

# **BULANIK MANTIK VE YAPAY SİNİR AĞLARINA GİRİŞ**

**HAFTA – 3**

**ÜYELİK FONKSİYONLARI,  
BULANIKLAŞTIRMA VE  
DURULAMA**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ M. FATİH ADAK**

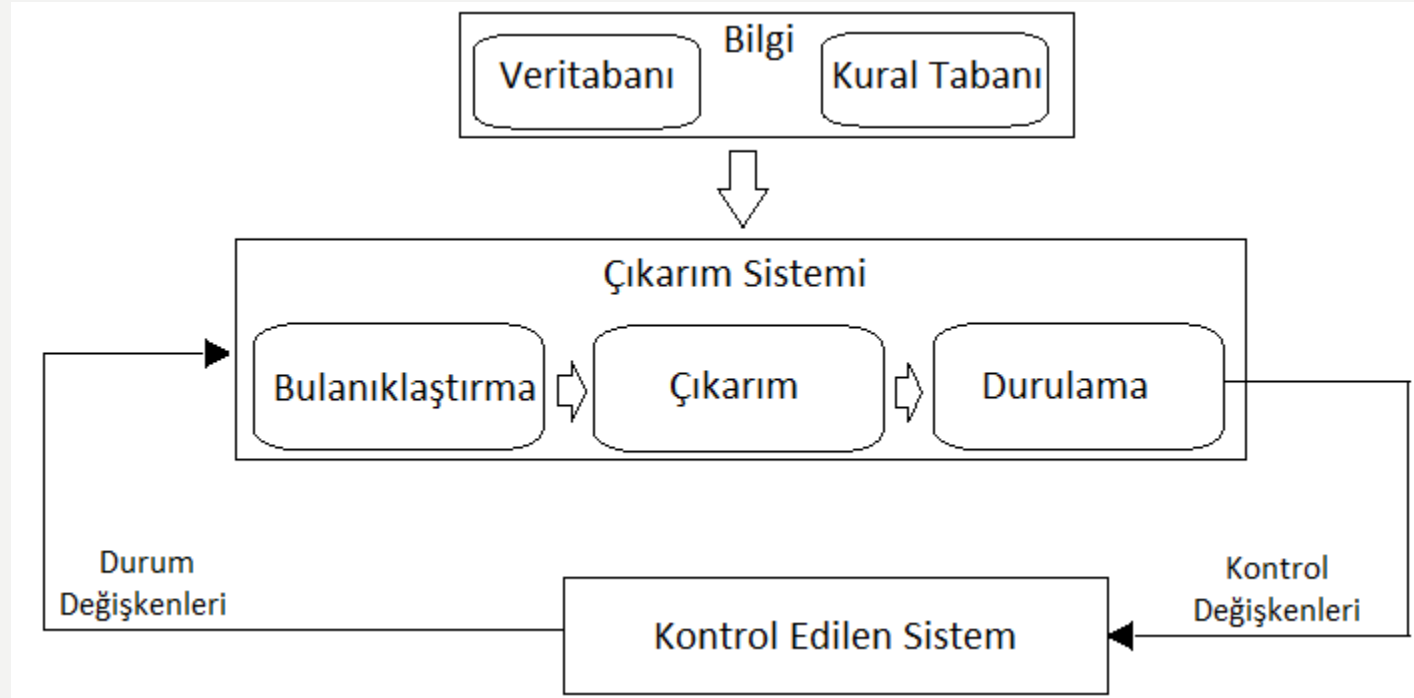
# İÇERİK

- Tanım
- Genel yapı
- Bulanık küme elemanları
- Normal bulanık küme
- Normalin altında bulanık küme
- Üyelik fonksiyonları
- Üyelik fonksiyonlarında sınır değerlerini belirleme
  - Sezgisel
  - Çıkarım
  - Puan sıralaması
- Bulanıklaştırma
- Alternatif notasyon
- Üyelik fonksiyonu formülü
- Durulama
  - Kullanılan metotlar
    - COA
    - COM
    - MOM
- Karşılaştırma için kriterler
- Bulanık modelin oluşturulmasında temel adımlar

