



# BULANIK MANTIK ile KONTROL

Ders-1





- Bulanık mantık, modern bilgisayarın dayandığı olağan "doğru veya yanlış" (1 veya 0) Boolean mantığı yerine "doğruluk derecelerine" dayanan bir hesaplama yaklaşımıdır.
- Bulanık mantık, kesin olmayan veya belirsiz bilgi ile çalışmak için kullanılan bir matematiksel modeldir. Bu model, kesin olmayan veya belirsiz bilgiyi doğru bir şekilde ele almak için tasarlanmıştır. Bu, birçok gerçek dünya uygulamasında kullanışlıdır, çünkü çoğu zaman, özellikle insani kararlarla ilgili olduğunda, belirsizlik vardır.



- İlk olarak 1965 yılında, California Üniversitesi öğretim üyelerinden, aslen Azerbaycan'lı Prof. A. Lotfi Zadeh tarafından kullanılan bulanık mantık, temelde çok değerli mantık (multivalued), olasılık kuramı, yapay zeka ve yapay sinir ağları alanları üzerine oturtulmuş olup, olayların oluşum olasılığından çok olabilirliğiyle ilgilenen bir kavramı tanımlamaktadır.



Bulanık mantık 'ın kurucusu, Lütü Zade, tam adıyla Lütü Rahim oğlu Askerzade (Bakü 4 Şubat 1921) dir.

Lütü Zadeh; Azerbaycan asıllı matematik ve bilgisayar biliminde çalışan bulanık mantık teorisinin temelini atan bilim adamıdır. Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley'nin Elektrik Mühendisliđi ve Bilgisayar Bilimleri fakültesinde profesör olarak görev yapmaktadır.

Üniversite öğrenimini bitirdikten daha sonra 1942 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ne gidip orada Boston'daki Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde Elektrik Mühendisliđi yüksek lisans eğitimini, ardından New York'ta Columbia Üniversitesinden 1949 yılında doktora eğitimini tamamladı.



Bulanık küme teorisinin ortaya atılmasından sonra Zadeh, 1973'de yayınladığı notlarında bulanık küme teorisinin en iyi yaklaşıkla **insan karar verme sistemini modelleyebilecek yapıda olduğu** fikrini ileri sürmüştür. Lütfi Zadeh 2017 yılında hayatını kaybetmiştir.

Geçen zaman içerisinde bulanık kontrolün dayandığı bulanık mantığın, insan düşünme yapısına ve dilsel (linguistic) değişkenlerine klasik mantıktan çok daha yakın olduğu kabul edilmiştir.

# Bulanık Mantık kavramını kısaca açıklamak gerekirse:





## AŞAMALI BİR TANIM YAPALIM.

1. Gerçek dünya çok net ve açık tanımlamalar yapmak için fazlasıyla karmaşıktır. Bundan dolayı bir yaklaşıklık (bulanıklık) yapmak zorunluluğu vardır.
2. Gerçek sistemler için önemli bilgiler iki kaynaktan elde edilir:
3. **Birinci kaynak; insan tecrübesi,**
4. **İkinci kaynak ise ise sensör ölçümleri ve fiziksel kanunlardan çıkarılan matematiksel modellerdir.**
5. Hedef, bu iki bilgi kaynağını entegre ederek sistem tasarımı yapmaktır.



6. Bu entegrasyonu oluşturmak için insan tecrübesini ve bilgisini, matematiksel modele ve sensör ölçümlerine göre nasıl formüle edilebileceğini saptamak anahtar problemdir.
7. Diğer bir deyişle sorun, **insan bilgisinin ve tecrübesinin nasıl formüle edileceğidir.**
8. Bulanık mantık sistemleri (BMS), sayısal verileri ve dilsel ifadeleri harmanlayarak sistemlerin çözümlenmesini sağlayabilir.
9. **BMS karmaşık (doğrusal olmayan) bir sistemin matematiksel tanımını bilmeden kontrol etmeyi kolaylaştıran bir tekniktir.**



Şimdi biraz somut örneklerden bahsedelim:



For Example - Speechworks  
speechworks.net



- Klasik Mantıkta her önerme ya «**1**» ya da «**0**»'dır. Yani ya «**doğru**»'dur ya da «**yanlış**»'tır. Bir kesinlik vardır.
- Bulanık Mantığın temeli olan Bulanık Kümeler teorisine göre: üyelik fonksiyonları, sadece "0" ya da "1" değerini almak yerine "0" ile "1" arasındaki herhangi bir değeri alabilir.



- Örneğin, uzunluk ölçüsü açısından bir insana 1.70 cm'nin altında ise "kısa boylu", 1.70 cm'nin üstünde ise uzun boylu dersiniz bu klasik mantık oluyor. Ama 1.65 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur, 1.67 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur, hatta 1.60 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur.
- Bu şekilde derecelendirirseniz Bulanık Mantığa girmiş olursunuz.



Başka bir örnek:

24 saati gece ve gündüz diye ikiye ayırırsınız. Ama bu kat'i yani kesin değildir.

Çünkü akşam karanlığı tam karanlık değildir, sabah aydınlığı tam aydınlık değildir.

Bunlar ışık yoğunluğuna göre derecelendirilebilir. Bu da, bir Bulanık Mantığı tanımlar.



- Klasik Mantık, bir şeyin "doğru" veya "yanlış" olup olmadığı ile ilgilenir. Tanımlamayla uğraşmaz. İki değerli mantıktır.
- Bulanık Küme teorisi tanımlama yapar.

Bulanık Mantık teorisinde "doğruluğun" dereceleri vardır, "yanlışlığın" dereceleri vardır.

Bu nedenle de bulanık mantık, "**çok değerli mantık**" olarak tanımlanabilir.



- Mantık insanlar tarafından veya insanların kültürleri tarafından ortaya çıkartılır.
- Mantık kültürden kültüre değişir. Bu nedenle "mutlak doğru" veya "mutlak yanlış" gibi iki değerli mantık önermeleri Bulanık mantık teorisi tarafından reddedilir.

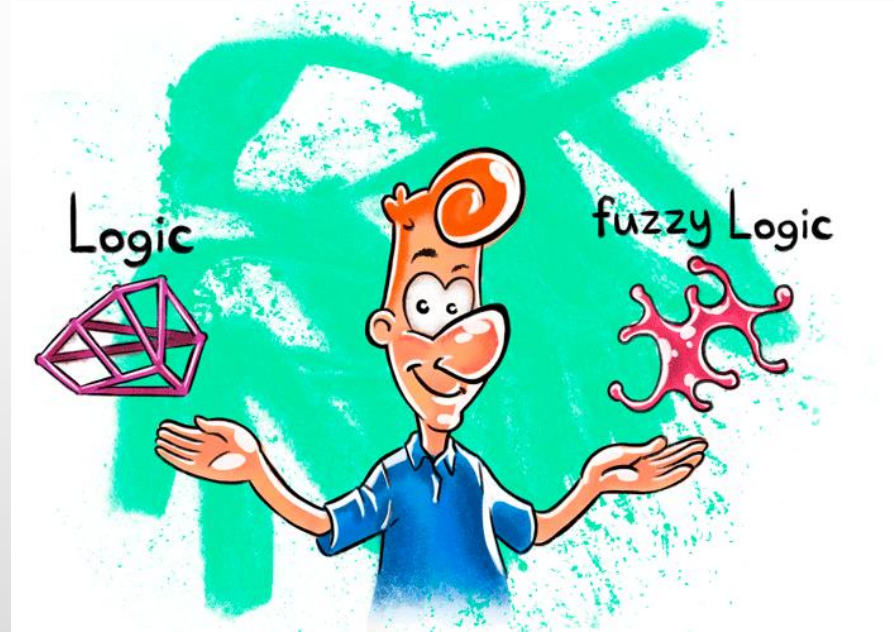


Bulanık mantık olasılık yüzdeleri ile aynı şeyi ifade etmemektedir.

Olasılıklar bir şeyin olup olamayacağını ölçer. Bulanık mantık ise bir olayın ne dereceye kadar olduğunu, bir koşulun ne dereceye kadar var olduğunu ölçer.

Yüzde 30 olasılıkla hava serin olacak önermesi serin hava olasılığını dile getirir. Fakat sabah hava % 30 serin, %20 ılık önermesi hava bir dereceye kadar serin aynı zamanda da değişen derecelerde ılık ve sıcak demektir.

# KLASİK ve BULANIK KÜMELERE ÜYELİK KAVRAMI



<http://self-knowing.com/wp-content/uploads/2016/12/104.png>



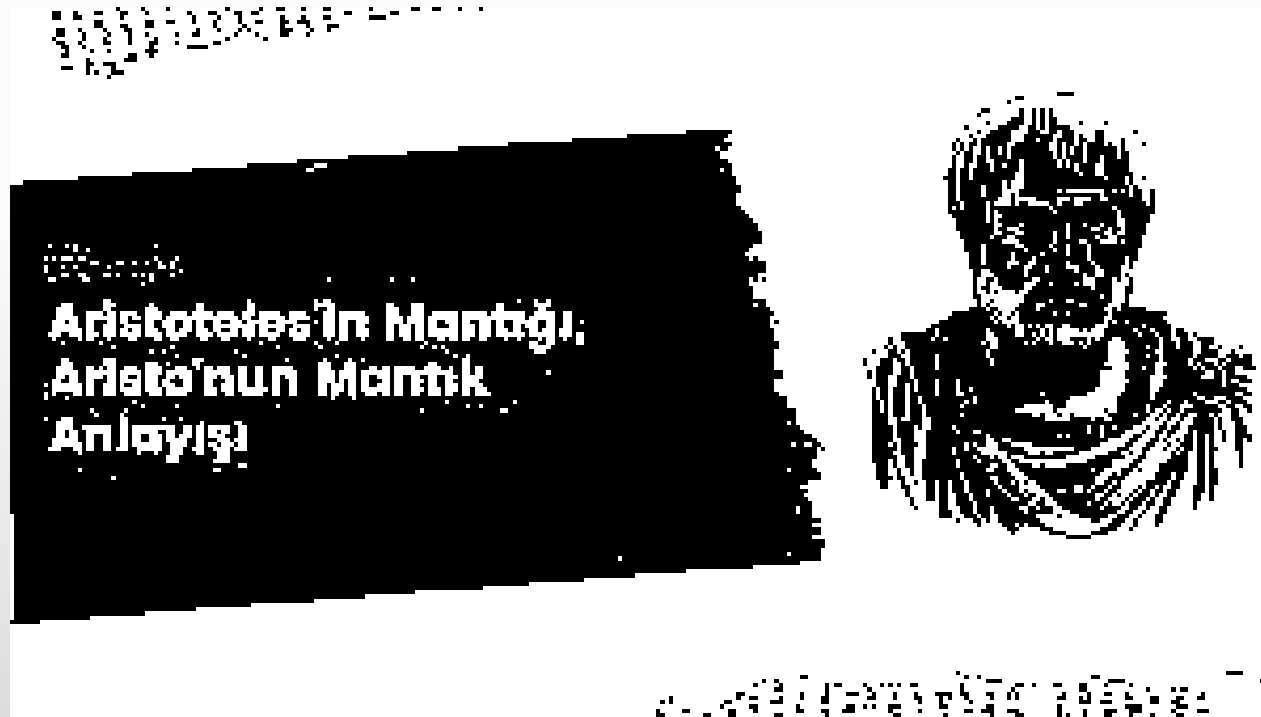


- Bulanık mantık, iki temel bileşenden oluşur: bulanık kümeler ve bulanık kurallar. Bulanık kümeler, ele alınan problemin özelliklerini temsil eden matematiksel kümelerdir. Örneğin, bir nesnenin rengi, sıcaklığı veya büyüklüğü gibi özellikler birer bulanık küme olarak ele alınabilir.
- Bulanık kümeler, birim aralığı  $[0,1]$  içinde bulunurlar ve ele alınan özelliğin derecesini temsil ederler. Bu dereceler, "tamamen doğru" (1.0) ve "tamamen yanlış" (0.0) arasında herhangi bir yerde olabilir. **YANI KISMİ ÜYELİK DURUMU SÖZ KONUSUDUR.** Örneğin, bir nesnenin "çok büyük" olduğunu belirtmek için, bu nesnenin «çok büyük» kümesine %80 (0.8) veya %90 (0.9) değerinde üye olduğunu söyleyebiliriz.

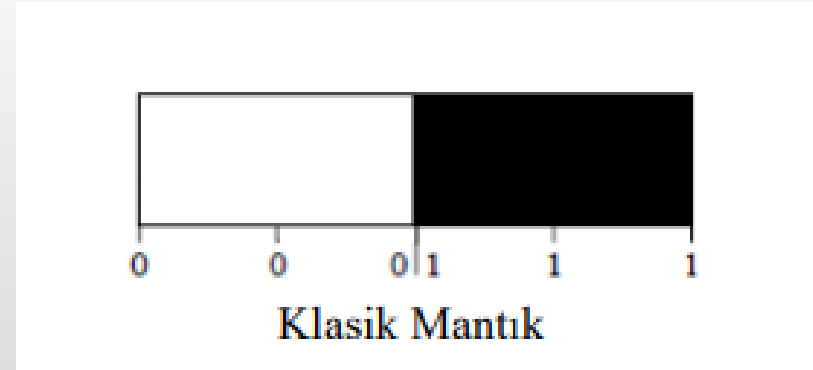


- Bulanık kurallar, if-then (EĞER - İSE) biçiminde DİLSEL (LINGUISTIC) ifadelerdir ve «**EĞER** bu özellik doğru İSE, o zaman bu sonuç doğrudur" gibi mantıklı ifadeleri temsil ederler.
- Örneğin, "**EĞER** bir nesne çok büyük **İSE**, o zaman ağırdır" gibi bir bulanık kural olabilir.

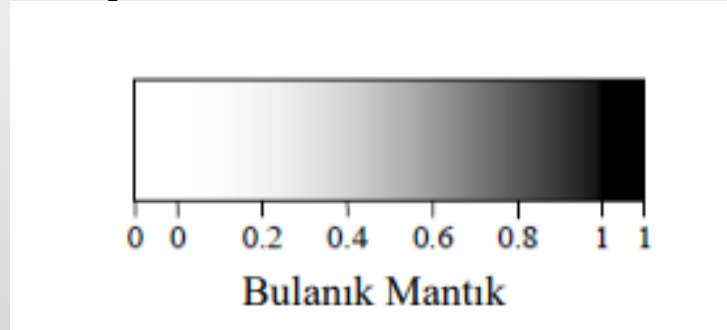
- Şimdi **Klasik Küme** Mantığına bir göz atalım:



- Klasik küme kuramında bir nesne o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Hiçbir zaman **kısmi üyelik** olamaz.
- Nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin elemanıdır, 0 ise elemanı değildir.
- Başka bir ifade ile klasik kümelerde elemanların üyelikleri yalnızca 0 ve 1 değerlerini alır.

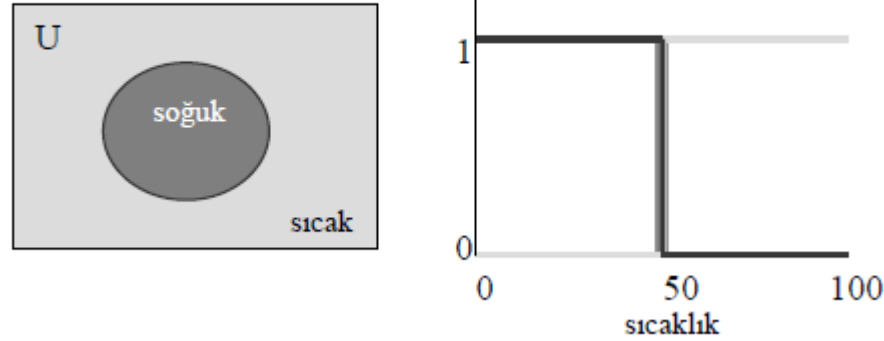


- Bulanık kümeler (fuzzy sets), klasik kümelerden farklı şekilde küme elemanlarının **kısmi üyeliğine** de izin verir. Bulanık kümeleri oluşturan elemanların alabileceği üyelik dereceleri  $[0, 1]$  kapalı aralığındaki bütün reel sayılardır. Bir elemanın A bulanık kümesine olan üyelik derecesini belirlerken, klasik kümelerde olduğu gibi 2 seçeneğe değil, çok daha fazlasına sahip oluruz. Öyle ki, 0 ve 1 aralığında sonsuz reel sayı bulunduğu için, teorik olarak bir elemanın alabileceği sonsuz farklı üyelik derecesi vardır diyebiliriz.
- Örneğin üyelik derecesi 0 ise nesne kümenin elemanı değildir, 1 ise kümenin tam elemanıdır.
- Ara değerlerde ise nesne kümenin kısmen elemanıdır. Kısmi üyeliğin başlaması demekse, aynı zamanda kısmen üye olmama durumunun da başlaması anlamına gelir.

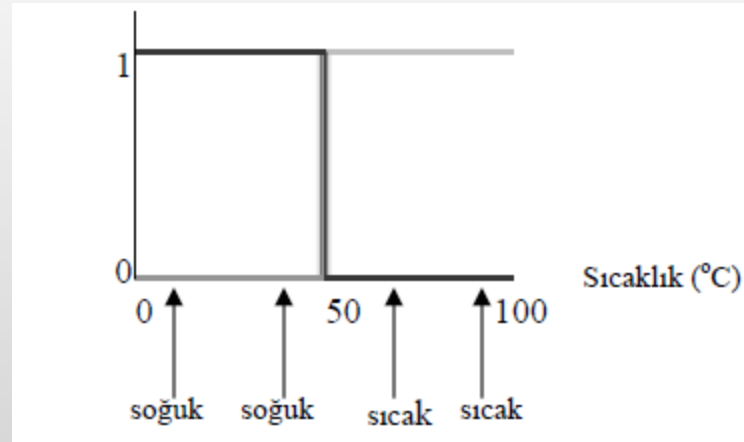


# KLASİK MANTIK için SICAKLIK ÖRNEĞİ

Bir odanın sıcaklığı klasik küme teorisi kullanılarak karakterize edilmiştir. Açıkça görüldüğü üzere klasik teoride 50 derecenin üstündeki sıcaklıklarda havanın sıcak, altında ise havanın soğuk olduğu sonucu çıkmaktadır. Üyelik değeri 1 ya da 0'dır.



Herhangi bir sıcaklık soğuk kümesinin ya üyesidir ya da değildir.



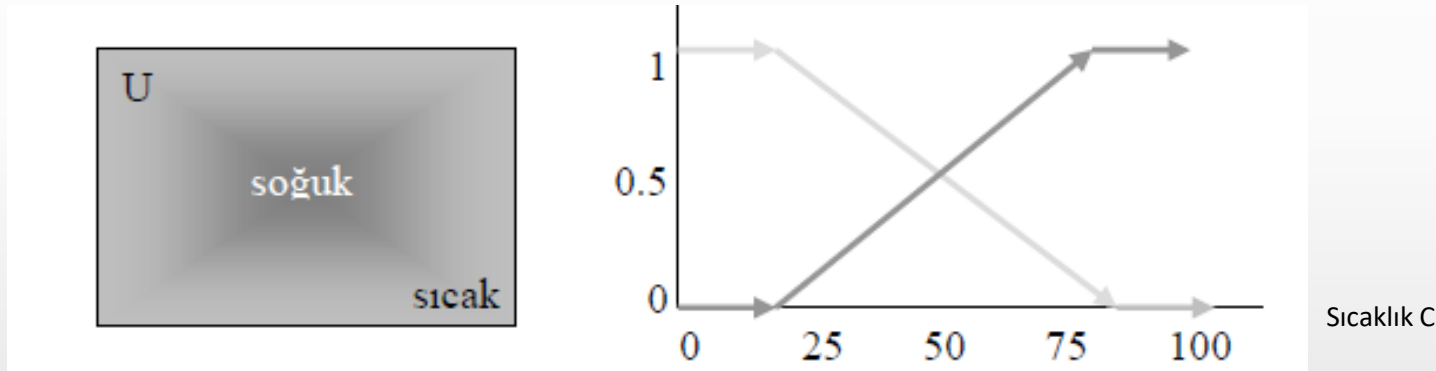


# BULANIK MANTIK için SICAKLIK ÖRNEĞİ

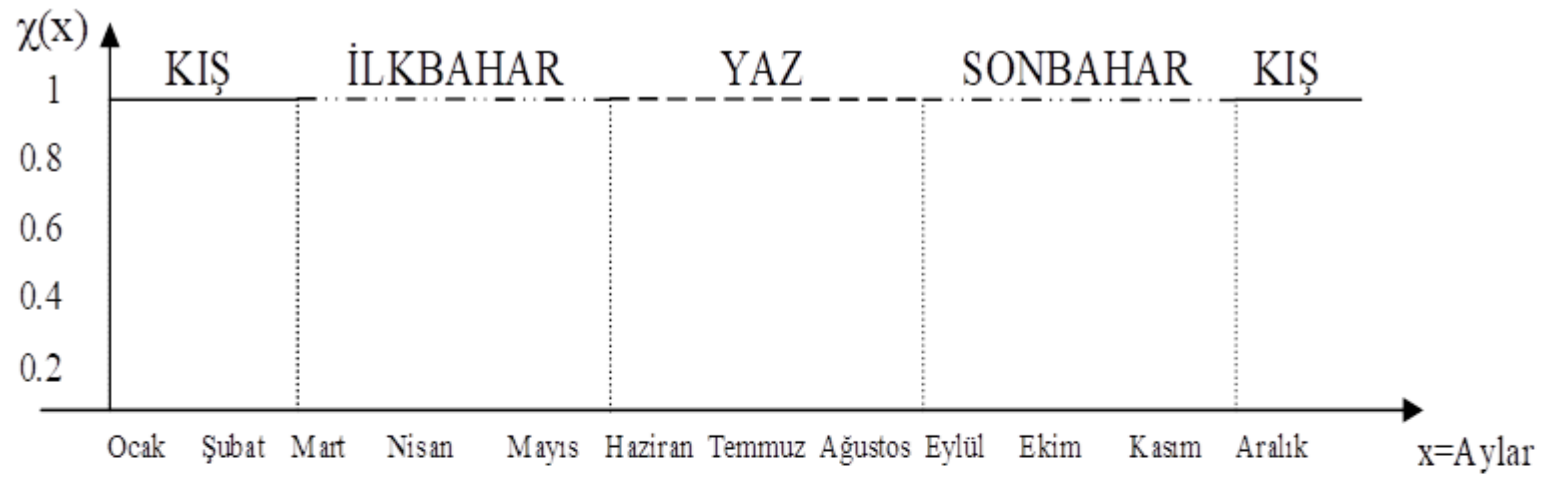
Günlük hayatta ise çok soğuk, soğuk, ılık, çok sıcak gibi kavramlar kullanılmaktadır.

Bu kavramlar arasındaki geçiş klasik mantıktaki gibi bu kadar keskin değildir. Bu doğal olayları bulanık kümelerle daha doğru karakterize etmek mümkün olmaktadır.

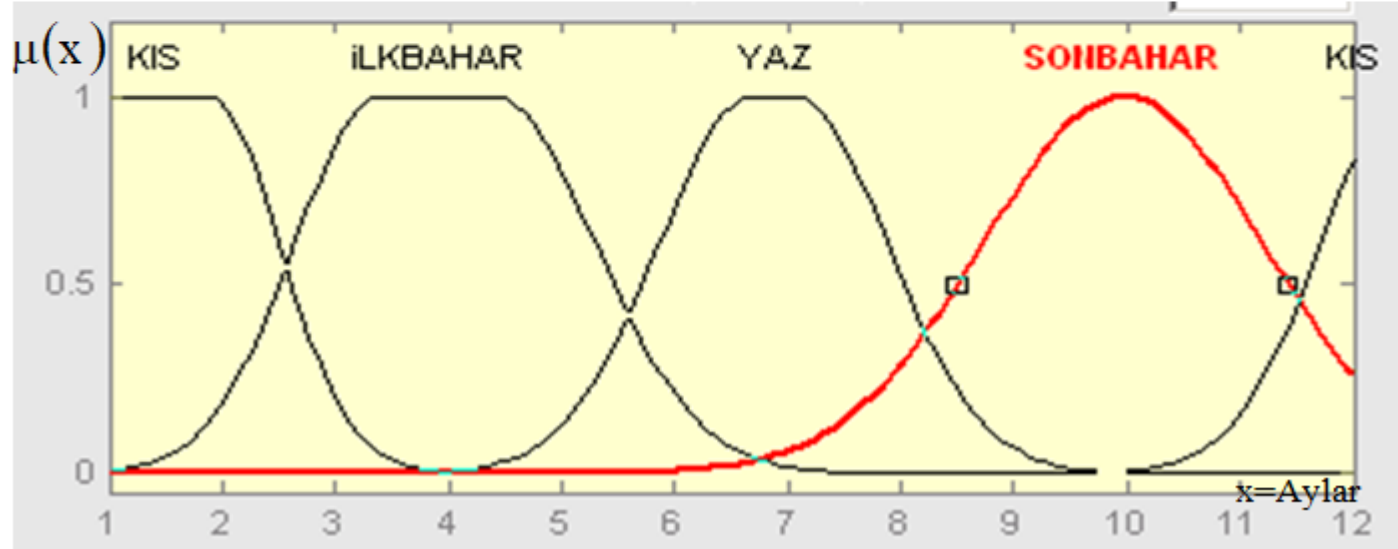
Aşağıda aynı bilgi bulanık kümesi ile karakterize edilmiştir.



Herhangi bir sıcaklık değeri hem soğuk kümesine hem de sıcak kümesine ait olabilir. Üyelik değeri 1 ile 0 arasındadır.



Aylar ve ait oldukları mevsimlerin klasik küme ile gösterimi

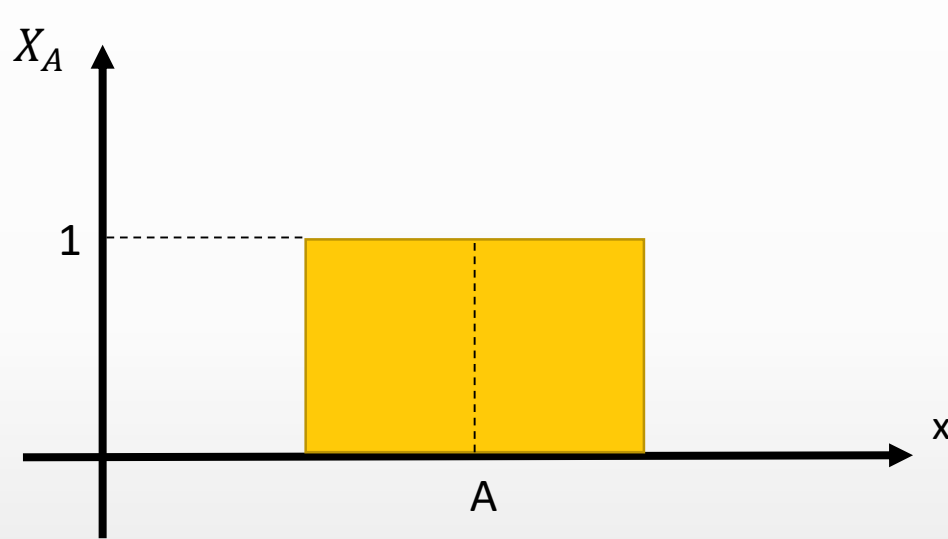


Aylar ve ait oldukları mevsimlerin bulanık küme ile gösterimi

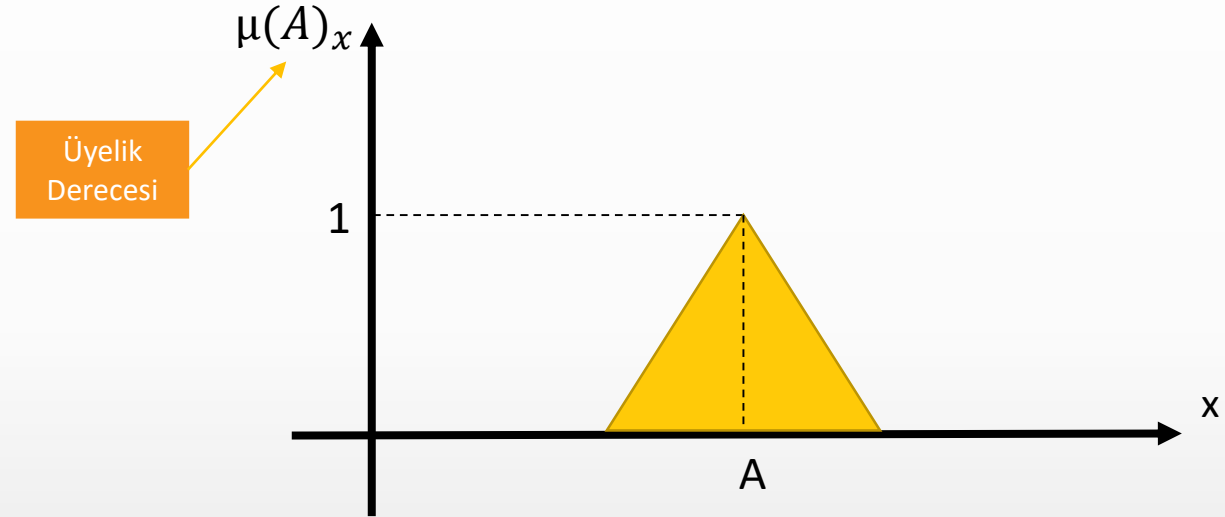


# KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

## Bulanık Kümeler ve İşlemleri



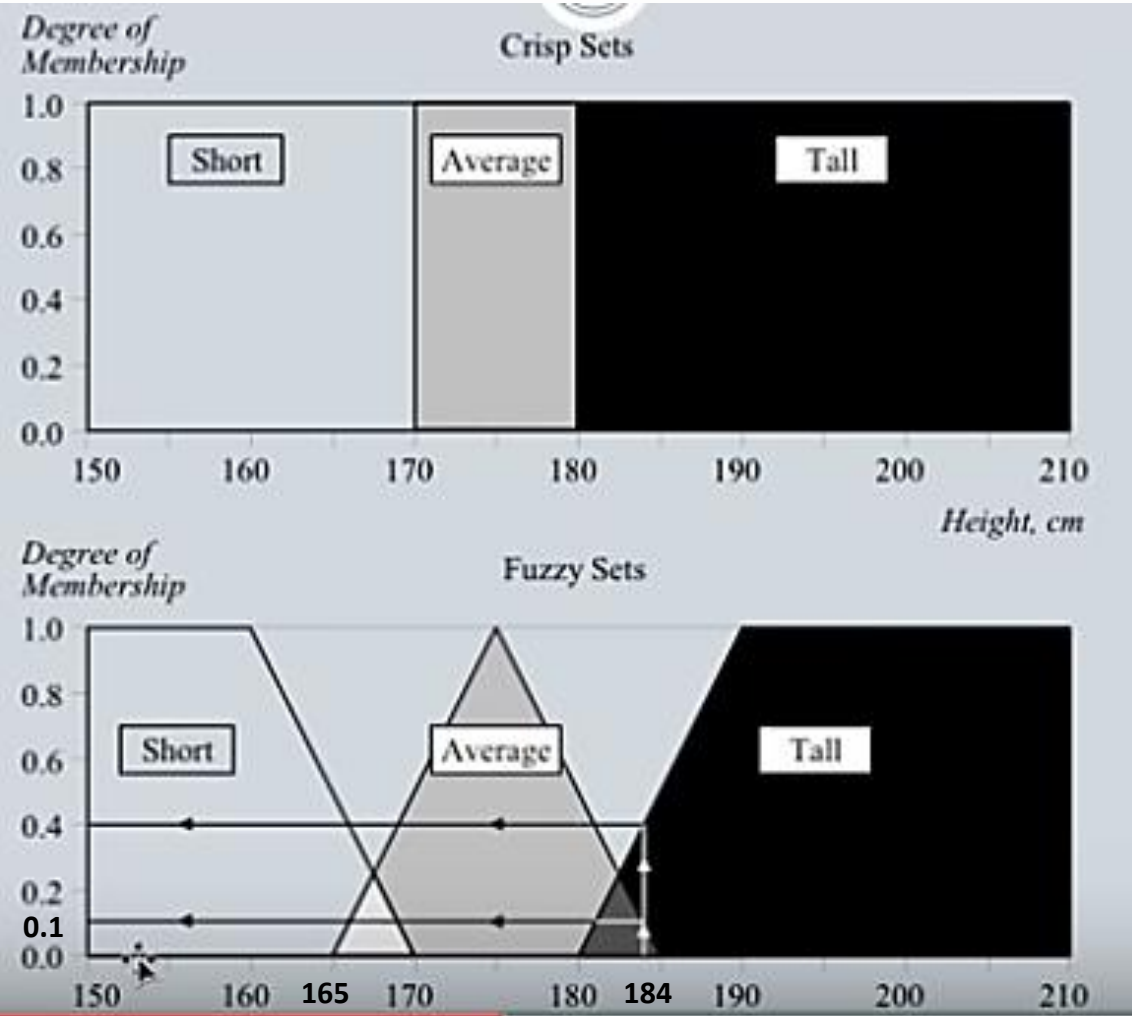
(a)



(b)

Klasik küme (Kesin değerli küme) ve (b) bulanık küme

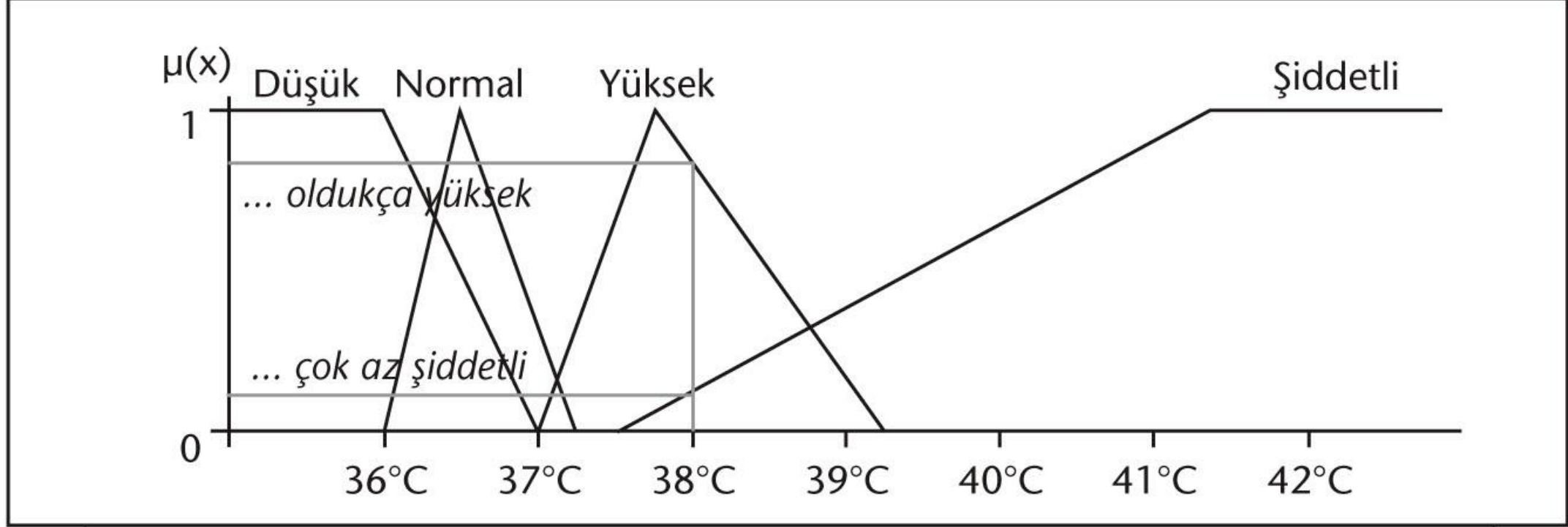
# KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI



BULANIK KÜMELER (A, B, C) kümeleri olarak adlandırılabilir.

Eğer boy 165 cm'den küçük ise kişi artık sadece short kümesine belli oranlarda üyedir.

Eğer boy:184 cm ise Bu değer average kümesine %10, Tall kümesine %40 üyedir.

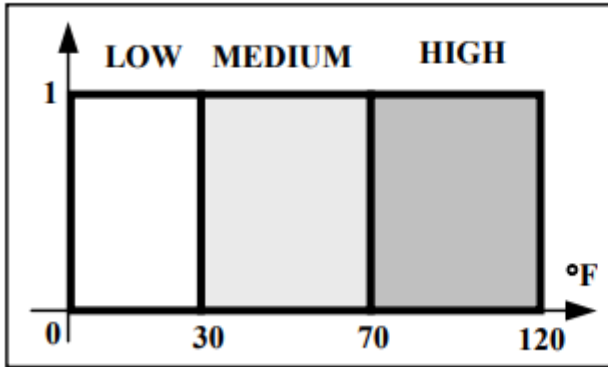


Çocuklarda Ateşin Şiddeti için Tanımlanmış Bulanık Kümeler

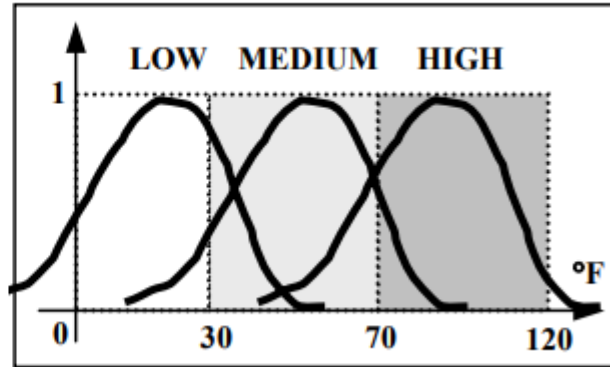
# KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

## Bulanık Kümeler ve İşlemleri

Hava sıcaklıkları örneği üzerinden gidelim:



Klasik küme mantığı



Bulanık küme mantığı

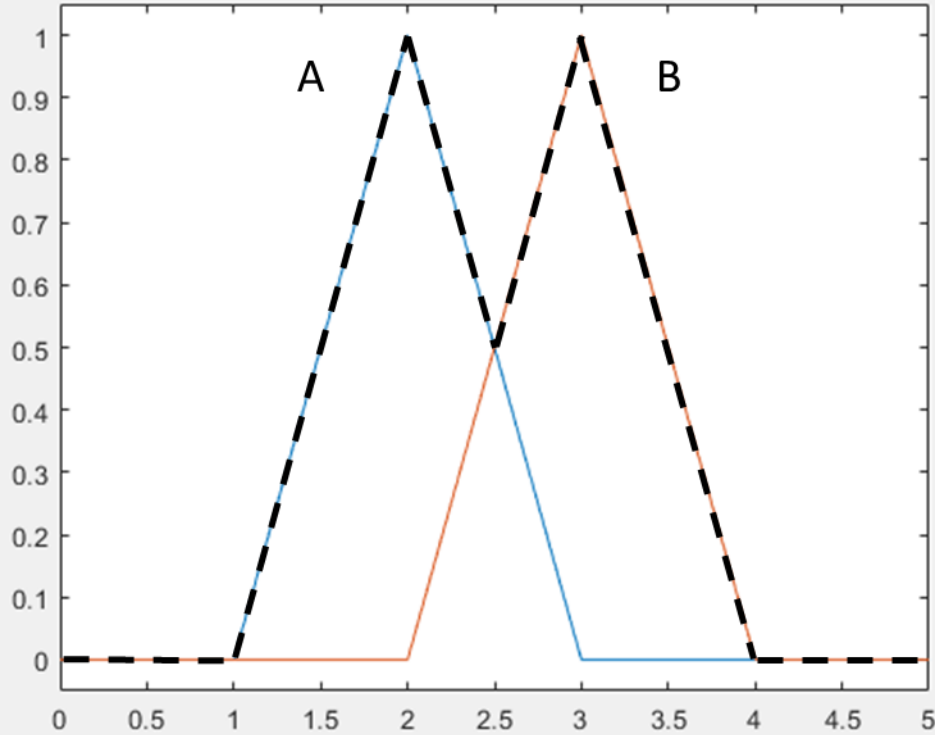
Klasik küme setlerinde kesin değerler vardır. Örneğin Klasik kümelere göre 29,999 F sıcaklık düşük bir sıcaklık iken 30,0001 F sıcaklık orta derecede bir sıcaklıktır.

Bulanık küme setlerinde kesin 1 ve 0 gibi kesin üyelik değerleri yoktur. 0 ile 1 arasında değişen üyelik değerleri vardır. Örneğin 29,999F sıcaklık %90 oranında düşük %25 oranında orta derecedir.

# KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri : Genel olarak kullanılan

Birleşim kümesi



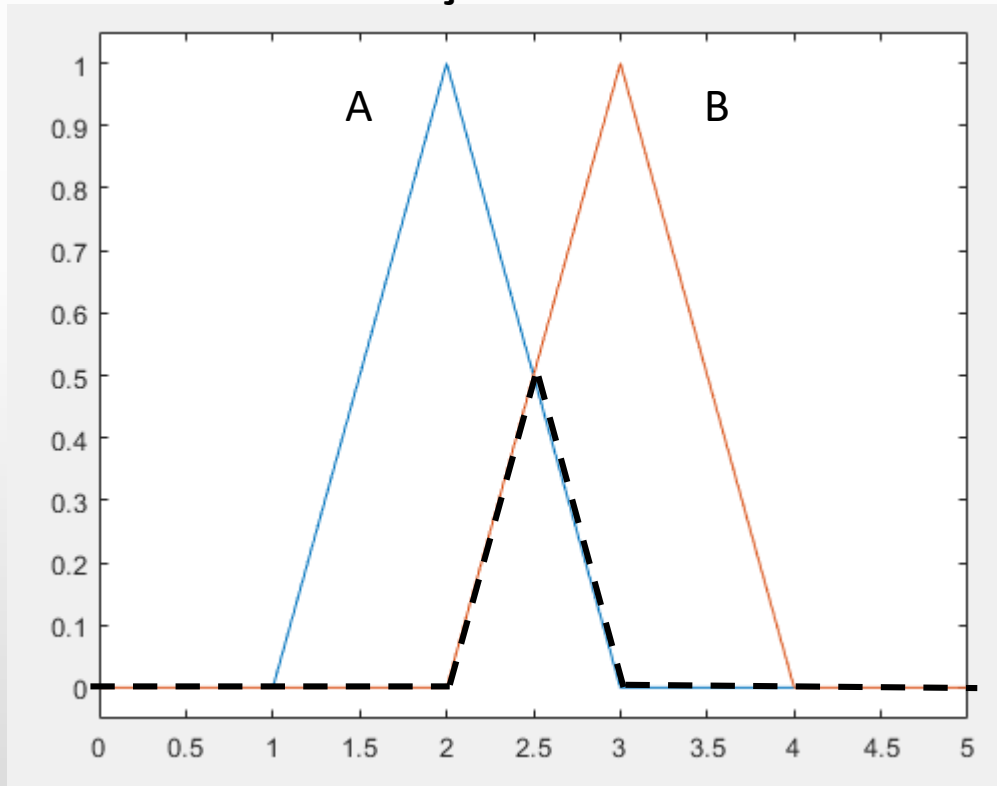
$$A \cup B = \mu_A(x) \cup \mu_B(x) = \max ( \mu_A(x), \mu_B(x) )$$

Mantıksal «OR»

# KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri : Genel olarak kullanılan

Kesişim kümesi



$$A \cap B = \mu_A(x) \cap \mu_B(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

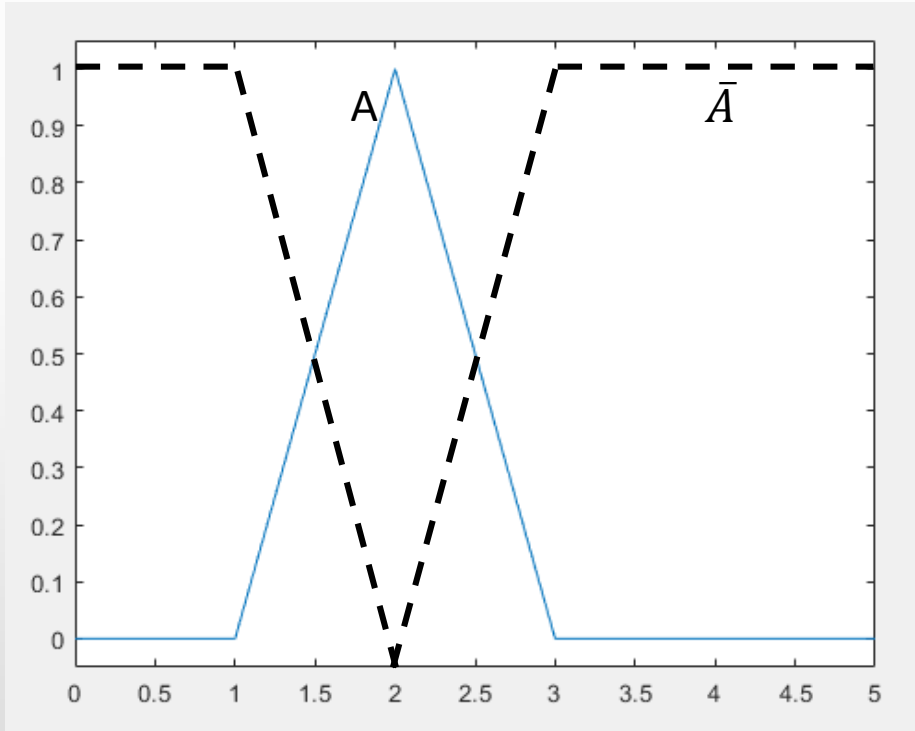
Mantıksal «AND»



# KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri : Genel olarak kullanılan

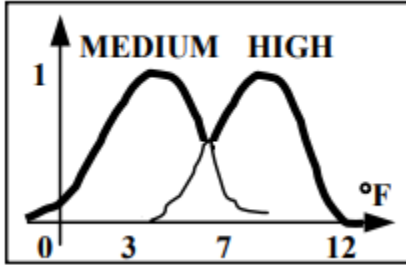
Tümleyeni



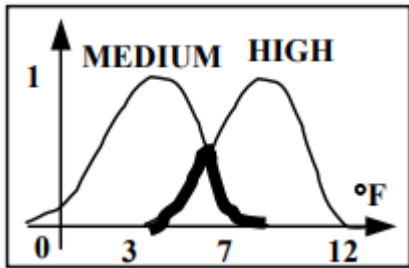
$$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A$$

# KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri:



Birleşim Kümesi



Kesişim Kümesi

$$A \cup B = \mu_A(x) \cup \mu_B(x) =$$

Mantıksal «OR»

$$\text{probor} (\mu_A(x), \mu_B(x))$$

$$A \cap B = \mu_A(x) \cap \mu_B(x) =$$

Mantıksal «AND»

$$\text{prod} (\mu_A(x), \mu_B(x))$$

Alternatif olarak kullanılabilir:





# BULANIK MANTIK KULLANMA ALANLARI

- Bulanık sistem teorisi, belirsiz düşünce ve karar süreçlerinin gelişen modellerine ait başlama noktası kabul edildiği için aşağıdaki gibi uygulama alanları geliştirilebilir:
- Otomasyon ve bilgi sistemlerinde kullanım için **yüksek derecede insan yeteneklerinin taklidi,**
- **İnsan ve makineler arasındaki insan merkezli ara birimlerin oluşumu,**
- Risk analizi, tahmin ve fonksiyonel cihazların gelişimi gibi diğer **yapay zeka** uygulamaları.



# Bulanık Mantığın Kullanıldığı Uygulamalar

- Hidroelektrik güç üniteleri için kullanılan Baraj kapılarının otomatik kontrolü (Tokio Electric Pow.)
- Stok kontrol değerlendirmesi için bir uzman sistem (Yamaichi, Hitachi)
- Otomobiller için “Cruise-control” (Nissan, Subaru)
- Depremlerin önceden bilinmesi için Tahmin Sistemi (Inst. of Seismology Bureau of Metrology, Japan)
- Cep bilgisayarlarında el yazısı algılama teknolojisi (Sony)
- Video Kameralarda hareketin algılanması (Canon, Minolta)
- El yazısı ve ses tanımlama (CSK, Hitachi, Hosai Univ., Ricoh)
- Helikopterler için uçuş desteği (Sugeno)
- Çelik sanayinde makina hızı ve ısısının kontrolü (Kawasaki Steel, New-Nippon Steel)
- Raylı metro sistemlerinde sürüş rahatlığı, duruş mesafesinin (hedefe 7 cm kala) kesinliğini ve ekonomikliğin geliştirilmesi (Hitachi)
- Otomobiller için gelişmiş yakıt tüketimi (NOK, Nippon Denki Tools)



# Bulanık Mantığın Kullanıldığı Uygulamalar

Otomobillerde vites seçimi için kullanılır ve motor yükü, yol koşulları ve sürüş tarzı gibi faktörlere dayanır.

- Bulaşık makinelerinde, bulaşık sayısı ve bulaşıklardaki yemek artıklarının seviyesi gibi faktörlere bağlı olarak ihtiyaç duyulan yıkama stratejisini ve gücü belirlemek için kullanılır.
- Fotokopi makinelerinde, tambur voltajını nem, resim yoğunluğu ve sıcaklık gibi faktörlere göre ayarlamak için kullanılır.
- Havacılıkta, çevresel faktörlere dayalı olarak uydular ve uzay araçları için irtifa kontrolünü yönetmek için kullanılır.
- Tıpta, semptomlar ve tıbbi geçmiş gibi faktörlere dayalı olarak bilgisayar destekli teşhisler için kullanılır.
- Kimyasal damıtmada, pH ve sıcaklık değişkenlerini kontrol etmek için kullanılır.
- Doğal dil işlemede, kelimelerle temsil edilen kavramlar ve diğer dilsel değişkenler arasındaki anlamsal ilişkileri belirlemek için kullanılır.
- Klimalar ve ısıtıcılar gibi çevresel kontrol sistemlerinde kullanılır. Çıktıyı mevcut sıcaklık ve hedef sıcaklık gibi faktörlere göre belirler.
- Bir iş kuralları motorunda, önceden belirlenmiş kriterlere göre karar vermeyi kolaylaştırmak için kullanılabilir.



# BULANIK MANTIK KULLANMA ALANLARI

Bulaşık makinesinde bulanık mantık kontrolü neredeyse standart bir özellik haline gelmiştir. Bulanık Mantık ve Kontrol sistemi ile makinedeki bulaşıkların toplam ağırlığı, deterjan karışımı ve kir sensörlerinden elde edilen kirlilik bilgileri vb. girdi olarak alınır. Bu bilgiler bir bulanık çıkarsama sisteminden geçirilerek en iyi güç, su ve deterjan kullanımı gibi çıktılar elde edilir.





# BULANIK MANTIK KAPSAMI

## **Bulanık mantığın temel prensipleri:**

Bulanık küme sözel değişkenleri göstermek için kullanılır.

**Az sıcak, biraz soğuk** gibi bulanık mantık üyelik fonksiyonları söz konusu bir fiziksel değişkenin (örneğin bir ortam sıcaklık seviyesinin) 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesini tanımlamak için kullanılır.

**Bulanık işlemciler**, bulanık ifadeler arasında mantıksal ilişkileri esas alır. Bunlarla, EĞER-İSE (IF-THEN) türünden işlem kuralları sembolik yoldan formüle edilebilir.

**Bulanık mantık sistemi bir bakıma var olan bilgiden kurallara dayanarak, yeni bilgiler elde edebilme yoludur.**



# Bulanık Teorinin Avantajları - Dezavantajları

## • **Bulanık Teorinin Avantajları**

1. İnsan düşünme tarzına yakın olması,
2. Uygulanışının matematiksel modele ihtiyaç duymaması,
3. Yazılımın basit olması dolayısıyla ucuza mal olması.
4. Bulanık Mantık eksik tanımlı problemlerin çözümü için uygundur.
5. Uygulanması oldukça kolaydır.



## **Bulanık Teorinin Dezavantajları**

1. Uygulamada kullanılan kuralların oluşturulmasının uzmana bağıllığı,
2. Üyelik fonksiyonlarının deneme - yanılma yolu ile bulunmasından dolayı uzun zaman alabilmesi,
3. Kararlılık analizinin yapılışının zorluğu (benzeşim yapılabilir).
4. Bulanık Mantık Sistemleri öğrenemez ya da öğretilemez.



## 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>
4. Doç.Dr. Serhat Yılmaz Kocaeli Üniv. Ders Notları
5. Bulanık Mantık #1: Bulanık Kümeler Ahmet Ataşoğlu, Jul 13, 2019  
<https://ahmetatasoglu98.medium.com/bulan%C4%B1k-mant%C4%B1k-1-bulan%C4%B1k-k%C3%BCmeler-a810ffdc1620>
6. <https://albasoft.com.tr/genel/bulanik-mantik-kullanım-alanları/>