



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRİK VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ÇİĞ SÜTÜN BOZULMASINI ÖNGÖREN BULANIK KONTROL SİSTEMİ**

**Büşra UZUN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**KONYA  
Temmuz 2022**

# ÇİĞ SÜTÜN BOZULMASINI ÖNGÖREN BULANIK KONTROL SİSTEMİ

Büşra UZUN

KTO Karatay Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Konya  
Temmuz 2022

## BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans/Doktora tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.<sup>1</sup>

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir.<sup>2</sup>

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.<sup>34</sup>

Temmuz 2022

**Büşra UZUN**

<sup>1</sup> MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

<sup>2</sup> MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

<sup>3</sup> MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

<sup>4</sup> MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

## ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

06 Temmuz 2022

---

**Büşra UZUN**

## TEŞEKKÜR

Tez alıőması sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ' ye, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan değerli hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat KÖKLÜ ' ye ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali ÖZTÜRK' e teşekkür ve saygılarımı sunarım. Çalıőmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teşekkür ederim.

06 Temmuz 2022

Büşra UZUN



## ÖZET

Büşra UZUN

Çiğ Sütün Bozulmasını Öngören Bulanık Kontrol Sistemi

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2022

Süt ve süt ürünleri insan beslenmesinde özellikle de çocuklarda önemli bir role sahiptir. Ayrıca süt büyüme için gerekli olan yüksek kaliteli protein, karbonhidrat, yağ ve mineral maddelerin de kaynağıdır. İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan süt, hijyenik koşullarda üretilmediği, saklanmadığı, işlenmediği, gerekli kontrollerinin yapılmadığı durumlarda insan sağlığı açısından zararlı olabilmektedir. Çiğ süt az sayıda bakteri içerse bile sağımdan sonra çevreden çeşitli yollarla bulaşan mikroorganizmaların etkisiyle oldukça kısa sürede bozulur ve insanlarda hastalıklara yol açan birçok patojenin potansiyel kaynağını oluşturur. Süt proteinlerinin içeriğinde insan vücudu tarafından sentezlenemeyen, mutlaka dışarıdan alınması gereken esansiyel amino asitler bulunmaktadır. Proteinler, insanlar için hem enerji kaynağı hem de yapıtaşı olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda kalite değerlendirilmesi gibi belirsizlik içeren durumlarda ortaya çıkan problemlerin çözümünde sıklıkla kullanılan bulanık mantık, yapay zeka yöntemlerinden bir tanesidir. Klasik mantık teorisine göre daha esnek bir yapıya sahip olan bulanık mantık teorisi, olayları nesnelere “0” ve “1” arasında atadığı doğruluk dereceleri ile açıklamakta böylece sözel ve sayısal veriler arasında bir bağ oluşturmaktadır. Bu çalışmada, ısıtılmış işlem görmüş çiğ sütün bozulmasını öngörmesini amaçlayan bulanık mantık tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmesi hedeflenildi. Bu projenin konusu olarak sütün üretim hanelerden işletmelere gitmeden önce birliklerde, çiftliklerde ve kooperatiflerde üretilen sütün bozulup bozulmadığının tespiti için geliştirildi.

### Anahtar Kelimeler

Bulanık kontrol sistemleri, ısıtılmış işlem görmüş süt, bulanık mantık algoritması, mikrobiyal yük, sütün pH değeri

## **ABSTRACT**

Büşra UZUN

Fuzzy Control System for Predicting The Quality of Thermally Processed Raw Milk

Master's Thesis

Konya, 2022

Milk, which has a very important place in human nutrition, can be harmful in terms of human health when it is not produced, stored, processed, and necessary controls are performed under hygienic conditions. Even if raw milk contains a small number of bacteria, it is degraded in a very short time after the milking by the effects of microorganisms transmitted from the environment in various ways and constitutes the potential source of many pathogens that cause diseases in humans. Milk proteins contain essential amino acids that cannot be synthesized by the human body and must be taken from the outside. The microorganism load of milk is one of the most important indicators in determining milk quality and determining the hygienic properties of milk in the process from raw milk production to consumption. Fuzzy logic, which is frequently used in the solution of problems that occur in uncertain situations such as quality assessment in recent years, is one of the artificial intelligence methods. In this study, it was aimed to develop a fuzzy logic-based decision support system aimed at predicting the deterioration of heat-treated raw milk. As the subject of this project, it was developed to determine whether the milk produced in troops, farms and cooperatives is spoiled before the milk goes from production households to businesses.

### **Keywords**

Fuzzy Control Systems, Fuzzy Logic, Heat treatment, Fuzzy Logic Algorithm, Microbial load, pH value

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	i
BİLDİRİM .....	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. BULANIK MANTIK.....	7
4. ÇİĞ SÜTÜN BOZULMASINI ÖNGÖREN BULANIK SİSTEM TASARIMI.....	13
4.1. Sistem Üyelerinin ve Bulanık Mantık Kurallarının Belirlenmesi.....	14
4.2. Sistem Fonksiyonlarının Tanımlanması.....	15
4.2.1. Isıl Sıcaklık.....	15
4.2.2. pH Değeri.....	18
4.2.3. Mikrobiyal Yük.....	21
4.2.4. Süre.....	22
4.2.5. Sütün Bozulma Riski.....	23
4.3. Uygulama.....	24
4.3.1. Sistemin Kural Tablosunun Belirlenmesi.....	24
4.3.2. Üyelik İşlemleri.....	25
4.3.3. Bulanıklaştırma.....	26
4.3.4. Çıkarım Mekanizması.....	26
4.3.5. Durulaştırma.....	26

4.3.6. Matlab Fuzzy Toolbox ile Sistemin Uygulanması.....	27
4.3.7. Bulanık Mantık Kural Tablosu.....	27
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	29
KAYNAKLAR .....	39
ÖZGEÇMİŞ .....	41



## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Sistemin Girişlerinin Değer Aralıkları.....	14
Tablo 2. Isıl Sıcaklık Girişinin Değer Aralıkları.....	15
Tablo 3. Sistemin Çıkış Değer Aralıkları.....	15
Tablo 4. Sistemin kural tablosunun oluşturulması.....	27



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Bulanık mantık modellemenin çalışma prensibi.....	11
Şekil 2. Bulanık mantık üyelik fonksiyonları.....	11
Şekil 3. Çiğ Sütün Bozulmasını Öngören Bulanık Sistem Tasarımı.....	13
Şekil 4. Isıl Sıcaklık Girişinin Grafikselsel Gösterimi .....	16
Şekil5. MATLAB uygulamasındaki ısıl sıcaklık giriş değerleri.....	18
Şekil 6. pH Girişlerinin grafikselsel gösterimi.....	19
Şekil 7. pH Kural tabanında MATLAB uygulamasına değerlerin girilmesi.....	20
Şekil 8. MATLAB uygulamasında mikrobiyal yük kurallarının değer aralığı.....	21
Şekil 9. MATLAB uygulamasında süre değer aralıkların girişi.....	22
Şekil 10. MATLAB uygulamasında çıkış değerlerinin belirlenmesi.....	24
Şekil 11. Sistem için belirlenen üyelik fonksiyonları.....	25
Şekil 12. Örnek 1' in program çıktısının değerleri.....	30
Şekil 13. Örnek 2' in program çıktısının değerleri.....	32
Şekil 14. Örnek 3' in program çıktısının değerleri.....	34
Şekil 15. Örnek 4' in program çıktısının değerleri.....	36
Şekil 16. Örnek 5' in program çıktısının değerleri.....	38

## SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
$\mu$	Mü fonksiyonu
%	Yüzde İşareti
$^{\circ}\text{C}$	Degree Celsius
<	Küçüktür
>	Büyüktür
=	Eşittir
$\leq$	Küçük eşittir
$\geq$	Büyük eşittir
*	Çarpma işareti
+	Toplama işareti
-	Çıkarma işareti

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltma</b>	<b>Açıklama</b>
pH	Power of Hydrogen
SH	Soxhlet Henkel
UHT	Ultra High Temperature



## 1. GİRİŞ

Süt sağlıklı büyüme ve gelişme için her yaşta tüketilmesi gereken temel gıdadır. Süt, tüm memeli canlılarda organizmanın gereksinimlerini içerdiği çok çeşitli besin maddelerinden dolayı temel bir gıdadır. Süt ve süt ürünleri içlerinde barındırdıkları faydalı besin öğeleri nedeniyle hayvansal kaynaklı besinler arasında önemli bir yere sahiptir. Sütte yer alan önemli besin maddeleri diğer süt ürünlerinde de eksiksiz olarak hatta çoğu zaman daha da zenginleştirilmiş halde yer almaktadır. Günlük hayatta en çok ihtiyaç duyulan besin maddeleri süt ve süt ürünleridir. Süt, tüketilen diğer besin maddelerinden farklı olarak canlıların büyümeleri ve gelişimlerini sağlıklı bir şekilde tamamlamaları için gerekli olan birçok besin maddesini bünyesinde bulundurmaktadır. Bundan dolayı, insan hayatının her evresinde süt ve süt ürünleri tüketimi önemli yer tutmaktadır. Memeli yavruların beslenmesinde temel gıda olan süt, aynı zamanda gıda endüstrisinde önemli bir hammadde olarak kullanılmaktadır. Hayvan yetiştirmede besin materyali ve bunlarında dışında farmakoloji ile bir çok dallarda hammadde olarak kullanılır.

Süt tüketimiyle ilgili yapılan araştırmalara göre günlük olarak tüketilen 1 litre süt, yetişkin bireylerin kalsiyum ve fosfor ihtiyaçlarının tümünü, 10-12 yaşlarındaki çocukların ise ihtiyacının tamamına yakın bir bölümünü karşılamaktadır. Benzer şekilde, 1 litre süt günlük B2 vitamini ve B12 vitamini ihtiyacının tamamını karşılarken, günlük protein ihtiyacının ise yarısını karşılamaktadır. İnsan ömrünün her aşamasında ihtiyaç duyulan süt, C vitamini ve demir dışında makro ve mikro besin öğeleri için de iyi bir kaynaktır. Özellikle çocukluk, gebelik-emziliklik ve yaşlılık dönemlerinde kemik sağlığı açısından son derece faydalı bir besindir. Sütün insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili yapılan klinik ve biyokimyasal çalışmalar, özellikle az yağlı süt tüketiminin, hipertansiyon, diş hastalıkları, kolon kanseri ve kalp hastalıklarının azalmasında önemli rol oynadığını göstermektedir.

Süt üretimi ile ilgili olarak Ülkemizde kayıt altına alınan süt üretim miktarları ve dış ticaret verileri dikkate alındığında 2013 yılı itibariyle kişi başına düşen içme sütü tüketiminin yaklaşık 37,3 kg olduğu tahmin edilmektedir.

Yapılan tüketici araştırmalarına göre, süt tüketim davranışlarıyla ilgili olarak Türkiye de üretilen çiğ sütün %25 'i üretimhane de tüketilmekte, %10' u yavru hayvanlara emzirilmekte, %5' i de zayi olmakta, %60' lık sütün %40'ı işlem görmeden tüketicilere ulaştırılmakta, ancak %10'u modern işletmelerde işlenmekte, geri kalan %10'luk kısmı da

küçük işletmelerde değerlendirilmektedir. Gelişmiş ülkelerde tüketilen süt dağılımı ise şu şekildedir, yavru hayvalara emzirilen ve zayi olan süt miktarı %2-3 olup, pazarlanan çiğ süt miktarı %97-98 oranındadır. Bu oranın sadece %5-6' sını çiğ olarak tüketicilere ulaştırken geri kalan oranın modern süt işleme metodlarıyla işlenip tüketicilere sunulmaktadır. Araştırmalar neticesinde Türkiye'de tüketilen ambalajlanmış ve işlenmiş süt miktarı Avrupa ülkelerindeki kişi başı ortalama ambalajlanmış süt tüketiminden oldukça düşüktür. Türkiye'de yıllık olarak ortalama 6 litre kişi başı ambalajlanmış süt tüketimi söz konusuysa, Finlandiya'da 139 litre, İspanyada 108 litre, İngiltere'de 100 litre ve Yunanistan'da ise 65 litre süt tüketimi bulunmaktadır .

Çiğ süt kullanımının insan vücudu üzerinde önemli ölçülerde parazitlere neden olacak katkı maddelerin bulunduğu ve bunların doğrudan insan hastalıklarına olumsuz yönde neden olduğu bilinmektedir. Tüm bu yapılan araştırmalar neticesinde, gelişmiş ülkeler ve Türkiye'deki süt tüketim oranlarına bakıldığında Türkiye'de tüketicilere ulaşan %40'lık süt oranının tüketicilere işlem görmeden tüketicilere ulaşması modern işletmelerdeki oranın az olmasından kaynaklıdır. Ambalajlı uzun ömürlü sültere uygulanan işlem ısıl işlem dolayısıyla halk arasında ölü süt olarak bilinmektedir. Ambalajlı sülterin ısıl işlem esnasında dayanıklılığı arttırmak amacıyla kullanılan antiseptik ve antibiyotik maddelerin katıldığı ve de ambalajlama esnasındaki malzemelerin kanser yapıcı maddeler olduğuna inanılmaktadır. Bu nedenle ki halk ambalajlı süt tüketimine yerine çiğ sütün "en saf süt", "en doğal süt" ve "en taze süt" olduğu kanısına inanıyorlar.

