10 + (8-6) * 1.5 + 10 + (8-7) * 1.5 + 10 = 40.5\ saniye$$

kabin seçim fonksiyonu ise:

$$\phi(1,1) = t_{avr}^{6} + t_{avr}^{7} + K(1) * T = 56.5 + 0 \times 3.8216 = 56.5$$

6. katta 1.kabin 7.katta 2. Kabin**:** 6.kata 1.kabin 7.kata 2.kabin yönlendirilirse 1. kabinin rotası R1=[2 6 8], 2.kabinin rotası ise R2=[3 1 7] olur. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama süre:

$$t_{avr}^{6} = (6-2) * 1.5 + 10 = 16\ saniye$$

$$t_{avr}^{7} = (3-1) * 1.5 + 10 + (7-1) * 1.5 + 10 = 32\ saniye$$

kabin seçim fonksiyonu ise:

$$\phi(1,2) = t_{avr}^{6} + K(1) * T + t_{avr}^{7} + K(2) * T$$
$$= 16 + 0 \times 3.8216 + 32 + 0.1 \times 3.8612 = 48.4062$$

6. katta 1.kabin 7.katta 3. Kabin**:**6.kata 1.kabin 7.kata 3.kabin yönlendirilirse 1. kabinin rotası R1=[2 6 8], 2.kabinin rotası ise R3=[4 5 7] olur. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama süre:

$$t_{avr}^{6} = (6-2) * 1.5 + 10 = 16\ saniye$$

$$t_{avr}^{7} = (5-4) * 1.5 + 10 + (7-5) * 1.5 + 10 = 24.5\ saniye$$

kabin seçim fonksiyonu ise:

$$\phi(1,3) = t_{avr}^{6} + K(1) * T + t_{avr}^{7} + K(2) * T$$
$$= 16 + 0 \times 3.8216 + 24.5 + 1 \times 3.8612 = 44.5615$$

6. katta 2.kabin 7.katta 1. Kabin:6.kata 2.kabin 7.kata 1.kabin yönlendirilirse 1. kabinin rotası R1=[2 6 8 7], 2.kabinin rotası ise R2=[3 1 6] olur. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama sure:

$$t_{avr}^{6} = (3-1) * 1.5 + 10 + (6-1) * 1.5 + 10 = 30.5\ saniye$$

$$t_{avr}^{7} = (6-2) * 1.5 + 10 + (8-6) * 1.5 + 10 + (8-7) * 1.5 + 10 = 40.5\ saniye$$

kabin seçim fonksiyonu ise:

$$\phi(2,1) = t_{avr}^{6} + K(2) * T + t_{avr}^{7} + K(1) * T$$
$$= 30.5 + 0.1 \times 3.8216 + 40.5 + 0 \times 3.8612 = 71.4062$$

6. katta 2.kabin 7.katta 2. Kabin**:**6. ve 7.kata 2.kabin yönlendirilirse, 2.kabinin rotası R2=[3 1 6 7] olur. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama süre:

$$t_{avr}^{6} = (3-1) * 1.5 + 10 + (6-1) * 1.5 + 10 = 30.5\ saniye$$

$t_{avr}^{7} = (3-1) * 1.5 + 10 + (6-1) * 1.5 + 10 + (7-6) * 1.5 + 10 =$
$42\ saniye$kabin seçim fonksiyonu ise:

$$\phi(2,2) = t_{avr}^{6} + t_{avr}^{7} + K(2) * T = 30.5 + 0.1 \times 3.8216 + 42 + 0.1 \times 3.8612$$
$$= 72.9062$$

6. katta 2.kabin 7.katta 3. Kabin:2.kabinin rotası R2=[3 1 6], 3. kabinin rotası R3=[4 5 7]olur.. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama süre:

$$t_{avr}^{6} = (3-1) * 1.5 + 10 + (6-1) * 1.5 + 10 = 30.5\ saniye$$
$$t_{avr}^{7} = (5-4) * 1.5 + 10 + (7-5) * 1.5 + 10 = 24.5\ saniye$$

kabin secim fonksiyonu ise:

$$\phi(2,3) = t_{avr}^{6} + K(2) * T + t_{avr}^{7} + K(3) * T$$
$$= 30.5 + 0.1 \times 3.8216 + 24.5 + 1 \times 3.8612 = 59.4677$$

6. kata 3.kabin 7.kata 1. Kabin**:**6.kata 3.kabin 7.kata 1.kabin yönlendirilirse 1. kabinin rotası R1=[2 6 8 7], 3.kabinin rotası ise R3=[4 5 6] olur. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama sure:

$$t_{avr}^{6} = (5-4) * 1.5 + 10 + (6-5) * 1.5 + 10 = 23\ saniye$$
$$t_{avr}^{7} = (6-2) * 1.5 + 10 + (8-6) * 1.5 + 10 + (8-7) * 1.5 + 10 = 40.5\ saniye$$

kabin seçim fonksiyonu ise:

$$\phi(3,1) = t_{avr}^{6} + K(3) * T + t_{avr}^{7} + K(1) * T$$
$$= 23 + 1 \times 3.8216 + 40.5 + 0 \times 3.8612 = 67.5615$$

