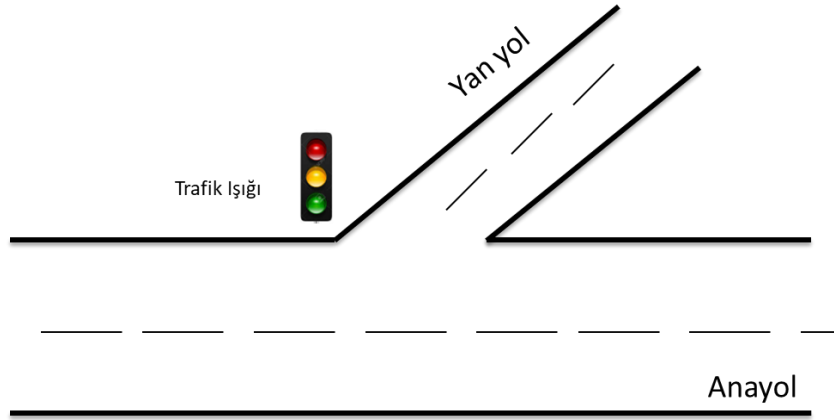




DERS-5 YARDIMCI NOTLARI

Örnek Uygulama Sorusu:

Bulanık Mantık Çıkarsama Sistemi ile bir ana yol üzerindeki yan yolda bulunan yeşil ışığın yanma süresi tahmin edilecektir. Sistemin görsel hali aşağıda verilmiştir.



Sistemin iki girişi ve bir çıkışı olacaktır.

Girişler:

- 1.) Anayoldan gelen araçların ortalama hızları (**Hiz**) [0-60]km/saat
- 2.) Yan yolda bekleyen araçların oluşturduğu kuyruk uzunluğu (**KuyrukUzunlugu**)[0-200] metre

Çıkış:

- 1.) Yeşil ışığın süresi (**YesilZamani**) [0-90]saniye

Kural tablosu aşağıdaki şekilde olacaktır.

1. If [Hiz is Hizli] then [YesilZamani is Uzun]
2. If [Hiz is Normal] and [KuyrukUzunlugu is Az] then [YesilZamani is Kısa]
3. If [Hiz is Normal] and [KuyrukUzunlugu is Normal] then [YesilZamani is Ortalama]
4. If [Hiz is Normal] and [KuyrukUzunlugu is Cok] then [YesilZamani is Uzun]
5. If [Hiz is Yavaş] and [KuyrukUzunlugu is Az] then [YesilZamani is Ortalama]
6. If [Hiz is Yavaş] and [KuyrukUzunlugu is Normal] then [YesilZamani is Ortalama]
7. If [Hiz is Yavaş] and [KuyrukUzunlugu is Cok] then [YesilZamani is Uzun]

Her giriş ve çıkış 3'er adet üyelik fonksiyonundan oluşacak olup üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk ya da gauss fonksiyonu olabilecektir.

