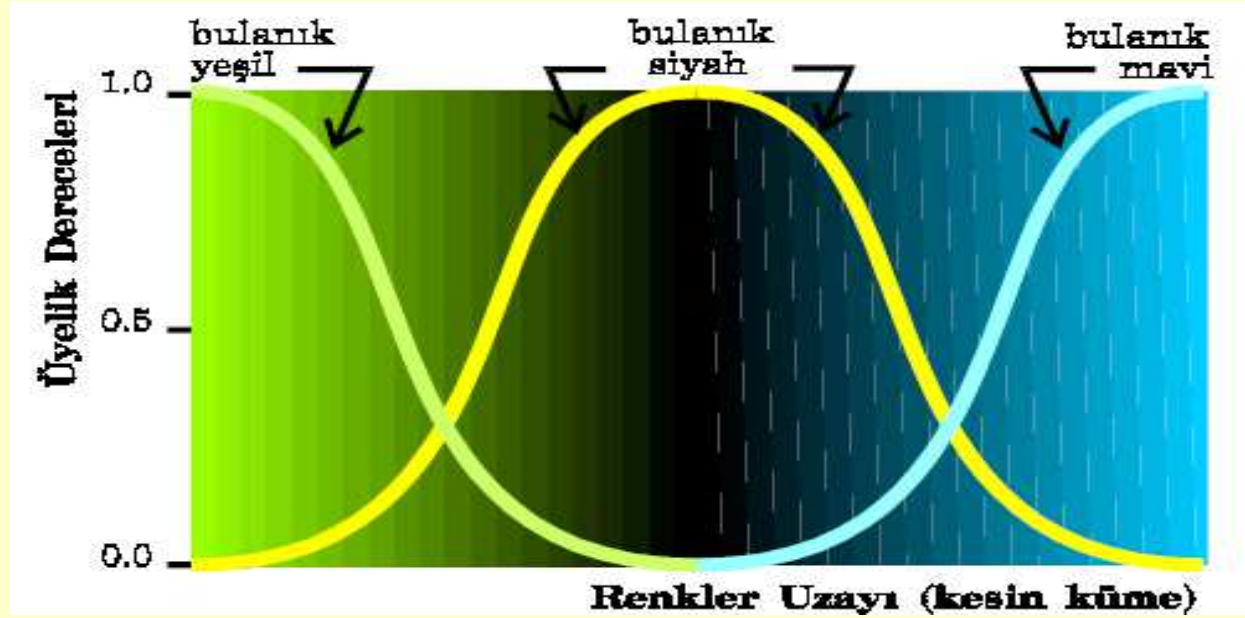


# TEMEL KAVRAMLAR

- “**Bulanık**” kelimesi, “kesin (net) olmayan, karışık, belli belirsiz” 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.



- Üzüm suyunun şaraba dönüşme sürecini ele alalım. Üzüm suyu şaraba dönüştürülürken, arada şıra vs. gibi formlardan geçmektedir. Üzüm suyunun şıradan sonra alacağı form, şaraba daha yakın olacaktır ve şarabın nerede başlayıp başlamadığı bu bulanıklıktan tam bilinemez.
- Renklerin birbirinden ayırt edilmesinde de aynı güçlük vardır. Sarı ile açık sarı veya turuncu arasındaki sınır nereden geçer? Bu sınırın net bir yeri yoktur.

# BULANIK MANTIK

- Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı, ilk kez 1965' te Prof. Lotfi A.Zadeh 'in makalesiyle duyulmuştur.
- 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 & Klasik Mantık

- Klasik (ikili) mantık, iki doğruluk değeri olan (1 veya 0, var veya yok, doğru veya yanlış) bir mantık sistemidir ve üçüncü bir durumun gerçekleşmesinin imkânsız olduğu varsayılır. Ayrıca, ikili mantıkta kesin verilerden söz edilir.
- Bulanık mantık, ikili mantığın ele alamadığı bulanık hadiseleri de içine alacak şekilde daha geniş bir uygulama sahasına sahiptir.
- **Bulanıklaştırılan parametreler;**
  - Hız parametresi; Düşük, Orta ve Yüksek
- **Bulanıklaştırılmayan parametreler;**
  - Turist; Yerli-Yabancı → dilsel (linguistik) değişkenler

# Bulanık Mantık & Klasik Mantık -II

- Bulanık mantık, günlük hayatta sıkça kullanılan belirsiz sözel ifadeleri sayısal olarak tanımlamaya da elverişlidir.



