



**BULANIK MANTIK TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİ İLE
BROİLERLERDE ET KALİTE ANALİZİ
LÜTFİ BAYYURT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI
Yrd. Doç. Dr. Emine BERBEROĞLU
Ağustos - 2017
Her hakkı saklıdır**

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BULANIK MANTIK TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİ İLE
BROİLERLERDE ET KALİTE ANALİZİ**

LÜTFİ BAYYURT

**TOKAT
Ağustos - 2017**

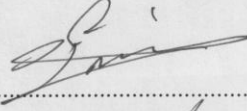
Her hakkı saklıdır

Lütfi BAYYURT tarafından hazırlanan “**Bulanık Mantık Tabanlı Karar Destek Sistemi ile Broilerlerde Et Kalite Analizi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 3 AĞUSTOS 2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

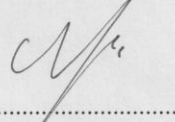
Jüri Üyeleri

İmza


Danışman
Yrd. Doç. Dr. Emine BERBEROĞLU
Gaziosmanpaşa Üniversitesi




Üye
Yrd. Doç. Dr. Yalçın TAHTALI
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Dr. Ali AYDOĞDU
Beykent Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Ebubekir ALTUNBAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
15/08/2017

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

LÜTFİ BAYYURT

3 Ağustos 2017

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BULANIK MANTIK TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİ İLE BROİLERLERDE ET KALİTE ANALİZİ

LÜTFİ BAYYURT

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: YRD. DOÇ. DR. EMİNE BERBEROĞLU

Bu çalışmada bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi ile broilerde et kalite analizi yapılmıştır. Bulanık mantık, tanımlanmayı ve mutlak sınırları gerektirmeyen problemleri çözmek ve gerçek hayatta karşılaşılan belirsizliklerin matematiksel olarak açıklanmasını ve bu belirsizliklerin bir fonksiyon yardımıyla ifade edilmesini sağlar. Bu yöntem hayvancılık alanında üreticiye yol göstermesi ve bu alanda çalışan bilim insanlarına destek olabilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada bulanık mantık yaklaşımı ile broilerlerde et kalite analizi için ürün kalite değerlerinden olan pH, pişirme kaybı, sızma kaybı ve L^* parametrelerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla çalışmada 42 günlük 48 adet erkek Ross 308 etlik piliç kullanılmıştır. Çalışmamızda bulanık mantık teorisi hakkında genel bilgilere yer verilmiş ve bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi ile broilerlerde et kalite analizi için karar destek sistemi oluşturulmuştur. Karar destek sisteminin modellenmesinde Matlab (sürüm R2015a) programı kullanılmıştır. Modelleme üç farklı uygulama şeklinde gerçekleştirilmiştir. Birinci uygulamada pişirme kaybı, pH_{24} ve L^*_{24} ; ikinci uygulamada sızma kaybı, pH_{24} ve L^*_{24} ; üçüncü uygulamada pişirme kaybı, sızma kaybı ve pH_{24} parametreleri kullanılmıştır. Oluşturulan model sonuçları uzman kararlarıyla karşılaştırılmış ve sırasıyla %85.41, %81.25 ve %83.33 oranında uyum tespit edilmiştir. Sonuç olarak oluşturulan bulanık tabanlı karar destek sisteminin başarılı bir şekilde çalışmakta olduğu gözlenmiştir. Bulgularımızın hayvancılık sektörüne ve gelecekteki çalışmalara yol göstereceği düşünülmektedir.

2017, 84 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Bulanık mantık, Bulanık küme, Karar destek sistemi, Broiler, Et kalitesi

MASTER THESIS

MEAT QUALITY ANALYSIS OF BROILERS WITH FUZZY LOGIC-BASED DECISION SUPPORT SYSTEM

LÜTFİ BAYYURT

GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE

SUPERVISOR: ASSİST. PROF. DR. EMİNE BERBEROĞLU

In this study, meat quality analysis of broiler was done with fuzzy logic based decision support system. Fuzzy logic helps to identify and solve problems that do not require absolute bounds and express mathematically the uncertainties with a function in real life. This method is crucial to guide producers in field of livestock and can support scientists working in this area. The fuzzy logic approach in this study utilized the product quality values of pH, cooking loss, drip loss and L^* parameters for broiler meat quality analysis. For this purpose, 48 male Ross 308 which were 42 days old broiler were used. In our study, general information about fuzzy logic theory was noticed and meat quality analysis of broiler was formed with fuzzy logic-based decision support system. The decision support system is modeled using Matlab (version R2015a) program. The modeling was carried out in three different applications. In the first application, cooking loss, pH_{24} and L^*_{24} ; in the second application, drip loss, pH_{24} and L^*_{24} ; in the third application, cooking loss, drip loss and pH_{24} parameters were used. The model results were compared with the expert decisions and 85.41%, 81.25% and 83.33%, respectively consistency was detected. In conclusion, it was observed that the fuzzy-based decision support system works successfully. It is thought that our findings will guide to the livestock sector and future researches.

2017, 84page

KEYWORDS: Fuzzy logic, Fuzzy set, Decision support system, Broiler, Meat quality

ÖNSÖZ

Çalışmamın başından beri sabrı ve özverisini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Emine BERBEROĞLU'na, saygılarımı sunar ve bilgi ve deneyimlerini benden esirgemediği için teşekkür ederim.

Araştırmalarım sırasında ve verilerin değerlendirilmesinde benden yardımlarını esirgemeyen değerli bölüm başkanım Doç.Dr. Şenay SARICA'ya, çalışmamı değerlendiren jüri üyelerim Yrd. Doç. Dr.Yalçın TAHTALI'ya ve Yrd. Doç. Dr. Ali AYDOĞDU'ya emeklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bilgi ve görüşleri ile her zaman yanımda olan arkadaşlarım İslim POLAT'a, Mehmet Ali AÇIK'a, Serkan YAZAREL'e sonsuz sevgilerimi sunarım.

Sadece bu süreçte değil, hayatım boyunca her zaman her koşulda yanımda olan ve benim için her şeyden kıymetli olan aileme ve eşime çok teşekkür ederim.

LÜTFİ BAYYURT

3 Ağustos 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ÖNSÖZ	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1. Bulanık mantık kavramı.....	11
3.2.2. Belirsizlik kavramı ve bulanık mantık ilişkisi	12
3.2.3. Sözel değişkenler	13
3.2.4. Bulanık kümeler.....	13
3.2.5. Üyelik fonksiyonları	15
3.2.6. Üyelik fonksiyonlarına değer atama	19
3.2.7. Üyelik fonksiyon tipleri	20
3.2.8. Bulanık küme işlemleri.....	25
3.2.9. Bulanık sayılar	30
3.2.10. Bulanık modelleme	33
3.3. Piliç Eti Kalitesi	45
3.3.1. Genel.....	45
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	47
4.1. PK, pH ₂₄ ve L [*] ₂₄ Girdi Değişkenlerine Ait Kalite Sınıflaması	47
4.2. SK, pH ₂₄ ve L [*] ₂₄ Girdi Değişkenlerine Ait Kalite Sınıflaması	56
4.3. PK, SK ve pH ₂₄ Girdi Değişkenlerine Ait Kalite Sınıflaması	62
5. SONUÇ	69
6. KAYNAKLAR	71
7. EKLER	78
7.1. PK, pH ₂₄ ve L ₂₄ girdi değerlerine ait Matlab Uygulamaları	78
8. ÖZGEÇMİŞ	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler**Açıklama**

μ Üyelik fonksiyonu

max

Maksimum operatörü

min

Minimum operatörü

EB En büyük

EK En küçük

\wedge Ve işlem

\vee Veya işlemi

\cup Birleşim işlemi

\cap Kesişim işlemi

σ Fonksiyon genişliği

w_i 'nin kurala ait ağırlık değeri

exp Üstel fonksiyon

Kısaltmalar Açıklama

PK

Pişirme kaybı

SK

Sızma kaybı

KDS

Karar destek sistemi

L^* Parlaklık değeri

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Klasik Küme Gösterimi	14
Şekil 3.2. Bulanık Küme Gösterimi	14
Şekil 3.3. Üyelik Fonksiyonu Kısımları	16
Şekil 3.4. Normal bulanık kümeler (a)	17
Şekil 3.5. Normal olmayan bulanık kümeler (b)	17
Şekil 3.6. Dışbükey bulanık küme	18
Şekil 3.7. Dışbükey olmayan bulanık küme	18
Şekil 3.8. Üçgen üyelik fonksiyonu gösterimi.....	21
Şekil 3.9. Yamuk üyelik fonksiyonu gösterimi	22
Şekil 3.10. Gauss üyelik fonksiyonu gösterimi.	23
Şekil 3.11. Sigmoidal üyelik fonksiyonu gösterimi.....	24
Şekil 3.12. S üyelik fonksiyonu gösterimi.	24
Şekil 3.13. Pi üyelik fonksiyonu gösterimi.....	25
Şekil 3.14. A bulanık kümesinin tümleyen gösterimi.....	27
Şekil 3.15. Bulanık kümelerde kesişim gösterimi	28
Şekil 3.16. Bulanık kümelerde birleşim işlemi.....	29
Şekil 3.17. Bulanık sistem yapısı.....	35
Şekil 3.18. Mamdani çıkarım yönteminin gösterimi	37
Şekil 3.19. Larsen yönteminin gösterimi	38
Şekil 3.20. TSK yönteminin gösterimi	39
Şekil 3.21. Tsukamoto yönteminin gösterimi	40
Şekil 3.22. Ağırlık merkezi yöntemi gösterimi.....	41
Şekil 4.1. PK üyelik fonksiyonu.....	48
Şekil 4.2. pH_{24} üyelik fonksiyonu	48
Şekil 4.3. L_{24}^* üyelik fonksiyonu	48
Şekil 4.4. Broiler et kalite değişkeni(A=Yüksek, B=Orta, C=Düşük)	48
Şekil 4.5. Girdi değişkenlerinin etkilediği 14. kuralın görünümü	53
Şekil 4.6. PK ve pH_{24} girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	55
Şekil 4.7. L_{24}^* ve PK girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	55
Şekil 4.8. L_{24}^* ve pH_{24} girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği.....	55
Şekil 4.9. SK üyelik fonksiyonu	56
Şekil 4.10. SK ve pH_{24} girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	61
Şekil 4.11. SK ve L_{24}^* girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	61
Şekil 4.12. L_{24}^* ve pH_{24} girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	61
Şekil 4.13. SK ve pH_{24} girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	67
Şekil 4.14. PK ve pH_{24} girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	67
Şekil 4.15. PK ve SK girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği	67
Şekil 7.1. Program çalıştırıldığında ki ilk görünüm.....	78
Şekil 7.2. Bulanık mantık araç kutusunun açılışı.....	79
Şekil 7.3. Birinci uygulamaya ait üyelik fonksiyonlarının gösterim penceresi	80
Şekil 7.4. Kural oluşturma penceresinin açılışı	80
Şekil 7.5. Uygulamaya ait kural oluşturma penceresi	81
Şekil 7.6. Kural gösterim penceresinin açılışı	82
Şekil 7.7. Uygulamaya ait kural gösterim penceresi	82
Şekil 7.8. Yüzey gösterim penceresinin açılışı	83
Şekil 7.9. PK ve pH_{24} girdi değerleriyle oluşturulan yüzey gösterim penceresi	83



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge**Sayfa**

Çizelge 3.1. Kanatlı eti kimyasal yapısı ve et kalite değerleri.....	46
Çizelge 4.1. Girdi değişkenlerine ait kalite sınıf aralıkları.....	47
Çizelge 4.2. Uygulamaya ait bulanık kural tablosu	50
Çizelge 4.3. Broiler et örneklerine ait veri seti ve KDS kararları.....	51
Çizelge 4.4. Uygulamaya ait sistem karar sonuçları	54
Çizelge 4.5. Girdi değişkenlerine ait kalite sınıf aralıkları	56
Çizelge 4.6. Uygulamaya ait bulanık kural tablosu	57
Çizelge 4.7. Broiler et örneklerine ait veri seti ve KDS kararları.....	58
Çizelge 4.8. Uygulamaya ait sistem karar sonuçları.....	60
Çizelge 4.9. Girdi değişkenlerine ait kalite sınıf aralıkları	62
Çizelge 4.10. Uygulamaya ait bulanık kural tablosu	63
Çizelge 4.11. Broiler et örneklerine ait veri seti ve KDS kararları.....	64
Çizelge 4.12. Uygulamaya ait sistem karar sonuçları.....	66

1.GİRİŞ

Karmaşık sistemlerde yetersiz bilgi ve olaylardan dolayı mutlak matematik yeterli olmamaktadır. İstatistikte ve olasılık kuramlarında bir konu üzerinde çalışılan materyal kesinlik ve netlik içermelidir. Örneğin bir meyve ya elmadır ya da değildir. Bu durumda olasılık ve istatistik, bazı bilgi ya da durumları açıklayabilmek için sınırları net bir şekilde tanımlanabilen iyi bir yaklaşımdır.

Fakat insan beyni; yapısı itibari ile düşünmenin farklı boyutlarını ele alarak bir olay veya durum hakkında karar verme sürecinde istatistik ve olasılık kuramlarından farklıdır. Günlük hayatta kullanılan çoğu terim bulanık bir yapıya sahiptir. Bir nesneyi ifade ederken, bir olayı veya durumu açıklarken, yönlendirme yaparken ve benzeri durumlarda kullanılan nitel veya nicel ifadeler bulanıklık içermektedir. Bu terimlere örnek olarak; yaşlı, genç, uzun, kısa, çok, az, biraz, fazla, çok az, çok fazla gibi daha birçok nitel ve nicel ifadegösterilebilir. İnsanlar bir olayı anlatıp, bir durum karşısında karar verirken bu tür mutlak olmayan terimler kullanırlar. Örneğin, bir insanın yaşına göre ona yaşlı, orta yaşlı, genç ve çok genç deriz. Yoldaki trafik yoğunluğuna göre kullandığımız otomobilin gaz veya fren pedalına biraz daha yavaş veya biraz daha hızlı basarız. Bulduğumuz odanın ışığı yetersiz ise onu biraz artırır, yeterinden fazla ise biraz azaltırız.

Örneğin, bir renk mavi ya da mavimsi olabilir. Bu durum da mavi ya da mavimsi renklerin oluşturacağı kümeyi tanımlamak oldukça zordur ve böyle bir durumda olasılık ve istatistik kuramlarının mümkün olan tüm olay ve durumları modelleyemediği görülür. Bulanık mantık kuramı, tanımlanmayı ve mutlak sınırları gerektirmeyen bu tür problemleri çözmek ve gerçek hayatta karşılaşılan bu tür belirsizliklerin matematiksel olarak açıklanmasını ve bu belirsizliklerin bir fonksiyon yardımıyla ifade edilmesini sağlamak için geliştirilmiştir. Ancak günümüz teknolojisi sayesinde geliştirilen yazılımlar insan davranışlarının belirli oranda taklit edilmesini mümkün kılmıştır(Paksoy ve ark,2013).

Yapay zeka yöntemi olan bulanık mantık, biyoloji ve tıp, yönetim ve karar destek sistemleri, ekonomi ve finans sistemi, çevre bilimi, mühendislik, psikoloji, güvenilirlik

ve kalite kontrolü, gibi alanlarda başarı ile uygulanmaktadır. Tıp ve biyoloji alanında bulanık mantık, bulanık mantık tabanlı hastalık teşhis sistemleri, kanser araştırmaları ve hareket düzensizliklerinin analizi ve karar verme süreçlerinde kullanılmaktadır. Zootekni alanında ise hayvan ıslahı, hayvan barınaklarında otomasyon sistemi, hayvanlarda kızgınlık tespiti, mastitis gibi hastalıkların teşhisi, en düşük maliyetli rasyon hazırlanması, süt ve yumurta verim tahmini gibi alanlarda başarı ile uygulanmaktadır (Baykal ve Beyan, 2004b; Uğur, 2008; Memmedova ve Keskin, 2009).

Bulanık mantığın en önemli özelliklerinden biri nesnel olmayıp, öznel olmasıdır. Bu durum sebebiyle ortaya birden çok mantık çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu çoklu mantık içinden yalnızca birinin seçilmesiyle, "Aristo Mantığı"veya "Klasik Mantık" adı verilen ve olayın doğruluğu ya da yanlışlığıyla ilgilenen mantığın uygulamalarda tekrar kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bu tek seçim sonucunda gerçek hayatta çoklu mantık ikinci plana atılmış ve ikili mantığa göre sınıflandırmaya gidilmiş, bu nedenle de bir takım uygulamalarda yetersiz kalmıştır. Çünkü 'Aristo Mantığı' nda yapılan bir iş ya doğrudur ya da yanlıştır. Bunların bir karışımı yani kısmen doğru, kısmen de yanlış olamaz. Bulanık mantık bu durumu ortadan kaldıran ve karar vermede, özellikle de karar destek sistemlerinin modellenmesinde, bireyin daha aktif kullanılmasına olanak sağlayan bir metottur(Kıyak ve Kahvecioğlu,2003).

Karar destek sistemleri, insanların karar almasına yardımcı olan ve işin nasıl yapılacağını bilinmediği sahalarda çalışabilmeyi sağlayan sistemlerdir. Karar destek sistemleri, planlanmış ya da planlanmamış durumlarda karar vermeyi destekleyen ve elde edilen veriyi, bilgi ve örnek yaklaşımlar sayesinde beceriyle kullanabilmemizi sağlayan sistemlerdir. Karar problemleri, kalite gibi subjektif bir konuda olduğu gibi, belirsizlik içeren ve doğrusal olmayan kriterler içerebilir. Bu tür belirsizlik içeren durumlarda doğrusal olmayan özelliklerin modellenmesi için bulanık yaklaşımlar kullanılmaktadır (Ballı ve ark., 2011).

Klasik mantık problemlerinde kesin sayılarla çalışılır ve bir belirlilik söz konusudur. Fakat uygulamada modeli oluşturan parametrelere ilişkin kesin değerlere ulaşmak çoğu zaman mümkün olmamaktadır.Bu belirsizlik durumu Zadeh (1965), tarafından önerilen bulanık küme teorisi ile dilsel olarak "az-çok", "biraz" gibi formalarda ifade edilebilir

hale gelmiştir(Paksoy ve ark,2013). Zadeh (1965), çalışmasında ikili mantık yerine bulanık mantık kuramını geliştirmiş ve yapay zeka konusunda yapılan çalışmaların ilerlemesini sağlamıştır.Bulanık mantık teorisinin temelini oluşturan düşünce, önermeler ile kesin doğru ve kesin yanlış arasında sonsuz sayıda doğruluk değerini içeren bir kümedeki değerlerin ya da sayısal olarak düşünülecek olursa her doğruluk değerinin $[0,1]$ sayı aralığında belirli bir derece ile gösteriliyor oluşudur(Baykal ve Beyan, 2004a; Akkaptan,2012).

Bu çalışmada Kutlu ve ark. (1999)'nın belirttiği kanatlı eti kimyasal yapısı ve et kalite değerleri temel alınarak bulanık mantık yardımıyla oluşturulan karar destek sistemi ve uzman görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenmiş; bulanık mantık yardımıyla bu sınırlar seviyelerini genelleştirme işlemi ile veri setinde yer alan broiler et örneklerine ait et kalite değerlerinden olan pişirme kaybı (PK), sızma kaybı (SK), pH ve L^* parametreleri kullanılarak broiler et kalite analizi için bulanık tabanlı bir karar destek sistemi oluşturmak amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Zadeh (1965), ilk olarak Bulanık Mantık Teorisini iddia ettikten sonra bunu yazıya aktararak “Fuzzy Sets” adlı makalesini yayınlamıştır. Bulanık mantık teorisi, (o zamana kadar kullanılan) Aristo mantığına bir alternatif olduğu ileri sürülmüştür. Aristo (Klasik) mantığında, ikili üyelik fonksiyonları (0,1) kullanılmaktadır. Fakat Zadeh, bulanık mantık teorisi ile üyelik fonksiyonlarının dereceli olabileceğini vurgulamıştır. Bulanık kümenin her eleman için değişen üyelik derecelerine sahip bir grup olarak nitelemiştir.

Grinspan ve ark. (1994), yaptıkları çalışmada sağmal ineklerde hangi beslenme yönteminin uygulanacağına karar vermek ve alınan bu kararların ineklerde süt verimi ve vücut ağırlığı değişimine olan etkilerini belirlemek için bulanık mantıktan yararlanmışlardır.

Strasser ve ark. (1997), bulanık mantığı kullanarak geliştirdikleri karar destek sisteminde sağmal ineklerde aylık üretim verileri ışığında ayıklanacak hayvanları belirlemişlerdir. Bulanık mantığın avantaj ve sınırlarını belirleyerek, çalışmalarının gelecekte oluşturulacak sistemlere örnek teşkil etmesini amaçlamışlardır.

Harris (1998), çalışmasında çiğ süt örneklerinin hijyenik ve bileşimsel kalite analizi için oluşturduğu sistemde, iki farklı kaynaktan aldığı veriler üzerinde çalışmıştır. Veri setleri için hijyenik ve bileşimsel açıdan kalite değerlendirilmesi ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Araştırmacı çalışmasında, bileşimsel kalite için tereyağı, yağsız kuru madde ve çiğ süt örneklerindeki toplam kuru madde miktarını girdi değişkenleri olarak almıştır. Hijyenik açıdan ise somatik hücre ve toplam bakteri sayısını girdi değişkeni olarak kabul etmiştir. İki farklı kaynağın verileri ile oluşturulan modellerin ayrı ayrı uyumu yapılmıştır.

Cho ve Ki (1999), yaptıkları çalışmada bir meyve bahçesinde bulunan ve sulama için kullanılan hızlı su püskürtücüsünün otomatik olarak çalışmasını sağlamak amacıyla bulanık mantığı kullanarak bir karar destek sistemi geliştirmişler.

Morag et al. (2001) yaptıkları çalışmada, çiftlik hayvanlarının rasyonlarına ne oranda kesif yem miktarı katılması gerektiğini, hayvanların süt verimi ve vücut ağırlığı verilerine göre, bulanık mantık yoluyla çalışan bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir.

Uygulamaya konulan modelin, çiftçilerin optimum rasyon hazırlamalarına ve sürü yönetime uyum sağlayan bir karar destek sistemi olduğunu belirtmişlerdir.

Firk et al. (2002) yaptıkları çalışmada kızgınlığın doğru bir şekilde tespiti için bulanık mantıktan yararlanmışlardır. Bu amaçla adım sayısı ve son kızgınlıktan sonra geçen süreyi kullanmışlardır. Hareket ölçmek için pedometre kullanmışlardır. Modelin giriş verileri olarak hareketliliği (zayıf, orta ve yüksek) ve son kızgınlıkta geçen süreyi (kısa, normal, normalden kısa); çıkış olarak ise ineğin kızgınlıkta olup olmadığını belirlemişlerdir.

Şen (2001), çalışmasında belirsizlik kavramı, üyelik fonksiyonlarının yapısı, klasik ve bulanık kümelerle işlemler, bulanık matematik ve bulanık sistemlerin yapısı hakkında bilgilere yer vermiştir. Özellikle karar alma sürecinde etkili olan bulanık sistemlerin mühendislik alanındaki uygulamalarında temel bilgileri vermeyi amaçlamıştır.

Fletcher (2002), yaptığı çalışmada kanatlı etleri için en önemli iki kalite özelliği görünüş ve sertlik olduğunu belirtmiştir. Diğer önemli kalite özelliklerini ise sululuk, lezzet ve işlevsellik olduğunu söylemiştir. Görünüş müşterinin hem ilk seçiminde hem de son memnuniyetinde önemli bir unsurdur. Sertlik son kalite değerlendirmede en önemli tek duyuşal özelliktir. Görünüş ifadesi deri rengini, et rengini, pişmiş etin pembeliğini ve karkas üzerindeki çürükler ile kanama şeklinde görülen karkas kusurlarını içermektedir.

Elmas (2003), çalışmasında yapay zeka kavramından yola çıkarak bulanık sistem gelişimi, klasik ve bulanık küme işlemleri hakkında temel teşkil edecek bilgilere, bulanık mantık denetleyicili sistem tasarımı ve gelişim aşamaları ile bulanık mantık denetim uygulamalarına yer vermiştir. Ayrıca yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleriyle oluşturulan sinirsel bulanık mantık denetimi şeklinde ifade edilen melez sistem ile ilgili bilgilere yer verilmiş ve uygulamaları anlatılmıştır.

Baykal ve Beyan (2004a), yaptıkları çalışmada klasik mantık ile bulanık mantık kavramlarının gelişim süreçleri, temel kavramları ile bulanık sayılar ve cebirsel işlemleri konusunda bilgilere yer verilmişlerdir. Ayrıca bulanık modellemenin önemli aşamalarından çıkarım mekanizması ve çıkarım yöntemleri ile durulaştırma yöntemleri hakkında temel bilgileri de ele almışlardır.

Stawczyk ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada yüksek kalitede kurutulmuş et elde etmek için bulanık mantık tabanlı model geliştirmişlerdir. Oluşturdukları modelde girdi olarak sıcaklık,bağıl nem ve hava akımını kullanmışlardır.Sistem sonunda kurutulmuş et kalite sınıflarını düşük, orta ve yüksek şeklinde sınıflara ayırmışlardır.

Sofu ve Kitiş (2005), *Yersinia enterocolitica* bakterisinin Türk feta peynirinde yaşam süresini bulanık mantık kullanarak modellemişlerdir. Oluşturulan modelde bağımlı değişkendeki varyasyonun % 99.46'sını tanımlayabilmişlerdir. Girdi değişkeni olarak tuz miktarı, olgunlaşma süresi, pH ve depolama sıcaklığı kullanılmıştır. Çalışma sonunda Türk feta peynir üretiminde gıda güvenliğinin sağlanması için bakteri yaşam süresi parametreleri kolaylıkla belirlenebileceği ifade edilmiştir. Ayrıca değişen 13 faktörlere göre bakterinin yaşam süresi ve akademik çalışmalar sonucu elde edilen olumlu kazanımlara göre kural tabanı ve üyelik fonksiyonları tekrar düzenlenerek yeni yaşam sürelerinin belirlenebileceği ifade edilmiştir.

Du ve Sun (2006), yaptıkları çalışmada gıdaların kalitelerinin belirlenmesinde yapay zeka yöntemlerinden olan bulanık mantık ve yapay sinir ağlarından yararlanmışlardır. Çalışmalarında balık eti ve kırmızı etin kalite sınıflarına ayrılmasında karar almaya yardımcı bulanık mantık tabanlı bir sistem oluşturmuşlardır.

Kahraman ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada elektrik stimülasyonunun et kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan bu elektrik akımı ile kaslarda postmortem glikoliz hızlanmakta ve bu şekilde kasların kasılmasıyla birlikte karakterize olan soğuk kasılma riski de ortadan kalkarak tekstür, renk ve lezzet gibi kalite kriterlerinin geliştiğini belirlemişlerdir.

Görgülü (2007), çalışmasında bulanık mantık teorisinin tarımda kullanım olanaklarını araştırmak üzere üç farklı veri seti ile uygulamalar gerçekleştirmiştir. Bu uygulamalardan birinde çiçek ballarının kalite sınıflandırmasını yapmak amacıyla bir karar destek sistemi oluşturmuştur. Çalışmada yer alan ikinci uygulama balıkların canlı ağırlık artışlarını tahminlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Üçüncü uygulamada ise hayvan davranışlarını modellemiştir.

Srıraman ve Mayorga (2007), Bulanık mantığı kullanarak sera içi hava kontrolörü geliştirmişlerdir (greenhouse climate controller). Araştırmacılar sera içi hava şartlarının

kontrolünde klasik yöntemlerin yetersiz kaldığını bildirmişlerdir. Bu sorunu çözmek için Mamdani çıkarım yöntemini kullanarak daha etkili, daha kolay ve hızlı çalışabilen bir sistem geliştirmişlerdir.

Cha ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada, dökme tank sütüne ait mikrobiyolojik test sonuçlarına bağlı sürüdeki sağım için gerekli uygulamaları ve bunların kalitelerinin belirlenmesi için bulanık tanımlayıcı bir küme geliştirmişlerdir. Araştırmacılar üyelik fonksiyonu olarak Gauss ve yamuk üyelik fonksiyonlarını kullanmışlardır. Çıkarım aşamasında ise çıkarım yöntemi olarak Mamdani yöntemini tercih etmişlerdir. Konusunda uzman kişilerin görüşleri ile bulanık çıkarım tabanlı sistem kullanılarak yapılan analizler karşılaştırılmıştır.

Durgut (2008), yaptığı çalışmada etlik piliç yemlerine ilave edilen zeytin karasuyu ve vitamin E maddelerinin etlik piliçlerin bazı performans özellikleri ile et rengi, et pH'sı, etin su tutma kapasitesi, etteki toplam mikroorganizma sayısı gibi bazı et kalite özelliklerine olan etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Etlik piliçlerden alınan göğüs eti örneklerinde yapılan çalışmalar sonucunda araştırmadan elde edilen verilere dayanılarak; etlik piliç yemlerinde zeytin karasuyu ve vitamin E kullanımının piliçlerin performans özelliklerini önemli düzeyde etkilemediğini, piliçlerin et kalite özelliklerinden bazılarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Yetişir ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada tüketiciler tarafından tercih edilen piliçlerin et kalite özellikleri üzerine çeşitli aydınlatma tekniklerinin ve cinsiyetin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada göğüs ve but eti örneklerine farklı aydınlatma programları uygulayarak et örneklerindeki pH, sertlik ve renk kriterleri olan L*, a* ve b* değerlerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre göğüs ve but etinde pH, sertlik ve renk kriterlerinin üzerinde aydınlatma programlarının etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Zarchi ve ark. (2009), çalışmalarında bulanık mantık yöntemini, süt sığırları için kızgınlık süresinin tespit edilmesinde kullanmışlardır. Yapılan çalışmada hayvanlarda bulunan hareket sensörleri sayesinde hayvanların hareketlerine ait veriler ile son kızgınlıktan sonra geçen süreye ait bilgiler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar,

hareketlerin belirlenmesi için oluşturulan istatistiksel model ile bulanık modelin kombinasyonunun, özellikle hata oranındaki azalma miktarı ile, kızgınlık tespitinde güvenli sonuçlar vermesi modelin kullanıma uygunluğunu göstermiştir.

