

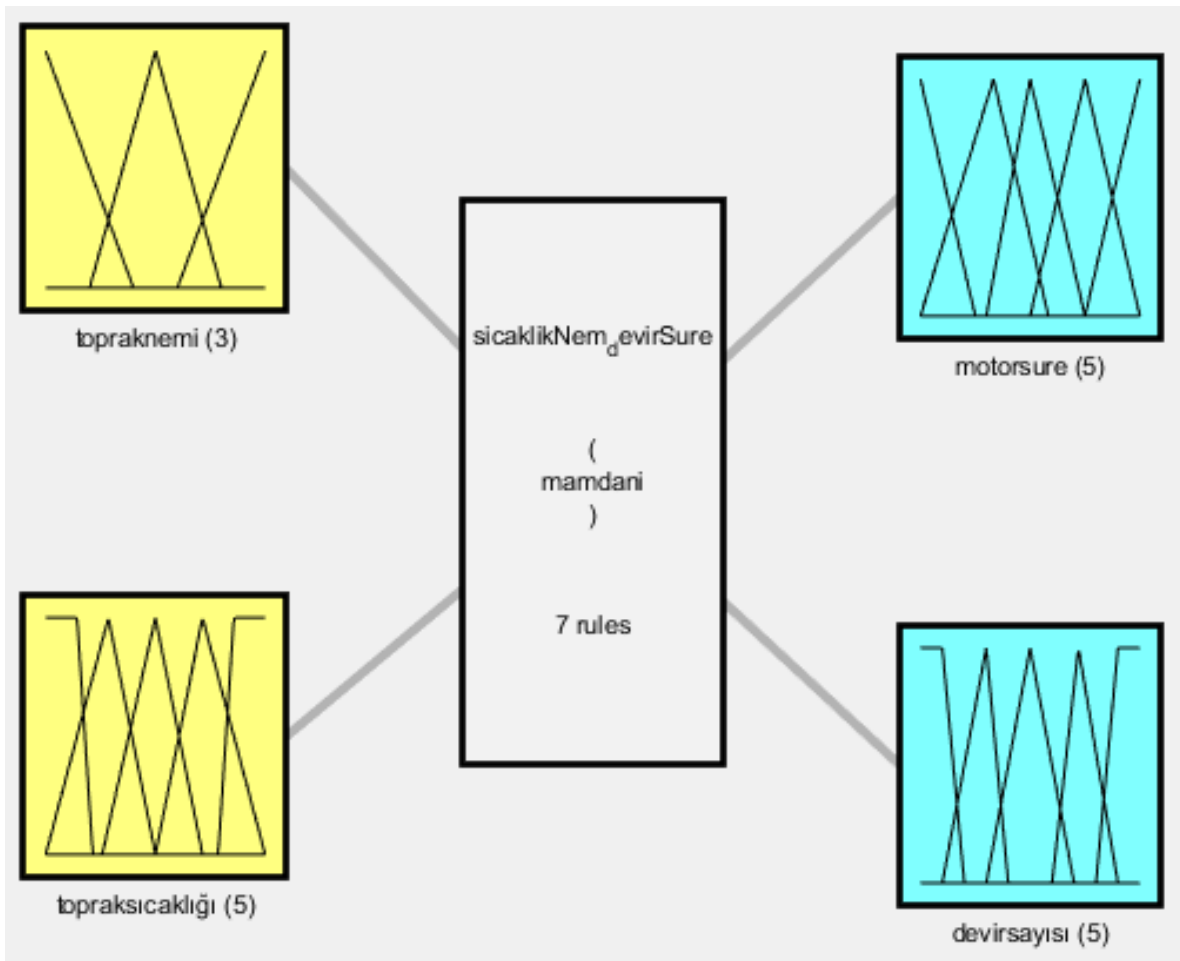


BULANIK MANTIK ile KONTROL DERS-6 YARDIMCI NOTLARI (2021-2022)

1. Birden fazla çıkışı olan Bulanık Mantık Çıkarsama Sistemleri

Bulanık sistemlerde tek çıkış olması gerekmez. Birden fazla çıkış da olabilir.

Örneğin kampüsümüzde çalışacak bir sulama sistemini Bulanık Mantık kullanarak tasarlamaya çalışalım. Bu sistem ile anlık hava sıcaklığı ve toprak nemi bilgilerini kullanarak sulama yapacak pompa motorunun devir hızını ve motorun çalışma süresini **tahmin** etmeye çalışacağız.





AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK
MÜHENDİSLİĞİ



DEĞİŞKENLER ve ÜYELİK FONKSİYONLARI (NÖ)

GİRDİ	GİRDİ
1. Toprak Sıcaklığı EVRENSEL KÜME [-20 50] 'cokdusuk' 'trapmf' [-40 -20 -10 -5] 'dusuk' 'trimf' [-20 0 15]); 'orta' 'trimf' [-2 15 30]); 'sıcak' 'trimf' [15 30 50]); 'coksıcak' 'trapmf' [35 40 50 50]);	2. Toprak Nemi EVRENSEL KÜME [0 100] 'az' 'trimf' [-40 0 40]); 'orta' 'trimf' [20 50 80]); 'cok' 'trimf' [60 100 140]);
ÇIKTI	ÇIKTI
1. Motor Devri EVRENSEL KÜME [0 - 255] 'cokyavasdevir' 'trapmf' [-50 0 25 50]); 'yavasdevir' 'trimf' [25 75 100]); 'idealhız' 'trimf' [75 125 175]); 'hızlıdevir' 'trimf' [150 180 225]); 'cokhızlıdevir' 'trapmf' [200 225 250 250]);	2. Motor Çalışma Süresi EVRENSEL KÜME [0 60] 'cokaz' 'trimf' [-35 0 15]); 'az' 'trimf' [0 20 35]); 'orta' 'trimf' [18 30 45]); 'fazla' 'trimf' [30 45 60]); 'cokfazla' 'trimf' [45 60 100]);

Kurallar:

- '1. If (topraknemi is az) then (motorsure is cokfazla)(devirsayısı is cokhızlıdevir) (1) '
- '2. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is orta) then (motorsure is az)(devirsayısı is yavasdevir) (1) '
- '3. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is sıcak) then (motorsure is az)(devirsayısı is idealhız) (1) '
- '4. If (topraknemi is cok) then (motorsure is cokaz)(devirsayısı is cokyavasdevir) (1) '
- '5. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is coksıcak) then (motorsure is orta)(devirsayısı is hızlıdevir) (1) '
- '6. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is cokdusuk) then (motorsure is cokaz)(devirsayısı is yavasdevir) (1) '
- '7. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is dusuk) then (motorsure is cokaz)(devirsayısı is cokyavasdevir) (1) '

Yukarıda verilen Sistemi Kısa kod (Mamdani) ile tasarlayınız.



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK
MÜHENDİSLİĞİ



DEĞİŞKENLER ve ÜYELİK FONKSİYONLARI (İÖ)

GİRDİ 1.Toprak Sıcaklığı EVRENSEL KÜME [-20 50] 'cokdusuk' 'trapmf' [-40 -20 -10 -5]); 'dusuk' 'trimf' [-20 0 15]); 'orta' 'trimf' [-2 15 30]); 'sıcak' 'trimf' [15 30 50]); 'coksıcak' 'trimf' [20 50 50]);	GİRDİ 2. Toprak Nemi EVRENSEL KÜME [0 100] 'az' 'trimf' [-40 0 40]); 'orta' 'trimf' [20 50 80]); 'cok' 'trapmf' [50 80 100 140]);
ÇIKTI 1. Motor Devri EVRENSEL KÜME [0 - 255] 'cokyavasdevir' 'trapmf' [-50 0 25 50]); 'yavasdevir' 'trimf' [25 75 100]); 'idealhız' 'trapmf' [55 95 125 175]); 'hızlıdevir' 'trimf' [150 180 225]); 'cokhızlıdevir' 'trapmf' [200 225 250 250]);	ÇIKTI 2. Motor Çalışma Süresi EVRENSEL KÜME [0 60] 'cokaz' 'trimf' [-35 0 15]); 'az' 'trimf' [0 20 35]); 'orta' 'trimf' [18 30 45]); 'fazla' 'trimf' [30 45 60]); 'cokfazla' 'trapmf' [35 60 80 100]);

Kurallar:

- '1. If (topraknemi is az) then (motorsure is cokfazla)(devirsayısı is cokhızlıdevir) (1) '
- '2. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is orta) then (motorsure is az)(devirsayısı is yavasdevir) (1) '
- '3. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is sıcak) then (motorsure is az)(devirsayısı is idealhız) (1) '
- '4. If (topraknemi is cok) then (motorsure is cokaz)(devirsayısı is cokyavasdevir) (1) '
- '5. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is coksıcak) then (motorsure is orta)(devirsayısı is hızlıdevir) '
- '6. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is cokdusuk) then (motorsure is az)(devirsayısı is cokyavasdevir)
- '7. If (topraknemi is orta) and (topraksıcaklığı is dusuk) then (motorsure is cokaz)(devirsayısı is idealhız) (1) '

Yukarıda verilen Sistemi Kısa kod (Mamdani) ile tasarlayınız.