Süt, içerdiği çeşitli besin maddelerinden dolayı tüm memeli canlılarda organizmanın gereksinimlerini karşılayabilen temel bir gıda maddesidir. Memeli canlıların yavrularının beslenmesinde temel gıda olan aynı zamanda gıda sanayisinde önemli bir hammaddedir. Bu çerçevede adı geçen bu gıdalar fonksiyonel gıdalardır. Fonksiyonel gıdalardan olan fonksiyonel süt ürünleri insan sağlığına olumlu etkileri sebebiyle üretici ve tüketicilerin dikkatini çekmektedir. Bu nedenle gıda sanayinde bu ürünlerin üretimi her geçen gün artmaktadır. Fonksiyonel süt ürünleri sağlık üzerine etkileri açısından 3 önemli gruba ayrılır:

- Gastrointestinal bölge üzerine etkisi olan süt ürünleri
- Kardiyovasküler sağlığına etkili süt ürünleri
- Osteoporoz ve diğer durumlara etkili süt ürünleri

Gastrointestinal bölge üzerinde etkili olan süt ürünleri probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik süt ürünleri ile az oranda laktoz içeren veya laktozsuz süt ürünleridir. Prebiyotikler, sindirilemeyen gıda içerikleri olup, insan ve hayvan sağlığını olumlu yönde etkileyen kolon bakterilerinin gelişmesine etkili olan karbonhidratlardır. Probiyotik gıdalar uygun matriks ve yeterli konsantrasyonda canlı probiyotik mikroorganizma içeren gıdalardır. Fonksiyonel süt ürünlerinde ikinci gruba ait ürünler kolesterol ve hipertansiyonu kontrol altına alan ürünler ile omega-3 yağ asitleridir.

Osteoporoz ve diğer durumlara etkili süt ürünleri bir kemik hastalığı olan osteoporozu engellemeye, bağışıklık fonksiyonunu arttırmaya ve uykusuzluğu gidermeye yöneliktir. Bağışıklık durumunu arttırmak için süt kaynaklı ürünler immunoglobulinlerle zenginleştirilmektedir. İnsan vücudunun gündüz ve gece ritmini kontrol eden bir hormon olan melatonin süt kaynaklı ürünlerde yüksek oranlarda kullanılarak uykusuzluğun önüne geçilmektedir. Bu amaçla Finlandiya (Yömaito) ve İngiltere (Slumbering Bedtime Milk) olmak üzere birçok ülkede fonksiyonel süt ürünleri geliştirilmiştir.

Fonksiyonel süt ürünleri kanser, koroner kalp hastalığı, osteoporoz ve gıda alerjisi olmak üzere birçok rahatsızlık üzerine etkisi bulunmaktadır. Kanser dünya genelinde pek çok sayıda sağlık problemine yol açmakta olup toplumda yaygın bir şekilde görülmektedir. Her yıl 10,1 milyon yeni kanser vakası tanımlanmakta olup dünya genelinde kanserden dolayı her yıl 6,2 milyon insan hayatını kaybetmektedir. Kanser dünya genelindeki ölümlerin %25'ini oluşturmaktadır. Yoğurt, süt ve peynir iyi bir kalsiyum kaynağı olarak kalsiyumun kanser riskini azalttığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Yüksek oranda kalsiyum alımının kolon kanserine karşı koruyucu bir etki oluşturduğu saptanmıştır.

Süt, dış etkenlerden çabuk etkilenir ve kolaylıkla bozulabilir. Sütün kalitesi hayvanın temizliğinden başlayarak sütün sağım aşamasında daha sonra üretimhanelerin temizliğinden toplama tanklarına kadar temizlik kurallarına kriterleri belirler. Bu sebeple kaliteli süt tüketmeden önce mutlaka ısıtılmalıdır. UHT (Ultra High Temperature ), 1961 yılından beri tüm dünyada kullanılan en gelişmiş süt işleme teknolojisi olarak bu süreçte önemli bir rol oynar. Teknoloji gereği UHT süt üretiminin ilk şartı kaliteli süt kullanımıdır. Çiftliklerden, birliklerden ve kooperatiflerden alınan sütün soğuk zincir altında direkt olarak süt işletmesine getirilir. Çiğ sütler işletmeye kabul etmeden önce detaylı kalite testinden geçirilir.

Kalite testleri bileşenleri:

- Antibiyotik testi
- Toplam kuru madde
- Somatik hücre sayısı
- Asitlik
- Koku ve Tat
- Yağ Oranı

Süt veren hayvanların hastalanmaları sonucunda sorumlu veterinerlerin hayvanlara vermiş olduğu antibiyotikler neticesinde sütte antibiyotik kalıntıları birçok bulaşıcı hastalık, sütü tüketen canlıya mikroorganizmalardan aktarılır. Bundan dolayı süt üretimhaneleri için bu test önemsenir. Kuru madde tayini, sütte bulunan bileşim zenginliğini belirlemesi açısından değil, aynı zamanda süte su katılıp katılmadığının tespiti açısından da önemlidir. Bu amaçla sütün kalitesi açısından toplam kuru madde bileşimini önem kazanmaktadır. Somatik hücreler, sütte bulunan beyaz kan hücrelerilökositlerden oluşurlar ve doğal bağışıklık hücreleridir. Bakterilere karşı antikor kazanmak için bağışıklık hücrelerinden süte geçer ve sütteki somatik hücresi sayısı artar.

Sütün ilk sağıldığı zaman, asitlik oranı yüksektir. Daha sonra sütün doğal asitliği, içerisinde bulunan bileşimlerden dolayı farklılık gösterecektir. Süt veren hayvanın türüne göre de asitlilik oranı değişecektir. Örneğin, koyun ve manda sütünün asitlilik deresi inak sütüne oranla daha yüksektir. Sütün sağım esnasında bulunduğu ortama göre sütün kokusunu ve tadını değiştirecek çevresel koşullar bulunmaktadır. Bunlar üretimhanelerde bulunan koku giderici vasıtası ile sütün kalitesini düşürmeden giderilir.

Farklı işletmelerden getirilen sütlere yağ standardize edilir. İçerisindeki yabancı mikroorganizmalardan arındırmak için süte, UHT işlemi uygulanır. Bu işlemde süt 2-6 saniye sürede 135-150 derecelerde ısıya tabii tutulur ve hızla oda sıcaklığına soğutulur. Böylece sütün besin değeri korunmuş olur. Süt steril ortamda ışık ve hava geçirmeyen 6 katmanlı karton kutulara doldurulur. Bu şekilde tüketilmeye hazır hale getirilir.

Testler sonucunda uygun bulunan sütün, süt işletmesine kabul edilir ve çiğ süt depolama tanklarına alınır. Sütün içerisine dışarıdan istenmeyen yabancı maddeler karışmış olabilir.

Bunlar; kirlilik, çapı büyük bakteriler, deri döküntüsü, taş, toprak, yağ, kıl, gübre olabilirler. İşletmeler öncelikle sütü bu yabancı maddelerden arındırılır. Ardından sütte hoşuna gitmeyen kokular ahır, gübre, yem kokuları olabilir. Hava koku gidericilerle alınır.

Bulanık mantık Sistemleri değişken ortam nedeniyle daha verimli ve doğrudur. Giriş ve çıkış değişkenleri duruma göre değişir. ıkış değişkenlerinin değerleri, bulanık mantık sisteminin kural tabanı kullanılarak giriş değerlerindeki değişime göre elde edilir. Diğer otomatik sistemlerde, girilen değerler sabittir; bulanık mantık sistemlerinde olduğu gibi, girilen değerler diğer otomatik sistemlere göre çok daha doğru sonuçlar verdiği ve gerçek zamanlı senaryolarda çalıştıkları için gerçek zamanlı sistemlere daha yakın hale getirdikleri için farklılık gösterir.



## 2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Gelişen teknoloji ve toplum ile teknolojinin sınırları genişletilmiş olup bilgisayar sistemlerin veya otomasyonların gerek sanayi de gerek tıp alanında her alanda kullanıldığını günümüzde çok net görebiliyoruz. Hayatımızın ve gelişimimiz çok önemli bir maddesi olan süt ve süt ürünlerinin üretimi noktasında bilgisayar sistemlerin ve otomasyonların bu alanda çok çalışma yapılmadığından bu alan da eksikliklere neden olmuştur. Bu projenin temel amaçlarında bulanık mantık ve süt üretim hanelerindeki çalışmaları incelediğimizde çok az bir çalışma yapıldığından dolayı ilgili çalışmalar yetersiz kalmıştır.

2014 yılında Aslı AKILLI, Hülya ATIL, Harun KESENKAŞ hocalarımız tarafından bulanık mantık yaklaşımı ile çiğ sütün kalite değerlendirmesi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın prensibi olarak bulanık sistem kuralı “eğer – o halde” kuralı yardımıyla bu proje de kullanılan MATLAB uygulaması kullanılıp bilgisayar sistemine işlenmiştir. Çiğ süt kalite değerlendirmesinde bulanık mantık yaklaşımı makalesinde kullanılan üyelik fonksiyonu üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları tercih edilmiştir. Çıkarım yöntemi olarak en yaygın Mamdani kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan giriş fonksiyon sayısı 3 tanedir. Giriş fonksiyonları; somatik hücre sayısı, toplam bakteri sayısı, protein oranı çıkış fonksiyonu ise bir tane olup çiğ sütün kalitesi olarak adlandırılmıştır. İlgili çalışmada her fonksiyon 3 ayrı gruptan oluştuğundan dolayı toplam  $3*3*3 = 27$  kural sayısı vardır.

İlgili çalışma da asıl amaç çiğ sütün herhangi bir işlem görmeden kalitesini belirlenip kullanım amacına göre işlenmiş süt elde etmektir.

### 3. BULANIK MANTIK (FUZZY LOGIC)

Millattan önce ve sonra ünlü düşünür isimler, dönemlerinde mantık kavramına önemli katkılarda bulunarak modern dönem için mantık biliminin zeminini hazırlamıştır. "Mantık" kavramının anlamı, Arapça'da demek, konuşmak, dile getirmek anlamlarına gelir. Aynı zamanda, mantık, doğru ve düzgün düşünme, mantıksal düşünmeyi konu edinen bir felsefe disiplinin adıdır. Klasik mantık sürecini başlatan, bir ilim olarak bilim ve düşünce dünyasına girmesini sağlayan ünlü düşünür Aristoteles'dir. Aristoteles'e göre klasik mantık, Boolean'dır. Tüm değerler ya 0 ya da 1'dir. Yani bir eleman ya kümenin elemandır, ya da o kümenin elemanı değildir. Klasik mantıkta, kısmi üyelik söz konusu olamaz. Kısacası, klasik mantık kümelerinde 0 ve 1 mantığı vardır.

Bilgisayar ortamında bazı durumlarda ve olaylarda Aristoteles'in düşüncesi yeterli gelmemiştir. Günlük hayatta insanların tecrübelerinden, bilgisayar ortamında verilerden yararlanarak, elde edilen sonuçları klasik mantığa uyarlama da zorluk yaşandığından dolayı, olayları matematiksel yaklaşımdan dilsel yönteme çevirerek aslında alınan kararların 0 ve 1 arasında bir değer olabileceğini gösteren bir bulanık mantık kavramı ortaya çıkmıştır. Bulanık mantıkta asıl amaç, akıl yürüten bilgisayar destekli insan düşüncesine yakın modelleme ile karar verme, sonuca varma biçimiyle oluşmaktadır. Bulanık mantık, Boolean değerli üyeliği çok değerliliğe taşıyarak genelleme yapamaya olanak tanımıştır. 0 ve 1 değerleri arasında (0.65, 0.97 gibi) ara değerler ile sonuçlanacağını içeren bir sistemdir. Bulanık mantık, insanların kesin olmayan ifadelerle, düşünme yeteneğini bilgisayar ortamına entegre eden mantık sistemidir. İnsan mantığını taklit ederek belirsiz ve yaklaşık durumlarda işlem yapabilme yeteneğine sahip olan bulanık mantık bir elemanın birden fazla kümenin elemanı olabilmesini veya bir elemanın kısmi üyesi olmasına olanak tanır.

Azeri asıllı bilim adamı Lotfi A. Zadeh olasılık dağılımı ile tanımlanamayan, bulanık (belirsiz) durumlar için farklı bir matematiğe ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. 1965 yılında bulanık mantık hakkında ilk makale olan "Fuzzy Sets" başlıklı çalışma Zadeh tarafından yazılmıştır. Zadeh, insanların düşünce yapısında çoğunlukla kesinlik taşımayan bulanık ifadelerin yer aldığını belirtmiştir. Klasik mantıktaki "0" ve "1" gibi kesin ayrımların yanı sıra, ara değerlerin de göz önünde bulundurulması gerekliliğine dikkat çekmiş ve olayların  $[0,1]$  aralığında belirli bir derece ile gösterildiğini ifade etmiştir. Bulanık mantık teorisinin ortaya çıkışı ile özellikle insanların düşünce yapısındaki sözel verilerin işlenmesinde

oldukça büyük gelişmeler sağlanmıştır. Aralık matematiği ve bulanık mantık kullanılarak oluşturulan bulanık sistemler sözel verilerden sayısal verilere geçişte bir köprü görevi görmektedir. Kesin sayısal verilerle çalışıldığında klasik yöntemler kullanılabilen ancak belirsizlik ortamında ortaya çıkan sorunların çözümünde klasik yöntemler sağlıklı sonuçlar vermemektedir.