6. katta 3.kabin 7.katta 2. kabin**:**6.kata 3.kabin 7.kata 2.kabin yönlendirilirse 2. kabinin rotası R2=[3 1 7], 3.kabinin rotası ise R3=[4 5 6] olur. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama süre:

$$t_{avr}^{6} = (5-4) * 1.5 + 10 + (6-5) * 1.5 + 10 = 23\ saniye$$
$$t_{avr}^{7} = (3-1) * 1.5 + 10 + (7-1) * 1.5 + 10 = 32\ saniye$$

kabin seçim fonksiyonu ise:

$$\phi(3,2) = t_{avr}^{6} + K(3) * T + t_{avr}^{7} + K(2) * T$$
$$= 23 + 1 \times 3.8216 + 32 + 0.1 \times 3.8612 = 59.4677$$

6. katta 3.kabin 7.katta 3. kabin**:**6. ve 7.kata 3.kabin yönlendirilirse 3.kabinin rotası R3=[4 5 6 7] olur. Bu durumda 6. ve 7.katlara ulaşmak için gereken ortalama süre:

$$t_{avr}^{6} = (5-4) * 1.5 + 10 + (6-5) * 1.5 + 10 = 23\ saniye$$
$$t_{avr}^{7} = (5-4) * 1.5 + 10 + (6-5) * 1.5 + 10\ + (7-6) \times 1.5 + 10 = 34.5\ saniye$$

kabin seçim fonksiyonu ise

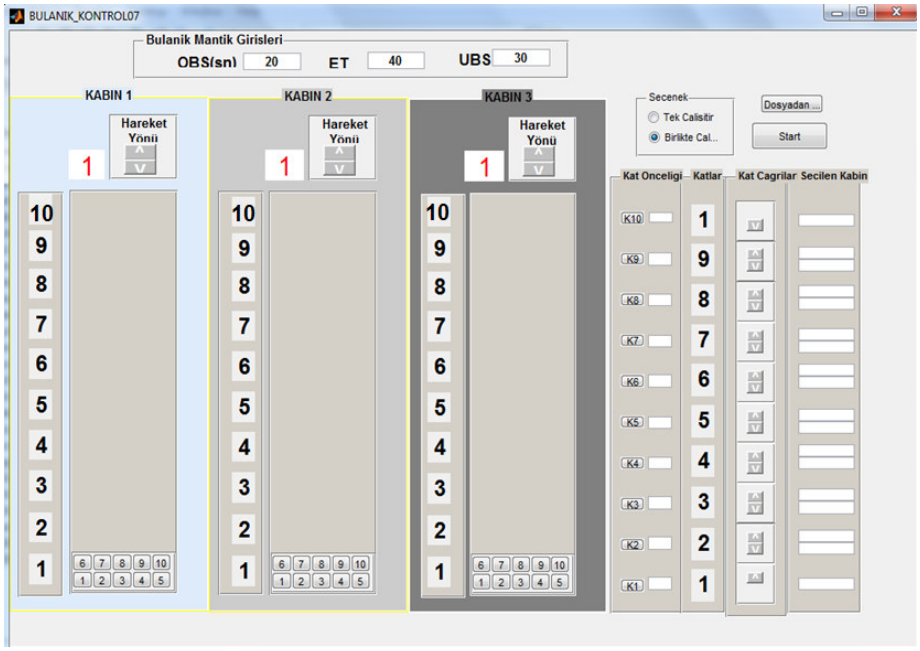
$$\phi(3,3) = t_{avr}^{6} + t_{avr}^{7} + K(3) * T = 23 + 1 \times 3.8216 + 34.5 + 1 \times 3.8612$$
$$= 61.5615$$

Kabin secim fonksiyonu2 parametrelidir. İlk parametre 6. kata çıkacak asansörün hangisi olduğunu, 2 parametre ise 7 kata çıkacak asansörün hangisi olduğunu ifade eder. Bu duruma göre tüm seçimler içinde en küçük değere sahip maliyet fonksiyonu $\phi(1,3)$ fonksiyonudur. O halde 6.kattan gelen yukarı yön çağrısına 1. kabin cevap vermeli, 7.kattan gelen aşağı yön çağrısına ise 3.kabin cevap vermelidir.

5.6 Geliştirilen Ara yüzün Kullanımı

Geliştirilen yöntemin simülasyonu için tasarlanan ara yüzün görüntüsü aşağıdaki gibidir. Ara yüzün en üst bölümünde bulanık mantık denetleyicisinin ihtiyaç duyduğu giriş parametreleri OBS,ET ve UBS alanları bulunmaktadır. Bu değerler program açıldığında varsayılan değerlere dolu olarak gelmektedir.Kullanıcı isterse bu değerleri değiştirebilmektedir.

