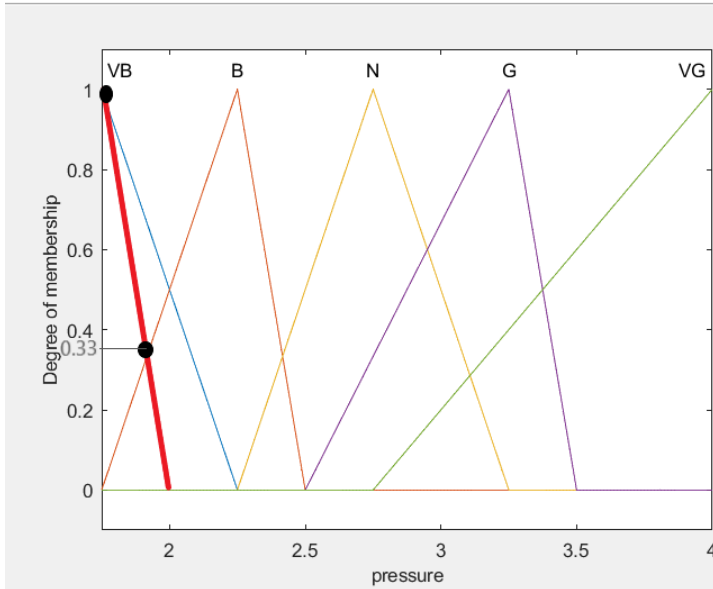


Elimizdeki sıcaklık ve basınç değerlerine göre karbondioksit yüzdesini bulmak için mamdani yöntemini kullandık. Eğer Sıcaklık inputunu 16 ve Basınç inputunu 1.75 olarak alırsak ; Sıcaklık grafiğinde input üçgensel sayıya dönüştürülerek çizilir. Sayı ; 'H' üyelik fonksiyonunu 0.33'de, 'VH' üyelik fonksiyonunu 1.0' de keser. Basınç grafiğinde de input üçgensel olarak çizersek, sayı ; 'VB' üyelik fonksiyonunu 1.0 'da, 'B' üyelik fonksiyonunu 0.33' de keser.

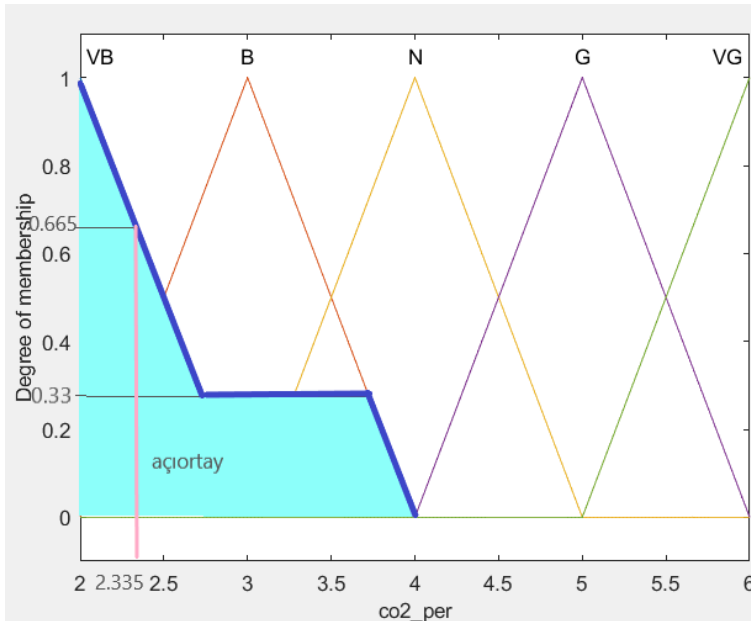
Kural matrisinde; Sıcaklık 'H' ve Basınç 'VB' ise Karbondioksit yüzdesi 'B' olduğu için 0.33 ve 1.0 değerlerinin minimumu (grafikte minimumum alanı) ,karbondioksit yüzdesi grafiğinde 'B' üyelik fonksiyonunda alınır.



Sıcaklık 'VH' ve Basınç 'VB' ise Karbondioksit yüzdesi 'VB' olduğu için 1.0 ve 1.0 değerlerinin minimumu (grafikte minimumum alanı) ,karbondioksit yüzdesi grafiğinde 'VB' üyelik fonksiyonunda alınır .