Görgülü (2010), çalışmasında incir meyvesinin kalite sınıflandırmasını yapmak amacıyla bulanık mantık yaklaşımı ile bir karar destek sistemi oluşturmuştur. Araştırmacı, incir meyvesinin kalite kriterlerinden oluşan dört girdi değişkeni kullanmış ve kalite kararını sistemin çıktısı olarak belirlemiştir.

Mazlounzadeh ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada bahçe yönetimi gelişimi için, ağaç toplam kalite haritası ve seçilen ağaçların özelliklerine dayalı olarak karşılaştırma ve sınıflandırma yapmak amacıyla, bulanık mantık yöntemi ile bir sistem kurmuşlardır. Bu çalışmada Mamdani çıkarım yöntemi kullanılarak hurma ağaçlarının verim, meyve boyutu, dış görünüş ve ağaç toplam kalite haritasının üretim bilgileri ışığında kaliteye dayalı sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar genel olarak uzman kişinin yaptığı sınıflandırma ile benzerlik göstermektedir.

Gabriel ve ark.(2011), çalışmalarında ruminant hayvanların vücut kitle indeksini kullanarak hayvanların kesimi için en uygun zamanı bulanık mantık yoluyla belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada var olan vücut kütle indeksi yerine dil değişkenlerini "düşük, ortalama, yüksek, çok yüksek" kullanarak yeni bir endeks tanımlamışlardır. Çalışma sonucunda herhangi bir sığır türü için vücut kitle indeksini yorumlayarak hayvanların kesimi için en uygun zamanı belirleyen bulanık tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir.

Kırmızıbayrak ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada serbest çiftlik koşullarında yetiştirilen Türk yerli kazlarında cinsiyet ve yaşın et kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda et kalitesinin değerlendirilmesinde pH'nın su tutma kapasitesi, pişirme kaybı ve renk üzerine doğrudan etkili olduğu için önemli parametrelerden biri olduğunu bildirmişlerdir.

Akkaptan (2012), yapmış olduğu çalışmasında sokak sütü olarak da bilinen çiğ süte ait kuru madde, pH, yağ, protein, soxhlet-henkel cinsinden asitlik değerleri, toplam bakteri sayısı ve somatik hücre sayısı değerlerini kullanılarak sütün yüksek kaliteli, orta kaliteli

ve düşük kaliteli olmak üzere üç kalite sınıfına ayrılmasını hedefleyen bir karar destek sistemi geliştirmiştir.

Kaçamaklı (2012), yaptığı çalışmayı etlik piliçlerde kesim işlemleri sırasında uygulanan farklı karkas soğutma yönteminin, piliç etlerinin bazı kalite özelliklerine ve etlerinin buzdolabı koşullarında bekletilmesi (raf ömrü) sırasında gelişen bazı mikroorganizmalara etkilerini ortaya koymak amacıyla oluşturmuştur. Soğutma yöntemlerinin etin pH₁₅, pH₂₄, L, a* ve b* değerlerine önemli bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Diğer taraftan hava soğutma yöntemi karkaslarda ağırlık farkı, çözdürme, pişirme ve su kayıpları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Bu araştırmadan elde edilen bulgular, piliç karkaslarının, soğutulmasında hava soğutma yönteminin etlerinin kalite özelliklerini ve raf ömrünü olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Şekeroğlu ve Diktaş (2012), yaptıkları çalışmada altlıklı yer sistemi, yarı açık gezinmeli serbest sistem ve gezinmeli serbest sistemin yavaş gelişen etlik piliçlerin karkas özellikleri ve et kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda et kalite kriterlerinden olan göğüs eti pH, renk, protein, yağ, kül, kuru madde ve su tutma kapasitesi bakımından yetiştirme sistemleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır.

Mehri (2013), çalışmasında etlik piliçlerin kloakal sıcaklıklarını tahminleme için bulanık mantıktan yararlanmıştır. Çalışmada iklimlendirme çeşitlerini "hava,bağlı nem,hava hızı" üç gruba ayırmıştır. Bulanık sistem oluşturup bu grupları sistemin girdi değişkeni olarak kullanmıştır. Çıktı değişkeni olarak kloakal sıcaklığı kullanmıştır.Çalışma sonucunda iklimlendirme çeşitleri kullanılarak etlik piliçlerde kloakal sıcaklıkların tahmininin bulanık mantık yoluyla iyi bir şekilde yapıldığını ifade etmiş ve iyi bir karar destek sistemi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Mushtaq ve ark. (2016), yaptıkları bu çalışmada, otomatik toprak sulaması için bulanık denetleyiciyi tasarlanmıştır. Model üyelik fonksiyonlarına sahip giriş ve çıkış değerlerinden oluşturulmuştur. Giriş, tarım arazisi su seviyesi ve zamanını içermektedir. Tasarlanan sistemin çıktısı, boru kuyusu çalışması ve güç kaynağından oluşmaktadır.Bu tür otomatik arazi sulama sisteminin kullanım faydaları sadece mahsul üretimini arttırmakla kalmamış aynı zamanda sulama masraflarını düşürmüştür.

Rodriquez ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada tarımsal arazilerin dinamik kalitesini belirlemek için bulanık mantıktan yararlanmışlardır. Zemin Dinamik Kalite İndeksi (S-DQI) kullanılarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine göre tarımsal zeminlerin dinamik kalitesini değerlendirmek üzere üç endeks grubu tanımlanmıştır. Her bir endeks zemin kalite endeksi ve konunun uzmanlarıyla beraber yeniden belirlenmiştir. Tasarlanan modelin tarım topraklarının rutin olarak izlenmesi, tarımsal uygulamaların sürdürülebilirliğini sistematik bir şekilde değerlendirmek ve kullanımdan dolayı toprakta oluşan değişikliklerin tahmin edilmesini sağladığını ifade etmişlerdir.

Tavares ve Schiassi (2016), yaptıkları bu çalışmada broilerlerin günlük ağırlık kazancını tahmin etmek için bulanık mantık temelli hesaplamalı bir matematiksel model geliştirmiş ve literatürdeki istatistiksel modellerle karşılaştırmışlardır. Bulanık sistemin girdileri olarak "hava sıcaklığı, bağıl nem, hava hızı" parametrelerini kullanmışlardır. Sistemin çıktısı ise günlük canlı ağırlık olarak belirlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışma sonucunda bulanık modelleme ile ampirik modelleme sonuçları karşılaştırılmıştır. Bulanık tabanlı modelleme sisteminin günlük canlı ağırlık artışının tahmininde daha iyi sonuç verdiğini ifade etmişlerdir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

Çalışmanın materyali, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Döner Sermaye İşletmesi Tavukçuluk Etlik Piliç Ünitesinde gerçekleştirilmiş bir çalışmanın verilerinden oluşmaktadır. Bu çalışmada 42 günlük yaşta 48 adet erkek Ross 308 etlik piliçlere ait pişirme kaybı, sızma kaybı, pH ve L* parametreleri kullanılmıştır.

3.2.Yöntem

3.2.1.Bulanık mantık kavramı

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından "Information and Control" dergisinde yayınlanan "Bulanık Kümeler" adlı makale ile ortaya atılmıştır. Yayınlanan makalede bulanık kümelerin tanımı, temel işlemleri, temel kavramları ve özellikleri verilmiştir. Zadeh (1965), gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, bu sorunların çözümünün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Çünkü insan var olan bilgi kaynaklarının tümünü aynı anda ve birbiriyle etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada bilgi kaynakları temel ve kesin bilgilerle beraber, özellikle sözel olan bilgileri de içermektedir. İnsan sözeldüşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez (Şen, 2004). Bulanık sistemlerin temelde değerlendireceği alan, kesin olmayan bilgilerin bulunması halinde en uygun çözüme ulaşmak için nasıldüşünüleceğidir. Bulanık mantıkta, var olan herhangi bir problemin yaklaşık olarak modellenmesine ve matematiksel olarak karmaşık olmayacak çözümlerle problemin denetim altına alınmasına çalışılmaktadır (Baykal ve Beyan, 2004a).

Bulanık mantık yaklaşımı, makinalara insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği vermektedir. Bu yeteneğin makinalara kazandırılmasında sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılır. Sembolik ifadelerin makinalara aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantıktır (Elmas, 2003). Bulanık mantık ilişkisi olarak makinaları ve ürünleri insanların yaptığı şekle benzeyen süreç bilgisi vasıtasıyla, bağımsız ve daha etkili bir şekilde işletmeyi mümkün kılar. Bulanık mantık,

uzman tahminlerini ya da yaklaşımlarını kullanır, ayrıca hızlı, geniş, biraz ya da yeşile benzer mavi gibi öznel ya da bulanık kavramları içerme kapasitesine sahiptir (Ertuğrul, 1996). İnsan mantığı; açık, kapalı, sıcak, soğuk, 0 ve 1 gibideğişkenlerden oluşan kesin ifadelerin yanı sıra az açık, az kapalı, serin, ılık gibi aradeğerleri de göz önüne almaktadır. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyelideğil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır (Elmas, 2003). Bir başka deyişle; bulanık mantık, doğruluğun veya yanlışlığın derecesini konu aldığı için iki seviyelimantığın oldukça genişletilmiş hali olarak da düşünülebilir. Öyle ki, doğru ve yanlış arasında kısmen doğru ve kısmen yanlış kavramları da sokularak spektrumgenişletilmiştir (Ertuğrul, 1996).

İnsan beyninin muhakeme etme yeteneği bilgisayar sisteminden farklıdır. Bilgisayarlar, muhakeme yaparken siyah veya beyaz şeklinde ifadelere dayanan belirgin adımları takip ederler ve 0-1'li sistemi kullanırlar. İnsanlar ise ön sezilerinedayanarak belirsizlik ve bulanıklık içeren ifadeler yardımıyla muhakeme yaparlar. Bulanık veya gri durumlar, 0 ile 1 arasında değerler alır. İnsan beyni, bu bulanık modeller ile rahatlıkla çalışırken, bilgisayarlar için aynı durum geçerli değildir. Bulanık mantık yardımıyla, bu eksikliğin üstesinden gelinmeye çalışılmaktadır (Kosko, 1997).

3.2.2. Belirsizlik kavramı ve bulanık mantık ilişkisi

Günümüzde, belirsizliği istenilmeyen bir durum olarak gören ve karşılaşılan tüm durumlarda kaçınılması gerektiğini savunan geleneksel anlayıştan, belirsizlikle yaşamayı kabul eden ve bilimde bu durumdan kaçınılmasının mümkün olmadığını iddia eden alternatif bir bakış açısına doğru geçiş yaşanmaktadır. Belirsizlik sadece kaçınılması mümkün olmayan bir durum değil, aynı zamanda büyük bir yarar sağlayan ve üzerinde çalışılması gereken bir alandır. Belirsizlik iki başlık altında incelenebilir. Bunlar rasgelelik ve bulanıklıktır.

Rasgelelik genel olarak olayın meydana gelmesindeki belirsizliğin sayısal ölçüsüdür. Rasgeleliğin en önemli özelliği, sonuçların ortaya çıkmasında tamamen şans olayının rol oynaması ve gerekli öngörülerin ve tahminlerin kesin bir doğrulukla önceden yapılamamasıdır. Ancak bilinen belirsizliklerin hepsi rasgele karakterde değildir. Sözel belirsizlikler bulanıklık adını alır.

Bulanıklık, belirsiz anlamlılık veya değişik anlamlara gelebilme olarak tanımlanır. Ne kadar çok yetersiz veri varsa bulanıklık o kadar fazla olur.

Rasgelelik, olayın oluşundaki kesin olmayışı ifade eder. Bulanıklık ise olayın olup olmadığını değil, hangi dereceye kadar olduğunu ölçer (Baykal ve Beyan, 2004a). Bir başka deyişle; bulanıklık, bir olayın belirsizliğini tanımlarken, rasgelelik bir olayın meydana gelme olasılığını tanımlar (Ross ve ark, 2002). Örneğin “yarın yağmur yağacak” ifadesinde olasılıklı bir durum söz konusu iken, “yaşlı insan” ifadesinde ise, “yaşlı” ifadesinden kaynaklanan bir bulanıklık söz konusudur. Ama her iki durumda da bir belirsizlik vardır (Aytaç, 2006).

3.2.3. Sözel değişkenler

Terimler, dil içinde anlam taşıyan en küçük birimlerdir ve olguları ifade etmektedir. İnsan düşüncelerini aktarmaya yarayan terimler sayısal olabildiği gibi sözel nitelik de taşımaktadırlar. Sözel terimler bir değişkene atandığında o değişken “sözel değişken” adını almaktadır (Baykal ve Beyan, 2004a).

Bulanık sözel değişkenler bulanık yüklem ve bulanık sıfat olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadırlar. Bulanık yüklem birincil terimdir. Bulanık sıfatlar ise bunu niteleyen “çok, az, aşırı, hemen hemen” gibi kelimelerdir.

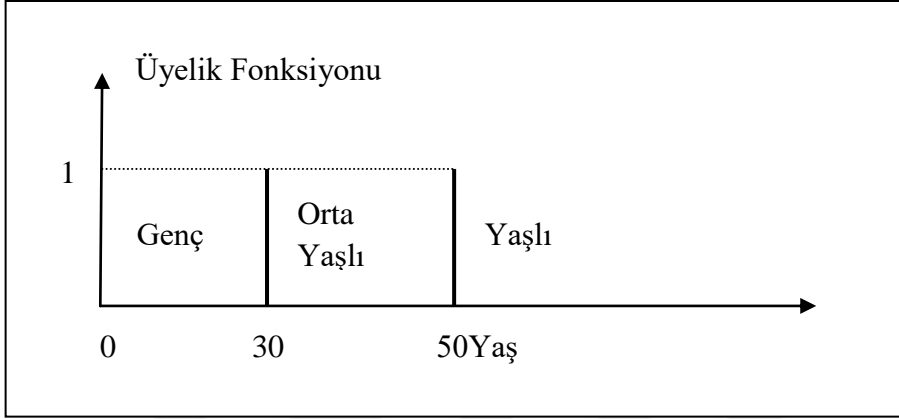
3.2.4. Bulanık kümeler

Aristo mantığına (klasik mantığa) göre çalışan klasik küme kavramında bir kümeye ait öğelerin üyelik dereceleri 1, kümeye ait olmayan öğelerin üyelik dereceleri ise 0 olarak varsayılmıştır. Bu iki değer arasında hiçbir üyelik derecesi düşünülmemektedir (Şen, 2009). Yani klasik küme kuramı ait olma prensibi ile açıklanmaktadır. Bir öge o kümenin ya elemanıdır ya da değildir ve üyelik kesin sınırlarla ayrılmıştır. Klasik kümlerde esneklikten ya da kısmi üyelikten söz edilemez (Şahin, 2009).

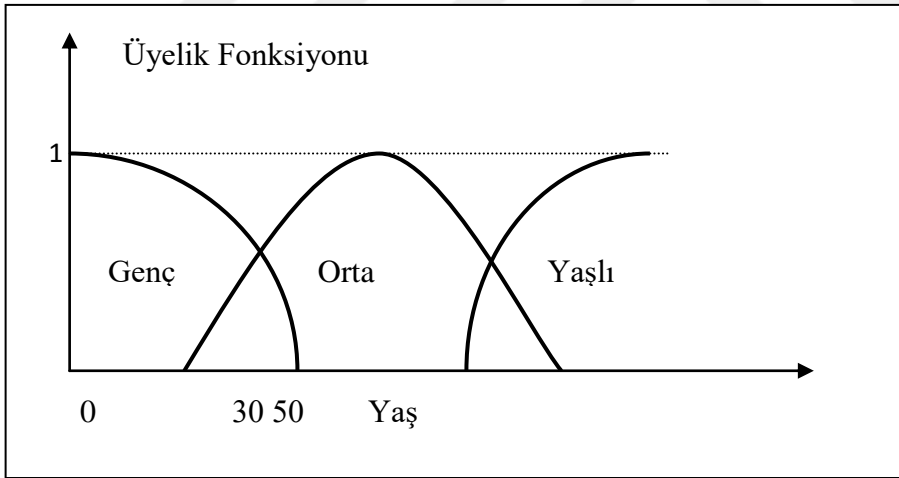
Klasik mantıkta önermenin doğruluk derecesi için 0(yanlış) ve 1(doğru) ifadeleri kullanılırsa evrensel küme içerisindeki A kümesi matematiksel olarak; $X_A: E \rightarrow \{0,1\}$ karakteristik fonksiyonu ile ifade edilebilir.

Örnek olarak; bir grupta bulunan insanlar hakkında Şekil 3.1'de görüldüğü gibi 0-30 yaş genç, 30-50 yaş orta ve 50 yaşın üstü ise yaşlı sınıfına girmektedir. Bu üyelik

fonksiyonları: kurallara göre 49 yaşındaki bir kişi orta yaşlıyken 51 yaşındaki kişi ise yaşlı sayılmaktadır. Bu durum Şekil 3.2'de görünen bulanık küme teorisine göre incelenecek olursa 50 yaşındaki bir kişi belli oranda orta yaşlı, belli oranda ise yaşlı sayılmaktadır. Yani bulanık mantıkta daha esnek bir yaklaşım ve kısmi üyelik vardır.



Şekil 3.1. Klasik Küme Gösterimi



Şekil 3.2. Bulanık Küme Gösterimi

Bulanık mantığın temelini bulanık kümeler oluşturmaktadır. Bir bulanık küme, üyelik fonksiyonuyla ifade edilen elemanlardan oluşur. Eğer bu elemanlar kümeye tam olarak ait ise "1" üyelik derecesine sahip, eğer ait değilse "0" üyelik derecesine sahip olan ya da kısmi aitlik söz konusu ise 0 ile 1 arasında değer alabilen elemanlardır (Ural, 2006; Paksoy ve ark., 2013). Klasik bir kümede bir eleman ya o kümeye ait olmakta ya da olmamaktadır. Bulanık kümelerde ise kümenin her elemanı kümeye ayrı bir aidiyet

derecesi ile bağılıdır. Bu derece üyelik derecesi olarak adlandırılır ve $[0,1]$ aralığında süreklidir.

A, X nesnelere uzayında bir bulanık küme olsun. Eğer A bulanık kümesinin elemanları kesikli ise,

$$A = \left\{ \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) / x_i = \mu_A(x_1) / x_1 + \mu_A(x_2) / x_2 + \dots + \mu_A(x_n) / x_n \right\} \quad (3.1)$$

süreklili ise,

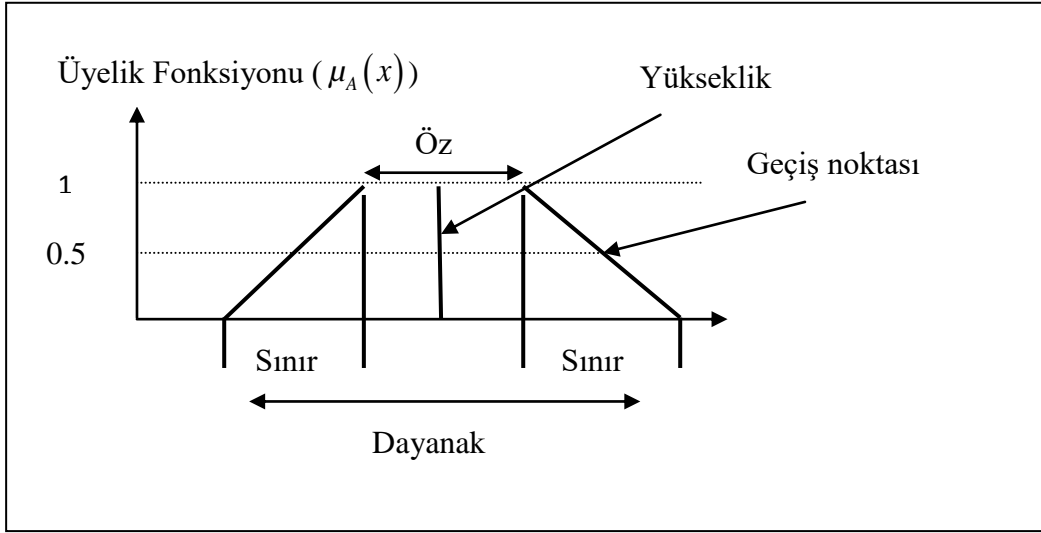
$$A = \left\{ \int (\mu_A(x) / x) dx \right\} \quad (3.2)$$

şeklinde tanımlanır (Elmas, 2003; Baykal ve Beyan, 2004).

Bulanık küme tanımı için verilen formüllerde " / "kümede hangi x değeri için hangi üyelik derecesi alması gerektiğini gösteren işarettir. "f" işareti grafiksel anlamda birleştirme anlamına gelir. $\mu_A(x)$; A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonudur. Bu fonksiyonun alacağı değere de x elemanının A bulanık kümesindeki üyelik değeri denir ve $\mu_A(x) \rightarrow [0,1]$ şeklinde gösterilir.

3.2.5. Üyelik fonksiyonları

Üyelik fonksiyonu (önem eğrisi), bir nesnenin bulanık kümeye aitlik derecesini gösteren üyelik değerinin hesaplanmasını sağlayan bir fonksiyondur (Akgül ve ark., 2014). Bulanık kümelerde üyelik derecelerinin ve üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde atama işlemi yapılırken kişisel sezgi, mantık ve tecrübelerden sıkça yararlanılmaktadır. Üyelik fonksiyonlarının ve derecelerinin belirlenmesinde kullanılan diğer yöntemler ise çıkarım, yapay sinir ağları, genetik algoritmalar ve çıkarımcı muhakeme gibi farklı yaklaşımlardır (Şen, 2009). Üyelik fonksiyonunun kısımları Şekil 3.3' te gösterilmiştir.



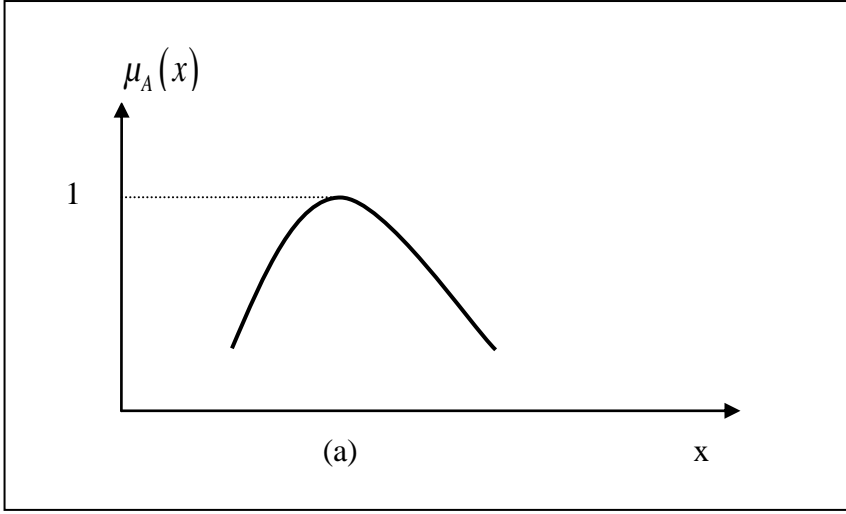
Şekil 3.3. Üyelik Fonksiyonu Kısımları

Üyelik dereceleri 1'e eşit olan öğelerin toplandığı kısma, üyelik fonksiyonunun özünü denilmektedir ve $\mu_A(x)=1$ şeklinde ifade edilir. Üyelik derecesi sıfırdan büyük olan elemanların oluşturduğu topluluk üyelik fonksiyonunun dayanağı olarak adlandırılır ve

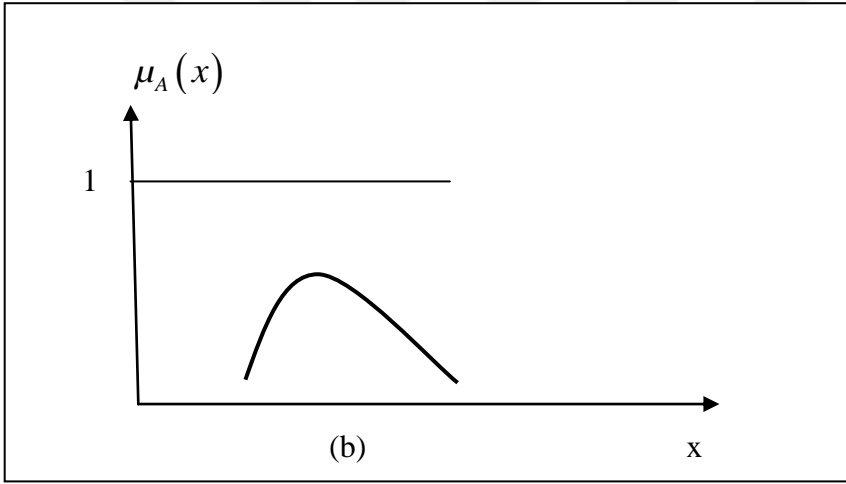
$$\text{Dayanak}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\} \quad (3.3)$$

şeklinde ifade edilir. Üyelik derecesi 0 veya 1'e eşit olmayan öğelerden oluşan kısımlar, sınır veya geçiş bölgeleri olarak adlandırılmaktadır ve $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$ şeklinde ifade edilmektedir (Görgülü, 2007; Akkaptan, 2012).

Üyelik fonksiyonları normallik ve dışbükeylik olmak üzere iki temel özelliğe sahiptirler. Normal bulanık kümelerde en azından bir tane üyelik derecesi 1'e eşit olan küme olmak zorundadır ve bu bulanık kümenin normal olup olmadığının anlaşılmasını sağlar. Şekil 3.4'denormal ve normal olamayan bulanık kümelerin gösterimi yer almaktadır.

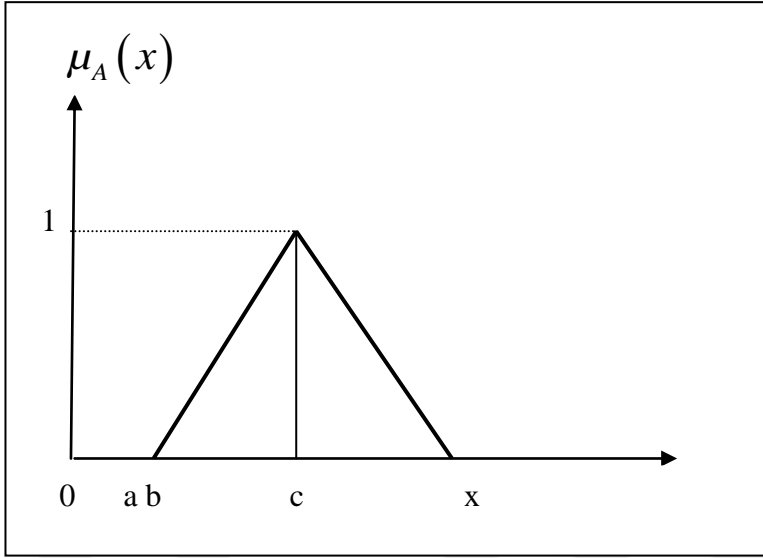


Şekil 3.4.Normal bulanık kümeler (a)

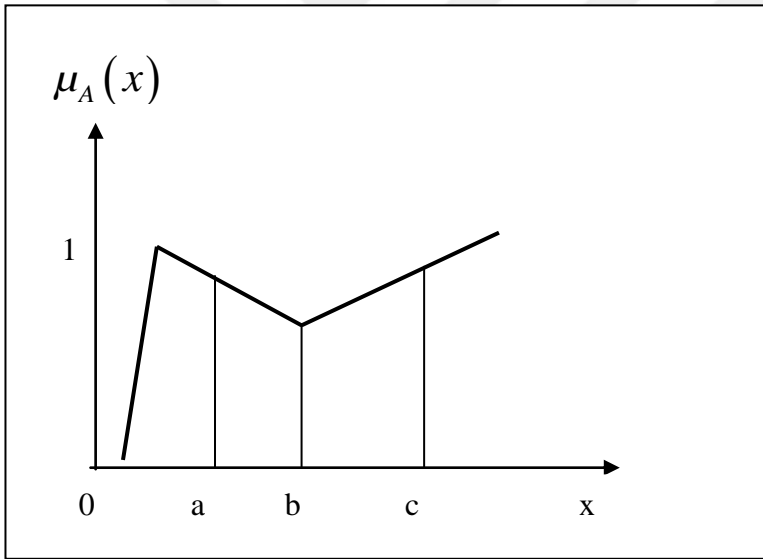


Şekil 3.5. Normal olmayan bulanık kümeler (b)

Dışbükeylik özelliğinde, dayanak kısmındaki üyelik derecesi 1'e eşit olana kadar sürekli artan, sürekli azalan veya üçgen gibi olması gerekmektedir. Şekil 3.6'da ve Şekil 3.7'de dışbükey ve dışbükey olmayan bulanık kümelerin gösterimi yer almaktadır.



Şekil 3.6. Dışbükey bulanık küme



Şekil 3.7. Dışbükey olmayan bulanık küme

Bulanık kümenin dışbükey olabilmesi için, bir kümedeki herhangi ikinoktayı birleştiren çizgideki her noktanın bu kümenin elemanı olması gerekmektedir (Baykal ve Beyan, 2004a). Şekil 3.6 ve 3.7'de aynı bulanık alt kümede yer alan a, b ve c öğeleri yer almaktadır. Değer sıralaması yapıldığında $x < y < z$ gibi birdurum kabul edildiğinde ortada yer alan öğenin üyelik fonksiyonu;

$$\mu(b) \geq EK[\mu(a), \mu(c)] \quad (3.4)$$

şeklindedir. Burada “EK” en küçükleme işlemi temsil etmektedir. Şöyle ki: b'nin üyelik derecesi, a ve c'nin üyelik derecelerinin en küçüğünden daha büyüktür. Bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonu, belirli bir $x=c$ noktası için simetrik ise bulanık küme simetriktir denilmektedir ve

$$\mu_A(x+c) = \mu_A(c-x) \quad (3.5)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarında üyelik derecesinin 0.5'e eşit olması durumundaki nokta geçiş noktasıdır ve $\mu_A(x) = 0.5$ şeklinde gösterilmektedir. Bulanık kümelerde yükseklik adı verilen büyüklük, üyelik derecesinin en yüksek olduğu öğelere karşılık gelmektedir. Normal bir bulanık kümenin yüksekliği 1'e eşittir.

3.2.6. Üyelik fonksiyonlarına değer atama

Üyelik fonksiyonları, isteğe bağlı üyelik fonksiyonları ve olasılık (possibility) dağılımları olmak üzere iki temel grupta incelenir. İsteğe bağlı üyelik fonksiyonları bir durum hakkında karar vericilerin taleplerini meydana çıkarmak için oluşturulurken, olasılık fonksiyonu ise ihtimal dahilinde olan olayların meydana gelişlerini belirlemek için oluşturulur (Şen, 2004).

Bulanık mantık yardımıyla oluşturulan modellemelerde kullanılacak üyelik fonksiyonlarının doğru seçilmesi ve yapılacak olan uygulama ile uyumlu olması yapılacak olan modellemeler için çok önemlidir (Gülcan, 2012).

Bulanık kümelerde uygulama yapılırken, uygulamaya ait üyelik fonksiyonu veya küme elemanlarına ait üyelik dereceleri sezgisel, algoritmik veya mantık yoluyla belirlenebilir. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar; sezgi, çıkarım, derecelendirme, yapay sinir ağları, genetik algoritmalar gibi yöntemlerdir (Ross, 2010).

Sezgi, bireylerin bir olay veya bir durum karşısında oluşturdukları fikir veya bakış açısına dayanan bir histir. Sezgi kavramını gündelik hayatımızda dilsel ifadeler yardımıyla oldukça sık kullanırız. Örneğin 'uzunluk' kavramı sezgisel bir kavramdır. Bu kavram içerisinde 'çok uzun', 'uzun', 'kısa', 'çok kısa' gibi alt kümeleri barındırmaktadır.

Aynı uzunluk ölçüsüne sahip bir nesne için ortaya sunulan fikirler öznel fikirlerdir. Bundan dolayı bu alt kümelerin belirttiği üyelik fonksiyonlarına ait konumlar ve şekiller birbirinden ayrı olabilir. Örneğin, 180cm boyundaki bir insan bazı insanlara göre uzun bazı insanlara göre kısa olmaktadır. Bu durumda 180cm boyundaki bir insan hem uzun hem de kısa alt kümelerine farklı derecelerde üyedir diyebiliriz (Gülcan,2012).

Çıkarım, bireylerin bir olay karşısında elde ettikleri bazı temel bilgiler yardımıyla muhakeme yeteneğini kullanarak sonuca varma işlemidir.

Derecelendirme, kişiden kişiye değişen ve bulanık yapıda olan bir değişken hakkında araştırma, anket, soruşturma aracılığıyla üyelik derecelerinin belirlenmesi gerçekleştirilmektedir. Üyelik derecelerinin belirlenmesi kişilere sunulan seçenekler arasında yapılan puanlama ile yapılmaktadır (Şen, 2004).

Yapay sinir ağları, insan beyninin çalışmasını taklit eden ve beynin en önemli özelliği olan öğrenme özelliğini kullanarak var olan bilgilerden yeni bilgiler üretmeye yardımcı olan yapılardır. Yapay sinir ağları insanların sinir sitemlerini taklit yoluyla oluşturulmuştur. Bu taklit mekanizması var olan bilgileri kullanarak yeni bilgiler oluşturmada ve olasılıklı düşünme yeteneği geliştirerek olaylar karşısında nasıl davranılması gerektiğine karar veren bilgisayar sistemlerinden oluşmaktadır (Yıldırım, 2008).

Genetik algoritma, doğal seçim yardımıyla canlılarda oluşan genetik değişimler ve gelişimin modellenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Algoritma diğer evrimsel algoritmalara benzer şekilde var olan araştırma evreninde bulunan çözümlerin oluşturduğu bir başlangıç popülasyonunu kullanmaktadır. Kuşaktan kuşağa doğal seçim ve yeniden üreme yardımıyla başlangıç popülasyonu geliştirilir. Son kuşağa ait en kaliteli birey, var olan problem için en uygun çözüm olmaktadır (Yıldırım, 2008).

3.2.7. Üyelik fonksiyon tipleri

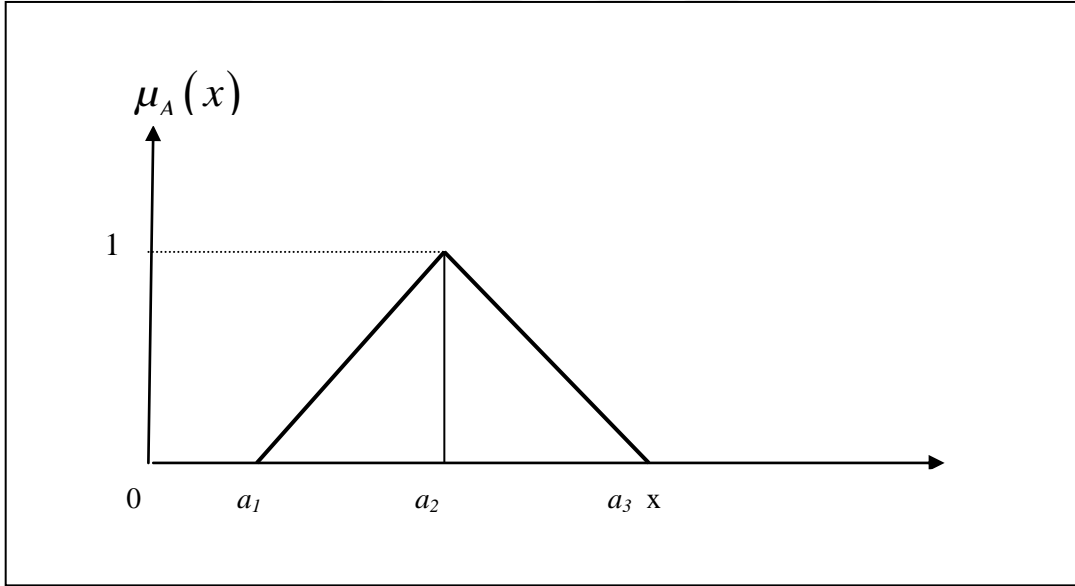
Uygulamada en fazla kullanılan üyelik fonksiyonu tipleri üçgen, yamuk, çaneğrisi, Gauss, Sigmoidal, S ve $Pi(\pi)$ üyelik fonksiyonlarıdır (Akkaptan ,2012).

1. Üçgen üyelik fonksiyonu:

Üçgen üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere 3 parametre ile tanımlanır. a_2 parametresi bu üyelik fonksiyonunun özünü oluştururken a_1 ve a_3 parametreleri arasında kalan değerlerde dayanak kısmını oluşturmaktadır. Yani üçgen üyelik fonksiyonunda tek bir ögenin üyelik derecesi 1 olduğu için bu fonksiyonun özü 1 olmaktadır. Üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak bir elemanın üyelik derecesinin hesaplanması, elemanın değerine (x) göre yapılır. Fonksiyon,

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} a_1 \leq x \leq a_2 & \text{ise } (x - a_1) / (a_2 - a_1) \\ a_2 \leq x \leq a_3 & \text{ise } (a_3 - x) / (a_3 - a_2) \\ x > a_3 \text{ veya } x < a_1 & \text{ise } 0 \end{cases} \quad (3.6)$$

olarak tanımlanır. Fonksiyonun gösterimi Şekil 3.8'de verilmiştir (Görgülü, 2007).

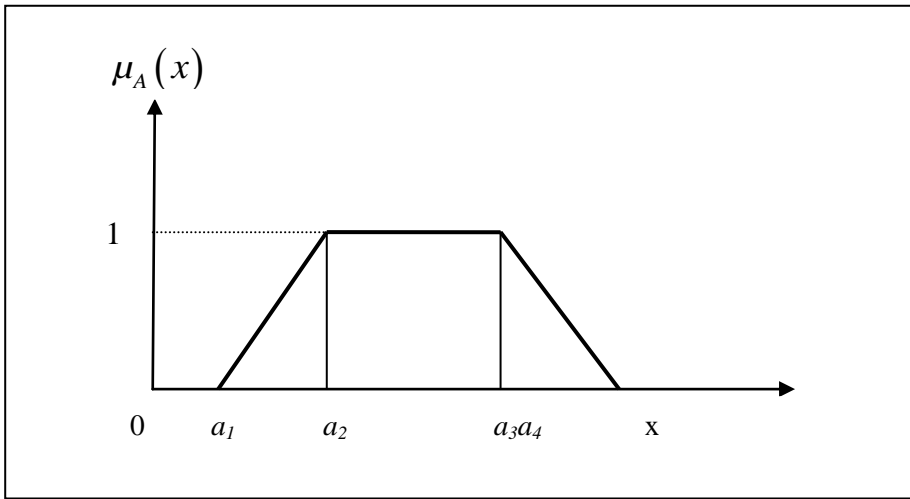


Şekil 3.8. Üçgen üyelik fonksiyonu gösterimi.

Yamuk üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 , a_3 ve a_4 olmak üzere dört parametre ile tanımlanır. Aslında üçgen üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur (Görgülü, 2007; Ali, 2011). Bu fonksiyonda a_1 ve a_2 , a_3 ve a_4 arasında kalan değerler fonksiyonun sınırlarını oluşturmaktadır. Fonksiyonun özü ise a_2 ve a_3 parametreleri arasında kalan noktalardır. Fonksiyon,

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \left. \begin{array}{ll} a_1 \leq x \leq a_2 & \text{ise } (x - a_1) / (a_2 - a_1) \\ a_2 \leq x \leq a_3 & \text{ise } 1 \\ a_3 \leq x \leq a_4 & \text{ise } (a_4 - x) / (a_4 - a_3) \\ x > a_4 \text{ veya } x < a_1 & \text{ise } 0 \end{array} \right\} (3.7)$$

olarak tanımlanır. Fonksiyonun gösterimi Şekil 3.9'da gösterilmiştir (Görgülü, 2007; Paksoy ve ark., 2013).



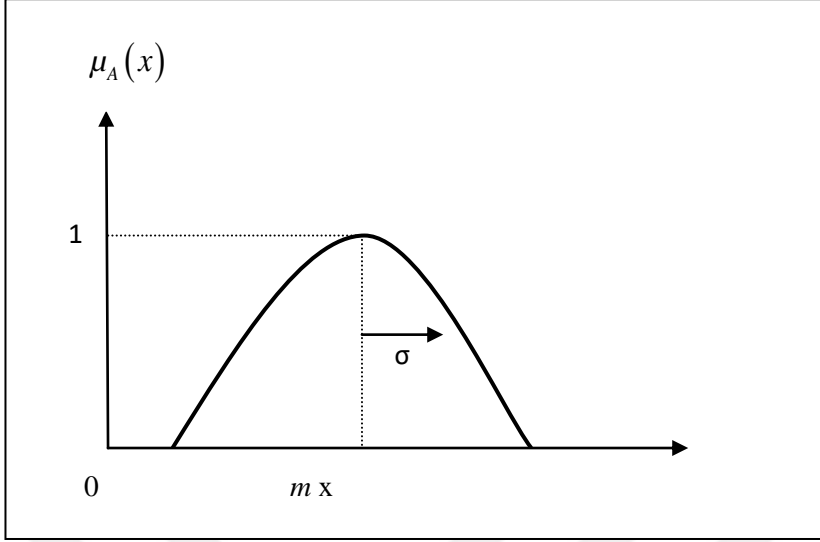
Şekil 3.9. Yamuk üyelik fonksiyonu gösterimi

2. Gauss üyelik fonksiyonu:

Gauss üyelik fonksiyonu, aşağıda verilen m ve σ parametreleri ile ifade edilebilir.

$$\mu_A(x; m, \sigma) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - m}{\sigma} \right)^2 \right] (3.8)$$

ve Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Gauss üyelik fonksiyonu gösterimi.

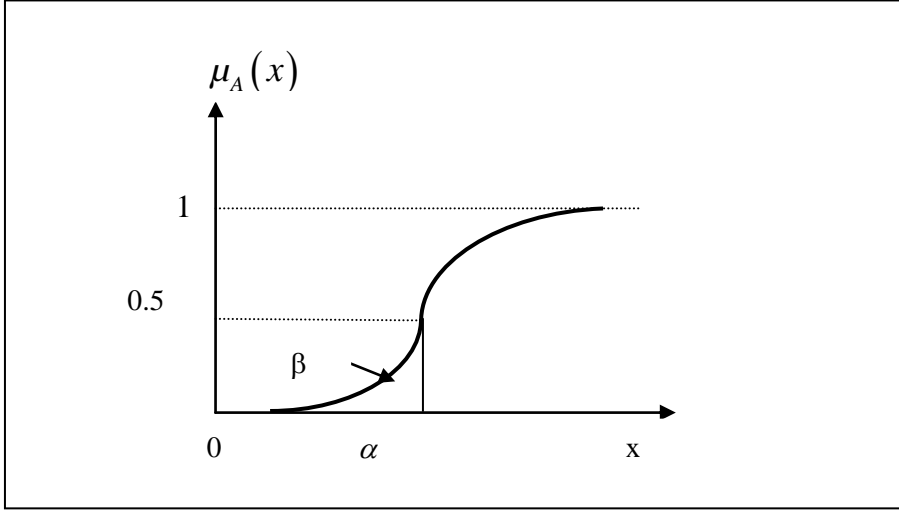
Bu fonksiyonda m , fonksiyona ait dağılımın simetri eksenini ve σ fonksiyonun simetri eksenine olan uzaklığını yani genişliğini belirlemektedir. σ değeri küçüldükçe üyelik fonksiyonu sivri ve ince olurken, σ değeri büyüdükçe üyelik fonksiyonu giderek daha basık hale gelecektir (Yen ve Langari, 1999; Gülcan, 2012).

3. Sigmoidal üyelik fonksiyonu:

α ve β parametrelerine bağlı olarak fonksiyon aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\mu_A(x; \beta, \alpha) = \left(\frac{1}{1 + e^{-\beta(x-\alpha)}} \right) \quad (3.9)$$

ve Şekil 3.11'de gösterildiği gibidir (Dombi ve Gera, 2005).

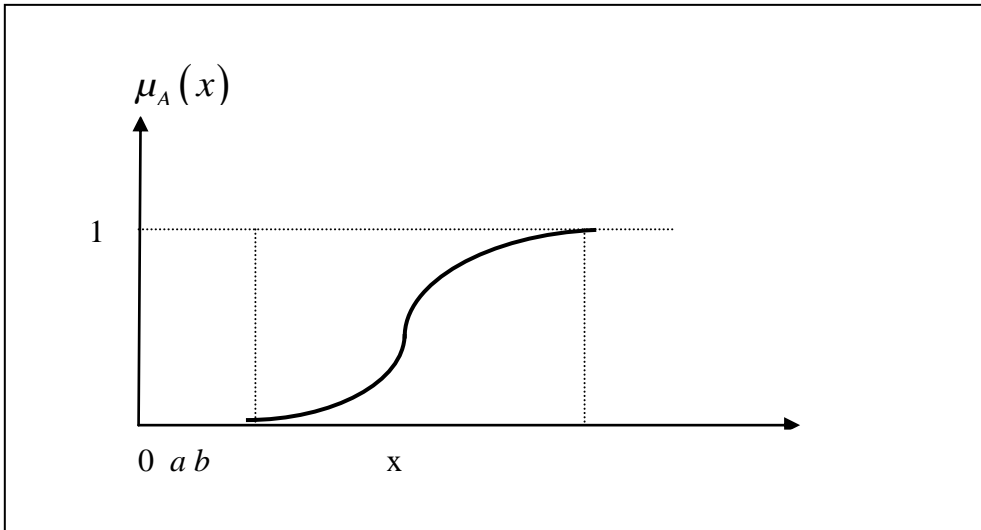


Şekil 3.11.Sigmoidal üyelik fonksiyonu gösterimi

Bu fonksiyonda β eğriye ait eğimi belirtirken α değeri ise fonksiyonun geçiş noktası olan 0.5 değerini göstermektedir.

4. S üyelik fonksiyonu:

Bu fonksiyonu a ve b parametreleri ile tanımlanan bir üyelik fonksiyonudur. Fonksiyon eğimleri yüzünden oluşan S harfine benzerliği yönünden bu ismi almıştır. (Bojadziev ve Bojadziev, 1995; Gülcan, 2012). Gösterimi Şekil 3.12'de yer almaktadır.



Şekil 3.12.S üyelik fonksiyonu gösterimi.

5. Pi (π) üyelik fonksiyonu:

Pi üyelik fonksiyonu dört parametre (lw , lp , rp , rw) ile tanımlanmaktadır. π üyelik fonksiyonunda iki taraftan asimptotik olarak sıfır değerine doğru azalması söz konusudur. Pi üyelik fonksiyonu,

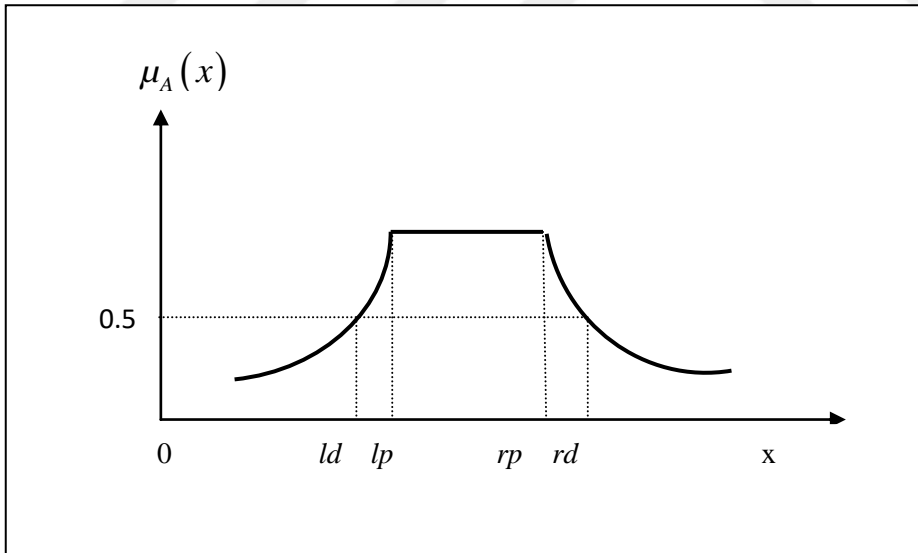
$$\mu_A(x; lw, lp, rp, rw) = \begin{cases} x \leq lp & \text{ise } lw / (lp + lw - x) \\ lp \leq x \leq rp & \text{ise } 1 \\ x > rp & \text{ise } rw / (x - rp + rw) \end{cases} \quad (3.10)$$

şeklinde olup, ld ve rd değerleri

$$ld = lp - lw \quad (3.11)$$

$$rd = rp + rw \quad (3.12)$$

olarak tanımlanır. Gösterimi Şekil 3.13'de gösterilmiştir (Baykal ve Beyan, 2004a).



Şekil 3.13. Pi üyelik fonksiyonu gösterimi

3.2.8. Bulanık küme işlemleri

Bulanık kümelerin işlemleri de klasik küme işlemlerine benzemektedir. Bunlar; birleşim, kesişim, tümleyen ve fark işlemleridir. Zadeh (1965) tarafından, kümelerin

birleşimi için maksimum işlemci, kesişim işlemi için ise minimum işlemci savunulmuştur.

X evrensel kümesinin bütün x öğeleri (elemanları) için ($x \in X$) temel bulanık işlemler olarak adlandırılan birleşim, kesişim ve tümlenme işlemleri kullanılmaktadır. Tanımlanan bulanık kümelerin A , B ve C olduğu kabul edilmektedir (Akkaptan, 2012).

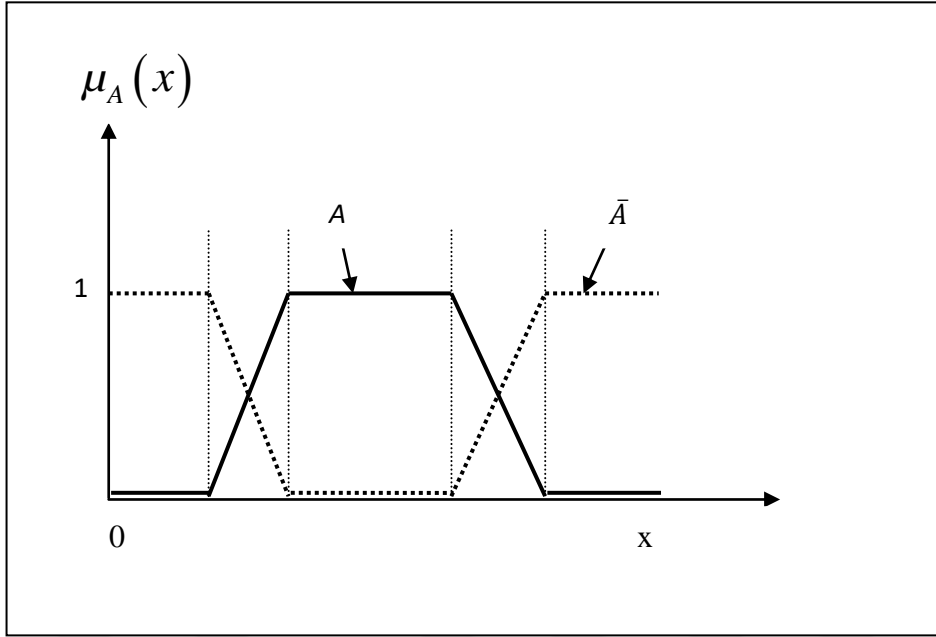
Bulanık kümelerde var olan kesişim, birleşim ve tümlenme gibi işlemleri yapmak için genellikle minimum, maksimum ve değilleme işlemcileri kullanılmaktadır (Bellman ve Zadeh, 1970; Gülcan, 2012). Birden fazla işlemcinin olması, klasik bir bakış açısıyla oluşturulan ve geleneksel mantıkta uygulamaya konulan küme işlemcilerinin bulanık küme işlemcileri durumuna doğru dönüştürülmesi ve değişik uygulamalara temel olan nedenlerle açıklanabilir (Wang, 1997; Gülcan, 2012).

1. Tümleyen işlemi:

Klasik mantıkta olduğu gibi bulanık mantıkta da tümleyen bir kavramın ya da kümenin dışında kalan değerleri ifade eder. A bulanık kümesinin tümleyeni (\bar{A}), A kümesinin tersi olarak da ifade edilebilir. Tümlenme kümesi "c" adı verilen ve $c: [0,1] \rightarrow [0,1]$ şeklinde ifade edilen bir fonksiyon ile tanımlanır. Fonksiyon c $\mu_A(x)$ değeri için, herhangi bir A bulanık kümesinin her bir $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$ üyelik derecesini atamaktadır. Tümlenme işlemi bulanık kümenin öğelerinin üyelik derecesinin 1'e tamamlanması ile gerçekleşmektedir ve U evrensel kümesinde A bulanık kümesinin tümleyeni \bar{A} veya $[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ gösterilebilir. Bu durumda $\forall x \in U$ için

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (3.13)$$

olur (Zimmermann, 1991; Gülcan, 2012). Tümleyen, "değil" bağlacına karşılık gelir ve Şekil 3.14'de gösterilmiştir.



Şekil 3.14.A bulanık kümesinin tümleyen gösterimi

2. Kesişim işlemi:

A ve B gibi iki bulanık kümenin kesişimi, $t : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ şeklinde bir fonksiyon ile tanımlanabilmektedir. İki kümenin ortak elemanlarının kesişim noktalarında üyelik derecelerinin en küçüğü alınmaktadır. $x \in X$ için A ve B bulanık kümelerinin kesişimi,

$$t[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] = \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) \quad (3.14)$$

olarak ifade edilirler (Zimmermann, 1991; Gülcan, 2012)

$\tilde{A}, \tilde{B}, \tilde{C} \subset U$ olmak üzere, $\tilde{A} \cap \tilde{B}$ şeklinde gösterilen \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümelerinin kesişimi ve hem \tilde{A} hem de \tilde{B} tarafından ortak olan en büyük bulanık küme, $\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B}$ şeklinde tanımlanır ve kümeyle ait üyelik fonksiyonu;

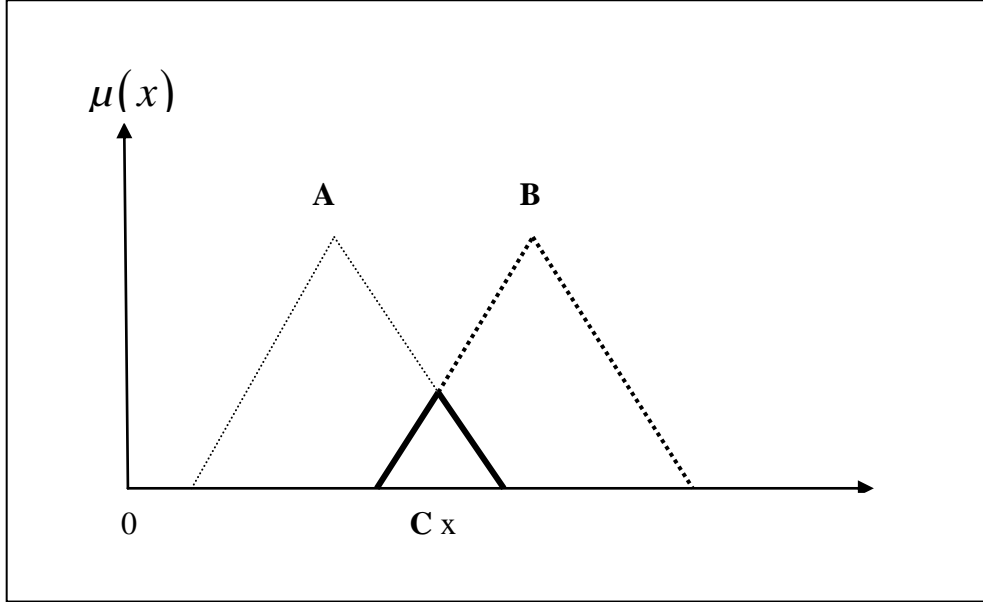
$$\forall x \in U \text{ için, } \mu_{\tilde{C}}(x) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad (3.15)$$

Ya da " \wedge " sembolü ile,

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x) \quad (3.16)$$

şeklinde tanımlanabilir (Zadeh, 1965; Gülcan, 2012). Şekil 3.15' de bulanık kümelerle ait kesişim işlemi gösterilmiştir. Şekil 3.15 incelendiğinde A ve B şeklinde iki farklı

bulanık kümenin kesişimi C kümesi şeklinde gösterilmiştir. Kesişime ait üyelik fonksiyonu, A ve B bulanık kümelerine ait üyelik fonksiyonlarının minimumu olarak tanımlanmıştır (Nguyen ve Walker, 1999; Gülcan, 2012).



Şekil 3.15. Bulanık kümelerde kesişim gösterimi

3. Birleşim işlemi:

\tilde{A} ve \tilde{B} şeklinde tanımlanan iki bulanık kümenin üyelik fonksiyonlarını $\tilde{A} \cup \tilde{B}$ 'nin üyelik fonksiyonuna dönüştüren eşleşmeleri s-eşleşmesi (s-norms ya da t-conorms) olarak ifade edilmekte ve s-eşleşmeleri;

$$s: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1] \quad (3.16)$$

şeklinde tanımlanır ve

$$s[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] = \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) \quad (3.17)$$

olarak ifade edilir (Zimmermann, 1991; Gülcan, 2012).

\tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümelerinin birleşimi $\tilde{A} \cup \tilde{B}$ şeklinde gösterilir ve \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümeleri tarafından kapsanan en büyük bulanık küme olarak tanımlanır. $\tilde{A}, \tilde{B}, \tilde{C} \subset U$ olmak üzere

$\tilde{C} = \tilde{A} \cup \tilde{B}$ 'nin üyelik fonksiyonu,

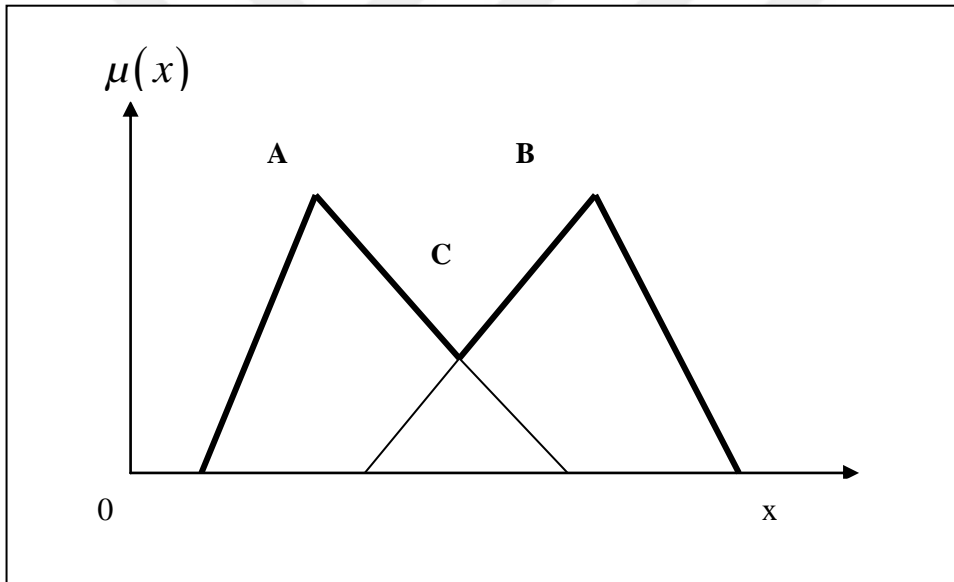
$$\forall x \in U \text{ için, } \mu_{\tilde{C}}(x) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad (3.18)$$

veya "v" sembolü ile,

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x) \quad (3.19)$$

şeklinde tanımlanmaktadır (Zadeh, 1965; Gülcan, 2012).

Bulanık kümelerle ait birleşme işlemi şekil 3.16 ile gösterilmiştir. A ve B şeklinde tanımlanan iki bulanık kümenin birleşimine ait üyelik fonksiyonu, bireysel üyelik fonksiyonlarının maksimumu olarak tanımlanır (Nguyen ve Walker, 1999; Gülcan, 2012).



Şekil 3.16. Bulanık kümelerde birleşim işlemi.

4. Eşitlik kavramı:

U evrensel kümesinde tanımlı \tilde{A} ve \tilde{B} şeklinde tanımlanan iki bulanık kümeye ait üyelik fonksiyonları, evrensel kümede var olan bulanık küme elemanları aynı üyelik derecelerine sahipse \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümeleri birbirine eşittir. Bu eşitliğin gösterimi aşağıdaki gibidir (Bandemer ve Gottwald, 1996; Gülcan, 2012).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x), \forall x \in U \leftrightarrow A \equiv B \quad (3.20)$$

5. Kapsama kavramı:

U evrensel kümesinde tanımlanan \tilde{A} bulanık kümesi \tilde{B} bulanık kümesi tarafından kapsanıyorsa ya da farklı bir ifadeyle \tilde{A} bulanık kümesi \tilde{B} bulanık kümesinin alt kümesi ise bu ifade;

$\tilde{A}, \tilde{B} \subset U$ için

$$\tilde{A} \subseteq \tilde{B} = \left\{ \forall x \in U \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x) \right\} \quad (3.21)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Zadeh, 1965; Gülcan, 2012).

3.2.9. Bulanık sayılar

Bulanık kümelerin bir alt kümesine bulanık sayılar denilmektedir. Bulanık kümelerde yapılan birleşim, kesişim, α -kesim ve genişleme kuralı gibi teorik işlemler bulanık sayılar için de yapılmaktadır (Özkan, 2003).

Bulanık sayılar reel sayılar kümesinde tanımlıdır. Bulanık sayıların her biri bulanık bir kümeyi ifade etmekte fakat bunun tersi her zaman geçerli olmamaktadır (Pedrycz, 1989; Gülcan, 2012)

Bulanık sayılar genellikle kesin olmayan ve yaklaşık olarak tahmin edilen sayısal miktarların modellenmesinde kullanılmaktadır. Bulanık sayıların kullanım alanlarından bazıları bulanık regresyon, bulanık programlama, bulanık kontrol ve karar verme sistemlerinden oluşmaktadır (Gülcan, 2012).

Bulanık sayılar yaklaşık ifadelerle tanımlanmaktadır. Örneğin, "yaklaşık 3" ifadesi başka ifadelerle tanımlandığında "aşağı yukarı 3", "3 civarında", "3'e yakın" gibi sayılar bulanık sayılarla ifade edilir. Bulanık sayılar yardımıyla yapılacak işlemlerde kullanılan bulanık sayıların netlik kazanmamasından dolayı normal sayıların hesaplanmasında kullanılan aritmetik işlemler yapılamaz. Bu sebepten dolayı bulanık küme işlemleri kullanılmaktadır (Şen, 2001).

Gerçel sayılar kümesinde (R) tanımlanmış bulanık kümelerin üyelikfonksiyonu $\mu_A : R \rightarrow [0,1]$ şeklinde belirtilmiştir. Rüzlerinde tanımlı bir A bulanikkümesinin bulanık bir sayı olarak nitelendirilebilmesi için, bulanık kümenin normal olması, yani en büyük üyelik derecesinin "1" olması, dışbükey olması, α kesim kümesinin her α değeri için $(0,1]$ aralığında tanımlı olması ve A bulanikkümesinin desteğinin sınırlı olması gerekmektedir (Klir ve Yuan, 1995; Gülcan, 2012). Genel anlamda uygulamalarda üçgen, yamuk ve gauss bulanık sayılar kullanılmaktadır.

1. Aralık Analizi ve α -Kesim Yöntemi:

Aralık analizi bulanık sayılarla hesap yapmanın temelini oluşturur. Bulanık sayılar için aralık analizi bir anlamda güven aralığı şeklinde de tanımlanabilir. Örneğin bir işletmede var olan bir problemin çözmek için bu işletmeden toplanan veriler belirli aralıklarla tanımlanan bulanık sayılar olabilir. Bu işletmede bir ürüne ait ortalama stok seviyesi yıllık 20 ton yerine 10 ve 30 ton arasında değişiyor denebilir. Bu durumda netlik ifade eden 20 sayısı yerine $[10,30]$ ifadesi stok miktarını niteleyebilir. Eğer stok durumu bir x değişkeni ile temsil edilirse mevcut olan stok seviyesinin $x \in [10,30]$ olmak üzere $10 \leq x \leq 30$ anlamına geldiği anlaşılmaktadır.

α -kesim yöntemi bulanık sayıların gerçek sayı doğrusunda bulunan bulanık olmayan aralıkları belirlemek için kullanılır. Bulanık olarak ifade edilen bir A sayısının α -kesim aralığı, aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$A_\alpha = \{x | \mu_A(x) \geq \alpha, x \in U\} \text{ ve } \alpha \in (0,1] \quad (3.22)$$

Bir alt ve üst sınır ile belirlenen, kesin ve kapalı bir aralığı gösteren bir bulanık sayısının α -kesim aralığı aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$\tilde{A}_\alpha = \{a_1^\alpha, a_2^\alpha\} \quad (3.23)$$

2. Bulanık sayılarda matematiksel işlemler:

Bunlar toplama, çıkarma, çarpma ve bölme olmak üzere dört tanedir.

a) Toplama İşlemi: A ve B bulanık kümeleri için üçgen sayılarda tanımlanan bölüm 3.2.2.7'debahsi geçen a_1, a_2 ve a_3 değerlerinden a_1 ve a_3 A bulanık kümesinin desteğinin alt ve üst sınırlarını göstermekte ve a_2 tam üyelikli tek değer olmak üzere toplama işlemi;

$$A(+)B = (a_1, a_2, a_3) + (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (3.22)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Şen, 2001; Baykal ve Beyan, 2004a).

b) Çıkarma İşlemi: A ve B bulanık kümeleri için çıkarma işlemi;

$$A(-)B = (a_1, a_2, a_3) - (b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3) \quad (3.23)$$

şeklinde ifade edilir. Çıkarma işlemi yapılırken A bulanık kümesinin en küçükelemanı B bulanık kümesinin en büyük elemanından çıkarılıp toplam kümesinin en küçük elemanı elde edilir (Baykal ve Beyan, 2004a; Görgülü, 2007).

c) Çarpma İşlemi: $A = [a, b]$ ve $B = [c, d]$ aralıkları ile tanımlanan iki bulanık kümenin çarpımı;

$$A \times B = [a, b] \times [c, d] \quad (3.24)$$

$$A \times B = [EK(ac, ad, bc, bd), EB(ac, ad, bc, bd)] \quad (3.25)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu işlem sonucunda küme öğelerinin en küçüğü (EK) çarpımın alt sınırı, en büyüğü (EB) ise çarpımın üst sınırını göstermektedir (Şen, 2001).

d) Bölme İşlemi: $A = [a, b]$ ve $B = [c, d]$ aralıkları ile tanımlanan iki bulanık kümenin bölümü;

$$A/B = [a, b] / [c, d] \quad (3.26)$$

$$A/B = \left[EK \left(\frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d} \right), EB \left(\frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d} \right) \right] \quad (3.27)$$

şeklinde tanımlanmaktadır ve bölen sayılar sıfırdan farklı olmalıdır ($c \neq 0$ ve $d \neq 0$) (Şen, 2001).

3.2.10. Bulanık modelleme

Sistem kavramı, modelleme ve karar destek sistemleri:

Sistem ve model kavramları bilimsel çalışmaların temel unsurlarındandır. Sistem kavramının farklı araştırmacılar tarafından kendi alanlarına uygun birçoktanımı mevcuttur. En genel hali ile sistem, bir veya daha çok amaca ya da sonuca ulaşmak üzere aralarında ilişkiler olan fiziksel veya kavramsal birden çok bileşenin oluşturduğu bütündür. Neden-sonuç ilişkisinin ötesinde zaman içinde sistemi oluşturan parçalar arasında oluşan karşılıklı etkileşim sistem bütünlüğünü sağlamaktadır. Model kavramı ise, sistemler bütünü olarak görülen ve doğada gerçekleşen olayların belirli bir yönünün çeşitli yöntemlerle ve çeşitli düzeylerde minyatürleştirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bir başka ifade ile model gerçeğin basitleştirilmiş temsilidir. Model kurmanın amacı, karar alma sürecini ilerletmek ve kolaylaştırmaktır (Baykal ve Beyan, 2004b; Erpolat, 2007).

Karar destek sistemleri (KDS), bir uzmanın yorumunu gerektiren karmaşık problemleri inceler. Problemleri, bir uzmanın benzer bir problemle karşı karşıya kaldığında ulaştığı sonuçlara ulaşarak ve uzmanın akıl yürütme mantığının bir bilgisayar esaslı modelini kullanarak çözmeye çalışır. Başka bir söylemle bilgisayar tabanlı uzman sistem, problemleri çözerek uzman bilgisine ulaşmaya çalışır (Weiss and Kulikowski, 1984; Coşgun, 2004). Diğer bir ifade ile uzman sistemler, verilen bir problemi çözmek için bir uzmanın düşünme mantığına benzer özellikte hareket eden yazılım ve donanımdan oluşan bilgisayar sistemleridir (Erkalan ve ark., 2012). Karar verme işlemi, uzman kişinin değişik seçeneklerle karşı karşıya geldiği durumlarda, bunlar içerisinde kendi hedeflerine uygun, kendisince belirlenmiş ölçütlere en uygun olanı belirleyebilmesidir (Tekin, 1996; Coşgun, 2004). Birçok seçenek arasından birini veya birkaçını seçme işlemi olan karar verme, aynı zamanda problem çözme sürecidir (Esen, 1985; Coşgun, 2004). Karar verme fonksiyonunun yerine getirilmesinde sağlam ve güvenilir bilgilere gereksinim duyulur. Çünkü doğru karara varabilmek için tüm olasılıkların bir arada görülebilmesi gereklidir. Ayrıca bilginin zamana karşı bir değeri olduğundan, etkili ve hızlı kararlar verebilmek için, sorunlara ait verilerin en kısa zamanda uzman kişilere

iletilmesi gerekmektedir. Bu nedenle günümüzde, yönetim faaliyetlerinde ve uzmanlık gerektiren çeşitli işlerde etkili, hızlı ve doğru karar verebilmek için KDS'den faydalanılmaktadır (Koç ve ark., 2012). KDS'leri alan uzmanlarına, karşılaştıkları problem çözme işlemi esnasında alternatif çözümleri görme ve sonuçları yeniden gözden geçirme fırsatı sunar (Davis, 1974; Coşgun, 2004).

Karar destek sistemleri modelleme kavramına dayanmaktadır. İnsanlar karar alma süreçlerinde yardımcı olmak amacıyla esnek ve etkileşimli bilgi teknolojilerini kullanan sistemlerdir. Karar destek sistemleri, veri tabanı ile model tabanını bir yazılım sistemi yardımıyla işleyerek, ilgili karar verme probleminin çözümü amacıyla kullanıcı isteklerine göre alternatif çözümlerin oluşturulmasını sağlamaktadır (İç, 2006).

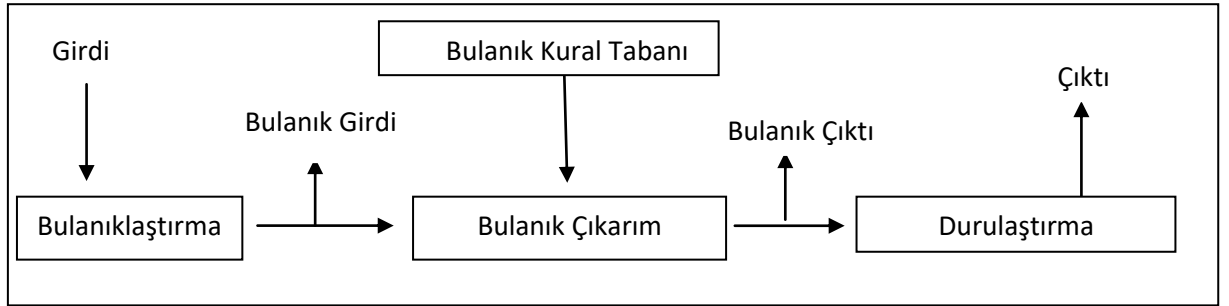
Bulanık sistemlerde modelleme:

Genel bir ifadeyle modelleme, bir sistemin girdi-çıkışı ilişkilerini matematiksel terimlerle tanımlamak olarak adlandırılmaktadır. Fiziksel bir sistemi tanımlarken sistemi kantitatif ve kantitatif olarak temsil eden matematiksel formül ya da denklemler kullanılır. Bu tür matematiksel gösterim, fiziksel sistemin matematiksel modeli olarak adlandırılır. Sistem yapısının karmaşıklığı, doğrusal olmayışı, rastgeleliği vb. nedenlerden dolayı fiziksel sistemlerin birçoğunu, matematiksel bir formül ya da denklemlerle tam ve kesin olarak modellemek zordur. Bu nedenle "Yaklaşık Modelleme" gerçek hayatla ilgili uygulamalar için daha uygundur. Sezgisel olarak yaklaşık modelleme her zaman mümkündür. Fakat, buradaki temel sorunlar, sözel verilerin tanımlanmasında ne tür yaklaşımın iyi olacağı ve matematiksel olarak kesin, teoride ve pratikte tatmin edici sonuçlar üretebilen bir sistemin, modellenmesinde iyi bir yaklaşımın nasıl formüle edileceğidir. Belirsizlik içeren karmaşık sistemlerin, basit ve kesin matematiksel formül ve denklemlerle tanımlanmasının zor olması nedeniyle, bu tür sistemlerin matematiksel modellemesinde aralık matematiği ve bulanık mantığın birlikte kullanılması iyi bir alternatif olacaktır. Aralık matematiği ve bulanık mantığın bir araya gelmesiyle, yaklaşık tahminlemede güven aralıkları ve bulanık üyelik fonksiyonlarının kullanıldığı modellemeye 'bulanık modelleme' adı verilir (Chen and Pham, 2001; Ayçın, 2011).

Bulanık sistemler:

Bulanık sistemler, bulanık “eğer-o halde” kuralları ile yapılandırılarak oluşturulan bilgi tabanlı sistemlerdir. Doğrusal olmayan bir fonksiyondan bilgi tabanına dönüşen sistematik bir süreç sağlamaktadır (Wang, 1997; Akıllı ve ark., 2014).

Bulanık sistemler bulanık kural tabanı, bulanık çıkarım motoru, bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır (Akıllı ve ark., 2014). Bulanık bir sistemin genel yapısı Şekil 3.17'de görülmektedir.



Şekil 3.17.Bulanık sistem yapısı

*Girdi:*Çözülmesi istenen problemi etkileyen giriş değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm ilişkili verileri içerir.

*Bulanıklaştırma:*Bulanık sistem tasarımının ilk adımı bulanıklaştırmadır. Bulanıklaştırma, seçilen parametrelerin üyelik fonksiyonlarına uygun düşen bir değere dönüştürülmesi anlamı taşımaktadır. Diğer bir anlamda ise sayısal bir girdi değerinin, uygun üyelik fonksiyonu kullanılarak belli bir üyelik derecesi ile sözel bir değişkene dönüştürülmesi işlemidir (William, 2005). Bulanıklaştırma aşamasında dışarıdan gelen verilerin,sistemin çıkarım mekanizması ile bulanık kural tabanındaki bilgiler kullanılarak,işlenmesi amacıyla ön hazırlıklar yapılmaktadır (Wang, 1997; Elmas, 2003).Bulanıklaştırma aşamasında çok sayıda üyelik fonksiyonu olmakla birlikte pratikte en yaygın olarak kullanılanlar üçgen, yamuk, ve Gaussian fonksiyonlarıdır (Baykal ve Beyan, 2004; Nababan ve ark., 2004).

*Çıkarım:*Bulanık bir sistemde bulanık çıkarım motoru matematik denklemler yerine bulanık kümeleri ve kural tabanını kullanır. Bulanık sistemde biri gözlenmiş ve ölçülmüş değerler, diğeri de uzman kişinin görüşleri olmak üzere iki bilgi kaynağı bir

arada düşünülür. Uzman görüşü sistemde bilinmeyen belirsizliklerin modellenmesinde işe yarar (Şen, 2009; Gülper, 2014).

Bulanık çıkarım kısmında, bilginin sunumu için kullanılan kural tabanı ile birlikte bir çıkarım mekanizması bulunacaktır. Bulanık kural tabanında sisteme gelen veriler işlenmeye hazır hale getirildikten sonra “eğer-o halde” şeklinde tanımlı kurallara göre çıkarım mekanizması tarafından işlenecektir. Çıkarım yöntemleri adı verilen bu yöntemler Mamdani yöntemi, Larsen yöntemi, Tsukamoto yöntemi ve TagakiSugeno-Kang yöntemi şeklinde ifade edilmektedir

1. Mamdani Yöntemi:Mamdani 1974 senesinde bulanık girdi kümelerinin bir kural tabanı ile yine bulanık olan çıktı kümelerine akılcı bir yaklaşımla bağlanmasını sağlamıştır. Mamdani'nin kullandığı yaklaşımın temelinde etkin ve yetkin bir kural tabanının kurulması yer almaktadır (Genç, 2013).

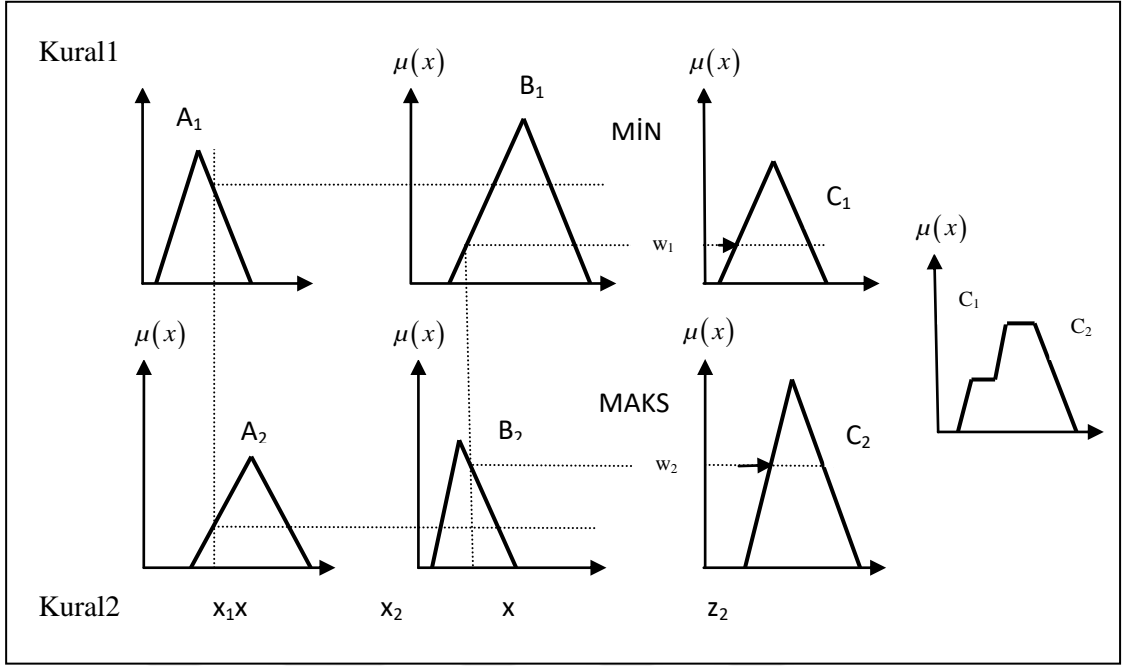
Mamdani tipi bulanık model çok kolay oluşturulur, insan davranışlarına çok uygundur ve bu nedenle çok yaygın bir kullanıma sahiptir. Bu modelde hem girdi değişkenleri hem de çıktı değişkeni kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilir (Düzcan, 2010).Bu yöntemin kural yapısı;

Eğer $x_1=A_1$ ve $x_2=B_1$ ise o halde $z_1=C_1$ (3.28)

Eğer $x_1=A_2$ veya $x_2=B_2$ ise o halde $z_2=C_2$ (3.29)

olaraktanımlanmaktadır. Burada x_1 ve x_2 girdi değişkenlerini z_1 ve z_2 ise çıktı değişkenini temsil etmektedir. A_1 , B_1 , A_2 ve B_2 üyelik fonksiyonları, C ise her kuralın sonucunda çıkanbulanık sonuç kümesidir (Akkaptan, 2012).Mamdani çıkarım yönteminde kuralların eşik değerleri hesaplanırken önce "ve" kesişim daha sonra "veya" birleşim işlemleri kullanılmaktadır(Görgülü, 2007).

Mamdani çıkarım yönteminde ilk kural “ve” işlemcisi kullanılarak belirlenmiştir ve w_1 eşik değeri bulanık kümelerin en küçük üyelik derecesine eşittir. İkinci kural ise “veya” işlemcisine göre belirlenmiştir ve w_2 eşik değeri en büyük üyelik derecesine eşit olmaktadır. Bu kuralların uygulanması sonucunda sonuç kümesi bulanık kümelerde birleşim işlemi esasına göre oluşturulmaktadır(Ross,2004; Görgülü,2007;Akkaptan, 2012). Mamdani çıkarım yöntemi şekil 3.18'de gösterilmiştir.



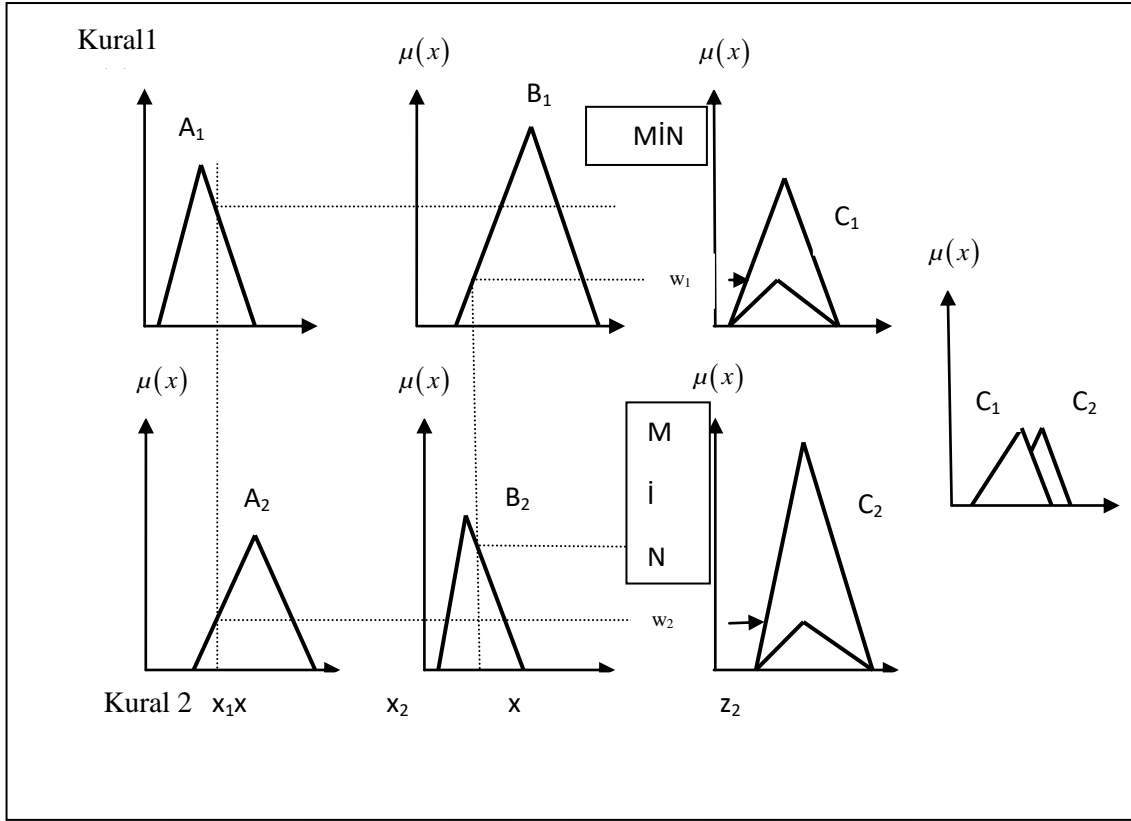
Şekil 3.18. Mamdani çıkarım yönteminin gösterimi

2. Larsen yöntemi: Larsen çıkarım yöntemi, çarpım işlemcisi ile çalışmaktadır. Kural yapısı,

$$\text{Eğer } x_1=A_1 \text{ ve } x_2=B_1 \text{ ise o halde } z_1=C_1 \quad (3.30)$$

$$\text{Eğer } x_1=A_2 \text{ ve } x_2=B_2 \text{ ise o halde } z_2=C_2 \quad (3.31)$$

şeklinde gösterilmektedir. Burada x_1 ve x_2 girdi değişkenlerini, A ve B ifadeleri bulanık kümeleri ve C bulanık sonuç kümesini temsil etmektedir. Larsen yönteminin gösterimi Şekil 3.19'da yer almaktadır (Baykal ve Beyan, 2004a).



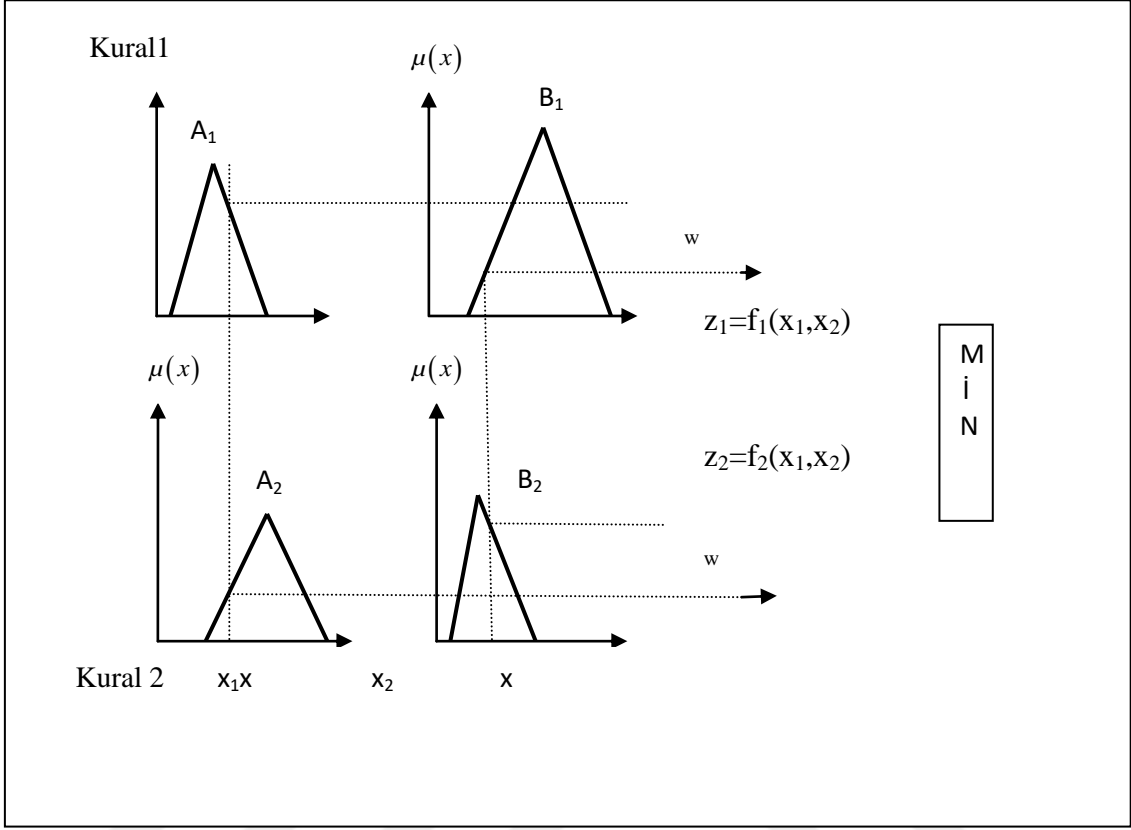
Şekil 3.19. Larsen yönteminin gösterimi

3. Takagi-Sugeno-Kang (TSK) yöntemi: Takagi-Sugeno-Kang yöntemi literatürde Sugeno veya TSK yöntemi şeklinde de yer alabilmektedir. TSK çıkarım yönteminde çıktı değişkeni, Mamdani çıkarım yönteminde olduğu gibi bulanık bir küme değil, kesin bir değer veya doğrusal bir fonksiyon şeklindedir (Ross, 2004; Görgülü, 2007). Kural yapısı,

$$\text{Eğer } x_1=A_1 \text{ ve } x_2=B_1 \text{ ise o halde } z_1=f(x_1,x_2) \quad (3.32)$$

$$\text{Eğer } x_1=A_2 \text{ ve } x_2=B_2 \text{ ise o halde } z_2=f(x_1,x_2) \quad (3.33)$$

şeklindedir. Bu kural yapısında A ve B ile temsil edilen ifadeler bulanık kümelerdir. Sonuç kısmında ise fonksiyon yer almaktadır. Genellikle $f(x_1,x_2)$ fonksiyonunda girdi değişkenleri polinomial özelliktedir. Yöntem Şekil 3.20’de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. TSK yönteminin gösterimi

çıkarm değerleri,

$$z_1 = f_1(x_1, x_2) \quad (3.34)$$

$$z_2 = f_2(x_1, x_2) \quad (3.35)$$

şeklindedir. Eşik değerleri ise,

$$w_1 = \mu_{A_1}(x_1) \wedge \mu_{B_1}(x_2) \quad (3.36)$$

$$w_2 = \mu_{A_2}(x_1) \wedge \mu_{B_2}(x_2) \quad (3.37)$$

olarak gösterilmektedir. Sonuç değerine ağırlıklı ortalama ile belirtilen kurallarıçın,

$$\text{Sonuç Değeri} = \frac{w_1 \cdot z_1 + w_2 \cdot z_2}{z_1 + z_2} \quad (3.38)$$

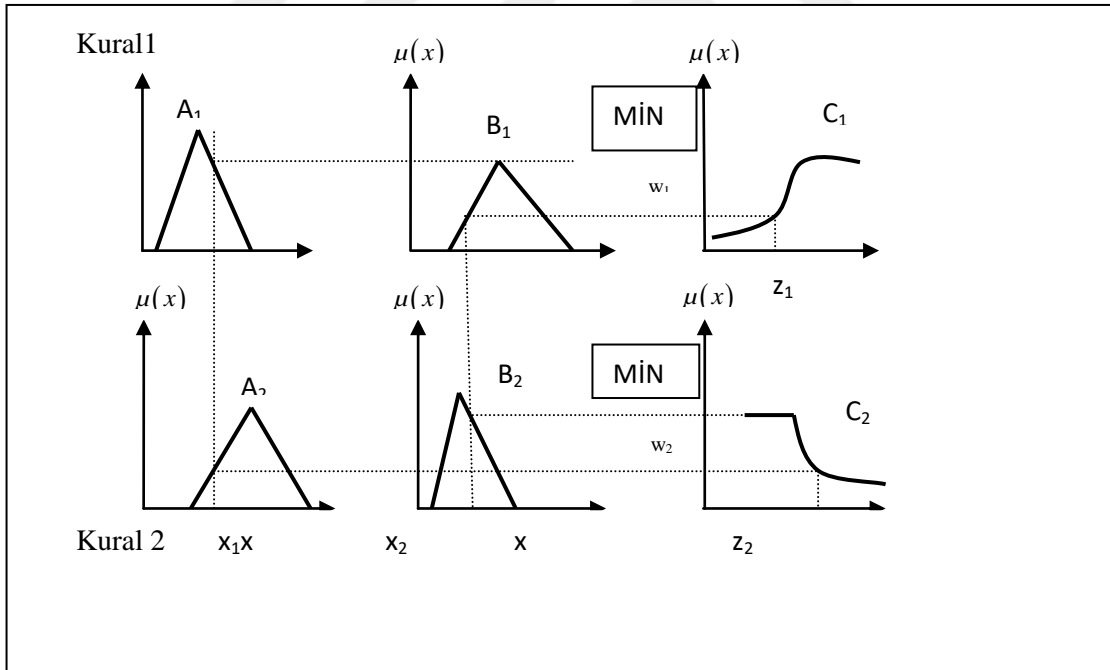
eşitliğinden ulaşılabilmektedir. Sonuç kesin bir değer olduğundan durulaştırmazamanından tasarruf edilmektedir (Baykal ve Beyan, 2004a; Ross, 2004; Görgülü, 2007; Ross,2004; Sivanandam ve ark., 2007).

4. Tsukamoto Yöntemi:Tsukamoto çıkarım yönteminde birbirini izleyen her bir bulanık kural,monotonik üyelik fonksiyonu ile birlikte bulanık kümelerce temsil edilmektedir.Kural yapısı,

$$\text{Eğer } x_1=A_1 \text{ ve } x_2=B_1 \text{ ise o halde } z_1=C_1 \quad (3.39)$$

$$\text{Eğer } x_1=A_2 \text{ ve } x_2=B_2 \text{ ise o halde } z_2=C_2 \quad (3.40)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Gösterimi Şekil 3.21'deki gibidir. Sonuç değeri yukarıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır. Bu çıkarım yönteminde de her kuralınkesin bir sonucu elde edildiğinden durulaştırmadan zaman kazanılır.



Şekil 3.21. Tsukamoto yönteminin gösterimi

Durulaştırma:

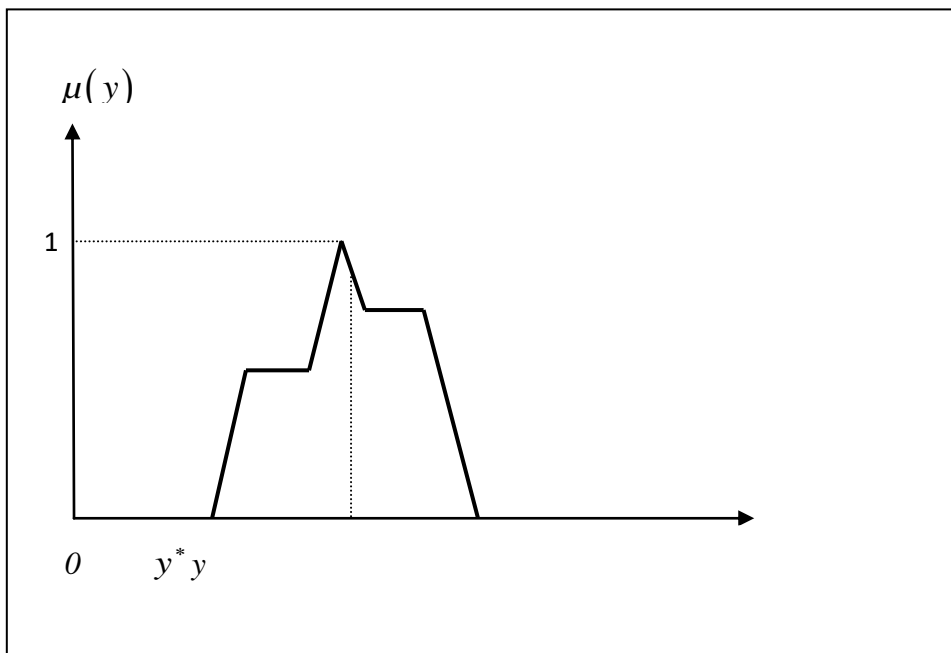
Bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüne birden durulaştırma işlemleri adı verilir (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003). Yani

durulaştırma, bulanıklaştırılmış verinin yeniden sayısal ifadelerle dönüştürülme aşamasıdır. En sık kullanılan durulaştırma yöntemleri ise; ağırlık merkezi(sentroid) yöntemi, en büyük üyelik(maksimum) yöntemi,ağırlık ortalaması yöntemi,ortalama maksimum üyelik yöntemi,en büyüklerin en büyüğü ve en büyüklerin en küçüğü yöntemleridir (Şahin, 2009).

1. Ağırlık merkezi yöntemi:Ağırlık merkezi yöntemi sentroid yöntemi olarak da ifade edilir. Bu yöntem bulanık çıktının ağırlık merkezinin bulunması ve buna karşılık gelen değerin alınması işlemidir (Gülper, 2014). Durulaştırma değeri;

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot \mu_C(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_C(y_i)} \quad (3.41)$$

formülü yardımıyla hesaplanır. Her eleman (nokta), o noktadaki ağırlığıyla çarpılarak bir çarpımlar toplamı elde edilir. Bunlar toplam ağırlığa bölününce tek bir nokta elde edilir. Yöntem ile oluşan çıkarım kümesinin şeklinin ağırlık merkezi bulunur ve keskin değer olarak bu merkeze karşılık gelen değer alınır. Oluşan her tür çıkarım kümesine çözüm bulması çok yaygın olarak kullanılmasının en önemli nedenidir. Ağırlık merkezi yöntemi Şekil 3.22'de gösterilmiştir.



Şekil 3.22.Ağırlık merkezi yöntemi gösterimi

2. Maksimum üyelik yöntemi: Bu yöntem yükseklik yöntemi de denilmektedir. Üyelik derecelerinden en büyük olana eşittir. Yöntem kullanılmak istenirse çıkarım biriminde oluşturulan bulanık kümenin modunun (tepe noktası) olması lazımdır. Bu yöntemin denklemi aşağıda verilmiştir. Bu değer,

$$\mu_c (y^*) \geq \mu_c (y_i) \quad (3.42)$$

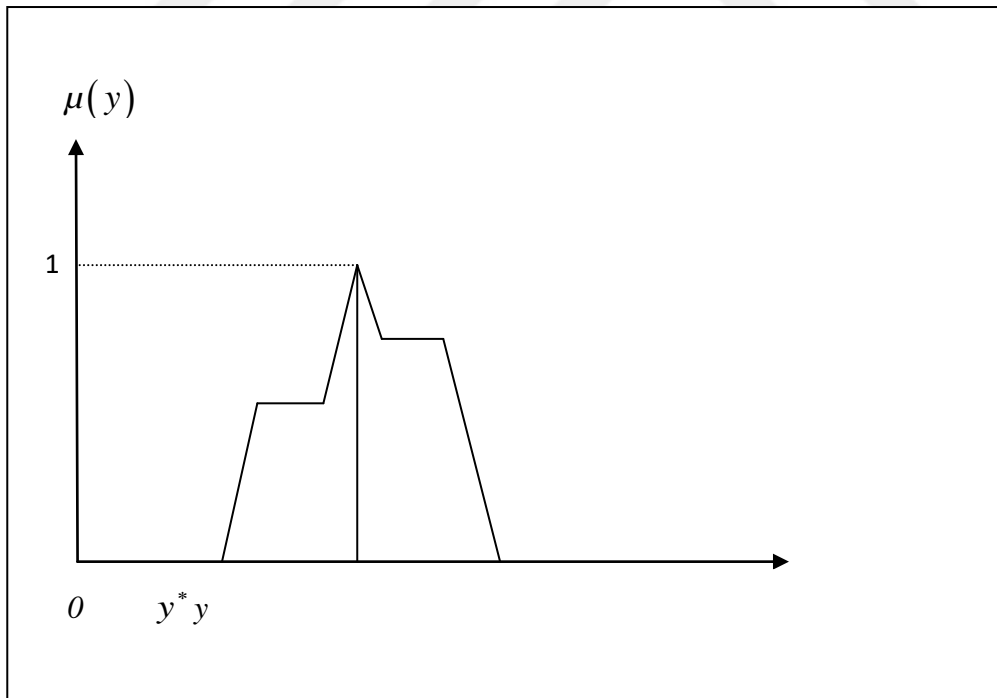
olarak ifade edilmektedir. Eşitlik 3.42'de,

C: Mamdani ve Larsen çıkarım yöntemlerinden elde edilen bulanık sonuç kümesi,

y_i : Bulanık sonuç kümesinin i 'inci ögesi,

y^* : Durulaştırılmış değerdir (Akkaptan, 2012).

Yöntem Şekil 3.23'de gösterilmiştir. (Şen, 2004; Elmas, 2007; Görgülü, 2007).



Şekil 3.23. Maksimum üyelik yöntemi

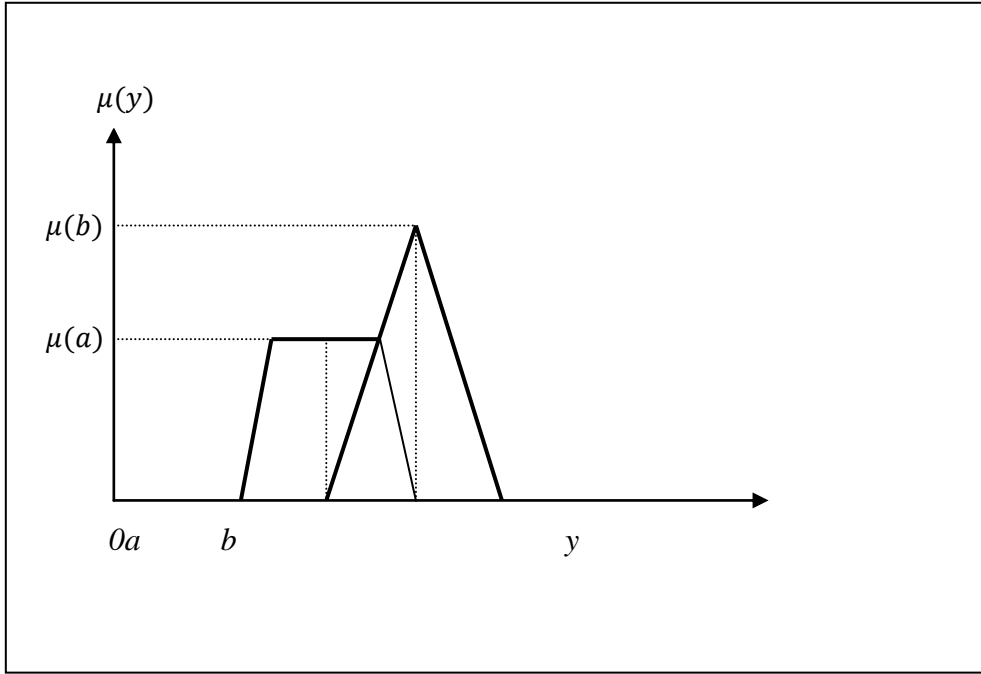
3. Ağırlık ortalaması yöntemi: Ağırlık ortalaması yönteminde giriş değerlerinden hesaplanan tüm bulanık değerler ile üyelik değeri kullanılarak durulaştırma işlemi

yapılmaktadır. Bu yöntem simetrik bir üyelik işleviyle ifade edildiği durumlarda kullanılır.

y^* , durulaştırılmış değer

$$y^* = \frac{a \cdot \mu(a) + b \cdot \mu(b)}{\mu(a) + \mu(b)} \quad (3.43)$$

formülüyle hesaplanır. a ve b sonuç değişkenini temsil eden üyelik işlevinin merkezini ifade eder (Elmas, 2007). Bu üyelik yöntemi Şekil 3.24'de gösterilmektedir.

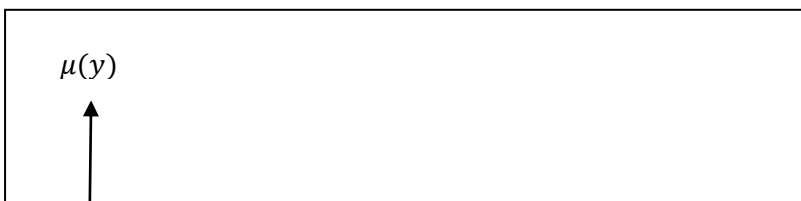


Şekil 3.24. Ağırlıklı ortalama yöntemi

4. Mean-Max üyelik yöntemi: Bu yönteme ortalama en büyük üyelik yöntemi de denilmektedir. Maksimum üyelik fonksiyonuyla alakalıdır. Bu yöntemin formülü aşağıdaki eşitlikte verilmiştir (Elmas, 2007).

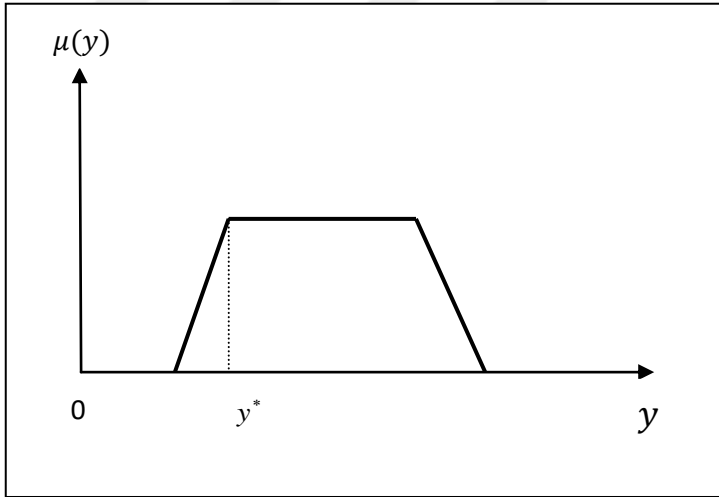
$$y^* = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} \quad (3.44)$$

yöntemin görünümü Şekil 3.25'deki gibidir.



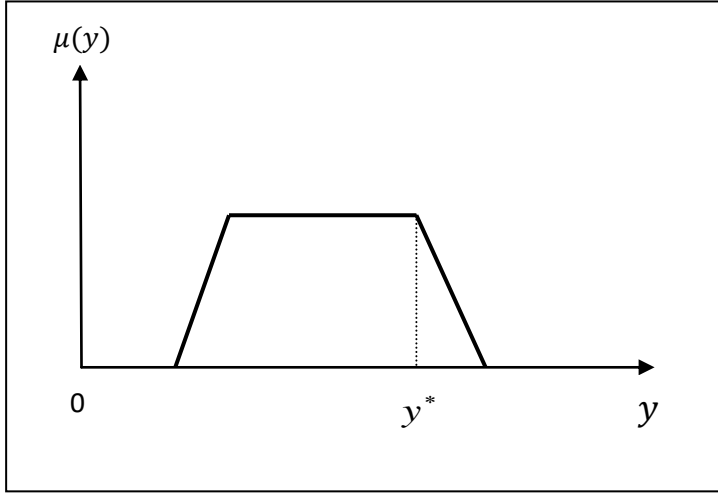
Şekil 3.25.Mean-Max üyelik yöntemi

5. En büyüklerin en küçüğü yöntemi:Bu yöntemde göre durulaştırılmış değer, bulanık birleşim kümesinde bütün elemanlar içerisinde en büyük üyelik derecelerinin bulunduğu kümenin elemanları içinde en küçük değerli elemandır (Şen, 2004). Şekil 3.26'deki gibi gösterilir.



Şekil 3.26.En büyüklerin en küçüğü yöntemi

6. En büyüklerin en büyüğü yöntemi:Bu yöntemde göre durulaştırılmış değer, bulanık birleşim kümesinde bütün elemanlar içerisinde en büyük üyelik derecelerinin bulunduğu kümenin elemanları içinde en büyük değerli eleman olarak kabul edilir (Baykan ve Beyan, 2004; Şen, 2004). Bu yöntem Şekil 3.27'de gösterilmiştir.



Şekil 3.27.En büyüklerin en büyüğü yöntemi

3.3.Piliç Eti Kalitesi

3.3.1.Genel

Modern dünyada kanatlı etlerinin parça veya ileri işlenmiş ürün olarak pazarda yer bulmaya başlamasıyla birlikte et sektöründe kalite, giderek daha önemlibir durum haline gelmiştir. Pazarda yer bulan etlerin kalitesi; duysal özelliklerle birlikte fiziksel, kimyasal, teknolojik ve hijyenik özellikleri de içermektedir. Et üretiminde yetiştiricilikten karkas elde etmeye, karkastanet ürünleri üretimine ve üretilen bu ürünlerin pazarlanmasına kadar uygulanan bütün işlemler et kalitesini etkiler (Kahraman ve ark., 2006).Aslında, et kalitesinin belirlenmesinde kimyasal bileşim önemli bir faktördür. Protein, yağ, kül ve su önemli bileşenlerdir. Etin kalitesini belirlemede çok çeşitli faktörler etkili olduğundan, analiz edilecek etin özelliklerini (çeşidini) bilmek önemlidir(Yetiştir ve ark.,2008).

Çizelge 3.1.Kanatlı eti kimyasal yapısı ve et kalite değerleri (Kutlu ve ark., 1999)

	TAVUK		HİNDİ	
	Göğüs Eti	But Eti	Göğüs Eti	But Eti
<i>Kimyasal yapı (%)</i>				
Su	74,4	74,5	75,2	75,9
Protein	21,8	19,1	23,2	20,3
Yağ	3,2	5,5	1,1	3,6
<i>Ürün Kalite Değerleri</i>				
Renk (Yansıma birimi) (Yüksek değer=Açık renk)	27,6	16,5	46,5	27,5
PH (24 saat sonra)	5,8	6,4	---	---
Damlama kaybı (% , 24 saatte)	7,3	2,1	---	---
Pişirme kaybı (% , 200 °C'de 20 dk)	23,5	23,5	28,2	28,2

3.3.2.Etin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kesim sonrasında elde edilen tavuk etinde kalite göstergesi olan temel değerler renk, koku, lezzet, tekstür ve pH gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerdir. Tavuk etinin tüketiciler tarafından tercih edilmesinde renk ve koku oldukça önemlidir. Tavuk etinin besin değeri içerdiği yüksek protein ve düşük yağ içeriğine bağlı olarak artmaktadır.

4.BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1.PK, pH₂₄ ve L*₂₄ Girdi Değişkenlerine Ait Kalite Sınıflaması

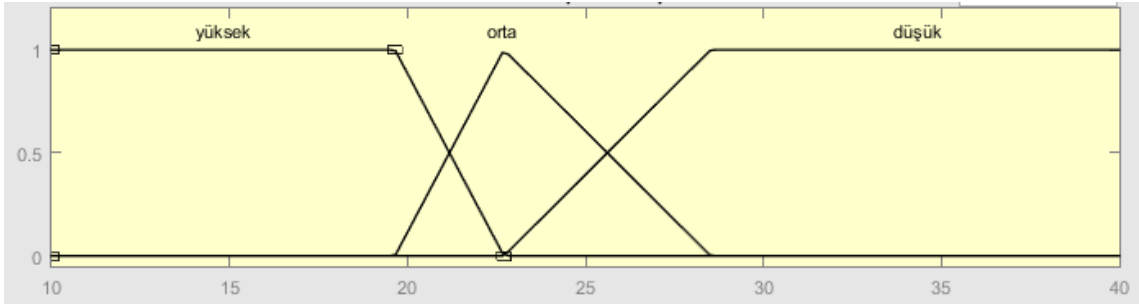
Bu tez çalışması kapsamında yapılan ilk uygulamada girdi değişkeni olarak PK, pH₂₄ ve L*₂₄ değişkenleri kullanılmıştır. Çizelge 4.1'de bu değişkenlere ait kalite sınıfları ve sınıf aralıkları bulunmaktadır. Oluşturulan sınıflar ve sınıf aralıkları bulanık mantık sitemine uygun olarak esnek biçimde hazırlanmış yani belirli oranlarda birbirleri içine girmeleri sağlanmıştır. Bu sınıf aralıkları uzman bilgisi ve Çizelge 3.1'de gösterilen kanatlı etinin kimyasal yapısı ve kalite değerlerinde yer alan mutlak değerler yardımıyla belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.Girdi değişkenlerine ait kalite sınıf aralıkları

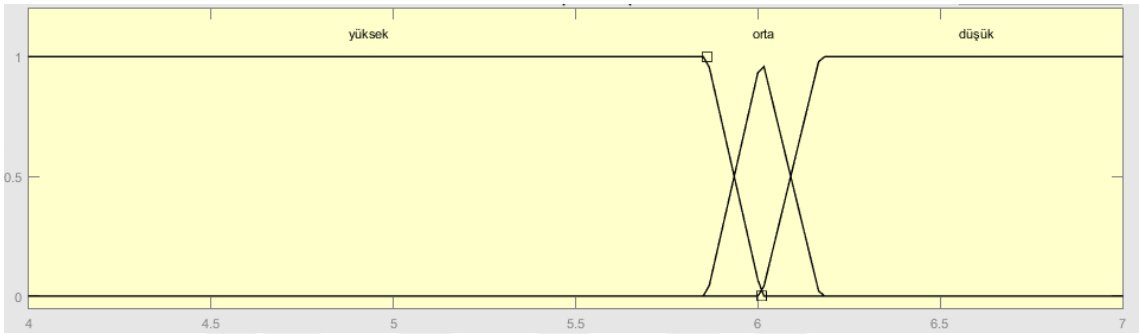
Kalite Sınıfları	Pişirme Kaybı % (PK)	pH ₂₄	L* ₂₄
Düşük	$x > 22.71$	$x > 6.01$	$x \leq 39.77$
Orta	$19.65 \leq x \leq 28.52$	$5.86 \leq x \leq 6.17$	$36 \leq x \leq 47.02$
Yüksek	$x \leq 22.71$	$x \leq 6.01$	$x > 39.77$

Bulanıklaştırma aşamasında oluşturulan sınıflar ve sınıf aralıklarına göre pH₂₄girdi değişkenine ait dilsel ifadeler 6.01'den büyük değerler için düşük kaliteli, 5.86 ve 6.17 arasındaki değerler için orta kaliteli ve 6.01'den küçük değerler için yüksek kaliteli şeklinde; PK girdi değişkenine ait dilsel ifadeler %22.71'den büyük değerler için düşük kaliteli, %19.65 ve %28.52 arasındaki değerler için orta kaliteli ve %22.71'den küçük değerler için yüksek kaliteli;L*₂₄girdi değişkenine ait dilsel ifadeler 39.77'den küçük değerler için düşük kaliteli, 36 ve 47.02 arasındaki değerler için orta kaliteli ve 39.77'den büyük değerler için yüksek kaliteli şeklinde belirlenmiştir.

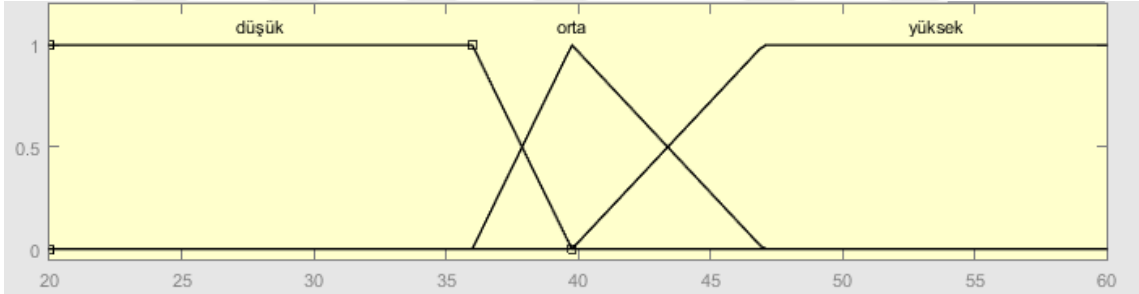
Çalışma kapsamında literatürde sık kullanılan üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları kullanılmıştır.



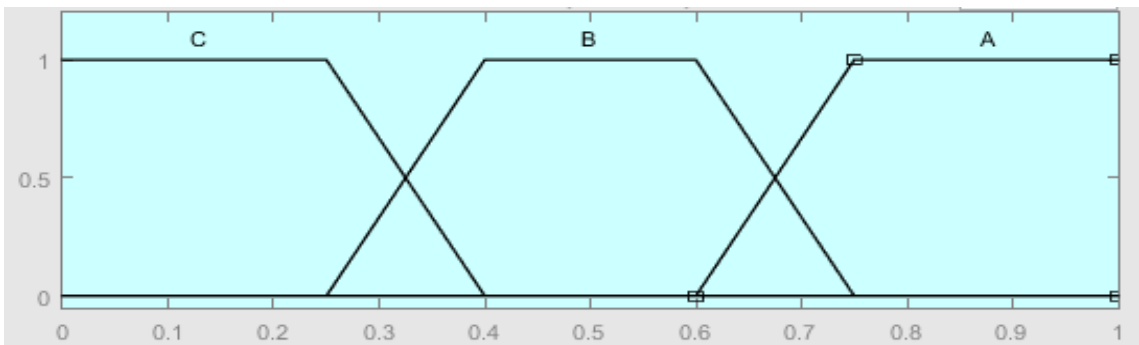
Şekil 4.1. PK üyelik fonksiyonu



Şekil 4.2. pH₂₄ üyelik fonksiyonu



Şekil 4.3. L*₂₄ üyelik fonksiyonu



Şekil 4.4. Broiler et kalite değişkeni(A=Yüksek, B=Orta, C=Düşük)

Bulanık mantık sisteminin çıkarım aşamasına geçilmeden önce bulanıklaştırma aşamasında girdi değişkenlerine ait üyelik fonksiyonlarının altküme sayıları ve X eksenindeki konumları belirlenmiştir. Bu çalışmada çıkarım yöntemi olarak bulanık girdi kümelerinin bir kural tabanı ile yine bulanık olan çıktı kümelerine akılcı bir yaklaşımla bağlanmasını sağlaması ve uzman bilgisi gerektiren her türlü problemyapısına uygun olması nedeniyle Mamdani çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Çıkarım aşamasında bulanıklaştırılan bilginin sunumu için girdi değişkenleri için Çizelge 4.2'de kural tabanı oluşturulmuştur. Bu uygulama için üç girdi değişkeni üç farklı kalite sınıfında değerlendirildiği için 27 adet "eğer-o halde" kuralı oluşturulmuştur. Kural tablosu Çizelge 4.1'de gösterilen x ifadesine göre "Y" yüksek değer veya oran, "O" orta değer veya oran, "D" düşük değer veya oran anlamına gelmektedir. Oluşturulan kuralların sonucukalite kararını belirtmektedir.

Çizelge 4.2.Uygulamaya ait bulanık kural tablosu

1	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Düşük
2	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Düşük
3	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Orta
4	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Düşük
5	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Orta
6	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Orta
7	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Düşük
8	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Düşük
9	Eğer	PK	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Düşük
10	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Orta
11	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Orta
12	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Yüksek
13	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Orta
14	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Orta
15	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Orta
16	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Düşük
17	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Orta
18	Eğer	PK	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Orta
19	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Yüksek
20	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Yüksek
21	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	Y	O halde	Yüksek
22	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Orta
23	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Orta
24	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	O	O halde	Yüksek
25	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Düşük
26	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Orta
27	Eğer	PK	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L ₂₄ *	D	O halde	Orta

Çizelge 4.3'de 48 adet broiler et örneğinin kalite değerlendirmesi için bulanıklaştırma aşamasında oluşturulan üyelik fonksiyonları ile bulanık "eğer o-halde" kuralları kullanılarak oluşturulan sistemin kararları ve uzman kararları gösterilmektedir.

Çizelge 4.3.Broiler et örneklerine ait veri seti ve KDS kararları

	PK(%)	pH ₂₄	L* ₂₄	Sistem Kararı	Uzman Kararı
1.	24.46	5.84	40.16	Orta	Orta
2.	23.50	5.99	40.02	Orta	Orta
3.	18.95	5.88	42.45	Yüksek	Yüksek
4.	24.78	5.69	47.35	Orta	Orta
5.	28.54	5.99	47.02	Düşük	Orta
6.	24.20	6.02	42.96	Orta	Orta
7.	15.93	6.07	46.02	Yüksek	Yüksek
8.	16.67	5.92	42.55	Yüksek	Yüksek
9.	20.37	6.04	39.31	Orta	Orta
10.	21.71	6.17	39.41	Orta	Orta
11.	24.40	6.04	40.32	Orta	Orta
12.	21.98	5.89	41.31	Orta	Yüksek
13.	21.18	6.05	40.89	Orta	Orta
14.	21.94	6.03	38.93	Orta	Orta
15.	27.40	5.74	41.68	Orta	Düşük
16.	20.97	6.17	38.28	Orta	Orta
17.	18.11	5.71	39.42	Yüksek	Yüksek
18.	21.95	6.05	35.97	Orta	Orta
19.	26.95	5.59	43.37	Orta	Orta
20.	22.42	5.69	39.77	Orta	Orta
21.	24.38	5.60	39.33	Orta	Orta
22.	19.72	6.13	39.01	Orta	Orta
23.	23.50	6.06	39.29	Orta	Orta
24.	23.80	5.69	41.25	Orta	Orta
25.	20.43	6.08	36.69	Yüksek	Yüksek
26.	20.16	5.98	37.44	Orta	Yüksek
27.	24.61	5.79	40.69	Orta	Orta
28.	28.52	6.09	40.22	Orta	Düşük
29.	20.00	5.86	41.23	Yüksek	Yüksek
30.	18.94	5.92	39.50	Yüksek	Yüksek
31.	14.50	6.07	40.40	Orta	Yüksek
32.	16.60	6.01	40.54	Orta	Yüksek
33.	14.08	5.82	41.09	Yüksek	Yüksek
34.	28.25	5.71	42.81	Orta	Orta
35.	20.23	5.99	41.30	Yüksek	Yüksek
36.	20.30	5.82	38.07	Yüksek	Yüksek
37.	23.86	5.80	40.95	Orta	Orta
38.	21.25	5.98	38.33	Orta	Orta
39.	20.05	6.00	38.68	Orta	Orta
40.	22.38	5.86	40.21	Orta	Orta
41.	26.11	5.92	40.32	Orta	Orta
42.	22.71	6.01	39.77	Orta	Orta
43.	27.38	5.60	47.57	Düşük	Düşük
44.	19.65	5.99	39.05	Orta	Orta
45.	22.31	5.86	39.89	Orta	Orta
46.	20.81	5.86	42.42	Yüksek	Yüksek
47.	26.39	5.85	44.27	Düşük	Düşük
48.	17.13	5.88	41.19	Yüksek	Yüksek

Broiler et örneklerinin kalite değerlendirmelerini gerçekleştirmek amacıyla yapılan modelleme MATLAB (R2015a) sürümlü paket programında yer alan bulanık mantık araç kutusu ile gerçekleştirilmiştir. Bu program sayesinde üyelik fonksiyonları modellenmiş ve çıkarım kuralları oluşturulmuştur. Çalışmanın Ek kısmında uygulamaya ait modelleme aşamalarının program yardımıyla yapılması anlatılmıştır.

Yapılan uygulamanın daha iyi anlaşılabilmesi için kalite sonucunun program yardımı olmadan elde edilişi ve yapılan işlemler aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 4.3'de bulunan veri setinden $PK=22.71$, $pH_{24}=6.01$ ve $L_{24}^*=39.77$ değerlerini alalım. Bu uygulamada ele alınan girdi değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.

Şekil 4.1 incelendiğinde üyelik derecesi "1" olması ile PK değişkeninin orta kalite sınıfında olduğunu göstermekte ve Eşitlik (3.6) yardımıyla $\mu_{orta}(22.71)=1$ şeklinde bulunur.

Şekil 4.2 incelendiğinde pH_{24} değişkeninin üyelik derecesi "1" olması orta kalite sınıfında olduğunu göstermekte ve Eşitlik (3.6) yardımıyla $\mu_{orta}(6.01)=1$ şeklinde bulunur.

Şekil 4.3 incelendiğinde L_{24}^* değişkeninin üyelik derecesi "1" olması orta kalite sınıfında olduğunu göstermekte ve Eşitlik (3.6) yardımıyla $\mu_{orta}(39.77)=1$ şeklinde bulunur.

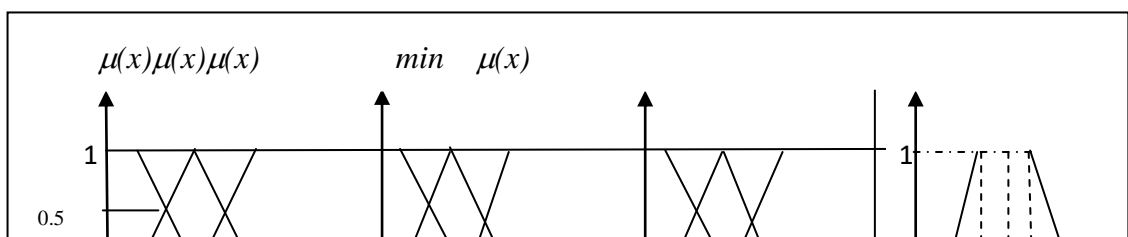
Bu üyelik derecelerine göre girdi değişkenlerine ait değerlerin etkilemiş olduğu kuralların eşik değerleri "ve" bağlacı ile bağlanması,

$$w_{14} = \min\{\mu_{orta}(22.71), \mu_{orta}(6.01), \mu_{orta}(39.77)\}$$

$$w_{14} = \min\{1, 1, 1\} = 1$$

şeklinde hesaplanır.

w_{14} ifadesi kullanılan girdi değişkenlerinin etkilediği 14. kuralı ifade etmektedir. Şekil 4.8'de bu kuralın Mamdani çıkarım yöntemi ile gösterimi yer almaktadır.



Şekil 4.5.Girdi değişkenlerinin etkilediği 14. kuralın görünümü

Çıkarım aşamasından sonra durulaştırılmış kesin çıktı değerini (y^*) elde etmek için sentroid yani ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır ve sonuç değeri,

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot \mu_C(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_C(y_i)} = \frac{(0.25 * 0) + (0.4 * 1) + (0.5 * 1) + (0.6 * 1) + (0.75 * 0)}{0 + 1 + 1 + 1 + 0}$$

$$y^* = 0.5$$

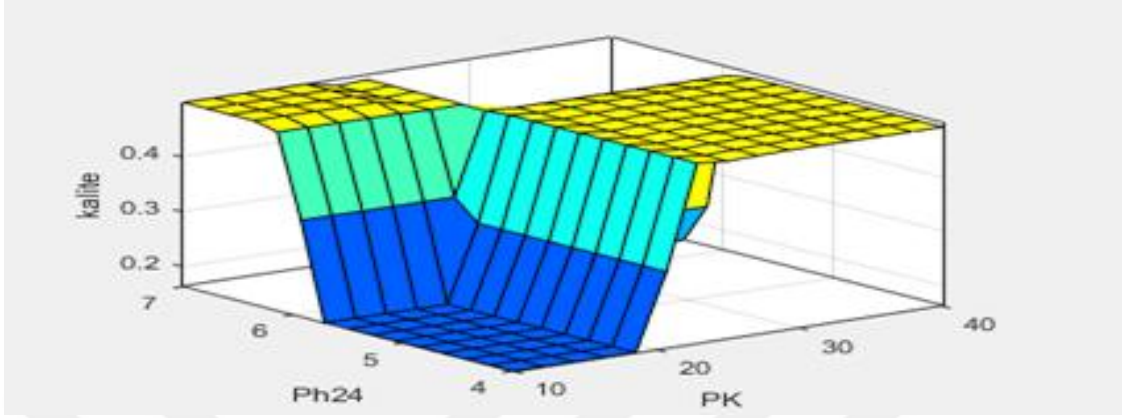
Sonuç olarak elde edilen 0.5 çıktı değeri PK=22.71, pH₂₄=6.01 ve L₂₄^{*}=39.77 değerleri olan bir broiler et örneğinin orta kalite sınıfında bulunduğunu göstermektedir.

Bu uygulamada broiler et kalite sınıflarını tespit etmek amacıyla 48 adet broiler et örneği kullanılmıştır. Uzman kararları ve sistem kararları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Çizelge 4.4'de ise sistem karar sonuçları verilmiştir. Bu kararlar incelendiğinde 7 et örneğinin sapma gösterdiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.4'de verilen 5, 15 ve 28. Broilere ait veriler incelendiğinde PK oranındaki yükseklik uzman ile sistem kararı arasındaki farklılığa sebep olmuştur. 12, 26, 31 ve 32. Broilerlere ait veriler incelendiğinde pH₂₄ değerindeki düşüklük ve PK oranındaki yükseklik uzman ile sistem kararı arasındaki farklılığa sebep olmuştur. Oluşturulan karar destek sisteminin kararları ile uzman kararları arasındaki uyum %85.41 olarak bulunmuştur.

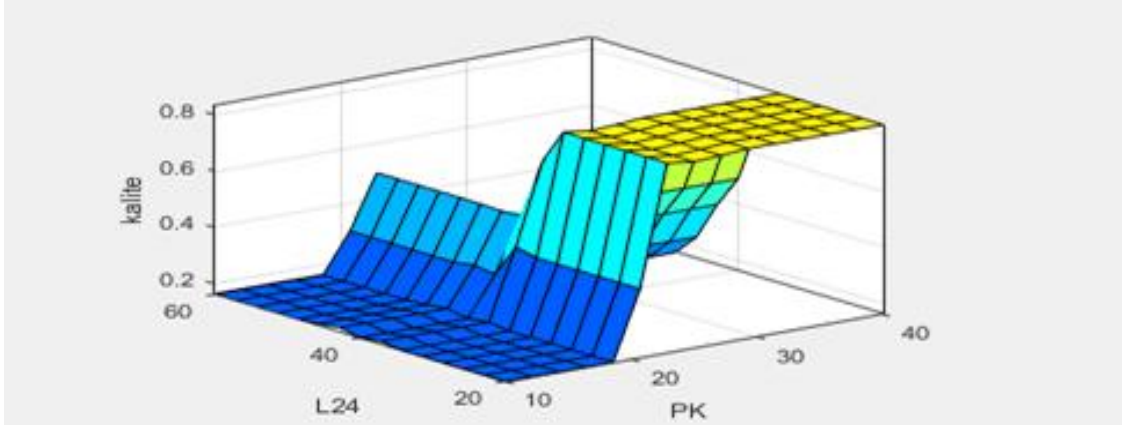
Çizelge 4.4. Uygulamaya ait sistem karar sonuçlar

	PK(%)	pH₂₄	L*₂₄	Sistem Sonucu
1.	24.46	5.84	40.16	0.459
2.	23.50	5.99	40.02	0.469
3.	18.95	5.88	42.45	0.743
4.	24.78	5.69	47.35	0.405
5.	28.54	5.99	47.02	0.167
6.	24.20	6.02	42.96	0.418
7.	15.93	6.07	46.02	0.688
8.	16.67	5.92	42.55	0.663
9.	20.37	6.04	39.31	0.500
10.	21.71	6.17	39.41	0.461
11.	24.40	6.04	40.32	0.441
12.	21.98	5.89	41.31	0.587
13.	21.18	6.05	40.89	0.500
14.	21.94	6.03	38.93	0.500
15.	27.40	5.74	41.68	0.393
16.	20.97	6.17	38.28	0.583
17.	18.11	5.71	39.42	0.833
18.	21.95	6.05	35.97	0.581
19.	26.95	5.59	43.37	0.312
20.	22.42	5.69	39.77	0.540
21.	24.38	5.60	39.33	0.500
22.	19.72	6.13	39.01	0.500
23.	23.50	6.06	39.29	0.464
24.	23.80	5.69	41.25	0.429
25.	20.43	6.08	36.69	0.699
26.	20.16	5.98	37.44	0.646
27.	24.61	5.79	40.69	0.425
28.	28.52	6.09	40.22	0.354
29.	20.00	5.86	41.23	0.754
30.	18.94	5.92	39.50	0.679
31.	14.50	6.07	40.40	0.578
32.	16.60	6.01	40.54	0.570
33.	14.08	5.82	41.09	0.829
34.	28.25	5.71	42.81	0.354
35.	20.23	5.99	41.30	0.607
36.	20.30	5.82	38.07	0.719
37.	23.86	5.80	40.95	0.436
38.	21.25	5.98	38.33	0.583
39.	20.05	6.00	38.68	0.519
40.	22.38	5.86	40.21	0.540
41.	26.11	5.92	40.32	0.420
42.	22.71	6.01	39.77	0.500
43.	27.38	5.60	47.57	0.212
44.	19.65	5.99	39.05	0.537
45.	22.31	5.86	39.89	0.540
46.	20.81	5.86	42.42	0.657
47.	26.39	5.85	44.27	0.298
48.	17.13	5.88	41.19	0.769

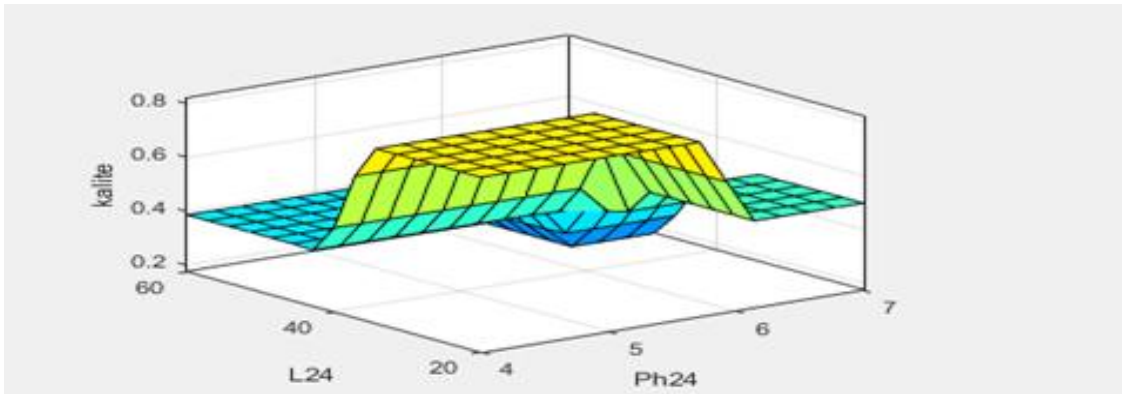
Uygulamaya ait girdi değişkenlerine karşılık gelen çıktı değerinin üç boyutlu grafikleri Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6.PK ve pH₂₄ girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği



Şekil 4.7.L₂₄* ve PK girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği



Şekil 4.8.L₂₄* ve pH₂₄ girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği

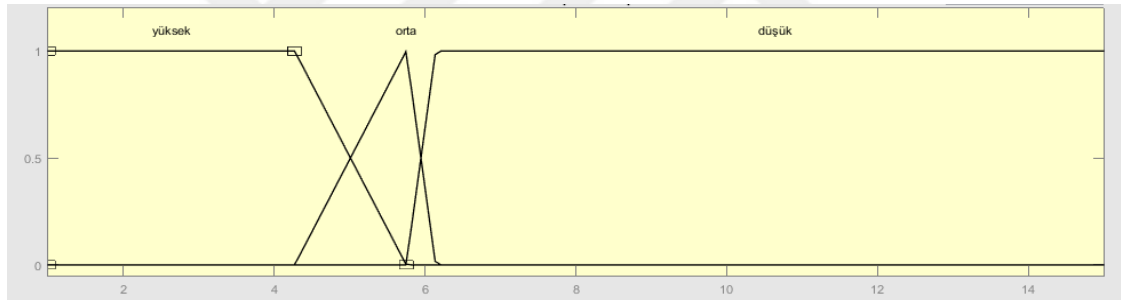
4.2.SK, pH₂₄ ve L*₂₄ Girdi Değişkenlerine Ait Kalite Sınıflaması

Bu çalışma kapsamında ikinci uygulamada girdi değişkenleri olarak SK, pH₂₄, ve L*₂₄ kullanılmıştır. Girdi değişkenlerine ait kalite sınıf aralıkları Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5.Girdi değişkenlerine ait kalite sınıf aralıkları

Kalite Sınıfları	(SK)	pH ₂₄	L* ₂₄
Düşük	$x > 5.75$	$x > 6.01$	$x \leq 39.77$
Orta	$4.27 \leq x \leq 6.14$	$5.86 \leq x \leq 6.17$	$36 \leq x \leq 47.02$
Yüksek	$x \leq 5.75$	$x \leq 6.01$	$x > 39.77$

pH₂₄ ve L*₂₄ girdi değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları Şekil 4.2 ve 4.3'te; SK değişkenine ait üyelik fonksiyonu Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9.SK üyelik fonksiyonu

Birinci uygulamada olduğu gibi ikinci uygulamada da çıkarım aşamasına geçilmeden önce sızma kaybı değişkenini de içeren yeni bir bulanık kural tablosu Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6.Uygulamaya ait bulanık kural tablosu

1	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Düşük
2	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Düşük
3	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Orta
4	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Düşük
5	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Düşük
6	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Orta
7	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Düşük
8	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Düşük
9	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Düşük
10	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Düşük
11	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Orta
12	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Yüksek
13	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Düşük
14	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Orta
15	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Orta
16	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Düşük
17	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Orta
18	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Orta
19	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Orta
20	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Yüksek
21	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	Y	O halde	Yüksek
22	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Orta
23	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Orta
24	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	O	O halde	Yüksek
25	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Düşük
26	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Orta
27	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	L* ₂₄	D	O halde	Yüksek

Çizelge 4.7'de 48 adet broiler et örneğinin kalite değerlendirmesi için bulanıklaştırma aşamasında oluşturulan üyelik fonksiyonları ile bulanık "eğer o-halde" kuralları kullanılarak tasarlanan karar destek sisteminin kararları ve uzman kişinin kararları yer almaktadır.

Çizelge 4.7.Broiler et örneklerine ait veri seti ve KDS kararları

	SK(%)	pH ₂₄	L* ₂₄	Sistem Kararı	Uzman Kararı
1.	2.8340	5.84	40.16	Yüksek	Yüksek
2.	3.3040	5.99	40.02	Yüksek	Yüksek
3.	6.9177	5.88	42.45	Orta	Düşük
4.	6.6456	5.69	47.35	Orta	Orta
5.	6.9935	5.99	47.02	Düşük	Düşük
6.	5.0986	6.02	42.96	Yüksek	Yüksek
7.	5.6114	6.07	46.02	Orta	Orta
8.	4.9138	5.92	42.55	Yüksek	Yüksek
9.	5.4022	6.04	39.31	Orta	Orta
10.	6.4647	6.17	39.41	Düşük	Düşük
11.	5.0408	6.04	40.32	Orta	Orta
12.	4.2774	5.89	41.31	Yüksek	Yüksek
13.	3.9626	6.05	40.89	Yüksek	Yüksek
14.	3.9328	6.03	38.93	Yüksek	Yüksek
15.	5.7746	5.74	41.68	Yüksek	Yüksek
16.	4.1328	6.17	38.28	Orta	Orta
17.	4.0190	5.71	39.42	Yüksek	Yüksek
18.	3.2829	6.05	35.97	Yüksek	Yüksek
19.	4.7705	5.59	43.37	Yüksek	Yüksek
20.	4.4390	5.69	39.77	Yüksek	Yüksek
21.	7.3453	5.6	39.33	Orta	Düşük
22.	3.5157	6.13	39.01	Orta	Orta
23.	2.7443	6.06	39.29	Yüksek	Yüksek
24.	7.2127	5.69	41.25	Orta	Düşük
25.	3.4729	6.08	36.69	Yüksek	Yüksek
26.	3.7532	5.98	37.44	Yüksek	Yüksek
27.	9.4419	5.79	40.69	Orta	Düşük
28.	1.0893	6.09	40.22	Düşük	Düşük
29.	1.4671	5.86	41.23	Orta	Düşük
30.	6.5351	5.92	39.5	Orta	Orta
31.	4.1031	6.07	40.4	Yüksek	Yüksek
32.	5.6197	6.01	40.54	Orta	Orta
33.	5.6759	5.82	41.09	Yüksek	Yüksek
34.	9.9698	5.71	42.81	Orta	Düşük
35.	5.3851	5.99	41.3	Orta	Orta
36.	7.2500	5.82	38.07	Orta	Düşük
37.	6.8715	5.8	40.95	Orta	Orta
38.	5.5751	5.98	38.33	Orta	Orta
39.	5.8516	6	38.68	Orta	Orta
40.	7.4766	5.86	40.21	Orta	Düşük
41.	3.4394	5.92	40.32	Yüksek	Yüksek
42.	3.5252	6.01	39.77	Yüksek	Yüksek
43.	6.1402	5.6	47.57	Orta	Orta
44.	3.5276	5.99	39.05	Yüksek	Yüksek
45.	6.5307	5.86	39.89	Orta	Orta
46.	7.6999	5.86	42.42	Orta	Düşük
47.	5.6501	5.85	44.27	Yüksek	Yüksek
48.	3.4445	5.88	41.19	Yüksek	Yüksek

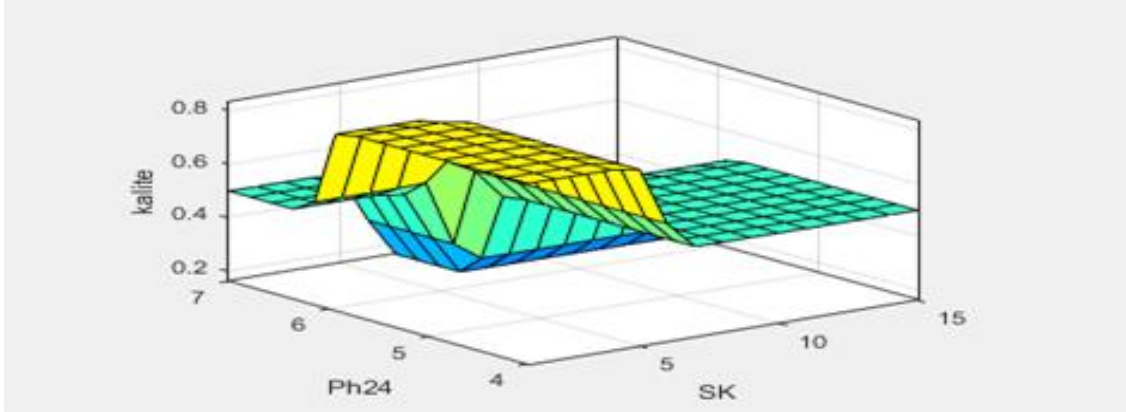
Uzman kararları ve sistem kararları Çizelge 4.7' de gösterilmiştir. Çizelge 4.8' de sistem karar sonuçları verilmiştir. Bu kararlar incelendiğinde 9 et örneğinin sapma gösterdiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.8'de verilen 3, 21, 24, 27, 34, 36, 40 ve 46. Broilerlere ait veriler incelendiğinde SK oranındaki yükseklik uzman ile sistem kararı arasındaki farklılığa sebep olmuştur. 29. Broilere ait veriler incelendiğinde pH_{24} ve L_{24}^* değerlerindeki değişimler uzman ile sistem kararı arasındaki farklılığa sebep olmuştur. Oluşturulan karar destek sisteminin kararları ile uzman kararları arasındaki uyum %81.25 olarak bulunmuştur.



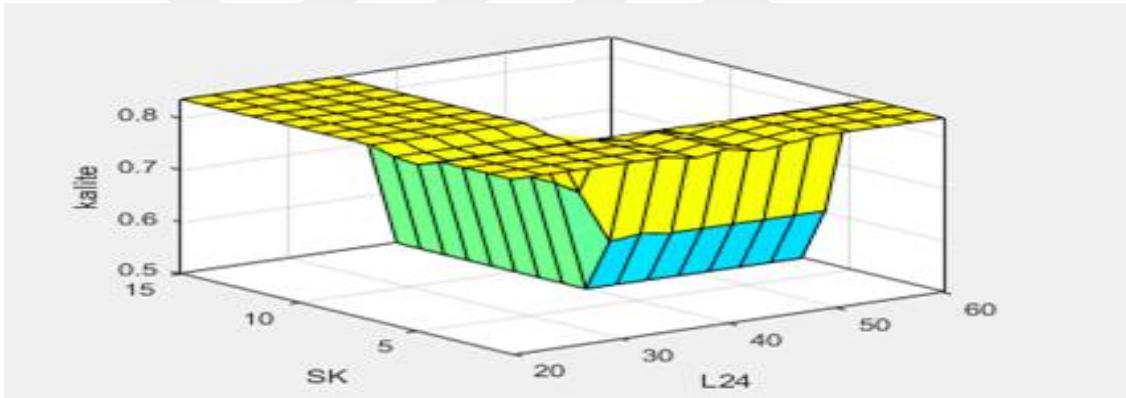
Çizelge 4.8.Uygulamaya ait sistem karar sonuçları

	SK(%)	pH ₂₄	L* ₂₄	Sistem Kararı
1.	2.8340	5.84	40.16	0.833
2.	3.3040	5.99	40.02	0.833
3.	6.9177	5.88	42.45	0.447
4.	6.6456	5.69	47.35	0.500
5.	6.9935	5.99	47.02	0.221
6.	5.0986	6.02	42.96	0.611
7.	5.6114	6.07	46.02	0.424
8.	4.9138	5.92	42.55	0.663
9.	5.4022	6.04	39.31	0.566
10.	6.4647	6.17	39.41	0.167
11.	5.0408	6.04	40.32	0.577
12.	4.2774	5.89	41.31	0.822
13.	3.9626	6.05	40.89	0.733
14.	3.9328	6.03	38.93	0.782
15.	5.7746	5.74	41.68	0.790
16.	4.1328	6.17	38.28	0.570
17.	4.0190	5.71	39.42	0.833
18.	3.2829	6.05	35.97	0.733
19.	4.7705	5.59	43.37	0.825
20.	4.4390	5.69	39.77	0.833
21.	7.3453	5.6	39.33	0.500
22.	3.5157	6.13	39.01	0.570
23.	2.7443	6.06	39.29	0.710
24.	7.2127	5.69	41.25	0.500
25.	3.4729	6.08	36.69	0.709
26.	3.7532	5.98	37.44	0.821
27.	9.4419	5.79	40.69	0.500
28.	1.0893	6.09	40.22	0.354
29.	1.4671	5.86	41.23	0.500
30.	6.5351	5.92	39.50	0.456
31.	4.1031	6.07	40.40	0.688
32.	5.6197	6.01	40.54	0.528
33.	5.6759	5.82	41.09	0.829
34.	9.9698	5.71	42.81	0.500
35.	5.3851	5.99	41.30	0.577
36.	7.2500	5.82	38.07	0.570
37.	6.8715	5.8	40.95	0.500
38.	5.5751	5.98	38.33	0.588
39.	5.8516	6	38.68	0.521
40.	7.4766	5.86	40.21	0.500
41.	3.4394	5.92	40.32	0.824
42.	3.5252	6.01	39.77	0.837
43.	6.1402	5.6	47.57	0.500
44.	3.5276	5.99	39.05	0.833
45.	6.5307	5.86	39.89	0.500
46.	7.6999	5.86	42.42	0.500
47.	5.6501	5.85	44.27	0.829
48.	3.4445	5.88	41.19	0.829

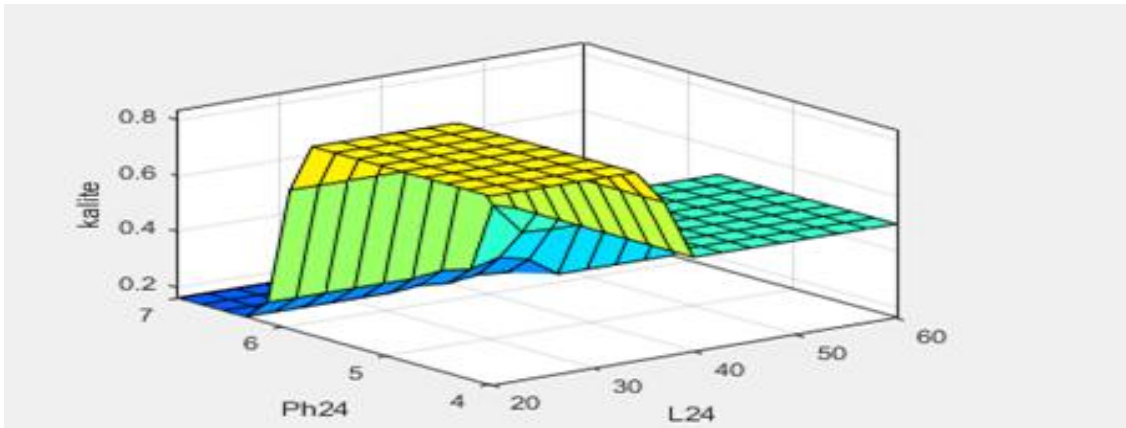
Uygulamaya ait girdi değişkenlerine karşılık gelen çıktı değerinin üç boyutlu grafikleri Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.10.SK ve pH₂₄ girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği



Şekil 4.11.SK ve L₂₄* girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği



Şekil 4.12.L₂₄* ve pH₂₄ girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği

4.3.PK, SK ve pH₂₄ Girdi Değişkenlerine Ait Kalite Sınıflaması

Çalışma kapsamında yapılan üçüncü analizde girdi değişkenleri PK, SK ve pH₂₄ olarak belirlenmiştir. Bu değişkenlere ait kalite sınıf aralıkları Çizelge 4.9'da yer almaktadır.

Çizelge 4.9.Girdi değişkenlerine ait kalite sınıf aralıkları

Kalite Sınıfları	Sızma Kaybı (SK)	pH ₂₄	Pişirme Kaybı (PK)
Düşük	$x > 5.75$	$x > 6.01$	$x \geq 22.71$
Orta	$4.27 \leq x \leq 6.14$	$5.86 \leq x \leq 6.17$	$19.65 \leq x \leq 28,52$
Yüksek	$x \leq 5.75$	$x \leq 6.01$	$x < 22.71$

Girdi değişkenlerinden olan SK üyelik fonksiyonu Şekil 4.9'da, pH₂₄ üyelik fonksiyonu Şekil 4.2'de, PK üyelik fonksiyonu Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonları karar destek sisteminin bulanıklaştırma aşamasında belirlenmektedir. Bulanıklaştırma aşamasından sonra çıkarım aşamasına geçilmekte ve uygulamaya ait bulanık kural tablosu Çizelge 4.10'da yer almaktadır.

Çizelge 4.10.Uygulamaya ait bulanık kural tablosu

1	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	Y	O halde	Düşük
2	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	Y	O halde	Düşük
3	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	Y	O halde	Düşük
4	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	O	O halde	Düşük
5	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	O	O halde	Düşük
6	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	O	O halde	Orta
7	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	D	O halde	Düşük
8	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	D	O halde	Orta
9	Eğer	Sk	Y	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	D	O halde	Orta
10	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	Y	O halde	Düşük
11	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	Y	O halde	Düşük
12	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	Y	O halde	Orta
13	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	O	O halde	Orta
14	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	O	O halde	Orta
15	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	O	O halde	Yüksek
16	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	D	O halde	Orta
17	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	D	O halde	Orta
18	Eğer	Sk	O	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	D	O halde	Yüksek
19	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	Y	O halde	Düşük
20	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	Y	O halde	Orta
21	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	Y	O halde	Orta
22	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	O	O halde	Orta
23	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	O	O halde	Orta
24	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	O	O halde	Yüksek
25	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	Y	Ve	Pk	D	O halde	Orta
26	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	O	Ve	Pk	D	O halde	Yüksek
27	Eğer	Sk	D	Ve	pH ₂₄	D	Ve	Pk	D	O halde	Yüksek

Üçüncü uygulamada da diğer iki uygulamada olduğu gibi girdi değişkenlerine ait değerler kullanılarak Bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi oluşturulmuştur.Sistemin durulaştırma aşamasında sentroid yöntemi kullanılmıştır.Broiler et örneklerine ait veri seti ve karar destek sisteminin kararları Çizelge 4.11'de görülmektedir

Çizelge 4.11.Broiler et örneklerine ait veri seti ve KDS kararları

	SK(%)	pH ₂₄	PK(%)	Sistem Kararı	Uzman Kararı
1.	2.8340	5.84	24.46	Yüksek	Yüksek
2.	3.3040	5.99	23.50	Yüksek	Yüksek
3.	6.9177	5.88	18.95	Orta	Orta
4.	6.6456	5.69	24.78	Orta	Orta
5.	6.9935	5.99	28.54	Düşük	Düşük
6.	5.0986	6.02	24.20	Yüksek	Orta
7.	5.6114	6.07	15.93	Orta	Orta
8.	4.9138	5.92	16.67	Yüksek	Yüksek
9.	5.4022	6.04	20.37	Orta	Orta
10.	6.4647	6.17	21.71	Düşük	Düşük
11.	5.0408	6.04	24.40	Orta	Orta
12.	4.2774	5.89	21.98	Yüksek	Yüksek
13.	3.9626	6.05	21.18	Yüksek	Yüksek
14.	3.9328	6.03	21.94	Yüksek	Yüksek
15.	5.7746	5.74	27.40	Yüksek	Yüksek
16.	4.1328	6.17	20.97	Orta	Orta
17.	4.0190	5.71	18.11	Yüksek	Yüksek
18.	3.2829	6.05	21.95	Yüksek	Yüksek
19.	4.7705	5.59	26.95	Yüksek	Yüksek
20.	4.4390	5.69	22.42	Yüksek	Yüksek
21.	7.3453	5.6	24.38	Orta	Düşük
22.	3.5157	6.13	19.72	Orta	Orta
23.	2.7443	6.06	23.50	Yüksek	Yüksek
24.	7.2127	5.69	23.80	Orta	Düşük
25.	3.4729	6.08	20.43	Yüksek	Yüksek
26.	3.7532	5.98	20.16	Yüksek	Yüksek
27.	9.4419	5.79	24.61	Orta	Düşük
28.	1.0893	6.09	28.52	Düşük	Düşük
29.	1.4671	5.86	20.00	Orta	Orta
30.	6.5351	5.92	18.94	Orta	Orta
31.	4.1031	6.07	14.50	Yüksek	Yüksek
32.	5.6197	6.01	16.60	Orta	Orta
33.	5.6759	5.82	14.08	Yüksek	Yüksek
34.	9.9698	5.71	28.25	Orta	Düşük
35.	5.3851	5.99	20.23	Orta	Orta
36.	7.2500	5.82	20.30	Orta	Düşük
37.	6.8715	5.8	23.86	Orta	Orta
38.	5.5751	5.98	21.25	Orta	Orta
39.	5.8516	6	20.05	Orta	Orta
40.	7.4766	5.86	22.38	Orta	Düşük
41.	3.4394	5.92	26.11	Yüksek	Yüksek
42.	3.5252	6.01	22.71	Yüksek	Yüksek
43.	6.1402	5.6	27.38	Orta	Orta
44.	3.5276	5.99	19.65	Yüksek	Yüksek
45.	6.5307	5.86	22.31	Orta	Orta
46.	7.6999	5.86	20.81	Orta	Düşük
47.	5.6501	5.85	26.39	Yüksek	Yüksek
48.	3.4445	5.88	17.13	Yüksek	Yüksek

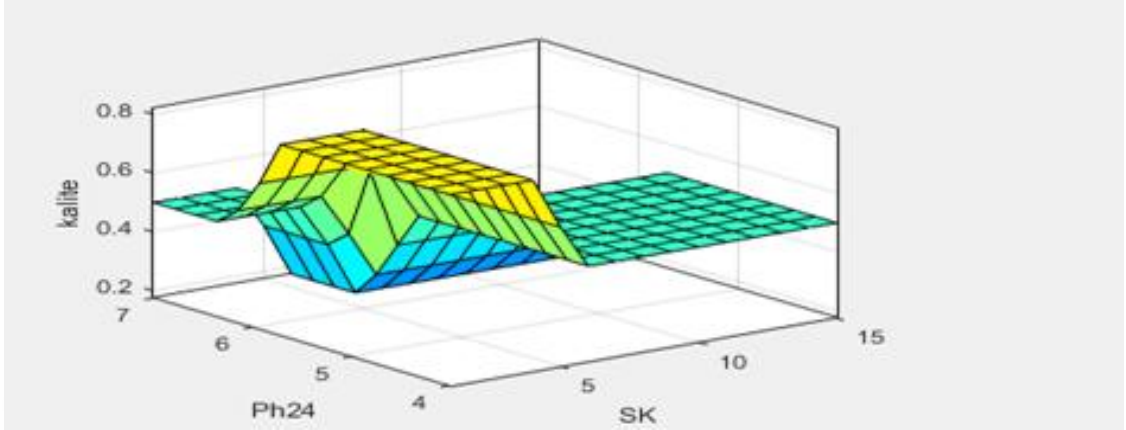
Uzman kararları ve sistem kararları Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Çizelge 4.12'de sistem karar sonuçları verilmiştir. Bu kararlar incelendiğinde 8 et örneğinin sapma gösterdiği tespit edilmiştir. Çizelge 4.12'de verilen 21, 24, 27, 34, 36, 40 ve 46. Broilerlere ait veriler incelendiğinde SK ve PK oranındaki yükseklik uzman ile sistem kararı arasındaki farklılığa sebep olmuştur. 6. broilere ait veriler incelendiğinde SK oranındaki düşüklük uzman ile sistem kararı arasındaki farklılığa sebep olmuştur. Oluşturulan karar destek sisteminin kararları ile uzman kararları arasındaki uyum %83.33 olarak bulunmuştur.



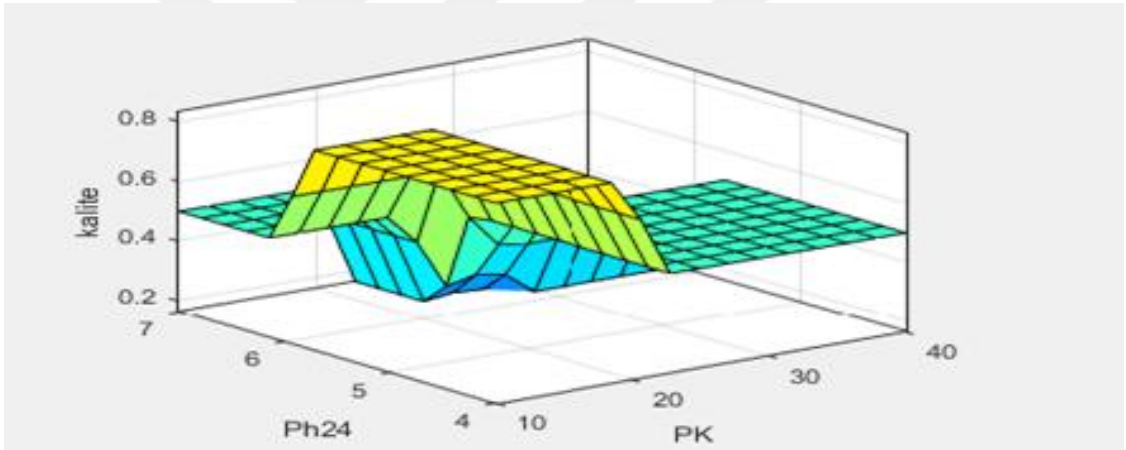
Çizelge 4.12.Uygulamaya ait sistem karar sonuçları

	SK(%)	pH₂₄	PK(%)	Sistem Sonucu
1.	2.8340	5.84	24.46	0.826
2.	3.3040	5.99	23.50	0.786
3.	6.9177	5.88	18.95	0.779
4.	6.6456	5.69	24.78	0.500
5.	6.9935	5.99	28.54	0.221
6.	5.0986	6.02	24.20	0.695
7.	5.6114	6.07	15.93	0.688
8.	4.9138	5.92	16.67	0.823
9.	5.4022	6.04	20.37	0.645
10.	6.4647	6.17	21.71	0.281
11.	5.0408	6.04	24.40	0.577
12.	4.2774	5.89	21.98	0.825
13.	3.9626	6.05	21.18	0.710
14.	3.9328	6.03	21.94	0.770
15.	5.7746	5.74	27.40	0.500
16.	4.1328	6.17	20.97	0.669
17.	4.0190	5.71	18.11	0.837
18.	3.2829	6.05	21.95	0.729
19.	4.7705	5.59	26.95	0.700
20.	4.4390	5.69	22.42	0.785
21.	7.3453	5.6	24.38	0.500
22.	3.5157	6.13	19.72	0.829
23.	2.7443	6.06	23.50	0.710
24.	7.2127	5.69	23.80	0.500
25.	3.4729	6.08	20.43	0.699
26.	3.7532	5.98	20.16	0.831
27.	9.4419	5.79	24.61	0.500
28.	1.0893	6.09	28.52	0.179
29.	1.4671	5.86	20.00	0.775
30.	6.5351	5.92	18.94	0.679
31.	4.1031	6.07	14.50	0.825
32.	5.6197	6.01	16.60	0.834
33.	5.6759	5.82	14.08	0.836
34.	9.9698	5.71	28.25	0.500
35.	5.3851	5.99	20.23	0.719
36.	7.2500	5.82	20.30	0.719
37.	6.8715	5.8	23.86	0.500
38.	5.5751	5.98	21.25	0.623
39.	5.8516	6	20.05	0.728
40.	7.4766	5.86	22.38	0.540
41.	3.4394	5.92	26.11	0.679
42.	3.5252	6.01	22.71	0.837
43.	6.1402	5.6	27.38	0.500
44.	3.5276	5.99	19.65	0.833
45.	6.5307	5.86	22.31	0.540
46.	7.6999	5.86	20.81	0.669
47.	5.6501	5.85	26.39	0.523
48.	3.4445	5.88	17.13	0.833

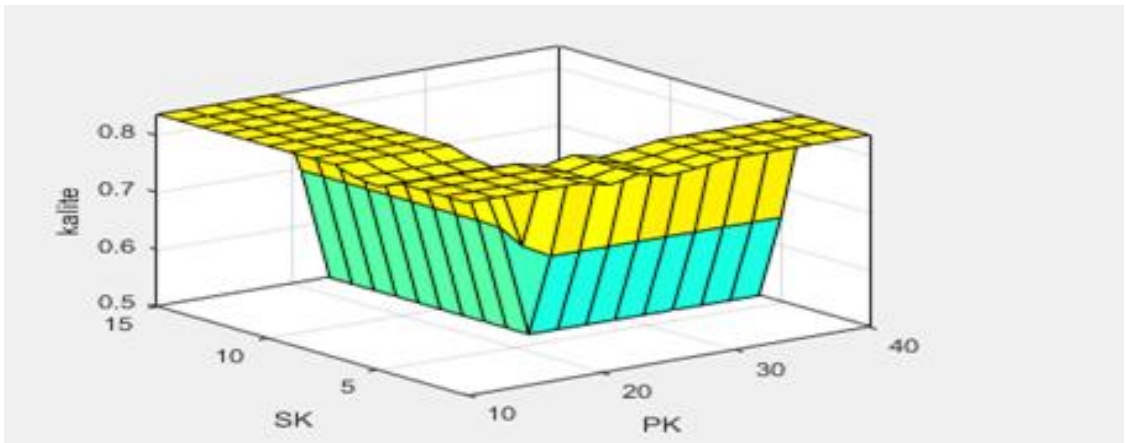
Uygulamaya ait girdi değişkenlerine karşılık gelen çıktı değerinin üç boyutlu grafikleri Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'de gösterilmiştir.



Şekil 4.13.SK ve pH₂₄ girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği



Şekil 4.14.PK ve pH₂₄ girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği



Şekil 4.15.PK ve SK girdi değerleriyle oluşturulan yüzey grafiği

Görgülü (2007), yapmış olduğu çalışmada çiçek ballarının kalite sınıflandırmasını yapmak için bulanık mantık tabanlı bir karar destek sistemi oluşturmuştur. Yapmış olduğu sınıflama sonucunda sistem kararlarıyla uzman kararları arasında %94.28 oranında uyum tespit etmiştir. Çalışma sonucunda oluşturduğu karar destek sisteminin güvenilir bir şekilde sınıflama yaptığını belirtmiştir. Akkaptan (2012), yaptığı çalışmada sokak sütü olarak da bilinen çiğ sütü düşük, orta ve yüksek kaliteli olmak üzere üç kalite sınıfına ayıran bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi oluşturmuştur. Oluşturulan bu karar destek sisteminin ilk uygulamada ki başarısını %80, ikinci uygulamada ise %86 olarak tespit etmiştir. Araştırmacı elde ettiği bu sonuçlar ile bulanık mantık tabanlı karar destek sisteminin hayvancılık alanında başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ifade etmiştir. Broilerlerde et kalitesini tespit etmek için yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen %85.41, %81.25 ve %83.33 oranında ki uyumlar oluşturulan karar destek sisteminin başarılı bir şekilde sınıflama yaptığını ve bu çalışmanın etin kalitesini tespit ve tahmin etmede güvenilir bir şekilde kullanılacağını göstermektedir.

5.SONUÇ

Hızla büyüyen dünyada gelişen toplum şartlarının değişmesi ve teknolojik gelişmeleri yapılan araştırmaların dahakarmaşık yapıya sahip olmasını ortaya çıkartmıştır. Bu karmaşıklık olayların değerlendirilmesinde klasik yöntem ve bakış açılarının yetersiz kalmasına sebep olmuştur.Karmaşıklığın oluşturduğu belirsizlik durumlarında mevcut olayların çözümü için yeni yöntemler ve bakış açıları ortaya çıkmıştır. Bu belirsizlik durumlarının sonuçlarında yapay zeka kavramı ve yapay zeka yöntemlerinden olan bulanık mantık kavramı mühendislik ve daha birçok alanda kullanılmaya başlamıştır.

Bulanık sistemlerde modelleme; bulanıklaştırma, çıkarım ve durulaştırma aşamalarından meydana gelen bir süreçtir. Bu sürecin sonunda verilecek kararın doğruluğu, süreci oluşturan aşamalardaki araştırmacının araştırılan konu ile ilgili deneyimi, konu hakkında ki uzman görüşü ve kullanılan yöntemlerin uygunluğuna bağlıdır.

Bu tez çalışması, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Zootekni Bölümü'nde broiler et kalitesi için gerçekleştirilen bir çalışmanın sonuçları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 48 adet broiler et örneğine ait veriler kullanılmıştır. Bu veriler pişirme kaybı (PK), sızma kaybı (SK), pH_{24} ve L^*_{24} değerlerinden oluşmaktadır.

Çalışma üç farklı uygulama üzerine gerçekleştirilmiştir. Birinci uygulamada girdi değişkeni olarak PK, pH_{24} ve L^*_{24} , ikinci uygulamada SK, pH_{24} ve L^*_{24} , üçüncü uygulamada ise PK, SK, pH_{24} değerleri kullanılmıştır. Bu üç farklı uygulama içinde girdi değişkenlerine ait değerler üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları yardımıyla bulanıklaştırılmıştır. Çıkarım aşamasında her üç uygulama için ayrı ayrı 27 adet "eğer-o halde" kuralı belirlenmiştir. Çıkarım yöntemi olarak Mamdani çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Bulanıklaşan verilerden kesin değerlere ulaşılan aşama olan durulaştırma aşamasında ise ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır. Bulanık mantık yardımıyla oluşturulan karar destek sistemlerinin başarısı yani sistem kararları ile uzman kararlarının karşılaştırılması sonucu oluşan uyum sırası ile %85.41, %81.25 ve %83.33 olarak bulunmuştur.

Bu tez çalışmasının sonuçlarına göre, oluşturulan bulanık tabanlı karar destek sistemi başarılı bir şekilde çalışmakta ve uzman görüşleriyle uyum içinde sonuçlar

vermektedir.Bu tez çalışması bulanık mantığın kullanıldığı önceden yapılmış çalışmalara ek olarak bulanık mantığın gerek kalite analizi için oluşturulan karar destek sistemlerinde gerekse hayvancılık alanlarında oluşan farklı uygulamalar için kullanılabilceği, üretici ve araştırmacılar için alternatif bir yöntem olacağı görölmüştür.



6.KAYNAKLAR

- Akgül, H. N., Akgül, F. Y. ve Doğan, T., 2014. Modeling of Kefir Production with Fuzzy Logic. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 2(6), 251-255.
- Akıllı, A., Atıl, H. ve Kesenkaş, H., 2014. Çiğ süt kalite değerlendirmesinde bulanık mantık yaklaşımı. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 20(2).
- Akkaptan, A., 2012. Hayvancılıkta Bulanık Mantık Tabanlı Karar Destek Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Ali, Z. N., 2011. Bulanık mantık ile grup asansör kontrol sisteminin tasarımı ve simülasyonu, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Ayçın, E., 2011. Kural Tabanlı Bulanık Modelleme Ve Fiyat Tahminleme Sürecinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aytaç, E., 2006. Kalite Kontrolde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Bir Uygulama, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Ballı, S., Karasulu, B., Uğur, A. ve Korukoğlu, S., 2009. Basketbolda oyuncu seçimi için sinirsel-bulanık karar destek sistemi, İtü Dergisi/d, 1(8):15-25.
- Bandemer, H., Gottwald, S., 1996. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Methods with Applications. Chichester: John Wiley&Sons.
- Baykal N. ve Beyan T., 2004a. Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Baykal, N. ve Beyan, T., 2004b. Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler, Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 508s.
- Bellman, R. E. ve Zadeh, L. A., 1970. Decision-Making in a Fuzzy Environment. Management Science , 17, B141-B164.
- Bojadziev, G. ve Bojadsiev, M., 1995. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Applications. London: World Scientific.
- Cha, M., Park, S.T., Kim, T. ve Jayarao, B.M., 2008. Evaluation of bulk tank milk quality based on fuzzy logic, Proceedings of the 2008 International Conference on Artificial Intelligence, 14-17 July 2008:722-727, USA. <http://nguyendangbinh.org/Proceedings/IPC08/Papers/MLM3028.pdf> - (12.01.2017).
- Chen, G. ve Pham, T.T., 2001. Introduction fo Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems. Boca Raton, FL: CRC Press.

- Cho, S.I. ve Kim, N.H., 1999. Autonomous Speed Sprayer Guidance Using Machine Vision and Fuzzy Logic. Transactions of The Asae, 42(4): 1137–1143.
- Coşgun, E., 2004. Teknik Personelin Performans Değerlendirilmesinde Bir Uzman Sistem Modeli. Teknoloji Dergisi, 7(4), 579-589.
- Davis G.B., 1974. “Management Information Systems. McGraw-Hill Book Company”, Newyork, s.368
- Dombi, J. ve Gera, Z., 2005. The Approximation of Piecewise Linear Membership Functions and Lukasiewicz Operators. Fuzzy Sets and Systems , 154, 275-286.
- Du, C. J., ve Sun, D. W., 2006. Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review. Journal of food engineering, 72(1), 39-55.
- Durgut, G., 2008. Etlik piliç yemlerine karıştırılan zeytin karasuyunun piliçlerin bazı verim özellikleri ile et kalite özelliklerine etkisi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Düzcan, M., 2010. Uluslararası ihalelerde risk priminin saptanmasında bulanık mantık yaklaşımı, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Elmas, Ç., 2003. Bulanık Mantık Denetleyiciler, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 230s.
- Elmas, Ç., 2007. Yapay Zeka Uygulamaları. Seçkin Yayıncılık A.Ş., Ankara, 425.
- Engin, T., 2013. Genetik Algoritma İle Toplu Ulaşım Sistemi Hareket Çizelgesi Optimizasyonu: Çanakkale Örneği, Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Erkalan, M., Calp, M. H. ve Şahin, İ., 2012. Çoklu Zekâ Kuramından Yararlanılarak Meslek Seçiminde kullanılacak Bir Uzman Sistem Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, cilt: 5, sayı: 2, s.49-55
- Erpolat, S., 2007. İstatistik Bölümü Öğrencilerini ve Öğretim Elemanlarını İzleyen Bir Karar Destek Sistemi: Baykuş programı, Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Ertuğrul, İ., 1996. Bulanık Mantık ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Esen, Ö., 1985. İşletme Yönetiminde Sistem Yaklaşımı, İstanbul Üniversitesi İşletme Fak. Yayını, s.52.
- Firk, R., Stamer, E., Junge, W. ve Krieter, J., 2002. Improving Oestrus Detection by Combination of Activity Measurements with Information About Previous Oestrus Cases, Livestock Production Science, 82: 97–103.

- Fletcher, D. L., 2002. Poultry Meat Quality. *World's Poultry Science Journal* 58: 131-145.
- Gabriel F. L. R., Cremasco, C. P., Putti, F. F. ve Chacur, M. G., 2011. Application of fuzzy logic for the evaluation of livestock slaughtering. *Engenharia Agrícola*, 31(4), 813-825.
- Genç, A., 2013. Uluslararası İnşaat Projelerinde Katkı Payının Bulanık Mantık İle Modellenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Görgülü, Ö., 2007. Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) Teorisi ve Tarımda Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Görgülü, Ö., Çalışkan, O., 2010. A development of a fuzzy decision support system for fig quality classification, *Journal of Information technology in Agriculture*, <http://www.jitag.org/ojs/index.php/jitag/article/view/112> - (12.01.2017).
- Grinspan, P., Edan, Y., Kahne, H. ve Maltz, E., 1994. A fuzzy Logic Expert System for Dairy Cow Transfer Between Feding Groups, *Transactions of The ASAE*, 37(5):1647-1654.
- Gülcan, B., 2012. Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Bisküvi İşletmesinde Optimum Ürün Formülü Oluşturma, Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman.
- Gülper, M., 2014. Siyah alaca ineklerde bulanık mantık ile kontrol günü süt verimlerinin modellenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Harris, J., 1998. Raw milk grading using fuzzy logic, *International Journal of Dairy Technology*, 51(2):52-56.
- İç, T.Y., 2006. İşletme Merkezlerinin Seçiminde Kullanılacak Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kaçamaklı, Z., 2012. Etlik piliçlerde kesim sırasında uygulanan soğutma yöntemlerinin etin bazı kalite özellikleri ve raf ömrüne etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Kaftan, İ., Balkan, E., ve Şalk, M., 2013. Bulanık mantık (Fuzzy Logic) ve Jeofizikte Kullanım Alanları: Sismoloji örneği.
- Kahraman, T., Nazlı, B., Ergün, Ö., 2006. Elektrik Stimulasyonunun Et Kalitesi Üzerine Etkileri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32(2), 23-30.
- Karşlı, N., 2010. Akıllı Ulaşım Sistemleri İçin Yapay Bağışıklık Sistemleri ve Genetik Algoritma İle Yeni Stokastik En Kısa Yol Algoritmalarının Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Kazu, İ. Y. ve Özdemir, O., 2009. Öğrencilerin bireysel özelliklerinin yapay zeka ile belirlenmesi (Bulanık mantık örneği). XI. Akademik Bilişim Konferansı, 11-13.
- Kıyak, E., ve Kahvecioğlu, A., 2003. Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1(2), 63-72.
- Kirmizibayrak, T., Önk, K., Ekiz, B., Yalçintan, H., Yılmaz, A., Yazici, K. ve Altinel, A., 2011. Effects of age and sex on meat quality of Turkish native geese raised under a free range system. Kafkas. Univ. Vet. Fak. Derg, 17(5), 817-823.
- Klir, J.G. ve Yuan, B., 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Application, Prentice Hall, New Jersey, 574p.
- Koç, E., Atılğan Ş. Y., Uyar Özkaya A. ve Gökçe, B., 2012. “Klinik Karar Destek Sistemleri Kullanımına Yönelik Bir Araştırma: Acıbadem Hastanesi Örneği”, 2012 Ulusal Tıp Bilişim Kongresi, Antalya, s.73-74
- Kosko, B., 1997.Fuzzy Engineering, Prentice Hall, New Jersey.
- Kutlu, H. R.,Ayaşan, T.,Ünsal, İ., 1999. Etlik Piliç Üretiminde Et Kalitesi ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler. Çiftlik Dergisi, 179, 35-51.
- Mazlounzadeh, S.M., Shamsi, M. ve Nezamabadi-poor, H., 2010. Fuzzy logic to classify date palm trees based on some physical properties related to precision agriculture,Precision Agric, 11:258-273.
- Mehri, M., 2013. A comparison of neural network models, fuzzy logic, and multiple linear regression for prediction of hatchability. Poultry science, 92(4), 1138-1142.
- Memmedova, N. ve Keskin, İ.,2009. Hayvancılıkta bulanık mantık uygulamaları, Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(47):89-95.
- Morag, I., Edan, Y. ve Maltz, E., 2001. An Individual feed allocation decision support system for the dairy farm, Journal of Agricultural EngineeringResearch, 79(2):167–176.
- Mushtaq, Z., Sani, S. S., Hamed, K., Ali, A., Ali, A., Belal, S. M. ve Naqvi, A. A., 2016. Automatic Agricultural Land Irrigation System by Fuzzy Logic. In Information Science and Control Engineering (ICISCE), 2016 3rd International Conference on (pp. 871-875). IEEE.
- Nababan, E. B., Hamdan, A. R., Hasan, M. K., and Mohamed, H., 2004. Fuzzy membership function in determining statistical process control position. In Engineering Management Conference, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International (Vol. 3, pp. 1066-1070). IEEE.
- Negnevitsky, M.,2002. Artificial Intelligence, a guide to intelligent systems. Pearson education, Harlow, 415p.

- Nguyen, H. T., ve Walker, E. A., 1999. A First Course in Fuzzy Logic. Florida: Chapman and Hall.
- Özdemir, O., 2009. Bulanık mantık ile belirlenmiş öğrenme stillerine dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Özkan, M. M., 2003. Bulanık Hedef Programlama. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Öztemel, E., 2003. Yapay Sinir Ağları. PapatyaYayincilik, İstanbul.
- Paksoy, T., Pehlivan, N. Y. ve Özceylan, E., 2013. Bulanık küme teorisi. Nobel Yayınları, Ankara.
- Rodríguez, E., Peche, R., Garbisu, C., Gorostiza, I., Epelde, L., Artetxe, U. Ve Etxebarria, J., 2016, Dynamic Quality Index for agricultural soils based on fuzzy logic. Ecological Indicators, 60, 678-692.
- Ross T. J., Booker J. M. ve Parkinson W. J., 2002. Fuzzy Logic and Probability Applications: Bridging the Gap, SIAM Publishers, Philadelphia.
- Ross, T. J., 2004. Fuzzy Logic with Engineering Applications, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 628p.
- Ross, T. J., 2010. Fuzzy Logic with Engineering Applications (3 b.). Chichester: Wiley Publication.
- Sahin, M. E., 2009. FuzzyLogicControlledSynchronous Buck DC-DC Converter Ior Solar Energy-HydrogenSystems. INISTA 2009, 200.
- Sivanandam, S.N., Sumathi, S. ve Deepa, S.N., 2007. İntroduction to Fuzzy Logic Using MATLAB, Springer, Berlin, 430p.
- Sofu, A., ve Ekinci Kitiş, F.Y., 2005. Predicting survival rate of Yersinia Enterocolitica in Turkish feta cheese during maturation and storage by using fuzzy logic modelling. 1 st International Food and Nutrition Congress - Food Safety, İstanbul- Turkey, 2005.
- Sriraman, A., Mayorga, R. V., 2007. Climate control inside a greenhouse: An intelligence system approach using fuzzy logic programming. J Environ Inf, 10(2), 68-74.
- Stawczyk, J., Comaposada, J., Gou, P., ve Arnau, J., 2004. Fuzzy control system for a meat drying process. Drying technology, 22(1-2), 259-267.
- Strasser, M, Lacroix, R., Kok, R. ve Wade, K.M., 1997. A Second Generation Decision Support System for the Recommendation of Dairy Cattle Culling Decisions, <http://www.mcgill.ca/files/animal/97r04.pdf> - (12.01.2017).

- Şekeroğlu, A., Diktaş, M., 2012. Yavaş Gelişen Etlik Piliçlerin Karkas Özelliklerine ve Et Kalitesine Serbest Yetiştirme Sisteminin Etkisi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(6).
- Şen, Z., 2009. Bulanık mantık ilkeleri ve modelleme:(Mühendislik ve sosyal bilimler). Su Vakfı.
- Şen, Z., 2004. Mühendislikte Bulanık Mantık ile Modelleme Prensipleri, Su Vakfı, İstanbul.
- Şen, Z.,2001. Bulanık (Fuzzy) Mantık ve Modelleme İlkeleri, Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul, 176s
- Tavares, G. F. ve Schiassi, L., 2016. Fuzzy modeling as a tool for the prediction of daily weight gain in broiler chickens. JABB-Online Submission System, 4(2), 32-38
- Tekin, M., 1996. “Üretim Yönetimi”, Arı Ofset, Konya. s.16
- Uğur, A.,2008. Yapay zeka, Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Yapay Zeka ders notları, <http://yzgrafik.ege.edu.tr/~ugur> – (17.01.2017).
- Uğur, A., ve Kınacı, A. C., 2006. Yapay zeka teknikleri ve yapay sinir ağları kullanılarak web sayfalarının sınıflandırılması. XI. Türkiye'de İnternet Konferansı (inet-tr'06), Ankara, 1-4.
- Ural, Ş., 2006. Pozitivist felsefe. İstanbul: Say Yayınları.
- Vural, İ., 1998. Kalite Kontrolünde Uzman Sistemler,Yüksek Lisans Tezi,Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Wang, L. X., 1997. A Course In Fuzzy Systems and Control. New Jersey: Prentice Hall.
- Weiss, S. M., ve Kulikowski, C. A., 1984. A Practical Guide To Designing Expert Systems, Rowman & Allanheld, Totowa, New Jersey. s.23
- William, S., 2005. FuzzyExpertSystemsandFuzzyReasoning. John Wiley&Sons, 405 s, USA.
- Yen, J., ve Langari, R., 1999. Fuzzy Logic, Intelligence, Control and Information. New Jersey: Prentice Hall.
- Yetişir, R., Karakaya, M., İlhan, F., Yılmaz, M. T., ve Özalp, B., 2008. Tüketici tercihini etkileyen bazı piliç eti kalite özellikleri üzerine farklı aydınlatma programları ve cinsiyetin etkileri. Hayvansal Üretim, 49(1), 20-28.
- Yıldırım, Y., 2008. Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi,Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets. Information and Control , 8, 338-353.

Zarchi, A. H.,Jonsson, R. I. ve Blanke, M., 2009. Improving oestrus detection in dairy cows by combining statistical detection with fuzzy logic classification, Proceedings Workshop on Advanced Control and Diagnosis, 19-20 November 2009:34, Poland.

Zimmermann, H. J., 1991, Fuzzy Set Theory and Its Applications. Massachusetts: Kluwer Academic.

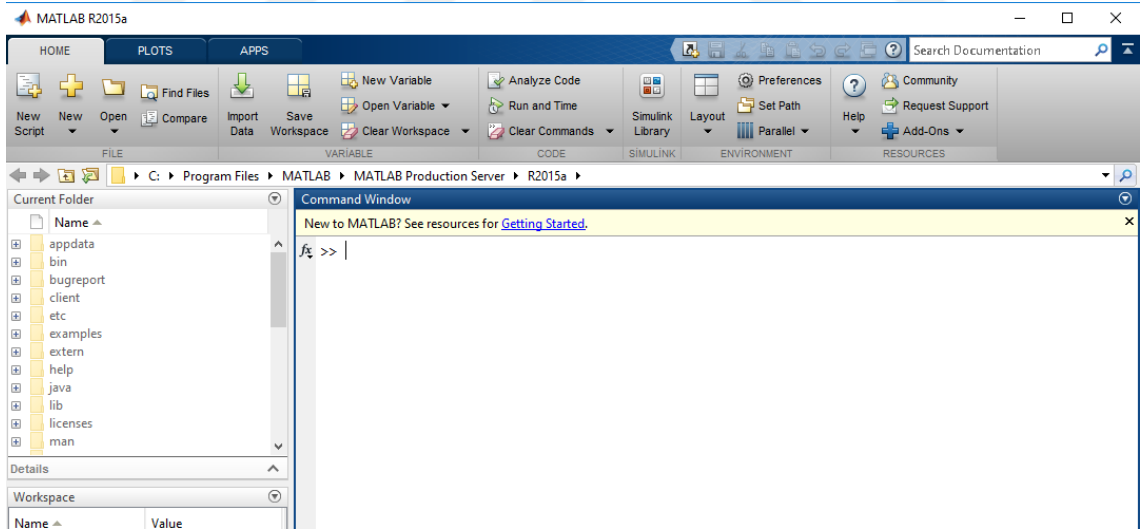


7.EKLER

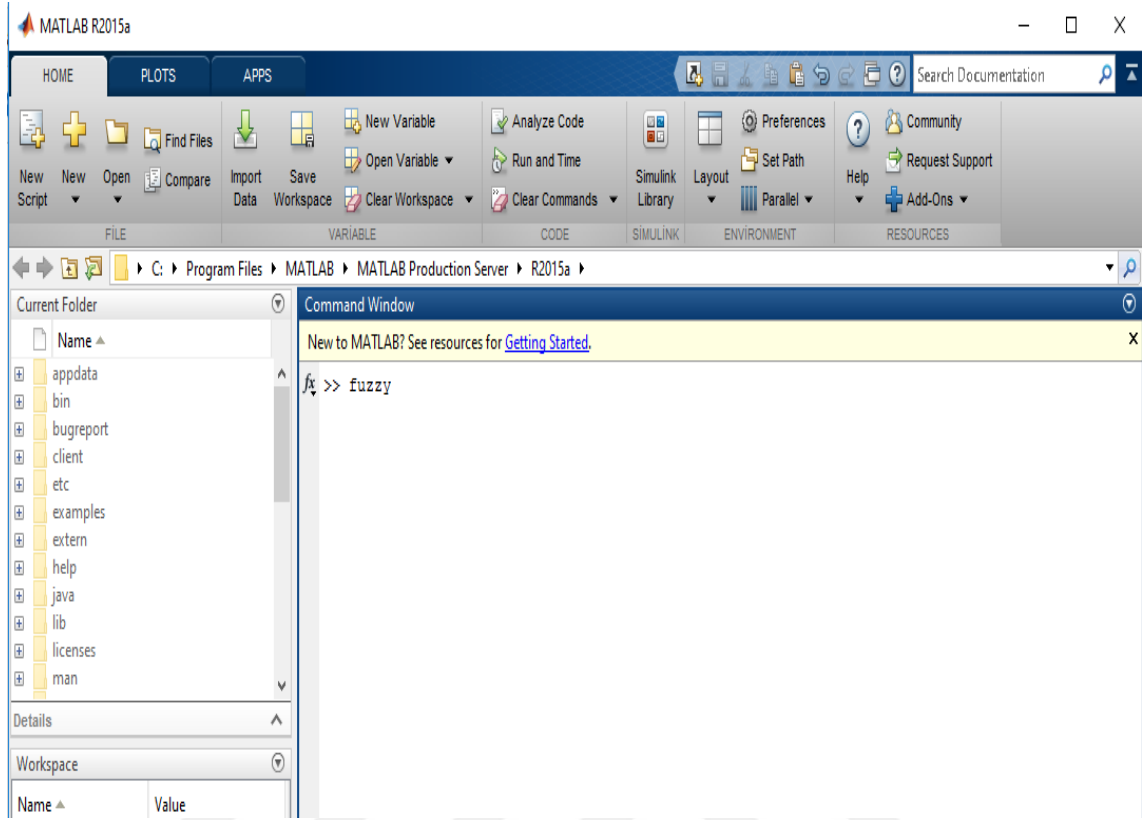
7.1.PK, pH24 ve L24 girdi değerlerine ait Matlab Uygulamaları

MATLAB, teknik hesaplamalar ve matematiksel problemlerin çözümü içintasarlanmış bir yazılım geliştirme aracıdır. “MATrix LABoratory” kelimelerinin kısaltması olan MATLAB, adından da anlaşılacağı üzere matrisler (matrix) yani diğer bir deyişle dizileri (array) kullanarak çalışır. Bugün dünyada 500.000 den fazla akademisyen, araştırmacı ve öğrenci tarafından kullanıldığı tahmin edilen MATLAB, içinde bulundurduğu çok sayıda ara yüzü ile bilgisayar dünyasının en gelişmiş teknik ve bilimsel problem çözme ve uygulama geliştirme aracı olarak da tanımlanmaktadır. Özellikle mühendislik alanındaki sistemlerin analizinde kullanılan MATLAB, veri analizi ve inceleme, görsellik ve görüntü işleme, algoritma prototipi oluşturma ve geliştirme, modelleme ve simülasyon, programlama ve uygulama geliştirme işlemlerini yapabilmektedir.

Programının yapısı temel bir platform üzerine oturtulmuş pencereler şeklindedir. Program ilk açıldığında masaüstü olarak adlandırılan bir ana platform açılmaktadır.



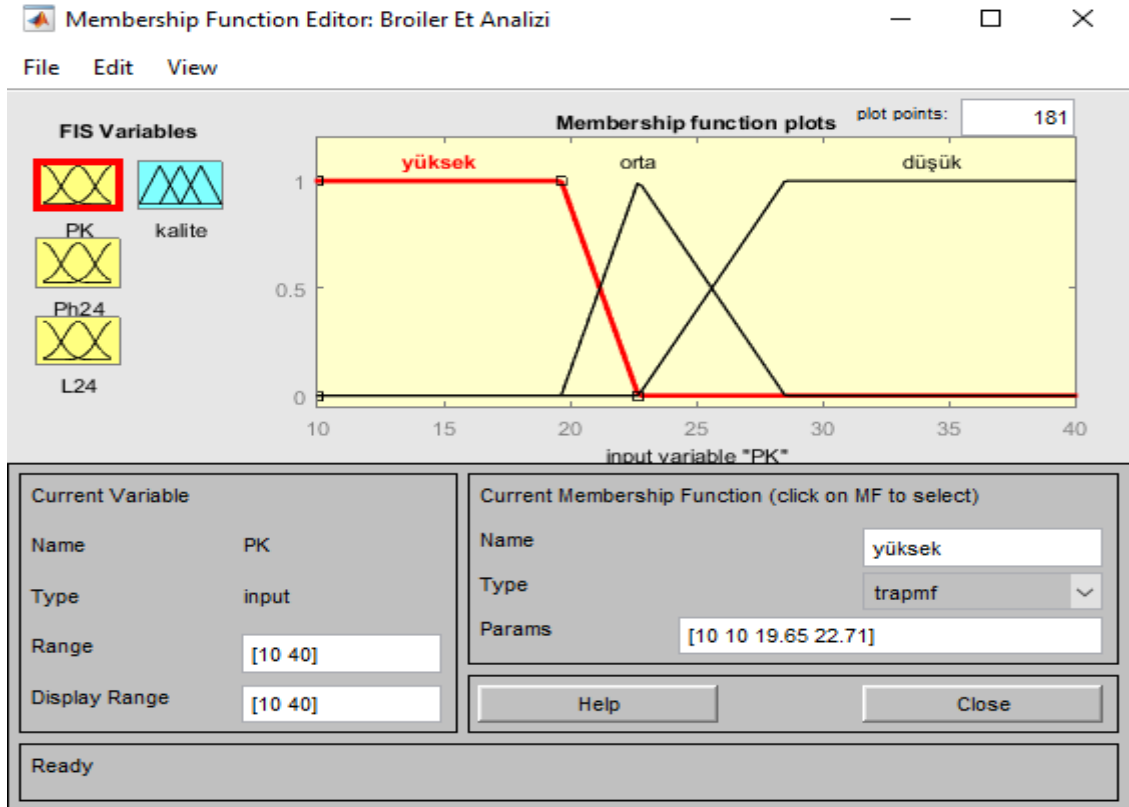
Şekil 7.1. Program çalıştırıldığında ki ilk görünüm



Şekil 7.2.Bulanık mantık araç kutusunun açılışı

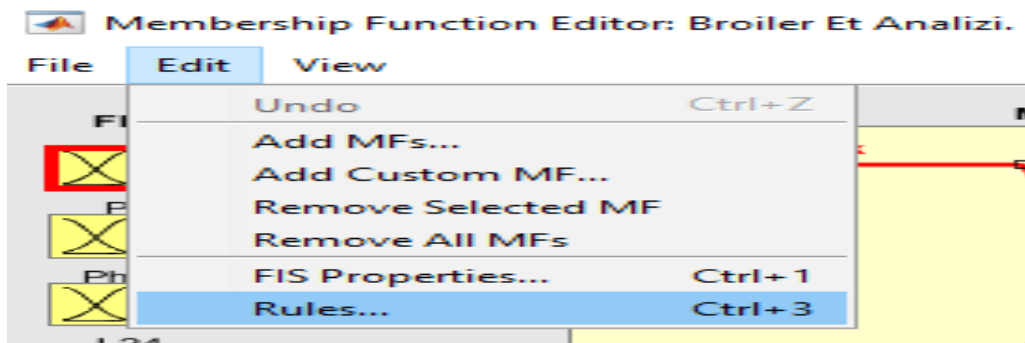
Programda bulanık mantık kullanılarak bir model veya karar destek sistemigeliştirilmek istendiğinde, Command Window kısmına fuzzy yazılıp enter tuşunabasılarak üyelik fonksiyonu penceresi açılır.Şekil 7.3'debirinci uygulamaya ait üyelik fonksiyonlarının gösterim penceresi bulunmaktadır.

Bupencere incelendiğinde, FIS Variables kısmı girdi ve çıktı değişkenlerinin gösterildiği alanı, Name ve Type kısımları aktif değişkenin isminin ve tipinin gösterildiği bilgi alanı, Range kısmı aktif değişkene ait minimum ve maksimum değerleri, Display Range kısmı aktif değişkene ait grafikte kullanılacak minimum ve maksimum değerleri, Params kısmı ise aktif değişkene ait parametreleri, Type kısmı ise aktif değişkene ait üyelik fonksiyonunun tipini değiştirmek için kullanılmaktadır.

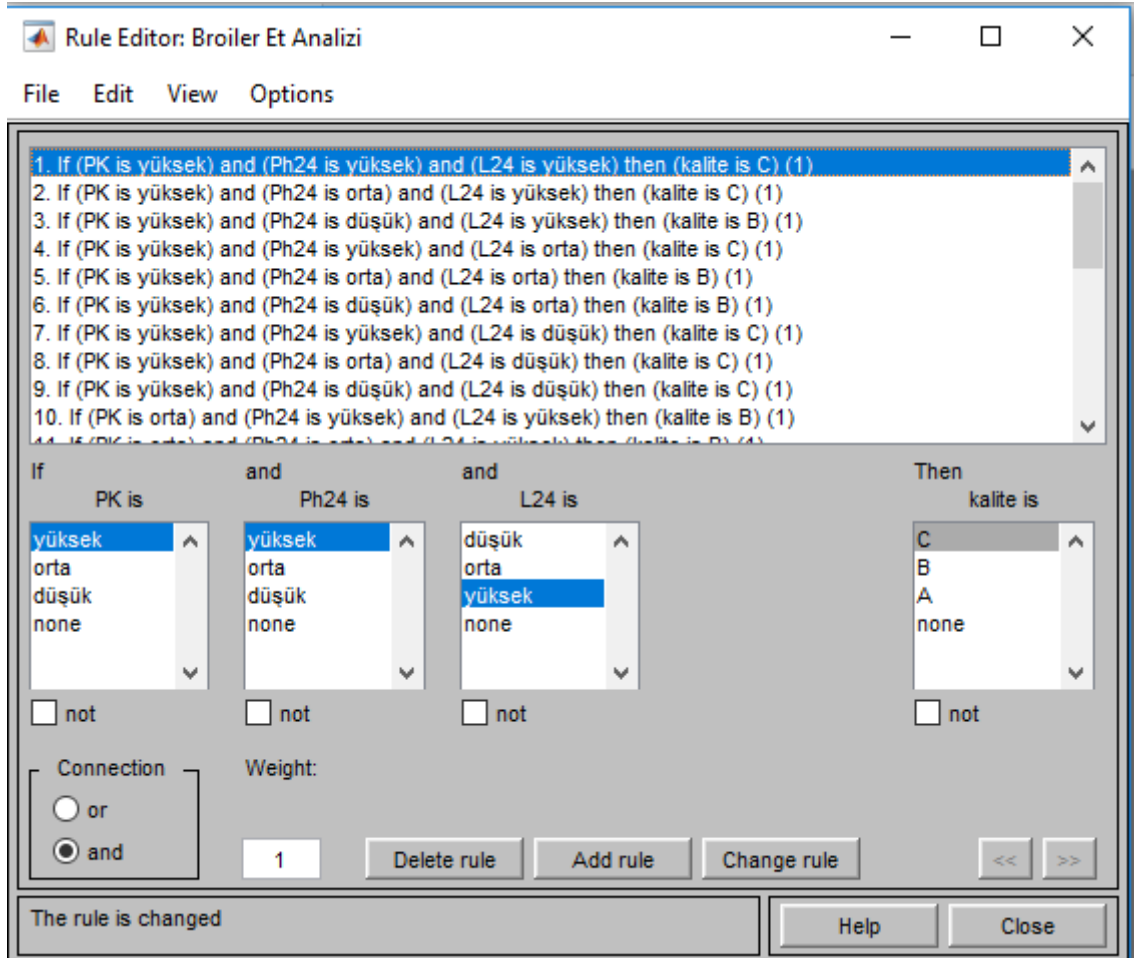


Şekil 7.3. Birinci uygulamaya ait üyelik fonksiyonlarının gösterim penceresi

Uygulamaya ait üyelik fonksiyonları penceresinden Şekil 7.4'de gösterilen Edit > Rules yolu izlendiğinde Şekil 7.5'de verilen kural oluşturma penceresi açılmaktadır. Bu pencere yardımıyla bulanık kurallar oluşturulmaktadır. Kurallar If-and (Eğer-O halde) yapılarıyla oluşturulmuştur. Şekil 7.5 incelendiğinde, Connection kısmı kuralların nasıl bağlanması gerektiğini, Delete kısmı yazılan bir kuralın silinmesini, Add kısmı yeni kural eklemeyi, Change kısmı oluşturulmuş bir kuralı değiştirmeyi göstermektedir. Birinci uygulamanın girdi değişkenleri olan kalite sınıflarından "A" yüksek kaliteyi, "B" orta kaliteyi, "C" düşük kaliteyi temsil etmektedir.



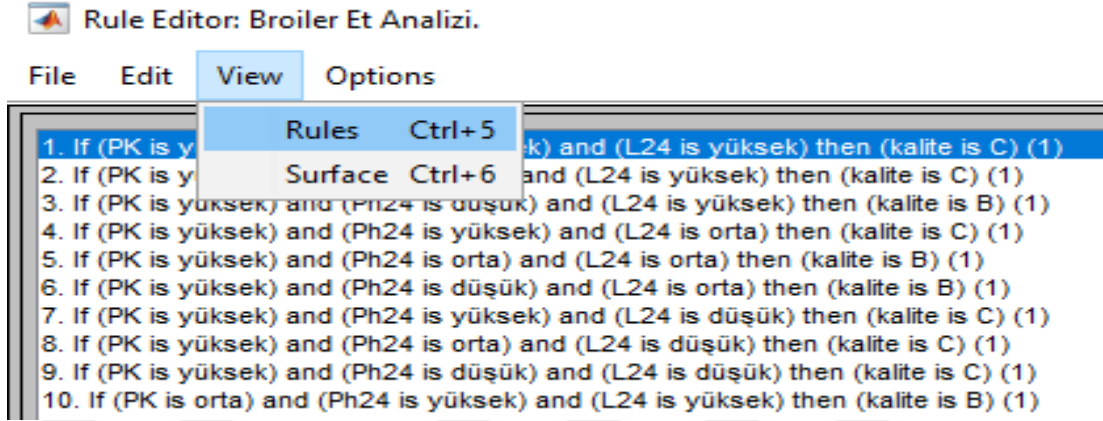
Şekil 7.4. Kural oluşturma penceresinin açılışı



Şekil 7.5.Uygulamaya ait kural oluşturma penceresi

Uygulamaya ait kural oluşturma penceresinden Şekil 7.6'da gösterilen View >Rules yolu izlendiğinde Şekil 7.7'de gösterilen kuralların gösterim penceresi açılmaktadır. Şekil 7.7 incelendiğinde input kısmı kalite sonucu tahmin edilmek istenilen girdi değerlerinin yazıldığı alanı, Move kısmı grafiklerin pencere içerisindeki konumun değiştirildiği alanı göstermektedir. Birinci uygulama için girdi değişkeni olarak Çizelge 4.3'de bulunan veri setinden $PK=22.71$, $pH_{24}=6.01$ ve $L_{24}^*=39.77$ değerleri yazıldığında, durulaştırma işlemi sonucunda çıktı değerinin 0.5 olduğu görülmektedir. Input bölümüne yazılan girdi değişkenlerine ait verilere göre kalite sonucu değişmektedir. Uzman kişi yardımıyla oluşturulmuş Çizelge 4.2 incelendiğinde input kısmına yazılan giriş parametreleri 14. Kuralı etkilemektedir. Bu kuralın sonucu Broiler et örneğinin kalitesinin orta kalitede olduğunu belirtmektedir. Şekil 7.7'deyapılan analizin sonucunda çıktı değer olarak bulunan 0.5 değeri ele alınan Broiler et örneğinin orta kalitede

olduğunu belirtmektedir. Girdi değişkenlerine farklı değerler girildiğinde oluşturulan bulanık sistem tahmin ettiği çıktı değeri bu pencerede gözlemlenebilir.



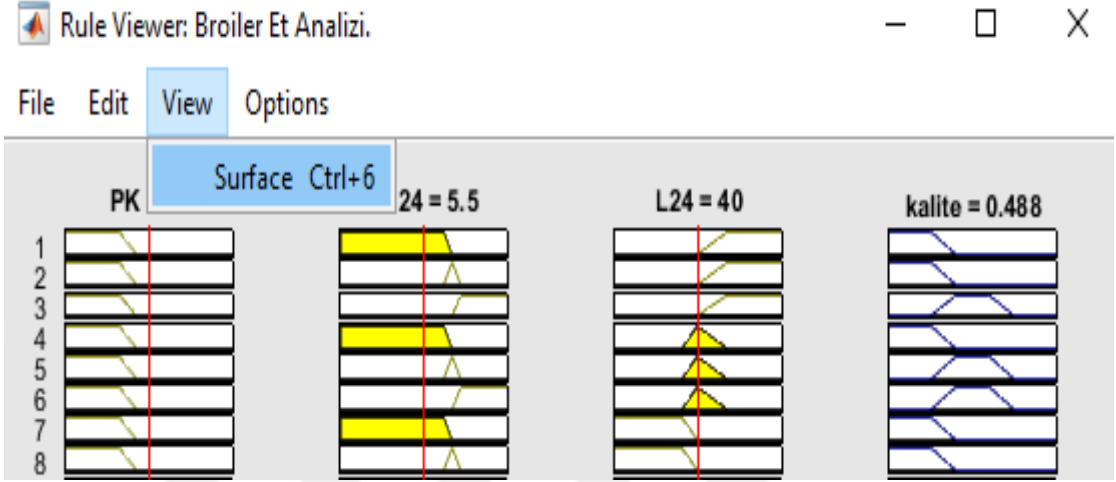
Şekil 7.6. Kural gösterim penceresinin açılışı



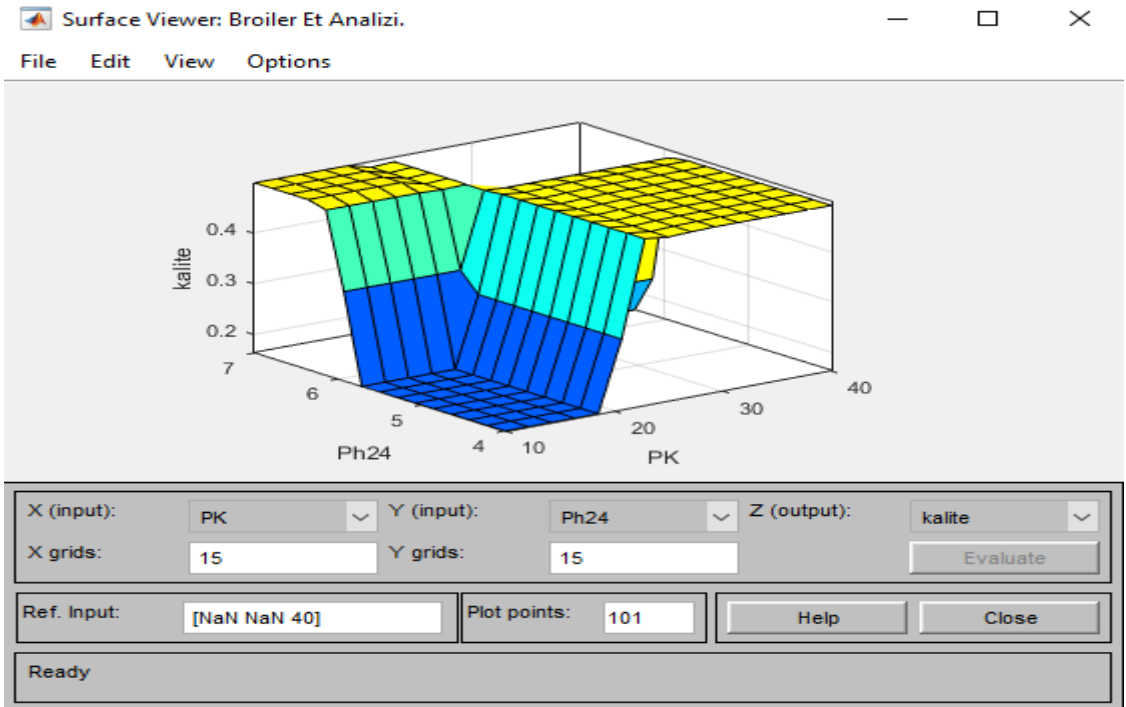
Şekil 7.7. Uygulamaya ait kural gösterim penceresi

Kural gösterim penceresinden Şekil 7.8'de gösterilen View>Surface yolu izlendiği zaman Şekil 7.9 ile gösterilen uygulamaya ait girdi değişkenlerine karşılık gelen çıktı değerlerinin üç boyutlu görüntüsü elde edilmektedir. Şekil 7.9 incelendiğinde input

kısmı girdi değerlerin grafikte hangi düzlemde olmasına karar verilen bölüm, grid kısmı oluşturulan üç boyutlu şeklin kaç bölmeye ayrılması gerektiğini gösteren kısım, output kısmı ise çıktıyı göstermektedir.



Şekil 7.8.Yüzey gösterim penceresinin açılışı



Şekil 7.9.PK ve pH₂₄ girdi değerleriyle oluşturulan yüzey gösterim penceresi

8.ÖZGEÇMİŞ

Adı: Lütfi

Soyadı: BAYYURT

Doğum Yeri: ERZURUM

Yabancı Dili: İngilizce

E-mail: lutfi.bayyurt@gop.edu.tr

İletişim Bilgileri: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Öğrenim Durumu:

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet yılı
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Anabilim dalı	2017
Lisans	Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik Öğretmenliği	2010

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2013-
Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı	2011-2013