

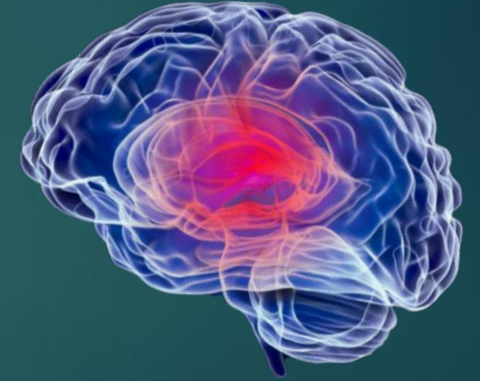
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

OTOMATİK KONTROL (FUZZY LOGIC CONTROL)

DR. ÖĞR. ÜYESİ OSMAN ACAR

TUFAN ÇAKAN

223313082



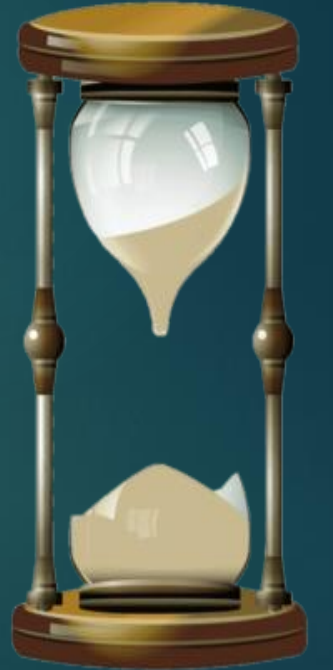
Bulanık Mantık ve Tarihçesi



Fuzzy Logic yani bulanık mantık kavramı ilk defa Lotfi Zadeh'in ortaya çıkardığı bir kuramdır. Zadeh tarafından 1965'te insanın hayat tecrübelerinden ve her türlü bilgisinden yararlanarak bir kurallar işleyişini oluşturup makineye aktarma fikrinin temelleri atılmıştır. Bulanık mantık en yalın ve basit haliyle bir karar mekanizması tasarımı olarak tanımlanabilir. Ancak makineden çok insana benzeyen bir örneği olarak alınmalıdır.

Zadeh olarak bilinen Bakü'lü kurucu Lütfi Ali Askerzade Berkeley Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendislik Araştırma Laboratuvarı'nda sürdürdüğü çalışmalar esnasında keşfe imza atmıştır. Teknik bir probleme çözüm arayışında gerçekleştirdiği çalışmalarını 1965'te "Information and Control" dergisinde "Fuzzy Sets" başlığıyla yayınlaması bir başlangıç noktasıdır. Bakış açılarını derinden sarsacak bu yeni adım kısa sürede teknolojiye oldukça ilerici uygulama alanlarında başarılar kazanacaktır. Büyük değişikliklere sebep olan bu ilk adım önceden açıklanamaz görünen pek çok şeyi açıklamakta yeniliklere açılan bir kapı olur.

1975 yılında iki bilim insanı tarafından bir buhar makinesinin kontrol sisteminde; ardından da 1987'deki gelişim aşamasıyla metro sisteminde güvenlik ve tasarruf için Hitachi firması tarafından kullanılır. Bunların üstüne de aralarında IBM ve Toshiba gibi oldukça büyük firmaların da olduğu LIFE birliği, 1989 yılında, kurulur. LIFE (Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering) kuruluşu bulanık mantığın mühendisliğe yansımalarının en somut adımı olur ve bugünün teknolojilerine yön verir.



Fuzzy Logic (Bulanık Mantık) NEDİR?

- ▶ Bulanık mantık kavramı mekatronik, yapay zeka, matematik, sosyoloji, robot teknolojileri, tıp ve fen bilimlerinin kesişiminde yer alıyor. Üstelik insan ve makinenin birbirine en çok yaklaştığı noktalardan biri olarak kabul ediliyor. Bu yaklaşım sayesinde insan deneyimi ve insana ait çeşitli veriler, yapay zeka gibi teknolojiler tarafından kullanılmaya müsait bir şekilde makinelere aktarılıyor. Bu bilgisayar ortamına aktarılarak işlenebilir hale gelen, yani matematiksel olarak ifade edilen veriler makinelere yetenek kazandırıyor. Çünkü aslında bu veriler insana ait ve sözel verilerden oluşmakta.
- ▶ Bulanık mantık bir tür şifrelemeyi başka bir tür şifrelemeye dönüştüren bir formül gibi de düşünülebilir; ara değerlere sahiptir. Aslında bulanık olmaktan çok yuvarlak hatlı ve esnek olarak da tanımlamak da mümkün. Bir yaklaşım olarak bulanık mantık, makinelere insana benzer şekilde çalışma yeteneği sağlarken çıkış noktasının da klasik mantık olduğunu söylemekte fayda var. Mantık genel gelişiminin ardından modern çağda böyle bir dal vermiştir denilebilir.

Peki Neden "Bulanık"

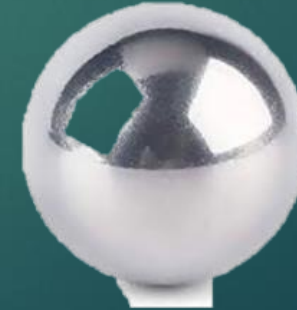
Doğal olanın matematiksel olarak makineye yansıtılmasına yarayan bir mekanizma karşımıza çıkıyor. Nasıl doğadaki karmaşık davranışlar, şekiller ve kalıplar fazla belirgin, doğrusal ve net değilse, bunların mantık aracılığıyla makinelere aktarılması da "bulanık" olduğundan fuzzy logic yani bulanık mantık kavramı ortaya çıkmıştır. Matematiksel modellerin doğal olana uyum sağlamaya çalışması esnasında gereken uyum, bulanık mantığın temelidir; belirsizlik söz konusudur çünkü kesinlikten söz edilemez.