Sıcaklık 'H' ve Basınç 'B' ise Karbondioksit yüzdesi 'B' olduğu için 0.33 ve 0.33 değerlerinin minimumu (grafikte minimumum alanı) ,karbondioksit yüzdesi grafiğinde 'B' üyelik fonksiyonunda alınır.

Sıcaklık 'VH' ve Basınç 'B' ise Karbondioksit yüzdesi 'B' olduğu için 0.33 ve 1.0 değerlerinin minimumu (grafikte minimumum alanı), karbondioksit yüzdesi grafiğinde 'B' üyelik fonksiyonunda alınır.



Bu sonuçların da minimumu alındıktan sonra oluşan şeklin (Genelde iki yamuğun birleşimi şeklinde görünür) açıortayı bulunur. Açıortayın kestiği karbondioksit yüzdesi, inputlara göre gerekli olan karbondioksit yüzdesini vermektedir.

--	--	--

0.33

1.0

Rule Matrix	Verycold	Cold	Normal	Hot	Veryhot
1.0 Verybad	Normal	Bad	Bad	Bad	Verybad
0.3 Bad	Normal	Good	Normal	Bad	Bad
Normal	Good	Good	Normal	Normal	Normal
Good	Verygood	Good	Good	Normal	Normal
Verygood	Verygood	Verygood	Verygood	Good	Good

$\mu_{\text{Verycold}}(16)=0$ $\mu_{\text{Cold}}(16)=0$ $\mu_{\text{Normal}}(16)=0$ $\mu_{\text{Hot}}(16)=0.33$ $\mu_{\text{Veryhot}}(16)=1.0$
 $\mu_{\text{Verybad}}(1.75)=1.0$ $\mu_{\text{Bad}}(1.75)=0.3$ $\mu_{\text{Normal}}(1.75)=0$ $\mu_{\text{Good}}(1.75)=0$ $\mu_{\text{Verygood}}(1.75)=0$

Üyelik değer fonksiyonu 0 olmayan değerleri kural matrisindeki kurallara uyguluyoruz.

Sıcaklık

	Hot	VeryHot
Verybad	Bad	Verybad
Bad	Bad	Bad

\Rightarrow

	0.33	1.0
1.0	0.33	1.0
0.33	0.33	0.33

$\max_{(\text{Bad})} (0.33, 0.33, 0.33) = 0.33$
 $\max_{(\text{Verybad})} (1.0) = 1.0$

(Basınç)
 $(1+0.33)/2 = 0.665$ Aşırıya kaçmamaya yarıya kestirildiği noktaların y değeri
 verybad grafiğinin formülü; $y = -x + 3$ olduğu için x değeri (yani karbondioksit yüzdesi değeri)
 2.335 olur.

Bulanık mantık sisteminde çalışacağımız için bu sistemi tanımlamamız gerekiyor. mamfis fonksiyonu ('mamdani fuzzy inference system') mamdani yöntemi için gerekli olan hazırlıkları tamamlar.

```
fis = mamfis('Name','fuzz_system');
```

Sıcaklık ve Basınç isimli iki inputu addInput fonksiyonu ile tanımladık. Bu fonksiyonun 1. argümanına hangi bulanık sistemde çalışacağımızı, 2. argümanına tanımladığımız inputun hangi aralıkta değerler alacağını, 3. ve 4. argümanına grafiklerimizin isimlerini girdik.

```
fis = addInput(fis,[7 16],'Name','temperature');
```

```
fis = addInput(fis,[1.75 4.00], 'Name', 'pressure');
```

Outputu tanımlamak için benzer şekilde addOutput fonksiyonunu kullanırız.