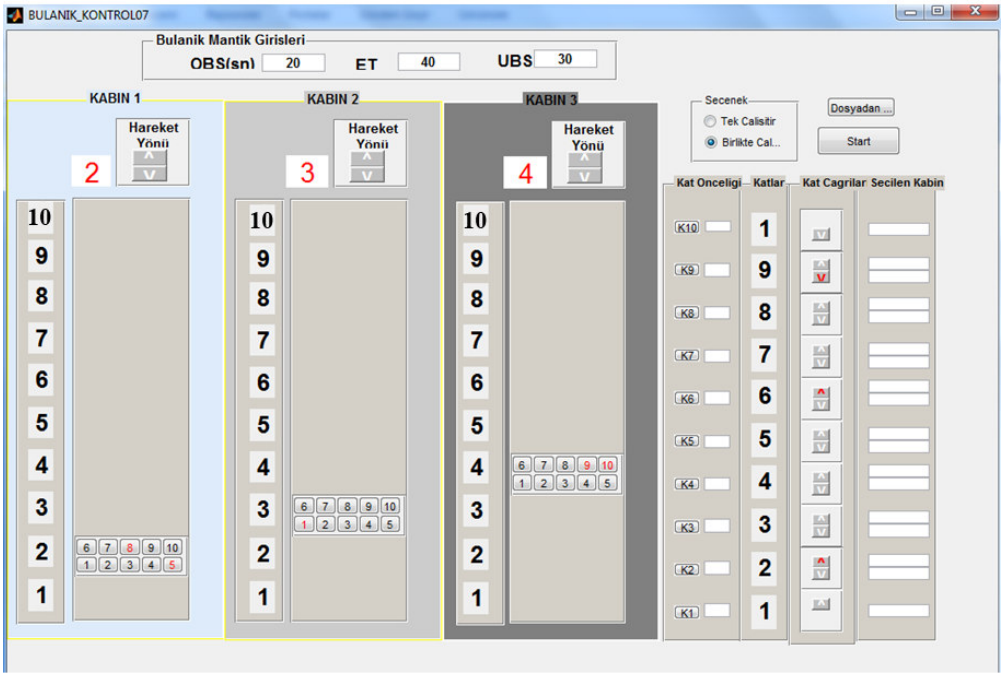
Bulanık mantık kontrolcüsünün ihtiyaç duyduğu girişlerin altında ekranın büyük kısmını oluşturan temsili üç kabin bulunmaktadır. Simülasyonu yapılan bina on katli olduğu düşünülmüştür. Kabin yuvasının solunda kat numarası bulunmaktadır. Kabinler temsili olarak bir panel ve panelin içinde kabin içi çağrıları temsil eden on adet butondan oluşmaktadır. Bu paneldeki butonlara tıklandığında bu butonlar kırmızı olmakta ve kabin içindeki yolcuların basılan katlara gitmek istediği anlatılmaktadır.



Şekil 5.16. Geliştirilen BMGAKS'inin ara yüzü

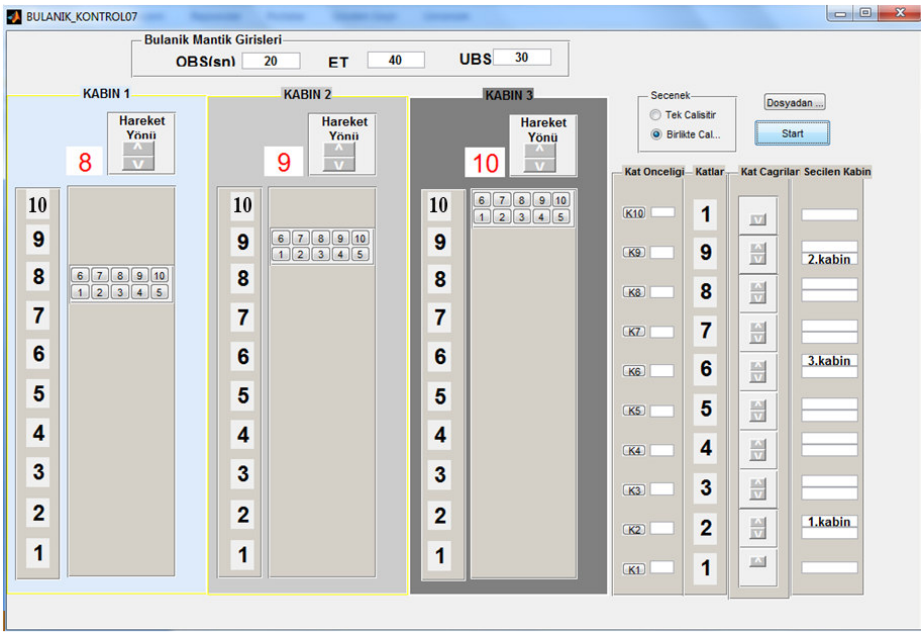
Her kabinin yuvasının üstünde kabinin o anda hangi katta olduğu ve hareket yön ışıkları vardır. Bu alanlar otomatik değişmektedir kullanıcı tarafından değiştirilemez. Kabin yuvalarının hemen yanında ise katların kat öncelikleri alanı vardır. Bu anlar kullanıcı tarafından değiştirilebilmektedir. Eğer hiç sayı girilmezse tüm katların önceliğinin 0 olduğu anlamına gelir. Kat önceliği alanının hemen yanında ise katlardan gelen çağrı butonları bulunmaktadır. Her kat için bir yukarı tuş ve bir aşağı tuş bulunmaktadır. İlk katta sadece yukarı tuş son katta ise sadece aşağı yinede tuş bulunmaktadır. Bu tuşlardan birine yada daha fazlasına basarak yolcuların katlardaki asansör çağrıları simle edilir. Bu alanın hemen yanında ise kat çağrılarına atanan kabinin adi yazılacak alanlar bulunmaktadır. Bu alanlara atanan kabinlerin adi otomatik yazılmaktadır. Kat çağrı alanının üstünde ise çalışma seçeneği alanı bulunmaktadır. Buradan simülasyonu daha rahat izlemek için kabinleri tek tek çalıştırılabilir yada daha gerçekçi olması acısından tüm asansörleri beraber çalışmasını görülebilir. Bu alanın hemen sağında ise başla tuşu bulunmaktadır. Simle edilmesi gereken girişler girildikten sonra başla tuşuna basıldığında önce hesaplamalar yapılır ve hangi kat çağrılarına hangi kabinin atanması gerekeceği hesaplanır ve ardından yapılan hesaplamalar doğrultusunda simülasyon yapılır. Simülasyonu yapılacak senaryo ara yüzden girilebileceği gibi daha önceden bir Excel tablosuna yazılıp bu Excel dosyasında programa girdi olarak

verilebilir. eğer dosyadan okuman istenilirse Dosyadan Oku tuşuna basılıp okunacak Excel dosyası seçilir ve ardından başla tuşuna basılarak simülasyon başlatılır.