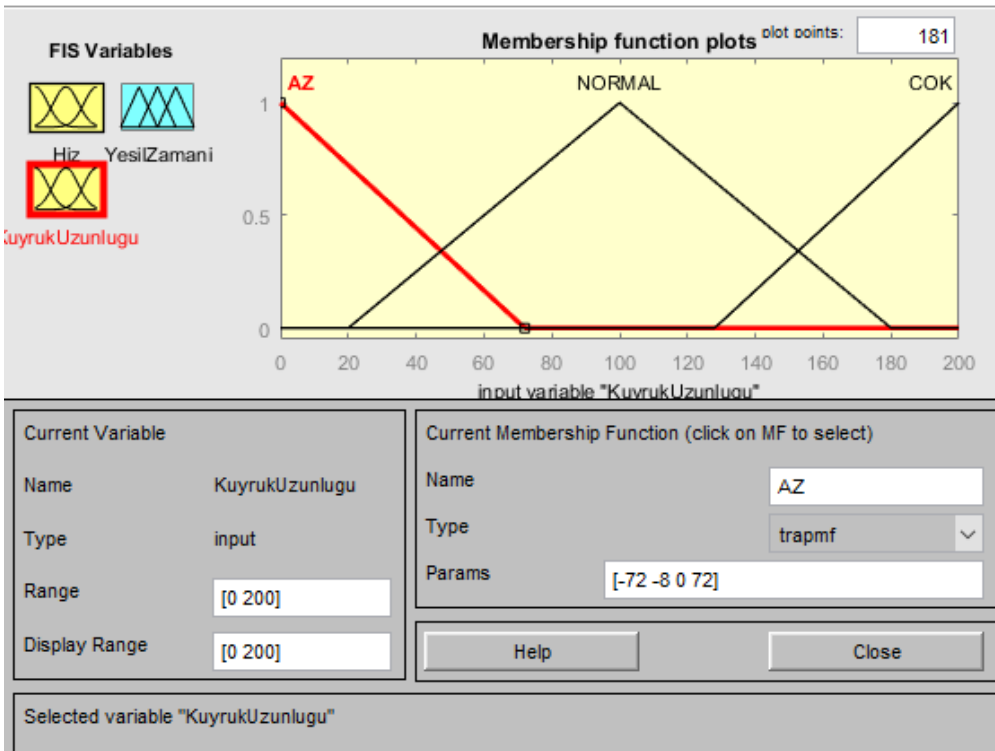
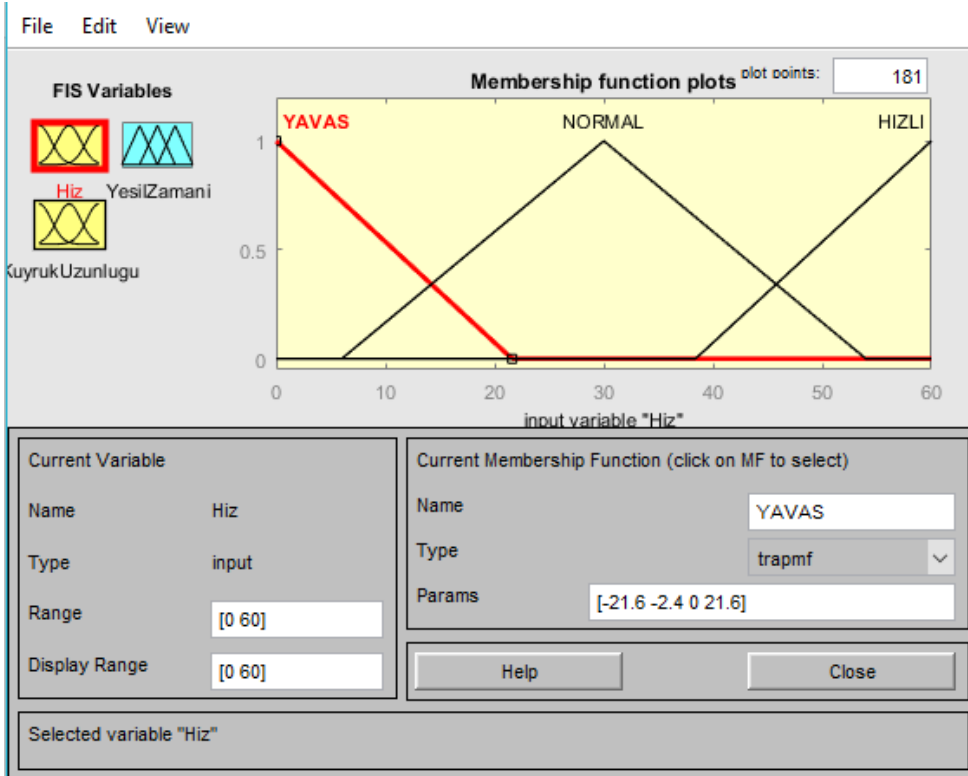
- a.) Yukarıdaki sistemi fuzzy araç kutusu ara yüzü kullanarak ya da komut kullanarak kurunuz.
- b.) Ortaya çıkacak olan 3 boyutlu etkileşim grafiğini yorumlayınız.
- c.) Implication yöntemi olarak prod, aggregation yöntemi olarak sum seçerek tekrar sistemi kurunuz ve farkları açıklayınız.