★ UYGULAMA

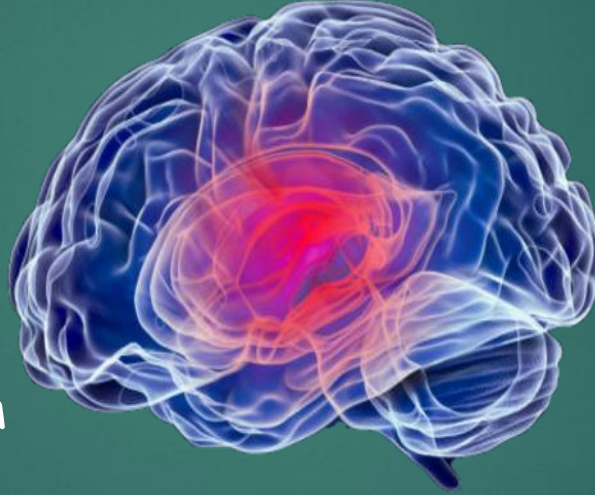
- ▶ Verilen bir karışık siyah ve beyaz top torbasını düşünün; siyah veya beyaz bir top çekme olasılığı, torbadaki toplam siyah ve beyaz topların sayısına bağlı olarak basitçe bulunabilir. Toplar işaretli değildir ve bir siyah (veya beyaz) top diğerinden ayırt edilemez. Bu bir olasılık problemi.

- ▶ Şimdi, topların saf beyazdan saf siyaha kadar değişen gri tonlarda olduğunu düşünelim. Bu durumda, her top incelenmeli ve 0-1.0 ölçeğinde siyah kategorisine ve beyaz kategorisine ait bir üyelik değeri atanmalıdır. Her top genellikle bir kategoriye kısmen ve diğerine kısmen ait olacaktır. Bu bir olasılık teorisi ile çözülemez, bu bir kimlik meselesidir. Mühendislik uygulamalarında, kimlik türündeki belirsizlik sorunlarıyla doludur. Birçok açıdan, mühendislik mantığı bulanık mantık olarak adlandırılır.



Fuzzy Logic Control (Bulanık Mantık Kontrolü) NEDİR?

- ▶ Bulanık mantık kontrolü, belirsiz ve karmaşık sistemlerin modellenmesi ve kontrol edilmesinde kullanılan bir kontrol sistemidir. Geleneksel mantık sistemlerinde, bir durumu "doğru" veya "yanlış" gibi kesin değerlerle ifade etmek yaygındır. Ancak, gerçek dünya problemleri genellikle tam olarak belirlenmiş veya kesin değerlere sahip değildir; bu nedenle, bulanık mantık kontrolü belirsizlik ve karmaşıklık içeren durumları daha iyi ele alabilir.



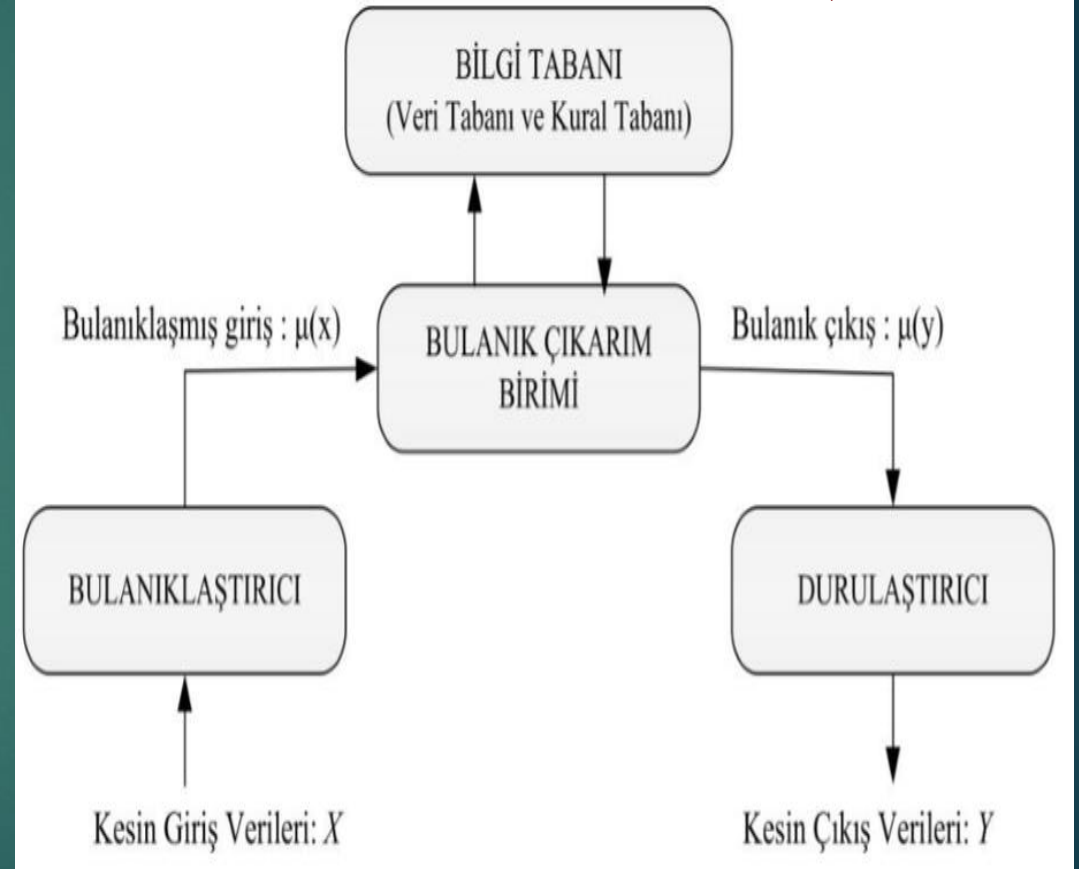
- ▶ Bulanık mantık kontrolü, belirsizlik içeren durumları işlemek için "bulanık kümeler" ve "bulanık kurallar" kullanır. Bu, bir sistemin durumunu veya çıktısını "tamamen doğru" veya "tamamen yanlış" olmaktan ziyade, belirli bir belirsizlik derecesi veya "bulanıklık" içinde ifade etmeyi sağlar.