# TANIM

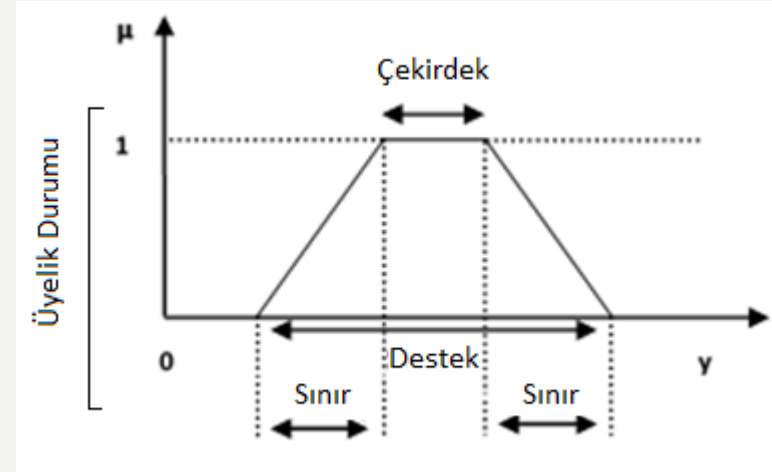
- Gerçek hayatta karşılaşılan problemler bulanık mantık'a uyarlanabilir problemlerdir.
- Bilgisayarlar ikili sistemde çalıştığı için Bulanıklık kabul etmezler.
- Temel Aşamalar
  - Bulanıklaştırma
  - Üyelik Fonksiyonları
  - Durulama
- Durulama ile bilgisayarın anlayacağı değerlere dönüştürülmelidirler.

# GENEL YAPI



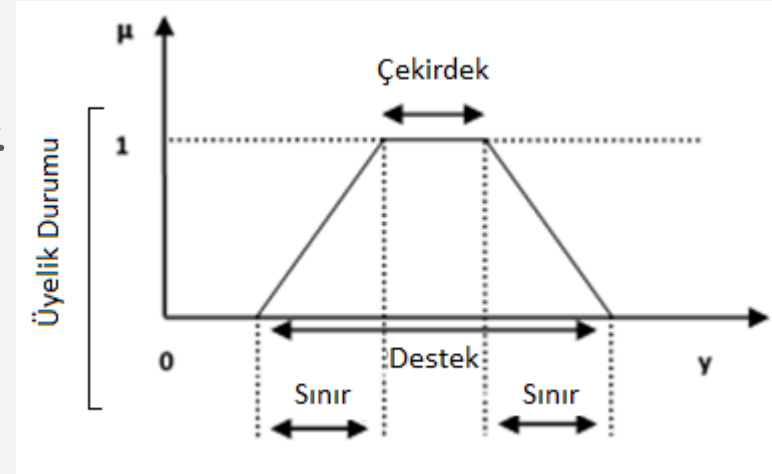
# BULANIK KÜME ELEMANLARI

- Çekirdek (Core)
- Destek (Support)
- Sınırlar



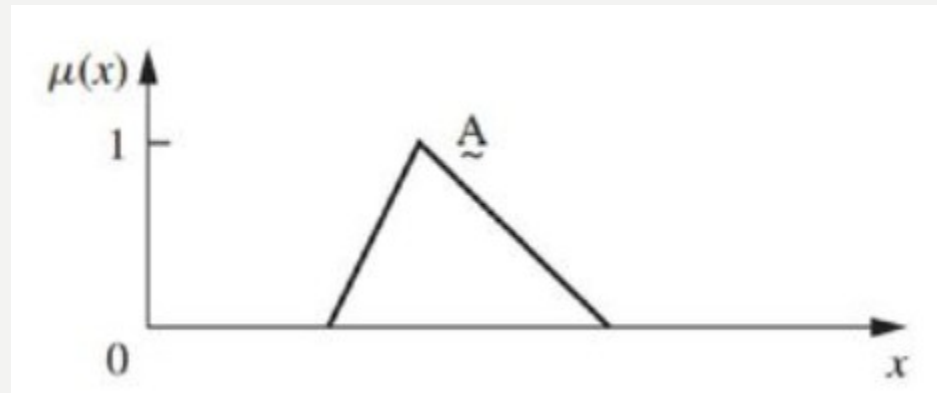
# BULANIK KÜME ELEMANLARI

- Çekirdek: Kümenin tam üyeliğe sahip olduğu yerdir.
- Destek: Üyelik derecesinin sıfır olmadığı bütün yerlerdir.



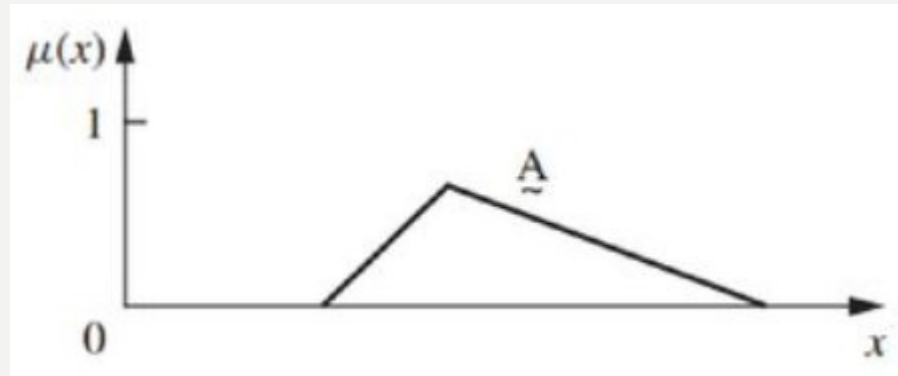
# NORMAL BULANIK KÜME

- Küme içerisinde en az bir elemanın üyelik derecesinin bir olduğu bulanık kümelere normal bulanık küme denir.