Günümüz teknolojisi özellikle yapay zeka tabanlı çeşitli yazılımlar sayesinde insanların sahip oldukları algılama yeteneğinin bilgisayarlar tarafından taklit edilebilmesine ve belli ölçülerde öğrenmesine imkan sağlamaktadır. Bulanık mantık, yapay sinir ağları, uzman sistemler ve genetik algoritmalar gibi yapay zeka yöntemleri başta mühendislik ve tıp olmak üzere farklı bilim dallarında başarı ile uygulanmaktadır. Son yıllarda, bulanık mantık tabanlı yöntemler belirsizlik ve nesnelliğin olduğu durumlarda, mühendislik, tıp ve biyoloji alanlarında olduğu gibi tarım ve hayvancılık alanında da başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bulanık mantık ve yapay zekayla çalışılan uygulama alanları çok geliştirilmiş olup endüstriyel alanlarda, ulaşım, elektronik ürün çeşitlerinde yerini almıştır. Bunun haricinde tıp alanında bulanık mantık yardımıyla oluşturulan bulanık uzman sistemler ve karar destek sistemleri kanser ve tümör gibi ciddi hastalıkların teşhisinde ve değerlendirilmesinde karar almak amaçlı sıklıkla kullanılmaktadır. Bulanık mantık ve yapay zeka alanlarında son zamanlarda hayatımızı kolaylaştıran uygulamalar ve çalışmalar hala yapılmaktadır. Bulanık mantığın uygulama alanlarından bazıları:

- Otomatik Kontrol Sistemleri
- Bilgi Sistemleri
- Optimizasyon Sistemleri

Otomatik Kontrol Sistemleri olarak robotik, akıllı denetim, otomasyon, gibi alanlardır. Otomatik kontrol sistemleri olarak robotik ve otomasyon alanları üzerinde çok çalışma yapıldı ve yapılmaktadır. Bunlardan bazıları:

- Bulanık mantık kontrol sistemleri ile iki tekerlekli kendini dengeleyebilen robotik sistem mekanizmasıdır. Bu mekanizmanın oluşturulmasındaki amaç matlab simulinkte girişler yardımıyla blok diagramlar üzerinden, açısal hareket denklemleriyle beraber robotun dönüş manevralarının kaçınıcı saniyede ve hızının kaç olması gerektiğini hesaplayarak tekerleğin hangi derecede dönebileceğini

öngören bir sistem oluşturulmuştur. Bu sistem otonom araçlar gibi kendi dengesini sağlayabilen iki tekerli sistemlerden oluşmuştur.

- Bir diğer uygulama alanı ise tasarlanan bir pist üzerinden otonom sürürlü bir araç tasarımıdır. Eşzamanlı çalışan bu sistem, araç da bulunan bluetooth ile masaüstü bilgisara modül ile sinyal göndererek bilgisayarda kullanılan bulanık karar mekanizması ile bu aracın bir sonraki gideceği adımları kararlaştırarak nesnelar arası iletişim ile birlikte aracın nasıl gideceğine karar verip tekrar sinyaller vasıtasıyla araca göndermiştir.
- Sıradaki uygulama hem tıbbi hem bulanık mantık mekanizmasını içeren bir sistemdir. Bulanık mantık esaslı karar destek sistemi ile robotik elin kuvvet kontrolüdür. Bu sistemin yapılmasındaki amaç insan ile makine arasındaki etkileşimi artırarak engelle vatandaşların hayatlarına dokunmuştur. Bu doğrultu da hazırlanmış olan mekanizmada dokunsal bildirim hassasiyeti tutma kavrama hissinin bilgisayar ortamında varabileceği sonuçları doğurmuştur ve tespit edilmiştir.
- Akıllı ev üzerinde çalışılmış ve teze dönüşmüş bir çalışma alanında anlatılan akıllı ev sistemlerinde kullanılan bulanık mantık ve bulanık kümeler üzerinde varsayım yapılarak bulanık mantığın günlük hayatta yaşam tarzını ve alışkanlıkları değiştirdiği görülmektedir.

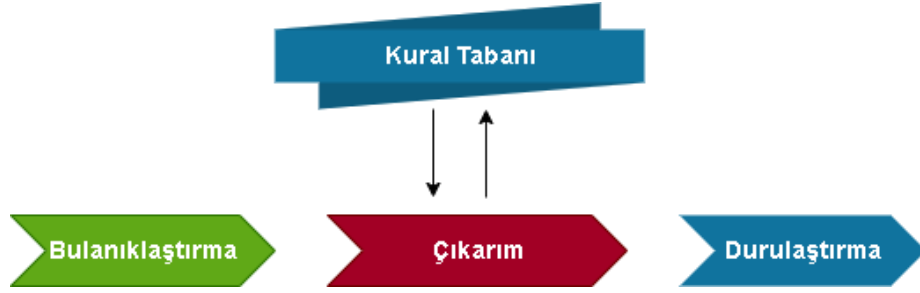
Bulanık mantık ile veri madenciliği bilgi depolama, bilgilerin saklanması bilgi tabanlı sistemlerin oluşumunda yani veri madenciliğinde de bulanık mantık ve küme modelleri kullanarak uygulanan çalışmalar mevcuttur. Bunlara örnek olarak tarımsal ve hayvansal faaliyetler üzerinden seçilen uygulamalar açıklanmıştır.

- Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Elazığ için geçmiş tarihli meteoroloji değerler toplanarak daha sonra bulanık kümeler oluşturulup İleri tarihli hava durumu tespiti yapan sistem oluşturulmuştur. Böylelikle o bölgede yaşayan halkın tarımsal ve hayvansal faaliyetlerini önceden hava durumunu tahmin ederek hayatsal faaliyetlerini yönlendirmesi için yapılmış bir çalışmadır.
- Veri madenciliği ile bulanık mantık üzerinde yazılmış bir diğer uygulama basın yayın kaynaklarının doğruluğunun tespiti, anlamlı ve önemli bilgilerin çıkarılmasını hedefleyen bir çalışmadır. Buarada sunucu bilgisayarda birçok veritabanı ve internet kaynakları üzerinden haber kaynaklarına ulaşarak kullanıcının kullandığı arayüze

bilgilerin doğruluğunu kontrol eden algoritmalar sayesinde bilginin güvenilirliğini doğruluğu tespit etmek hedeflenmiştir.

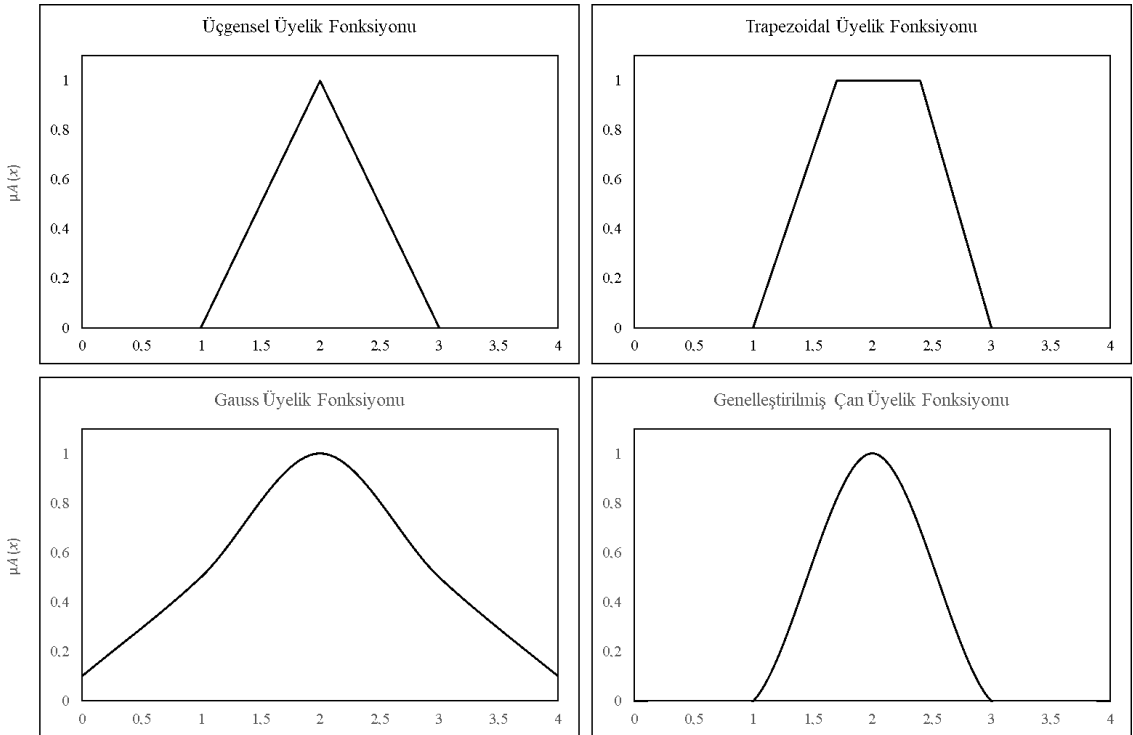
Bulanık mantığın en çok bilinen uygulama alanı olan görüntü tanımlama da kullanılan görüntü işleme teknolojinin kullanmasının temel taşı bulanık mantık oluşturmaktadır. Görüntü işlemenin temeli yeni bir görüntünün veri tabanında bulunan birçok görüntü ile karşılaştırılıp o görüntünün istenen çıktıya ne kadar yakın ne kadar uzak olduğunun tespitini içeren sistemdir. Bu alanda çok fazla çalışma vardır. Hem ekolojiyi hem bulanık mantığı içeren Bulanık mantığı kullanarak bitki tanıma sistemi bir bitki türü üzerinde yaprakların anatomik yapıları bulanık kümeler halinde oluşturulup çekilen yaprak resminin hangi türe ait olduğunu açıklayan bir sistem oluşturulmuştur. Bulanık mantığın yaklaşımın kullanmasının avantajları uzmanlar tarafından belirlenen bulanık kümelerin oluşturulması ve tıpkı bilgisayarların ve yahut kullanılan uygulamanın maliyetinin düşük olması, sistem ve performansın artması ve uygulamanın basitliği gibi avantajları vardır. Daha önceki çalışmalardan yola çıkarak bulanık mantığın aslında karar mekanizma olduğu kolayca görülmektedir. Uzmanlar tarafından belirlenen bulanık kümeler araştırma konusu olarak seçilen durumun her kümenin bütün ihtimalleri düşünülüp kümeler oluşturulmuş ve uygulamanın nasıl karar vereceğini söylenmiştir. Bilgisayara veya kullanılan makineye ne tepki vereceğini nasıl çıktı vereceğini bütün ihtimaller doğrultusunda belirlenmiş ve öğretilmiştir.

Bulanık mantık modellemenin çalışma prensibi altında 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; bilgi tabanı, bulandırma, karar verme ve durulama bileşenidir. Bulanık modellemenin ilk basamağı, problemin belirlenip parametre seçimleriyle üyelik fonksiyonlarının oluşturulması gerekmektedir. Parametreler ile alt kümeler oluşturulup problemin çözümleri için kurallar dizisi oluşturulur. Daha sonraki basamak ise oluşturulan kurallar dizisine göre doğru olan çıkarım mekanizması seçilerek en son basamak olan durulaştırma yöntemi seçilir.



**Şekil 1. Bulanık mantık modellemesinin çalışma prensibi**

Şekil 1' de verilen bulanık mantık modellemenin çalışma prensibi şematik olarak gösterilmiştir. Bu sistemin en temel taşı olan bulanık küme yer almaktadır. Bulanık kümede yer alan bileşenler kendi aralarında kategorize edilip kümeler olarak karşımıza çıkar. Bu şemadan anlaşılacak olan, girdilerin bulanıklaştırılıp çıkarım mekanizmasına gönderilir ve burada da kurallar tabanına uygunluğu teyit edilip çıkan sonucun durulaştırma aşamasında son kez işlenip çıktıya dönüştürülmesidir. Bulanık mantığın üyelik fonksiyon bileşenleri 4 tanedir ama içerisinde en çok kullanılan ve blinen iki bileşen vardır. Bunlar üçgen üyelik ve yamuk üyelik olmak üzere iki tanedir.



**Şekil 2. Bulanık mantık üyelik fonksiyonları**

Şekil 2 ' de bulanık mantık bileşenlerinden olan üyelik fonksiyon çeşitleri bulunmaktadır. Üyelik fonksiyonları olarak üçgensel, trapezoidal, gauss ve genelleştirilmiş çan üyelik fonksiyonları bulunur. Bu proje için uygun görülen model yamuk model olarak adlandırılmış trapezoidal kullanılmıştır.