Şekil 5.17. Örnek senaryonun ara yüze girilmesi

Program açıldığında üç asansörde 1.katta bulunmaktadır. Eğer simülasyonu asansörler başka kattayken başlatmak istiyorsak öncelikle o katlardan kabin içi çağrı tuşlarına basılıp simülasyon başlatılmalıdır. Bu sayede kabinler istene kata yönlendirilmiş olur. örneğin 1.kabin 2.katta, 2.kabin 3.katta ve 3.kabin ise 4.kattayken 1 kabinden 5 ve 8. kat çağrısı geldiği, 2 kabinin içinden 1 kat çağrısı geldiği, 3 kabin içinden ise 9 ve 10. Kat çağrısı geldiği bir durumda9 kattan asli yönde bir çağrı, 6 kattan yukarı yönde bir çağrı, 2 kattan ise yukarı yönde bir çağrı geldiğinde simülasyon yapılırsa, simülasyon bittiğinde gelen kat çağrılarına hangi kabinin yönlendirildiği ve asansörün son durumları aşağıdaki şekilde olur.



Şekil 5.18. Örnek senaryonun uygulanmasının ardından kabinlerin durumu

Senaryolar ara yüzde butonlar tarafından girilebildiği gibi daha önceden hazırlanan Excel tablosuna kat çağrıları ve kabin içi çağrılar girilerek bu tablo programa dosyadan oku butonuna basıp programa dahil edilebilir. Hazırlanacak olan Excel tablosunun formatı ise aşağıdaki gibidir.

	A	B	C	D	E
1	kabin1	2	6	8	
2	kabin2	2	8		
3	kabin3	9			
4	kat cagrilari	5	6	2	
5	kat cagri yonleri	1	-1	-1	
6					
7					
8					
9					

Şekil 5.19. Okunacak MS Excel Tablosu Örneği

Şekilde görüldüğü üzere ilk üç saburda her bir kabinin kabin içinden gelen çağrılar olmalıdır. Örnek Excel tablosuna göre 1. kabin içinden 2 6 ve 8 kat çağrısı, 2.kabinden 2 be 8. kat çağrısı, 3. kabin içinden ise 9.kat çağrısı gelmiştir. Kat çağrılarının altında ise gelen kat çağrıları, bir alt satırında ise bu kat çağrılarının yönü girilmelidir. 1 sayısı yukarı yönünü, -1 sayısı ise aşağı yönü ifade etmektedir. Bu

duruma göre 5 kattan yukarı yönde çağrı, 6 kattan aşağı yönde bir çağrı, 2 kattan ise aşağı yönde bir çağrıyı ifade etmektedir. Bu formata uygun olarak oluşturulan Excel tablosu programa dahil edilip istenen senaryo simle edilir.

