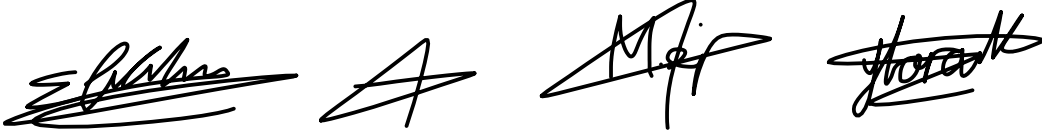


# YAPAY ZEKADA BULANIK MANTIK UYGULAMASI: TOMATO VISION

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Matematik Mühendisliği Bölümü  
Berkant BIÇAKÇI, Burcu TAŞ, Melek EROL, Yağız TORÇUK



## 1.ÖZET:

Bu çalışma, domateslerin olgunluk durumunu belirlemek için nesne tespiti modeli kullanmayı amaçlamaktadır. Olgunluk durumuna göre domateslerin fiyatı değişiklik gösterir. Ayrıca sıcaklık çevresel faktörü de domates fiyatlarını etkilemektedir. Bu iki girdiyi birleştirerek domates fiyatlarını matlab fuzzy toolbox ile tahmin etme yaklaşımı sunmaktadır.

## 2. GİRİŞ:

Domatesin olgunluk durumu, tüketici taleplerini ve fiyatlarını doğrudan etkiler. Bu nedenle, doğru bir sınıflandırma ve fiyat tahmini yapmak, tedarik zincirinin verimliliğini artırabilir. Görüntü işleme ve bulanık mantık teknolojilerin kullanılması, geleneksel yöntemlere göre daha hassas ve doğru sonuçlar elde etmeyi mümkün kılar. Sıcaklık çevresel faktörünün de dikkate alınması, sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesine katkıda bulunabilir.

Görüntü işleme, bulanık mantık ve makine öğrenimi tekniklerinin tarım uygulamalarında nasıl kullanıldığına dair önceki çalışmalar incelenerek çalışma gerçekleştirilmiştir.

YOLO ile domatesleri sınıflandırma ve bu sınıflandırmayı sıcaklık verileri ile birleştirerek Matlab'in fuzzy logic toolbox'ı yardımı ile fiyat tahmini yapma yöntemi kullanılmıştır.

Gereken ön bilgiler, önerilen yöntem, uygulama anlatımı ve son olarak da sonuç ve değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

### 3. ÖN BİLGİLER:

#### 3.1 Bulanık Mantık Nedir?

Bulanık Mantık kavramı ilk olarak Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 tarihinde yayımlanan “The Theory of Fuzzy Logic and Fuzzy Sets” (Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Kuramı) adlı makalede ortaya atıldı [3].

Bulanık mantık (fuzzy logic), belirsiz ve karmaşık durumlar karşısında net bir sonuç almak ve bu alanlarda karşılaşılan sorulara daha makul cevaplar üretebilmek için kullanılan bir mantık yapısıdır. Bu yöntem, klasik mantığın aksine, "doğru" veya "yanlış" gibi kesin değerler yerine "tamamen doğru", "kısmen doğru" veya "hiç doğru değil" gibi belirsizlik içeren terimleri kullanır [9].

Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelerle dayanır. Klasik yaklaşımda bir nesne ya kümenin elemanıdır ya da değildir yaklaşımı vardır. Matematiksel olarak ifade edildiğinde nesne küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı ise "1", kümenin elemanı değilse "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme teorisinin genişletilmesidir. Bulanık kümede her bir nesnenin bir üyelik derecesi vardır. Nesnenin üyelik derecesi, (0, 1) aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu  $M(x)$  ile gösterilir [2].

Bulanık mantık kavramı, net sonuç alamayacağımız durumlar için kullanılır. Örneğin klasik mantıkta soruların cevabı “evet” ya da “hayır” gibi net olarak verilebilir ancak her soruya bu cevabı vermek mümkün değildir. Fakat bulanık mantık sayesinde karmaşık durumlara daha uygun cevap üretmek mümkün hale gelir [2].



Bulanık mantık, otomasyon sistemlerinden yapay zeka uygulamalarına kadar birçok alanda kullanılır. Özellikle, insan dilini ve deneyimi daha iyi modellemek için kullanılır [2].

### 3.2 Klasik Mantık ile Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklar:

- Bulanık mantık klasik mantığa göre daha esnektir,
- Bulanık mantık, klasik mantığı da içerir,
- Bulanık mantık, sonucu net olmayan durumlarda kullanılırken klasik mantık bu durumlarda kullanılamaz,
- Klasik mantık bulanık mantığa göre daha net sonuçlar ile çalışır: evet/hayır, doğru/yanlış gibi,
- Klasik mantıkta değerler 1 ve 0 ile ifade edilebilirken bulanık mantıkta edilemez,
- Klasik mantık daha basit çalışırken bulanık mantık karmaşık işler için idealdir,
- Bulanık mantık, makul sonuçlar üretme noktasında klasik mantığa göre daha iyidir [7].

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A <u>veya</u> A Değil	A <u>ve</u> A Değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
Doğru veya Yanlış	Doğru ve Yanlış Arasında Süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

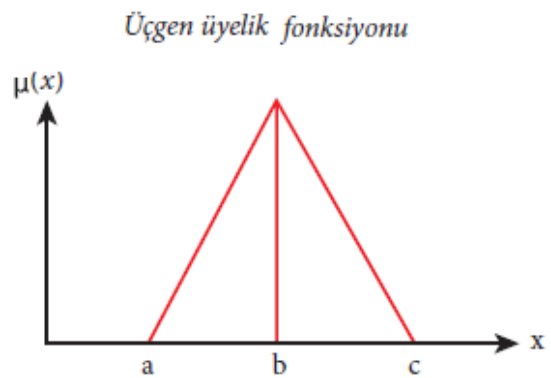
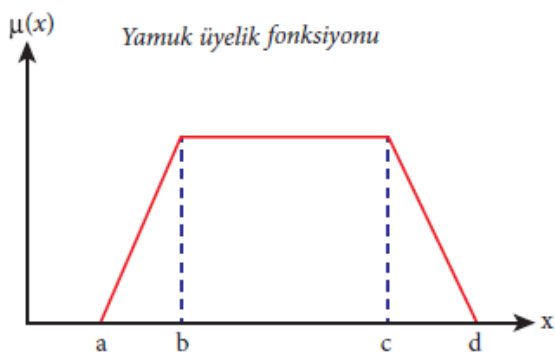
### 3.3 Bulanık Kümeler

Bulanık kümeler (fuzzy sets), geleneksel kümelerden farklı şekilde küme elemanlarının kısmi üyeliğine de izin vermektedir. Bulanık kümeleri oluşturan elemanların alabileceği üyelik dereceleri  $[0,1]$  kapalı aralığındaki bütün reel sayılardır. Bir elemanın C bulanık kümesine olan üyelik derecesini belirlerken, geleneksel kümelerde olduğu gibi 2 seçeneğe değil, çok daha fazlasına sahip

oluruz. Yani 0 ve 1 aralığında sonsuz reel sayı bulunduğu için, teorik olarak bir elemanın alabileceği sonsuz farklı üyelik derecesi mevcuttur [8].

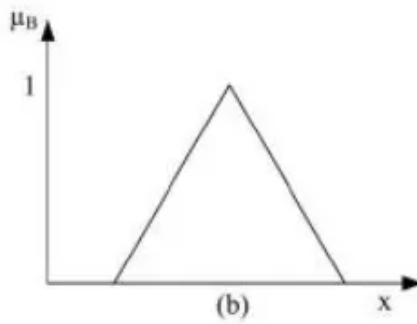
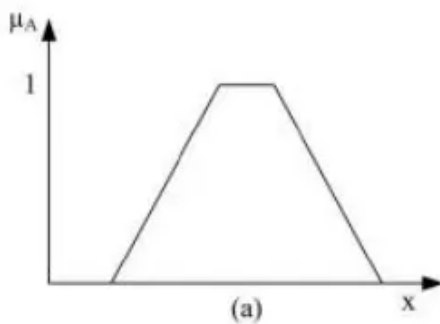
### 3.4 Üyelik Derecelerinin Belirlenmesi

Herhangi bir değer aralığındaki elemanlar için bir kümeye hangi dereceden ait olduklarını gösteren fonksiyonlara üyelik fonksiyonları (membership function) denir.  $\mu_F$  şeklinde belirtilir. Bu fonksiyonları ifade etmek içinse genelde üçgen, yamuk, çan eğrisi, üstel, gaussian gibi fonksiyonlar kullanılır [8].



### 3.5 Bulanık Küme İlişkileri

Bulanık kümelerin birbiriyle olan bağlantıları, keskin kümelere oldukça benzer özellikler gösterir. Keskin kümelerde bahsettiğimiz birleşim, kesişim, alt küme ve tümleyen özellikleri kavramsal olarak bulanık mantıkta da kendine yer bulur [8].



- Birleşim:

- İki veya daha fazla bulanık kümenin birleşimini almak, bu kümelerin elemanlarını içeren bir başka bulanık küme elde etmek anlamına gelir.
- A ve B bulanık kümeleri arasındaki birleşim genellikle  $A \cup B$  şeklinde gösterilir.
- Birleşim, her iki kümenin ortak ve ortak olmayan elemanlarını içerir.

$$A \cup B(t) = \max[A(t), B(t)] = A(t) \text{ OR } B(t)$$

- Kesişim:

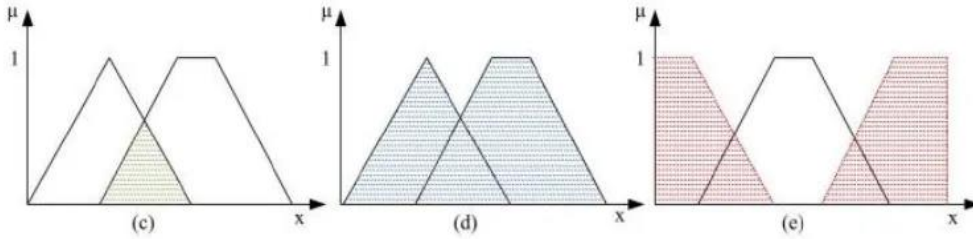
- İki veya daha fazla bulanık kümenin kesişimini almak, bu kümelerin ortak elemanlarını içeren bir başka bulanık küme elde etmek anlamına gelir.
- A ve B bulanık kümeleri arasındaki kesişim genellikle  $A \cap B$  şeklinde gösterilir.
- Kesişim, yalnızca her iki kümenin ortak elemanlarını içerir.

$$A \cap B(t) = \min[A(t), B(t)] = A(t) \text{ AND } B(t)$$

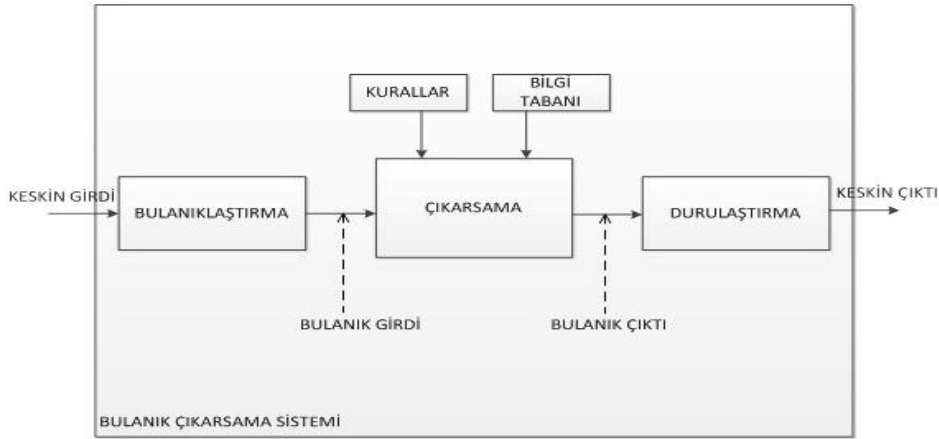
- Tümlen:

- Bir bulanık kümenin tümleniyi, o kümenin tamamlayıcı elemanlarını içeren bir başka bulanık kümedir.
- A bulanık kümesinin tümleniyi genellikle  $\bar{A}$  veya  $A'$  şeklinde gösterilir.
- Tümleniyi, bir kümenin elemanlarına karşı olmayan elemanları içerir.

$$A'(t) = 1 - A(t)$$



### 3.6 Bulanık Sistem



#### 3.6.1 Durulaştırma:

Durulaştırma, bir bulanık mantık sisteminin çıkışını daha keskin ve anlamlı hale getirme sürecini ifade eder. Bulanık sistemler, belirsizlik içeren durumları modelleme ve karar verme yetenekleriyle bilinir. Ancak, sistem çıkışı bazen istenen netlikte olmayabilir. Bu durumda, bir durulaştırma süreci uygulanarak çıkış daha anlamlı bir hale getirilir. Birçok sayıda durulaştırma yöntemi bulunmaktadır. Ele alınan projede ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmıştır [10].

#### 3.6.2 Ağırlıklı Ortalama:

Simetrik üyelik fonksiyonuna sahip çıkış kümelerinde uygulanan bir yöntemdir. Ağırlıklı ortalama yönteminde her bir kuraldan alınan üyelik değeri, bu değerin çıkış kümesi üzerinde kestiği alanla çarpılır. Bu çarpımların toplamının; bütün kurallardan alınan üyelik değerlerinin toplamına oranı bize ağırlıklı ortalamayı vermektedir. Aşağıdaki formülde belirtilmiştir [10].

$$y_{\text{duru}} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu(y_i) \times y_{\text{alan}}}{\sum_{i=1}^n \mu(y_i)}$$

### 3.7 Bulanık Mantık ve Yapay Zeka Arasındaki İlişki

İnsanların belirsiz düşünce ve karar verme yeteneğinin yapay zeka teknolojisiyle birleştiği nokta, bulanık mantık sistemlerini oluşturdu. İnsanların karmaşık akıl yürütme biçimi, onları taklit edebilen ve aynı onlar gibi öğrenip karar verebilen makinelerle aktarıldı. Böylece insanlığın doğal deneyimleri ve yetenekleri makinenin matematiksel sistemiyle birbirine yaklaştıkça kesinliğe yakın durumlar açıklanabilir hale geldi [1].

Bulanık mantık derecelendirme yaparken big data ya da veri ambarı gibi yapay zekaya dayalı iş zekası uygulamalarını kullanıp işlenmiş veriyi oluşturabilir. Bulanık mantığın asıl amacı, anlamlı bilgiyi kullanarak insan düşüncesine yakın modelleme biçimleriyle denetim ve karar verme süreçleri oluşturmaktır. Fakat yazılım ve bilişim araçlarıyla desteklenip zenginleştirildiği takdirde bu tarz akıllı sistemler, hem veriyi işleyip hem de kontrol ya da karar verme süreçlerini aynı anda yapabilecek kapasiteye sahiptir [1].

Kısacası, bulanık mantık ve yapay zeka, belirsizlik içeren durumları ele almak, dil tabanlı ifadeleri anlamak ve karmaşık sistemleri modelleme konularında birbirini tamamlayan disiplinlerdir. Yapay zeka uygulamalarında bulanık mantık, sistemin daha esnek ve gerçek dünya koşullarına uygun çalışmasına yardımcı olabilir [1].

### 3.8 Matlab Fuzzy Logic Toolbox

Matlab Fuzzy Logic Toolbox, bulanık mantık sistemlerinin modellemesi, simülasyonu ve analizi için bir araçtır. Bu araç sayesinde, belirsiz veya bulanık veriler üzerinde çalışarak, sistematik bir şekilde çıkarımlar ve kararlar yapmak mümkündür. Fuzzy Logic Toolbox, kullanıcıya bulanık kümelerin tanımlanması, üyelik fonksiyonlarının oluşturulması ve bu fonksiyonlar arasında kuralların tanımlanması gibi işlemleri kolaylıkla gerçekleştirme imkanı sunar.

### **3.9 Nesne Tespiti Nedir?**

Nesne tespiti, bir görüntüdeki belirli nesnelerin konumunu ve sınıfını belirleme sürecidir. Temelde, bir görüntü içindeki farklı nesneleri tanımlamak ve sınıflandırmak için kullanılır. Nesne tespiti, bilgisayarlı görüntü işleme, yapay zeka ve derin öğrenme alanlarında önemli bir konudur [4].

#### **3.9.1 YOLO:**

"YOLO" (You Only Look Once), bir nesne tespiti algoritmasıdır. YOLO'nun temel özelliği, bir görüntüyü tek bir aşamada analiz ederek nesneleri tespit etmesidir, bu da diğer geleneksel yöntemlere göre daha hızlı çalışmasını sağlar [6].

YOLO, bir görüntüyü bir matris sistemi içinde böler ve her bir hücredeki nesneleri tespit etmeye çalışır. Bu sayede birden fazla nesnenin aynı anda algılanmasına olanak tanır. Ayrıca, nesne konumları ve sınıfları ile birlikte güven skorlarını da çıkarır. Bu skorlar, algoritmanın bir nesneyi ne kadar güvenilir bir şekilde tespit ettiğini gösterir [6].

YOLO'nun avantajlarından biri, yüksek hızda çalışabilmesi ve gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılabilecek kadar etkili olmasıdır. YOLO'nun farklı versiyonları (örneğin; YOLOv5, YOLOv8...) zaman içinde geliştirilmiş ve performanslarını artırmıştır. YOLO, genellikle bilgisayarlı görü tarafından kullanılan bir algoritma olup, özellikle nesne tespiti gerektiren uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [6].

### **4. ÖNERİLEN YÖNTEM:**

Domateslerin görüntü işleme ve makine öğrenimi teknikleriyle sınıflandırılması ve bu sınıflandırmayı sıcaklık verileriyle birleştirerek bir fiyat tahmini modeli oluşturulması.

### **5. UYGULAMA:**

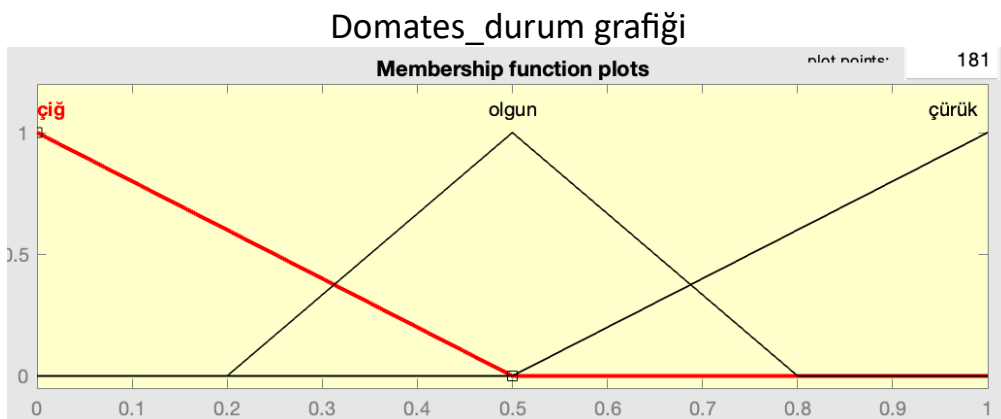
Domateslerin çiğ, olgun veya çürük olduğunu tespit eden bir YOLO çekirdek modeli eğitilmiştir. Farklı olgunluk seviyelerindeki domates resimleri, model ile



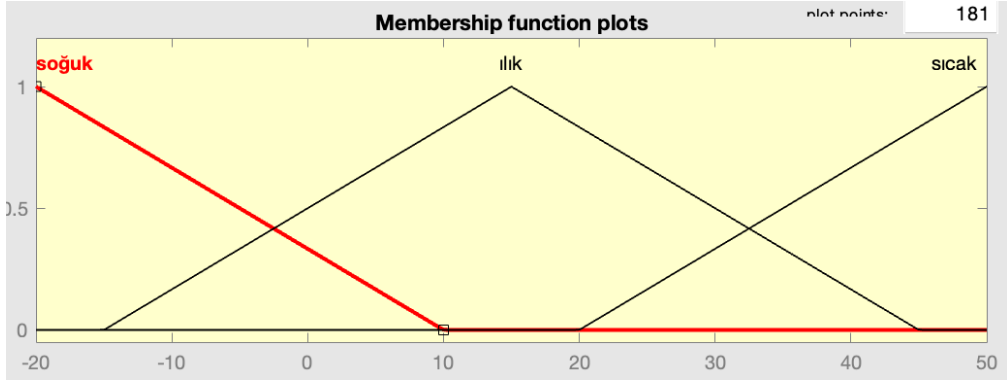
sınıflandırılmış ve sıcaklık bilgisi ve belirli kurallar eklenerek matlab'in fuzzy logic toolbox'ı ile fiyat tahminleri yapılmıştır. Aşağıda adımlar verilmiştir.

- **Veri Toplama:** Farklı olgunluk seviyelerindeki domates resimleri toplandıktan sonra analiz edilip işlenmeye uygun hale getirildi.
- **Görüntü İşleme:** Uygun resimler, bulanık mantıktaki yoğunlaştırma ve seyreltme fonksiyonları kullanılarak keskinleştirildi.
- **Veri Etiketleme:** Resimlerdeki çiğ, olgun, çürük domatesler ai.makesense adlı çevrimiçi platform üzerinden etiketlenip, etiket dosyaları indirildi.
- **Veri Çoğaltma:** Belirli kodlar yazılarak resim ve etiket dosyaları, doksanar derece olmak üzere üçer defa döndürülüp çoğaltılmıştır.
- **Model Eğitimi:** Veri seti, %80 eğitim, %10 doğrulama, %10 test olmak üzere ayrılıp Google CoLab üzerinden belirli parametreler girilerek model eğitimi gerçekleştirildi.
- **Model Testi:** Önceden oluşturulan test klasörü üzerinde gerçekleştirilen testlerin sonuçları analiz edilerek modelin başarılı ve hatalı olduğu durumlar tespit edilmiştir.
- **Mevsim Bilgisi Entegrasyonu:** Sıcaklık verileri ile domateslerin fiyatlandırılmasına etkisi olabilecek faktörler dikkate alındı ve matlab üzerinden grafikler oluşturuldu.
- **Fiyat Tahmini:** Elde edilen sınıflandırma ve sıcaklık bilgileri kullanılarak matlab grafikleri ve kurallar ile domates fiyatları için tahminler durulaştırılarak çıktılar elde edildi.

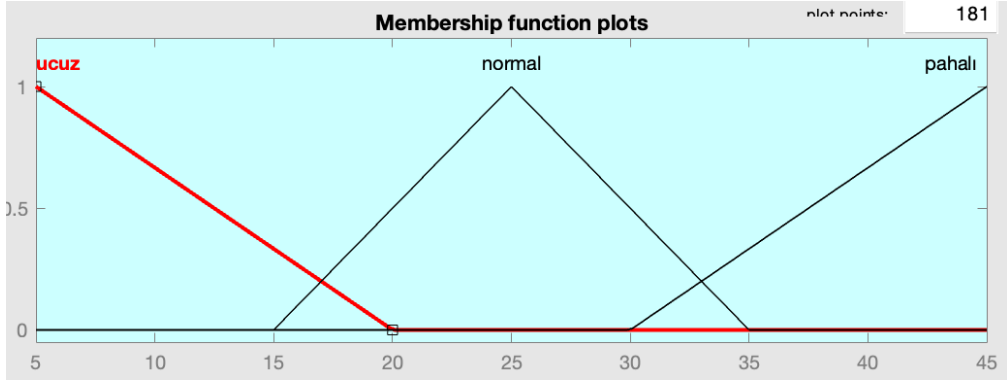
Matlab ekleri:



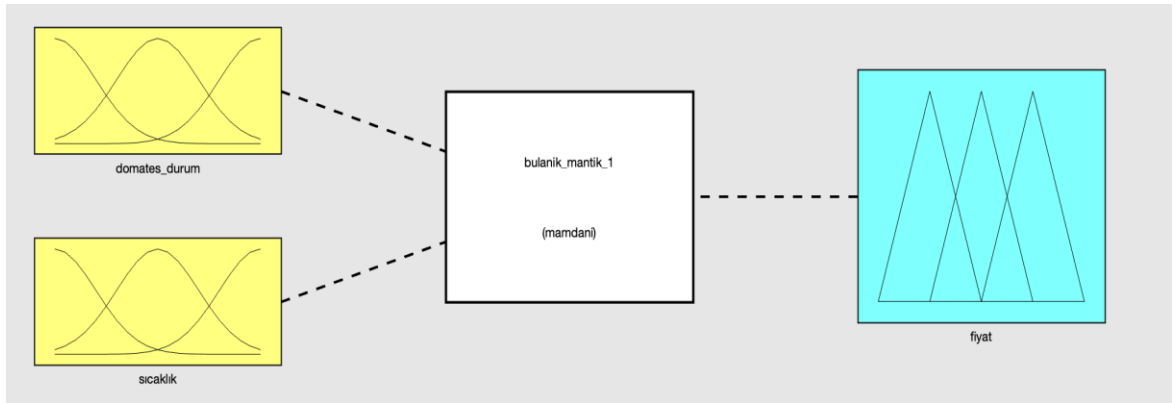
## Sıcaklık grafiği



## Fiyat grafiği



## Bulanık sistem



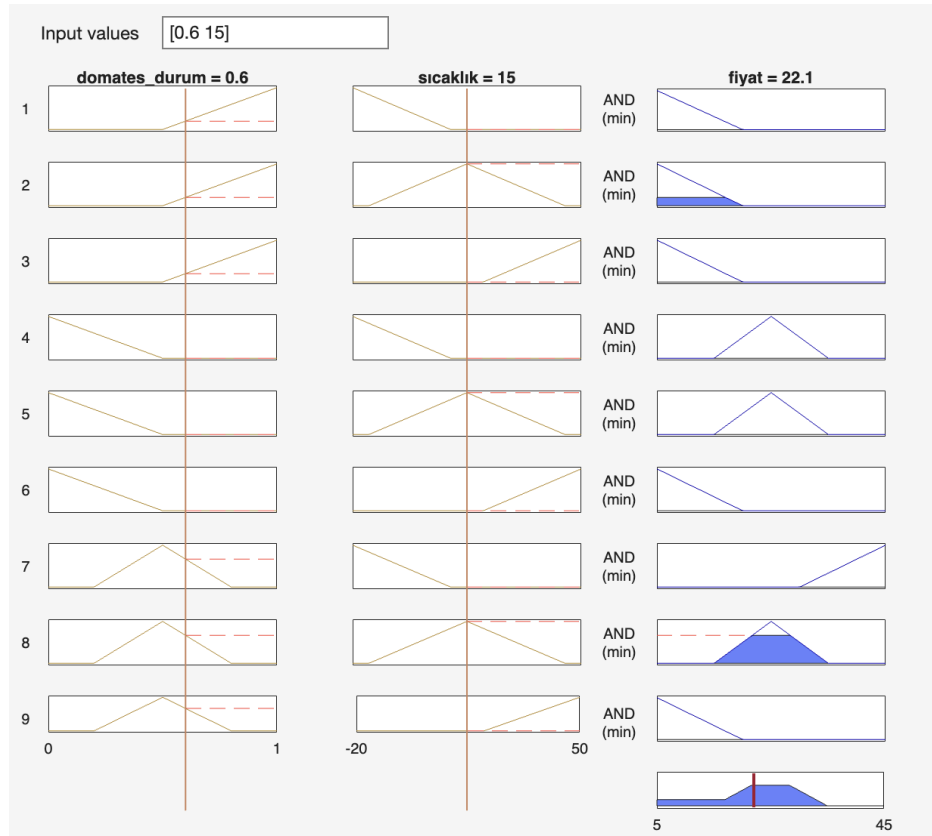
## Kurallar

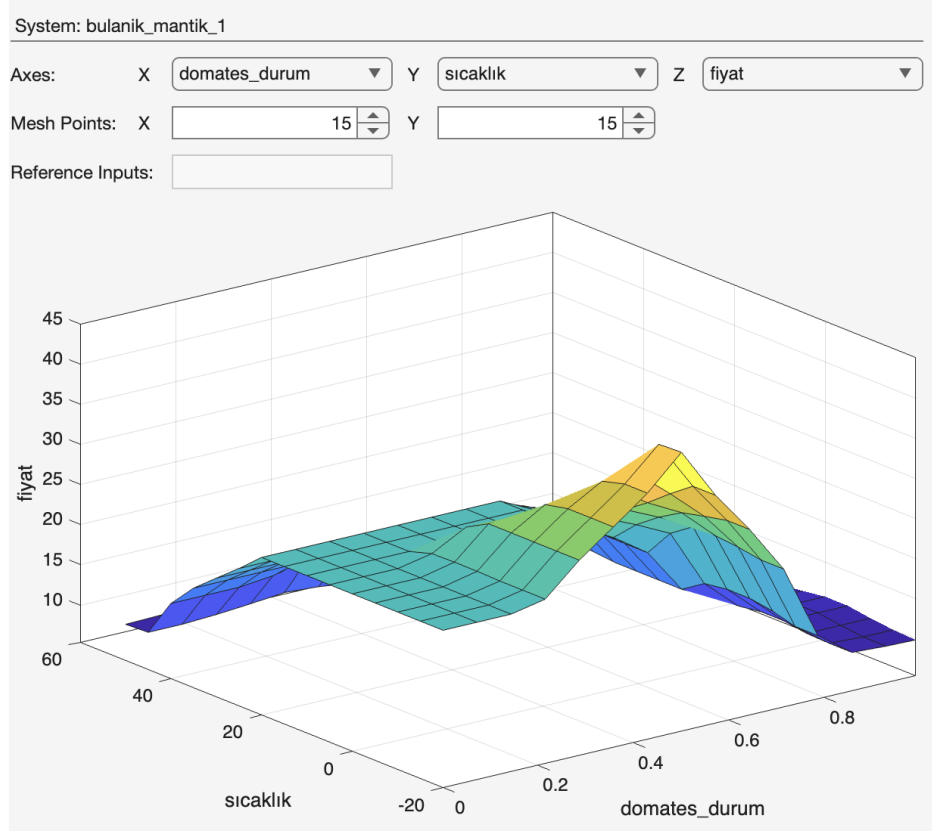
	Rule	Weig...	Name
1	If domates_durum is çürük and sıcaklık is soğuk then fiyat is ucuz	1	rule1
2	If domates_durum is çürük and sıcaklık is ılık then fiyat is ucuz	1	rule2
3	If domates_durum is çürük and sıcaklık is sıcak then fiyat is ucuz	1	rule3
4	If domates_durum is çiğ and sıcaklık is soğuk then fiyat is normal	1	rule4
5	If domates_durum is çiğ and sıcaklık is ılık then fiyat is normal	1	rule5
6	If domates_durum is çiğ and sıcaklık is sıcak then fiyat is ucuz	1	rule6
7	If domates_durum is olgun and sıcaklık is soğuk then fiyat is pahalı	1	rule7
8	If domates_durum is olgun and sıcaklık is ılık then fiyat is normal	1	rule8
9	If domates_durum is olgun and sıcaklık is sıcak then fiyat is ucuz	1	rule9

## 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER:

Sonuçlar:







Domateslerin olgunluk durumları başarılı bir şekilde sınıflandırıldı. Sıcaklık veya mevsim bilgisi eklenerek gerçek zamanlı fiyat tahminleri elde edildi.

#### Öneriler ve Gelecek Çalışmalar:

- Modelin daha geniş bir veri setiyle eğitime devam edilmesi.
- Farklı mevsim ve sıcaklık koşullarında modelin performansının değerlendirilmesi.
- Fiyat tahmin modelinin daha karmaşık faktörler (örneğin, arz ve talep, taşıma maliyetleri vb.) ile genişletilmesi.

## KAYNAKÇA

1. DEMIREL, O. , "Bulanık Mantık", Bilim ve Teknik(385), 78-80. (1999)
2. ÖZLEM, Doğan, Mantık Klasik/Sembolik Mantık, Mantık Felsefesi, İnkılap Kitabevi, İstanbul, 398 s. (2000)
3. Baykal, N., & Beyan, T. Bulanık mantık ilke ve temelleri. Bıçaklar Kitabevi. (2004)
4. Anagnostopoulos C.-N.E., Anagnostopoulos I.E., Psoroulas I.D., Loumos, V., Kayafas, E., License Plate Recognition From Still Images and Video Sequences: A Survey,IEEE Transactions On intelligent transportation systems,9, 3:377-391, (2008)
5. Barış TAÇYILDIZ, Bulanık Mantık Model Geliştirme Ortamlarının Karşılaştırılması ve Örnek Bir Uygulama (2013)
6. Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, & Ali Farhadi. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection (2016)
7. İbrahim KARATAŞ, Bulanık Mantık ile Klasik ve Sembolik Mantık İlişkisi Karşılaştırması, (2018)
8. Dr. A. Merve ACILAR, NEÜ, Bilgisayar Müh., Bulanık Mantık dersi notları (2019)
9. Fuzzy Logic: A Content Analysis For Thesis And Article Studies Between 2000-2020 (2020)
10. Hasan YILMAZ & Mustafa Ergin ŞAHİN, Bulanık Mantık Kavramına Genel Bir Bakış (2023)