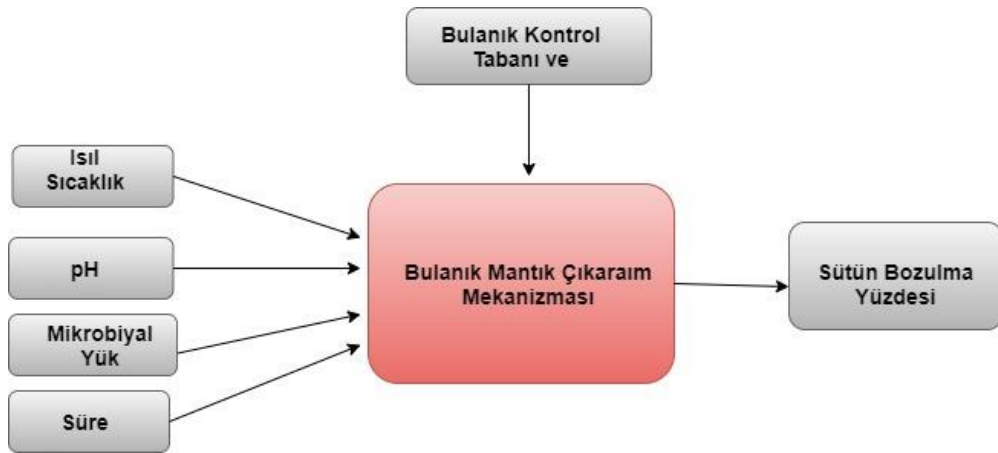
Bulanık mantık sisteminin kullanılma avantajları olarak şunlar sıralanabilir;

- Uzmanlar tarafından üyelik fonksiyonlarının seçimi,
- Performans artar
- Uygulama basitleşir,
- Mali gider azalır.



#### 4. ÇİĞ SÜTÜN BOZULMASINI ÖNGÖREN BULANIK SİSTEM TASARIMI

Makineleşme, insanlara sağlık, eğitim, ulaşım gibi her türlü alanda yardımcı olmak için ortaya çıkmıştır ve insanlara sadece fiziksel değil, zihinsel alanda da yardımcı olan bir araç olarak kullanılması bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile mümkün olmuştur. Bu sayede eskiden yapılması mümkün olmayan birçok iş artık kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Makineleşmenin ve bilgisayar teknolojisinin en çok kullanıldığı alanların başında sağlık bilimleri ve tıp sektörü gelmektedir. İşlemlerin kolaylaştırılması ve hızlanması zorlu hastalık sürecini hafifletecektir ve gerekli tedbirlerin zamanında alınmasını sağlayacaktır. Aslında gerçek hayatta da bulanık mantığın pek çok alanda olduğunu görebiliriz. Örneğin havanın sıcak veya soğuk yerine ılık tanımlaması ortalama bir değeri ifade eder ve iki uç durum arasında yumuşak bir geçiş olarak gösterilebilir. Burada sıcak ve soğuk arasındaki ılık kelimesinin kesin sayısal değeri bulanık mantık sayesinde bulunabilmektedir. Tıpta ise birçok alanda bulanık mantık kullanımı mevcuttur. Bu çalışmamızda ise işletmelere gitmeden önce birliklerde, çiftliklerde ve kooperatiflerde üretilen sütün bozulup bozulmadığının tespiti için bulanık mantık kontrolü dâhilinde bir proje geliştirildi. Bulanık kontrol sistemi geliştirilirken 4 girişli ve 1 çıkışlı sistem tasarlandı. Bulanık sistemler, bulanık “eğer-o halde” kuralları ile yapılandırılarak oluşturulan bilgi tabanlı sistemlerdir ve doğrusal olmayan bir fonksiyondan bilgi tabanına dönüşen sistematik bir süreç sağlamaktadır. Bulanık mantık teorisi sayesinde, uzmanların sahip olduğu bilgiler “eğer-o halde” kuralları yardımıyla bilgisayar sistemlerine işlenmektedir.



Şekil 3. Çiğ Sütün Bozulmasını Öngören Bulanık Sistem Tasarımı

Şekil 3' deki şemada bu proje için tasarlanan bulanık mantık mekanizması bulunmaktadır. Şemada 4 giriş olarak pH, ısı sıcaklık, mikrobiyal yük ve süre belirlenip kural tabanında belirlenen kriterlere göre çıktı olarak sütün bozulmasının yüzde değerler olarak verilmektedir. Bulanıklaştırma işlemi yapılırken her bir giriş için belirli aralıklar verilmiş ve 4 gruba ayrılmıştır. Aynı işlem çıkış içinde yapılarak bütün sistem bulanıklaştırılmıştır. Sistemin çıkışı olarak bulanık giriş verilen sistem de hem sözel olarak hem de sayısal olarak kesin bir çıkış elde edilmiştir.

#### 4.1. Sistemin Üyelerinin ve Bulanık Mantık Kurallarının Belirlenmesi

Tasarlanan sistemin girişleri, çıkışı ve genel yapısı Şekil 4.1 de gösterilmektedir. Isıl sıcaklık, sütün pH değeri, mikrobiyal yük ve süre olarak adlandırılan üretim tarihi olmak üzere 4 tane girişe sahip olan sistemin sonucu olarak sütün bozulma riskinin yüzde olarak değerini vermesini amaçlamaktadır. Sistem için belirlenen kural tabanı hazırlanmıştır.

Sistemde kullanılan girişlerin ve çıkışın minimum ve maximum değer aralığı Tablo 1' de gösterilmektedir. Tablo 1' de bulunan 3 girişin 3 üyelik fonksiyonu bulunmaktadır. Isıl sıcaklık girişinin 5 üyelik fonksiyon olmasındaki amaç sistemin daha hassas ölçülerde sonuç verilmesi için Tablo 2' de belirtilen ısı sıcaklık giriş aralığıdır. Tablo 3' deki veriler sütün bozulma riskinin yüzdesi ise çıkış olarak alınmıştır.

**Tablo 1. Sistemin girişlerinin değer aralıkları**

Değişken Adı	Düşük	Orta	Yüksek
Süre (Sn.)	2 - 6	4 - 20	15 - 20
pH Değeri	6,2 – 6,6	6,5 – 6,8	>7
Mikrobiyal Yük (kob.)	<100.000	50.000 < x < 100.000	>100.000

**Tablo 2. Isıl sıcaklık girişinin değer aralıkları**

Değişken Adı	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Isıl Sıcaklık(°C)	62 - 75	72 - 85	75 - 120	109 - 135	120 - 150

**Tablo 3. Sistemin çıkış değer aralıkları**

Değişken Adı	Bozulmamış (Düşük)	Az Bozulmuş (Orta)	Çok Bozulmuş (Yüksek)
Sütün Bozulma Oranı (%)	0 - 36	33 - 68	62 - 100

Tablo 3 ' de sistemin çıkışı olarak belirlenen sütün bozulma oranının için değer aralıkları tabloda verilmiştir. Sütün, bozulmamış süt olabilmesi için giriş değerlerinden belirlenen üyelik fonksiyonları doğrultusundan yüzde 0 – 36 olarak çıkması gerekmektedir. Az bozulmuş sütün değer aralığı ise yüzde 33 -68 olması gerekmektedir. Sütün bozulma oranı yüksek ise o süt artık kullanılamaz hala gelmiştir. Tablo 3' de de bu veriler açık bir şekilde verilmiştir.

## 4.2. Sistem Fonksiyonlarının Tanımlanması

### 4.2.1. Isıl Sıcaklık

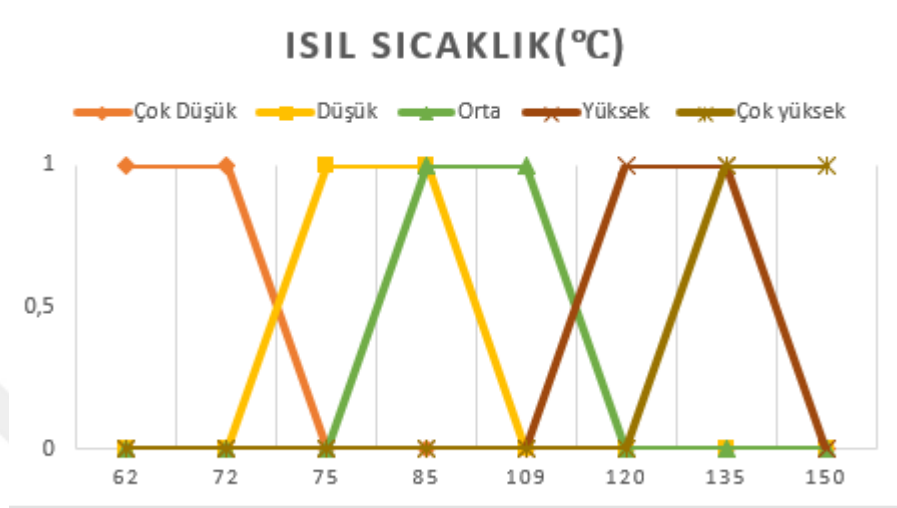
Çiğ sütler, tüm dünyada ısıtılardan geçirilir. Bunun sebebi sütün, mikroorganizmaların yaşaması ve gelişip çoğalması için çok uygun ortam oluşturmasıdır. Sağlıklı ineklerin süt bezlerinden salgılanan sütte ilk aşamada zararlı hiçbir bakteri bulunmaz. Ancak, sütün salgılanmasından sonra hayvanlarda sütün geçtiği meme kanalları, meme ucu gibi yerlerde yaşayan bakteriler süte karışabilir. Ayrıca, sütün temiz olmayan koşullarda sağılması ve uygun olmayan sıcaklık derecelerinde saklanması gibi pek çok çevresel etken, çiğ sütte insan sağlığına tehdit oluşturabilecek bakteri bulunmasına yol açabilir.

Bulaşan bu bakteri çeşitli hastalılara neden olmaktadır. Bunlardan bazıları:

- Verem hastalıkları yol açan bakterilerin çoğalmasında
- Hamile kadınların bebeklerinin düşmesine sebebiyet olan Brucella cinsi bakteri
- Bağırsaklarda ishalli hastalıklara yol açan bakteriler
- Ölüme bile neden olan E. Coli cinsi bakteriler

- Q humması olarak adlandırılan hastalığa yol açan sütteki mikroplardan bazılarıdır.

Uzman doğrultusunda hazırlanan kural tablolarının ilk değeri ısı sıcaklığıdır. Kural tablosunda bulunan değer aralıkları uzman tarafından belirlenmiş olup sisteme entegre edilmiştir.



Şekil 4. Isıl sıcaklık girişinin grafiksel gösterimi

$$\mu_{Cokdusuk}(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } 67 \leq x \leq 72 \\ \frac{75 - x}{75 - 72} & \text{eğer } 72 < x \leq 75 \end{cases} \quad (1)$$

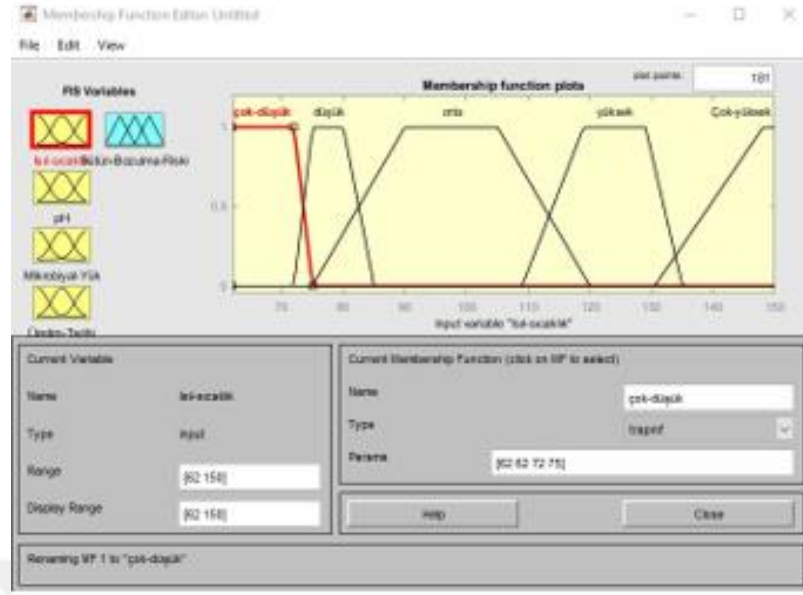
$$\mu_{Dusuk}(x) = \begin{cases} \frac{(x - 72)}{(75 - 72)} & \text{eğer } 72 \leq x < 75 \\ 1 & \text{eğer } 75 \leq x \leq 80 \\ \frac{(85 - x)}{(85 - 80)} & \text{eğer } 80 < x \leq 85 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{orta}(x) = \begin{cases} \frac{(x - 75)}{(90 - 75)} & \text{eğer } 75 \leq x < 90 \\ 1 & \text{eğer } 90 \leq x \leq 105 \\ \frac{(120 - x)}{(120 - 105)} & \text{eğer } 105 < x \leq 120 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{yüksek}(x) = \begin{cases} \frac{(x - 109)}{(119 - 109)} & \text{eğer } 109 \leq x < 119 \\ 1 & \text{eğer } 119 \leq x \leq 129 \\ \frac{(135 - x)}{(135 - 129)} & \text{eğer } 129 < x \leq 135 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{çokyüksek}(x) = \begin{cases} \frac{x - 120}{130 - 120} & \text{eğer } 120 \leq x < 130 \\ 1 & \text{eğer } x \geq 150 \end{cases} \quad (5)$$