# NORMALİN ALTINDA BULANIK KÜME SUBNORMAL

- Kümenin hiçbir elemanının üyelik derecesi **bir olmayan** kümelere normalin altında bulanık küme denir.

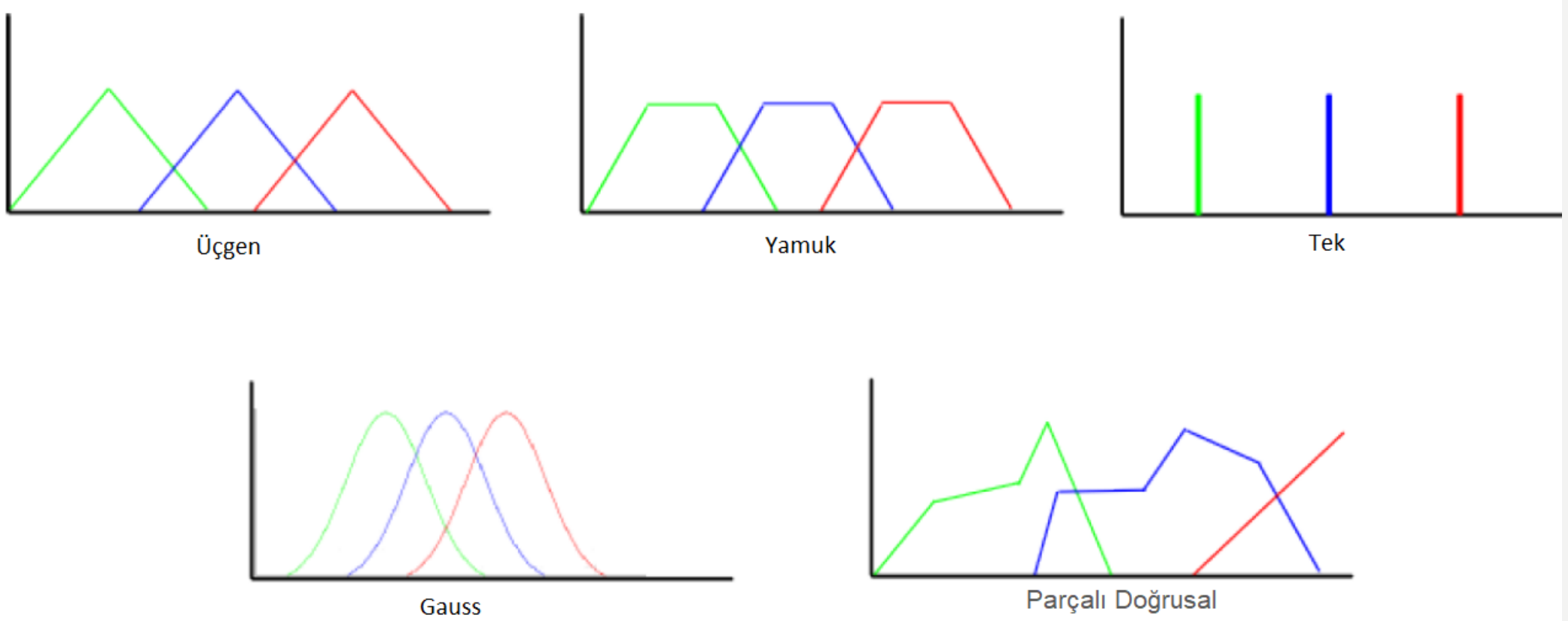




# ÜYELİK FONKSİYONLARI

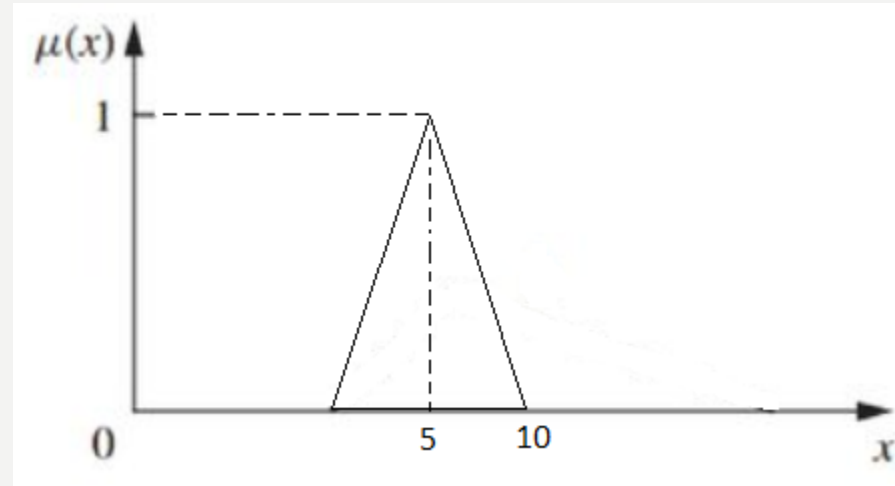
- Genelde kullanılan üyelik fonksiyonları
  - Üçgen (Triangular)
  - Yamuk (Trapezoidal)
  - Parçalı Doğrusal (Piecewise linear)
  - Gauss (Gaussian)
  - Tek (Singleton)