--	--	--

--	--	--

```
fis = addOutput(fis,[2 6],'Name','co2_per');
```

Bulanık çıkarım sistemindeki üçgensel değer olan üyelik değer fonksiyonlarını 'fismis' fonksiyonu ile tanımladık, 1. argüman sayının tipini, 2. argüman sayının değerlerini , 3. ve 4. argüman sayının neyi temsil ettiğini tutar.

```
mf1 = fismf("trimf",[2 2 3],'Name','VB');  
mf2 = fismf("trimf",[2 3 4],'Name','B');  
mf3 = fismf("trimf",[3 4 5],'Name','N');  
mf4 = fismf("trimf",[4 5 6],'Name','G');  
mf5 = fismf("trimf",[5 6 6],'Name','VG');
```

Üyelik değer fonksiyonlarını(üçgensel sayıları) Output'a tanımlamak için Outputs.(1).MembershipFunctions fonksiyonunu kullanabiliriz. (Eğer iki outputumuz olsaydı ikinci outputu (2) olarak tanımlayacaktık. Tek outputumuz olduğu için sadece (1)'i kullandık.

```
fis.Outputs(1).MembershipFunctions = [mf1 mf2 mf3 mf4 mf5];
```

Sıcaklık ve Basınç grafiklerine eklemek için üçgensel sayılar tanımladık. addMF fonksiyonunda 2. argüman sayıyı hangi grafiğe eklediğimizi, 3. argüman tipini , 4. argüman sayının değerini, 5. ve 6. argümanlar sayının neyi temsil ettiğini tutar.

```
fis = addMF(fis,"temprature","trimf",[7 7 9],'Name','VC');  
fis = addMF(fis,"temprature","trimf",[7 9 11],'Name','C');  
fis = addMF(fis,"temprature","trimf",[10 12 14],'Name','N');  
fis = addMF(fis,"temprature","trimf",[12 14 16],'Name','H');  
fis = addMF(fis,"temprature","trimf",[13 16 16],'Name','VH');  
fis = addMF(fis,"pressure","trimf",[1.75 1.75 2.25],'Name','VB');  
fis = addMF(fis,"pressure","trimf",[1.75 2.25 2.5],'Name','B');  
fis = addMF(fis,"pressure","trimf",[2.25 2.75 3.25],'Name','N');  
fis = addMF(fis,"pressure","trimf",[2.5 3.25 3.5],'Name','G');  
fis = addMF(fis,"pressure","trimf",[2.75 4 4],'Name','VG');
```

Kuralları bir kural listesinde aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz.

- Her bir satırın birinci elemanı tanımladığımız ilk inputun indexi ,
- İkinci elemanı tanımladığımız 2. inputun idexi,

--	--	--

--	--	--

- Üçüncü elemanı tanımladığımız outputun indexi,
- Dördüncü elemanı kuralın önem ağırlığı (1 ile 2 arasında değerler alır),
- Beşinci elemanı birinci ve ikinci eleman arasındaki ilişkiyi belirler.

Örneğin "İlk input(Verycold) ve ikinci input (Normal) olursa output(Good) olur" kuralı 've' bağlacı içerdiği için beşinci eleman '1' dir, 'veya' bağlacı için 2 kullanılır. Rule matrisinde AND operatörünü kullanırız çünkü mamdani çıkarım yönteminde iki input ve bir output olan sistemlerde inputların minimumunu alırız yani 'AND' operatörünü kullanılırız.

ruleList = [1 1 3 1 1;

1 2 3 1 1;

1 3 4 1 1;

1 4 5 1 1;

1 5 5 1 1;

2 1 2 1 1;

2 2 4 1 1;

2 3 4 1 1;

2 4 4 1 1;

2 5 5 1 1;

3 1 2 1 1;

3 2 3 1 1;

3 3 3 1 1;

3 4 4 1 1;

3 5 5 1 1;

4 1 2 1 1;

4 2 2 1 1;

4 3 3 1 1;

4 4 3 1 1;

4 5 4 1 1;

5 1 1 1 1;

5 2 2 1 1;

5 3 3 1 1;

5 4 3 1 1;

5 5 4 1 1];

Kuralları bulanık mantık sistemine addRule ile ekleyebiliriz.

--	--	--

--	--	--

```
fis = addRule(fis,ruleList);
```

Sisteme gireceğimiz input değerlerini evalfis fonksiyonu ile belirtiriz.

```
evalfis(fis,[16, 1.75]);
```

Bulanık sistemi görüntülemek istersek plotfis fonksiyonunu, inputları görüntülemek istersek plotmf fonksiyonunu kullanabiliriz.

```
plotfis(fis);  
plotmf(fis,'input',1) , plotmf(fis,'input',2);  
plotmf(fis,'output',1);
```

Oluşturduğumuz bulanık sistemde istediğimiz inputları girip sonuçlarını görmek için ruleview fonksiyonu kullanılabilir.

```
ruleview(fis);
```

--	--	--

Command Window

```
>>  
>>  
>>  
>>  
>>  
>>  
>> fuzz_deneme  
>> fuzz_deneme  
f>>
```

Editor - C:\Users\ahmet\OneDrive\Dokumente\MATLAB\fuzz_deneme.m

```
86      4 4 3 1 1;  
87      4 5 4 1 1;  
88      5 1 1 1 1;  
89      5 2 2 1 1;  
90      5 3 3 1 1;  
91      5 4 3 1 1;  
92      5 5 4 1 1];  
93  
94      % Kuralları bulanık mantık sistemine addRule ile ekleyebiliriz.  
95  
96      fis = addRule(fis,ruleList);  
97  
98      % Sisteme gireceğimiz input değerlerini evalfis fonksiyonu ile belirtiriz.  
99  
100     evalfis(fis,[12, 1.75]);  
101  
102     % Bulanık sistemi görüntülemek istersek plotfis fonksiyonunu, inputları  
103     % görüntülemek istersek plotmf fonksiyonunu kullanabiliriz.  
104     %plotmf(fis);
```

Workspace

Name	Value
ans	3.0000
fis	1x1 mamfis
mf1	1x1 fsmf
mf2	1x1 fsmf
mf3	1x1 fsmf
mf4	1x1 fsmf
mf5	1x1 fsmf
ruleList	25x5 double

Command Window

```
>>  
>>  
>>  
>>  
>>  
>>  
>> fuzz_deneme  
>> fuzz_deneme  
f>> fuzz_deneme
```

Editor - C:\Users\ahmet\OneDrive\Dokumente\MATLAB\fuzz_deneme.m

```
86      4 4 3 1 1;  
87      4 5 4 1 1;  
88      5 1 1 1 1;  
89      5 2 2 1 1;  
90      5 3 3 1 1;  
91      5 4 3 1 1;  
92      5 5 4 1 1];  
93  
94      % Kuralları bulanık mantık sistemine addRule ile ekleyebiliriz.  
95  
96      fis = addRule(fis,ruleList);  
97  
98      % Sisteme gireceğimiz input değerlerini evalfis fonksiyonu ile belirtiriz.  
99  
100     evalfis(fis,[16, 1.75]);  
101  
102     % Bulanık sistemi görüntülemek istersek plotfis fonksiyonunu, inputları  
103     % görüntülemek istersek plotmf fonksiyonunu kullanabiliriz.  
104     %plotmf(fis);
```

Workspace

Name	Value
ans	3.0000
fis	1x1 mamfis
mf1	1x1 fsmf
mf2	1x1 fsmf
mf3	1x1 fsmf
mf4	1x1 fsmf
mf5	1x1 fsmf
ruleList	25x5 double

--	--	--

Command Window

```
>>
>>
>>
>>
>>
>>
>>
>> fuzz_deneme
fx >>
```

Workspace

Name	Value
ans	4.4102
fis	1x1 mamfis
mf1	1x1 fsmf
mf2	1x1 fsmf
mf3	1x1 fsmf
mf4	1x1 fsmf
mf5	1x1 fsmf
ruleList	25x5 double

Editor - C:\Users\ahmet\OneDrive\Dokumente\MATLAB\fuzz_deneme.m

```
fuzz_deneme.m  fuzz_per.m  fuzz_deneme2.m  fuzzforgraf.m  +
86         4 4 3 1 1;
87         4 5 4 1 1;
88         5 1 1 1 1;
89         5 2 2 1 1;
90         5 3 3 1 1;
91         5 4 3 1 1;
92         5 5 4 1 1];
93
94     % Kuralları bulanık mantık sistemine addRule ile ekleyebiliriz.
95
96     fis = addRule(fis,ruleList);
97
98     % Sisteme gireceğimiz input değerlerini evalfis fonksiyonu ile belirtiriz.
99
100    evalfis(fis,[11, 2.75]);
101
102    % Bulanık sistemi görüntülemek istersek plotfis fonksiyonunu, inputları
103    % görüntülemek istersek plotmf fonksiyonunu kullanabiliriz.
104    %plotfis(fis);
```

--	--	--