Isıl sıcaklık girişinin grafiği şekil 4' de gösterilmiştir. Projede bulanık kontrol sistemin ilk girişi ısı sıcaklığıdır. Isıl sıcaklığın hassasiyetini arttırmak için 5 üyeliğe ayrıldı. Bunlardan ilki çok düşük üyelik olarak adlandırıldı. Bu üyelikte sıcaklık 62 °C ile 75 °C dereceler arasındaki sıcaklıktır. Denklem 1' de çok düşük olarak adlandırılan kural değer aralığı mevcuttur. Denklem 2' de düşük sıcaklık grubu yer alıp sıcaklık değer aralığı 72°C dan başlayıp 109°C ye kadar çıkmaktadır. Orta sıcaklık değer aralığı ise denklem 3' de verilmiştir. Yüksek diye adlandırılan değer aralığı ise 109°C 'den başlayıp 150°C ' ye kadar çıkmaktadır. Yüksek değer aralığının denklemi ise denklem 4.4' de yer almaktadır. Denklem 5' de 120°C ile başlayıp 150°C' ye kadar çıkan ve daha sonra makinenin kapasitesine kadar olan sıcaklık aralığıdır. Yukarıda belirtilen denklemler (1, 2, 3, 4, 5) sütun bozulmasını öngören ısı sıcaklık değerlerinin bulunması için oluşturulan bulanıklaştırma formülleridir. Belirlenen kurallar doğrultusunda MATLAB uygulamasına geçilerek kuralların işlenmiştir. İşlenen kurallar şekil 5'de gösterilmiştir.



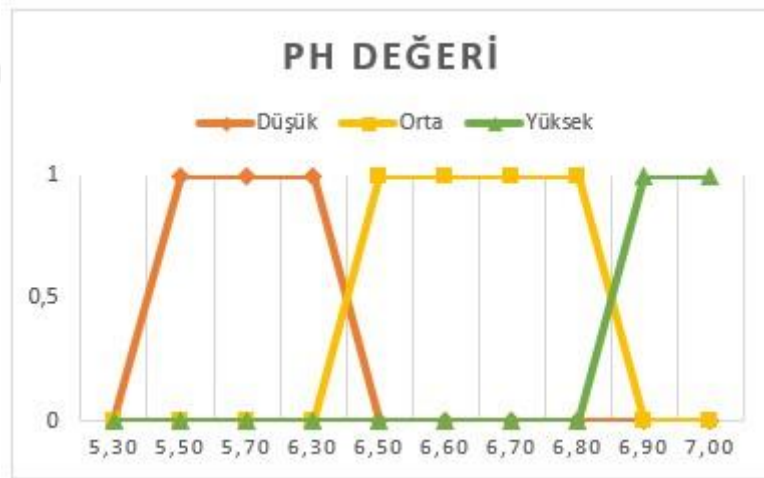
**Şekil 5. MATLAB uygulamasındaki ısı sıcaklık giriş değerleri**

#### 4.2.2. pH Değeri

pH, bir çözeltide içerisinde bulunan H olarak bilinen hidrojen elementinin konsantrasyonudur. Bir diğer tanımla pH, çözeltinin asitlik bazlık seviyesine ölçen birim olarak da bilinmektedir. Süt ilk sağıldığında asitlik özelliği gösterirken, bu asitliği uzun süre koruyamaz. Sütün asitlik değeri onun kaliteli süt olup olmadığını anlamak için önemli bir kriter olduğundan dolayı ilk önce çiğ süttten numune alınıp analiz yapılması gerekmektedir. Laboratuvarına getirilen numuneye öncelikle antibiyotik kiti ile antibiyotik testi yapılır. Kit üzerinde beliren çizgilere göre antibiyotik varlığı saptanır. Antibiyotikli sütler işletmeye kabul edilmemektedir. Daha sonra sütün pH ve SH (Soxhlet Henkel asitlik tayini) değerlerine bakılır. Soxhlet Henkel (SH) değeri gıda maddelerindeki asitlik değerini titrasyon azot elementi (N) ile alkali çözelti kullanılarak maddenin asitlik değerini belirlemektedir. Normal, taze bir sütün pH değeri 6.60 ile 6.80 arası SH değeri 6.0-7.5 arasındadır. pH değeri 6.80 üzeri olan sütte çeşitli derecelerde bozukluklar meydana getirerek mastitis hastalığına veya süte katılmış nötralize edici soda gibi maddeler olduğundan şüphelenilir. pH değeri 6.50 aşağısında olan sütlerde ise halk dilinde yaygın olarak bilinen ağız sütü olma durumu veya aşırı derecede asitlik artışı olmuştur. Böyle sütler işletmede sorun yaratacak olan sütlerdir. Sütte asitlik durumunu artıp artmadığını

belirlemede kullanılan yöntemlerden biri alkol testidir. Alkol testi, hızlı sonuç vermesinden dolayı numune direk %68' lik alkol ile karıştırılması ile sütteki asitliği bulabilmektedir.

pH değeri de 3 üyeliğe ayrılmıştır. İlk üyeliğimiz düşük, burada sayısal değer aralığı olarak 5.3 – 6.5 aralığı uygun görülmüştür. Araştırmalar sırasında sütün pH değeri 5.3 ile 5.5 aralığında kesilen süt tanımı kullanılmıştır. pH değeri 5.7 ise bu süte ısıtmada pıhtılaşma tanımı kullanılmıştır. pH değeri 6.3 ise bu süte asitleşme başlangıcı tanımı verilmiştir. Uzmanla alınan karar doğrultusunda 5.3 ile 6.5 arasında sütün pH değere düşük üyelik tanımı verilmiştir. İkinci üyelik olarak sütün normal taze süt sınıfına konulması ve bu üyeliğe orta adı verilmesi kararlaştırılmıştır. Son üyelik olarak ise pH değeri 6.8' den yüksek olan değerlere mastitisli süt tanımı kullanılmıştır. Şekil 6'da pH değer girişinin grafiksel gösterimi verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere turuncu çizgiler düşük sınıfını, sarı çizgiler orta sınıfı yeşil çizgiler ise pH değerini yüksek olarak tanımlanmasını sağlayan grafiklerdir. Düşük sınıfta yer alan değer aralığı 5.3 ile başlayıp 6.5' da orta sınıfın değer aralığı 6.3'te başlayıp 6.9' da yüksek üyelik fonksiyonu ise 6.8' de başlayıp 7.0'e kadar yolu olan bozulmuş sütün temsil ediyor.



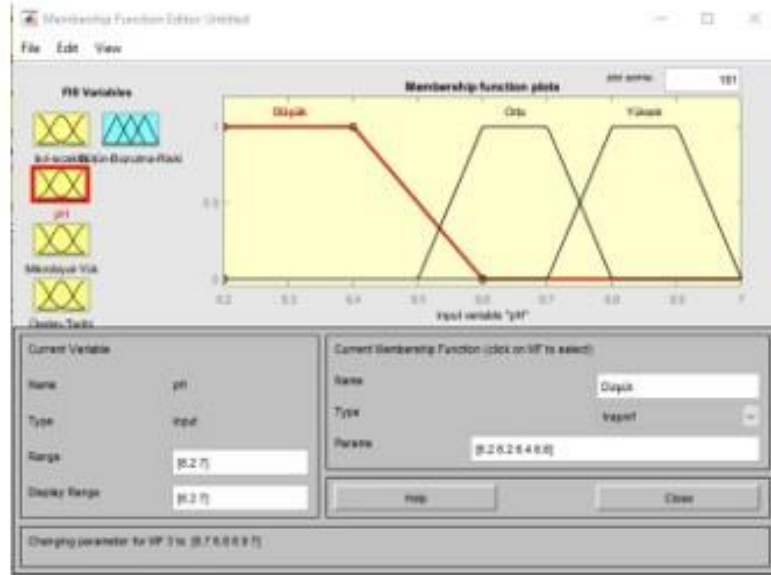
Şekil 6. pH Girişlerinin grafiksel gösterimi

$$\mu_{Dusuk}(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer} & 5.3 \leq x < 5.7 \\ \frac{(6.5 - x)}{(6.5 - 5.7)} & \text{eğer} & 5.7 < x \leq 6.5 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{Orta}(x) = \begin{cases} \frac{(x - 6.3)}{(6.6 - 6.3)} & \text{eğer } 6.3 \leq x < 6.6 \\ 1 & \text{eğer } 6.6 \leq x \leq 6.8 \\ \frac{(6.9 - x)}{(6.9 - 6.8)} & \text{eğer } 6.8 < x \leq 6.9 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Yuksek}(x) = \begin{cases} \frac{(x - 6.7)}{(6.8 - 6.7)} & \text{eğer } 6.7 \leq x < 6.8 \\ 1 & \text{eğer } x \geq 7.0 \end{cases} \quad (8)$$

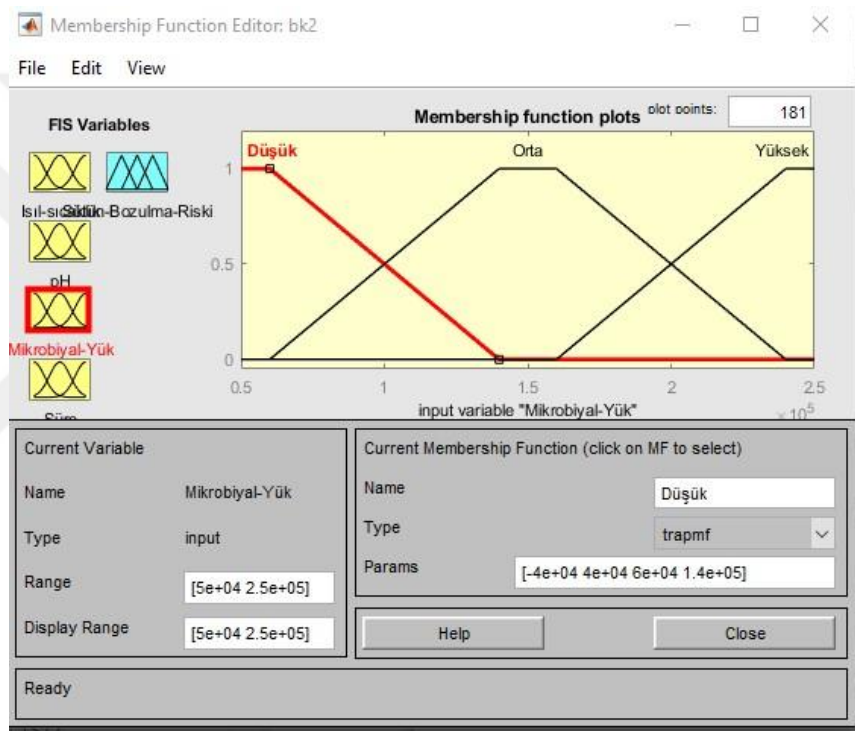
pH değer aralığı için oluşturulan denklemler yukarıda belirtilmiştir. Denklem 6, 7,8 de sütün bozulmasını öngören pH değerlerinin bulunması için oluşturulan bulanıklaştırma formülleridir. Değerler bu denklemlere yerleştirilerek her bir değer için üyelik derecesi bulunmuştur. Şekil 7 ile MATLAB uygulamasında sütün pH değerlerinin girilmesi gösterilmiştir.



Şekil 7. pH kural tabanında MATLAB uygulamasına değerlerin girilmesi

### 4.2.3. Mikrobiyal Yük

Çiğ sütün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal kalitesinin yanında biyolojik kalitesi de önemli bir faktördür. Süt direkt meme bezinden yavrunun ağız boşluğuna ulaştığından, süte çevreden mikrobiyal bir kontaminasyon(bulaşma) pratik olarak mümkün olmamaktadır. Ancak, süt salgılanırken meme dokusundan, meme bezi kanalındaki epitel hücrelerden kontamine olabilmektedir. Bu çalışmada, insan sağlığı ve ürün kalitesi açısından çiğ sütün fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve biyolojik kalitesi üzerinde durulmuştur.