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

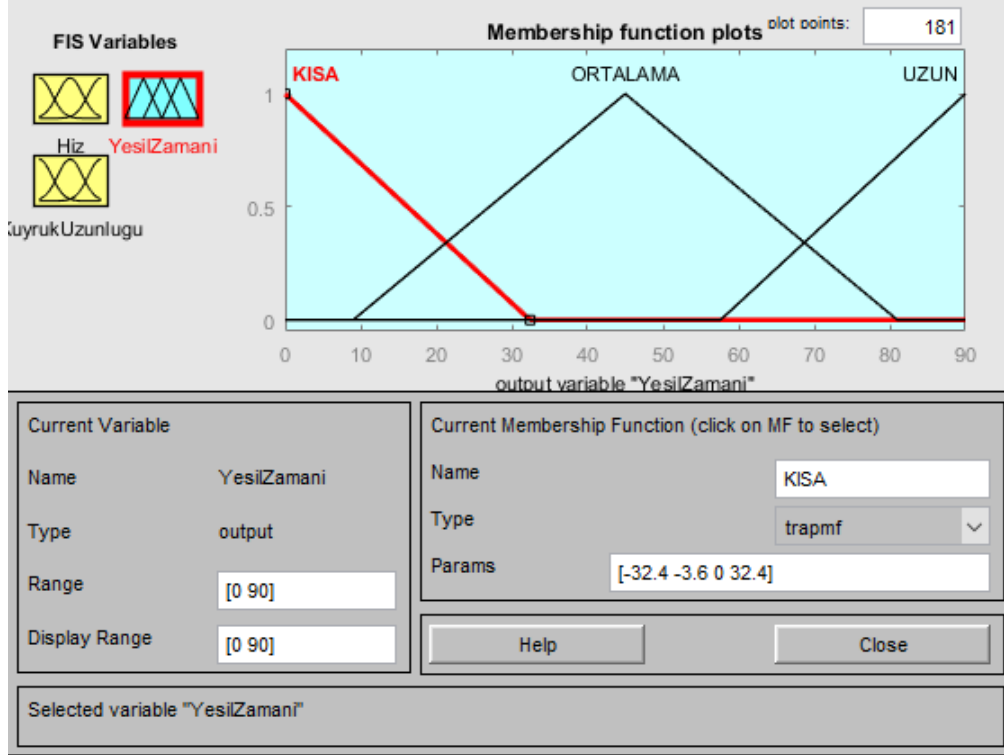


Mamdani Yöntemi ile çözüm:





AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK
MÜHENDİSLİĞİ



Kural Tablosu:



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



1. If (Hiz is HIZLI) then (YesilZamani is UZUN) (1)
2. If (Hiz is NORMAL) and (KuyrukUzunlugu is AZ) then (YesilZamani is KISA) (1)
3. If (Hiz is NORMAL) and (KuyrukUzunlugu is NORMAL) then (YesilZamani is ORTALAMA) (1)
4. If (Hiz is NORMAL) and (KuyrukUzunlugu is COK) then (YesilZamani is UZUN) (1)
5. If (Hiz is YAVAS) and (KuyrukUzunlugu is AZ) then (YesilZamani is ORTALAMA) (1)
6. If (Hiz is YAVAS) and (KuyrukUzunlugu is NORMAL) then (YesilZamani is ORTALAMA) (1)
7. If (Hiz is YAVAS) and (KuyrukUzunlugu is COK) then (YesilZamani is UZUN) (1)

If	and	Then
Hiz is	KuyrukUzunlugu	YesilZamani is
YAVAS NORMAL HIZLI none	AZ NORMAL COK none	KISA ORTALAMA UZUN none
<input type="checkbox"/> not	<input type="checkbox"/> not	<input type="checkbox"/> not

Connection: or and

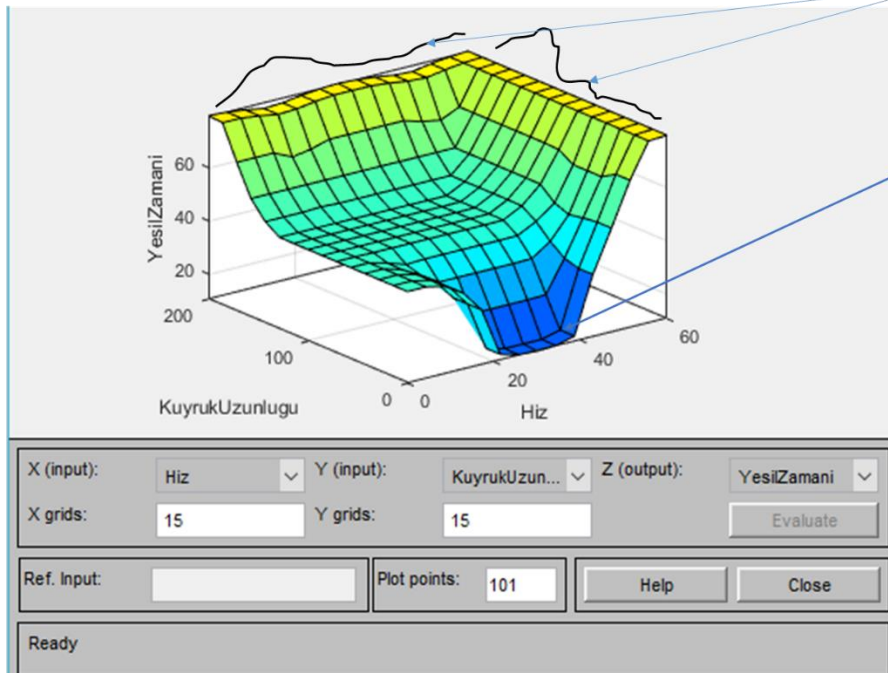
Weight: 1

Delete rule Add rule Change rule << >>

FIS Name: vize2018

Help Close

b) Karar Yüzeyi Grafiği:



Yeşil zamanının en uzun olduğu kısımlar: Kuyrukuzunluğu ve Hız maksimum olduğu zamanlar.

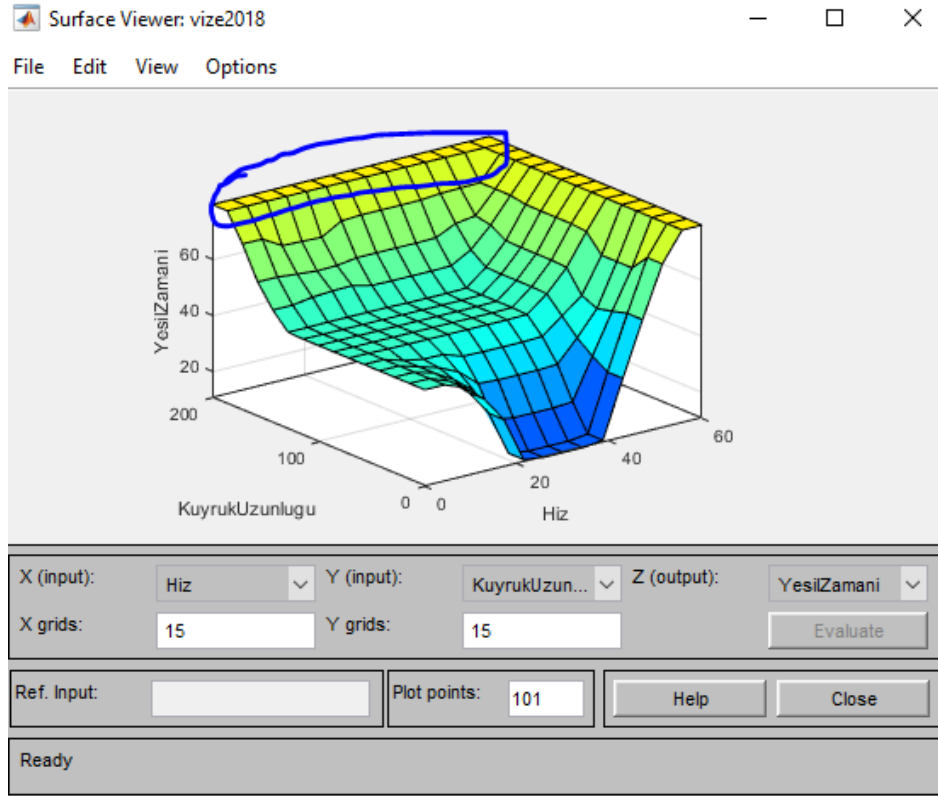
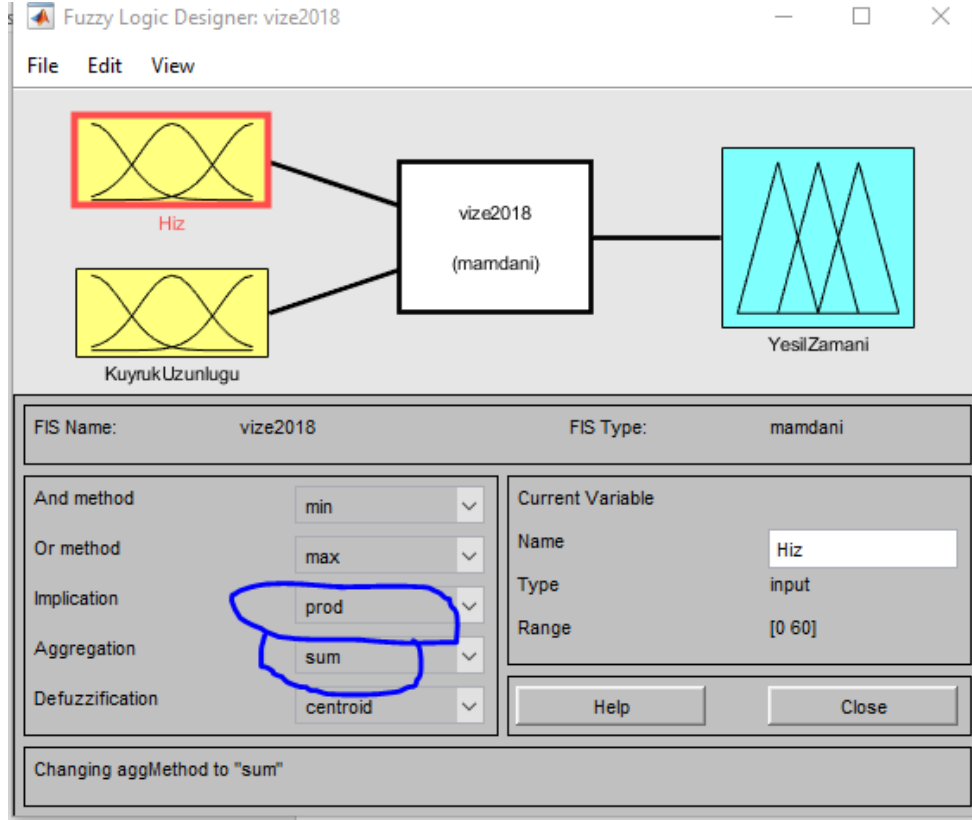
Hızın sadece normal olduğu ve Kuyruk Uzunluğunun kısa olduğu kısımlarda yeşil zamanı minimumdur.



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK
MÜHENDİSLİĞİ



c)





Komut satırından Mamdani yönteminden Sugeno yöntemine dönüştürme işlemi

%Mamdani sisteminde oluşturulan dosya yükleniyor.

```
>>mamdani=readfis('RiskMamdaniTamCozum.fis');
```

%Sugeno'ya çevriliyor.

```
>>sugeno=mam2sug(mamdani)
```

%sugeno isimli structure workspace'de oluşur.

%Sonrasında fuzzy araç kutusu ara yüzüne import edilmesi ve buradan da dosya olarak export edilmesi gerekir.

1. Komut satırından Bulanık Mantık Çıkarılma Sistemi oluşturulması

Fuzzy araç kutusu kullanarak çıkarılma sistemi oluşturmak bazı yönlerden avantajlıdır. Ancak dinamik sistemler oluşturmak için ve kurduğumuz sistemin parametrelerini hızlıca değiştirip yeni denemeler yapabilmek için komut satırından girebileceğimiz kodlara ihtiyaç duyulacaktır.

Örneğin; araç kutusunda oluşturduğumuz sistemi her bir giriş için her seferinde tek bir kesin (crisp) değer ile deneyebiliriz. Ancak bu yeterli değildir. Çoğu zaman sistemi bir dizi ya da matris içinden gelen çoklu veriler ile art arda test etmemiz ve hataları hızlıca düzeltmemiz gerekecektir. Bu durumda kod satırından ya da m. files üzerinden değişiklikleri yapmak en iyi seçenek olacaktır.

Daha önce üzerinde çalıştığımız "Risk" problemi için kodlar aşağıdaki gibi olacaktır. Kodlar bir m. file içerisinde yazılmıştır.

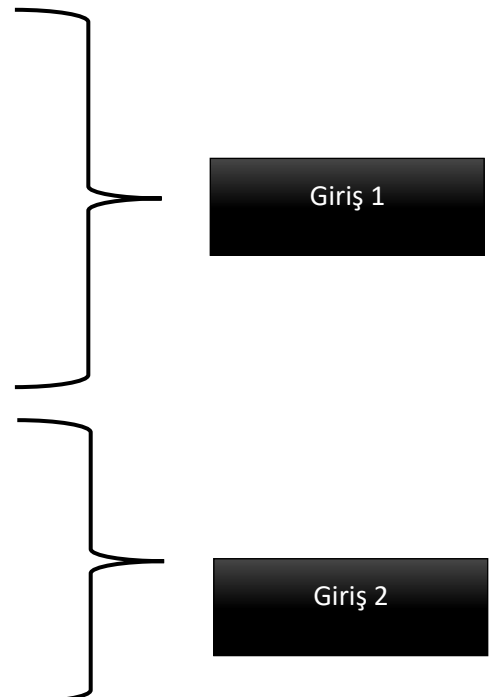
Yöntem 1: Uzun Kod

Bu kodlamada Kod yapısı açık ve anlaşılır bir yapıdadır. Ancak kod satır sayısı fazladır. Kodlama aşağıdaki şekilde yapılır.

```
clear;
clc;
a = newfis('riskAnaliz2');
a.type='mamdani';

a.input(1).name = 'ProjeButce';
a.input(1).range = [0 100];
a.input(1).mf(1).name = 'yetersiz';
a.input(1).mf(1).type = 'trapmf';
a.input(1).mf(1).params = [-36 -4 25 47];
a.input(1).mf(2).name = 'sıkışık';
a.input(1).mf(2).type = 'trimf';
a.input(1).mf(2).params = [28 52 76];
a.input(1).mf(3).name = 'yeterli';
a.input(1).mf(3).type = 'trapmf';
a.input(1).mf(3).params = [60 80 104 104];

a.input(2).name = 'CalisanSayisi';
a.input(2).range = [0 100];
a.input(2).mf(1).name = 'az';
a.input(2).mf(1).type = 'trapmf';
a.input(2).mf(1).params = [-36 -4 30 65];
a.input(2).mf(2).name = 'fazla';
```





AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



```
a.input(2).mf(2).type = 'trapmf';
a.input(2).mf(2).params = [35 69 100 100];

a.output(1).name = 'risk';
a.output(1).range = [0 100];
a.output(1).mf(1).name = 'dusuk';
a.output(1).mf(1).type = 'trapmf';
a.output(1).mf(1).params = [-36 -4 22 39];
a.output(1).mf(2).name = 'normal';
a.output(1).mf(2).type = 'trapmf';
a.output(1).mf(2).params = [30 46 54 70];
a.output(1).mf(3).name = 'yukse';
a.output(1).mf(3).type = 'trapmf';
a.output(1).mf(3).params = [61 78 100 100];
```

```
%antecedent öncül, consequent  
ardcıl
```

```
a.rule(1).antecedent = [3 1];
a.rule(1).consequent = [1];
a.rule(1).weight = 1;
a.rule(1).connection = 2;
a.rule(2).antecedent = [2 2];
a.rule(2).consequent = [2];
a.rule(2).weight = 1;
a.rule(2).connection = 1;
a.rule(3).antecedent = [1 0];
a.rule(3).consequent = [3];
a.rule(3).weight = 1;
a.rule(3).connection = 1;
a.rule(4).antecedent = [3 2];
a.rule(4).consequent = [2];
a.rule(4).weight = 1;
a.rule(4).connection = 1
```

• Kural 1:

• IF x = A3 OR y = B1 THEN z = C1
IF proje bütçesi yeterli OR çalışan sayısı az ise
THEN risk düşük

• Kural 2:

• IF x = A2 AND y = B2 THEN z = C2
IF proje bütçesi sıkışık AND çalışan sayısı fazla ise
THEN risk normal

• Kural 3:

• IF x = A1 THEN z = C3
IF proje bütçesi yetersiz ise THEN risk yüksek

Çıkış

yukarıdaki kod "run" edildiğinde;

a =

```
name: 'riskAnaliz2'  
type: 'mamdani'  
andMethod: 'min'  
orMethod: 'max'  
defuzzMethod: 'centroid'  
impMethod: 'min'  
aggMethod: 'max'  
input: [1x2 struct]  
output: [1x1 struct]  
rule: [1x4 struct]
```

Sonuçları gelir. Bunlar biz değiştirmedığımız sürece sistem tarafından varsayılan olarak kabul edilen değerlerdir.



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



>>fuzzy(a) ile arayüz görüntüleme yapılabilir.

>>showrule(a) ile kurallar görüntülenebilir.

Bazı çizim komutları:

>> plotfis(a)

>>plotmf(a,'input',1)

Yöntem 2. Daha az kod satırı ile gerçekleştirilir.

```
clear; clc;
b=mamfis("Name","RiskAnaliz","AndMethod","prod","OrMethod","max")
b = addInput(b,[0 100],"Name",'ProjeButce');
b = addMF(b,"ProjeButce","trapmf",[-36 -4 25 47],"Name","yetersiz");
b = addMF(b,"ProjeButce","trimf",[28 52 76],"Name","sikisik");
b = addMF(b,"ProjeButce","trapmf",[60 80 104 104],"Name","yeterli");

b = addInput(b,[0 100],"Name","CalisanSayisi");
b = addMF(b,"CalisanSayisi","trapmf",[-36 -4 30 65],"Name","az");
b = addMF(b,"CalisanSayisi","trapmf",[35 69 100 100],"Name","fazla")

b = addOutput(b,[0 100],"Name","Risk");
b = addMF(b,"Risk","trapmf",[-36 -4 22 39],"Name","dusuk");
b = addMF(b,"Risk","trapmf",[30 46 54 70],"Name","normal");
b = addMF(b,"Risk","trapmf",[61 78 100 100],"Name","yukse");
```

Kural listesi oluşturma işlemi;

Yukarıdaki kodlar için kural kısmı başta verilmeyip sonradan da verilebilir. Bunun için manuel olarak bir kural matrisi oluşturulmalıdır. Kural matrisi aşağıdaki ayarlara göre oluşturulur.

Dizinin her satırı, aşağıdaki biçimde bir kural içerir.

Sütun 1 - İlk giriş için üyelik fonksiyonu indisi

Sütun 2 - İkinci giriş için üyelik fonksiyonu indisi

Sütun 3 - Çıkış için üyelik fonksiyonu indisi

Sütun 4 - Kural ağırlığı

Sütun 5 - Bulanık operatör (AND için 1, OR için 2)

>>kurallar = [3 1 1 1 2;2 2 2 1 1;1 0 3 1 1;3 2 2 1 1];

>>a=addrule(a,kurallar);

>> showrule(a)

• Kural 1:

IF x = A3 OR y = B1 THEN z = C1
IF proje bütçesi yeterli OR çalışan sayısı az ise
THEN risk düşük

• Kural 2:

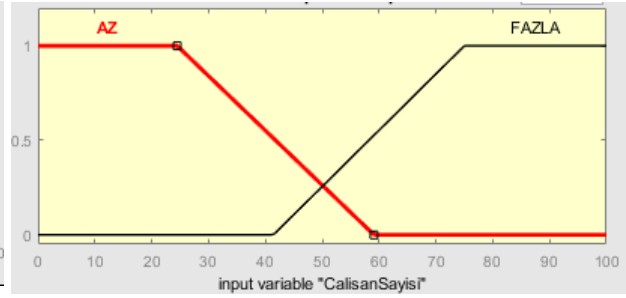
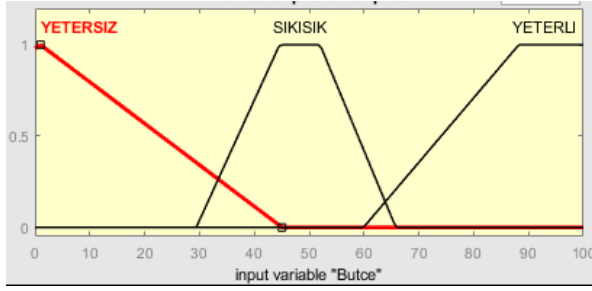
IF x = A2 AND y = B2 THEN z = C2
IF proje bütçesi sıkışık AND çalışan sayısı fazla ise
THEN risk normal

• Kural 3:

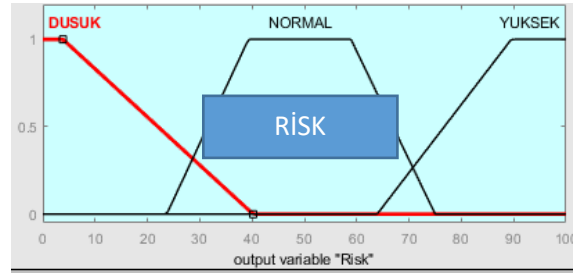
IF x = A1 THEN z = C3
IF proje bütçesi yetersiz ise THEN risk yüksek



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



BÜTÇE



ÇALIŞAN SAYISI

Trafik Işığı Örneği Kısa Kod

```
clear; clc;
b=mamfis("Name","RiskAnaliz","AndMethod","prod","OrMethod","max")
b = addInput(b,[0 60],"Name","Hız");
b = addMF(b,"Hız","trimf",[0 0 20],"Name","yavaş");
b = addMF(b,"Hız","trimf",[5 30 55],"Name","normal");
b = addMF(b,"Hız","trimf",[35 60 60],"Name","hızlı");

b = addInput(b,[0 200],"Name","KuyrukUzunluğu");
b = addMF(b,"KuyrukUzunluğu","trimf",[0 0 80],"Name","az");
b = addMF(b,"KuyrukUzunluğu","trimf",[20 100 180],"Name","normal");
b = addMF(b,"KuyrukUzunluğu","trimf",[120 200 200],"Name","çok");

b = addOutput(b,[0 90],"Name","YeşilZamanı");
b = addMF(b,"YeşilZamanı","trimf",[0 0 30],"Name","kısa");
b = addMF(b,"YeşilZamanı","trimf",[10 45 80],"Name","ortalama");
b = addMF(b,"YeşilZamanı","trimf",[55 90 90],"Name","uzun");

kurallar=[3 0 3 1 2;2 1 1 1 1;2 2 2 1 1;2 3 3 1 1;1 1 2 1 1;1 2 2 1
1;1 3 3 1 1];
b=addrule(b,kurallar);

>>showrule(b,'Format','symbolic')

'1. (Hız==hızlı) => (YeşilZamanı=uzun) (1)
'2. (Hız==normal) & (KuyrukUzunluğu==az) => (YeşilZamanı=kısa) (1)
'3. (Hız==normal) & (KuyrukUzunluğu==normal) => (YeşilZamanı=ortalama) (1)
'4. (Hız==normal) & (KuyrukUzunluğu==çok) => (YeşilZamanı=uzun) (1)
'5. (Hız==yavaş) & (KuyrukUzunluğu==az) => (YeşilZamanı=ortalama) (1)
'6. (Hız==yavaş) & (KuyrukUzunluğu==normal) => (YeşilZamanı=ortalama) (1)
'7. (Hız==yavaş) & (KuyrukUzunluğu==çok) => (YeşilZamanı=uzun) (1)
```



```
>>showrule(b, 'Format', 'indexed')
```

```
'3 0, 3 (1) : 2 '  
'2 1, 1 (1) : 1 '  
'2 2, 2 (1) : 1 '  
'2 3, 3 (1) : 1 '  
'1 1, 2 (1) : 1 '  
'1 2, 2 (1) : 1 '  
'1 3, 3 (1) : 1 '
```

Üyelik fonksiyonlarının oluşturulması:

Üyelik fonksiyonları manuel olarak da oluşturulabilir. Bir m. file hazırlanırsa: RiskAnaliz2'nin ilk giriş değişkeninin ilk iki üyelik fonksiyonu.

```
clc; clear all ;close all;  
x=0:1:100;  
mf1 = trapmf(x, [-36 -4 25 47]);  
plot(x,mf1);  
hold on;  
mf2 = trimf(x, [28 52 76]);  
plot(x,mf2);  
ylim([-0.05 1.05]);  
deger1=trapmf(45, [-36 -4 25 47])  
deger2=trimf(45, [28 52 76])
```

Durulanmış değerleri elde etme:

```
Workspace'de b var ise;  
>>z=evalfis(b, [65,50])%ProjeButce=%65, CalisanSayisi=%50 için çıkışı  
hesaplayan koddur.  
>>z=evalfis([65,50],b)  
b worksapce'de yok ise;  
>> b=readfis('RiskAnaliz2')
```

```
>>z=evalfis([65,50;30 67],b) % aynı anda önce (ProjeButce=%65,  
CalisanSayisi=%50) sonrasında (ProjeButce=%30, CalisanSayisi=%67) için  
çıktı üretir.
```

% Kod ile Bulanık Çıkarılma Sistemleri oluşturmanın avantajı gerçek zamanlı girdilere karşı gerçek zamanlı çıktılar oluşturabilmektir. Aynı anda 100 adet giriş için 100 adet çıktı üretilebilir.

```
>> girisler=(0 + (100-0).*rand(100,2))% 100 satır 2 sütun giriş matrisi  
>> cikislar=evalfis(b,girisler);%100 adet çıkış oluşturuldu.
```

KAYNAKLAR

1. Fuzzy Logic with Engineering Applications, Ross T. J., Mc. Graw Hill,1995, New York.
2. Fuzzy Logic Toolbox For Use with Matlab, Users Guide, Mathworks Inc.



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



3. <http://mathworks.com> (MATLAB 2018a (by The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States))
4. Doç.Dr. Serhat Yılmaz Kocaeli Üniv. Ders Notları