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



(Normal Öğretim)

```
clear;clc;
b=newfis ('sicaklikNem_devirSure');

b=addvar(b,'input','topraknemi',[0 100]);
b=addmf(b,'input',1,'az','trimf',[-40 0 40]);
b=addmf(b,'input',1,'orta','trimf',[20 50 80]);
b=addmf(b,'input',1,'cok','trimf',[60 100 140]);

b=addvar(b,'input','topraksıcaklığı',[-20 50]);
b=addmf(b,'input',2,'cokdusuk','trapmf',[-40 -20 -10 -5]);
b=addmf(b,'input',2,'dusuk','trimf',[-20 0 15]);
b=addmf(b,'input',2,'orta','trimf',[-2 15 30]);
b=addmf(b,'input',2,'sıcak','trimf',[15 30 50]);
b=addmf(b,'input',2,'coksıcak','trapmf',[35 40 50 50]);

b=addvar(b,'output','motorsure',[0 60]);
b=addmf(b,'output',1,'cokaz','trimf',[-35 0 15]);
b=addmf(b,'output',1,'az','trimf',[0 20 35]);
b=addmf(b,'output',1,'orta','trimf',[18 30 45]);
b=addmf(b,'output',1,'fazla','trimf',[30 45 60]);
b=addmf(b,'output',1,'cokfazla','trimf',[45 60 100]);

b=addvar(b,'output','devirsayısı',[0 250]);
b=addmf(b,'output',2,'cokyavasdevir','trapmf',[-50 0 25 50]);
b=addmf(b,'output',2,'yavasdevir','trimf',[25 75 100]);
b=addmf(b,'output',2,'idealhız','trimf',[75 125 175]);
b=addmf(b,'output',2,'hızlıdevir','trimf',[150 180 225]);
b=addmf(b,'output',2,'cokhızlıdevir','trapmf',[200 225 250 250]);

rulkey=[ 1 0 5 5 1 1;2 3 2 2 1 1;2 4 2 3 1 1;3 0 1 1 1 1;2 5 3 4 1 1;2 1 1 2 1 1;2 2 1
1 1 1];
b=addrule(b,rulkey);
```