Şekil 8. MATLAB uygulamasında mikrobiyal yük kurallarının değeri aralığı

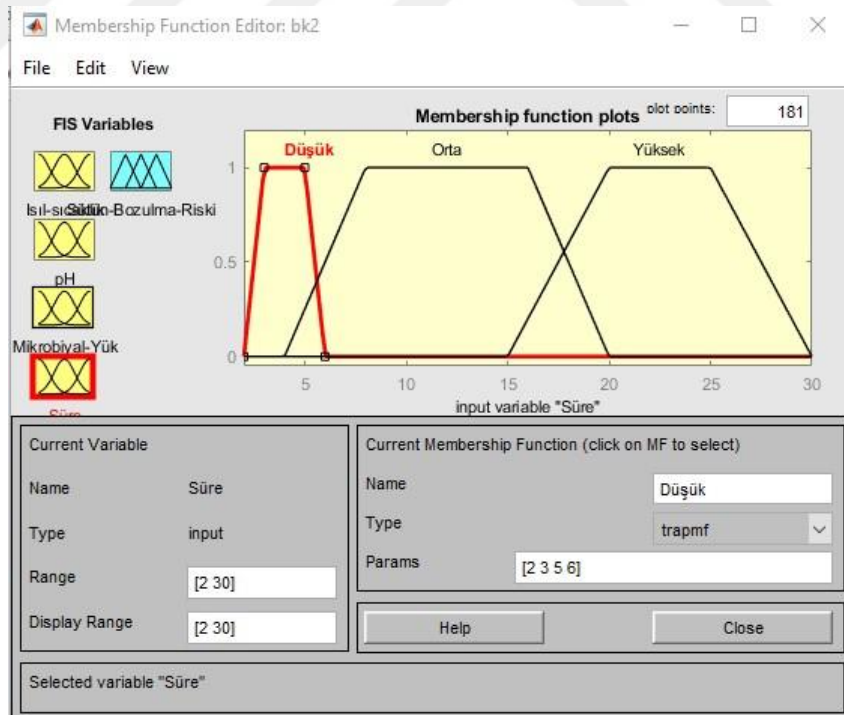
Sağım sırasında gelen patojenlerin ortadan kaldırılması ve sütteki mikrobiyal riskleri kontrol altına almak için çevresel hijyen taramasının yapılmasında, pastörizasyon süt güvenliği için çok önemlidir. Pastörizasyon, patojenlerin öldürülmesi amacıyla sütün belirli bir sıcaklık ve sürede ısıtılması işlemidir. Pastörizasyon ile ısıl işlem arasındaki fark 100 °C derece kadar ısıtılan süt pastörize işlem görmüş süttür. Aynı zamanda sadece hastalık yapan zararlı bakterileri öldürürken, ısıl işlem görmüş sütte ise sütün çok yüksek derecelerde ısıtılıp içerisinde zamanla yararlı bakterileri de yok etmektedir. Pastörizasyon için sıcaklık ve süre kombinasyonları C. Burnetii'nin zarar görmesine bağlı olarak belirlenmektedir. Isıl zarar

görme logaritmiktir ve bakteriler belli bir oranda zarar görürler. Pastörizasyon güvenliği artırır ve patojen ve saprofit mikroorganizmaları inhibe ederek ürünün raf ömrünü uzatmaktadır.

Raf ömrü arttırılmış ürünler; normal pastörizasyon, yüksek hijyenik koşullar altında ambalajlama, soğukta raf ömrü uzatılması dışında mikrobiyal yükün azaltıldığı ürünler olarak da tanımlanabilmektedir. Şekil 8 ile MATLAB uygulamasına sütün mikrobiyal yük değerlerinin girilmesi gösterilmiştir.

#### 4.2.4. Süre

Uzmanların aldığı kararlar doğrultusunda sütün ısıl sıcaklıkta tutulduğu sürenin sütün bozulma ile yakından ilişkili olduğu için bu girişin çok önemli olduğunu belirtti. Isıl sıcaklık süre ilişkisini hassasiyetlik için 3 üyeliğe bölündü. Birinci üyelik sürenin 2 ile 6 saniye arasında düşük olarak tanımlandı. İkinci üyelik orta 4 ile 20 saniye arasında ve üçüncü üyelik ise 15 ile 30 arasında baz alındı. Şekil 4.7 ile MATLAB uygulamasına sütün ısıl işlemden kalma süre değerlerinin girilmesi gösterilmiştir.



Şekil 9. MATLAB uygulamasında süre değer aralıklarının girişi

$$\mu_{Dusuk}(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } 2 \leq x \leq 6 \\ \frac{(6-x)}{(6-5)} & \text{eğer } 5 < x < 6 \end{cases} \quad (9)$$

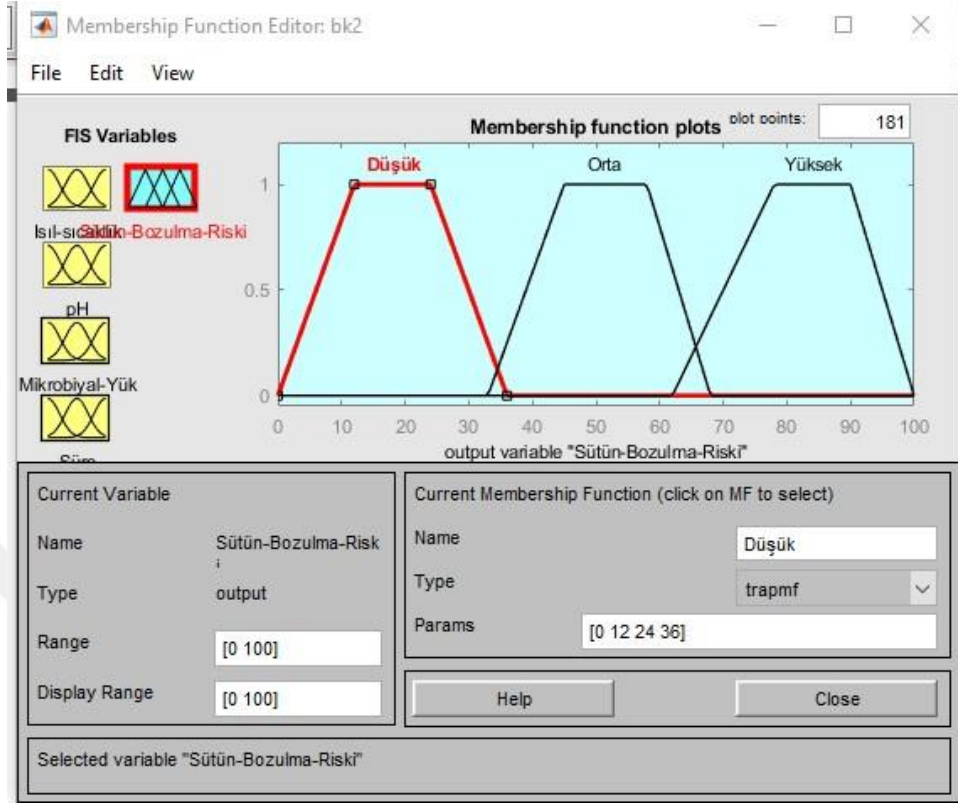
$$\mu_{Orta}(x) = \begin{cases} \frac{(x-4)}{(10-4)} & \text{eğer } 4 \leq x < 10 \\ 1 & \text{eğer } 10 \leq x \leq 16 \\ \frac{(20-x)}{(20-16)} & \text{eğer } 16 < x \leq 20 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{YukseK}(x) = \begin{cases} \frac{(x-15)}{(20-15)} & \text{eğer } 15 \leq x < 20 \\ 1 & \text{eğer } x \geq 25 \end{cases} \quad (11)$$

Denklem 9,10 ,11 de verilen formüller süre fonksiyonun değer aralıklarının belirlenmesi için oluşturuldu. Süre fonksiyonunda düşük sınıfına giren saniye 2 – 6 saniye aralığında orta sınıfında bulunan değer aralığı 4- 20 saniye aralığı son sınıf olan yüksek sınıfındaki değer aralığı ise 15 – 25 saniye arasında bulunmaktadır

#### 4.2.5. Sütün Bozulma Riski (%)

Tasarımı yapılan bulanık kontrol projesinin kuralları olan süre, pH, mikrobiyal yük ve ısı sıcaklık bu girişlerden sütün bozulma riski sınıfı olarak çıkış oluşturuldu. Oluşturulan bu çıkış değeri 3 üyeliğe ayrıldı. Bu üyeliklerin ilki sütün bozulmama olasılığının %0 ile %36 arasında olmamasıdır. İkinci üyelik olarak sütün az bozulma riski %33 ile %68 arasında olup son üyelik olarak ise sütün bozulma üyeliğidir. Bu üyelikteki değerler ise %62 ile %100 olması hedeflenerek bu proje tasarımı yapıldı. Şekil 10 ile MATLAB uygulamasına sütün bozulma riskinin değerlerinin girilmesi gösterilmiştir.



**Şekil 10. MATLAB uygulanmasında çıkış değerlerinin belirlenmesi**

### 4.3. Uygulama

#### 4.3.1. Sistemin kural tablosunda belirlenmesi

Oluşturulan bulanık sistemin kural tablosunda kaç kural olacağı bulanık mantık alanının bize sunduğu bir metotlar yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu en çok kullanılan çıkarım metotlarda, Mamdani, Takagi-Sugeno, Tsukamoto ve Larsen'dir. Mamdani en çok kullanılan bulanık mantık çıkarım yöntemidir. Bunun sebebi ise insan algısına ve kavramına en yakın olan Mamadani çıkarım yöntemidir. Aynı zamanda basit sistem yapısı ile mantıksal bağlaçlar kullanarak Max.- Min. çıkarım mekanizması sayesinde en çok kullanma nedenleri arasındadır.

Takagi-Sugeno metodu ise mantıksal çıkarımı bulanamadığı için çıkış üyelik fonksiyonları olarak sayısal bir polinom sonucu verdiği için daha doğru ama anlaşılması güç sonuç verdiği için çok kullanılmaz.

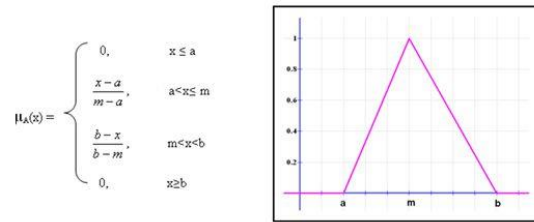
Her giriş üyelik grup sayılarının çarpımı ile kural tablosu oluşur İlk giriş olan ısı işlem 5 üyeliği ayrılırken, pH değeri 3, mikrobiyal yük 3 ve süre 3 üyelik fonksiyonel ayrılmıştır. Bu nedenle üyelikte bulunan grup sayıları çarpımı  $3 \times 3 \times 3 \times 5 = 135$  kural olmalıdır. Bu kural tablosunda oluşabilecek bütün ihtimaller göz önünde bulundurularak olmayacak ihtimallerin tablodan çıkartılması ile durulaştırma yöntemi uygulanır ve kural tablosunun oluşturulması gerekmektedir. Sütün bozulma riskini yüzdesel olarak veren uygulamanın 135 kural tablosundan uzmanın da onayladığı 125 kural baz alındı.

#### 4.3.2. Üyelik işlemleri

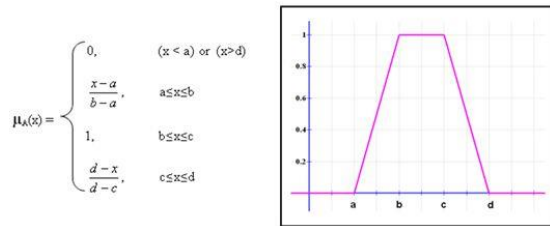
Bulanık mantığın temel yapı taşı bulanık kümeler aynı zamanda üyelik fonksiyonlardır. Genel olarak en fazla kullanılan üyelik fonksiyonları, üçgensel üyelik, yamuk ve gaussian üyelik fonksiyonlarıdır. Bizim sistemimiz uygun olarak belirlenen üyelik fonksiyonları şekil 11’ de belirtilen üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarıdır.

## Üyelik fonksiyonları

- Üçgen (Triangular) Şeklinde Üyelik Fonksiyonu



- Yamuk (Trapezoidal) Şeklinde Üyelik Fonksiyonu



Şekil 11. Sistem için belirlenen üyelik fonksiyonları

#### 4.3.3. Bulanıklaştırma

Bulanıklaştırma, genellikle sistemlere yalın basit haliyle alınmış üyelik fonksiyonlarını kullanarak değer aralıklarını genişletip bulanık değerlere atama birimi olarak adlandırılır. Bu projedeki bulanıklaştırma algoritması Mamdani bulanıklaştırma algoritmasıdır. Mamdani algoritması Min. – Max. yapısını kullanarak bulanık kümeler üzerinde işlem yapan en çok kullanılan bir algoritmadır. Min. yöntemi iki bulanık üyeliğinin birleştiği yerdeki değerlerden en küçük üyelik derecesine sahip değeri almak anlamına gelmektedir. Max yöntemi ise iki bulanık üyeliğinin birleşmesi ile oluşan üyelikte en büyük üyelik derecesine sahip değerlerin seçildiği yöntemdir. Mamdani algoritması bu iki yöntemi kullanarak bulanıklaştırma ve durulaştırma işlemini yapar. Bulanıklaştırılan giriş değerleri tüm kurallara tabi tutulduktan sonra, her giriş için bulanık bir çıkarım değeri oluşur. Bu bulanık değerlerin tekrar giriş değerleri gibi keskin değerler haline dönüştürülmeleri olayına da durulaştırma denir. Durulaştırma 4.3.5' de detaylı açıklanmıştır.