BULANIK SİSTEM :

- Bulanık kümeler ve dereceli üyelik prensibiyle oluşturulan kontrol sistemlerine bulanık sistemler deniyor. Burada kontrol kelimesinin altını çizmek istiyorum. Çünkü bulanık mantığı şimdiye kadar bir yapay zeka uğraşı olarak gördüysek de; bulanık mantık, yapay zekanın önemli bir bölümü olan makine öğrenmesinden kendini epey ayrı tutar. Makine öğrenmesi yöntemleriyle oluşturulmuş bir sistem, kontrol ve karar mekanizmalarını devreye sokmadan önce (yani gelecek veriler üzerinde tahminler yapmadan önce), elde tutulan verilerden anlamlı sonuçlar üretebilir ve bunu kendi karar mekanizmasına yansıtabilir. Fakat bulanık mantık, özü itibarıyla makinelerin karar verebilme süreciyle ilgilenir. Veri kümesinden anlamlı bir model oluşturmak gibi işlemler, bulanık mantığın öncelikli alanlarından biri değildir. Yani, bulanık mantık bir öğrenme gerçekleştirmez. Yalnızca, öğrenilmiş veriler üzerinden bir kontrol mekanizması inşa edebilir.

BULANIK SİSTEM :

- ▶ Verilerin bulanık sistem üzerinden geçerek işlenmesi süreci, okla gösterildiği yönde ilerlemektedir. İlk olarak giriş verilerini (X) dahil ederek, bulanık sistemin çarklarını döndürmeye başlarız. Giriş verilerinin üzerinde herhangi bir yapısal işlem gerçekleştirmek (normalizasyon vb.) zorunlu değildir. Buradaki işlemlere geçmeden önce, önceki konularda bahsettiğimiz kavramlardan dilsel değişkenleri ve buna bağlı olarak; bulanık kümeleri ve üyelik fonksiyonlarını oluşturmuş olmak gerekir. Şekilde gösterilen adımlar, sistemimizi bulanık mantık kuramıyla tanımladıktan sonrasını ifade etmektedir.
- ▶ Yandaki şekilde bir bulanık sisteminin temel yapısı gösterilmektedir. Verilerin; en yalın haliyle sisteme alındığı giriş kısmından, anlamlı sonuçlara dönüşmüş olarak geldiği çıkış kısmına kadar bütün süreçleri adım adım takip edelim:

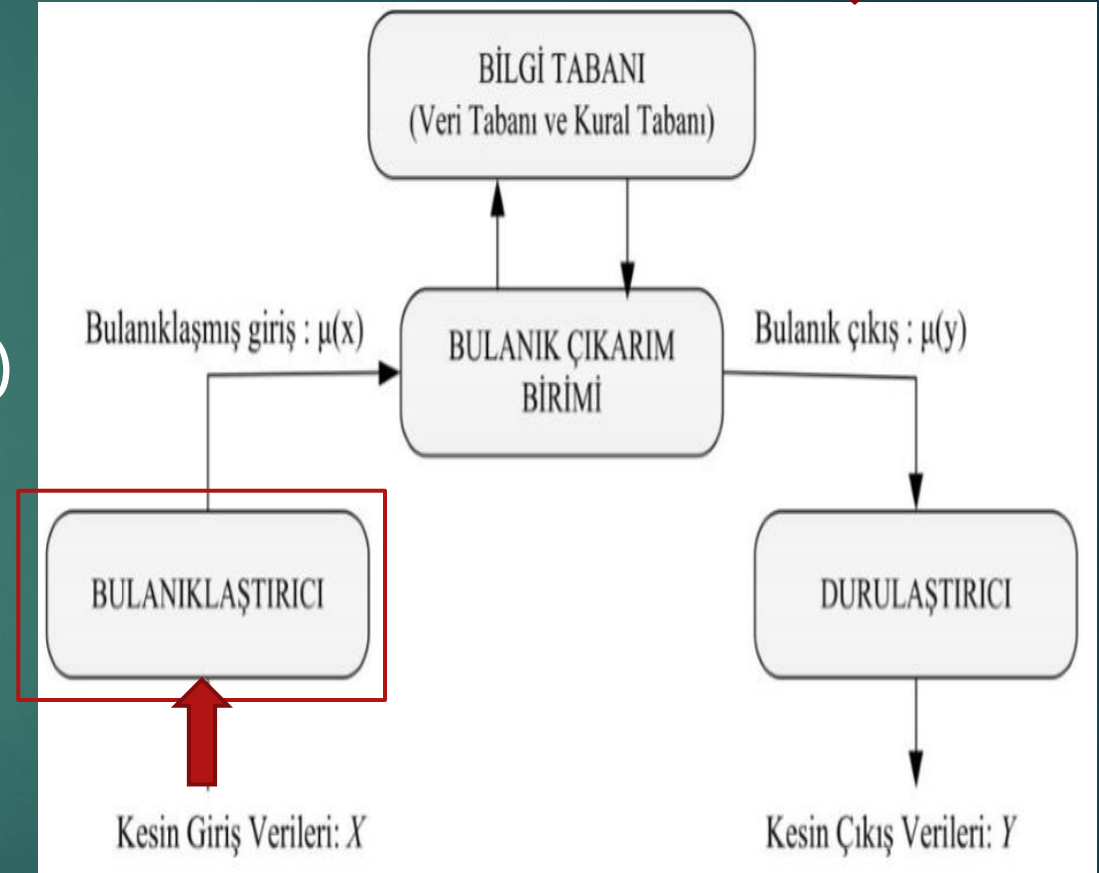


BULANIKLAŞTIRICI :

- Sisteme yalın haliyle alınmış değerleri, üyelik fonksiyonunu kullanarak, bulanık değerlere (Bu değerler, 0 ile 1 arasındaydı) dönüştüren birimdir.

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$$

- Yani her bir giriş değerinin, bulanık kümeye/kümelere olan üyelik derecesini hesaplar diyebiliriz



BULANIK ÇIKARIM BİRİMİ :

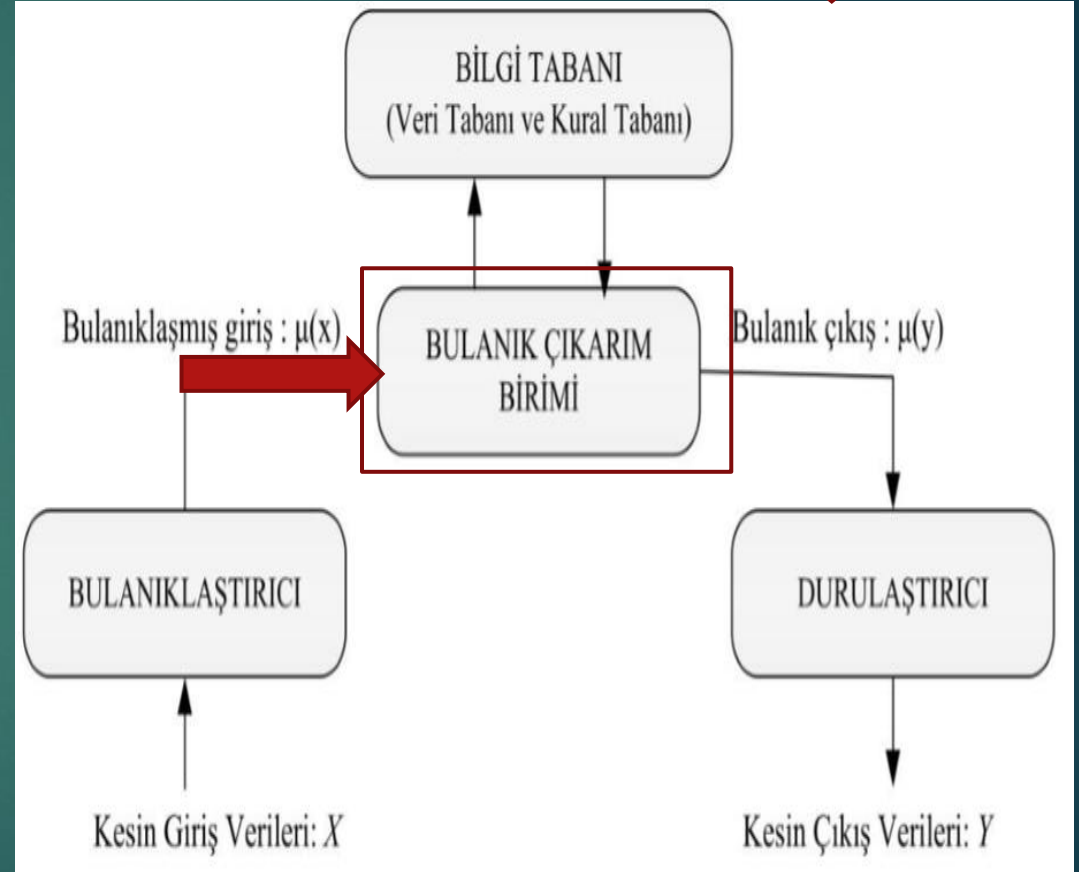
- Bu kısım, bilgi tabanı ile ortak çalışarak, kendisine gelen bulanık değerlerden sonuçlar çıkarmaya çalışır. Bu sonuçların neye göre ve nasıl çıkarılacağına bilgisi (ismiyle müsemma) bilgi tabanında tutulmaktadır.

$$i(a, 1) = a \quad (\text{sınır koşulu}),$$

$$b \leq c \text{ için } i(a, b) \leq i(a, c) \quad (\text{monotonluk}),$$

$$i(a, b) = i(b, a) \quad (\text{değişme özelliği}),$$

$$i(a, i(b, c)) = i(i(a, b), c) \quad (\text{birleşme özelliği})$$



BİLGİ TABANI:

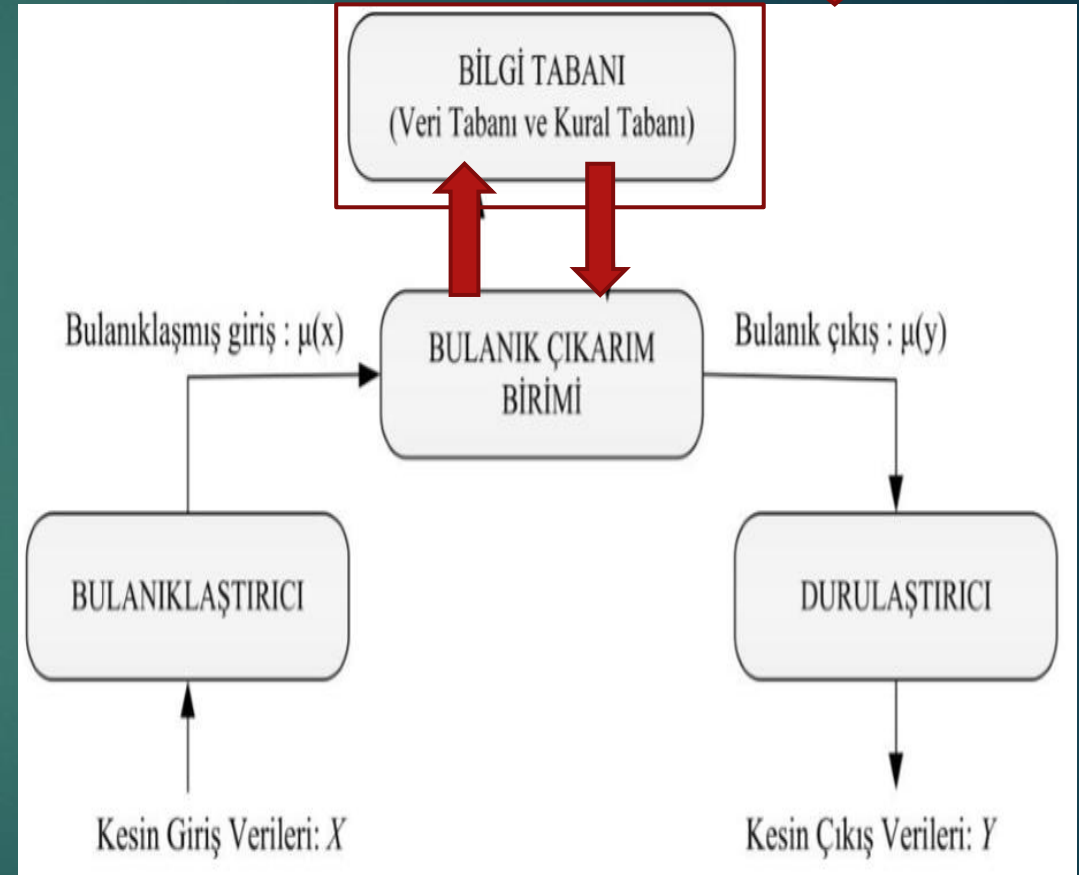
- Bulanık kümeler arasındaki ilişkiler burada tutulur. Gelecek verilere göre hangi çıkarımların yapılacağıyla ilgili kurallar yine buradadır. (Bu kısmı, bulanık sistemin anayasası gibi düşünebiliriz.)

$$u(a, 0) = a \quad (\text{sınır koşulu}),$$

$$b \leq c \text{ için } u(a, b) \leq u(a, c) \quad (\text{monotonluk}),$$

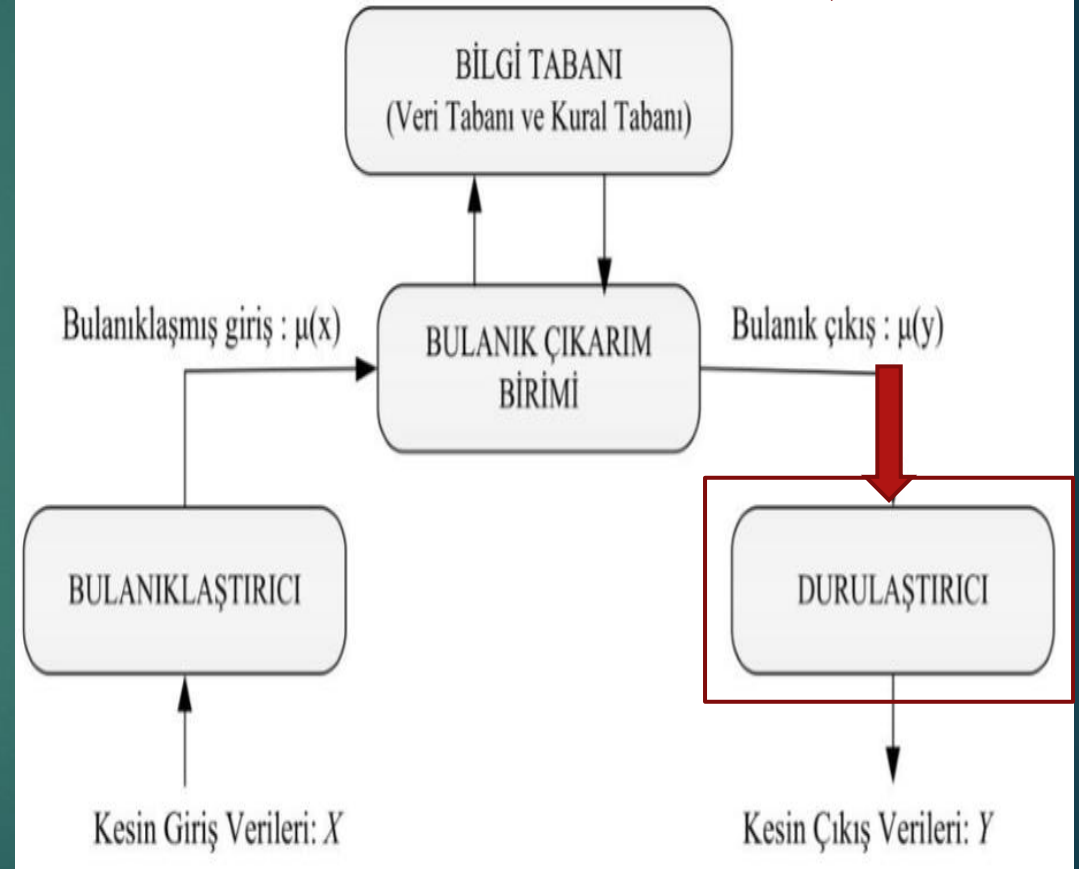
$$u(a, b) = u(b, a) \quad (\text{değişme özelliği}),$$