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



(İkinci Öğretim)

```
clear;clc;
b=newfis ('sicaklikNem_devirSure');

b=addvar(b, 'input', 'topraknemi' , [0 100]);
b=addmf(b, 'input' ,1, 'az' , 'trimf' , [-40 0 40]);
b=addmf(b, 'input' ,1, 'orta' , 'trimf' , [20 50 80]);
b=addmf(b, 'input' ,1, 'cok' , 'trapmf' , [50 80 100 140]);

b=addvar(b, 'input', 'topraksıcaklığı' , [-20 50]);
b=addmf(b, 'input' ,2, 'cokdusuk' , 'trapmf' , [-40 -20 -10 -5]);
b=addmf(b, 'input' ,2, 'dusuk' , 'trimf' , [-20 0 15]);
b=addmf(b, 'input' ,2, 'orta' , 'trimf' , [-2 15 30]);clc
b=addmf(b, 'input' ,2, 'sıcak' , 'trimf' , [15 30 50]);
b=addmf(b, 'input' ,2, 'coksıcak' , 'trimf' , [20 50 50]);

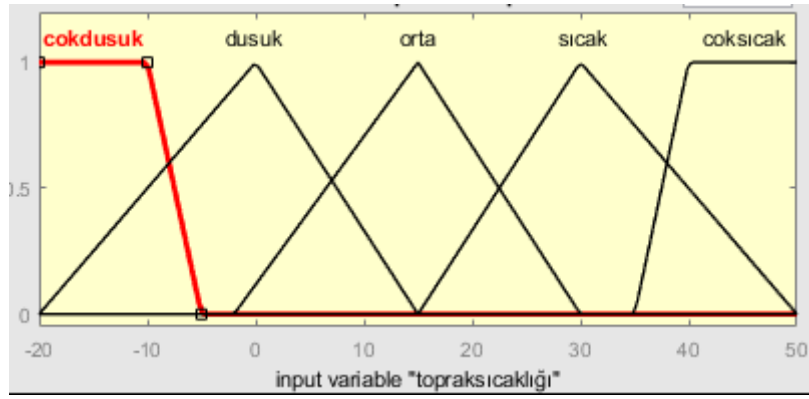
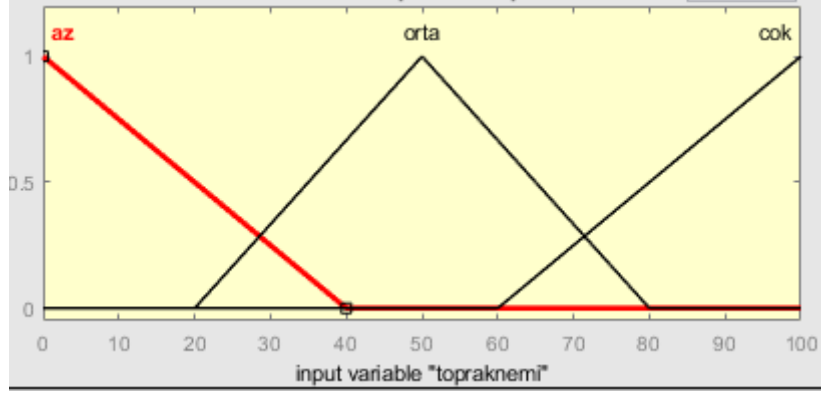
b=addvar(b, 'output', 'motorsure' , [0 60]);
b=addmf(b, 'output' ,1, 'cokaz' , 'trimf' , [-35 0 15]);
b=addmf(b, 'output' ,1, 'az' , 'trimf' , [0 20 35]);
b=addmf(b, 'output' ,1, 'orta' , 'trimf' , [18 30 45]);
b=addmf(b, 'output' ,1, 'fazla' , 'trimf' , [30 45 60]);
b=addmf(b, 'output' ,1, 'cokfazla' , 'trapmf' , [35 60 80 100]);

b=addvar(b, 'output', 'devirsayısı' , [0 250]);
b=addmf(b, 'output' ,2, 'cokyavasdevir' , 'trapmf' , [-50 0 25 50]);
b=addmf(b, 'output' ,2, 'yavasdevir' , 'trimf' , [25 75 100]);
b=addmf(b, 'output' ,2, 'idealhız' , 'trapmf' , [55 95 125 175]);
b=addmf(b, 'output' ,2, 'hızlıdevir' , 'trimf' , [150 180 225]);
b=addmf(b, 'output' ,2, 'cokhızlıdevir' , 'trapmf' , [200 225 250 250]);

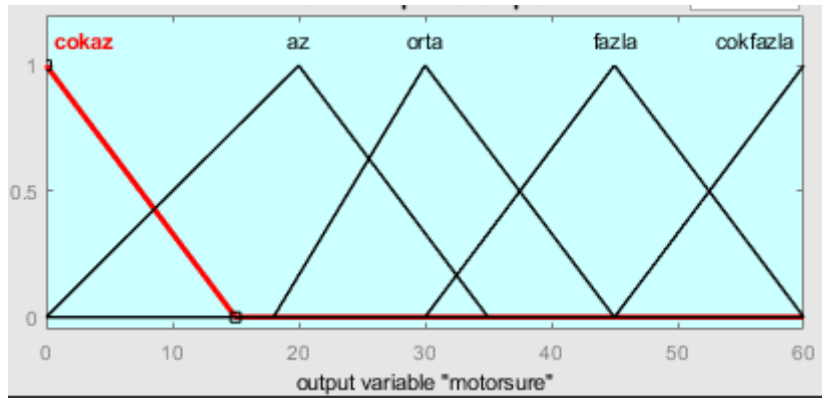
rulkey=[ 1 0 5 5 1 1;2 3 2 2 1 1;2 4 2 3 1 1;3 0 1 1 1 1;2 5 3 4 1 1;2 1 2 1 1 1;2 2 1
3 1 1];
b=addrule(b,rulkey);
```



Girişler:

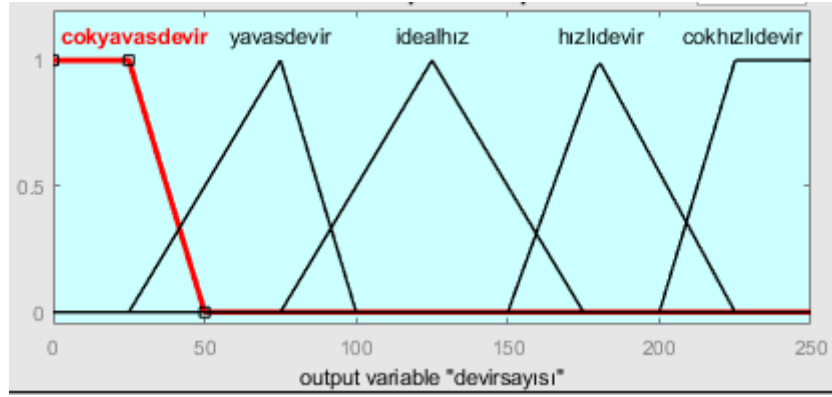


Çıkışlar:

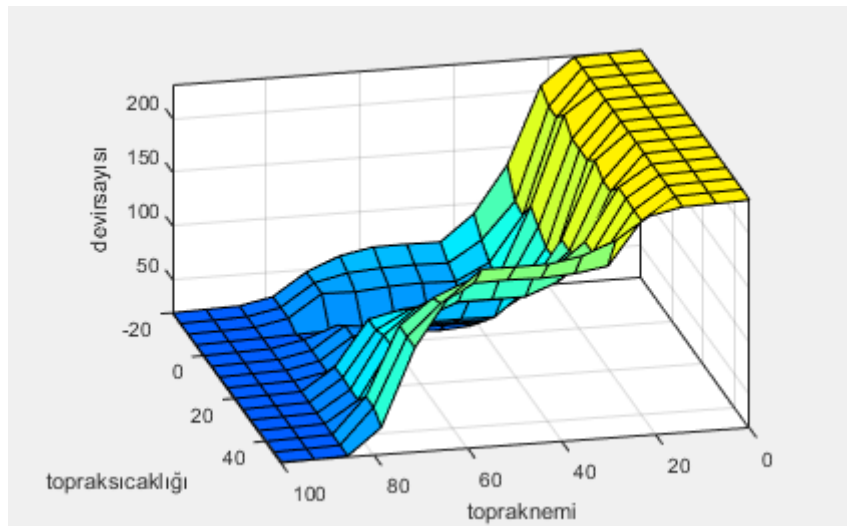
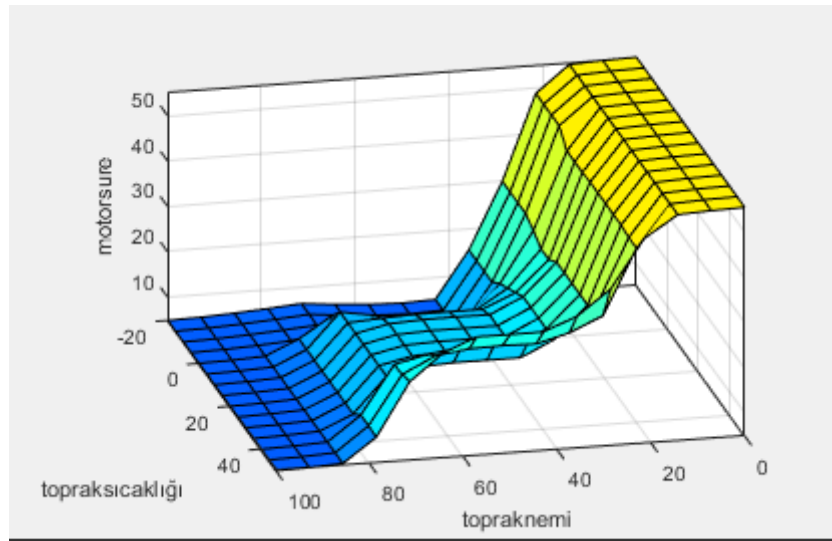




AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK
MÜHENDİSLİĞİ

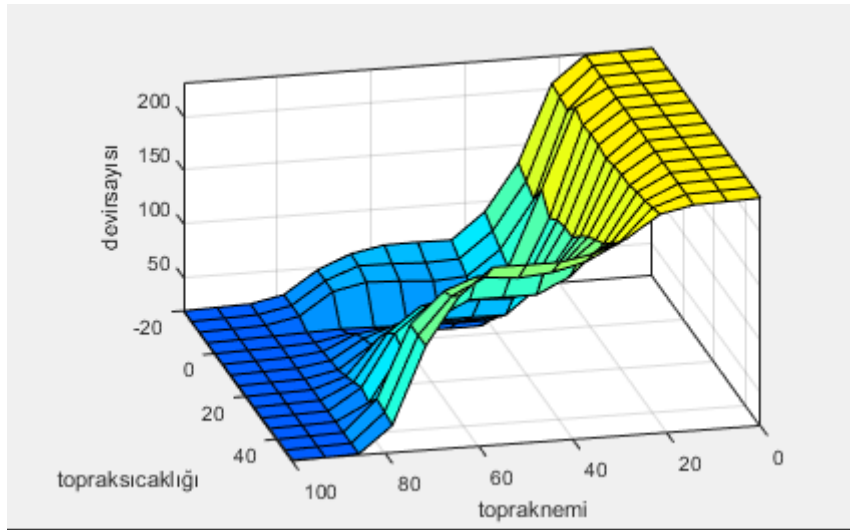
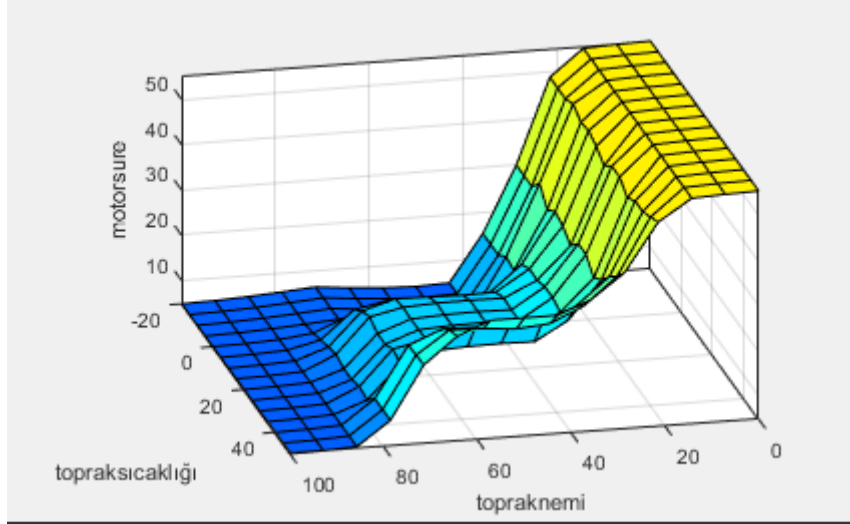


Karar Yüzeyi (Implication: Min, Aggregation:Max, Defuzzification: Centroid)





Karar Yüzeyi (Implication: Prod, Aggregation: Probor, Defuzzification: Centroid)

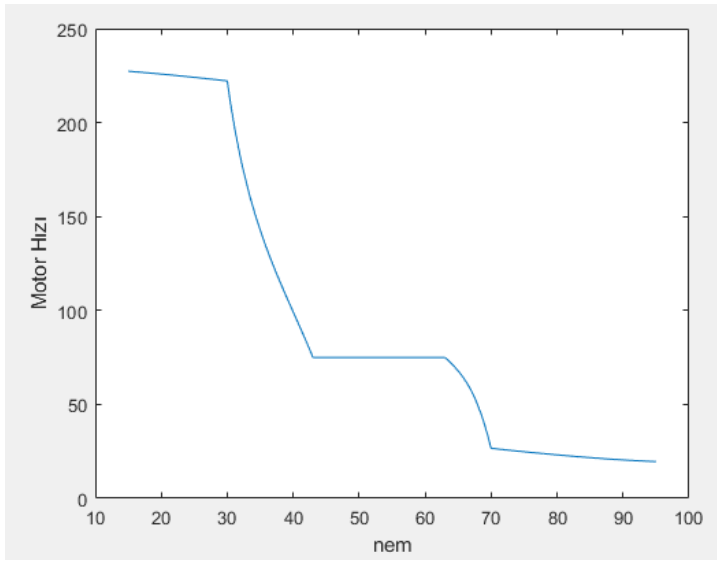


Kod ile çıkış hesaplama

```
nem=15:0.5:95;  
sicaklik=16:0.05:25;  
sicaklik=sicaklik(1:161); % boyutlar eşitlendi  
y= evalfis(b, [sicaklik;nem]);  
y=y';  
figure  
plot(nem,y(1,:))%nemdeki artışa göre motor hızı grafiği  
xlabel('nem')  
ylabel('Motor Hızı')
```



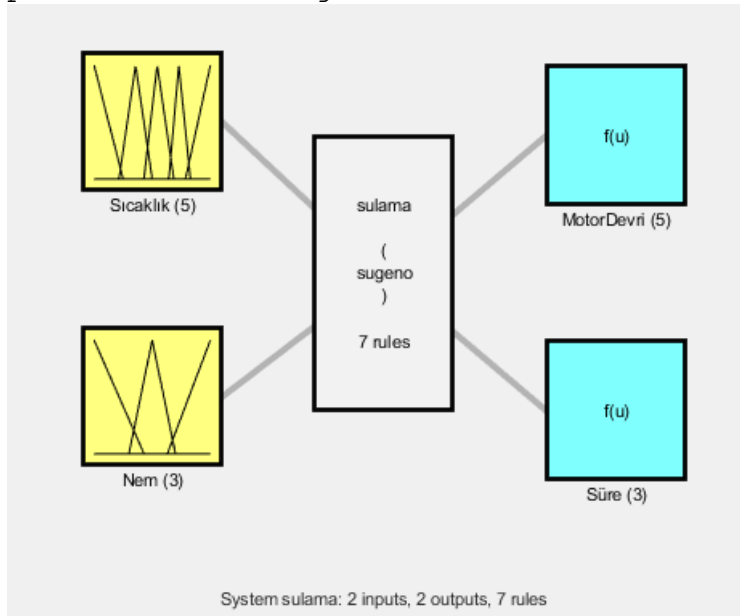

AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



Nem yükseldikçe motor hızı düşmektedir.

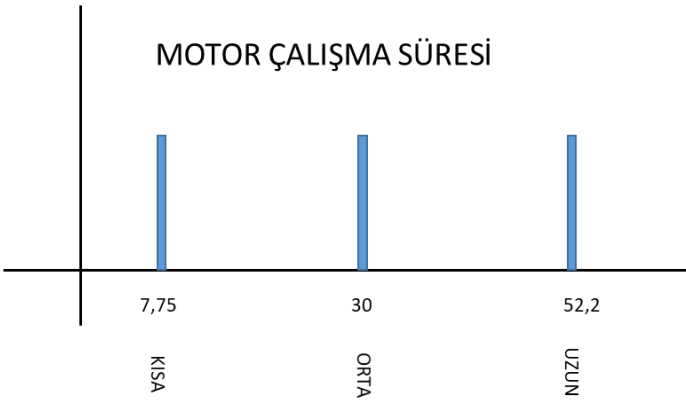
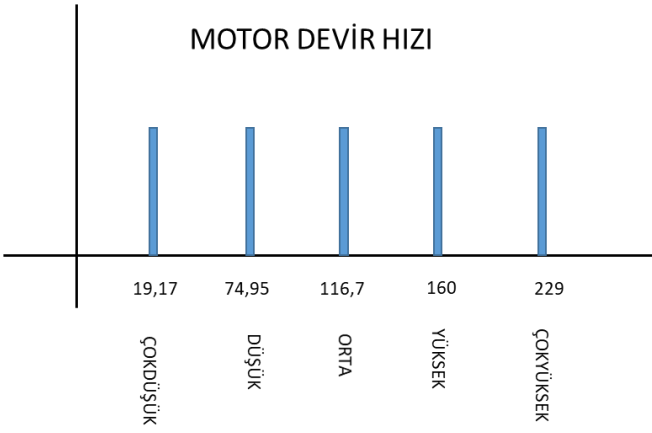
Çıkarsama Yöntemini Sugeno'ya Dönüştürme

```
sulamaSug=mam2sug(b) ;  
plotfis(sulamaSug) ;
```