#### 4.3.4. Çıkarım Mekanizması

Çıkarım mekanizması karar verme birimi olarak da adlandırılır. Bu mekanizmadaki amaç giriş kümelerinin her birinin üyelik gruplarının toplamı vasıtasıyla çıkış yapan kümenin elemanını nasıl bir çıktı vereceğini belirleyen birimdir. Bu birimde genellikle kullanılan kural tabanı 'If-Then' yapısıdır. Bulanık çıkarım mekanizma yöntemlerinden olan Mamdani ve Sugeno en çok tercih edilip kullanılan mekanizmalardandır.

#### 4.3.5. Durulaştırma

Çıkarım mekanizmasından sonraki adım olan durulaştırmadır. Buradaki amaç çıkarımın sonucunda insanın anlayabileceği mantıksal ve dilsel bir bilgiye dönüşmesidir. En çok kullanılan durulaştırma yöntemleri:

- Maksimum Üyelik İlkesi (Max-Membership)
- Ağırlık merkezi (Center-of-Gravity/Area) yöntemi
- Ortalama Maksimum Üyelik yöntemi (Mean Max Membership)

Bu çalışmamızda default olarak centeroid durulaştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu kısımda ise farklı olarak mom durulaştırma yöntemi kullanılarak sistem test edilmiştir. Durulaştırma yöntemlerinin farkını görmek için değişim yapıldıktan sonra View + Rules ile sistem çalıştırıldığında farklılıklar çıkış olarak gözlenebilmektedir.

#### 4.3.6. MATLAB Fuzzy Toolbox ile Sistemin Uygulaması

Bulanık mantık sisteminde girilen kuralların doğru çalışması için gerekli bir program olan MATLAB programı üzerinde bu proje yürütüldü. MATLAB programında bulunan Fuzzy fonksiyonu ile gereken ara yüzde gerekli bulanık mantık kuralları doğru girilerek çıkan sonuç ekranında görüntü ve grafik ara yüzü kullanıldığından dolayı kolaylıkla kullanıldı. 5. Bölümde bahsedildiği gibi %80 oranında doğruluk payı vardır. Yapılan örneklerin sistemdeki doğruluğu uzman tarafından belirlenerek sistemde çıkan sonuçların doğruluk oranları kontrol edildi. Böylelikle tasarlanan sistem sayesinde, üretim haneler de belirlenen süt kalite testin geçerek uygun bulunan ısı işlem sayesinde ambalajlanan sütün bozulma riskini min. değere indirgenip hem üreticinin zararını düşürüp hem tüketicinin sağlıkla alakalı bir problem yaşamaması için böyle bir sistem geliştirildi.

#### 4.3.7. Bulanık mantık kural tablosu

Giriş üyelik sayısına göre toplam da 135 kural mevcuttur. Bu kurallar doğrultusunda uzman ile 125 kurala düşürüp Tablo 4' de kuralların bir kısmını eklendi. Tablo başlıkları giriş ve çıkış üyelik fonksiyonlarımızdır. Girişler ısı sıcaklık, pH değeri, süre, mikrobiyal yük den oluşturuldu. Çıkış değeri ise sütün bozulma oranı yüzdesi olarak adlandırıldı. Tabloya 125 kural konulması çok olacağından dolayı bir kısmı eklenmiştir.

**Tablo 4. Sistemin kural tablosunun oluşturulması**

<b>Isıl Sıcaklık</b>	<b>Süre</b>	<b>pH Değeri</b>	<b>Mikrobiyal Yük</b>	<b>Sütün Bozulma Oranı</b>
Çok Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek

Çok Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Orta	Düşük	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Orta	Orta	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Yüksek	Orta	Yüksek
Çok Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
....	....	....	....	....
....	....	....	....	....
....	....	....	....	....
....	....	....	....	....
....	....	....	....	....
Çok Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Düşük
Çok Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	Düşük
Çok Yüksek	Orta	Yüksek	Orta	Düşük
Çok Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek	Düşük
Çok Yüksek	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük
Çok Yüksek	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük
Çok Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Projede bulanık kontrol kuralları belirlendikten sonra MATLAB programına entegre edilip test edildi. Testler sonucunda 10 örnekten 8'i doğru çıktı vererek amaçlanan hedefe ulaşıldı. Proje de 10' dan fazla örnek yaparak program sınıandı. Bu kısımda 5 farklı örnekler vererek projenin doğruluğu gösterildi. Verilen 5 örnek ısı sıcaklık, pH değeri, süre ve mikrobiyal yük farklı olarak ayarlandı. Bunun sonucunda sütün bozulma yüzdesi simüle edildi. Çalışma gıda sektöründe süt ürünü kalitesinin kontrolü ve değerlendirilmesi için kullanılabilir ve örneklerden de görüldüğü gibi sonuçlar anında elde edilmektedir, yani çiğ sütün kalitesi için fazla zaman harcanmamaktadır.

Örnek 1: Aşağıda verilen giriş değerlerinin sınıflandırılması ve çıktısı verilmiştir. Giriş verileri MATLAB uygulamasına işlenerek sonuç çıktısı şekil 12' de verilmiştir.

Giriş verileri:

- Süre 5 saniye
- Isıl sıcaklık değeri 80°C
- pH değeri, 6.2
- Mikrobiyal yük 1.3e+05

Çıkış verisi:

- Sütün bozulma risk oranı: %74.2

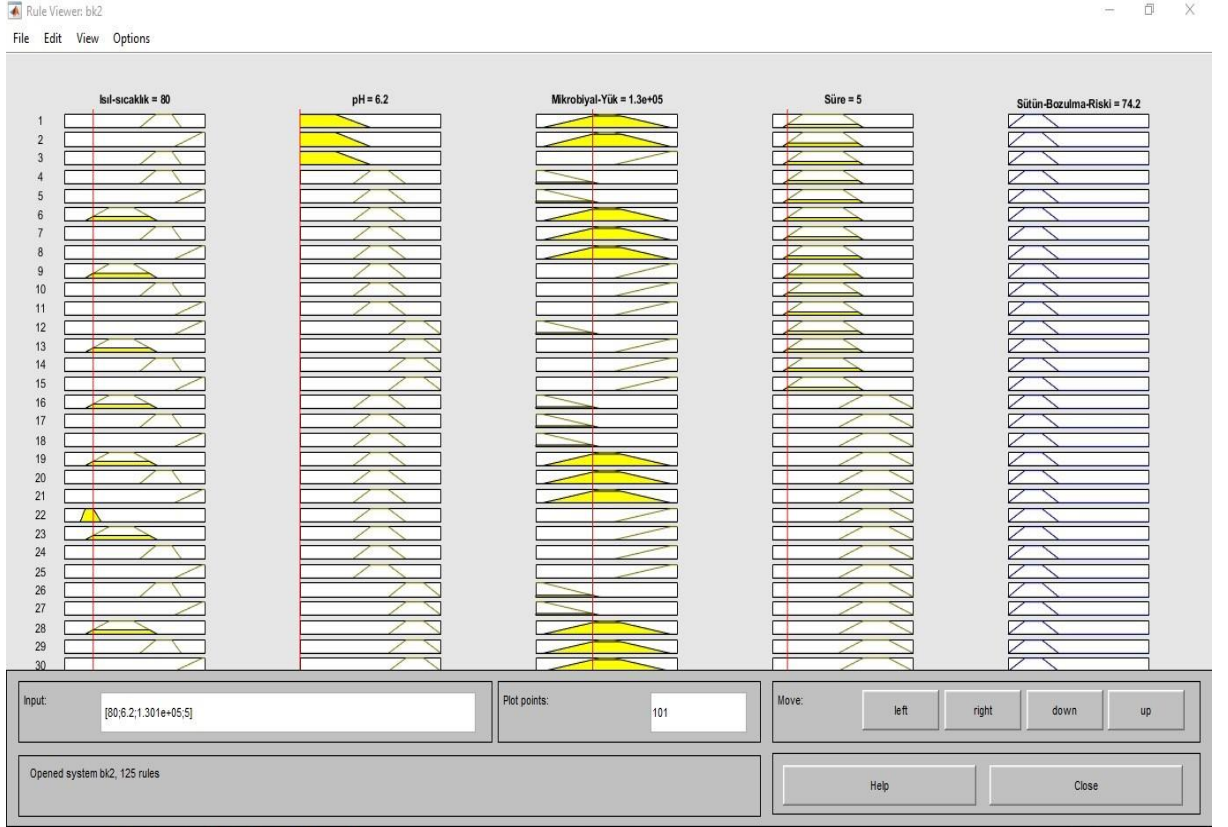
Girişleri Sınıflandırılması:

- Isıl Sıcaklık: Düşük
- pH Değeri: Düşük
- Mikrobiyal Yük: Düşük
- Süre: Düşük

Çıkışın Sınıflandırılması:

- Sütün Bozulma Riski: Yüksek

Verilerin Sınıflandırılması sonucunda MATLAB uygulamasındaki çıkış değerleri şekil 12 de verilmiştir.



Şekil 12. Örnek 1' in program çıktısı

Örnek 2:

Giriş verileri:

- Süre 10.9 saniye
- Isıl sıcaklık değeri 112°C
- pH değeri 5.88
- Mikrobiyal yük 1.99e+05

Çıkış verisi:

- Sütün bozulma risk oranı: %52.5

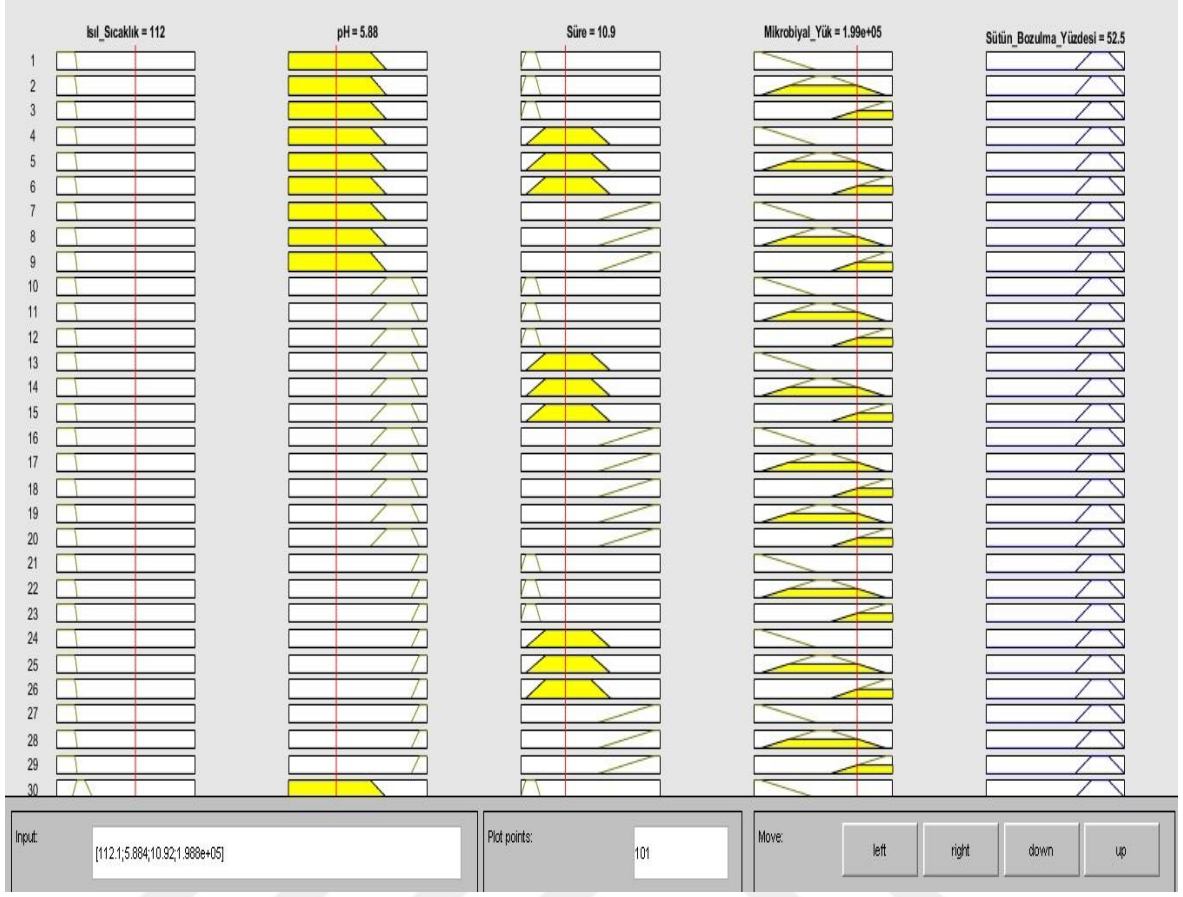
Girişleri Sınıflandırılması:

- Isıl Sıcaklık: Yüksek
- pH Değeri: Düşük
- Mikrobiyal Yük: Orta
- Süre: Orta

Çıkışın Sınıflandırılması:

- Sütün Bozulma Riski: Orta

Verilerin Sınıflandırılması sonucunda MATLAB uygulamasındaki çıkış değerleri şekil 13 de verilmiştir.