$$u(a, u(b, c)) = u(u(a, b), c) \quad (\text{birleşme özelliği})$$



DURULAŞTIRICI :

- Çıkarım yapılmış veriler buraya kadar bulanık değer aralığında gelmektedir. Oysa bizim ihtiyacımız olan çıkış verilerin bambaşka bir aralıkta olması gerekebilir. Durulaştırıcı; gelen bulanık değerleri, istediğimiz bir aralığa göre ölçeklendirmeyi sağlar.



UYGULAMA: Hız Kontrol Sistemi



1-) Giriş Değişkenleri:

- **Hız (Speed):** Araç hızı, düşük, orta ve yüksek olmak üzere bulanık kümelerle tanımlanabilir.
- **Yol Koşulları (Road Conditions):** Yolun ıslak, kuru veya kaygan gibi durumları da bulanık kümelerle ifade edilebilir.

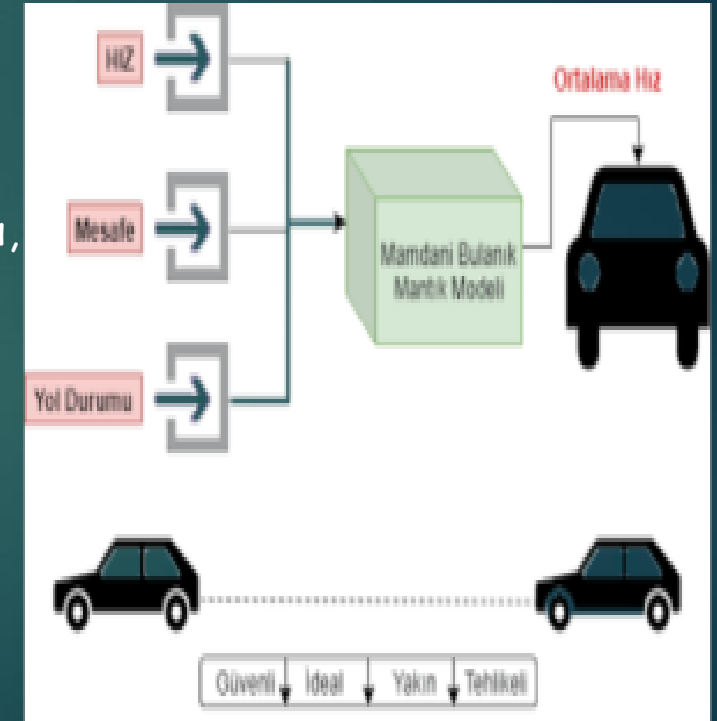
2-) Çıkış Değişkeni:

- **Gaz Miktarı (Throttle):** Araç hızını kontrol etmek için kullanılacak gaz miktarı, düşük, orta ve yüksek olmak üzere bulanık kümelerle ifade edilebilir.

3-) Kurallar:

- IF (Hız DÜŞÜK) AND (Yol Koşulları ISLAK) THEN (Gaz Miktarı YÜKSEK)
- IF (Hız ORTA) AND (Yol Koşulları KURU) THEN (Gaz Miktarı ORTA)
- IF (Hız YÜKSEK) AND (Yol Koşulları KAYGAN) THEN (Gaz Miktarı DÜŞÜK)

- ❖ Bu kurallar, belirli hız ve yol koşulları durumlarında uygun gaz miktarını belirlemek için kullanılır.



UYGULAMA: Hız Kontrol Sistemi



► Bulanıklaştırma:

- Araç hızı ve yol koşulları, bulanık mantık kurallarına göre belirli bulanık kümelerle ilişkilendirilir.

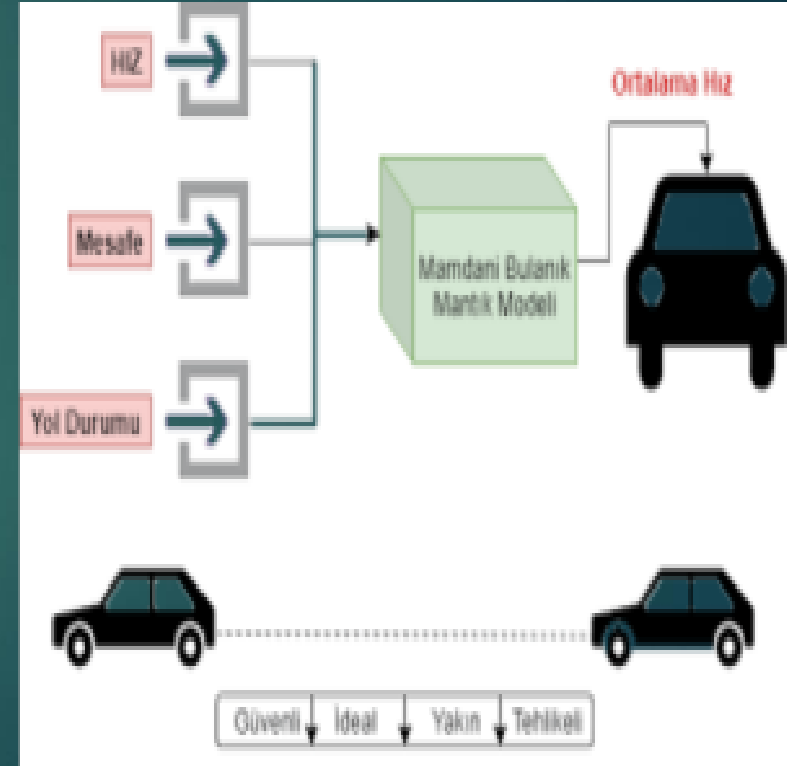
► Çıkarım:

- Verilen bir hız ve yol durumu kombinasyonuna göre bulanık kuralların çıkarımı yapılır ve çıkış olan gaz miktarı belirlenir.

► Kesinleştirme (Defuzzification):

- Bulanık çıktı, kesin bir sayıya dönüştürülerek aracın gaz pedalına uygulanacak kesin gaz miktarı belirlenir.

- ❖ Bu örnekte, bulanık mantık kontrolü aracılığıyla, farklı hız ve yol koşullarında aracın gaz pedalına uygun şekilde müdahale edilebilir. Bu, sürücü rahatlığını artırabilir ve güvenliği optimize edebilir.



★ UYGULAMA: Hız Kontrol Sistemi

Hız (Speed)	Yol Koşulları (Road Conditions)	Gaz Miktarı (Throttle)
DÜŞÜK	ISLAK	YÜKSEK (0.9)
DÜŞÜK	KURU	ORTA (0.5)
ORTA	KURU	ORTA (0.7)
YÜKSEK	KAYGAN	DÜŞÜK (0.3)

Bu tablo, bulanık mantık kurallarını görsel bir şekilde temsil etmektedir. Belirli bir hız ve yol durumu kombinasyonu için uygun gaz miktarı, bu kuralların çıkarımı sonucunda belirlenir.

Bulanık Mantık Kontrolü Uygulamalarında Başarılı Olmak İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar !!!

Uygun Bulanıklık Fonksiyonlarının Seçimi

- ❖ Giriş ve çıkış değişkenlerinin bulanık kümelerle dönüştürülmesi için kullanılacak bulanıklık fonksiyonlarının doğru bir şekilde seçilmesi önemlidir. Uygun fonksiyonlar, sistem için en iyi performansı sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Kuralların Doğru Bir Şekilde Tanımlanması

- ❖ Bulanık mantık kontrol sistemi için kuralların doğru bir şekilde tanımlanması kritiktir. Kurallar, giriş ve çıkış değişkenleri arasındaki ilişkiyi belirtir. Bu kuralların uzmanlar tarafından doğru bir şekilde formüle edilmesi önemlidir.

Belirsizlik Seviyelerinin İyi Yönetilmesi

- ❖ Belirsizlik, bulanık mantık kontrol sistemlerinin temel bir özelliğidir. Ancak, belirsizlik seviyeleri dikkatlice yönetilmelidir. Giriş ve çıkış değişkenlerinin belirsizlik düzeyleri, sistem tasarımında ve performans değerlendirmesinde göz önünde bulundurulmalıdır.

Bulanık Mantık Kontrolü Uygulamalarında Başarılı Olmak İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar !!!

Kuralların Ağırlıklarının Ayarlanması

- ❖ Her bir kuralın sistem üzerindeki etkisi, kurallar arasındaki ağırlıklarla belirlenir. Bu ağırlıkların doğru bir şekilde ayarlanması, sistemin istenilen performansı göstermesini sağlar. Bu genellikle uzman sistem tasarımcıları tarafından yapılır.

Uygulama Alanına Özgü Adaptasyon

- ❖ Bulanık mantık kontrolü, farklı uygulama alanlarına ayarlanabilir. Ancak, her uygulama alanı benzersizdir ve bu nedenle kontrol sistemi, belirli bir uygulama alanına özgü ihtiyaçları karşılamak üzere adapte edilmelidir.

Performans Değerlendirmesi ve Ayarlama

- ❖ Bulanık mantık kontrol sistemlerinin performansı düzenli olarak değerlendirilmeli ve gerektiğinde ayarlamalar yapılmalıdır. Gerçek sistem davranışı ile simülasyon sonuçları arasındaki uyumsuzlukları düzeltmek için düzenli olarak geri besleme döngüleri uygulanmalıdır.

MÜHENDİSLİKTE BULANIK MANTIK KOTROLÜNÜN KULLANILDIĞI ALANLAR:

MAKİNE ÖĞRENİMİ VE YAPAY ZEKA:

- ▶ **Duygu Analizi:** Bulanık mantık, metin veya ses analizi ile duygusal durumları değerlendirmek için kullanılabilir. Örneğin, müşteri geri bildirimleri üzerinden duygusal analiz yapabilir.
- ▶ **Karar Destek Sistemleri:** Bulanık mantık, karmaşık ve belirsiz kararlar alınması gereken yapay zeka tabanlı karar destek sistemlerinde kullanılır. Bu, çeşitli faktörlerin ağırlıklarını hesaba katmada etkili olabilir.



MÜHENDİSLİKTE BULANIK MANTIK KOTROLÜNÜN KULLANILDIĞI ALANLAR:

► ENERJİ YÖNETİMİ:

- **Yenilenebilir Enerji:** Rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması için bulanık mantık kontrolü uygulanabilir. Değişken hava koşulları ve enerji talebindeki dalgalanmalarla başa çıkmak için kullanışlıdır.
- **Akıllı Şebeke Yönetimi:** Elektrik şebekelerinde bulanık mantık, enerji talebi ve arzındaki dalgalanmaları izleyerek şebekelerin daha etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olabilir.



MÜHENDİSLİKTE BULANIK MANTIK KOTROLÜNÜN KULLANILDIĞI ALANLAR:

► UZAKTAN ALGILAMA VE GÖRÜNTÜ İŞLEME:



- **Hava ve Uzay Araştırmaları:** Uydu görüntüleme, uzay keşifleri ve atmosferik koşulların analizi gibi uzaktan algılama uygulamalarında bulanık mantık, belirsiz hava durumu koşulları ve görüntüleme hatalarıyla başa çıkmak için kullanılır.

- Olasılıkları gözden geçirir, kesin olmamakla beraber değerlendirilen tüm olasılıkları sunar ve bu hataları en aza indirir.



BULANIK MANTIK KOTROLÜNÜN KULLANILDIĞI DİĞER ALANLAR:

Finans Sektörü

Hisse senetleri, döviz kurları ve finansal piyasalardaki belirsizlikleri yönetmek için bulanık mantık kullanılabilir. Risk yönetimi ve portföy optimizasyonu gibi finansal kararlar bu yöntemle desteklenebilir.



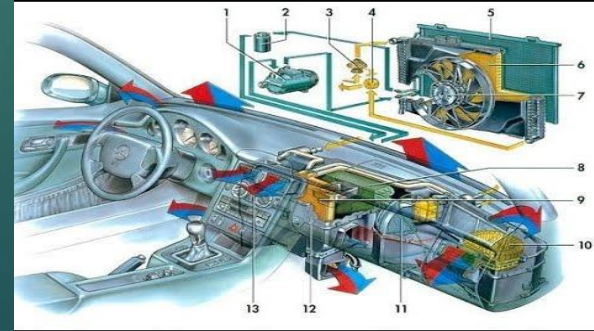
Tıp ve Sağlık

Bulanık mantık, teşhis sistemleri, tedavi planlaması ve tıbbi cihaz kontrolü gibi sağlık uygulamalarında kullanılabilir. Özellikle belirsizlik içeren tıbbi verilerle başa çıkmak için uygun bir yaklaşımdır.



Otomotiv Sistemleri

Araç içi iklim kontrol sistemleri, otomatik şanzımanlar ve fren sistemleri gibi otomotiv uygulamalarında bulanık mantık kontrolü kullanılır. Bu, değişken hava koşulları gibi belirsiz faktörleri yönetmek için kullanışlıdır.



BULANIK MANTIK VE KLASİK MANTIK ARASINDAKİ KARŞILATIRMALAR

Özellik	Klasik Mantık	Bulanık Mantık
Belirsizlik	Klasik mantık, belirsizlik kabul etmeyen katı bir yapıya sahiptir. Her durumu kesin bir şekilde tanımlar ve belirsizlik içermez.	Bulanık mantık, belirli olmayan durumları ifade etmek için kullanılır ve belirsizlikle başa çıkabilir. Belirgin olmayan sınırlar ve belirsiz durumlarla çalışabilir.
Doğruluk Değerleri	Klasik mantık, her ifade için kesin ve belirgin doğru ya da yanlış değerler kullanır. Bir önerme ya doğrudur (1) ya da yanlıştır (0).	Bulanık mantık, ifadeleri değerlendirirken belirli bir belirsizlik derecesini kabul eder. Bir önermenin doğruluk değeri 0 ile 1 arasında bir sayı olabilir, bu da tam doğru ya da yanlış olmadığını ifade eder.
Uygulama Alanları	Klasik mantık genellikle kesin bilimlerde (matematik, bilgisayar bilimleri) kullanılır. Sistemlerin net kurallarla çalıştığı durumları modeller.	Bulanık mantık, belirsizlik içeren gerçek dünya uygulamalarında sıkça kullanılır. Özellikle kontrol sistemleri, yapay zeka ve karar verme sistemleri gibi alanlarda tercih edilir.
Kurallar	Klasik mantık, kesin ve katı kurallar kullanır. Her ifade belirli bir kurala tam olarak uyar ve bu kurallar değişmez.	Bulanık mantık, genellikle "eğer-ise" kuralları aracılığıyla çalışır, ancak bu kurallar kesin ve katı değildir. Belirli bir belirsizlik derecesine göre uyarlanabilir kuralları içerir.
Çıkarımlar	Klasik mantık, kesin çıkarımlar yapar ve mantıksal bir sistem içinde doğru sonuçlara ulaşır.	Bulanık mantık, belirli bir belirsizlik içeren çıkarımlar yapabilir. Kesin olmayan durumları ele alarak daha gerçekçi sonuçlara ulaşabilir.

KAYNAKLAR

- ▶ www.libgen.is/book/index.php?md5=246C4567BDE6F42C0E21A024FEFA35B0&open=3
- ▶ www.libgen.is/book/index.php?md5=2DE7ECC440DD32B1FD75CA61431C6E40&open=3
- ▶ www.libgen.is/book/index.php?md5=71593C65CABC3DF2607BB980A7A2431A&open=3
- ▶ web.itu.edu.tr/~yesileng/bulanik_kume_tanimlar.htm
- ▶ chat.openai.com