# ÜYELİK FONKSİYONLARI



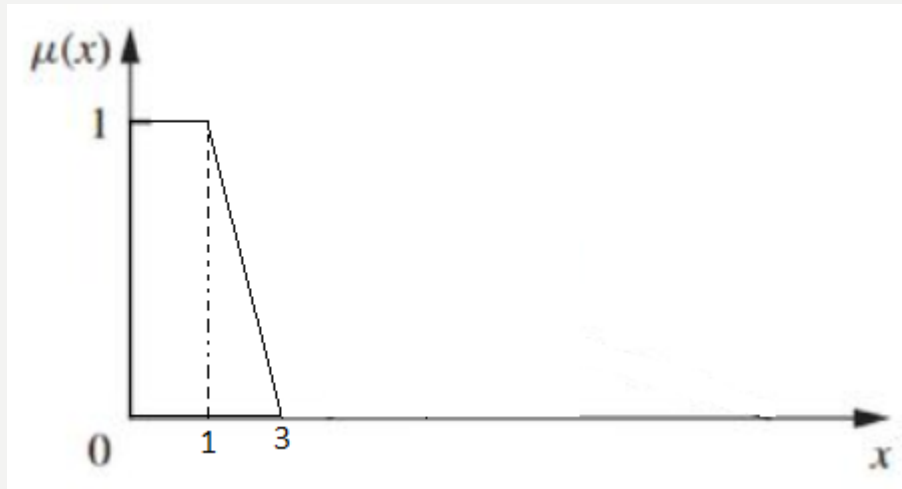
# ÜYELİK FONKSİYONLARI

- $(3,0)$   $(5,1)$   $(10,0)$  ile oluşan üçgen üyelik fonksiyonu

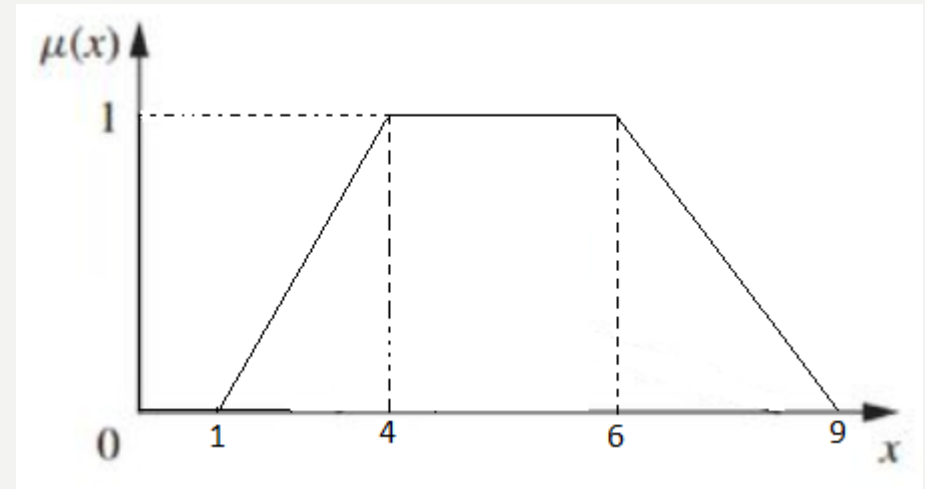


# ÜYELİK FONKSİYONLARI

- $(0,1)$   $(1,1)$   $(3,0)$  ile oluşan yamuk üyelik fonksiyonu



- $(1,0)$   $(4,1)$   $(6,1)$   $(9,0)$  ile oluşan yamuk üyelik fonksiyonu

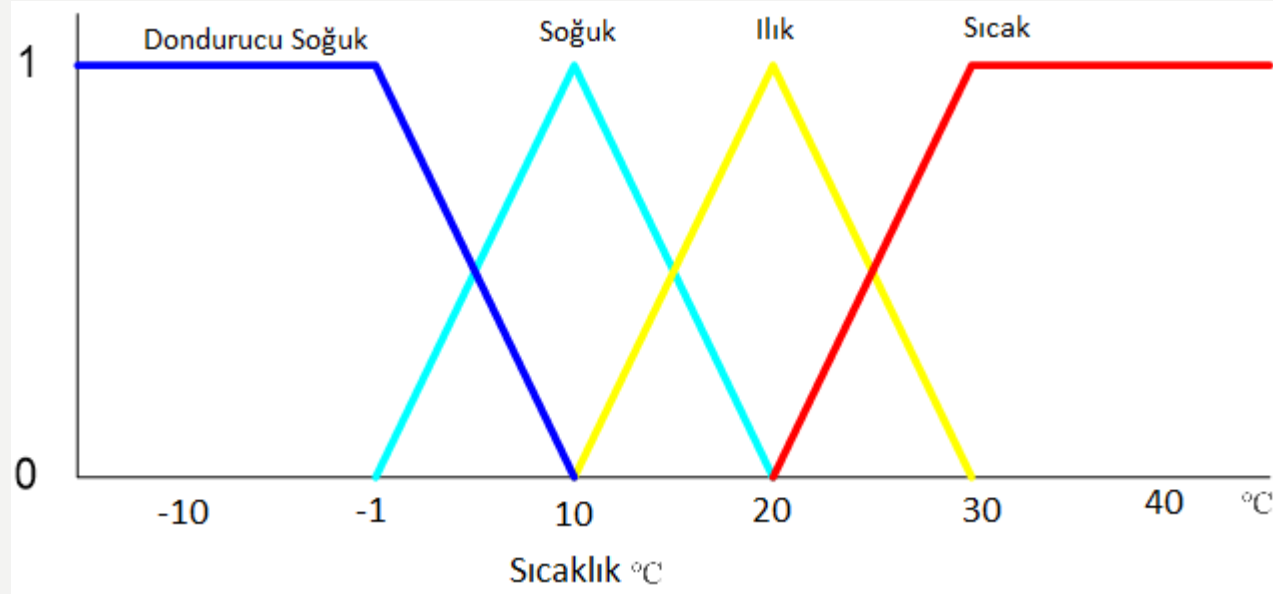


# ÜYELİK FONKSİYONLARINDA SINIR DEĞERLERİNİ BELİRLEME

- Değer atama sezgisel olabileceği gibi bazı algoritmik işlemleri de baz alabilir.
  - Sezgisel
  - Çıkarım
  - Puan Sıralaması
  - Sinirsel Ağlar
  - Genetik algoritma
  - Tüme varımsal akıl yürütme

# SEZGİSEL

- Kişinin kendi bilgisi doğrultusunda değerleri verme işlemidir.



# ÇIKARIM

- Bu yöntemde değerleri bilgi kullanarak elde ederiz.
- Örneğin geometrik şekiller üzerinde bir işlem yapılacaksa. Mesela üçgen, burada bilgi iç açıları toplamının 180 derece olmasıdır. Bu bilgiden 5 farklı üçgen türü çıkarılabilir.

– Yaklaşık sağ açılı üçgen (R)

$$\mu_R(A, B, C) = 1 - \frac{1}{90^\circ} |A - 90^\circ|$$

- Yaklaşık ikiz kenar üçgen (I)

$$\mu_I(A, B, C) = 1 - \frac{1}{60^\circ} \min \{ (A - B), (B - C) \}$$

– Yaklaşık eş kenar üçgen (E)

$$\mu_E(A, B, C) = 1 - \frac{1}{180^\circ} |A - C|$$

- İkiz kenar sağ açılı üçgen (IR)

$$\mu_{IR}(A, B, C) = \mu_{I \cap R}(A, B, C) = \min \{ \mu_I(A, B, C), \mu_R(A, B, C) \}$$

- Diğer üçgenler (diğerlerinin birleşiminin değili)

$$T = (R \cup I \cup E)^c = R^c \cap I^c \cap E^c$$

# ÇIKARIM ÜÇGEN ÖRNEĞİ

$$\mu(A, B, C) = \{80, 65, 35\}$$

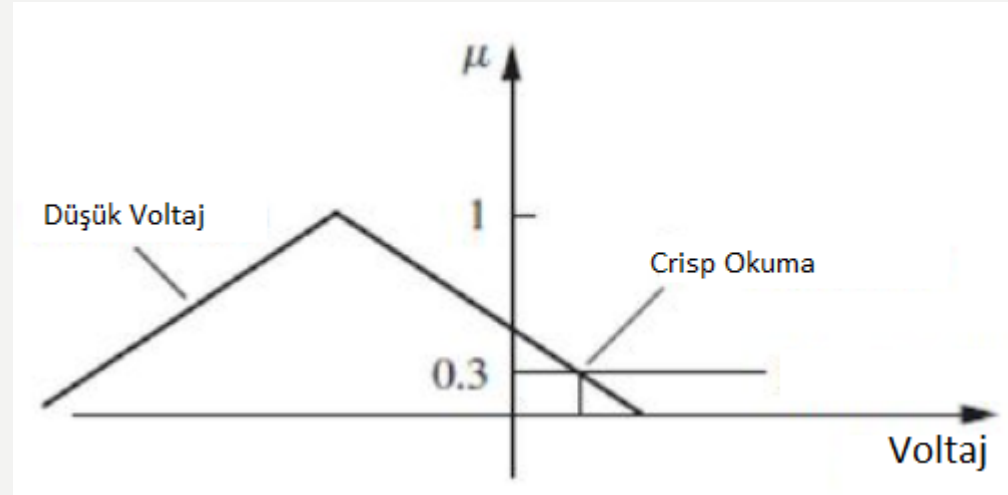


# PUAN SIRALAMASI

- Burada bir kurala göre puanlama yapılır. Bu bir anket olabileceği gibi ortalama, en yüksek değer gibi ifadeler de olabilir.
- Örnek olarak 1000 kişiye bir anket yapılıyor ve ikili renk tercihleri soruluyor.

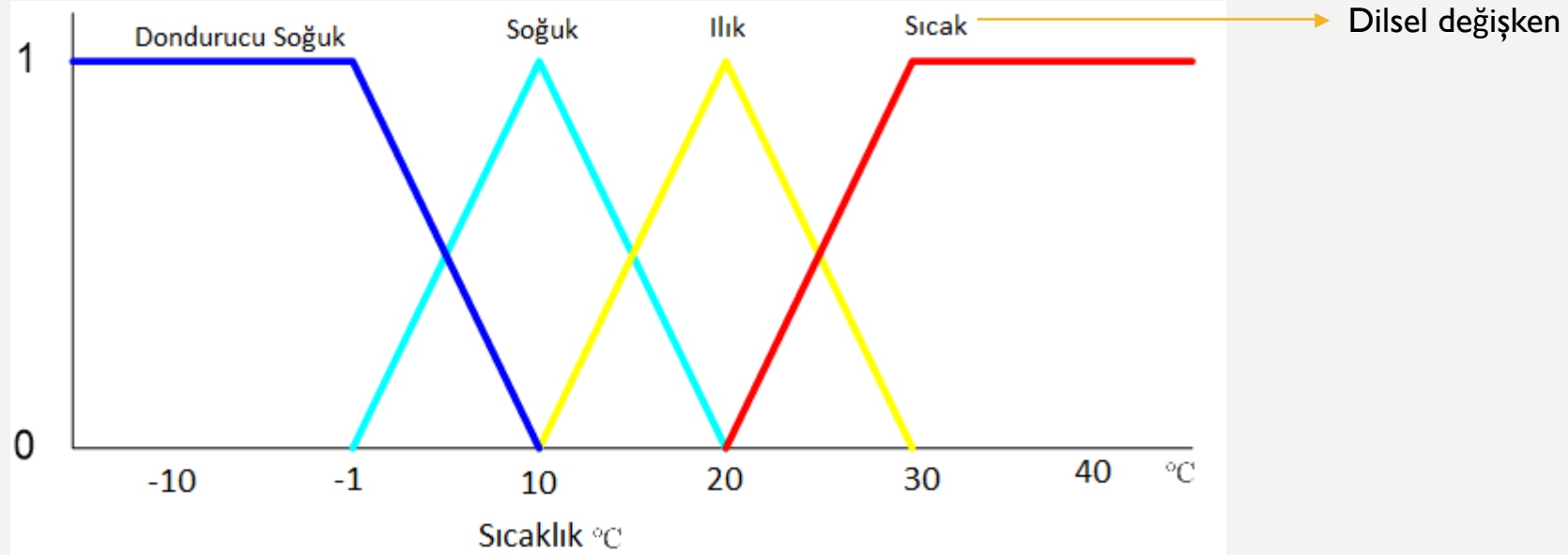
# BULANIKLAŖTIRMA

- Crisp ifadelere sahip bir durumu bulanıklaŖtırma iŖlemidir.
- Aslında karŖılaŖılan problemler her ne kadar crisp gibi görünse de bulanıklık içerirler.
- 2V Ŗeklinde okunan bir voltaj crisp kümede düşük olarak nitelendirildi.
- Peki 1.8V veya 2.2V ne olarak nitelendirilecektir?



# BULANIKLAŞTIRMA

- Sıcaklık verisinin üyelik fonksiyonu yardımıyla bulanıklaştırılması



# ALTERNATİF NOTASYON

- $X$  Ayrık

$$A = \sum_{x_i \in X} \mu_A(x_i) / x_i$$

- $X$  Sürekli

$$A = \int_X \mu_A(x) / x$$

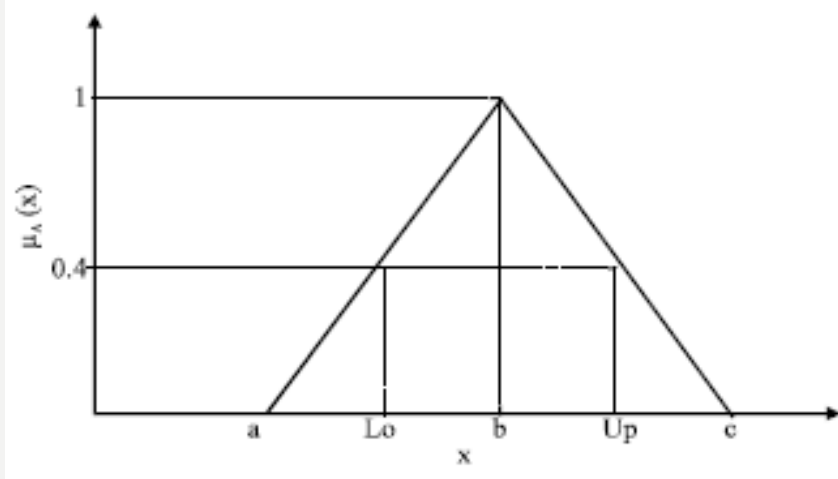
- Toplama ve integral sembolleri üyelik derecelerinin birleşimini ifade eder.
- $/$  işlemi sadece bir ayraçtır bölme işlemi değildir.

# ÜYELİK FONKSİYONU FORMÜLÜ

- Üçgen Üyelik Fonksiyon  $\text{trimf}(x; a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right)$
- Yamuk Üyelik Fonksiyon  $\text{trapmf}(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right)$
- Gauss Üyelik Fonksiyon  $\text{gaussmf}(x; c, \sigma) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2}$

# DURULAMA BULANIKLIKTAN ÇIKARMA

- Bulanık miktarı, kesin bir miktara ya da değere çevirme işlemidir.
- Örneğin bir makine belli bir sıcaklıkta duracaksa bu sıcaklığı kesin bir miktar olarak vermek gerekir.



$0.4 \lambda - Kesim$  örneği

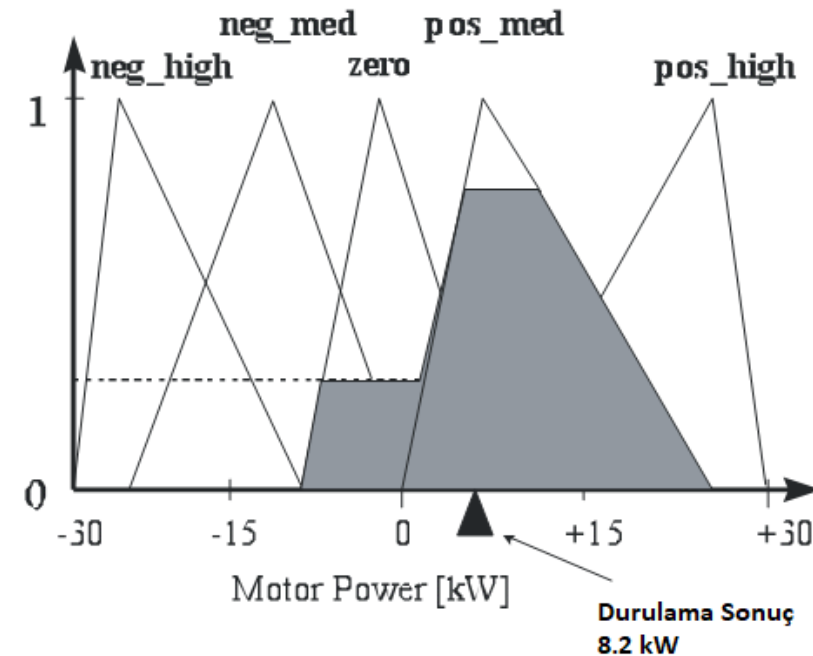
# DURULAMA KULLANILAN METOTLAR

- Center of Area (COA) (Center of Gravity diye de geçer) (COG)
- Center of Maximum (COM)
- Mean of Maximum (MOM)

# CENTER OF AREA (COA)

- Bileşimi alınmış alanın merkezini hesaplar.

$$u^* = \frac{\sum_{i=1}^N u_i \mu_{OUT}(u_i)}{\sum_{i=1}^N \mu_{OUT}(u_i)}$$

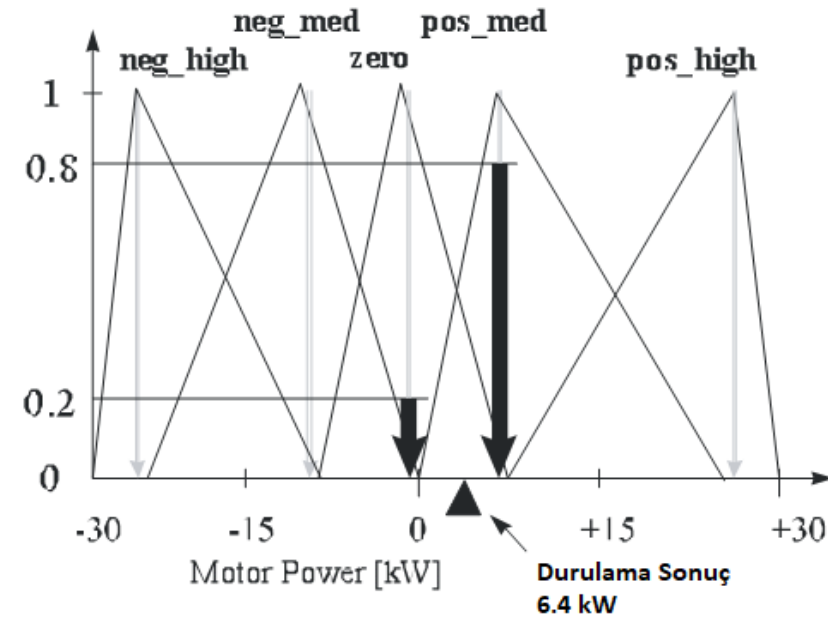




# CENTER OF MAXIMUM (COM)

- Aktif olan üyelik fonksiyonlarının zirve noktalarını alır. Daha sonra bunların merkezini hesaplar

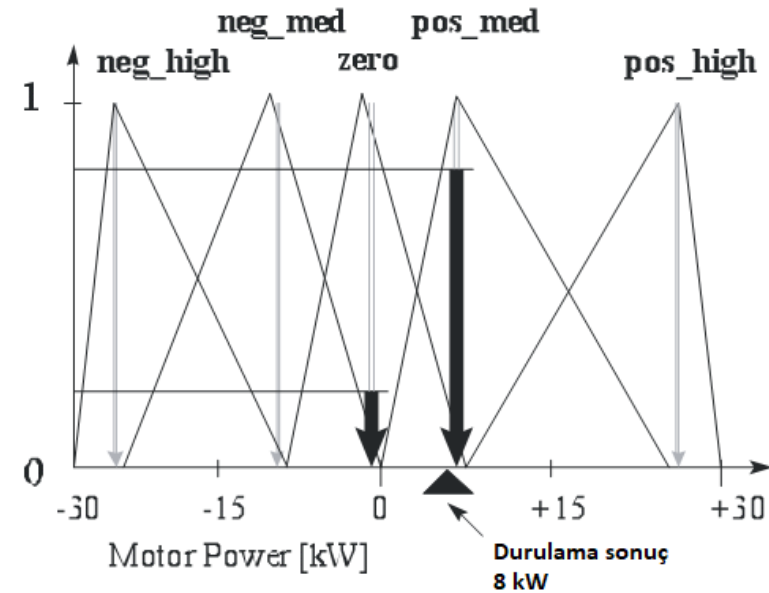
$$u^* = \frac{\sum_{i=1}^N u_i \cdot \sum_{k=1}^n \mu_{O,k}(u_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^n \mu_{O,k}(u_i)}$$



# MEAN OF MAXIMUM (MOM)

- Eğer üyelik fonksiyonun birden çok zirve noktası varsa bu durumda MOM kullanılır.

$$u^* = \sum_{m=1}^M \frac{u_m}{M}$$



# HANGİSİ KULLANILMALI?

- Eğer üyelik fonksiyonları üçgen ve yamuk'tan oluşuyorsa COM veya MOM gibi yüksekliğe dayalı metotlar iyi bir seçim olabilir.
- Fakat model Gauss gibi üyelik fonksiyonları içeriyorsa COA'nın kullanılması önerilmektedir.

# KARŞILAŞTIRMA İÇİN KRİTERLER

- Süreklilik
- Belirsizlik içermeme (Bütün üyelik fonksiyon kombinasyonlarında crisp çıktı üretme)
- Makul çıktı
- Bilimsel karmaşıklık içerme

# HANGİ UYGULMAYA HANGİ DURULAMA METODU?

- Kapalı döngü kontrolleri : **Süreklilik** önemli
- Örüntü tanıma : MOM kullanılabilir. Çünkü nesneleri sınıflandırma yaparak tanımak isteyen biri **makul çıktı** olmasını isteyecektir.
- Karar Destek : Kararın içeriğin bağlı olarak değişir sayısal (nicel) kararlarda COM önerilirken, nitel kararlarda MOM önerilmektedir.

# BULANIK MODELİN OLUŞTURULMASINDA TEMEL ADIMLAR

1. Girdilerin sınırlarını ve isimlerini tanımla
2. Çıktıların sınırlarını ve isimlerini tanımla
3. Her bir girdi ve çıktı için üyelik fonksiyonunu oluştur.
4. Kuralları tanımla
5. Durulama metodunu belirle
6. Sistemi bir bütün haline getir.

# KAYNAKLAR

- Ross, Timothy J. Fuzzy logic with engineering applications. John Wiley & Sons, 2005.
- Nguyen, Hung T., and Elbert A. Walker. A first course in fuzzy logic. CRC press, 2005.
- Dubois, Didier J. Fuzzy sets and systems: theory and applications. Vol. 144. Academic press, 1980.
- Bishop, Christopher M. "Pattern recognition and machine learning, 2006." 60.1 (2012): 78-78.