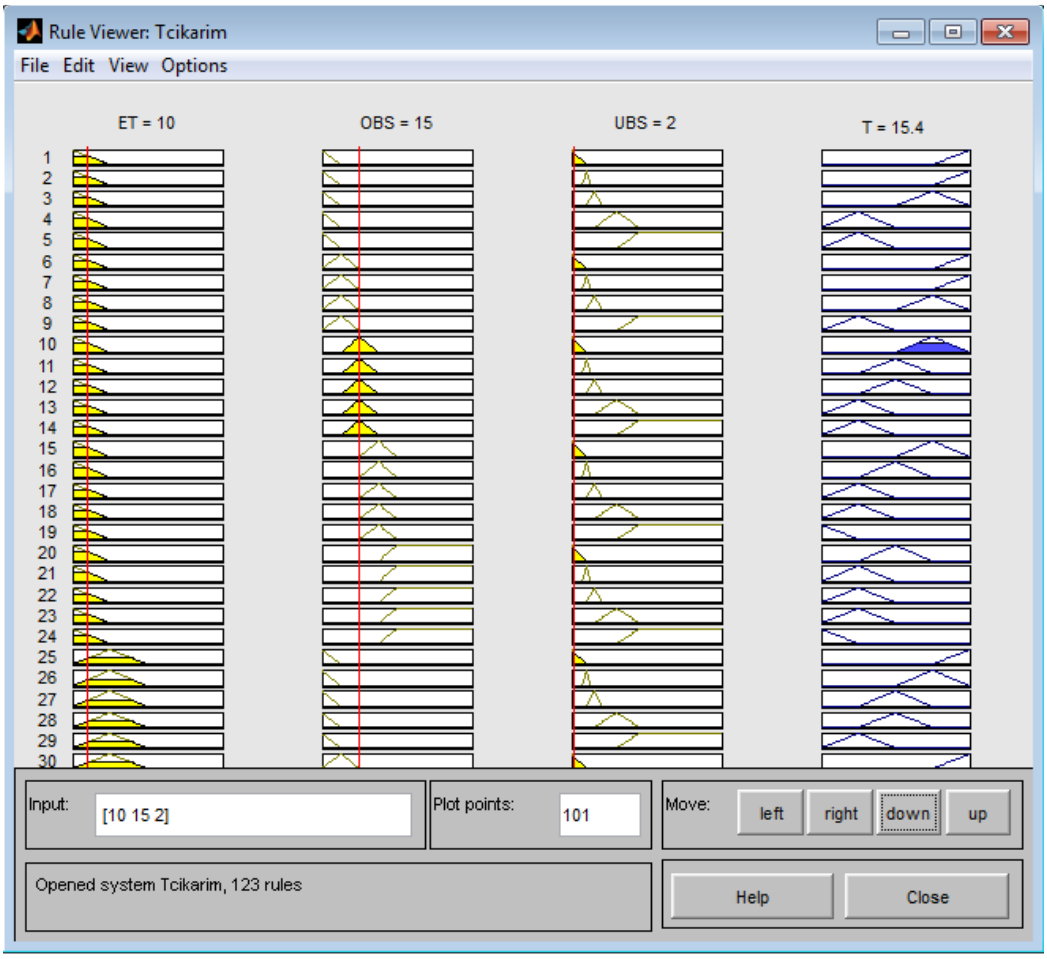
5.7.BM İle Trafik Sınıflandırması

Literatürdeki BMGAKS'i genellikle aynı bulanık mantık girişlerini tüm trafik koşulları için kullanmaktadır. Bu girişler OBS, ET ve UBS'dir. Daha önce bahsedildiği gibi bu parametreler bir grup asansör kontrolü için en önemli faktörlerdir fakat gün içerisindeki önem derecesi değişmektedir. Bu mantığa dayanarak farklı trafik durumları için bu parametreler sınıflandırılabilir. Çünkü bazı trafik modelleri tüm bu girişlere ihtiyaç duymamaktadır, böylece girişleri farklı trafik modellerine sınıflandırmak, işlemi hızlandırma, kolaylaştırma ve daha iyi sonuçlar üretmek açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Tablo 5.1'de ise geliş gidiş saatlerinin eski çalışmalardaki bulanık mantık çıkarım sonucu ve geliştirilen çıkarım sonuçları karşılaşılmaktadır. Geliştirilen yeni bulanık mantık mekanizması yapılan testler neticesinde %82 oranla daha az sonuçlar ürettiği görülmektedir.

Tablo5.1

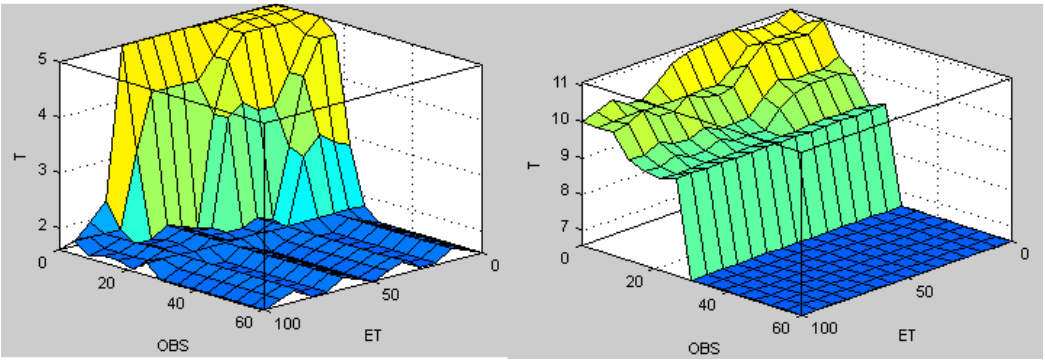
Trafik Modeli	**ET**	**OBS**	**T**	**ET**	**OBS**	**UBS**	**T**
İşe varış saatleri	10	15	10	10	15	2	15.4
07.00-09.00 arası ve işten	23	10	10.5	23	10	10	14.4
Ayrılma saatleri	5	12	10	5	12	10	12.3
15.00-17.30 arası	30	8	11	30	8	20	8.15
	20	25	9.2	20	25	5	12.9

Tabloda gösterilen değerler MATLAB Fuzzy Toolbox kullanarak elde edilmiştir. Şekil 5.20 Kurallardan elden edilen çıkarım örneğini göstermektedir. Alt kısımda bulunan giriş kutusuna değerler girerek T çıkarım sonucu elde edilir.



Şekil 5.20. MATLAB Fuzzy Toolbox'tan T sonucunu elde etmek

Şekil 5.a ve 5.b iki model arasındaki farkı yüzey şeklinde göstermektedir, burada x-ekseni OBS'ini, y-ekseni ET'ini ve z-ekseni ise T çıkarımını oluşmaktadır, görüldüğü gibi OBS ve ET değerleri artınca T değeri de paralel olarak azaltmaktadır. Fakat şekil 5.b bu artış 5.a'dan daha az ve yavaş bir şekilde ilerlemektedir.



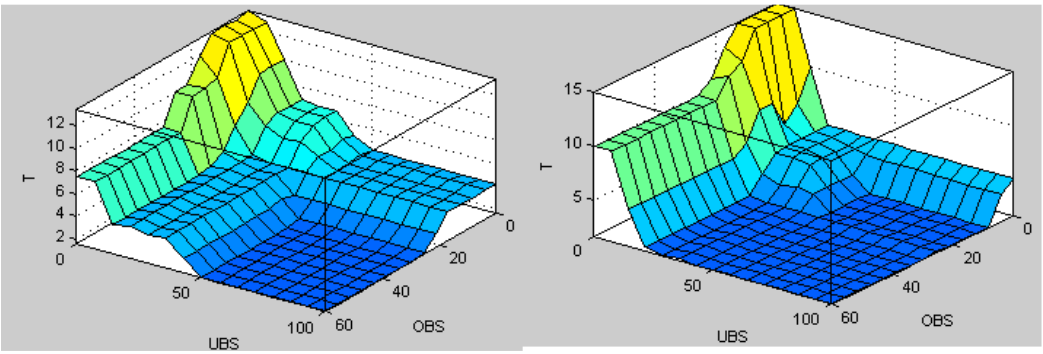
Şekil 5. 21.a. Geliştirilen yeni modelle **5.21.b.** Eski modelle