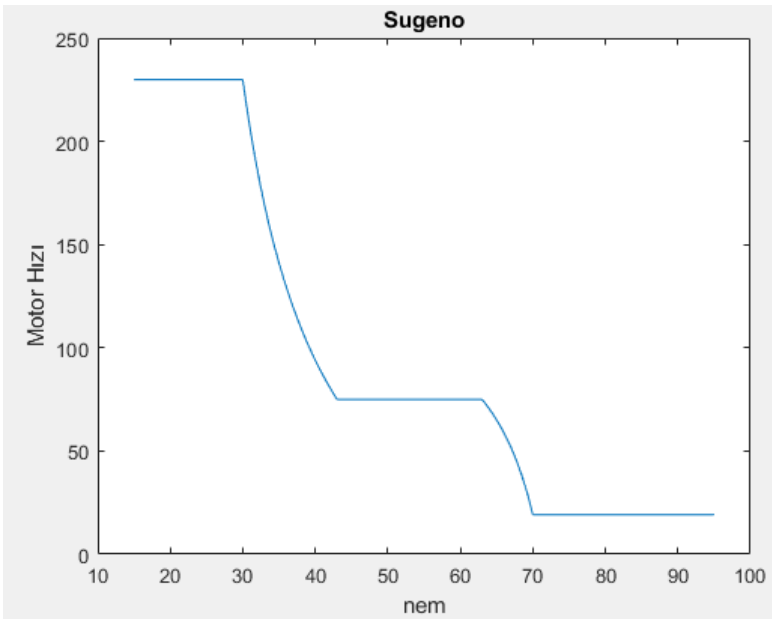


AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ



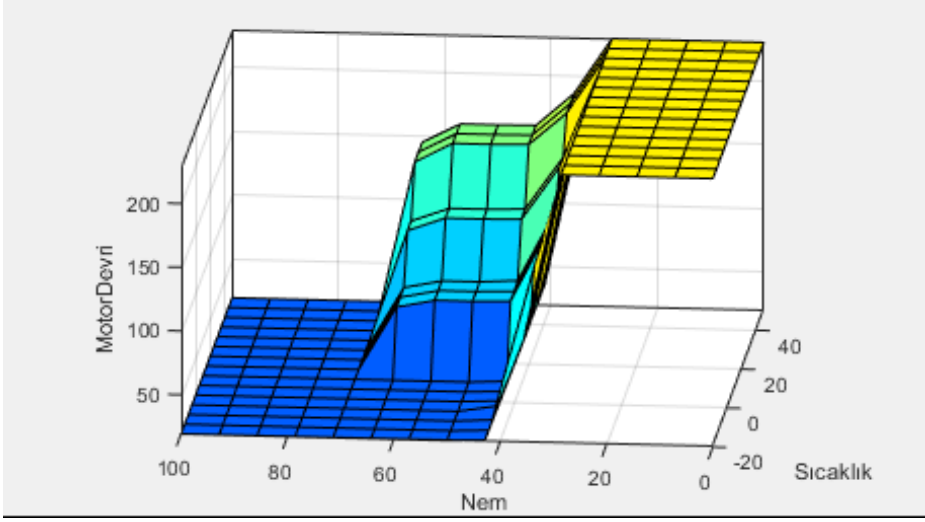
fuzzy (sulamaSug) ;

Ardından nem-motor hızı grafiği ve karar yüzeyi grafiği aşağıdaki gibi olacaktır.





AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK
MÜHENDİSLİĞİ



Mamdani ile Sugeno arasındaki nümerik farkın hesaplanması:

%%

```
Fark= abs(y-z);
```

```
OrtalamaFark=mean(Fark(:));
```



AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK
MÜHENDİSLİĞİ



BULANIK MANTIK İLE KONTROL ÇALIŞMA SORUSU

Aşağıda girdi ve çıktıları verilen 2 giriş ve 1 çıkışa sahip bir Risk hesabı Bulanık Mantık kullanılarak tasarlanacaktır. Tüm kural tablosu aşağıda verilmiştir.

Buna göre;

b- Bütçe=%63 ve Çalışan Sayısı=%46 kesin değerlerine karşılık kesin çıktıyı **manuel olarak** hesaplayınız. AND yöntemi $\text{prod}()$, OR yöntemi $\text{probor}()$ olacaktır. Durulaştırma işleminde aşağıda verildiği şekilde ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılacaktır.

GİRDİLER	ÇIKIŞ
'Bütçe', (x) Evrensel Küme [0 100] 'YETERSİZ', [-36 -4 14 40], 'yamuk' 'SIKISIK', [14 40 60 76], 'yamuk' 'YETERLİ', [60 83 100 134], 'yamuk'	'Risk' (z), 'DÜŞÜK', $f(x,y)=-x+y+25$ 'NORMAL', $f(x,y)=2x+y-20$ 'YÜKSEK', $f(x,y)=x+y+15$
'Çalışan Sayısı' (y) , Evrensel Küme [0 100] 'AZ', [-89 -9 34 60], 'yamuk' 'FAZLA', [41 65 110 190], 'yamuk'	

KURAL TABLOSU

- '1. If (BUTCE is YETERLİ) or (CALISANSAYISI is AZ) then (RISK is DUSUK) (1) '
- '2. If (BUTCE is SIKISIK) and (CALISANSAYISI is FAZLA) then (RISK is YUKSEK) (1)'
- '3. If (BUTCE is SIKISIK) and (CALISANSAYISI is AZ) then (RISK is NORMAL) (0.5) '

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