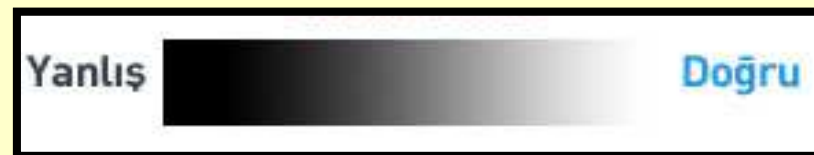
- İkili mantık yaklaşımı ile bu belirsiz ifadeleri gerçeğe yakın biçimde tanımlamak çok zordur. Fakat bulanık mantık ile bu kelimeler kolayca ve fazla ilave bilgiye ihtiyaç duyulmadan tanımlanabilir.

# Bulanık Mantık & Klasik Mantık -III

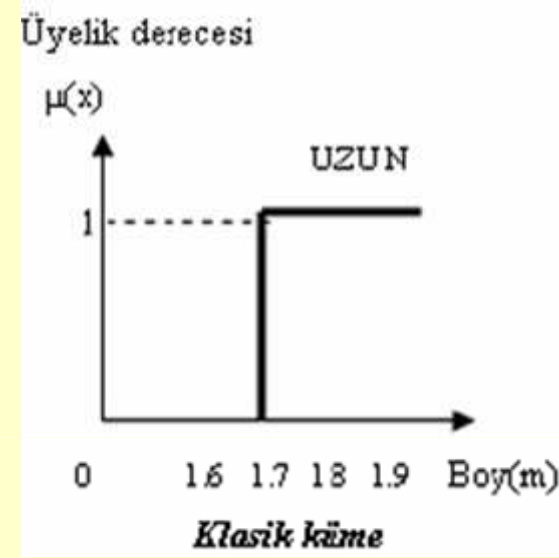
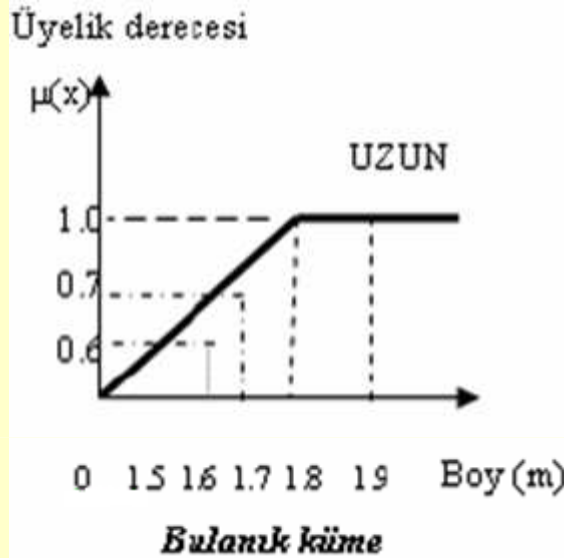
- Klasik mantıkta, bir eleman bir kümeye aittir ya da değildir. Yani aitliğe göre üyelik değeri 1 ya da 0 olur.
  - Mehmet **zayıftır**.  $\rightarrow 1$
  - Mehmet **zayıf değildir**.  $\rightarrow 0$



- Bulanık mantıkta da ölçeklendirme (derecelendirme) vardır.
  - Mehmet **çok** zayıftır.  $\rightarrow 0,98$
  - Mehmet **biraz** zayıftır  $\rightarrow 0,20$



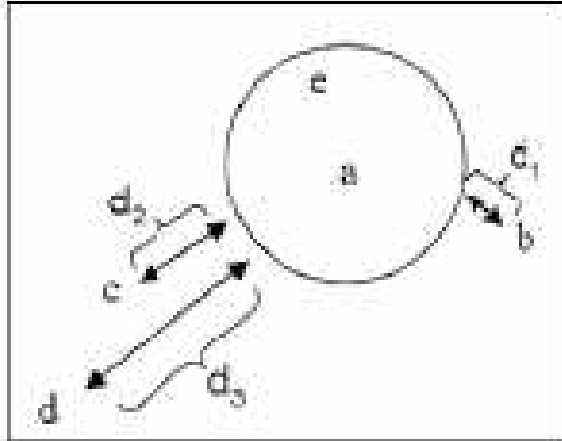
# Bulanık Küme & Klasik Küme



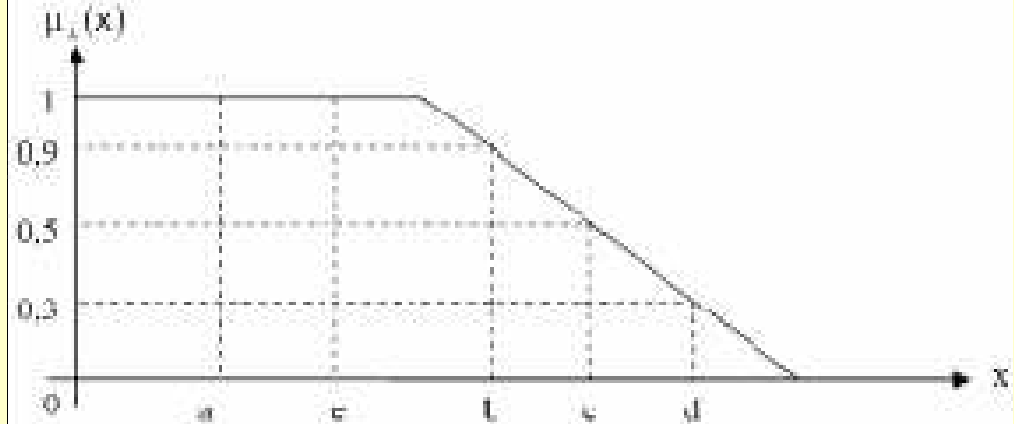
- Klasik mantık keskin çizgilerle ayrılır.
- Uzun kümesi için 1.7 m sınır kabul edilirse Mehmet uzundur, çünkü boyu 1.71 m' dir.
- 1.69 m olan birisinin uzun kümesine girmemesi ve normal kümesinde olması ne kadar doğrudur?

# Bulanık Küme & Klasik Küme - II

Hedefe yapılan atışlar



Yapılan atışlara ilişkin üyelik fonksiyonu grafiği



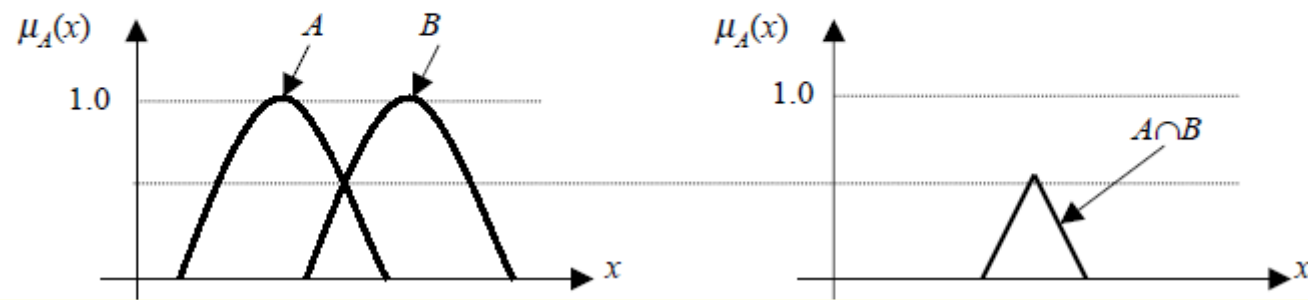
- Atışlar yapıldıktan sonra hedef incelendiğinde klasik küme teorisine göre a ve e atıcıları dışındaki tüm atıcılar “kötü” alıcı olarak sınıflandırılacaktır. Böylece b ve d atıcıları arasındaki fark göz ardı edilmiş olacaktır.
- Bulanık küme teorisi ile sonuçlar, atıcıların yaptıkları atışların hedef daireye olan uzaklıkları göz önüne alınarak belirleneceği için daha adil bir değerlendirilme yapılmış olacaktır.



# Bulanık Küme İşlemleri

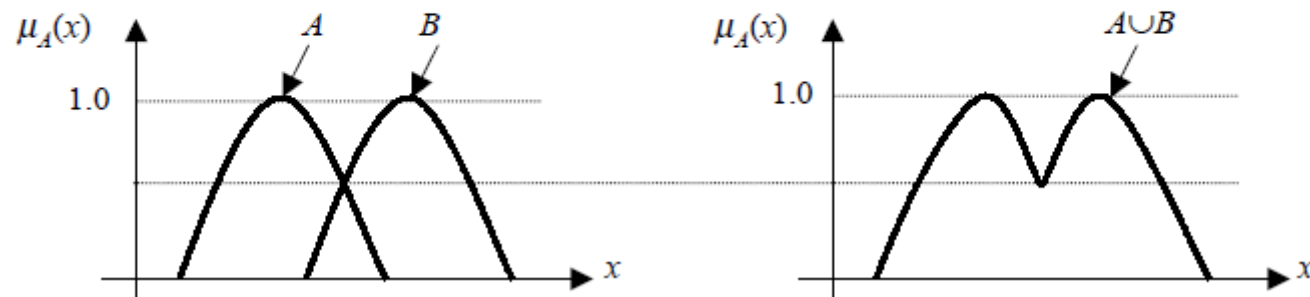
## KESİŞİM (VE) :

$$\forall x \in X \text{ için } \mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$



## BİRLEŞİM (VEYA) :

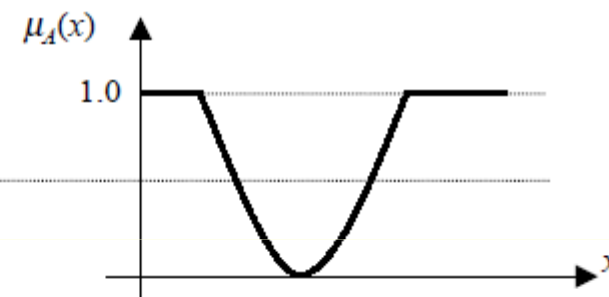
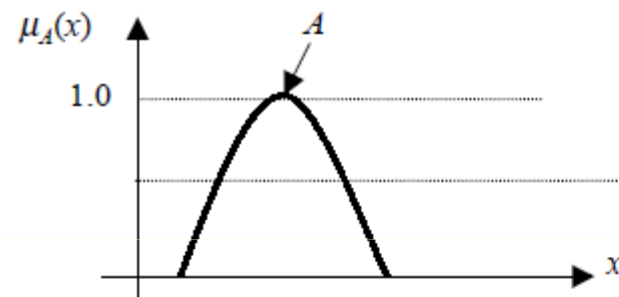
$$\forall x \in X \text{ için } \mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$



# Bulanık Küme İşlemleri -II

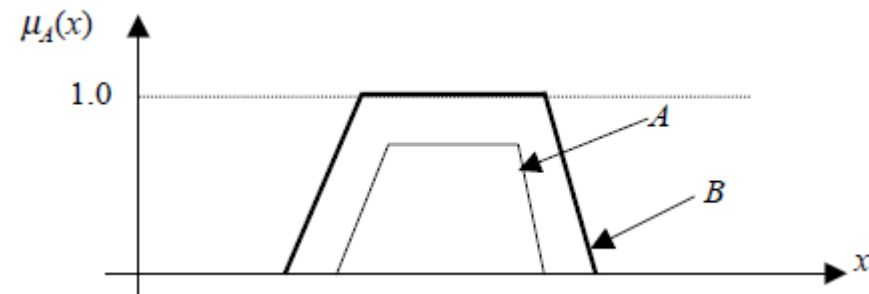
## BULANIK KÜMENİN TÜMLEYENİ :

$$\forall x \in X \text{ için } \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$