Diğer trafik modeli, öğlen saatlerinde olan yoğunluğuna ayak uyduracak şekilde tasarlanmıştır. Yaklaşık 2 saat süren bu model için OBS ve UBS parametreleri maksimum önemi taşımaktadır. Bu nedenle bulanık mantık sadece bu iki girişi değerlendirmektedir. ET ise burada pek önemsenmemektedir. Çünkü zaten 12:00-13:30 arası saatlerde, yoğun trafik nedeniyle ET en yüksek seviyelerde olacaktır. Çizelge 5.1, ET varken ve yokken çıkan sonuçları göstermektedir.

Çizelge 5.1Öğlen saatleri modeli için eski ve yeni BM çıkarım sonuçlarının karşılaştırılması

Trafik Modeli	**ET**	**OBS**	**UBS**	**T**	**OBS**	**UBS**	**T**
Öğlen saatleri	50	30	50	1.6	30	50	1.6
12:00-13:30 arası	30	30	50	1.66	30	50	1.6
	10	30	20	4.54	30	20	4.54
	10	15	20	5	15	20	4.54
	20	10	20	7.5	20	10	7.04
	20	35	40	3.35	35	40	3.82
	25	40	30	1.6	40	30	4.1
	30	40	40	1.75	40	40	3.82

Çizelge 5.1'de gösterilen karşılaştırmalı sonuçlarda genel olarak çok fazla fark saptanmamaktadır. ET'nin küçük veya orta değer aldığı zaman, yeni modelin performansı daha iyi sonuçlar üretmektedir. Fakat yoğun durumlarda ET daha büyük değer almaktadır bu da performansı olumsuz kılmaktadır. Şekil 5.22 bu durumu yüzey şeklinde açıklamaktadır. OBS ve UBS her iki durumda, yüksek değerlere sahip ise T sonucu küçülmektedir.



Şekil 5.22.OBS ve UBS T çıkarım değeri üzerindeki etkileri a. Yeni model b.Eski model

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen simülasyon sonuçları, bulanık mantığın grup trafik asansör kontrolü için etkinliği kanıtlamıştır. Bulanık denetleyiciler, uzman kural tabanı sayesinde farklı trafik yoğunluklarına farklı çözümler üretmektedir. Üretilen çözümler, kontrol mekanizmasını etkileyen faktörleri her zaman göz önünde bulundurmaktadır. Bir bina için gün içerisinde farklı trafik yoğunlukları karşılanmaktadır, bu yoğunlukları gösteren üç önemli parametre, ortalama bekleme süresi, enerji tüketimi ve uzun bekleme süresidir. Performansı artırmak için bu üç faktör değerlendirilmektedir. Diğer yandan normal iş saatleri içerisinde belirli katlara diğerlerinden daha fazla gidilmektedir. Bu nedenle bu katları diğer katlardan ayırmak için kat öncelik değeri atanmıştır. Bu değer, kontrol sistemine, katın önemini göstermektedir. Bulanık mantıktaki üç parametre ve kat önceliği çok zor durumlar için en iyi kararları üretmektedir. Çıkan sonuçlar, bu iki unsurun, kontrol sistemi üzerindeki etkisini, seçim fonksiyonuyla hesaplanan maliyet değerini nasıl etkilediğini göstermektedir. Kat öncelik değerleri her zaman maliyeti artırmış olmasına rağmen verilen çağrı durumuna en uygun kabini seçmektedir. Bir başka önemli nokta ise bulanık çıkarım sayesinde elde edilen değer kat öncelik değeri ile ters orantılı olmasıdır, bu da bir asansör kontrol sistemi için en önemli faktör olan OBS'ini hiç bir zaman göz ardı edilmemesini sağlamaktadır. Gerçekleştirilen sonuçlar, bulanık mantık ve kat önceliğine dayalı bir asansör kontrol sistemini yüksek binalarda uygulandığı zaman, ortalama bekleme süresini azaltmayı ve paralel olarak enerji tüketimini de minimize etmeyi başarmıştır. Diğer GAKS'lerinden farklı olarak, bu çalışmada farklı trafik saatleri için farklı BM modelleri oluşturuldu ve diğer modellerle test edilerek karşılaştırıldı. Çıkan sonuçlar genellikle iyi olmakla beraber hata payı da içermektedir. Bu hataları en aza düşürmek için BM çıkarım kurallarını geliştirmek, üyelik fonksiyonlarını değiştiren vb. çözümler gelecek için düşünülebilir. Bu araştırma, önceden de mevcut olan BMGAKS'ni geliştirerek bir adım öne atmıştır ve bu yönde olan araştırmalara önemli derecede katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

İleride yapılacak çalışmalarda, yapay zeka tekniklerinin birlikte kullanıldığı hibrit algoritmaların kullanılması veya yeni optimizasyon metotları asansör grup kontrol sistemlerine uygulanabilir. Bunlardan bazılarını örnek olarak verecek olursak; “Karınca Kolonisi Algoritması”, “Evrimsel Programlama”, “Diferansiyel Gelişim Algoritmaları”, ve “Yapay Bağışıklık Algoritması” asansör grup kontrol sistemlerine uygulanabilir.

Uygulanan bu metotlarla asansör kontrol sistemlerinin daha zeki ve öğrenme yeteneğine sahip, daha esnek ve ortalama bekleme zamanı minimize edecek sistemler olması beklenmektedir.

7. KAYNAKLAR

Altaş, İ. H. 1999. Bulanıklılık kavramı. enerji, elektrik, elektromekanik-3e bilesim yayıncılık A.Ş., Sayfalar: 80-85. İstanbul.

Anonymous,1995 "A Fuzzy Approach To Elevator Group Control System," IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., vol. 25, pp. 985–990.

Anonymous, 1992, "The Fuzzy Elevator Group Supervisory System," Japan Patent 2-52875.

Anonymous, 2009, PID and Fuzzy Logic, http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370401F-01/lvpid/defuzzification_methods/

Ataseven, H., 1994 "Mikroislemci kontrollü asansör panosu", Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 74- 82

Barney, G.C., dos Santos, S.M., 1985. Elevator Traffic Analysis Design and Control, second ed. Peter Peregrinus Ltd., London

Baykal, N., Beyan, T. 2004. Bulanık Mantık – İlke ve Temelleri. Bıçaklar Kitapevi, 413 sayfa. Ankara.

Bojadziev, G. M. 2007. Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management (2nd Edition). World Scientific Publishing, 253. Canada

Bolat, Berna 2006, Asansör Kontrol Sistemlerinin Genetik Algoritma İle Simülasyonu, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Chang, B.K., Seong, K.A., Hyung L.K., Kim, J.O., Yong B.L.,1995, "A fuzzy approach to elevator group control system", IEEE Transactions On Systems, Man And Cybernetics, 25 (12): 985-990 .

Cortes, P., Larraneta, J., Onieva, L., 2004, "Genetic algorithm for controllers in elevator groups: analysis and simulation during lunchpeak traffic". Applied Soft Computing 4 (2), 159–174.

Cortes,P.,Larraneta,J.,Onieva,L.,2004.Geneticalgorithmforcontrollersin elevatorgroups:analysisandsimulationduringlunchpeaktraffic.AppliedSoft Computing 4(2),159–174.

Crites, R.H.,Barto,A.G.,1998.Elevatorgroupcontrolusingmultiplereinforcement learning agents. Machine Learning 33(2–3),235–262.

Dağdelen,U.,2006 "Grup Asansörleri İçin Zeki kontrol Sistemleri" , Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimeri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği

Eguchi, T., Hirasawa, K., Jinglu H., Markon, S., 2004 "Elevator group supervisory control systems using genetic network programming", Evolutionary Computation CEC2004, Portland, Oregon, USA, 1661-1667 .

Gudwin,R. R., Gomide, F.A.C.,1994, "Context Adaptation in Fuzzy Processing" – Proceedings of the Brazil-Japan Joint Symposium on Fuzzy Systems, Campinas, SP – Brazil, July, pp. 15-20.

Gudwin, R.R., Gomide, F.A.C., M.L. Andrade Netto, 1996, "Knowledge Processing in Control Systems" –IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,February , vol. 8, n. 1, pp. 106-119.

Gudwin ,R,. Gomide, F.A.C, Pedrycz, W., 1997, "Nonlinear Context Adaptation with a Genetic Algorithm" –Proceedings of the 7th IFSA World Congress, Prague, Czech Republic, June, pp. 300-305.

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.

Harris, J. 2009. Fuzzy Logic Applications in Engineering Science. Springer, 231. Berlin.

Igarashi, K., Take, S., Ishikawa, T.,1994, "Supervisory control for elevator group withfuzzy expert system", Industrial Technology Conference, China, 133-137.

Imasaki, N., Kubo, S., Nakai, S., Yoshitsugu, T., Jun-Ichi K.; Endo, T., 1995 "Elevator group control system tuned by a fuzzy neural network applied method", Proceedings of 1995 IEEE International Conference on Fuzzy Systems: the international joint conference of the Fourth IEEE International Conference on Fuzzy Systems and the Second International Fuzzy Engineering Symposium Yokohama, Japan, 1735

İmrak,E., Bolat,B., 2003, "Klasik asansör kontrol sistemleri ve optimum trafik kontrollu sistemllerdeki gelişmeler" İ.T.Ü Makine Mühendisliği Bölümü,İstanbul.

İmrak, C.E., Fetvacı M.C.,2004 "Yukarı yönde asansör trafiği ve performans hesabı" Mühendis ve Makine, 531:1-5.

Ishikawa, T., Miyauchi, A., Kaneko, M., 2000, "Supervisory control for elevator groupby using fuzzy expert system which also addresses traveling time", Industrial Technology, India, 87-94

Jamaludin, J. ,Rahim, N.A. ,Hew, W.P., 2009, "Development Of a Self-Tuning Logic Controller For Intelligent Control of Elevator Systems " IEEE, 3-9.

Kaneko, M., Ishikawa, T., Sogawa, Y., 1997, "Supervisory control for elevator group by using fuzzy expert system", Industrial Electronics, Control, and Instrumentation IECON 23rd International Conference, New Orleans, Luisiana, USA, 370-376.

Karal, Ö., 2004, Java ortamında bulanık mantık kontrol : kamyon yükleme-boşaltma uygulaması ,Yüksek lisans tezi , Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik mühendisliği.

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

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.

Kiyak, E. ve Kahvecioğlu, A. 2003. Bulanik Mantik ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 1 sayi 2 (63-72).

Koehler, J., Ottiger, D., 2002. An AI-based approach to destination control in elevators. AI Magazine 23 (3), 59–78.

Mamdani, E., H. 1994. Application of Fuzzy Algorithms for Simple Dynamic Plant, ProIEEE, Vol.121, No.12, pp.1585-1588, 1974

Maeda,M.,Murakami,S.,1992.Aself-tuningfuzzycontroller.FuzzySetsand Systems 51(1),29–40.

Maiers, J. and Sherif, Y. S. 1995. Applications of fuzzy set theory, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-15, No. 1, 175-189.

Ming, H., Robertson, B., 1994"Elevator group supervisory control using fuzzy logic" Electrical and Computer Engineering Conference, Canada, 825-828 .

Mudi, R.K., Pal, N.R., 1999. A robust self-tuning scheme for PI- and PD-type fuzzy controllers. IEEE Transactions on Fuzzy Systems 7 (1),2-16.

Nakai, S., Kubo, S., Imasaki, N., Yoshitsugu, T., Kiji, J.I., Endo, T., 1995"Elevator group control system with a fuzzy neural network model", Proceedings of 1995 IEEE International Conference on Fuzzy Systems: the international joint conference of the Fourth IEEE International Conference on Fuzzy Systems and the Second International Fuzzy Engineering Symposium, Yokohama, Japan, 37-38 .

Orman, A., 2005 "Mikrodenetleyicili asansör denetiminde geri haberleşme kullanan birmodelin gerçeklestirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 40-54 .

Pedrycz, W., Gudwin, R.R., Gomide, F.A.C., 1997, "Nonlinear Context Adaptation in the Calibration of Fuzzy Sets" –Fuzzy Sets and Systems 88 . 91-97.

R. R. Yager, "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, vol. 18, pp. 183–190, Jan./Feb. 1988.

Sarıbaş, Ü., 2006 "Akıllı bir asansör sisteminin benzetimi", Yüksek Lisans Tezi, GaziÜniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 10-35.

Siikonen, M. L., Leppala, J., 1991"Elevator traffic pattern recognition," in Proc. 4th IFSA Congr., pp. 195–198.

Sogawa, Y., Ishikawa, T., Igarashi, K., 1996, "Supervisory control for elevator group by using fuzzy expert system which addresses the riding time", Industrial Electronics, Control, and Instrumentation IECON 22nd International Conference, Taiwan, 419-424.

Şen, Z., (2001), "Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri", Bilge Yayıncılık, İstanbul.

Tagaki, T. and Sugeno, M., 1985 Fuzzy Identification of Systems and its Application to Modelling and Control, IEEE Trans. Syst. Man cybernet, pp.116-132

Takahashi, S., Kita, H., Suzuki, H., Sudo, T., Markon, S., 2003 "Simulation-based optimization of a controller for multi-car elevators using a genetic algorithm for noisy fitness function", Evolutionary Computation CEC '03, Canberra, Australia, 1582-1587 .

Tobita, T., Fujino, A., Inaba, H., Yoneda, K., Ueshima, T., 1993"An elevator characterized group supervisory control system", Industrial Electronics, Control and Instrumentation International Conference IECON '91, Japan, 1972-1976.

Tregenza, P.,1976 "The Design of Interior Circulation", Crosby Lockwood Staples, London, 1-12.

Tsuji, S., Amano, M., Hikita, S.,1989 "Application Of The Expert System To Elevator Group-Supervisory Control", Artificial Intelligence Applications Fifth Conference, California, 287-294.

Türk, O., 2007, "Yüksek binalardaki insan trafiğinin kontrol edilmesinde bulanık mantık yaklaşımı", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

URL1: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/fuzzy/
[ZiyaretTarihi: 3 Mart 2011].

Uysal,A.,2007 "Asansör grubu kontrolü için bir bulanık kontrolör tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, M., ve Arslan, E., 2005 " Blanık mantığın jeodezdık problemlerin çözümün kullanlması" 514-515.

Yen, J. and Langari, R. 1999. Fuzzy Logic Intelligence, Control, and Information, Prentice Hall, New Jersey.

Zadeh, L., A. 1965 . Fuzzy Sets, Information Control, Vol.8, pp.338-353.Vol.4, No.2.

Zadeh, L., A. 1996 . Fuzzy Logic = Computing with Words, IEEE Trans. On Fuzzy Syst.

Zadeh, L. A. 1973. Outline of a new approach to the anlaysis of the complex system and descision process, IEEE Transactions on system man cybernetics, Vol. SMC-3, No. 1.28-44.

Zadeh, L. A. 1975. The Concept of Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning, Part 1, 2 and 3. Information Sciences, 8: 199-249, 8: 301-357-, 9: 43-80.

Zhu, D., Wu C.,1993 “Fuzzy control of group elevators”, Computer, Communication, Control and Power Engineering Conference TENCON '93, Beijing, China, 304-307 .

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zinab ALİ

Uyruğu : Irak

Doğum Yeri ve Tarihi : Kerkük-1982

Telefon : 05458301271

Faks : yok

e-mail : z_nasih@yahoo.com

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise :	AL-yakatha lisesi-Kerkük	2000
Üniversite:	Kerkük Üniversitesi- Kerkük	2005
Yüksek Lisans:	Selçuk Üniversitesi	

YABANCI DİLLER

Arapça
Türkçe