Şekil 13. Örnek 2' nin program çıktısı

Örnek 3:

Giriş verileri:

- Süre 19.3 saniye
- Isıl sıcaklık değeri 74.9°C
- pH değeri 5.67
- Mikrobiyal yük 2.34e+05

Çıkış verisi:

- Sütün bozulma risk oranı: %82

Girişleri Sınıflandırılması:

- Isıl Sıcaklık: Çok Düşük
- pH Değeri: Düşük
- Mikrobiyal Yük: Orta
- Süre: Orta

Çıkışın Sınıflandırılması:

- Sütün Bozulma Riski: Yüksek

Verilerin Sınıflandırılması sonucunda MATLAB uygulamasındaki çıkış değerleri şekil 14 de verilmiştir.



Şekil 14. Örnek 3' ün program çıktısı

Örnek 4:

Giriş verileri:

- Süre 9.39 saniye
- Isıl sıcaklık değeri 139°C
- pH değeri 6.05
- Mikrobiyal yük 1.29e+05

Çıkış verisi:

- Sütün bozulma risk oranı: %18

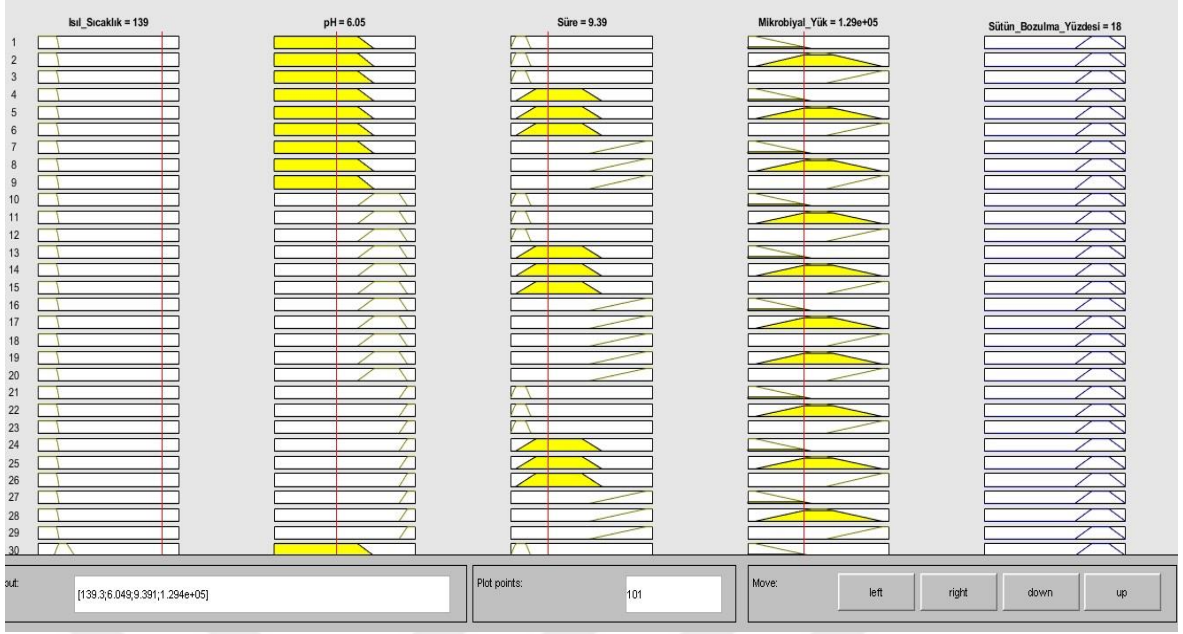
Girişleri Sınıflandırılması:

- Süre: Orta
- Isıl Sıcaklık: Çok Yüksek
- pH Değeri: Düşük
- Mikrobiyal Yük: Orta

Çıkışın Sınıflandırılması:

- Sütün Bozulma Riski: Düşük

Verilerin Sınıflandırılması sonucunda MATLAB uygulamasındaki çıkış değerleri şekil 15 de verilmiştir.



Şekil 15. Örnek 4' ün program çıktısı

Örnek 5:

Giriş verileri:

- Süre 13.4 saniye
- Isıl sıcaklık değeri 114°C
- pH değeri 5.6
- Mikrobiyal yük 1.09e+05

Çıkış verisi:

- Sütün bozulma risk oranı: %52.5

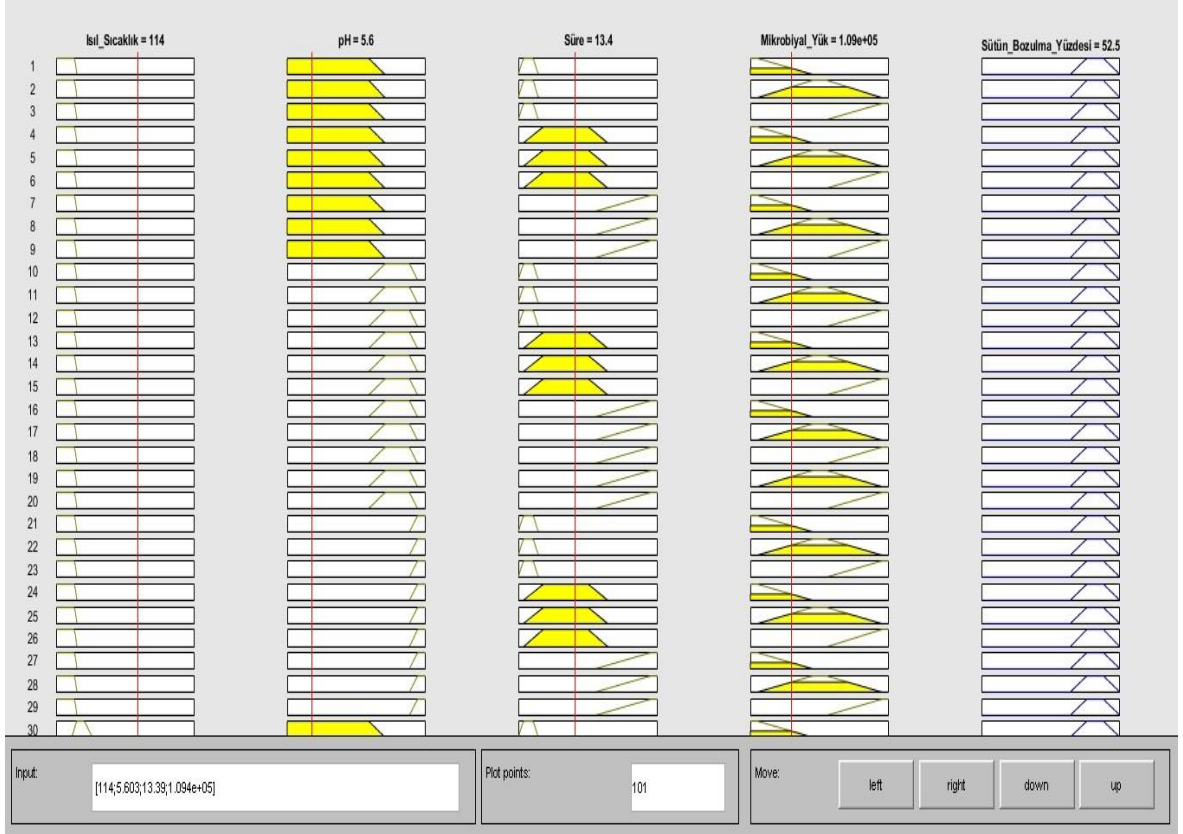
Girişleri Sınıflandırılması:

- Süre: Orta
- Isıl Sıcaklık: Düşük
- pH Değeri: Düşük
- Mikrobiyal Yük: Orta

Çıkışın Sınıflandırılması:

- Sütün Bozulma Riski: Orta

Verilerin Sınıflandırılması sonucunda MATLAB uygulamasındaki çıkış değerleri şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Örnek 5' in program çıktısı

## KAYNAKLAR

- Akıllı, A., Atıl, H., & Kesenkaş, H. (2014). Çiğ süt kalite değerlendirmesinde bulanık mantık yaklaşımı.
- Allahverdi, N. (2020). Bulanık ve tipta uygulamaları. Karyay-Karatay Üniversitesi.
- Allahverdi, N. (2005). Bulanık mantık ve sistemler. İndirilme Tarihi, 21.
- Altaş, İ. H. (1999). Bulanık mantık: Bulanık denetim. Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, 64(1999), 76-81.
- Atıl, H., & Akıllı, A. (2016). Comparison of artificial neural network and K-means for clustering dairy cattle. International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics, 2(1), 40-52.
- BAYKAL, Nazife ve Beyan, Timur, Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Birinci Baskı, Bıçaklar Kitabevi, Ankara 2004.
- Conker, Ç., & Karaca, A. (2019). Bulanık Mantık Esaslı Karar Destek Sistemi ile Robot Elin Kuvvet Kontrolünün Sağlanması. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 21(62), 433-447.
- Çobanoğlu, B. (2000). Bulanık mantık ve bulanık küme teorisi. Erişim Tarihi, 15, 2017.
- Demirci, M. (2000). Süt mikrobiyolojisi ve katkı maddeleri. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Rebel Yayıncılık, birinci baskı, 37-55.
- Gökçe, R., Aslanalp, Y., & Herken, E. N. (2010). Microbiological quality of karin butter, a traditionally manufactured butter from Turkey.
- Lotfi A. Zadeh'nin Hayat Hikayesi ve Bulanık Paradigmanın Üç Temel Unsuru, Kutadgu Bilig Felsefe-Bilim Araştırma Dergisi, Sayı 17, Mart 2010, Sayfa Aralığı: 89-101.
- Isikli, S. (2008). Bulanık Mantık Ve Bulanık Teknolojiler. Ankara Üniversitesi, DTCF, Felsefe Bölümü, Doktora Öğrencisi Tezi, 1-19.
- IŞIKLI, Şevki, Bulanık Mantık ve Bulanık Teknolojileri, Araştırma Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi, Cilt: 19 Sayı: 0, 2008, Sayfa Aralığı: 105-126.

- ÖZDEMİR, O., & KALINKARA, Y. (2020). Bulanık mantık: 2000-2020 yılları arası tez ve makale çalışmalarına yönelik bir içerik analizi. *Acta Infologica*, 4(2), 155-174.
- ÖDÜK, M. N. BULANIK MANTIK YÖNTEMİ VE UYGULAMALARI.
- Karakoyun, E. Ş. (2018). Derin öğrenme ile zaman serilerinin gerçek zamanlı tahmini (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University (Turkey)).
- Köklü, M. , Kahramanlı, H. & Allahverdi, N. (2014). SINIFLANDIRMA KURALLARININ ÇIKARIMI İÇİN ETKİN VE HASSAS YENİ BİR YAKLAŞIM . *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* , 29 (3) , . DOI: 10.17341/gummfd.89433
- Sarı, M., Murat, Y. Ş., & Kırabalı, M. (2005). BULANIK MODELLEME YAKLAŞIMI VE UYGULAMALARI. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (009), 77-92.
- Say, S. H. C., & Milani, M. M. R. A. (2013). Bulanık Mantığı Kullanarak Bitki Tanıma Sistemi.
- Sıramkaya, E. (2005). Veri madenciliğinde bulanık mantık uygulaması (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- ŞEN, Zekai, Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme, Üçüncü Baskı, Su Vakfı Yayınları, İstanbul 2009.
- YÜKSEL, Yücel, Yapay Zekâ ve Puslu Mantık, Felsefe Arkivi, İstanbul Üniv. Yay., sayı 32, İstanbul 2008, Sayfa Aralığı: 33-50.
- Zadeh, L. A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics*, (1), 28-44.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Büşra UZUN

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :2019, KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : -, KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce(B1), Almanca (A1)

### İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2018, Stajyer Mühendis, Graz University of Technology

Stajlar : 2017, Stajyer Mühendis, Proder Yazılım A.Ş.

Çalıştığı Kurumlar : 2020, Eksper, Yalnızlar Agro Lisanslı Depo. San. Ve Tic. A.Ş.

Tarih: 06 Temmuz 2022



KTO Karatay Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
... Anabilim Dalı  
... Bilim Dalı

ÇİĞ SÜTÜN BOZULMASINI ÖNGÖREN BULANIK  
KONTROL SİSTEMİ

Büşra UZUN

Yüksek Lisans Tezi

KONYA  
Temmuz 2022

ÇİĞ SÜTÜN BOZULMASINI ÖNGÖREN BULANIK  
KONTROL SİSTEMİ

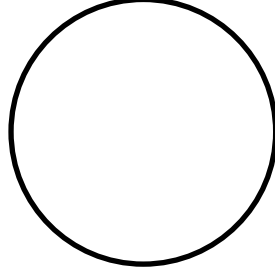
Büşra UZUN

2022



KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezli Yüksek Lisans Programı



Çiğ Sütün Bozulmasını Öngören Bulanık Kontrol Sistemi  
21908590  
Büşra UZUN  
Danışman: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ  
Referans Numarası:



KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezli Yüksek Lisans Programı

Çiğ Sütün Bozulmasını Öngören Bulanık Kontrol Sistemi  
21908590  
Büşra UZUN  
Danışman: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ  
Referans Numarası: