

Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)

Dr. Fatih KALEMKUŞ

Kafkas Üniversitesi

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık, ilk kez 1965'te **Azeri bir Türk bilim adamının** ("Lütfi Aliasker Zade (Lotfi A. Zadeh)") bulduğu bir algoritmadır.

Bu mantıkla ilgili özet tanımlama
-- **Hiçbir şey asla kesin değildir** --



Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

- ❖ Bulanık mantık, **belirsizliklerin anlatımı** ve **belirsizliklerle çalışılabilmesi** için kurulmuş bir matematik düzendir.
- ❖ Bulanık mantık, akıl yürütme mantığıdır ve belirsizlik ortamında değerlendirme yaparak yaklaşık sonuç elde etmeyi sağlar.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

- “**Bulanık**” kelimesi, “kesin (net) olmayan, karışık, bellibelirsiz” şeklinde tanımlanabilir.
- “**Bulanıklık**” ise net olmama durumudur ve bir belirsizlik çeşididir.
- Birçok belirsizlik çeşidinden bahsedebiliriz.
 - Numaralı gözlük takanın gözlüğünü çıkardığında gördüğü manzara bulanık bir belirsizlikken, ‘yüz’ tabirini kullanıp hiçbir yan açıklama yapmama çok anlamdan kaynaklanan bir belirsizliği gösterir.
 - Yine ‘bir adam’ derken sayıca bir olmakla beraber kim olduğu belli olmayan bir adamdan bahsetmek de belirsizlik ifade eden bir durumdur.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Klasik Mantık (Aristo mantığı)

Bir önermenin cevabı her zaman EVET veya HAYIR'dır.
EVET için DOĞRU, HAYIR için YANLIŞ diyebiliriz.

Bilgisayar Bilimlerinde Evet Hayır için 1-0 kullanılmaktadır.

Bu durum kesinlik ifade etmektedir.

Türkiye'nin başkenti Ankaradır. → DOĞRU (1)

En sevdiğim renk yeşildir. → YANLIŞ (0)

$F=m.a$ → DOĞRU (1)

Kafkas Üniversitesi 1992 'de kurulmuştur. → DOĞRU (1)

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Klasik Mantık

Cevap her zaman için 0 veya 1'dir.

Asla arada bir değer sonuç olarak bulunmaz.

$$4 > 12 \quad (0)$$

$$3 < 22 \quad (1)$$

$$23 = 24 - 1 \quad (1)$$

$$3^2 = 8 \quad (0)$$

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Klasik Mantık

Oysaki gündelik hayatta klasik mantık yeterli olmamaktadır.

Bugün hava sıcak

Sıcak ne demektir?

Ayakların çok büyük

Büyük olması için kaç olması lazım

Bu ders çok zor

Zorluk nasıl ölçülür

Bu araba çok hızlı

Hızlılık değeri kaçtır

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Klasik Mantık

Gündelik hayatta bu tip sorulara cevap vermek kişi,yer,zaman gibi faktörlere göre değişebilmekte ve net bir sonuç verilememektedir.

Azeri Türk Bilim adamı olan

“**Lütfi Aliasker Zade (Lotfi A. Zadeh)**”

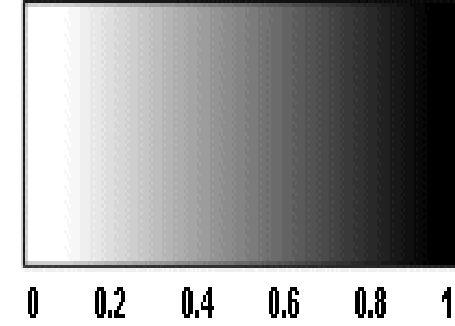
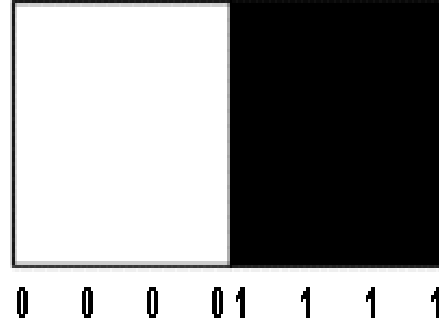
bu konuyla ilgili bir çığır açarak

BULANIK MANTIK'ın temellerini atmıştır.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

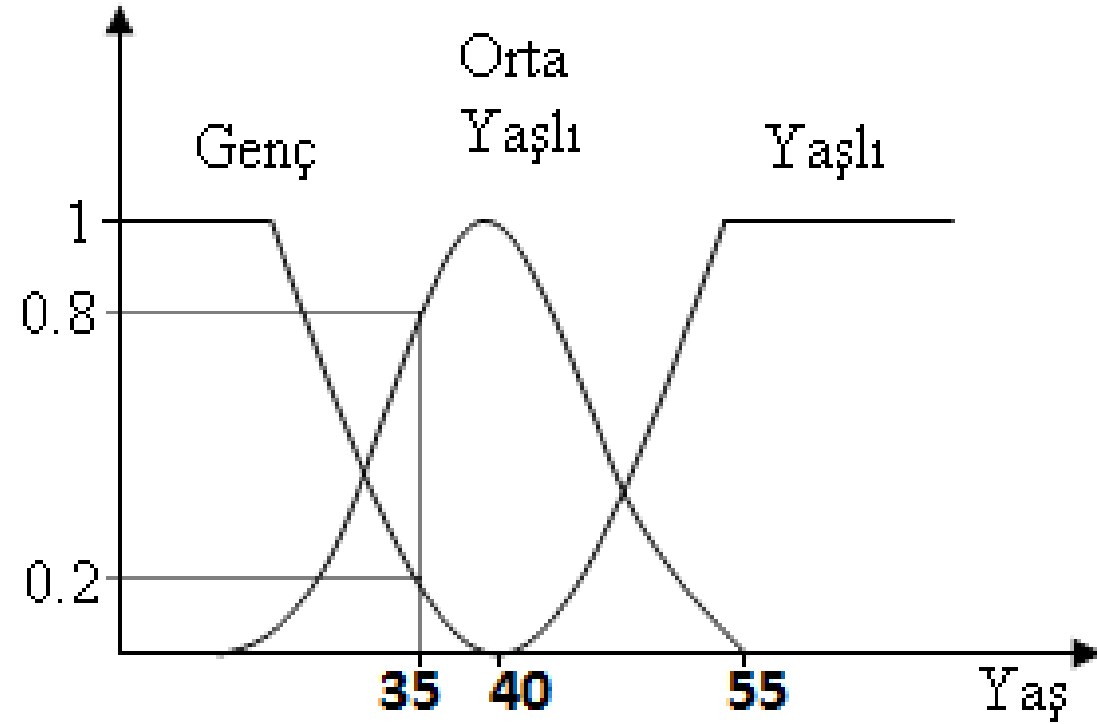
Bulanık Mantık

Kesin sonuçların olmadığı
Cevabın 0 veya 1 olmayıp,
0 ile 1 arasında bir değer olduğu mantık tipidir.



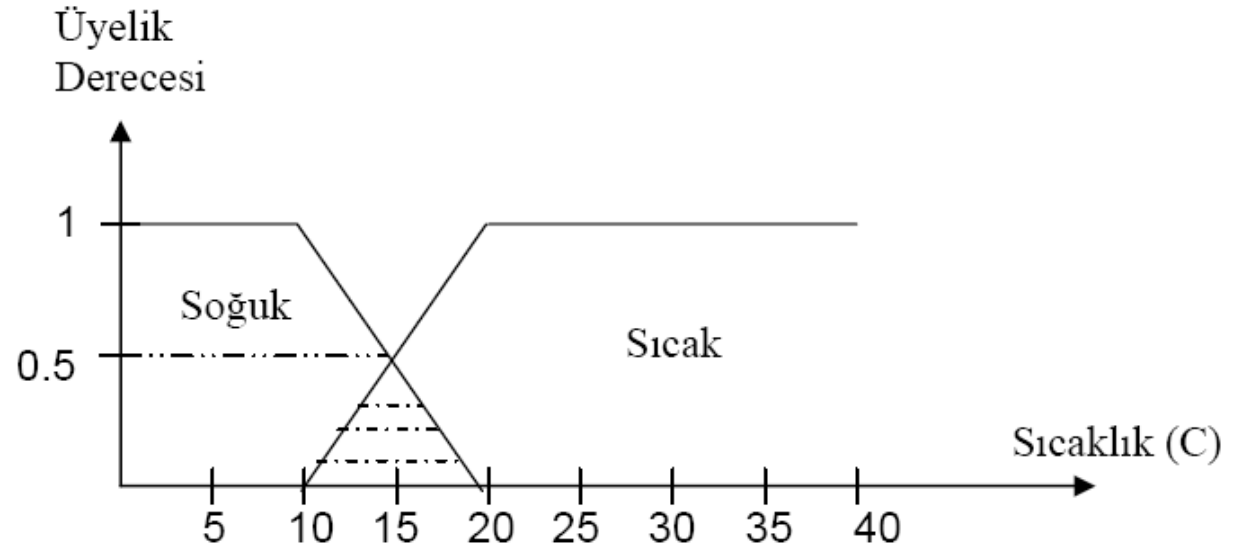
Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık



Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık



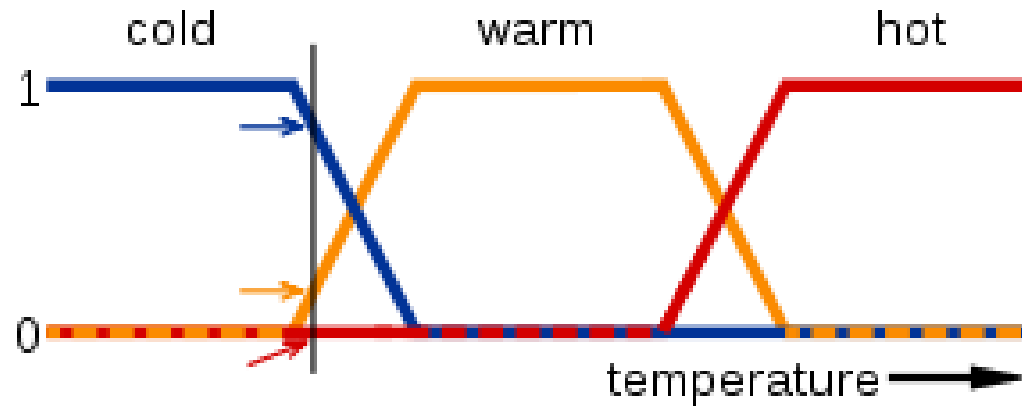
Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A <u>veya</u> A Değil	A <u>ve</u> A Değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

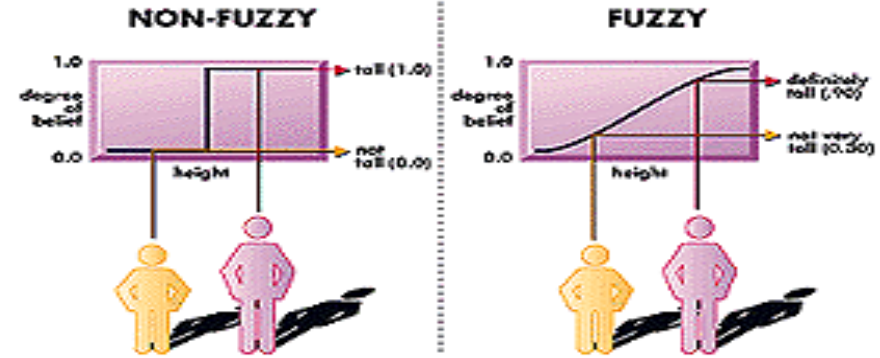
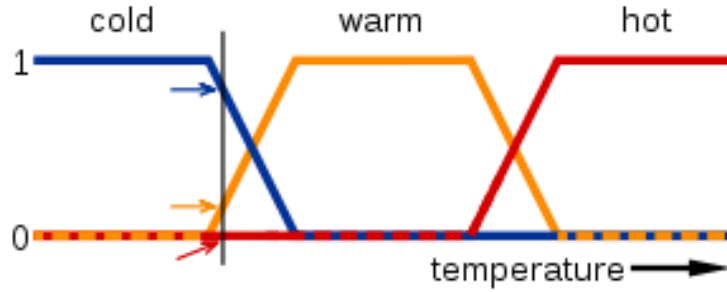
Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık ve klasik mantık arasındaki farklar



Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

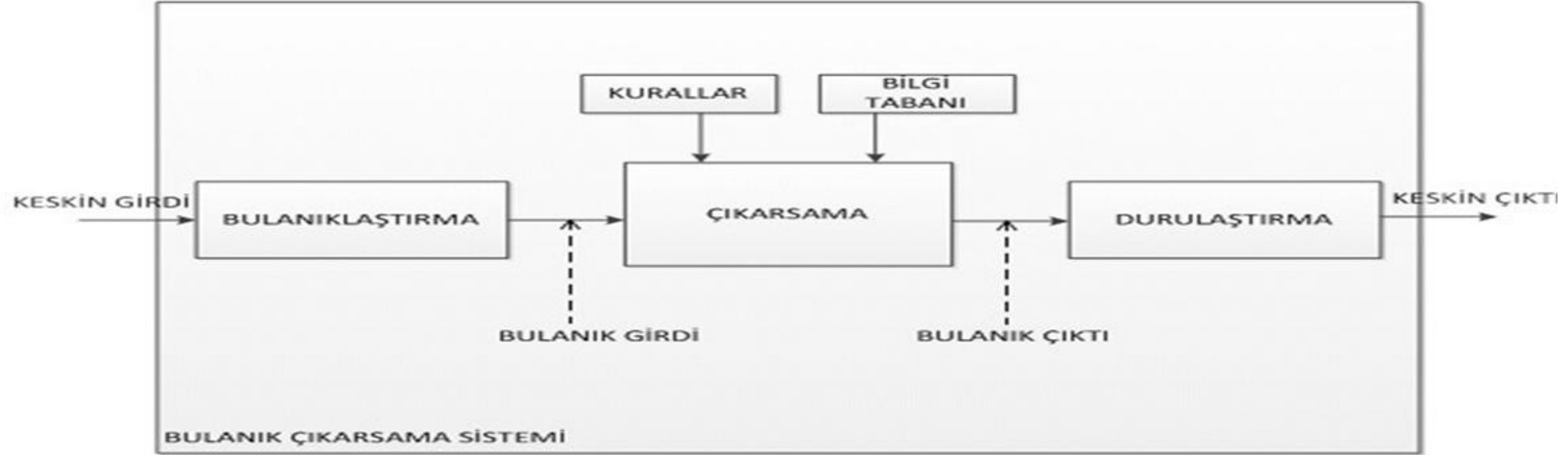
Bulanık Mantık ve klasik mantık arasındaki farklar



Tüm sonuçlar kesin, evet yada hayır değildir. Belki de olabilir..

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Sistem ve Çalışma Yapısı



Bulanık Sistem; çoklu girdileri, kural tabanı ve çıkarım birimi ile işleyerek çıktı haline dönüşmesini sağlar.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

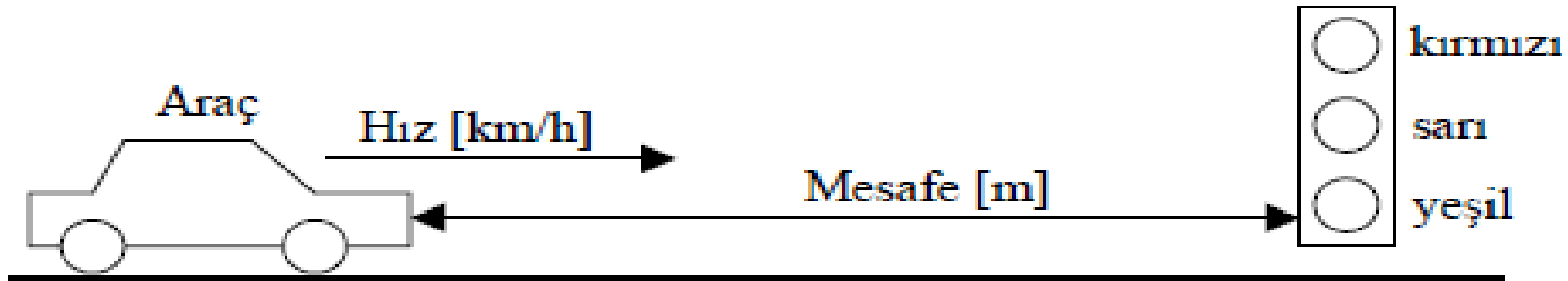
Bulanık Sistem Öğeleri

- ❖ **Bilgi Tabanı:** Kural tablosunun yer aldığı, verilerin saklandığı kısım
- ❖ **Bulanıklaştırma Birimi:** Kesin değerleri üyelik fonksiyonu yardımıyla bulanık değerlere dönüştürür.
- ❖ **Çıkarım Birimi:** Girişler ve kurallardan sonuç çıkarır.
- ❖ **Durulaştırma Birimi:** Bulanık sonuçları sayısal(kesin) değerlere dönüştürür.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bilgi Tabanı

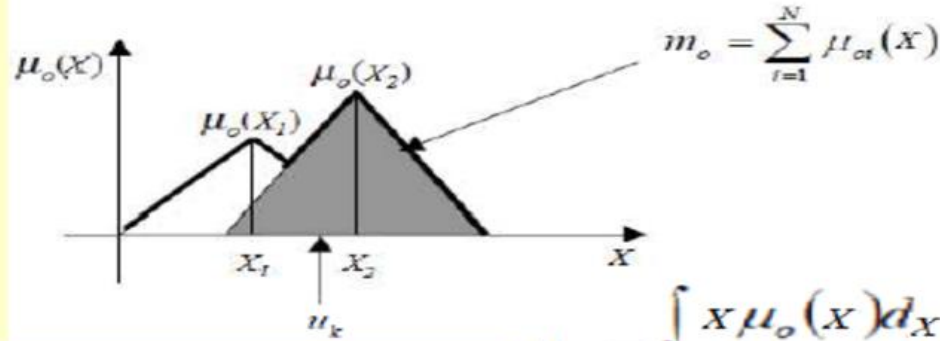
- ❖ Eğer ışık kırmızı ve hız yüksek ise fren yap
- ❖ Eğer ışık kırmızı, hız düşük ve kavşak uzak ise hızı koru
- ❖ Eğer ışık sarı, hız orta ve kavşak uzak ise fren yap
- ❖ Eğer ışık yeşil, hız çok düşük ve kavşak çok yakın ise hızlan



Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Durulaştırma (Defuzzification) Yöntemleri

- Çıkış Üyelik Fonksiyonu



- Ağırlık Merkezi (Sentroid)

$$u_k = \frac{\int x \mu_o(x) dx}{\int \mu_o(x) dx}$$

- Yükseklik Yöntemi

$$u_k = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \mu_o(x_i)}{\sum_{i=1}^N \mu_o(x_i)}$$

- Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

$$u_k = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \mu_o(x_i)}{\sum_{i=1}^N x_i}$$

-

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Neden Kullanılır?

- Belirsizliği ifade edebilmemizi sağlar.
- Dođal dil üzerine kuruludur.
- Esneklik sağlar.
- Lineer olmayan fonksiyonları da modelleyebilir

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Uygulama Alanları

- Otomatik Kontrol Sistemleri
- Bilgi Sistemleri, Uzman Sistemler, Kontrol Sistemleri
- Görüntü İşleme
- Optimizasyon
- Yönetim ve Karar Destek Sistemleri
- Ekonomi ve Finans
- Biyoloji ve Tıp Bilimi
- Çevre Bilimi
- Mühendislik ve Bilgisayar Bilimleri
- Araştırma Çalışmaları, Veri Madenciliği
- Psikoloji
- Kontrol Sistemler

Uygulama Örnekleri

SLR Fotoğraf Makinesi	Ekranında birkaç obje olması durumunda en iyi fokusu ve aydınlatmayı belirler
Video Kayıt Cihazı	Cihazın elle tutulması nedeniyle çekim sırasında oluşan sarsıntıları ortadan kaldırır
Çamaşır Makinesi	Çamaşırın kirliliğini, ağırlığını, kumaş cinsini sezer, ona göre yıkama programını seçer.
Elektrik Süpürgesi	Yerin durumuna ve kirliliğine göre motor gücünü ayarlar
Su Isıtıcısı	Kullanılan suyun miktar ve sıcaklığına göre ısıtmayı ayarlar
Klima	Ortam koşullarını değerlendirerek en iyi çalışma durumunu algılar, odaya birisi girerse soğutmayı artırır
ABS Fren Sistemi	Tekerleklerin kilitlemeden frenlenmesini sağlar
Metro Sistemi	Hızlanma ve yavaşlamayı ayarlayarak rahat bir yolculuk sağlanmasının yanı sıra durma konumunu iyi ayarlar, güçten tasarruf sağlar
Çimento Sanayi	Değirmende ısı ve oksijen oranı denetimi yapar
Televizyon	Ekran kontrastını, parlaklığını ve rengini ayarlar

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Sonuçlar

- Günlük hayatta olduğu gibi belirsiz, zamanla değişen, karmaşık, iyi tanımlanmamış sistemlerin denetimine basit çözümler getirir.
- Bulanık mantık, insan düşüncesinin son noktası değildir, bu yüzden her alana uygulanabileceği iddia edilmemelidir.
- Doğrudan kullanıcı girişlerine ve kullanıcının deneyimlerinden yararlanabilmesine olanak sağlar.
- Üyelik fonksiyonlarının seçiminde belirli bir yöntem yoktur. En uygun fonksiyon deneme ile bulunur. Bu da oldukça uzun bir zaman alabilir

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık AVANTAJLARI

- Günlük hayatta olduğu gibi belirsiz, zamanla değişen, karmaşık, iyi tanımlanmamış sistemlerin denetimine basit çözümler getirir.
- Sistem basit bir matematiksel modelle tanımlanabilen bir sistemse o zaman geleneksel bir denetim yeterli olacaktır. Ama karmaşık bir sisteme geleneksel bir mantık uygulamak hem çok zor hem de yüksek maliyetlidir. Buna karşılık bulanık mantık denetimi geleneksel mantığa göre sistemi daha iyi analiz edebileceği gibi aynı zamanda da ekonomiktir.
- Bulanık mantıkta işaretlerin bir ön işleme tabi tutulmaları ve oldukça geniş bir alana yayılan değerlerin az sayıda üyelik fonksiyonlarına indirgenmeleri nedeni ile bulanık denetim genellikle daha küçük bir yazılımla daha hızlı bir şekilde sonuçlanır.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık AVANTAJLARI

- Söz edilen az sayıda değerler üzerinde uygulanacak kural sayısı da az olduğundan sonuca ulaşmak daha da çabuklaşacaktır.
- Bu durum geleneksel bilgisayar ortamında böyledir. Özel geliştirilmiş bir donanımla sonuca daha da hızlı ulaşmak olasıdır.
- Bulanık mantık denetiminin sağladığı bir diğer avantaj ise doğrudan kullanıcı girişlerine ve kullanıcının deneyimlerinden yararlanabilmesine olanak sağlamasıdır.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık AVANTAJLARI

- Bilindiği gibi otomatik vites değişimi motorun belli hızlara ulaşması sonucunda otomatik olarak gerçekleşir. Buna karşılık manuel vitesli bir arabada ise sürücü, yol, yük ve kendi araba kullanım tarzına göre belli durumlarda vites değiştirir.
- Subaru tarafından üretilen justy tipi otomobilde kullanılan aktarım organının değiştirilmesi, bir kayışın konumunun bulanık mantık kullanılarak değiştirilmesi ile sağlanır. Böylece arabanın ivmesi ve performansı sürekli olarak ayarlanır hale gelir. Subaru, bu otomobilde kullandığı bulanık mantık üyelik fonksiyonlarını, otomobili test şoförlerine kullandırarak ve onlardan ivme ve performans açısından en iyi aktarım oranını öğrenerek ayarlamıştır.
- Bu konuda Honda ve Nissan da benzer çalışmalar yapmışlardır.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık DEZAVANTAJLARI

- Bulanık denetimde kullanılan kurallar deneyime çok bağlıdır.
- Üyelik fonksiyonlarının seçiminde belirli bir yöntem yoktur. En uygun fonksiyon deneme ile bulunur. Bu da oldukça uzun bir zaman alabilir.
- Denetlenen sistemin bir kararlılık analizi yapılamaz ve sistemin nasıl cevap vereceği önceden kestirilemez. Yapılacak tek şey benzetim çalışmasıdır.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

➤ Sıcaklık fen bilimlerinde bir ölçüm sonucudur.

Örneğin, 23°C olan bir odada bu sıcaklığa bir grup sıcak derken, diğer bir grup soğuk veya ılık diyebilir. Bu durumda algı ile ilgili büyük bir çokçuluk meydana gelecektir.

Peki gerçekten bu oda sıcak mıdır?

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

➤ Kesin sonuçları olmayan birkaç olay...

- 5 km/s hızla hareket eden bir nesne GERÇEKTEN HIZLI MIDIR?
- Etrafınıza baktığınızda gördüğünüz Siyah gerçekten siyah mıdır?
Siyah karanlıkta mükemmeldir. O halde karanlıkta göremediğimiz bir renk gerçekten siyah olur mu?
- Şuan rüya da mısınız? Yoksa gerçekten uyanık mısınız? Aradaki farkı nasıl anlıyoruz?

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bu ve benzeri algısal sonucu incelediğimizde gerçek adı verilen olgunun hiç var olmadığı, sadece bir ideal ya da karar olduğu sonucuna ulaşmaktayız.

İnsandaki bu algıyı taklit etmek için bu algoritma ideal olabilir.

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

Bulanık Mantık için **FIS EDITÖR** programı Kullanılır

Yeni FIS aç
Eski FIS aç
Kaydet
Yazdır
Kapat

Geri al
Yeni üyelik fonksiyonu
ekle veya sil
Diğer pencerelere geçiş

Aktif değişkene ait üyelik
fonksiyonlarının
gösterildiği alan

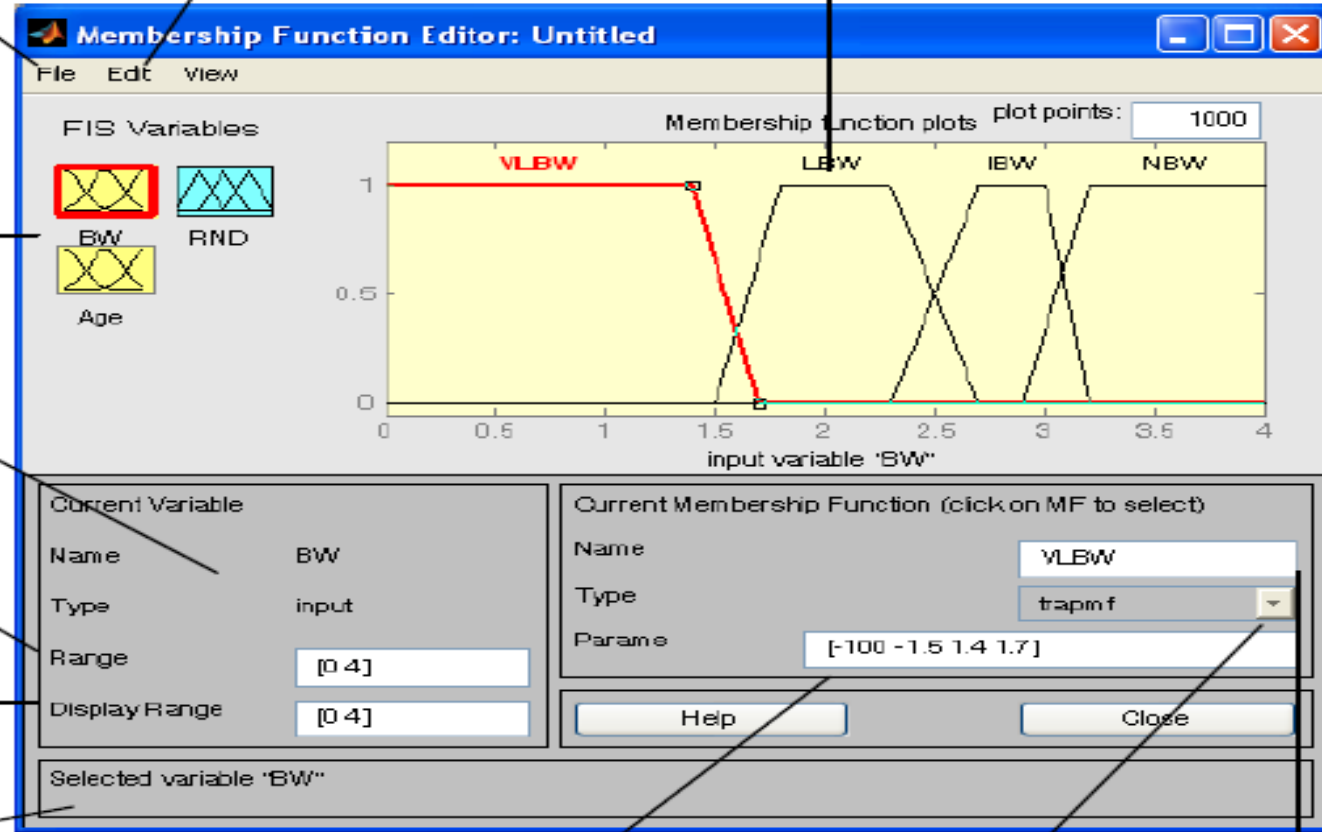
Girdi ve Çıktı
değişkenleri. Mouse ile
tıklayarak aktifleştirilir.
ve üzerinde düzenlemeler
yapılabilir.

Aktif değişkenin ismi ve
tipinin gösterildiği bilgi
alanı

Aktif değişkene ait min.
ve max değerlerin
gösterildiği alan.

Aktif değişkene ait
grafikte kullanılacak min.
ve max değerleri

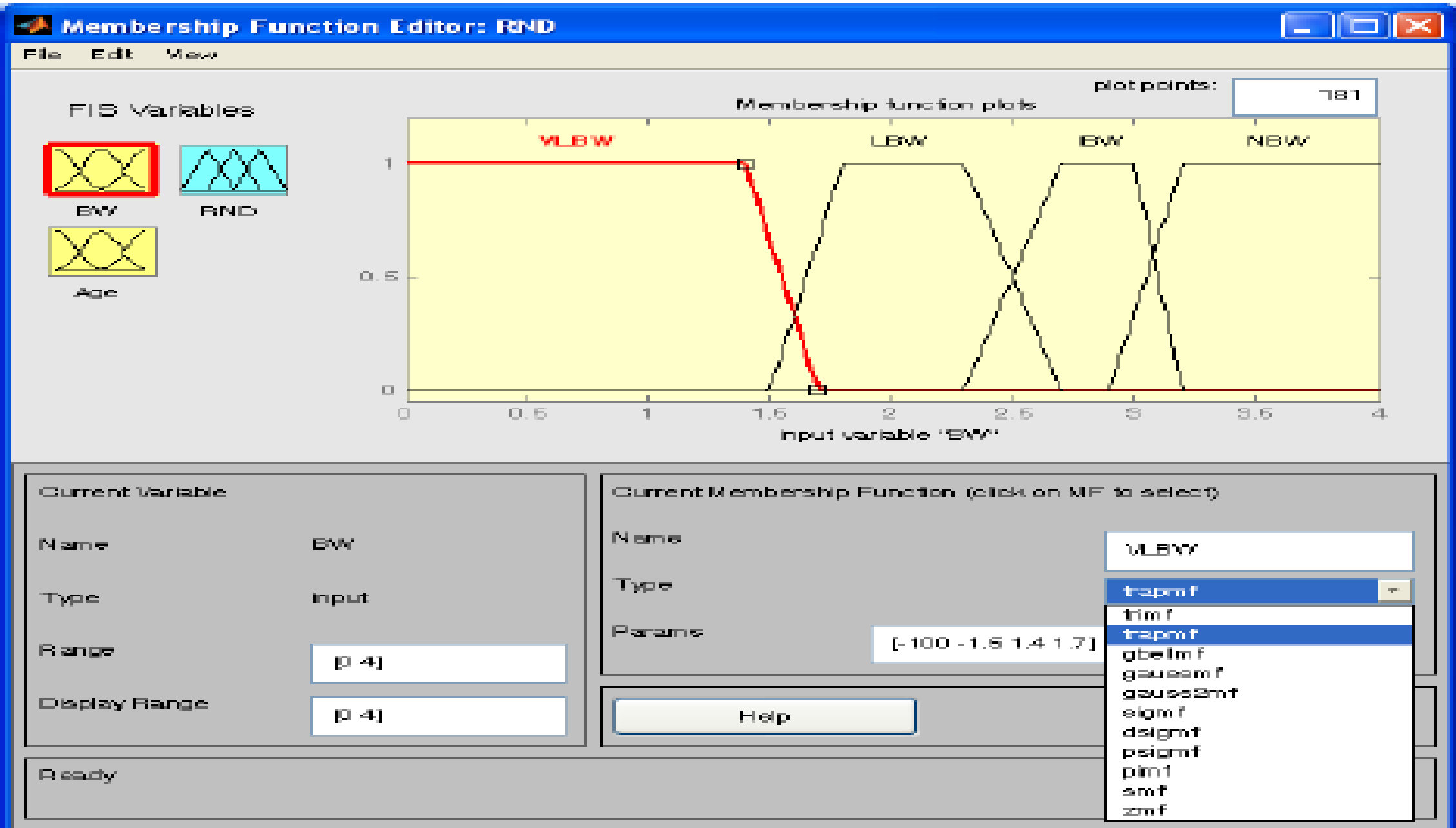
Yapılan son işlemin
gösterildiği alan



Aktif üyelik fonksiyonuna ait
parametreler. Bu değerler
araştırmacı tarafından
değiştirilebilir.

Pop-up menü üyelik
fonksiyonunun tipini
değiştirmek için kullanılır

Aktif değişkenin ismi
istenirse
değiştirilebilir.



Dr. Fatih KALEMKUŞ

Yeni girdi ve çıktı değişkenleri ekle ve çıkart

Yeni FIS aç
Eski FIS aç
Kaydet
Yazdır
Kapat

Girdi değişkenleri üzerine çift tıklayarak Membership function editör penceresi açılabilir

Oluşturulan bulanık sistemin ismi ve tipi

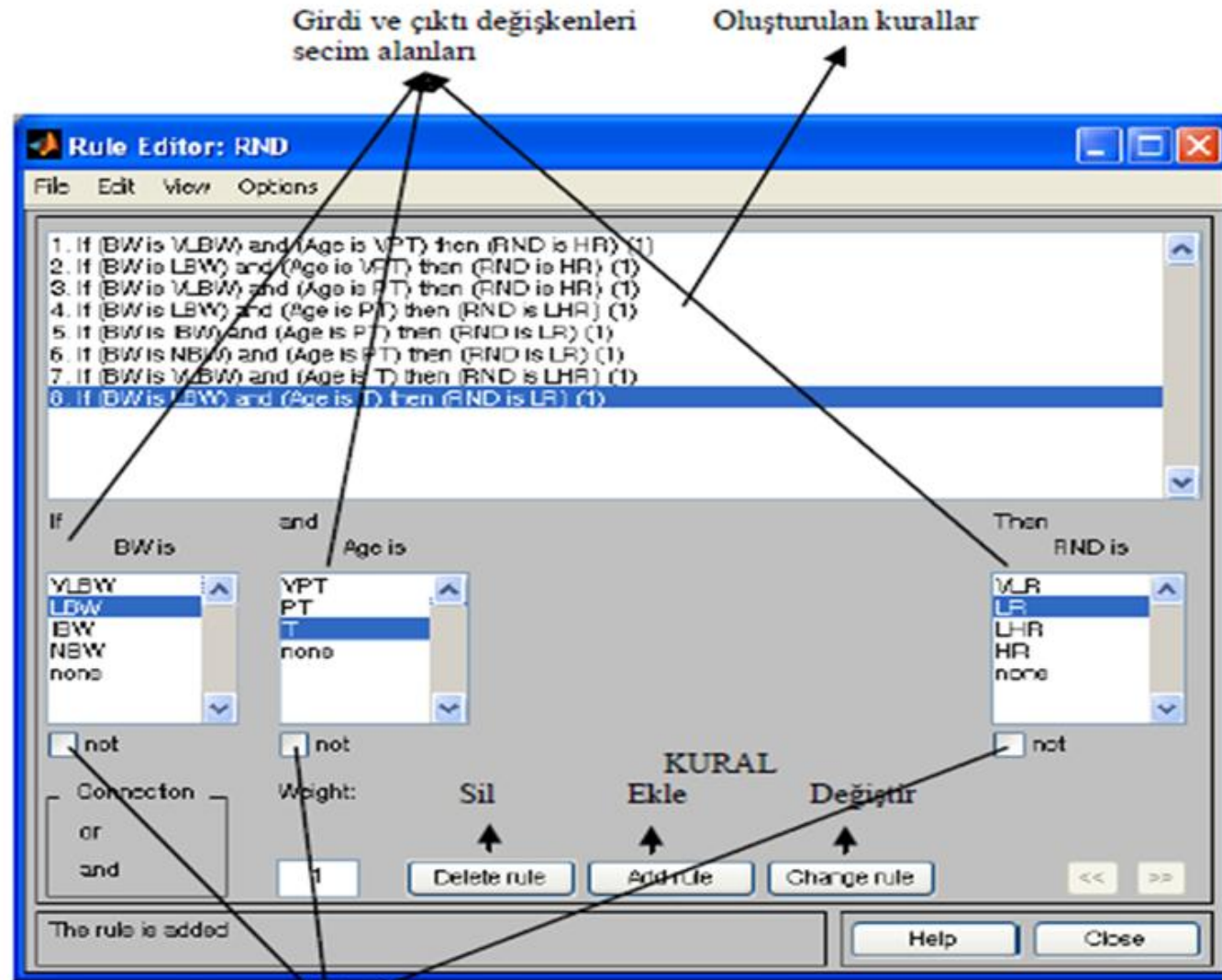
Pop-up menüler oluşturulan sistem içerisinde kullanılacak metotları içermektedir.

Oluşturulan sistemin adı ve tipi hakkında bilgi verir. Çift tıkladığında Rule editör açılır

İsmi değiştirilmek istenen değişken üzerine tıklayarak aktif hale getirilir ve ismi bu alanda değiştirilir

Dr. Fatih KALEMKUŞ

Kuralları oluştururken kullanılan bağlaçlar



Değişkenlerde yer alan alt kümelerden birisini kural dışında tutmak istendiğinde kullanılır

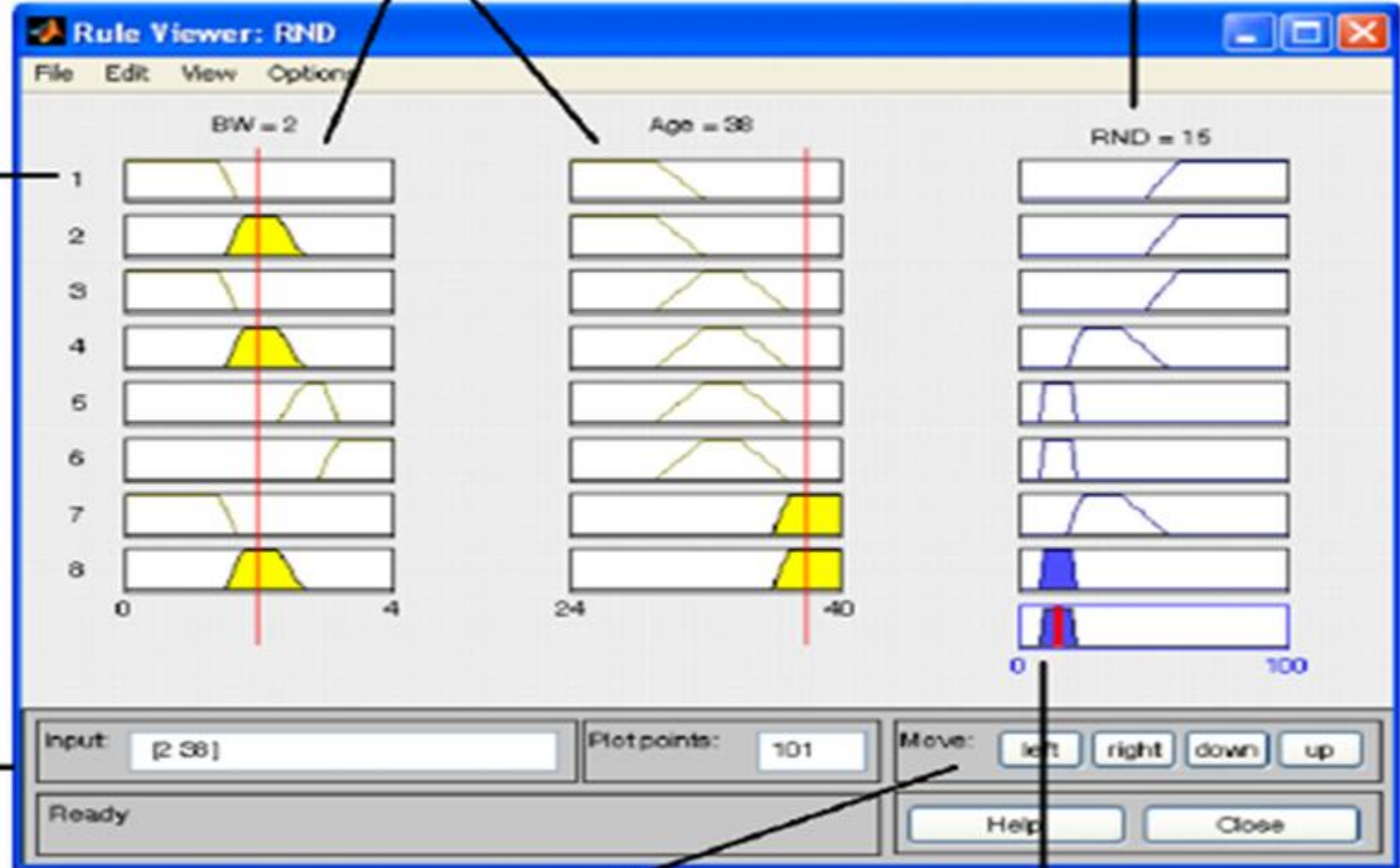
Dr. Fatih KALEMKUŞ

Her sütun girdi değerlerinin her kuraldaki görünümünü göstermektedir.

Çıktı değişkeninin her kuraldaki görünümü

Her satır bir kuralı temsil etmektedir.

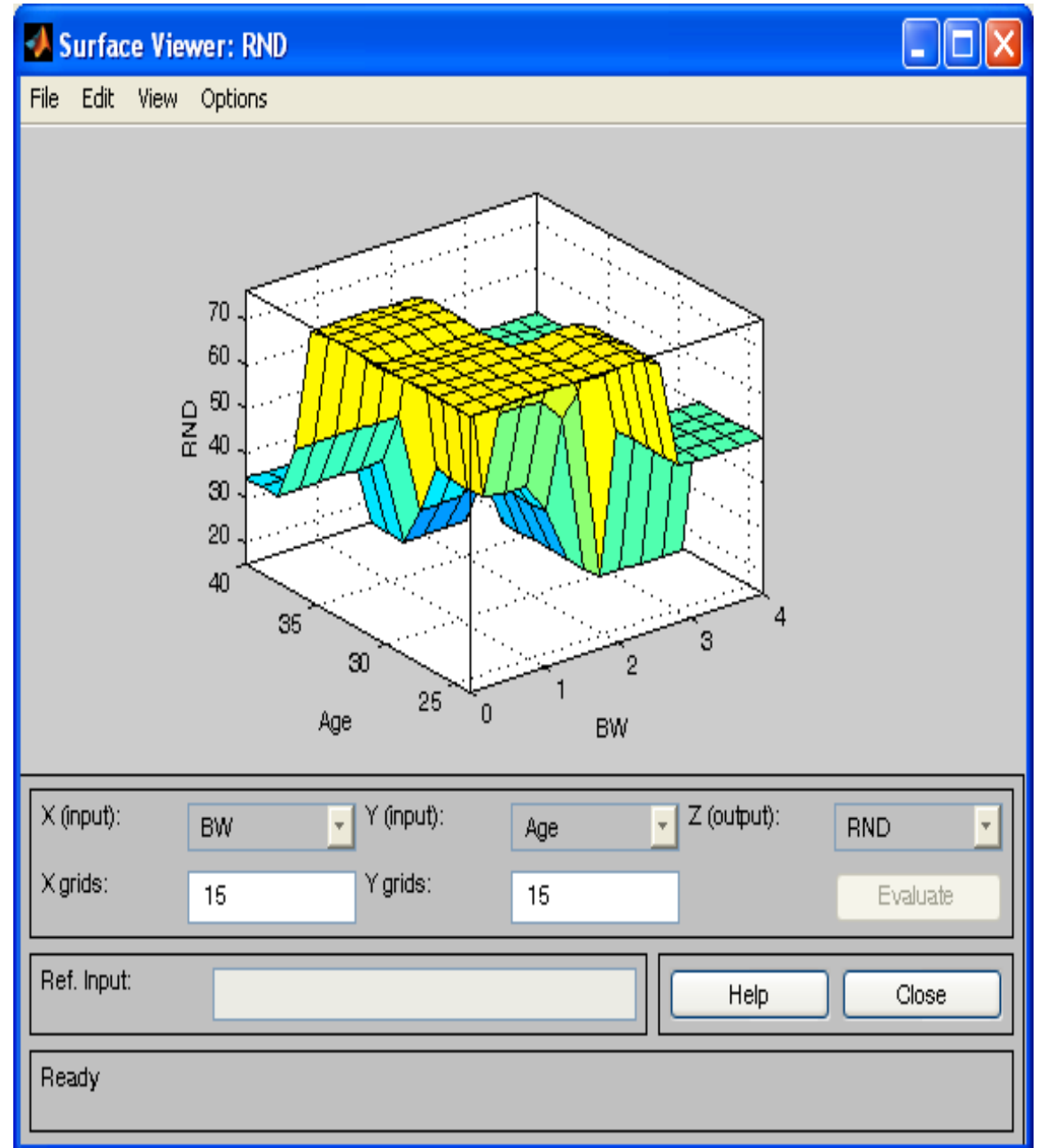
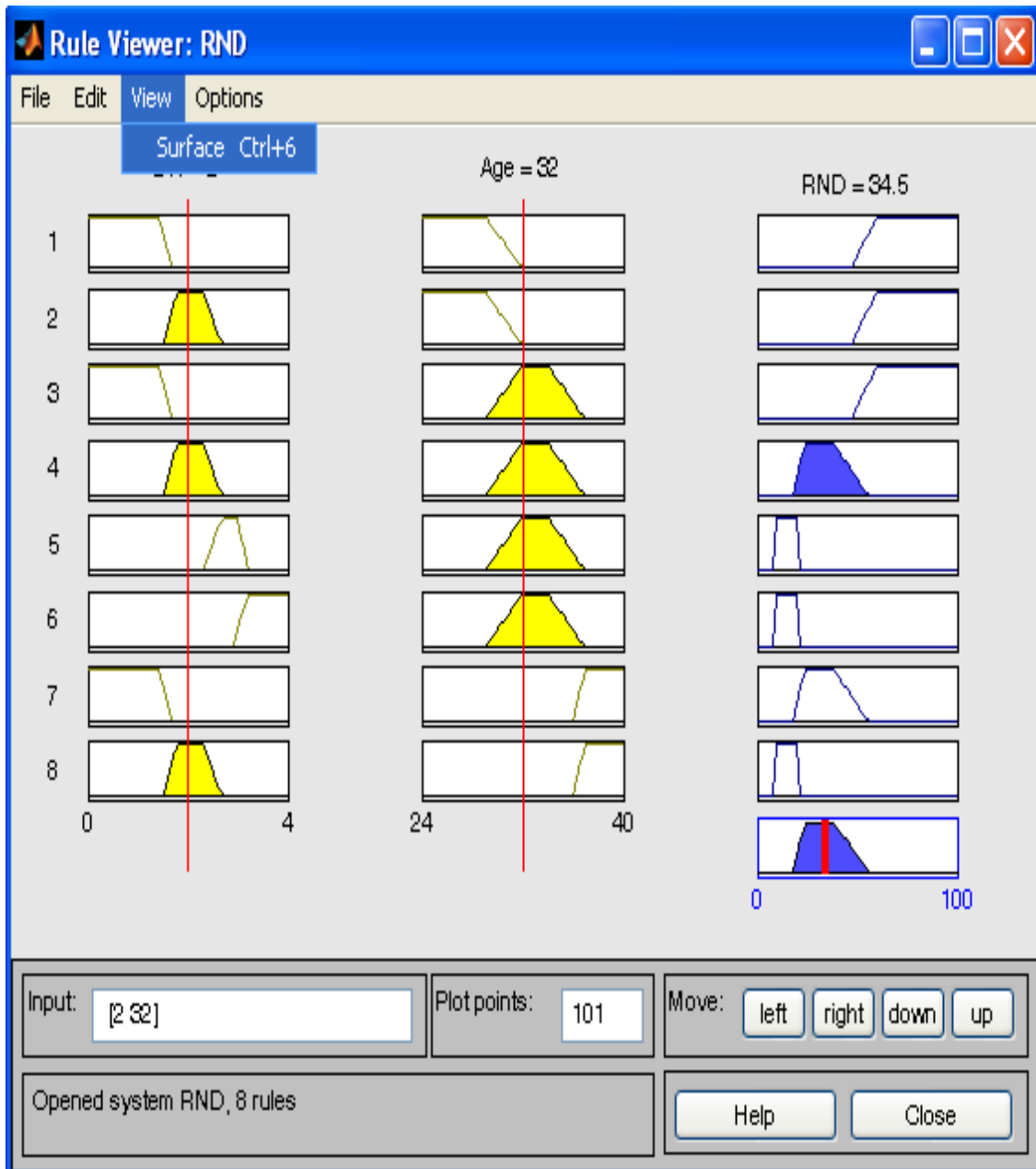
Sonucu tahmin edilmek istenen girdi değerlerinin yazıldığı alan



Grafiklerin pencere içerisindeki konumunu değiştirirler

Durulaştırma işlemi sonrasındaki çıktı değeri

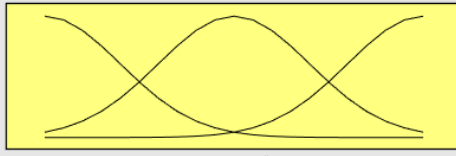
Dr. Fatih KALEMKUŞ



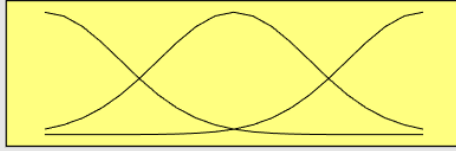
Dr. Fatih KALEMKUŞ

Bulanık Mantık – Fuzzy Logic

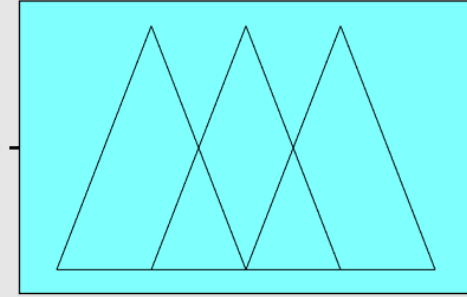
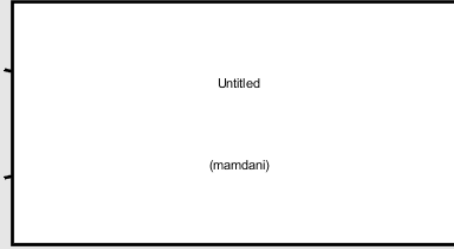
ÖRNEK



ortamsıcaklığı



sıcaklıkdeğişimi



motorhızı

FIS Name: Untitled

FIS Type: mamdani

And method	<input type="text" value="min"/>
Or method	<input type="text" value="max"/>
Implication	<input type="text" value="min"/>
Aggregation	<input type="text" value="max"/>
Defuzzification	<input type="text" value="centroid"/>

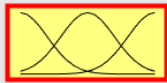
Current Variable	
Name	<input type="text"/>
Type	
Range	

Help

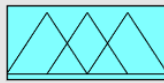
Close

Renaming output variable 1 to "motorhız"

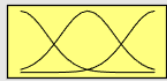
FIS Variables



ortamsıcaklığı

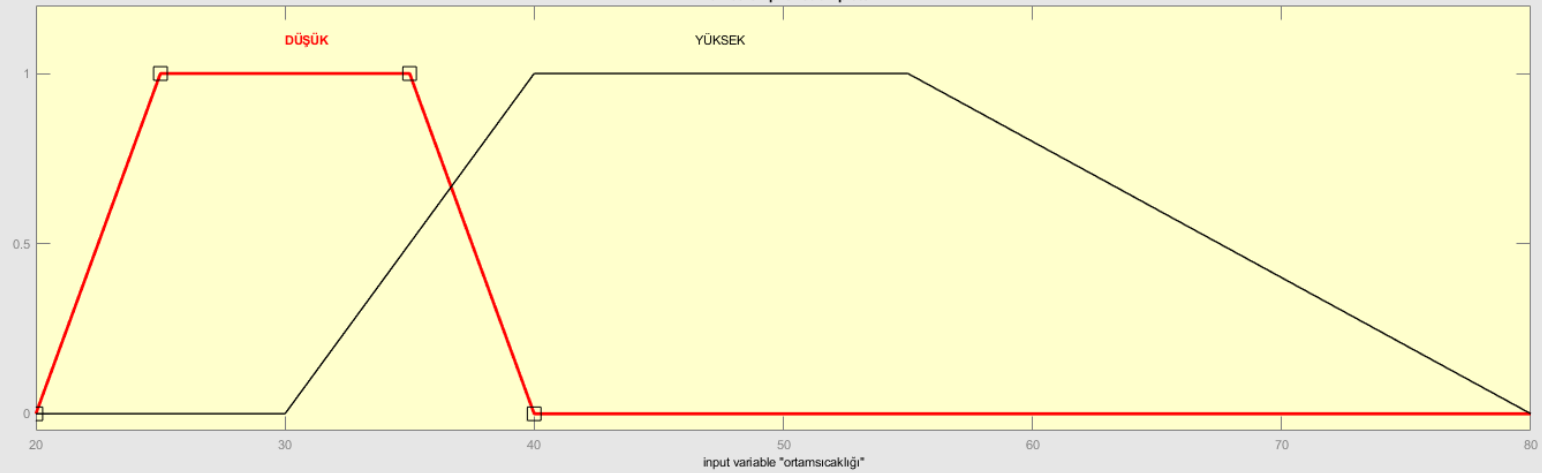


motorhızı



sıcaklıkdeğişimi

Membership function plots



Current Variable

Name: ortamsıcaklığı

Type: input

Range: [20 80]

Display Range: [20 80]

Current Membership Function (click on MF to select)

Name: DÜŞÜK

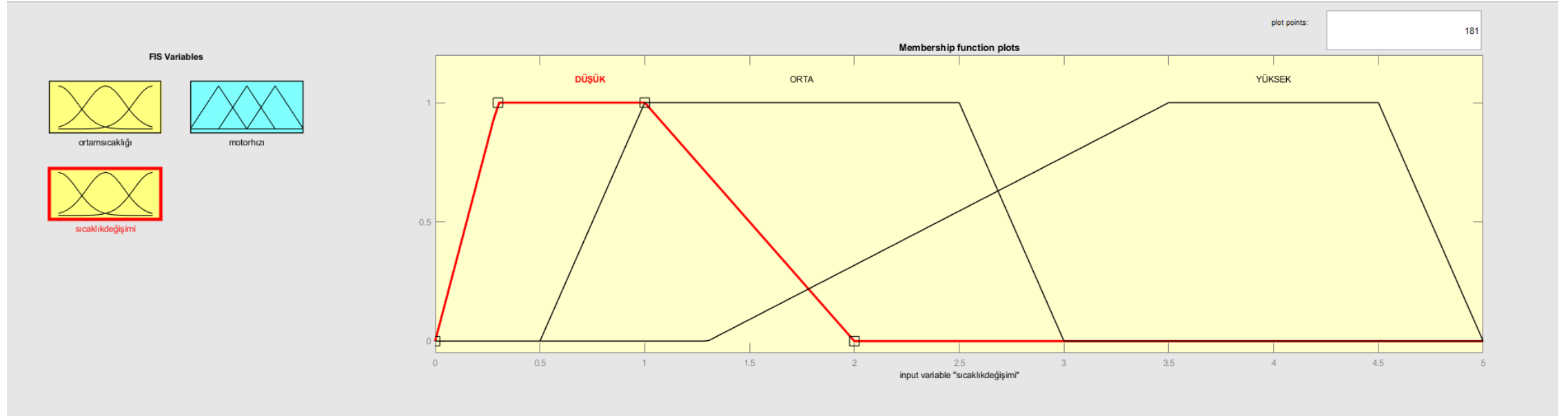
Type: trapmf

Params: [20 25 35 40]

Help

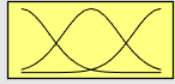
Close

Selected variable "ortamsıcaklığı"

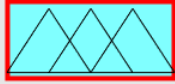


Current Variable		Current Membership Function (click on MF to select)	
Name	sıcaklıkdeğişimi	Name	DÜŞÜK
Type	input	Type	trapmf
Range	[0 5]	Params	[0 0.3 1 2]
Display Range	[0 5]		
Selected variable "sıcaklıkdeğişim"		Help	Close

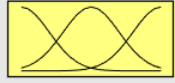
FIS Variables



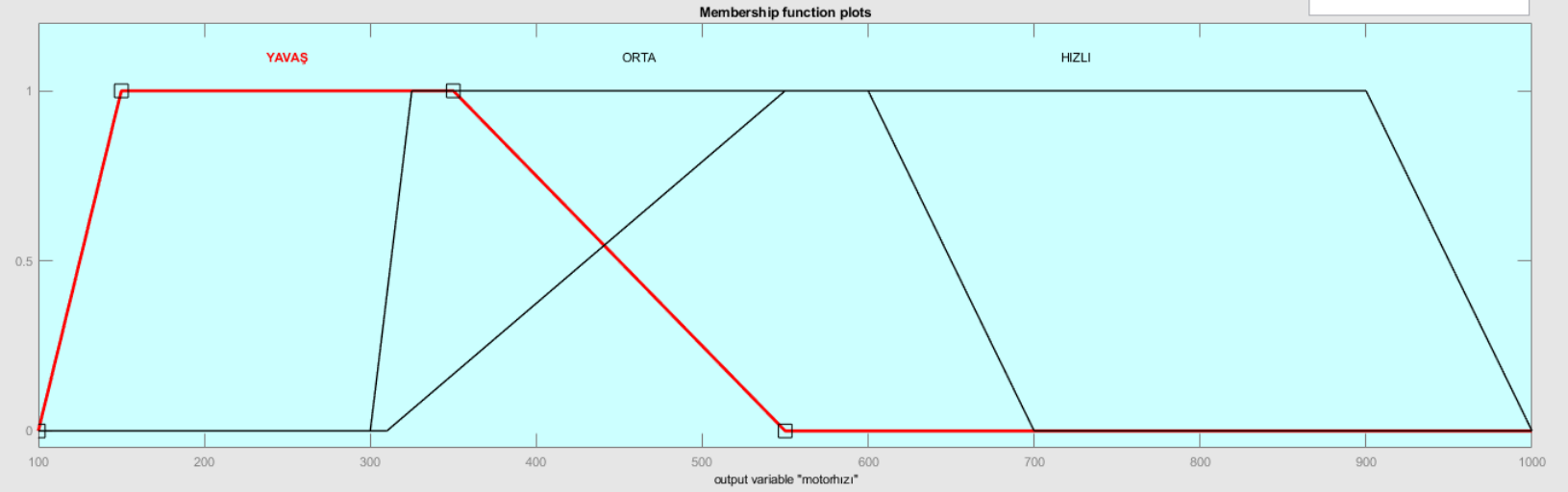
ortamsıcaklığı



motorhızı



sıcaklıkdeğişimi



Current Variable

Name motorhızı

Type output

Range [100 1000]

Display Range [100 1000]

Current Membership Function (click on MF to select)

Name YAVAŞ

Type trapmf

Params [100 150 350 550]

Help

Close

Selected variable "motorhızı"

1. If (ortamsıcaklığı is DÜŞÜK) and (sıcaklıkdeğişimi is DÜŞÜK) then (motorhızı is HIZLI) (1)
2. If (ortamsıcaklığı is DÜŞÜK) and (sıcaklıkdeğişimi is ORTA) then (motorhızı is HIZLI) (1)
3. If (ortamsıcaklığı is DÜŞÜK) and (sıcaklıkdeğişimi is YÜKSEK) then (motorhızı is YAVAS) (1)
4. If (ortamsıcaklığı is YÜKSEK) and (sıcaklıkdeğişimi is DÜŞÜK) then (motorhızı is HIZLI) (1)
5. If (ortamsıcaklığı is YÜKSEK) and (sıcaklıkdeğişimi is ORTA) then (motorhızı is ORTA) (1)
6. If (ortamsıcaklığı is YÜKSEK) and (sıcaklıkdeğişimi is YÜKSEK) then (motorhızı is YAVAS) (1)

If

ortamsıcaklığı is

DÜŞÜK
YÜKSEK
none

and

sıcaklıkdeğişimi is

DÜŞÜK
ORTA
YÜKSEK
none

Then

motorhızı is

YAVAS
ORTA
HIZLI
none

not

not

not

Connection

or

and

Weight:

1

Delete rule

Add rule

Change rule

<<

>>

The rule is added

Help

Close



ortamsıcaklığı = 50

1



2



3



4



5



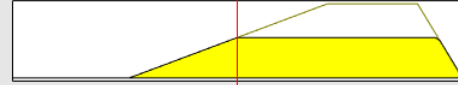
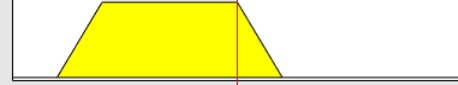
6



20

80

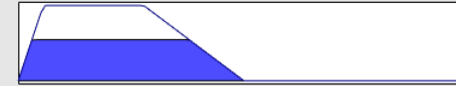
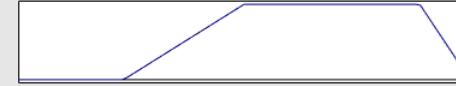
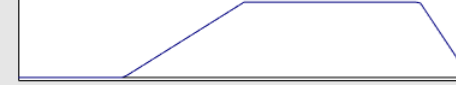
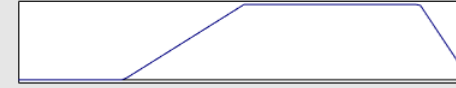
sıcaklıkdeğişimi = 2.5



0

5

motorhızı = 418



100

1000

Input:

[50;2.5]

Plot points:

101

Move:

left

right

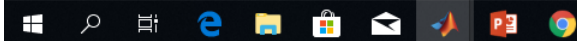
down

up

Opened system Untitled, 6 rules

Help

Close



ortamsıcaklığı = 70

1



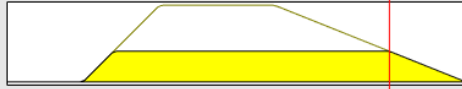
2



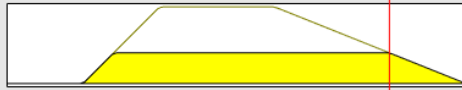
3



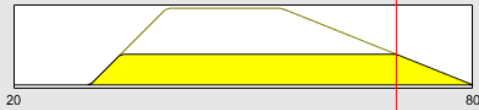
4



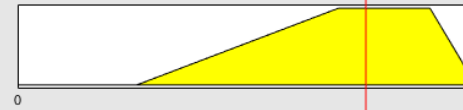
5



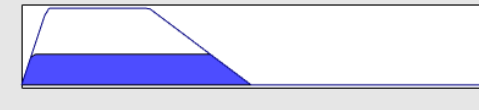
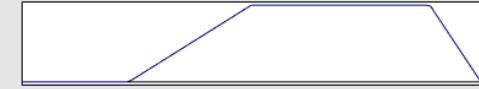
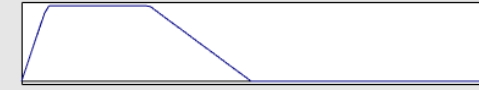
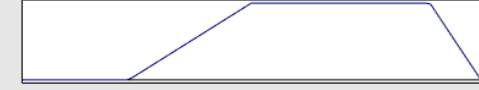
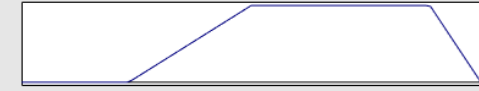
6



sıcaklıkdeğişimi = 3.8



motorhızı = 311



100

1000

Input:

[70;3.8]

Plot points:

101

Move:

left

right

down

up

Opened system Untitled, 6 rules

Help

Close

MATEMATİKSEL ALGORİTMASI

- Bir su dolum istasyonunda 1 m yüksekliğindeki damacaneleri doldurma ustası musluğu el ile ayarlamak suretiyle doldurmaktadır. Ustanın damacaneyi doldurmak için uyguladığı yöntem gereğince damacana boş iken musluk %100 oranında tam açık, damacana yarıya kadar doluyken musluk %50 oranında açık, damacana tam doluyken Musluk %100 kapalı olacaktır. Musluğun açıklık durumu ve damacananın doluluk oranlarının bulanık üyelik fonksiyonları ile nasıl temsil edileceği aşağıda verilen çizelgede açıklanmıştır.

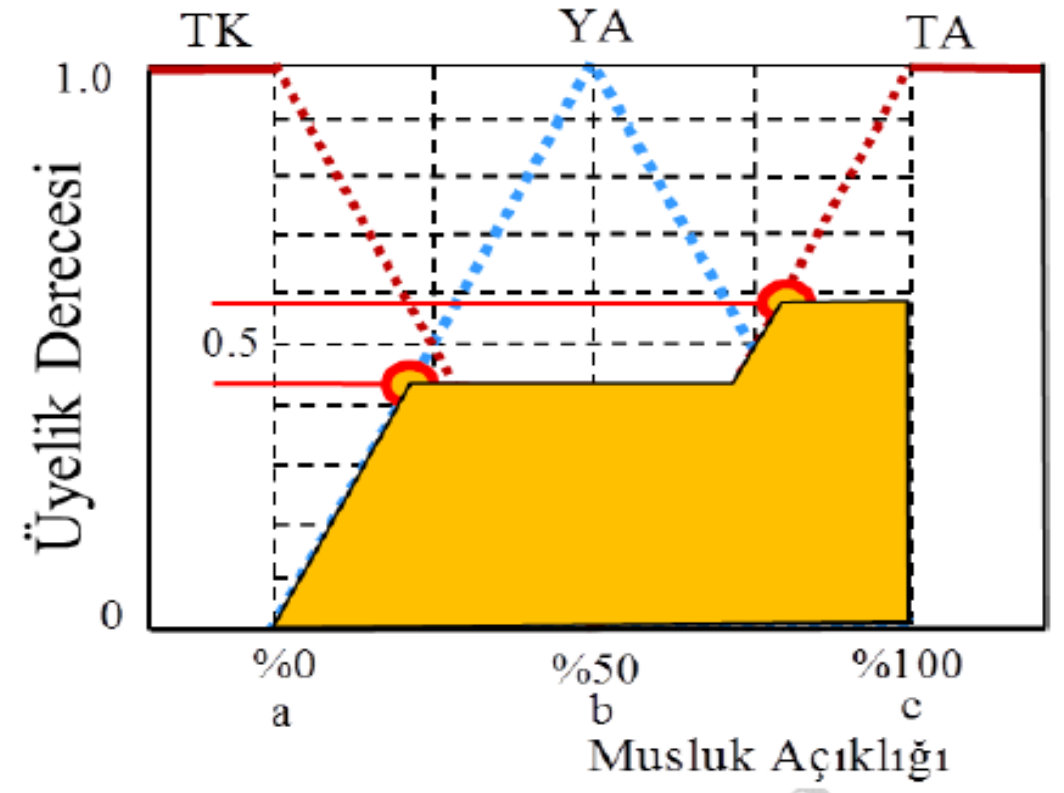
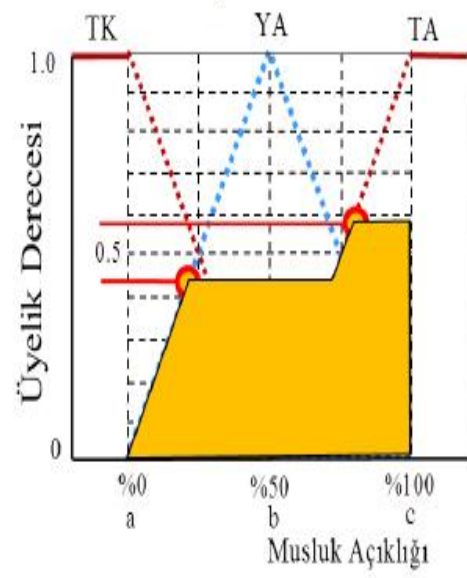
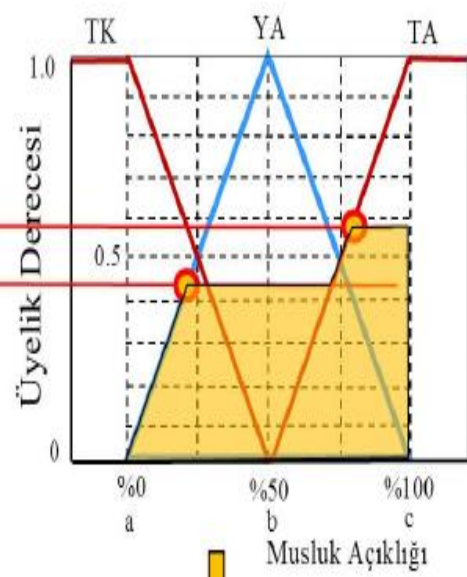
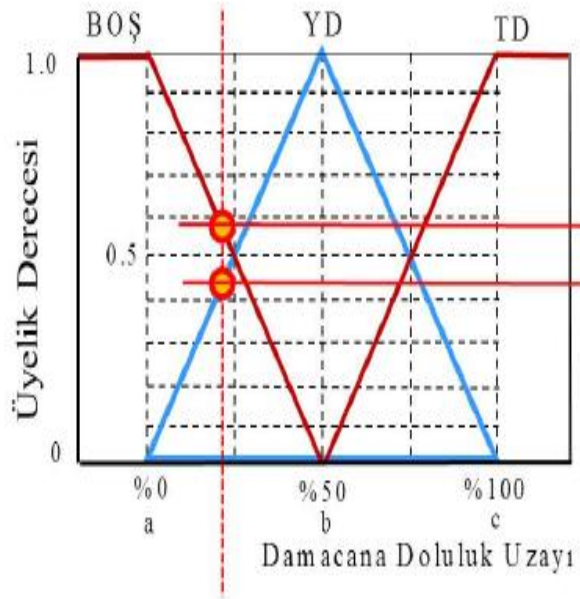
Damacananın durumu Musluğun durumu Üyelik fonksiyonu

B : Boş TA : Tam Açık Alt sınır üçgen

YD : Yarı Dolu YA : Yarı Açık Ara değer üçgen

TD : Tam Dolu TK : Tam Kapalı Üst sınır üçgen

- Damacana %20 oranında doluyorsa, musluğun açıklık durumu ne olmalıdır?



$\mu_1 = \mu_{BOŞ}(doluluk)$
 $\mu_2 = \mu_{YD}(doluluk)$
 Olmak üzere,

$$\frac{\mu_1}{50-20} = \frac{1}{50-0} \Rightarrow \mu_1 = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$\frac{\mu_2}{20-0} = \frac{1}{50-0} \Rightarrow \mu_2 = \frac{20}{50} = \frac{2}{5} = 0.4$$

$$\text{Musluk Açıklığı} = \frac{(0.4)(50) + (0.6)(100)}{0.4 + 0.6}$$

$$\text{Musluk Açıklığı} = \frac{20 + 60}{1} = 80$$

$$\text{Musluk Açıklığı} = \%80$$

Sonuç



Dr. Fatih KALEMKUŞ

Sorular



Dr. Fatih KALEMKUŞ

TEŐEKKÜRLER

Dr. Fatih KALEMKUŞ