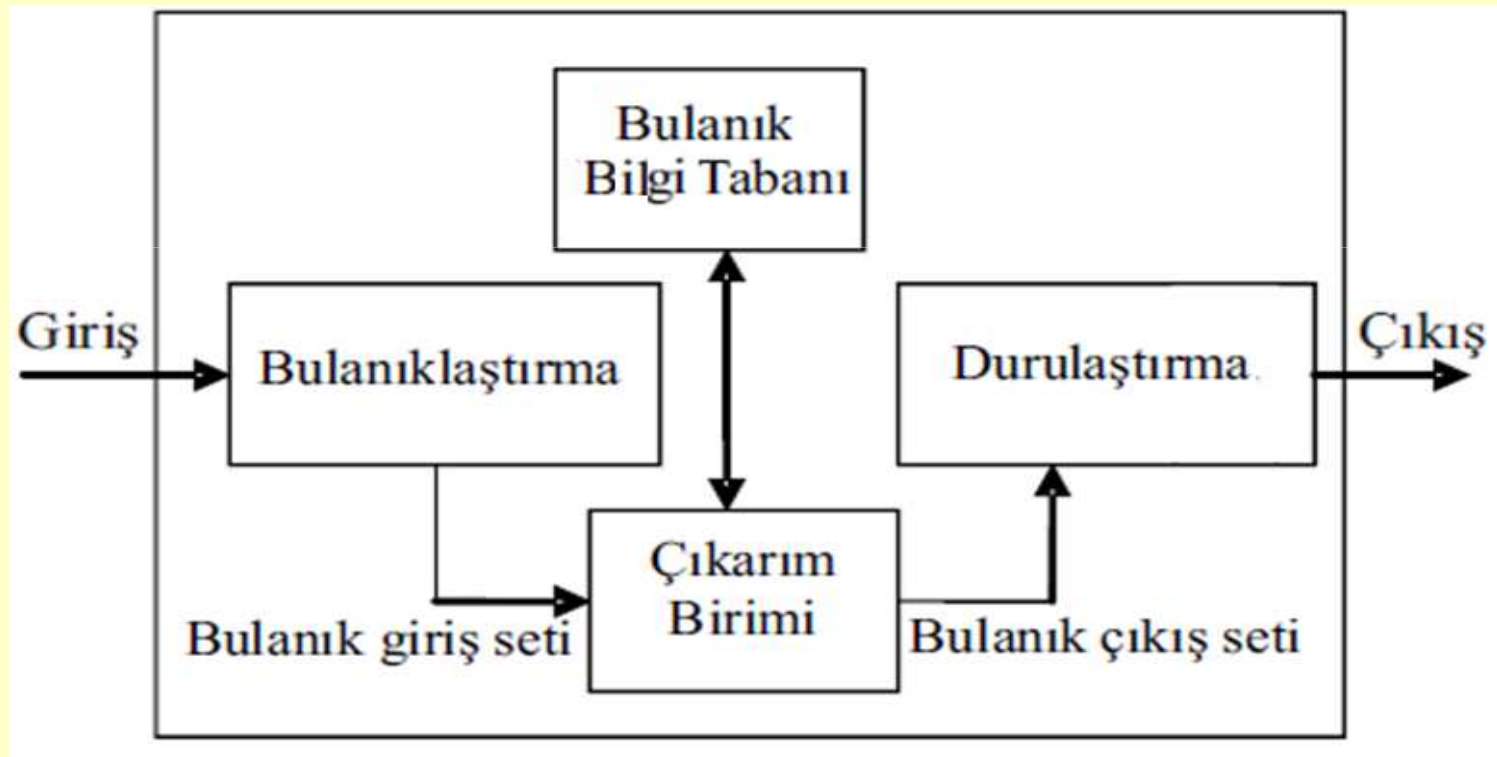
## İÇERME VEYA ALTKÜME :

$$\forall x \in X \text{ için } \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ ise } A \subseteq B$$



# Bulanık Sistem ve Çalışma Yapısı

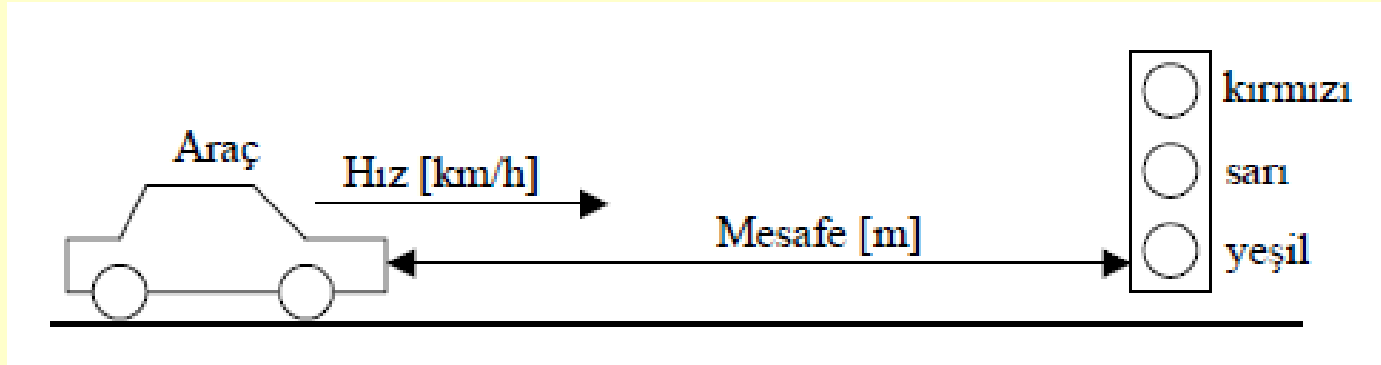
Bulanık Sistem; çoklu girdileri, kural tabanı ve çıkarım birimi ile işleyerek çıktı haline dönüşmesini sağlar.



# Bulanık Sistemin 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.

# Bilgi Tabanı

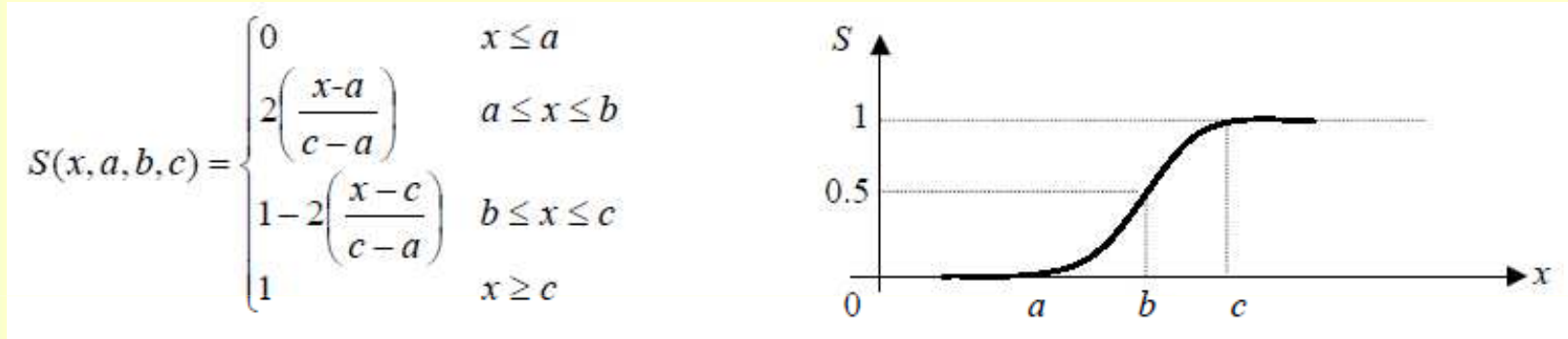


- **Eğer** ışık kırmızı ve hız yüksek **ise** fren yap
- **Eğer** ışık kırmızı, hız düşük ve kavşak uzak **ise** hızı koru
- **Eğer** ışık sarı, hız orta ve kavşak uzak **ise** fren yap
- **Eğer** ışık yeşil, hız çok düşük ve kavşak çok yakın **ise** hızlan

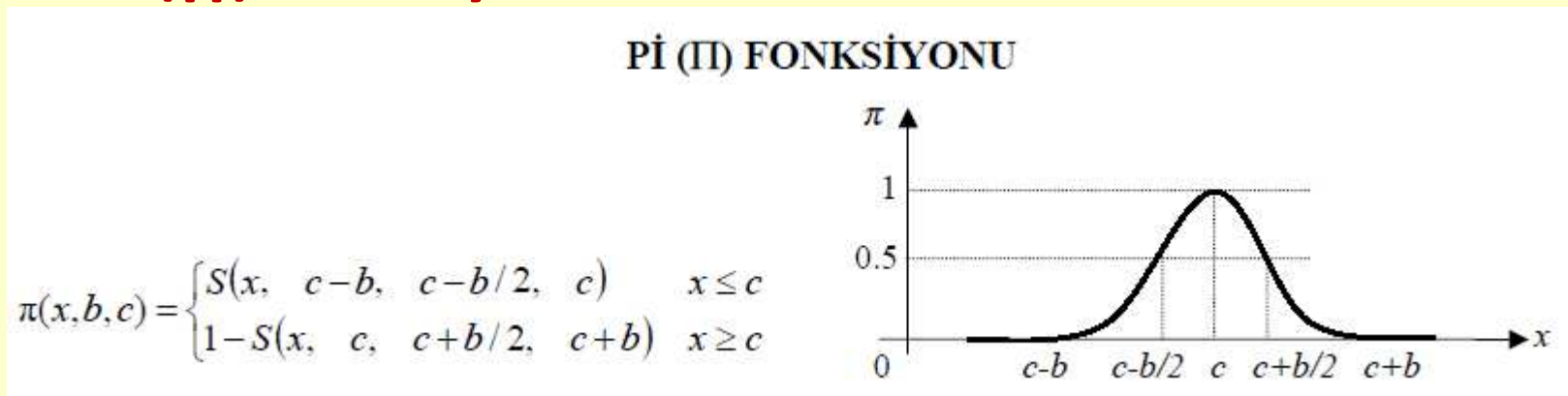
# Bulanıklaştırma (Fuzzification) İşlemleri

## --- Üyelik Fonksiyonları ---

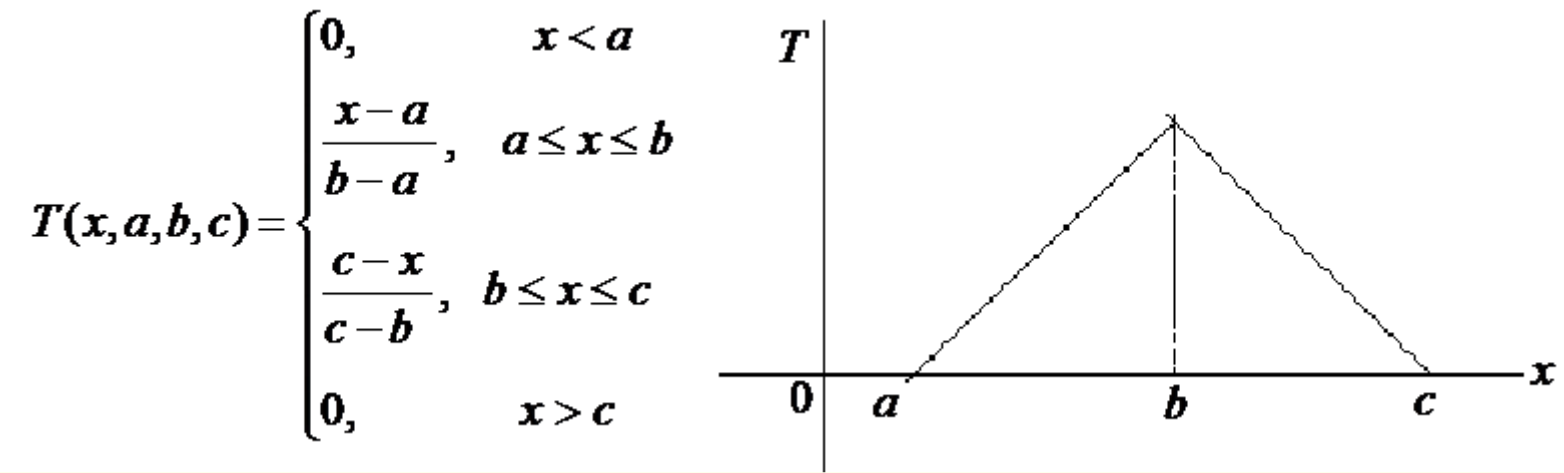
- **S(Sigmoidal) Fonksiyon-**



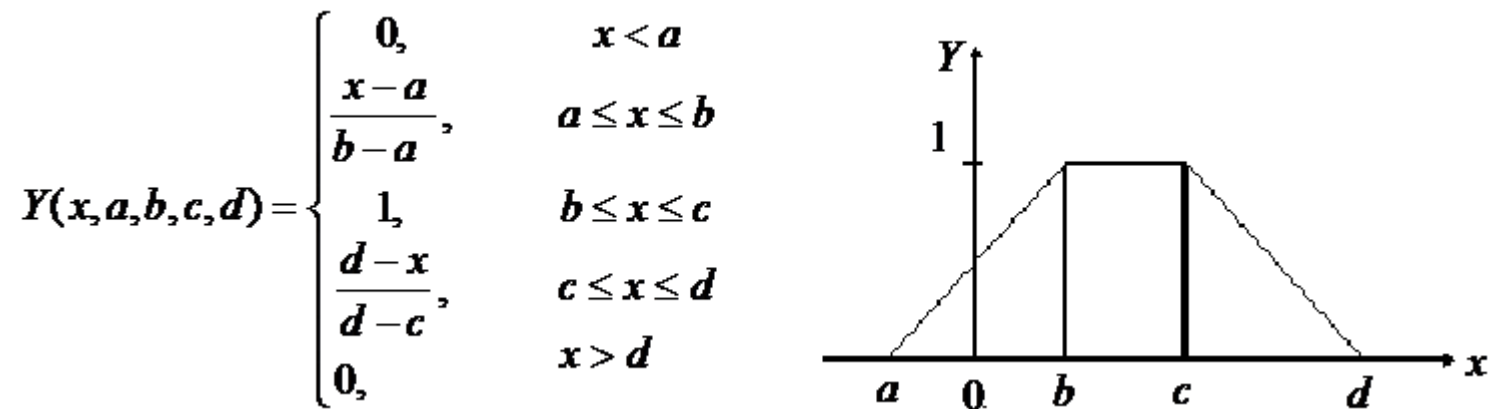
- **Pi (Π) Fonksiyonu**



- Üçgensel Üyelik Fonksiyonu

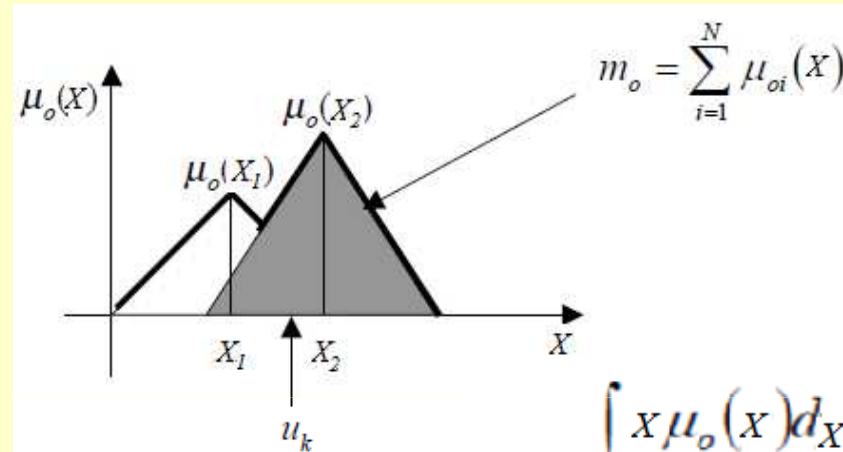


- Yamuk Üyelik Fonksiyonu



# 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

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

- .....



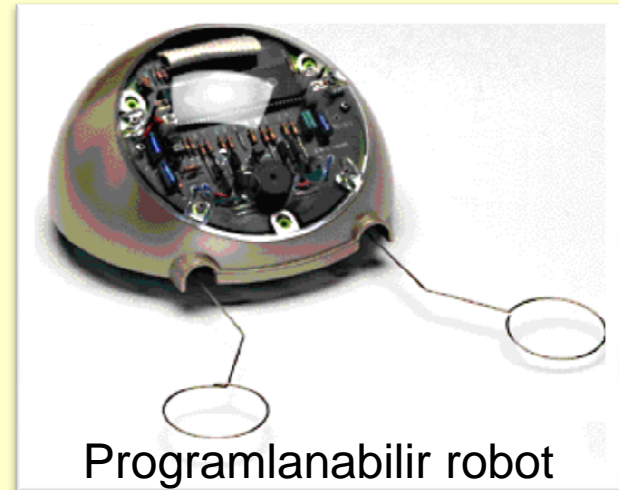


# Neden Kullanılır??

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

# UYGULAMA ALANLARI

- 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
- .....

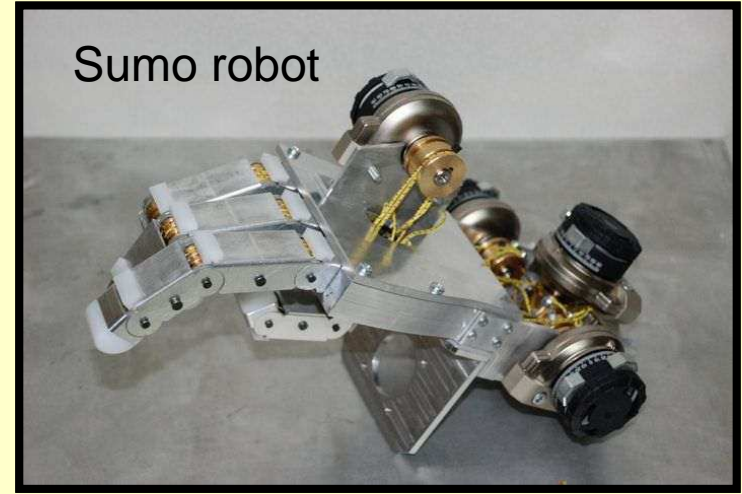


# UYGULAMA ÖRNEKLERİ

ÜRÜN	BULANIK MANTIĞIN İŞLEVİ
SLR Fotoğraf Makinesi	Ekranda 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 kilitlenmeden 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



Kan Basıncı – Tansiyon  
Ölçüm Cihazı



Sumo robot



Sendai Metrosu - Japonya



Çamaşır Makinesi