



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜT SIĞIRLARINDA MASTİTİSİN BAZI YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ERKEN DÖNEMDE TESPİTİ

Nazire MEMMEDOVA

DOKTORA TEZİ

Zootekni Anabilim Dalı

Nisan-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

SÜT SIĞIRLARINDA MASTİTİSİN BAZI YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ERKEN DÖNEMDE TESPİTİ

Nazire MEMMEDOVA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İsmail KESKİN

2012, 145 Sayfa

Jüri
Danışman Doç. Dr. İsmail KESKİN
Prof. Dr. Ensar BAŞPINAR
Prof. Dr. Saim BOZTEPE
Prof. Dr. Aşır GENÇ
Prof. Dr. Birol DAĞ

Yapay zeka; insan gibi düşünen, karar verebilen, yani insanı model alarak tahmin etme, sınıflandırma gibi problemleri çözmeyi amaçlayan bir bilim dalı haline gelmiştir.

Bu çalışmada hayvancılığın önemli bir sorunu olan subklinik mastitisin otomatik sağım sistemi kullanılan bir işletmede yetiştirilen Siyah Alaca sığırlarda yapay zeka yöntemleri kullanılarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Giriş verisi olarak laktasyon sırası, süt verimi, elektrik iletkenliği, ortalama sağım süresi ve kontrol mevsimi gibi mevcut bilgiler kullanılmıştır. Çıkış verisi olarak 15 aylık süre boyunca ayda bir alınan süt örneklerinden hesaplanmış somatik hücre sayısı ele alınmış ve buna istinaden hayvanın sağlıklı ve ya subklinik mastitisli olduğuna karar verilmiştir.

Çalışmada, yapay zeka kavramı, bulanık mantık, yapay sinir ağları, bulanık arayüzlü yapay sinir ağları (ANFIS), destek vektör makineleri (SVM) yöntemleri detaylı olarak incelenmiş, modellemeler yapılmış, en iyi yöntem seçilmiştir. Uygulanan dört model sonucunda bulanık manık modelinde hassaslığın % 82, belirliliğin % 74, hatanın ise % 60 olduğu görülmüştür. Yapay sinir ağı modelinde bu değerler uygun olarak, % 80, % 91, % 64, ANFIS modelinde % 55, % 91, % 35, SVM modelinde ise % 89, % 92, % 50 olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: ANFIS, Bulanık Mantık, Somatik Hücre Sayısı, Subklinik Mastitis, Süt sığırı, SVM, Yapay Sinir Ağları, Yapay Zeka

ABSTRACT

Ph.D THESIS

EARLY DETECTION OF DAIRY CATTLE MASTITIS BY USING SOME ARTIFICIAL INTELLEGENCE METHODS

Nazire MEMMEDOVA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN ANIMAL SCIENCE

Advisor: Assoc. Prof. Dr. İsmail KESKİN

2012, 145 Pages

Jury
Advisor Assoc. Prof. Dr. İsmail KESKİN
Prof. Dr. Ensar BAŞPINAR
Prof. Dr. Saim BOZTEPE
Prof. Dr. Aşır GENÇ
Prof. Dr. Birol DAĞ

Artificial Intelligence techniques have been developed to establish models which run like humans. These techniques based on prediction, classification and etc..

In this study the important problem of animal science; subclinic mastitis detection by the artificial intelligence methods in Holstein cattle, milking by automatic milking system is aimed. As input variables are used the existing traits as lactation rank, milk yield, electrical conductivity, average milking duration and control season. The output variable is somatic cell counts obtained from milk samples collected monthly in 15 months of control period. Based on somatic cell counts the cattle are decided healthy or infected.

In this thesis, artificial intelligence concept, fuzzy logic, neural network, adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS), support vector mechines (SVM) methods are studied in detail, the models are constructed and the best method is chosen. As the result of application of four models there are found 82 % sensitivity, 74 % specificity, 60 % error in fuzzy logic model. These rates in neural network, ANFIS and SVM models are found 80 %, 91 %, 64 %; 55 %, 91 %, 35 % and 89 %, 92 %, 50 %, respectively.

Keywords: ANFIS, Artificial İntelligence, Dairy Cattle, Fuzzy Logic, Neural Network, Somatic Cell Count, Subclinic Mastitis, SVM

ÖNSÖZ

Her çalışmada olduğu gibi bu tez çalışması da uzun ve yorucu uğraşlar sonucunda ortaya çıkmıştır. Herkesten önce bu tez çalışması konumun seçiminden başlayıp bu gün itibariyle gelinen noktaya kadar emeğini benden esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. İsmail Keskin'e teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca bana Yapay Zeka'yı öğreten saygıdeğer hocam Prof. Dr. Novruz Allahverdi hocama teşekkür ederim.

Başta arkadaşlarım Sema Arslan, Yrd. Doç. Dr. Humar Kahramanlı ve Günel Mikailsoy olmak üzere bana her zaman yardımcı olan tüm öğretim elemanlarına ve öğrencilere, veri toplamada bana yardımcı olan KARYEM işletmesinin elemanlarına göstermiş oldukları iyi niyet ve yardımlarından dolayı şükran duyarım.

Doktora eğitimimde sağlamış oldukları desteklere göre Azerbaycan Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığına, TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığına, SÜ BAP Koordinatörlüğüne ve SÜ Fen Bilimleri Enstitüsüne teşekkür ederim.

Son olarak ta, üzerimde en büyük hakka sahip olan, fedakâr anne-babama, bana bu zorlu yolda destek olan eşimin ailesine ve oğlumla eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nazire MEMMEDOVA
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **16**

3.1. Materyal 16
3.1.1. Hayvan materyali 16
3.1.2. Süt örnekleri 16
3.1.3. Laboratuar işlemleri 17
3.1.4. SHS sayımı 19
3.2. Yöntem 20
3.2.1. Yapay zeka ve uzman sistemler 20
3.2.1.1. Bulanık mantık 22
3. 2. 1. 1. 1. Bulanık mantığın avantajları 28
3. 2. 1. 1. 2. Bulanık mantığın dezavantajları 29
3. 2. 1. 1. 3. Üyelik fonksiyonu ve tipleri 29
3. 2. 1. 1. 4. Bulanık uzman sistemler 31
3. 2. 1. 1. 5. Bulanık uzman sistemin kurulması 33
3. 2. 1. 1. 6. Bulandırma birimi 34
3. 2. 1. 1. 7. Veritabanı 36
3. 2. 1. 1. 8. Bulanık kural tabanı 36
3. 2. 1. 1. 9. Çıkarım birimi ve yöntemleri 36
3. 2. 1. 1. 10. Durulama birimi ve yöntemleri 39
3. 2. 1. 1. 11. Bulanık uzman sistemlerin uygulama alanları 42
3.2.1.2. Yapay sinir ağları 46
3.2.1.3. Bulanık arayüzlü yapay sinir ağları (ANFIS) 49
3.2.1.4. Destek vektör makineleri (SVM) 51

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **54**

4.1. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir BM Uygulaması 55
4.2. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir YSA Uygulaması 81
4.3. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir ANFIS Uygulaması 84
4.4. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir SVM Uygulaması 86

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **91**

5.1. Sonuçlar 91

5.2. Öneriler 92

KAYNAKLAR 94

EKLER 100

EK-1 Kontrol günlerinden elde edilen veriler 100
EK-2. BUS'dan Elde Edilen Değerler ile Gerçek Verilerin Karşılaştırılması 107
EK-3. LS, SV, Eİ, OSS ve KM verilerine ait gerçek değerler ve norm değerleri 114
EK-4. BUS için MATLAB kodları 121
EK-5. ANFIS için MATLAB kodları 124
EK-6. SVM için MATLAB kodları 140
EK-7. YSA için MATLAB kodları 141
EK-8. SV ve OSS verilerinin SVM ile sınıflandırılması için örnek MATLAB Programı kodları 142
ÖZGEÇMİŞ 143

SİMGELER VE KISALTMALAR

ANFIS	Adaptive Neuro Fuzzy Inference System
AT	Altlık Tipi
BK	Baktereolojik Kültür
BM	Bulanık Mantık
BT	Barınak Tipi
BUS	Bulanık Uzman Sistem
CMT	California Mastitis Test
ÇF	Çalışma Faktörü
Eİ	Elektrik İletkenliği
FL	Fuzzy Logic
GSA	Görüş Sahası Alanı
KG	Kontrol Günü
KM	Kontrol Mevsimi
LDH	Lactate Dehidrogenase
LS	Laktasyon Sırası
LVK	Lob Verim Kesimi
MLP	Multilayer Perceptron
MT	Mastitis Tahmini
NN	Neural Network
OSS	Otomatik Sağım Sistemleri
PY	Protein Yüzdesi
SAH	Sütün Akış Hızı
SGS	Sağımda Geçen Süre
SHS	Somatik Hücre Sayısı
SKİ	Süt Kompozisyon İndeksi
SOFM	Self-Organizing Feature Map
SOM	Self-Organizing Map
SS	Sağım Süresi
SÜH	Süt Üretim Hızı
SV	Süt Verimi
SVM	Support Vector Machine
SYS	Sürü Yönetim Sistemi
US	Uzman Sistemler
YSA	Yapay Sinir Ağı
YY	Yağ Yüzdesi
YZ	Yapay Zeka

1. GİRİŞ

Sığır varlığı bakımından AB ülkeleri içinde 3., dünyada ise 27. sırada olan Türkiye'de (Günaydın, 2007), süt üretimi içinde sığırın payı her geçen yıl artış göstermektedir. Öyle ki, 2009 yılındaki sığır sayısı 2010 yılında % 6.5 artarak 11369800 başa yükselmiştir. 2010 yılı verilerine göre yaklaşık 4.5 milyon baş sağmal inekten 12.5 milyon ton süt elde edilmekte, bu miktar toplam üretilen sütün % 91.69'unu oluşturmaktadır (Anonim, 2011). Buna karşın, bugün Türkiye'de, çoğu ülkedeki gibi tarımsal ekonominin geniş ve dinamik bir işkolunu oluşturan süt endüstrisinin ve süt sığırı yetiştiricilerinin karşı karşıya kaldığı sorunların en başında "Mastitis" gelmektedir (Atasever ve Erdem, 2008). Mastitis özellikle bakterilerin etkisiyle oluşan ve süt verimini azaltarak büyük ekonomik kayıplara yol açan bir hastalıktır (Duval, 1969; Osteras ve ark., 1999; Wilson ve ark., 2004). Mastitis kelimesi Yunanca'da meme anlamına gelen "mastos" ve "-nin yangısı" anlamına gelen "itis" kelimelerinin birleşmesinden meydana gelmiştir (Kesenkaş, 2008). Mastitis çok etmenli bir hastalık olup, çevre ve ineğe ait olumsuz faktörlerin etkisiyle oluşur. Süt ineği yetiştiriciliğinde mastitis; fiziksel nedenlerle meme dokusunda meydana gelen yaralanma, tahrişe sebep olan kimyasal maddeler ve mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyonlar sonucu meydana gelir. Adı geçen mastitis etmenleri arasında patojen bakteriler en önemli yere sahiptir. Memenin, diğer bir deyişle ineğin mastitise karşı gösterdiği tepki, enfeksiyona neden olan bakterileri yok etmek, bu bakterilerin toksinlerini etkisiz hale getirmek ve süt salgısı yapılan dokuların onarılması amacıyla gerçekleşir. Memenin hastalığa hangi şiddette reaksiyon verdiğine bağlı olarak yangının derecesi, yani mastitis tipleri karşımıza çıkmaktadır (Kesenkaş, 2008).

Akut mastitiste, gerek tedaviyi müteakip ilaçların sütle atılmasından dolayı oluşan süt kaybı, gerekse de memenin sağlıklı süt vermeye başlamasına kadar oluşan süt kaybı önemlidir. Bunun yanında akut mastitis olgularında yem tüketiminde azalma, dolaşım ve metabolizma bozuklukları meydana gelir. Buna paralel olarak genel bozukluklar ortaya çıkar.

Kronik ve subklinik mastitiste, enfeksiyonun uzun süre devam etmesi meme dokusunda bağ doku üremesine yol açmakta ve geriye dönüşümü olmayan bu bağ doku artışı süt veriminin düşmesine neden olmaktadır.

Mastitis olgularının çoğu subkliniktir; klinik olarak fark edilmez ve bir buzdağının suyun altında olan kısmı gibidir. Meme sağlığı kontrol programı

uygulanmayan sürülerde ineklerin % 50'si subklinik mastitis yönünden enfektedir. Bu ineklerin ortalama 2 meme lobu subklinik mastitis yönünden pozitiftir. Mastitis nedeniyle oluşan ekonomik kayıpların % 20-30'u klinik mastitislerden kaynaklanırken, % 70-80'i subklinik mastitislerden kaynaklanmakta, subklinik mastitisler süt ineği yetiştiriciliğinde büyük sorun oluşturmaktadır. Olguların % 90-95'inde meme ve sütün görünümü normal gibi gözükmekle birlikte SHS artar, süt kalitesi ve prim düşer, gelir azalır, süt verimi düşer. Hastalık daha uzun sürer, yavru gelişimi yavaşlar (Tekeli, 2005).

Sütçü hayvan yetiştiriciliği yapılan işletmelerin temel amacı yüksek süt verimli hayvanlardan optimal ölçülerde yararlanmaktır. Mastitis sonucunda süt veriminde azalma (% 61-70), sürünün yenilenmesi (% 11-22), tedavi masrafları (% 3-9), süt kalitesinde düşüş ve ölüm nedeniyle ekonomik kayıplar yaşanmaktadır. Bunun yanı sıra hasta olan hayvanların diğer hayvanlar için bulaşma kaynağı olması nedeniyle elden çıkarılması gerekmektedir. Mastitis dolayısıyla harcanan para ve gerçekleşen ekonomik kayıp, esas olarak süt üretimindeki azalma, ilaç ve veteriner hekim masrafları ile işçilik giderleri ve ayıklama nedeniyle oluşmaktadır (Sabuncuoğlu ve Çoban, 2006). Mastitis dünya süt sığırcılığında en yaygın görülen ve tedavi masrafları en pahalı hastalıklardan biridir. Öyle ki, yalnızca ABD'de süt üretiminde mastitis nedeniyle meydana gelen yıllık zararın yaklaşık olarak 1.5-3 milyar dolar arasında değiştiği bildirilmiştir (Kingston, 2005; Willits, 2005).

Türkiye'de ise mastitisten kaynaklanan yıllık ekonomik zararın 41.5 milyon TL dolayında olduğu, buna karşın etkin bir mastitis kontrol programı için harcanan her 1 TL'nin 5 TL olarak üreticiye geri döneceği düşünüldüğünde (Tekeli, 2005), mastitise yol açan etmenlerin bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınmasının kaliteli süt üretiminin önündeki engellerin aşılmasında ve hayvan refahının korunmasında en önemli adımlar olarak değerlendirilebileceği ifade edilmektedir (Atasever ve Erdem, 2008).

Süt çok değerli besin maddesi olmakla beraber tüketicinin karşısına çıkmadan önce sağlıklı koşullarda tüketime sunulmuş olmalıdır. Sütün oluştuğu memenin sağlığı, sütün sağım şekli, kullanılan ekipmanın durumu, sağım sonrasında sütün muhafazası ve değerlendirilmesi, sütün sağlıklı olması ve kalitesi açısından çok önemli işlemlerdir.

İnsan beslenmesinde ve ülkemiz ekonomisinde bu denli öneme sahip olan çiğ sütün, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri dolayısıyla, kalitesi üzerine birçok faktör etkili olmaktadır. Bu bağlamda kaliteli süt elde etmenin temel koşulu ise

hayvan sağlığına yani meme sağlığına gereken önemin gösterilmesidir (Kesenkaş, 2008).

Günümüzde ülkemizdeki nüfus artışı, süt teknolojisinin hızlı bir şekilde gelişmesi, ürün yelpazesinin genişlemesi, özel sektöre ait modern ve yüksek kapasiteli işletmelerin kurulması süte olan gereksinimi arttırmış ve süt hayvancılığı giderek önem kazanmaya başlamıştır. Bununla birlikte çiğ süt, sayıları yüz binlerle ifade edilebilecek çiftçi aileler tarafından, aile içi tüketim için üretildiği kadar, özellikle büyük kentler çevresindeki insanlarımızın da önemli bir kısmının gelir kaynağı durumundadır (Kesenkaş, 2008).

Mastitis ile meydana gelen ekonomik kayıpların % 70'inden fazlasının yetiştiricinin gözleyemediği subklinik mastitisten kaynaklandığı bilinmektedir (Baştan ve ark., 1997). Subklinik mastitislerin klinik mastitislerden daha fazla görülmeleri nedeniyle tespit edilmeleri oldukça önemlidir. Subklinik mastitislerin tespiti amacıyla toplam bakteri sayımı, somatik hücre sayımı ve çeşitli biyokimyasal yöntemlerin yanı sıra CMT gibi testler de yapılmaktadır. Subklinik mastitislerin tespiti amacıyla birçok araştırıcı sütteki somatik hücre sayısının belirlenmesinin güvenilir bir yol olacağını bildirmişlerdir (Nakano, 1988; Hilerton ve Walton, 1991; Tekeli ve ark., 1993; Baştan ve ark., 1997).

Normal bir sütte SHS'nin 200000 hücre/ml'den az olduğu ve patojenlerin meme dokusuna girmesinden hemen sonra SHS'nin artmaya başladığı, akut mastitislerde ise bu sayının 1000000 hücre/ml'nin üzerine çıktığı bildirilmektedir (İnal, 2005).

Avrupa Birliğine uyum sürecinde, içme sütü ve diğer süt ürünlerinin üretiminde kullanılan çiğ sütün kalitesi büyük önem arz etmektedir. Maalesef, Türkiye'de üretilen çiğ sütlerde somatik hücre sayısının incelendiği çalışmalar oldukça yetersizdir (Patır ve ark., 2010).

Mastitislerde meme dokusundaki geçirgenliğin artmasına bağlı olarak sütün iyonik bileşiminde değişme olduğu, bazı mineral maddelerin seviyelerinin düştüğü, Na ve Cl seviyesinin ise arttığı, buna paralel olarak sütün elektrik iletkenliğinin yükseldiği bilinmektedir (Nielen ve ark., 1992; Ilie ve ark., 2010). Günümüzde modern işletmelerde (sağımın bilgisayarlı sürü yönetim sistemi ile yapıldığı işletmelerde) süt verimi, sütün akış hızı ve elektrik iletkenliği gibi özellikler sağım esnasında otomatik olarak kaydedilmektedir. Elektrik iletkenliğinde aşırı sapma gösteren ineklerin mastitis olabileceği programda bildirilmektedir. Ancak çoğu zaman bu alarmların yanlış olduğu, sadece Eİ'den mastitisin teşhis etmenin çok da doğru olmadığı görülmektedir (Atasever

ve Erdem, 2008). Yapılan bazı çalışmalarda (Norberg ve ark., 2004; Bruckmaier ve ark., 2004; Janzekovic ve ark., 2009; Ilie ve ark., 2010) Eİ'nin 5.5 mS/cm'i aştığında subklinik mastitisin göstergesi olabileceği belirtilmekedir.

Somatik hücre sayısı ile ineğin yaşı, ırkı, laktasyon sırası, süt verimi, memenin anotomik ve fizyolojik özellikleri, stres, mevsim, beslenme, barınak koşulları, sağım tekniği ve mastitis gibi faktörlere bağlıdır (Raubertas ve Shook, 1982; Jones ve ark., 1984; Göncü, 2000; Şeker ve ark., 2000; Cedden ve ark., 2002; Rişvanlı ve Kalkan, 2002; Uzmay ve ark., 2003; Bademkıran ve ark., 2005; Eyduran ve ark., 2005, Kul ve ark., 2006; Porcionato, 2010).

Yapılan çalışmalarda artan SHS ile süt verim düzeyi arasında negatif bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir. Örneğin: SHS 800000 hücre/ml olarak saptanan bir ineğin veriminde % 15 bir azalma söz konusudur. Bu da günlük 30 kg süt veren bir ineğin 4.5 kg daha az süt vermesi demektir. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, özellikle memede klinik veya subklinik mastitis vakalarında, somatik hücre sayısının çiğ sütte arttığı bildirilmektedir (Raubertas ve Shook, 1982; Jones ve ark., 1984; Eyduran ve ark., 2005).

Teknolojik alanda oldukça geniş bir kullanımı olan YZ yöntemlerinin, hayvancılıkta son yıllarda kullanılmaya başlanılması nedeniyle, öncelikle YZ kavramı ve kullanılan BM, YSA ANFIS ve SVM yöntemlerinin temeli anlatılmaya çalışılmış, hayvancılık alanında yapılan çalışmalardan örnekler sunulmuştur. Önce yapılan çalışmalardan farklı olarak giriş verisi olarak SHS kullanılmamış, bununla da işletmecinin sağım zamanında bile büyük sayıda sürüden subklinik mastitise yakalanma riski olan hayvanlar hakkında önbilgi elde edinmesine yardımcı olmaya çalışılmıştır. Diğer taraftan mastitis gözle görülecek hastalık olmasına rağmen onun erken dönemi sayılan subklinik mastitis ise hemen hemen gözle tespit edilemez. SHS mastitisin tespitinde çok önemli bir etken olmasına karşın sütün laboratuar ortamında işlenme gereği çok sayıda hayvan bulunan işletmeler için hem zaman hem de ilave masraf kaybına yol açar. Bu bakımdan yapılan çalışma bilgisayar ortamında subklinik mastitisin tespitinde yararlı olabilecektir. Sütün sıcaklığı, rengi gibi özellikler süt sığırı işletmelerinin kullanmakta oldukları SYS vasıtasıyla ölçülemediği için subklinik mastitisin tespiti için önemli sayılan bu özellikler giriş verisi olarak kullanılmamıştır.

Bu çalışmada klasik yöntemlerle tespiti zor olan subklinik mastitisin BM, YSA, ANFIS ve SVM gibi yapay zeka yöntemleri kullanarak erken dönemde tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Süt sığırlarında subklinik ve klinik mastitisin tespiti ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Subklinik ve klinik mastitisin teşhisi için temel bileşenler analizi, lineer diskriminant analizi, zaman serisi analizi, Kalman filtresi yöntemleri kullanılmış, bulanık mantık ve yapay sinir ağlarının en iyi yöntem olduğu belirtilmiştir (De Mol ve ark., 1997; Heald ve ark., 2000; De Mol ve ark., 2001; Wang ve Samarashinge, 2005; Cavero ve ark., 2007).

Wang ve Samarashinge (2005), otomatik sağım yapan işletmeler için mastitisi online teşhis edebilecek model tasarlamağa çalışmıştır. Sağım verileri sağım makinaları tarafından dört aydan fazla zaman aralığında, dört ayrı işletmeden toplanmıştır. Bundan başka veteriner tarafından klinik mastitis vakalarının belirlenmesi için ayda bir kere süt örneği alınarak California Mastitis Test skorları ve belirli günlerde her ineğin tüm lobları için yapılan görsel meme ve süt kontrölü yapılmıştır (örneğin; Hasta ve sağlam inekler). Çalışmada her bir ineğin her lobu için Eİmax, maksimum Eİ'de sütün sıcaklığı, sağım süresinde lobdan sağılan tüm süt miktarı hesaplanmıştır. Her lob için hesaplanan Lob Verim Kesimi; sağımda dört lobdan elde edilen toplam sütte bir loba düşen süt veriminin payıdır. LVK için aşağıdaki gibi Kernel hesaplanması yapılmıştır:

$$x'_t = x_t \times \frac{1}{a} + \left(1 - \frac{1}{a}\right) \times x_{t-1}$$

burada x'_t - LVK'nin t zamanında cari değeri;

x_t - LVK'nin t zamanında ölçülmüş değeri;

a - denklem için katsayı;

x_{t-1} - LVK'nin t-1 zamanında ölçülmüş değeridir.

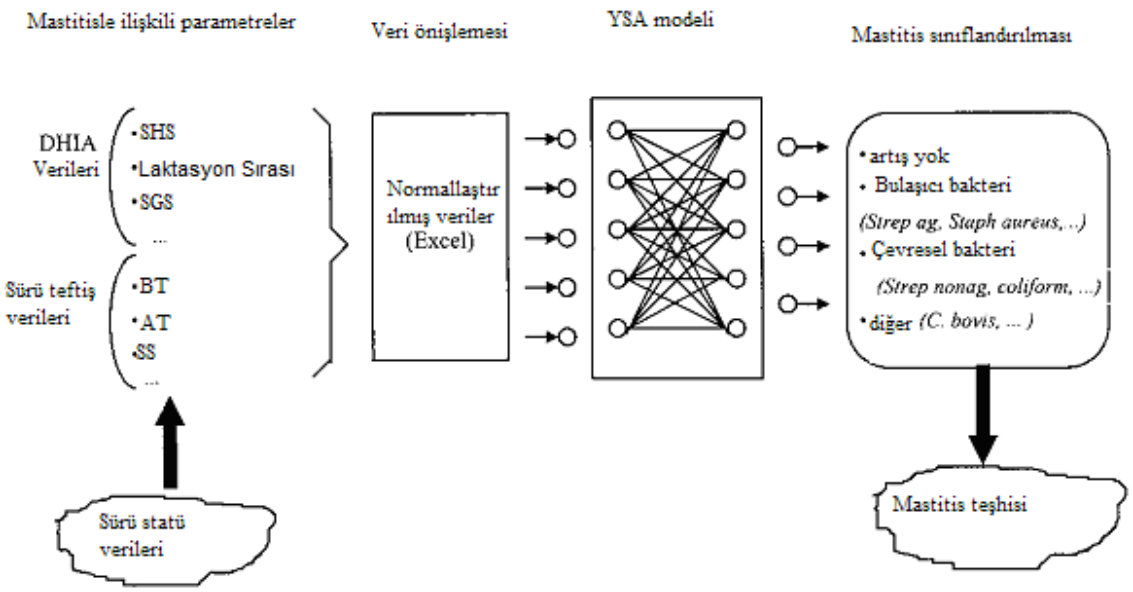
Çalışmada 5 veri kümesi (dört ayrı işletmeden gelen veriler ve hepsi bir arada) iki tür yapay sinir ağı ile: çok katlı perseptron (MLP) ve SOM ile işlenmiştir. MLP ile tahminde doğruluk oranı sağlam inekler için % 100, mastitisli inekler için ise % 84, SOM ile tahminde ise sağlam inekler için % 97, mastitisli inekler için ise % 95 olmuştur.

Araştırıcılar sağım makineleri ile sağım yapıldığı sürede elektrik iletkenliği, süt verimi ve sütün sıcaklığı özellikleri ölçülebildiğinden sağım süresinde aynı zamanda

mastitisi de teşhis edebilecek sistemlerin geliştirilmesinin mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Krieter ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada otomatik sağım sistemi ile sağılan ineklerde mastitisin erken teşhisi ve kontrolü için yapay sinir ağlarının kullanımını araştırmışlardır. Mastitis somatik hücre sayısı ve/veya meme sağlığına göre tespit edilmiştir. Kurulan modelde giriş verileri olarak elektrik iletkenliği, süt üretim hızı, sütün akış hızı ve sağımda olan günlerin sayısı kullanılmıştır. Elektrik iletkenliği otomatik sağım makinelerinde kaydedilen bir özelliktir. Süt üretim hızı her sağıma ait süt veriminin sağım aralığına oranı ile hesaplanmaktadır. Tüm sağım için 'Sütün akış hızı' özelliği sağım makinesi tarafından ölçülmektedir. Meme sağlığı haftada bir ineklerin her bir lobundan alınmış süt örneklerinden hesaplanarak somatik hücre sayısı ile belirlenmiş, somatik hücre sayısı 100000 hücre/ml üzerinde ve somatik hücre sayısı 400000 hücre/ml üzerinde olan vakalar dikkate alınarak ineklerin sağlıklı veya subklinik mastitisli oldukları araştırılmıştır. Çalışma sonunda mastitis teşhisinde hassaslık oranı en az % 80 olarak bulunduğunda, belirlilik oranı % 51.1 ile % 74.9, hata oranı ise % 51.3 ile % 80.5 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Heald ve ark. (2000), çalışmalarında meme loblarına göre süt örnekleri ve Süt Sığırcılığı Geliştirme Kurumu'na (DHIA) ait verileri kullanmışlar. Bu çalışmada da klinik mastitis vakalarının çok olduğu verilerde YSA'nın çok iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Heald ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada yapay sinir ağları kullanımı ile mastitisi doğru teşhis olasılığının % 57 ile % 71 arasında değiştiğini, aynı veriler için uygulanan linear diskriminant analizi sonucunun ise daha az başarılı olduğunu, doğru teşhis olasılığının % 42 ile % 57 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Şekil 2.1'de Heald ve ark. (2000)'nin mastitisi teşhis için kullandıkları bir yapay sinir ağı uygulaması verilmiştir. Şekil 2.1'den de görüldüğü gibi giriş verisi olarak SHS, LS, SGS, BT, AT, SS kullanılmıştır.



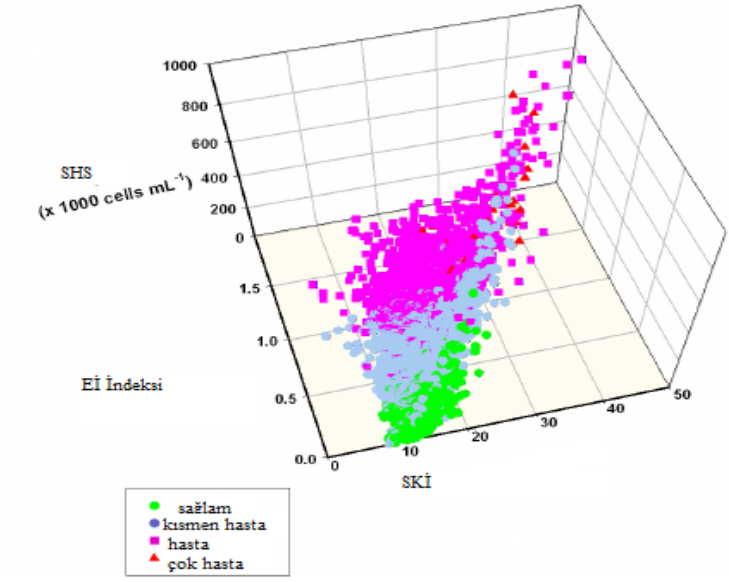
Şekil 2.1. Yapay sinir ağı uygulamasında mastitis teşhisi sistemi

Malttz (1997), çalışmasında ineklerin canlı ağırlık verilerini kullanarak pratik yönetim uygulamalarının etkinliğini araştırmıştır. Bu çalışmada, laktasyon boyunca 80 ilk laktasyon ve 128 ikinci ve sonraki laktasyonlardaki ineklerin günlük canlı ağırlık değişimleri ve süt verimlerine ilişkin veriler değerlendirilerek sürüde sağlık problemleri, beslenme durumları ve bunların sağım süresine etkileri araştırılmıştır. Sağlık problemlerinin yaklaşık % 50'sinde canlı ağırlığın ilk 3 gün içinde değişmesi ve süt veriminin de düşmesi ile gözlemlendiğini belirtmiştir.

De Mol ve Woldtf (2001), yaptıkları bir araştırmada her bir inek için aktivite, sütün sıcaklığı ve elektrik iletkenliği özelliklerini ele alarak hangi ineğin östrüste, hangisinin mastitisli olduğunu tahmin etmeye çalışmışlardır. Süt sığırı işletmelerinin temel problemi olan mastitis, çok pahalıya mal olan bir hastalık olması nedeniyle hastalığın erken teşhisinin çok önemli olduğunu bildirmişlerdir. Otomatik sağım sistemlerinde hayvanın memesinin enfeksiyon kapmasının görsel olarak teşhis şansı çok azdır. Ancak otomatik sağım sistemlerinde süt verimi, sütün sıcaklığı ve sütün elektrik iletkenliği gibi verilere dayanarak hastalığı tespit etmenin mümkün olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, hassaslık % 66 ile % 72 arasında, belirlilik ise % 98.9 ile % 99.4 arasında değişmiştir.

Lopez-Benavides ve ark. (2003), çalışmalarında Kohonen's Self-Organizing Feature Map (SOFM) kullanarak mastitis teşhisi için süt örneklerinin sınıflandırılmasını yapmışlar. Özel işletmeden alınan 14 haftalık süt verileri SOFM ağının eğitiminde ve

testinde kullanılmıştır. Araştırıcılar çalışma sonucunda SOFM ağının mastitisin dört farklı derecede sınıflandırması için kullanışlı bir yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmada 1'den 3'e kadar laktasyonlarda olan 112 melez (Holstein Friesian x Jersey) hayvanın 14 hafta boyunca haftalık süt verimlerini incelemiştir. Her bir süt örneği Eİ, SHS, YY, PY gibi farklı süt özelliklerine göre analiz edilmiştir. Bu özellikler YSA modeli için Eİ ve Süt Kompozisyon İndeksi (SKİ) şeklinde giriş olarak düzenlenmiştir. Veriler ilk 60 gün ve son 60 gün olarak ayrılmıştır. Bu iki veri seti de 1-2. LS ve 3. LS olarak ayrılmışlar. Öğretmensiz SOFM algoritması uygulanarak veriler Sağlam (H0), kısmen hasta (H1), hasta (H2) ve çok hasta (H3) olmak üzere 4 kümeye ayrılmıştır (Şekil 2.2). Bu dört küme arası fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. SOFM yönteminin verilerin mastitis kategorilerine göre kümelenmesinde yararlı bir yöntem olduğunu ve çeşitli özellikler kullanarak daha kesin sınıflandırma elde etmek mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Tahmin yöntemi için bulunan eğitim ortalaması 0.70 etrafında değişmiştir. Korelasyon katsayısı ise 0.82 olarak bulunmuştur.



Şekil 2.2. Mastitis kategorisine göre SHS, Eİİ, SKİ kümelemesi

Cavero ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada elektrik iletkenliği, süt üretim hızı ve sütün akış hızı verilerini kullanarak Bulanık Uzman Sistem kurmuş ve mastitisi teşhis etmeye çalışmıştır. Burada somatik hücre sayısına göre 3 farklı özellik ele alınmıştır:

1) Hastalık var: somatik hücre sayısı dikkate alınmaz,

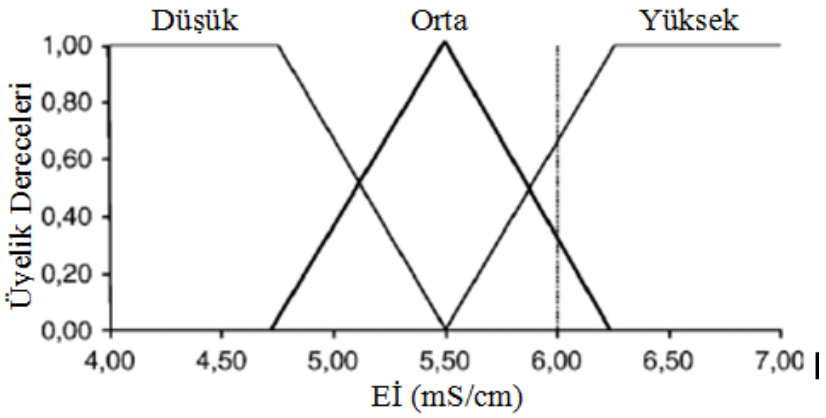
2) Hastalık var: somatik hücre sayısı >100000 hücre/ml,
3) Hastalık var: somatik hücre sayısı >400000 hücre/ml, buradaki verilerin yanı sıra onların standart sapmaları da kullanılmıştır.

Çalışmada Çizelge 2.2'teki gibi bulanık kurallar tabanı oluşturulmuştur.

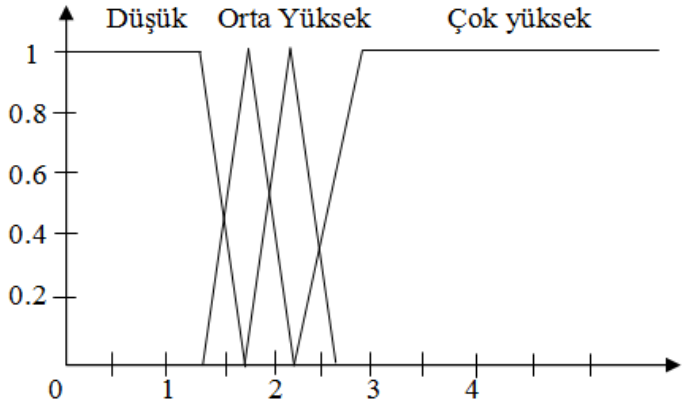
Çizelge 2.2. Bulanık kurallar tabanı

	Maksimum Eİ		Eİ'de sapma		Sağlık durumu
Eğer	Düşük	Ve	Düşük	O halde	Mastitis değil
	Orta		Düşük		Mastitis değil
	Yüksek		Düşük		Mastitis değil
	Düşük		Orta		Mastitis değil
	Orta		Orta		Mastitis değil
	Yüksek		Orta		Düşük riskli
	Düşük		Yüksek		Mastitis değil
	Orta		Yüksek		Düşük riskli
	Yüksek		Yüksek		Yüksek riskli
	Düşük		Çok yüksek		Mastitis değil
	Orta		Çok yüksek		Orta riskli
	Yüksek		Çok yüksek		Mastitistir

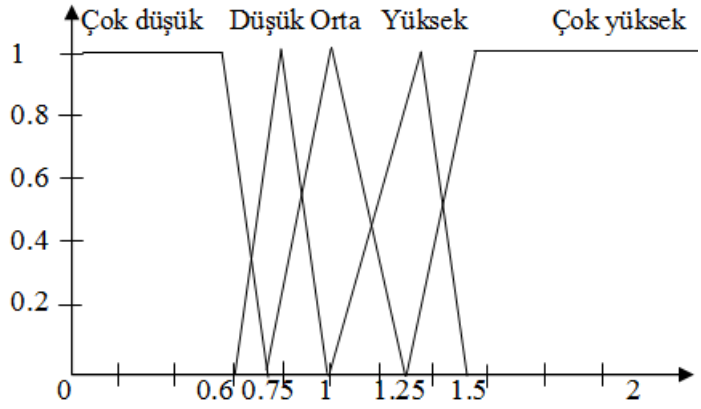
Aşağıda maksimum Eİ, Eİ'de sapma, SÜH'de sapma, SAH'da sapma grafikleri gösterilmiştir (Şekil 2.3-2.6).



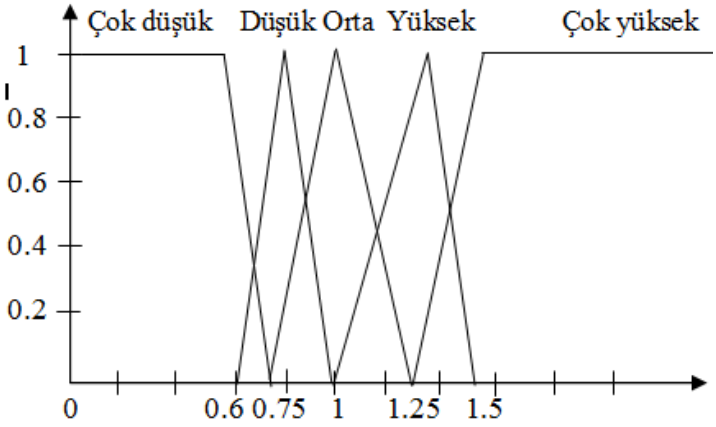
Şekil 2.3. Maksimum elektrik iletkenliği



Şekil 2.4. Elektrik iletkenliğinde sapma



Şekil 2.5. Süt üretimi hızında sapma



Şekil 2.6. Sütün akış hızında sapma

Çalışma sonucunda model hassaslık, belirlilik ve hata oranlarına göre değerlendirilmiş, mastitisin teşhisinde hassaslık oranı en az % 80 olduğu zaman belirlilik % 75.8 ile % 93.9 arasında, hata oranı ise % 41.9 ile % 95.5 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Yang (1998), back-propagation yapay sinir ağı yöntemi ile klinik mastitisin teşhisinde 460, 474 kontrol günü verisi kullanmıştır. 2 veri seti farklı iki oranda YSA'nın eğitim için kullanılmıştır: (1:1) ve nispeten küçük (1:10). İkinci oran hasta ineklerin sağlam ineklere olan oranıdır. Birinci veri seti mastitisin teşhisi için geleneksel hesap edilen verilerden (örn: yaş, laktasyon sırası ve somatik hücre sayısı), ikinci veri seti ise ek verileri (örn: buzağılama mevsimi, sütün bileşenleri ve uyum sınfı) de kapsamıştır. Sonuçlar sistemin mastitis vakalarının çokluğu ile eğitilmesinin YSA'nın daha iyi sınıflandırma sağladığını göstermiştir. Mastitisin teşhisi ile ilgili ek verilerin sonuca çok büyük etki göstermemesine dayanarak, YSA'nın daha da geliştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Nielen ve ark. (1995), çalışmalarında mastitis teşhisi için görsel bulgular, sütün bakteriolojik kültürü (BK), SHS, iki aydan bir alınan çeyrek SHS ve çeyrek BK (tüm laktasyondaki ineklerden) ve buzağılamadan üç gün geçen ineklerdeki BK verileri kullanmışlar. Çalışmada hassaslık % 75, belirlilik ise % 90 olarak bulunmuştur. Çalışma klinik mastitis vakalarının klinik belirtilerin bulunmasından önce teşhisinin zor olduğunu sonuç olarak vermiştir.

Chagunda ve ark. (2006), araştırmalarında dinamik deterministik bir model oluşturarak, belli bir günde belli bir ineğin mastitis olma riskini hesaplamışlar. Model sütte ölçülen mastitis göstergeleri ile diğer mastitisi oluşturabilecek risk faktörleri ile birlikte kullanılmıştır. L- Lactate Dehidrogenase (LDH) mastitis sonucunda aktifliği artan bir enzimdir. Bu enzim modelde mastitis belirtisi için bir özellik gibi kullanılmıştır. Modelde ilave faktörler olarak gebelik, doğum süresi, yavru sayısı, süt verimi, meme özellikleri, başka hastalık bilgileri, elektrik iletkenliği ve sürü özellikleri kullanılmıştır. Model her yeni LDH değerinde veya ilave faktör mevcutluğunda çalıştırılır. Elektrik iletkenliği değerleri ve hastalık bilgileri de modeli yeniden çalışmaya tetikler. Girdi olarak sütteki LDH aktifliği değeri süt verimi ile çarpılmış ve LDH'nin sütteki miktarı elde edilmiştir. Çıktı ise akut mastitis riskinden ve kronik mastitisin derecesinden ibarettir. Sonuçlar modelin LDH ölçmelerinde tesadüfi gürültü ve örnekleme frekansında sağlam olduğunu göstermektedir. Model mastitisin ölçümünde makul ölçüde iyidir. Klinik mastitisin teşhisinde hassaslık % 82 olarak tespit edilmiştir. Sağlam gözlemlerin mastitis olarak yanlış sınıflandırılmasını ifade eden belirlilik yüzdesi ise % 99 olarak tespit edilmiştir.

Ergülen ve Topuz (2008), ile Memmedova ve Keskin (2009), matematiksel modellemenin kolay olmadığı sistemlerin tanımlanmasında yapay zeka ile modelleme

büyük kolaylıklar sağladığını, yapay zeka uygulamalarından; hayvan ıslahı programlarında, damızlık seçimi ve ayıklamada, hayvan barınaklarındaki otomasyon sistemlerinde, optimum üretim deseninin belirlenmesinde, minimum maliyetli rasyon hazırlanmasında, araştırmalarda eksik verilerle çalışılması durumunda, kızgınlığın tespitinde, mastitis gibi hastalıkların erken teşhisi ve genel sürü sağlığının takibinde yararlanmanın mümkün olduğunu bildirmişlerdir.

OSS kullanılan sistemlerde teşhis modelleri ineğin sağlık durumunun denetlenmesi için kullanılmaktadır. Bu verilerden en önemlisi elektrik iletkenliğidir. Eğer bir meme lobunun elektrik iletkenliği en az elektrik iletkenliği gösteren diğer iki meme lobunun ortalamasından % 15 daha fazlaysa o meme lobu mastitise bulaşmış olduğu düşünülmektedir (Grennstam, 2005).

Mastitisin teşhisi için kullanılan diğer bir özellik de sütün rengidir (Hovinen ve ark., 2006). Süt rengi analizi anormal süt ve sütte kanın teşhisinde güvenilir bir yöntem olarak kullanılabilir. Subklinik mastitisin teşhisinde sütün rengine sütteki yağın etkisini dikkate almayan spectrophotometric yöntem bu amaca uygundur. Araştırmada iki grup veri kullanılmıştır. İlk grupta sadece elektrik iletkenliği ele alınırken, diğer grupta hem iletkenlik, hem de sütün rengi ele alınmıştır. 2. grup verilerde mastitisin teşhisinde üstün hassaslık elde edilmiştir.

Ortalama olarak inekler 5 dakikalık sağım süresinde 9-12 litre süt verir. Her 4.5 litre'lik fazla süt sağımı için zaman ilave olarak 1 dakika uzamalıdır. İnek başına daha kısa ve uzun sağım süreleri otomatik sağım makineleri için sorun oluşturmaktadır (Reid, 2000).

Sütün elektrik iletkenliği (Eİ), son zamanlarda mastitisin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Eİ ile mastitisi hastalık belirtilerinin gözlemlenmesinden 2 veya daha fazla sağımdan önce teşhis etmek mümkündür. İki elektrolit arasındaki elektriğin iletilmesini sağlayan çözeltinin ölçümünü ifade eden elektriksel iletkenlik, genelde mS/cm olarak belirtilmektedir (Hillerton ve Walton, 1991). Sütte bulunan en önemli anyon Cl ve katyonlar da Na ve K olup, Eİ'in belirlenmesinde önemli işlevlere sahiptirler. Meme enfeksiyonları sırasında salgı hücrelerinin bazo-lateral membranları Na'u hücre dışı sıvıya pompalarken K'u hücre içerisine almakta, yani Na ve K, salgı hücreleri ile süt arasında pasif olarak aktarılmaktadır. Na/K oranı hücre dışı sıvılar ve kanda 3:1, hücre içi sıvılar ve sütte ise 1:3 düzeyindedir. Kan ve hücre içi sıvılardaki Cl yoğunluğu süttekine göre daha yüksek değerde olup, meme kanalları, iyon ve laktozu geçirmeyen bir yapıya sahiptir (Nielen

ve ark., 1992). Epitel hücrelerdeki sıkı bağların zayıflamasıyla Na ve Cl süt içine, laktoz ve K ise ozmotik basıncın sağlanabilmesi için hücre dışı sıvılara doğru hareket etmektedirler. Salınan iyon yoğunluğu kan damarlarının geçirgenliğini artırmakta, aktif iyon taşıma sisteminin işleyişini de bozmaktadır (Špauskas ve ark., 2006). Böylelikle inek, meme içi enfeksiyonla karşılaştığında sütteki Na ve Cl iyonlarındaki artış nedeniyle sütteki Eİ değerleri de artmaktadır (Nielen ve ark., 1992). Çiğ süt sıcaklığıyla arasında doğrusal ilişki bulunan Eİ değerleri üzerine (Špauskas ve ark., 2006); mastitisin yanında ırk, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi, meme lobu, sağım aralığı, sütün bileşimi, günlük değişimler, kızgınlık, hastalıklar, beslenme düzeyi ve işletmeye ait faktörler etkili olmaktadır (Nielen ve ark., 1992). Örneğin, süt yağının yoğunluğundaki artış, Eİ değerlerini azaltırken, sağım aralığının uzaması, Eİ düzeyinin yükselmesine yol açmaktadır. Ayrıca arka meme loblarına ait Eİ değerlerinin ön loblardakine göre (Cavero ve ark., 2006), ilk süt örneklerine ait Eİ değerlerinin, sağımın ortalarında alınan süt örneklerine göre (Nielen ve ark., 1992) ve sabah sağımlarındaki sütlerin, akşam sağımlarında alınan süt örneklerine göre daha yüksek Eİ değerlerine sahip olduğu bildirilmektedir (Fernando ve ark., 1982). Sağlıklı ineklere ait sütlerin 25 ºC'deki Eİ değerleri 4-5.5 mS/cm olarak bildirilirken, 6.0 mS/cm'nin üzerindeki değerler, meme bezlerinde patolojik oluşumları akla getirmekte (Nielen ve ark., 1992), Eİ değerlerindeki 1 mS/cm'lik artış, 0.88 kg/gün düzeyinde azalmaya yol açmaktadır (Nielen ve ark., 1993). İşletmelerde mastitisin belirlenmesinde kullanılan bir diğer güvenilir parametre olan ve Eİ ile arasında pozitif ilişki bulunan (Sloth ve ark., 2003) SHS kayıtlarının tutulma oranının düşüklüğü, SHS ve bakteriyolojik testlerin fazladan masraf ve işgücü gerektirmesi gibi nedenler, daha ucuz ve kolay kaydedilebilir yöntem olan Eİ ölçümlerine yönelim seçeneğini ortaya çıkarmıştır (Shaldrake ve ark., 1983). Eİ değerleri pratik el cihazları (Seguya ve Mansell, 2000) veya sağım hattına kurulan düzenek yardımıyla ölçülebilmektedir (Pyörälä, 2003). Sağım tesisine kurulan (online) cihazlar ile laboratuar ölçüm değerleri arasında 0.86 düzeyinde yüksek korelasyonun bulunması (Nielen ve ark., 1992), işletmelerdeki ineklere ait süt Eİ değerlerindeki değişimlerin kolay ve hızlı bir şekilde izlenebilmesini ve olası mastitis riskleri azaltılabilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, Lansbergen ve ark., (1994) tarafından yarı optimal test özelliklerine sahip prototip online sistemlerinin subklinik mastitisin tespitindeki etkinliklerinin düşük olduğunu bildirmektedirler. Norberg ve ark., 2004 ise, mastitisli meme loblarından alınan süt örneklerindeki Eİ değerleri her zaman yüksek düzeye ulaşmasa da, bu loblardaki Eİ değerleri arasındaki dalgalanmanın, sağlıklı

loblardaki Eİ değerlerindekine göre oldukça yüksek olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu durumun, mastitisli loblardan alınan sütlerin akışkanlığını etkileyen fiziksel değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Süt somatik hücrelerindeki artış, savunma mekanizmasının ilk tepkisini göstermekte ve sütteki yüksek sayıda somatik hücre sayısı ise, bir enfeksiyona işaret etmektedir. Enfeksiyon sırasında; nötrofillerin memeye infiltre olması, bakteri ve toksin atıklarını fagosite etmesi sonucunda süt verimi düşmekte ve büyük ekonomik kayba neden olmaktadır. Sütteki Somatik Hücre Sayısı 225000'den az ise sürünün subklinik mastitis değerlendirmesi mükemmel (kontrol programı başarılıdır), 300000- 465000 arasında şüpheli (kontrol ölçümleri yapılır ve kronik mastitis yönünden tarama yapılır), 565000 - 675000 arasında yetersiz (subklinik mastitis sürüde yaygın olabilir), 790000-920000 arasında zayıf (sürüde enfeksiyon ve ekonomik kayıp yüksek orandadır), 1000000 ve üzerinde ise çok zayıf (enfekte inekler sürüden ayrılmalıdır) olarak ilişkilendirilmiştir (İnal, 2005).

Somatik hücre sayısının tespiti için, bir işletmeye ayda bir gidilerek süt toplama tankından, ineğin sütünün toplandığı kovadan ve ineğin her bir meme başından örnek alınabileceği, ancak karışık sütten alınan somatik hücre sayısının kullanımındaki dezavantaj, hangi meme lobu veya meme loblarının enfekte olduğunun belirlenememesi olarak bildirilmektedir (İnal, 2005).

Somatik hücreler temel olarak süt hayvanlarının çekirdeğe sahip olan akyuvarları (lökositleri) ve epitel hücreleri olup, memede başta mastitis olmak üzere bir enfeksiyon olduğunda süt bezlerinde ve dolayısı ile sütte miktarları artar (Raubertas ve ark., 1982; Özenç ve ark., 2008; Dube ve ark., 2008). Çiğ sütlerde normal olarak düşük sayılarda bulunmakla beraber, somatik hücre sayısının normalin üzerine çıkması doğrudan süt hayvanının mastitisli olduğunu gösterir (Gargouri ve ark., 2008). Mastitisin ileri aşamaları klinik olarak rahatlıkla belirlenebilir ve bu hayvanların sütleri tank sütüne karıştırılmaz. Hastalığın ilk aşamalarında ise klinik bulgular kolaylıkla görülmez iken akyuvarlar bir koruma önlemi olarak memede ve sütte artar ve bir diğer deyiş ile sütün somatik hücre sayısındaki artış mastitis başlangıcı olarak değerlendirilir. Somatik hücre sayımı tank sütünde yapılarak işletmeye gelen süt içinde mastitisli hayvan sütleri miktarının kabul edilebilir ya da kabul edilemez olduğu belirlenebileceği gibi, somatik hücre sayımı doğrudan süt sağma makinesine ilave edilen basit aygıtlar ile de yapılabilmekte böylece somatik hücre sayısı yüksek olan hayvan sütlerinin tank sütüne karışması başlangıçta önlenebilmektedir. Gelişmiş ülkelerde süt endüstrisi

işletmelerine gelen çiğ sütlerin somatik hücre sayımı zorunludur. Sayım sonuçları normalin biraz üstünde olduğu zaman işletme süt üreticisine ceza vermekte, daha yüksek olduğunda ise sütü ret etmektedir. Çiğ sütlerde somatik hücre varlığının düşürülmesi için bağışıklık sistemini güçlendirici besinler ve prebiyotik içeren yemlerin kullanımı da söz konusudur. Somatik hücre sayımında ele alınan temel kriter 100000 hücre/ml'dir. Bu değerin altındaki sayım sonuçları normal olarak kabul edilirken üzerindeki sayım sonuçları mastitis göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Avrupa topluluğu için geçerli olan limit değer süt cinsine göre (inek, manda) değişmek üzere 400000 – 500000 hücre/ml olarak belirlenmiştir. Topluluk bu değerleri giderek aşağı çekmektedir.

Rasmussen ve ark. (2001a, 2001b) ile Davis ve ark. (2002), çalışmalarında otomatik sağım makineleri ile sağılan ineklerin sütünde somatik hücre sayısının arttığını belirtmişler. Çalışmada yüksek SHS'ye ve 250000 hücre/ml'den fazla SHS'ye sahip hayvanların büyük çoğunluğunun OSS kullanılan işletmelerde görüldüğü açıklanmıştır.

Bu tez çalışmasında klasik yöntemlerle tespiti zor olan subklinik mastitisin BM, YSA, ANFIS ve SVM gibi yapay zeka yöntemleri kullanarak erken dönemde tespit edilmesine çalışılmıştır. LS, SV, Eİ, OSS ve KM gibi giriş verileri kullanılarak dört farklı yöntemle modeller kurulmuştur. 15 aylık süre boyunca ayda bir alınan süt örneklerinden SHS hesaplanmış ve bu değer hayvanın sağlıklı ve ya subklinik mastitisli olduğunun göstergesi gibi sistemin çıkışı olmuştur. SHS'nin giriş verisi olarak kullanılmaması çok sayılı hayvana sahip işletmelerde subklinik mastitise yakalanma riski olan hayvanlar hakkında bilgisayar ortamında mevcut verilerle hemen bir önbilgi edinmek içindir. Subklinik mastitis gözle görülebilen bir hastalık değildir. Bu bakımdan süt sığırı işletmecilerinin böyle bir bilgiye çok ihtiyaçları vardır.

Mastitisin erken tespiti süt üretiminde kalitenin artırılması, sütçülük işletmelerinde ekonomik kayıpların giderilmesini ve hayvan refahının korunmasını sağlaması açısından büyük önem arz etmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Çalışmanın hayvan materyalini Konya ili Karapınar ilçesinde (37^0 $47'$ kuzey, 33^0 $35'$ doğu ve rakım 994 m) bulunan KARYEM Tarım İşletmesinde yetiştirilen 170 baş Siyah Alaca sığır oluşturmuştur.

KARYEM Tarım İşletmesinde sürüdeki tüm olayları anında kaydeden ve bu bilgileri kullanarak ileride sorun yaratabilecek gelişmeleri çok önceden haber veren, dolayısıyla karlılığın en üst düzeyde gerçekleşmesine olanak sağlayan, bu amaçla gerekli ölçüm ve belirlemeleri yapmakta, sürü yönetimini hatasız sürdürmeye yarayacak uyarıcıları yöneticiye bildirmekte ve her türlü bilgiyi saklamakta olan profesyonel bilgisayarlı sürü yönetimi sistemi AFIKIM kullanılmaktadır (Şekil 3.1). Bu program sayesinde hayvanlara ait bireysel bilgiler hem kullanıcı tarafından girilebilmekte, hem de sistem tarafından otomatik olarak kayıt altına alınabilmektedir. Hayvanlar otomatik sağım makineleri kullanılarak sağılmakta ve süt verimi, ortalama sağım süresi, sütün elektrik iletkenliği gibi veriler bu makineler sayesinde otomatik olarak toplanmaktadır.



Şekil 3.1. AFIKIM Bilgisayarlı Sürü Yönetim Sistemi

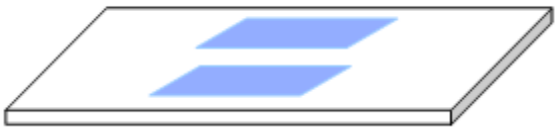
3.1.2. Süt örnekleri

İşletmede sağımlar 03:00 – 06:00 ile 15:00 – 18:00 saatleri arasında olmak üzere günde iki kez yapılmaktadır. Sağımdan hemen sonra memeye jel solüsyon uygulanarak

(Şekil 3.1) memeye olan mikrobiyel bulaşmalar engellenmektedir. İşletmeye ayda 1 kez gidilerek (Şubat 2010'dan Nisan 2011'e kadar), 50 cc'lik tüplerde süt numuneleri alınmıştır. Süt numunesi otomatik sağım sisteminden numune alma aparatları yardımıyla tüm sağım boyunca alınmıştır. Süt örneklerinin alımında esas amacımız sütteki somatik hücre sayısının hesaplanması olduğundan süt örneğinin düzgün şekilde alınmasına dikkat edilmiştir. Bunun için AFIKIM otomatik sağım makinelerine ait örnek alma aparatları kullanılmıştır. Sağım süresi boyunca sağılan süt damla damla örnek alma kabına akmıştır.

3.1.3. Laboratuar işlemleri

Süt numuneleri içinde buz aküleri olan taşıma çantasına konarak aynı gün içinde S.Ü. Ziraat Fakültesi Biyoteknoloji Laboratuarına getirilerek lamlara yayılarak boyanmıştır. Lamın hazırlanması için önce milimetrik kağıt kullanılarak şablon yapılmıştır (Torlak, 2005). Bunun için kağıttan 5x20 mm kesilmiş ve sayımda kullanılacak lamın altına yapıştırılmıştır. Böylece lamın üzerinde belirtilen ebatlarda saha belirlenmiştir. Çiğ süt örnekleri oda sıcaklığına getirildikten sonra, tüpler çalkalanmış ve otomatik mikro pipetle 0.01 ml (10 µl) alınmıştır. Önceden hazırlanmış şablon yardımıyla lamda belirlenen 2 adet 5 x 20 mm^2 alana yayılmış ve lamlar 37 ^oC'lik etüvde kurutulmuştur.



Şekil 3. 2. Somatik hicre sayımına hazır boyanmış lam

Lam üzerine bir film tabakası halinde yayılan sütün kendi halinde kuruması için beklenmiştir. Süt kuruduktan sonra boyama yapılmıştır.

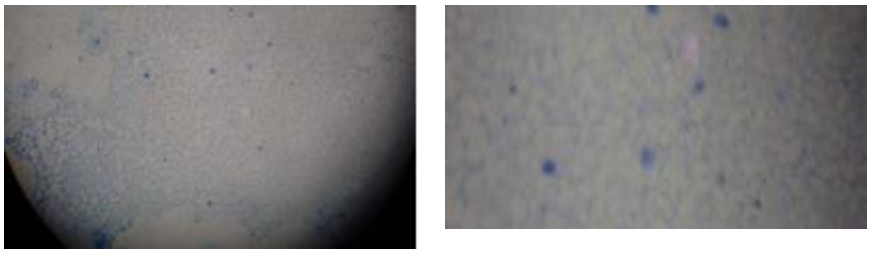
Kullandığımız boya solüsyonu aynı zamanda tespit işlevi de yapmaktadır. Bu nedenle ayrı bir tespit işlemi yapılmamıştır.

Boya lamın üzerini tamamen örtecek şekilde dökülmüş, 10 dakika beklenmiştir.

Lam dik pozisyona getirilerek boyanın akması ve daha sonra lamda kalan boyanın kendiliğinden kuruması beklenmiştir. Yıkama bu işlemlerden sonra çeşme suyu

altında yapılmıştır. Yıkanan lam kurutulmuştur. Artık lam SHS için hazırlanmış olmuştur (Şekil 3.2).

Çözeltinin dakiklikle hazırlanışı ve lamın iyi boyanması mikroskopta görüntünün iyi olmasını sağlamaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Somatik hücrelerin mikroskopta görünümü

Boya solüsyonunun içeriği:

- Metilen mavisi: 0.6 gr
- Trikloretan: 40 ml
- % 96'lık etanol: 54 ml
- Glasiyal asetik asit: 6 ml

Boya çözeltisinin hazırlanışı:

- Trikloretan ve etanol karıştırılır.
- Benmaride 60 – 70 ^{0}C ısıtılır.
- Metilen mavisi eklenir.
- Karışım buzdolabında bekletilir (12-24 saat).
- Asetik asit eklenir.
- Filtre kağıdından süzülür.
- Çözelti haftada bir filtre kağıdından süzülür.

Ayrıca alınan örnek sütlerin elektrik iletkenliği Lactoscan MMC-30 süt analiz cihazı ile de hesaplanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Lactoscan Süt analiz cihazı

3.1.4. SHS sayımı

Laboratuarda lamlara yayılarak boyanmış olan örneklerden mikroskop yardımıyla somatik hücre sayımı yapılmıştır. Sütte somatik hücre sayımının güvenirliğini arttırmak için iki sayım yapılarak ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.5. SHS sayımı için kullanılan mikroskop

Somatik hücreler hazırlanan lamlardan mikroskop (Şekil 3.5) vasıtası ile sayılmış, Görüş Sahası Sayma Yöntemi ile hesaplanmıştır.

GSA = $\pi \times r^2$

ÇF = (5 x 20 mm^2) / GSA

Ortalama hücre sayısı (A) = toplam hücre sayısı / sayılan saha sayısı

10 µl sütteki SHS = A x ÇF

1 ml sütteki SHS = A x ÇF x 100 (Torlak, 2005).

3.2. Yöntem

3.2.1. Yapay zeka ve uzman sistemler

Veri kaynakları, akıllı bir işlem kararı vermek için kullanılabilir. Yapay zeka (YZ); insan gibi düşünen, karar verebilen, yani insanı model alarak bu tip problemleri çözmeyi amaçlayan bir bilim dalı haline gelmiştir.

YZ, kabaca; bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Nabiyev, 2005).

YZ, yüksek seviyede insan gücü gerektiren aktivitelerin bilgisayar yardımı ile yapılmasını konu alan bilgisayar biliminin bir koludur. Bu aktiviteler, görme, duyma, planlama ve çalıştırmayı içerir (Leigh ve Doherty, 1986).

YZ'nin uygulama bulduğu başlıca alanlar; ziraat, işletme, kimya, iletişim, bilgisayar, eğitim, çevre, jeoloji, görüntü analizi, bilgi yönetimi, hukuk, üretim, matematik, eczacılık, meteoroloji, savunma sanayi, madencilik, enerji, uzay teknolojisi ve lojistik sektörleridir (Durkin, 1994).

YZ yöntemleri çoğunlukla yardımcı rol oynayarak insan gibi düşünme sürecine daha kolay yaklaşım elde etmeye olanak tanımaktadır. Son yıllarda YZ yöntemlerinin geleneksel uygulama alanları hayli genişlemiş, tarım gibi özel alanlarda da bu yöntemler yaygın olarak kullanılmağa başlanmıştır (Allahverdi, 1998).

Uzman Sistemler (US) YZ programlama çeşitlerinden biridir. YZ programları, daha çok anlaşılması güç ya da anlaşılmamış problemleri çözmek için kullanılırlar. Çünkü genelde bu programlar için bir algoritma mevcut olmamaktadır. US genel YZ programlarından şu konularda farklılaşırlar; bir YZ programının amacı herhangi bir insanın çözebileceği bir problemi çözmeğe çalışmaktır. Halbuki bir US'in amacı uzman bir insanın çözebileceği problemleri çözmektir. Belirli bir problem kümesi için bir uzman gibi davranan bilgisayar programlarına US denir. US veri işlemeden, bilgi işlemeye bir geçiş olarak ifade edilebilir. Veri işlemede, veri tabanı bir algoritmaya bağlı olarak etkin bir şekilde işlenirken bilgi işlemede herhangi bir algoritmaya bağlı kalınmadan örneğin heuristik (tecrübeye dayalı) metodla çıkarılmış kurallar ve gerçeklerden oluşan bilgi tabanı etkin bir şekilde işlenir. Başka bir tanıma göre US, belli bir alandaki uzman bilgiye ve deneyime dayanan verilerin bilgisayarda, o alanda istenen

bir problem için intellektüel danışma yapabilecek ve karar verebilecek şekilde bir program halinde gerçekleştirilmesidir (Allahverdi, 2002).

US'in tasarımı karmaşık ve çok zaman alan bir iştir. Bir US'in tasarlanması genelde bir grup çalışması gerektirmektedir. US tasarımcılarının fikrince bir US'i tasarlayan grupta en az iki bilgi mühendisi (program için uzman kişiden gereken bilgileri alan ve programcıya ileten kişi), uzman ve programcı dahil olmalıdır (Allahverdi, 1998).

Günümüzde tarımsal üretim karmaşık bir problem olup çeşitli kaynaklardan bilgiyi toplayan ve içeren bir iş haline gelmiştir. Rekabet gücünü koruyabilmek ve doğru karar verebilmek için çiftçi günlerle tarım uzmanına müracaat etmek zorundadır. Maalesef böyle bir danışma çeşitli nedenlerden dolayı her zaman mümkün olmamaktadır. Bu problemi belli bir derecede çözebilmek için çok güçlü bir araç olan US'ler kullanılabilir (Allahverdi, 1998).

Subklinik mastitisin tespiti için yapmış olduğumuz modelde doğru tayin edilmiş subklinik mastitis vakaları 'Doğru Pozitif' (DP) gibi sınıflandırılmıştır. Aktüel subklinik mastitis periyodu haricindeki hastalık belirtileri 'Yanlış Pozitif' (YP) gözlemlere ait edilir. Teşhis edilmemiş subklinik mastitis 'Yanlış Negatif' (YN) ve eğer hiçbir belirti yoksa subklinik mastitis periyodu hariç gözlemler 'Doğru Negatif' (DN) gibi sınıflandırılmıştır.

Hassaslık parametresi tüm subklinik mastitisli vakalar içinden doğru teşhis edilenlerin sayısını göstermekte ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$Hassaslik(\%) = \frac{DP}{DP + YN} \times 100 \qquad (3.1)$$

Teşhis edilen subklinik mastitis belirtilerinin sayısının yanlış teşhislerle doğru teşhislerin toplamına oranı Hata parametresi ile ifade edilmektedir.

$$Hata\ (\%) = \frac{YP}{YP + DP} \times 100 \qquad (3.2)$$

Belirlilik ise yanlış subklinik mastitis belirtileri sayısının doğru negatif gözlemlerin sayısına ilişkisini göstermektedir.

$$Belirlilik\ (\%) = \frac{DN}{DN + YP} \times 100 \qquad (3.3)$$

Yapay Zeka yöntemlerinin (BM, YSA, ANFIS ve SVM) uygulanması ile bulunan hassaslık, belirlilik ve hataya ait oranların karşılaştırılmasında Z testi (oranlar arası farka ait hipotez kontrolü) kullanılmıştır (Kesici ve Kocabaş, 2007).

3.2.1.1. Bulanık mantık

Bulanık küme teorisi 1965 yılında Azeri kökenli Amerikalı bilim adamı Lotfi (Lütfü) Asker-Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Zadeh (1965), insan düşüncesinin büyük çoğunluğunun bulanık olduğunu, kesin olmadığını belirtmiştir. Bulanık küme kavramı, bulanık mantık teorisinin temelini teşkil etmektedir. Geleneksel küme kavramına göre herhangi bir nesne bir kümeye ya aittir, ya da ait değildir. Bulanık küme kavramında ise nesnelerin kümeye aitliği derecelere bölünmektedir; herhangi bir nesnenin bulanık kümeye aitliği 0.5'tir veya 0.8'tir veya 0.25'tir gibi deyimlerle burada sıkça karşılaşılmaktadır. Böylece nesnelerin bulanık kümeye aitliği üyelik dereceleri ile belirlenir ve bu dereceler de üyelik fonksiyonları ile karakterize edilir. Özellikle sistem karmaşık olduğu ve analizin klasik yöntemlerle yapılamadığı ve bilgilerin niteliklerinin belirsiz veya kesin olmadığı durumlarda bulanık mantık denetim yöntemi çok uygun olmaktadır (Elmas, 2003). Bulanık küme, kesin geçişleri elimine ederek belirsizlik kavramının tanımını yeniden verir ve evrendeki bütün bireylere üyelik derecesi değerini atayarak matematiksel olarak tanımlar. Bu derece, bulanık küme tarafından verilen kavram ile uyumludur ve benzer bir bireyin derecesine uyar. Böylece bireyler, bulanık küme içerisinde üyelik dereceleri tarafından gösterilen daha büyük ve daha küçük değerlere ait olabilirler. Bu üyelik dereceleri [0-1] aralığında gerçel değerler ile ifade edilir (Nabiyev, 2005).

Zadeh (1965), insan düşüncesinin büyük çoğunluğunun bulanık olduğunu, kesin olmadığını belirtmiştir. Bu yüzden 0 ve 1 ile temsil edilen Boole mantığı bu düşünce işlemini yeterli bir şekilde ifade edememektedir. İnsan mantığı, açık, kapalı, sıcak, soğuk, 0 ve 1 gibi değişkenlerden oluşan kesin ifadelerin yanı sıra az açık, az kapalı, serin, ılık gibi ara değerleri de göz önüne almaktadır. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır. Ayrıca Zadeh insanların denetim altında, mevcut makinelerden daha iyi olduğunu ve kesin olmayan sözel bilgilere bağlı olarak etkili kararlar alabildiklerini savunmuştur. Klasik denetim uygulamalarında karşılaşılan zorluklar nedeniyle, bulanık mantık denetimi alternatif yöntem olarak çok hızlı gelişmiş ve modern denetim altında geniş uygulama alanı

bulmuştur. Bulanık mantığın genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir (Baykal, 2004b):

- Bulanık mantıkta kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey [0,1] aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.
- Bulanık mantık tam olarak bilinmeyen veya eksik girilen bilgilere göre işlem yapma yeteneğine sahiptir.

Bulanık mantık işlemleri problemin analiz edilmesi ve tanımlanması, kümelerin ve mantıksal ilişkilerin oluşturulması, mevcut bilgilerin bulanık kümelere dönüştürülmesi ve modelin yorumlanması aşamalarından oluşmaktadır. Birçok önkoşul kullanılarak bulanık mantığın problemi çözüme götürüp götüremeyeceğine karar verilebilir. Bu önkoşullara sonucun tutarlılık oranını ve verilerin belirlilik ölçüleri de dahildir.

Öncelikle çözülecek problem için bulanık mantık yaklaşımının doğru bir seçenek olup olmadığına karar verilir. Eğer uygulanacak sistemin davranışı kurallarla ifade edilebiliyorsa veya karmaşık bir matematiksel işlem gerektiriyorsa, bulanık mantık yaklaşımı uygulanabilir. Aksi takdirde bulanık mantık ile elde edilen sonuçlar büyük olasılıkla istenilen değerleri vermeyecektir.

Sistemin her bir çıkış ve giriş değişkenleri için üyelik işlevi tanımlanmalıdır. Üyelik işlevinin sayısı sistemin davranışına bağlı olmakla birlikte, aynı zamanda tasarımcı seçimine de bağlıdır. Kaç tane kural gerektiğine tasarımcı karar verir.

Bulanık mantık çok değişkenli mantıktır. Yani bu mantıkta küme üyeleri derecelendirilebilir. Bu basit bir örnek ile açıklanacak olursa bilgisayar dünyasında büyük önemi olan ikili sayılarda, sayı 0 ya da 1 olabilir, bilgisayar mantığına uygulanırsa ya doğru ya da yanlış olabilir.

Bulanık mantık kuramının en büyük özelliği ‘klasik’ bilgide olduğu gibi sayılardan çok sembolik bilgilerin kullanılmasıdır. Bu bilgi kavramları nesneleri düşünürken bir insanın göz önünde bulundurduğu olguların aynılarını temsil eder. Bu

sayısal işlem yöntemlerinin kullanılmasını dışlamaz, ancak sonuçların incelenmesi genellikle sembole dayalı olarak yapılır. Bulanık mantıkta bulunan ikinci bir kavram da klasik algoritma metotlarının tersine 'tecrübeye dayalı bilgi' metotları kavramıdır.

Bulanık mantığın bir başka özelliği de işlenen verilerin ve bilgilerin belirsiz, eksik, yanlış ve hatta çelişkili olduğu durumlarla yetinmesidir. Bulanık mantık çok karmaşık bir problemi tamamen çözmese de etkili metotlar geliştirir.

Önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir. Bilindiği gibi istatistikte ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı ortam daha çok belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini geliştirebilmek için belirsizliklerle çalışmak gereklidir. Bulanık mantık ile matematik arasındaki temel fark bilinen anlamda matematiğin sadece aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler eksiksiz olmalıdır. Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar.

Bulanık kümelerin en büyük özelliği belirsizlik içeren sözel ve sayısal bilgi ile verileri aynı anda insan aklına en yakın biçimde modelleyebilmesidir. Günümüz teknolojisinde çok yaygın olarak karşımıza çıkan akıllı ve uzman sistemlerle otomasyonda, belirsizlik ortamında en iyi karar verebilme ve modellemenin temelinde bulanık mantık önerme ve çıkarımları bulunur. Bugün artık birçok ülkede, teknolojik alanda hayatın vazgeçilmez unsurları olan akıllı robotlar da diyebileceğimiz çamaşır makinesi, elektrik süpürgesi, fırın, trafik ışıkları, asansörler, soğutucular ve benzeri alet ve cihazlar ile metro, fabrika işletmeleri, iş yönetimi, uzaktan algılama ve daha birçok iş sahasında, gerek dizayn ve imalat, gerekse uygulamada bulanık mantık geniş çapta ve yaygın bir şekilde yer almış bulunmaktadır. Son yıllarda, ülkemizde de, sistem ve kontrol ilkelerinin öğrenimi ve uygulaması hiç olmazsa bilim ve araştırma alanlarında önemli bir yer tutmaktadır. Uluslararası birçok şirketin AR-GE birimlerinde, artık bulanık mantık, sistem ve kontrol mekanizmaları aranır hale gelmiştir. Bu ihtiyaç, az-çok ülkemiz şirketlerinde de başlamıştır (Şen, 2001).

Bulanık mantığın bir hedefi insan gibi düşünülmesini sağlamaktır. Bulanık mantık, insan düşünüşü ve doğal dilindeki belirsizlik esasına göre davranabilir ve onun doğasının gelişigüzellikten farklı olduğunu sezebilir. Bulanık mantık algoritmasının kullanımı, makinelere sıcak, soğuk, geniş, küçük vb. gibi belirli insani kavramları

anlama ve buna yanıt verme olanağı sağlar. Aynı zamanda belirsiz veya az belirli bilgiden belirli sonuçlara erişimde göreceli olarak daha basit bir yaklaşım sağlayabilir.

Bulanık mantığın yetenekleri konusunda mühendislerin bilmesi gereken eldeki problem için mümkün olduğunca en uygun tasarım yaklaşımının seçilmesidir (Baykal, 2004a).

Bulanık mantık, bulanık küme teorisine dayanan bir matematiksel disiplindir. Bulanık kümelere dayalı olan bulanık mantık genelde, insan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakla, gerçek dünyada sık-sık meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olmaktadır. Klasik mantıkta bir önerme 'doğru' veya 'yanlıştır'. Fakat gerçek dünyadaki olayların ne derecede iyi veya yanlış olmasının belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin 100°C suyun sıcaklığı 'sıcak' olarak ifade edilirse 95°C, 80°C'lerdeki su için 'sıcak değildir' ifadesi bu anlamda doğru olmadığı gibi yanlış da değildir. Bu nedenle önermelerin doğru (1) ve yanlış (0) değerleri arasındaki değerler (az sıcak, ılık, az soğuk, vs.) kullanılarak bulanık küme kavramı ortaya atılmıştır. Bulanık küme teorisi 'az', 'sık', 'orta', 'düşük', 'çok', 'birçok' gibi dilbilimsel yapıları kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesini sağlar. Kurallar, bulanık sistemin davranışını tanımladığından, bulanık kümeleri kendi içerisinde çalıştırmaktadır.

Klasik küme, kümeye kesinlikle ait (üye) veya kesinlikle ait değil (üye değil) biçiminde iki grubun oluşturulması ile anlamlıdır. Klasik kümede üye olanlarla olmayanlar arasında kesin bir fark vardır. Ama genelde kullanılan, 'koyu renk', 'uzun saçlı', 'bulutlu gün' gibi doğal dilde kullanılan bazı terimler bu karakteristiğe uymaz. Bunların sınırları belirsiz görünür ve üye olandan üye olmayana geçiş kesin biçimde değildir.

Bulanık küme, kesin geçişleri elimine ederek belirsizlik kavramının tanımını yeniden verir ve evrendeki bütün bireylere üyelik derecesi değerini atayarak matematiksel olarak tanımlar. Bu derece, bulanık küme tarafından verilen kavram ile uyumludur ve benzer bir bireyin derecesine uyar. Böylece bireyler, bulanık küme içersinde üyelik dereceleri tarafından gösterilen daha büyük ve daha küçük değerlere ait olabilirler. Bu üyelik dereceleri [0-1] aralığında gerçel değerler ile ifade edilir (Nabiyev, 2005).

Bulanık mantık kavramı daha çok uzman sistemlerle birlikte kullanılır. Bulanık Uzman Sistem (BUS) veriler üzerinde akıl yürütebilmek için Boole mantığı yerine

bulanık fonksiyon ve kuralların bulanık üyelik kümesini kullanan bir US'dir. BUS'lerdeki kurallara aşağıda bir örnek verilmektedir:

Eğer X düşük ve Y yüksek ise, o halde Z ortadır.

Burada X ve Y giriş değişkenleri veya bilinen veri değerlerinin adlarıdır; Z çıkış değişkeni veya değeri hesaplanması istenen verinin adıdır; düşük - X üzerinde belirlenmiş üyelik fonksiyonu (bulanık altküme); yüksek - Y üzerinde belirlenmiş üyelik fonksiyonu; orta - Z üzerinde belirlenmiş üyelik fonksiyonudur. Kuralın eğer (antecedent) kısmı bu kuralın ne derecede uygulanabileceğini, o halde (consequent) kısmı ise bir veya çok çıkış değişkenlerinin her birine üyelik fonksiyonu tahsis edilmesini tanımlamaktadır. Bir kural birden çok sonuç (hüküm) çıkarmağa da imkan tanıyabilmektedir. Bu sistemlerde çalışma 3-4 adımda gerçekleşir. Önce giriş değişkenleri üzerinde üyelik fonksiyonları belirlenir. Bu aşama bulandırmadır. Çıkarım aşamasında her bir kuralın öncül bölümü için doğru değerler hesaplanır ve bu değerler sonuç bölümüne uygulanır. Sonuçlar bulanık alt kümede olup her kuraldaki her çıkış değişkenine atanır. Her bir çıkış değişkenine atanmış bulanık alt kümelerin tamamı her bir çıkış değişkeni için bir tane bulanık alt küme oluşturacak şekilde birleştirilir. En sonunda da -eğer gerekiyorsa- bulanık çıkış kümesi kesin sayılara dönüştürülmek üzere durulanır. Bu aşamaların hepsi için kullanılabilen çeşitli yaklaşımlar ve farklı işlemler tanımlanmıştır (Baykal, 2004b).

Endüstriyel bir süreç denetiminden sistemin güvenliğinin ve kararlılığının sağlanması, kolay, anlaşılır, tamir edilebilir ve değiştirilebilir olması, sistemin performansının istenen seviyeye çıkarılması, yatırım ve işletme açısından ucuz olması istenmektedir. Bu koşulların gerçekleştirilmesi için denetlenecek sistemin yapısının ve dinamik özelliklerinin çok iyi bilinip matematiksel modellenmesi gerekir. Bazı sistemlerin matematiksel modellenmesi mümkün olmayabilir. Sistemin değişkenleri matematiksel modelleme yapılabilecek kadar kesin olarak bilinmeyebilir veya bu değişkenler zaman içinde değişiklik gösterebilir.

Bazı sistemlerde modelleme doğru şekilde yapılsa bile elde edilen modelin denetleyici tasarımında kullanımı karmaşık problemlere ve oldukça yüksek maliyete neden olabilir. Bu nedenle, bazı denetim algoritmalarının belirsiz, doğru olmayan, iyi tanımlanmamış, zamanla değişen ve karmaşık sistemlere uygulanması mümkün olmayabilir. Bu durumda ya hiç çözüm üretilememekte ya da elde edilen denetleyicinin performansı yeterince iyi olmamaktadır.

Bu gibi durumlarda genellikle bir uzman kişinin bilgi ve deneyimlerinden yararlanılma yoluna gidilir. Uzman kişi az, çok, pek az, pek çok, biraz az, biraz çok gibi günlük hayatta sıkça kullanılan sözel niteleyiciler doğrultusunda bir denetim gerçekleştirir. Bu sözel ifadeler doğru bir şekilde bilgisayara aktarılırsa hem uzman kişiye ihtiyaç kalmamakta hem de uzman kişiler arasındaki denetim farkı ortadan kalkmaktadır. Böylece denetim mekanizması esnek bir yapıya kavuşmaktadır. Temeli insanın herhangi bir sistemi denetlemedeki düşünce ve sezgilerine bağlı davranışının, benzetimine dayanmaktadır. Dolayısıyla, bir insan bir sistemin bulunduğu gerçek durumdan, istenilen duruma götürmek için sezgilerine ve deneyimlerine bağlı olarak bir denetim stratejisi uygulayarak amaca ulaşmaktadır.

İşte bulanık denetim bu tür mantık ilişkisi üzerine kurulmuştur. Bulanık mantık için, matematiğin gerçek dünyaya uygulanması denilebilir. Çünkü gerçek dünyada her an değişen durumlarda değişik sonuçlar çıkabilir.

Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılır. İşte bu sembolik ifadelerin makinelere aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel bulanık mantık kümeler kuramı ve buna dayanan bulanık mantıktır.

Bulanık mantık denetleyicinin temeli bu tür sözlü ifadeler ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur. Bulanık mantık denetleyici uygularken sistemin matematiksel modellenmesi şart değildir.

Sözel ifadelerin bilgisayara aktarılması matematiksel bir temele dayanmaktadır. Bu matematiksel temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantık olarak adlandırılır. Bulanık mantık bilinen klasik mantık gibi (0,1) olmak üzere iki seviyeli değil, [0,1] aralığında çok seviyeli işlemleri ifade etmektedir.

Örneğin odadaki klimanın motoru otomatik olarak değil de, bir insan tarafından denetlendiği varsayılsın; eğer oda sıcaklığı biraz arttıysa denetleyici motorun hızını biraz artıracaktır, eğer oda sıcaklığı çok düştüyse motor hızını çok azaltacaktır. Burada kullanılan ‘biraz’, ‘çok’ terimleri sözel terimler olup ‘bulanık değişkenler’ olarak isimlendirilirler. Bulanık mantık denetimi sözel olarak tanımlanmış denetim stratejisini uzman tabanlı otomatik denetim algoritmasına çevirir. Deneyimler bulanık mantık denetimi ile elde edilen çıkış performansının klasik yöntemlerle elde edilene göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Özellikle sistem karmaşık olduğu ve analizin klasik

yöntemlerle yapılamadığı ve bilgilerin niteliklerinin belirsiz veya kesin olmadığı durumlarda bulanık mantık denetim yöntemi çok uygun olmaktadır (Elmas, 2003).

Bulanık mantık ile tasarlanan ürünlerin kullanımı, tasarlanması, denenmesi daha kolay ve standart sistemlere göre daha iyi bir denetim sağlamaktadır. Ayrıca bulanık mantığın uygulamaya geçirilişi kolay, hızlı ve ekonomiktir.

1980 sonrasında, bulanık mantığın elektrikli süpürgeler, çamaşır makineleri, asansörler, metro ve şirket işletimi gibi konularda kullanılmasında patlama olmuştur. Bulanık mantık yöntemleri son yıllarda, birçok mühendislik dalında, veri tabanlarının sözelleştirilmesinde, telesekreterlerin soruları cevaplamasında ve daha birçok konuda kullanılması bütün dünyada hızla yayılmaktadır. Hele değişik bilim ve mühendislik konularını yayınlayan uluslar arası dergilere girildiğinde, hemen her mühendislik konusunda ve teknolojik çalışmalarda artık fuzzy (bulanık) sistem kontrollerinin ve hesaplamalarının yaygınlaştığı görülmektedir. Gönül bizim ülkemizde de, bu konularla ilgili çalışmaların zaman geçmeden artmasını ister (Şen, 2003).

Hayvan yetiştiriciliğinde verilmesi gereken bazı kararlar herhangi bir formül veya matematiksel bağıntıya göre değil yetiştiricinin ya da konunun uzmanının önceden kazandığı tecrübelerine dayanarak verilmektedir. Bulanık mantık, yetiştiricilerin veya uzmanların tecrübeleri sonucu elde ettiği bu bilgileri ve konu ile ilgili kanıtlanmış bilimsel gerçekleri modelleyerek uzman veya yetiştiriciler gibi karar verebilen sistemlerin oluşturulmasına izin vermektedir. Oluşturulan bu sistemler hayvan yetiştiriciliği konusunda tecrübesi az olan kişilere karar vermede yardımcı olurken diğerlerine de kararlarını kontrol etme şansı tanımaktadır. Bu teorinin araştırıcılara ve uygulayıcılara sağlamış olduğu en önemli kolaylık ise model oluştururken çok fazla matematik bilgisine ihtiyaç duyulmaması ve sağlanması gereken herhangi bir varsayımının olmamasıdır (Görgülü, 2007).

3. 2. 1. 1. 1. Bulanık mantığın avantajları

Bulanık mantık kuramının insan düşünüş tarzına çok yakın olması en büyük üstünlüğünü oluşturmaktadır. Bilindiği gibi denetim işlemlerinin birçoğu sözel niteleyicilerle yapılmaktadır.

Bulanık mantık yaklaşımı matematiksel modele ihtiyaç duymadığından, matematiksel modeli iyi tanımlanamamış, zamanla değişen ve doğrusal olmayan sistemler en başarılı uygulama alanlarıdır.

Bulanık mantık yaklaşımında işaretlerin bir ön işlemeye tabi tutulmaları ve geniş bir alana yayılmış değerlerin az sayıda üyelik işlevlerine indirgenmeleri, uygulamaların daha hızlı bir şekilde sonuca ulaşmasını sağlar.

3. 2. 1. 1. 2. Bulanık mantığın dezavantajları

Bulanık mantık uygulamalarında mutlaka kuralların uzman deneyimlerine dayanarak tanımlanması gerekir. Üyelik işlevlerini ve bulanık mantık kurallarını tanımlamak her zaman kolay değildir.

fgÜyelik işlevlerinin değişkenlerinin belirlenmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem ve öğrenme yeteneği yoktur. En uygun yöntem deneme-yanılma yöntemidir, bu da çok uzun zaman alabilir. Uzun testler yapmadan gerçekten ne kadar üyelik işlevi gerektiğini önceden kestirmek çok güçtür.

Sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispatlanmış kesin bir yöntemin olmayışı bulanık mantığın temel sorunudur. Günümüzde bu sadece pahalı deneyimlerle mümkün olmaktadır.

Bulanık mantık yaklaşımında üyelik işlevlerinin değişkenleri sisteme özeldir, başka sistemlere uyarlanması çok zordur.

Bunun yanı sıra en sık belirtilen dezavantajları ise üyelik işlevlerinin ayarlanmasının uzun zaman alması ve sistemden sisteme değişmesidir.

3. 2. 1. 1. 3. Üyelik fonksiyonu ve tipleri

Genel olarak küme üyelerini değerleri ile değişiklik gösteren eğriye üyelik fonksiyonu (önem eğrisi) adı verilir. Üyelik fonksiyonu grafiğinde x ekseni üyeleri gösterirken, y ekseni de üyelik derecelerini gösterir.

Çok sayıda üyelik fonksiyonu tipi olmakla beraber pratikte en fazla kullanılanlar üçgen, yamuk, çan eğrisi, Gaussian ve sigmoidal fonksiyonlardır. Bunlardan başka S ve Π üyelik fonksiyonları da vardır.

a) Üçgen Üyelik Fonksiyonu

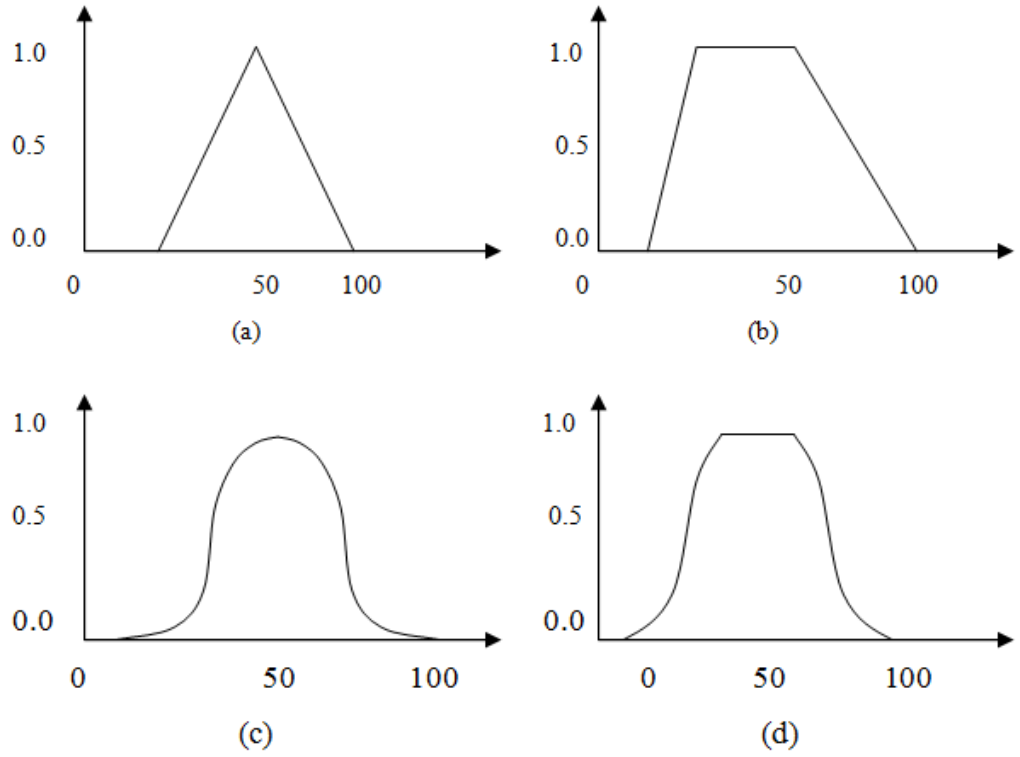
Bir üçgen üyelik fonksiyonu a_1, a_2 ve a_3 olarak üç parametre ile tanımlanır.

$$\mu_A(x;a_1,a_2,a_3)=\begin{cases} a_1 \le x \le a_2 & ise \quad (x-a_1)/(a_2-a_1) \\ a_2 \le x \le a_3 & ise \quad (a_3-x)/(a_3-a_2) \\ x > a_3 \ \text{veya} \ x < a_1 & ise \quad 0 \end{cases} \qquad (3.4)$$

Üçgen üyelik fonksiyonu Şekil 3.6. (a)'da gösterilmiştir.

b) Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Bir yamuk üyelik fonksiyonu a_1, a_2, a_3 ve a_4 olarak dört parametre ile tanımlanır. Aslında üçgen üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur.



Şekil 3.6. Üyelik fonksiyonlarının gösterimi (a) Üçgen, (b) Yamuk, (c) Gaussian, (d) Çan şekilli

$$\mu_A(x;a_1,a_2,a_3,a_4)=\begin{cases} a_1 \le x \le a_2 & ise \quad (x-a_1)/(a_2-a_1) \\ a_2 \le x \le a_3 & ise \quad 1 \\ a_3 \le x \le a_4 & ise \quad (a_4-x)/(a_4-a_3) \\ x > a_4 \ \text{ veya } x < a_1 & ise \quad 0 \end{cases} \tag{3.5}$$

Formüllerinin basit oluşu ve bilgi işlemsel etkinlikleri açısından hem üçgen hem de yamuk üyelik fonksiyonları çeşitli bulanık mantık uygulamalarında oldukça sık kullanılan fonksiyonlardır. Şekil 3.6 (b)'de Yamuk üyelik fonksiyonunun grafiksel gösterimi verilmiştir.

3. 2. 1. 1. 4. Bulanık uzman sistemler

Verilerin yetersiz ve az olduğu sistemlerin araştırılmasında bulanık olan girdi ve çıktı bilgilerinden bulanık mantık kurallarının kullanılması ile anlamlı ve yararlı çözüm çıkarımlarının yapılması yoluna gidilebilir.

Bulanık uzman sistem belirsizliği ve bulanık bilgiyi değerlendirebilen bir uzman sistemdir. Gerçek dünyada insan uzman, bilgisini sözel terimlerle tutar. Bundan dolayı bulanık kurallarla bilgiyi temsil etmek ve bulanık çıkarım yöntemlerini kullanmak doğaldır.

Kullanım yeri, bakış açısı ve vurgulanan boyutu ile ilgili olarak, bulanık uzman sistemler; bulanık model, bulanık çıkarım sistemi, bulanık kural tabanlı sistem, bulanık ilişkilendirici bellekler (fuzzy associative memories) ya da denetleyicilerde kullanıldığı zaman bulanık mantık denetleyiciler olarak da bilinir.

Bulanık bir uzman sistem yapısı, bulanık mantık denetleyicilere benzer. Bulanık mantık denetleyicilerde olduğu gibi bulandırma arayüzü, bilgi tabanı ve çıkarım motoru (karar verme mantığı) olabilir. Durulama modülü yerine sözel yaklaştırma modülü olabilir. Bulanık uzman sistemlerde çıkarım süreci üç veya dört adımdan oluşur. Bunlar bulandırma, çıkarım, bileşke ve durulama olarak tanımlanabilir (Baykal, 2004a).

Bulandırma her bir kural ve varsayımın doğruluk derecesini belirlemek için gerçek değerlere uygulanmış giriş değişkenleri üzerinde üyelik fonksiyonlarının belirlenmesidir. Çıkarım her bir kuralın varsayım kısmı için doğru değerlerin hesaplanması ve bu değerlerin her kuralın çıkarım kısmına uygulanmasıdır. Bileşke her bir çıkış değişkenine atanmış bulanık alt kümelerin tümünün her bir çıkış değişkeni için bir tane bulanık alt küme oluşturulması için birleştirilmesidir. Durulama bulanık çıkış kümesi kesin sayılara dönüştürülmek istendiği zaman yapılan işlemdir.

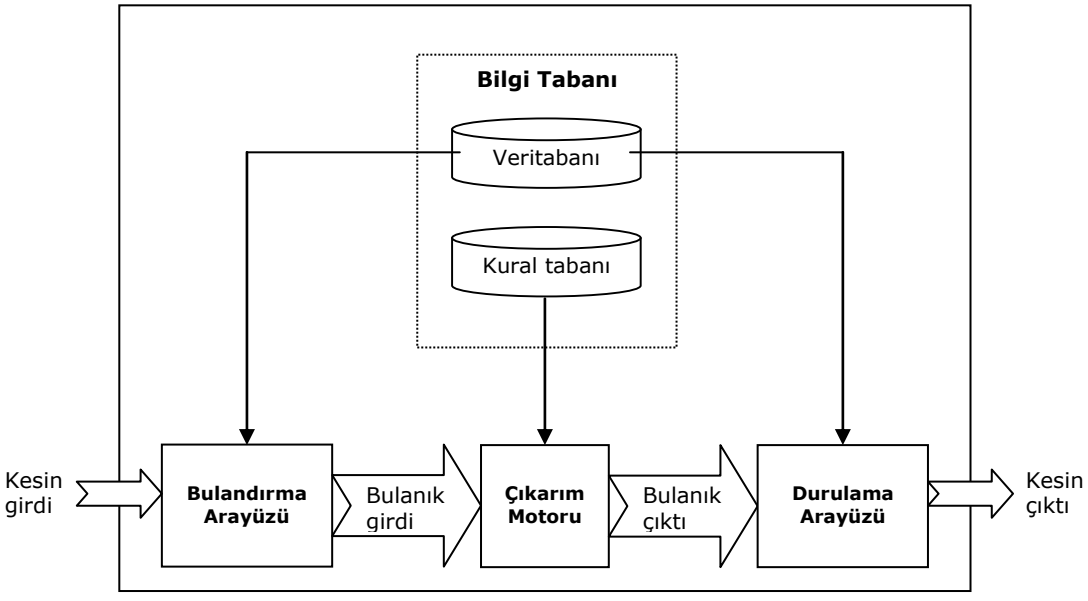
Bulandırma arayüzü kullanıcının isteğini değerlendirir ve böylece bulandırma stratejisini belirler. Eğer sözel terimleri alan bir bulanık uzman sistem yapmak istiyorsak, bu modül bazı bulanık bilgileri tutmak zorunda kalacaktır. Bulandırma stratejisi bulanık mantık denetleyicilerinkine benzer. Bulanık mantık denetleyicilerin tersine, ayrıklaştırma ya da normalleştirme gerekmez. Fakat bulanık bölümleme ve her alt bölgeye bulanık sözel terim atama gerekir.

Uzman bilgisi bulanık terimler kullanılarak eğer-o halde şeklinde sunulabilir. Her kural kuralın kesinlik düzeyini temsil eden kesinlik faktörüne sahip olabilir. Bu kesinlik faktörü her kuraldan sonuçların toplanmasında kullanılır.

Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde deneyim, çıkarım, dereceleme, açısal bulanık kümeler, yapay sinir ağlan, genetik algoritmalar, çıkarımcı akıl yürütme gibi değişik yaklaşımlar kullanılabilir.

Çıkarım motoru (karar verme mantığı) bulanık uzman sistemin bulanık mantık denetleyici gibi çıkarım yöntemleri kullanmasını sağlar. Çıkarım her bir kuralın öncül kısmı için doğru değerlerin hesaplanması ve bu değerlerin her kuralın soncul kısmına uygulanmasıdır. Bileşim her bir çıkış değişkenine atanmış bulanık alt kümelerin tümünün her bir çıkış değişkeni için bir tane bulanık alt küme oluşturulması için birleştirilmesidir. Sistem makine ya da süreç ile değerlendirilemez ve bundan dolayı bir kuralın soncul parçasında monotonik bir üyelik fonksiyonlu bulanık kümeye sahip olmak zordur. Bundan dolayı özellikle, Mamdani yöntemi ve Larsen yöntemi sıklıkla kullanılır. Bulanık uzman sistemin genel yapısı Şekil 3.7'de verilmiştir.

Bulanık uzman sistem bir makine ya da süreci kontrol etmiyorsa, genellikle durulama gerekmez. Durulama arayüzü yerine bazen sözel yaklaştırma arayüzü kullanılır. Bu modül elde edilen bulanık kümeye en yakın sözel bir terimi bulur. Bunu yaparken bulanık kümeler arasında mesafe ölçüm teknikleri kullanılabilir (Baykal, 2004).



Şekil 3.7. Bulanık uzman sistemin genel yapısı

Bulanık uzman sistemlerde genel olarak, bulandırma arayüzü, çıkarım motoru (karar verme mantığı), durulama arayüzü ve bilgi tabanı olmak üzere dört bölümden söz

edilebilir. Bulandırma arayüzü kesin girdi değerlerini bulanık değerlere çevirir. Bunun için girdi değerlerini alır, girdi değişken aralığının uygun evrensel kümeye dönüştürülmesini sağlar ve girdi verilerini uygun sözel değerlere (bulanık kümeler) dönüştürür. Çıkarım motoru (karar verme mantığı) bulanık kavramlara dayalı insan karar verme işlemini taklit eder. Ayrıca bulanık içerme ve sözel kuralları kullanan bulanık denetim etkinliklerini uygular. Çıkarım motoru akıl yürütme işlemini bulanık çıktıları elde etmek üzere uygulamaktadır.

Bilgi tabanı uygulama alanı hedeflerinin bilgisini içerir, kural ve üyelik fonksiyonlarını tanımlar. Bilgi tabanı bir veri tabanı ve sözel kural tabanından oluşur. Veritabanı denetim kuralları ve veri işlemede kullanılan gerekli tanımları içerir. Sözel kural tabanı stratejiyi ve kuralları sözel ifadeler aracılığı ile tanımlamaktadır. Kural tabanı, sözel olarak ilgili sistemin modellenmiş hali olarak görülebilir.

Durulama arayüzü ise bulanık çıktı değerlerini, klasik (kesin) değerlere çevirmekten sorumludur.

3. 2. 1. 1. 5. Bulanık uzman sistemin kurulması

Bulanık uzman sistemler bulanık modelleme ilkelerine göre kurulurlar. Genel olarak tercih edilen model tipi Mamdani yaklaşımıdır.

Bulanık bir uzman sistemin kurulma süreci aşağıdaki gibidir:

1. Problem alanı belirleme ve sözel değişkenleri tanımlama
2. Bulanık kümeleri belirleme
3. Bulanık kuralları sağlama ve yapılandırma
4. Bulanık kümeleri, bulanık kuralları ve işlemleri uzman sistemde bulanık çıkarımı sağlayacak şekilde kodlama
5. Sistemi değerlendirme ve ayarlama şeklinde olmaktadır.

Kural tabanı oluşturduktan sonraki aşama, bulanık kümelerin, bulanık kuralların ve işlemlerin uzman sistemde bulanık çıkarımı başarmak için kodlanmasıdır. Bunu başarabilmek için iki seçenekten biri seçilebilir. Ya C/C++ gibi bir programlama diliyle sistem kurulur ya da MATLAB Fuzzy Logic Toolbox ya da Fuzzy Knowledge Builder gibi bulanık mantık geliştirme aracı uygulanır. Bundan sonraki aşama, en son ve en fazla emek gerektiren kısım olup sistemin ayarlanmasını içerir. Burada başlangıçta belirlediğimiz gereksinimlerin yerine getirildiği görülmek istenir. Fuzzy Logic Toolbox sistem performansını değerlendirebilecek yüzey üretebilir. Yine de uzman, sistem

performansından dolayı tatmin olmayabilir. Sistem performansını daha da arttırmak için başka bulanık kümeler ekleyerek kural tabanını genişletebilir.

Bulanık sistemlerin ayarlanmasında aşağıdaki gibi çeşitli yaklaşımlar olabilir (Baykal, 2004);

- Girdi ve çıktı değişkenleri tekrar gözden geçirilip, gerekiyorsa aralıkları değiştirilmelidir.
- Bulanık kümeler gözden geçirilip, gerekiyorsa evrensel kümeye ek kümeler eklenmelidir.
- Komşu kümeler arasında yeterli örtüşmeler sağlanmalıdır. Üçgen-üçgen ve yamuk-üçgen bulanık kümelerinin tabanlarının % 25-50 kadarının örtüşmesi önerilmektedir.
- Kurallar gözden geçirilip, gerekiyorsa yeni kurallar kural tabanına eklenmelidir.
- Sistemin hatalı davranışlarını yakalamak üzere, sınır kuralları açısından kural tabanını değerlendirmelidir.
- Kural çalışma ağırlıkları ayarlanmalıdır. Bulanık mantık araçlarından çoğu ağırlıkları değiştirmek suretiyle kuralların öneminin denetlenmesini sağlayacaktır.
- Bulanık kümelerin şekli düzenlenmelidir. Çoğu olguda, bulanık sistemler yaklaşık biçime oldukça toleranslıdır.

Bulanık uzman sistemler bulanık mantığın en yaygın olarak kullanıldığı alanlar olup, doğrusal ve doğrusal olmayan denetim, örüntü tanıma, finans sistemleri, işletim araştırmaları, tıbbi tanı ve veri analizi alanlarında çok sayıda örnekler bulunmaktadır.

3. 2. 1. 1. 6. Bulandırma birimi

Bulandırma, genel olarak sisteme dışarıdan gelen verilerin, sistemin çıkarım mekanizması aracılığı ile bilgi tabanındaki bilgileri kullanarak işlenebilmesi için gereken ön hazırlıkları içermektedir. Bulandırma bölümünde, girdi verilerinin ölçeksel olarak eşlenmesi, gürültüye karşı strateji geliştirme ve bulandırma fonksiyonunun seçimi olmak üzere üç ana konu ele alınmaktadır.

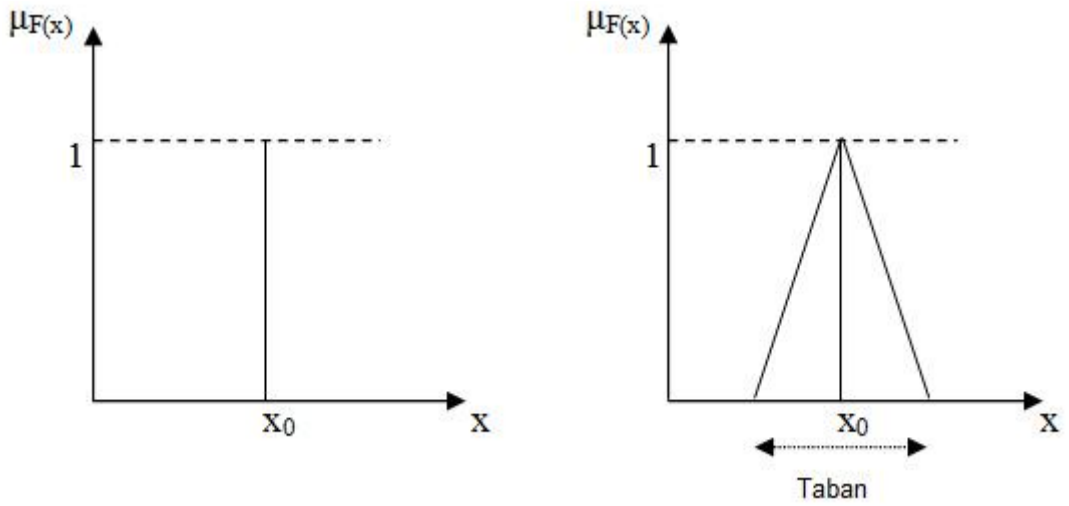
Girdi verilerinin ölçeksel olarak eşlenmesinde, girdi değişken değerleri aralığının, uygun bir evrensel kümeye dönüştürülmesi gerçekleştirilmektedir. Bir girdi değeri bu ölçüm sistemine girip çıkınca, değerler, belirlenen evrensel küme aralığında

bulunmalıdır. Örnek olarak girdi değişkenlerinin aralığı -1 ile + 1 arasında normalleştirilmişse, sisteme giren değer normalleştirme aralığında eşleştirilecek şekilde işlenmektedir.

Gözlemlenen veri ölçülürken, verilerin rasgele gürültü ile karışması söz konusu olabilir. Bu gibi bir durumda, bulandırma işlemi ile şüpheli veri bulanık sayılara dönüştürülmelidir. Bulanık sayılar, rasgele değişkenleri daha kolay işleyeceğinden hesaplama etkinliği daha da artacaktır.

Diğer yandan, gözlenen verinin belirsizlik içermediğini kabul ediyorsak, gözlenen veriyi bulanık tekillik olarak ele alabiliriz. Bulanık tekillik kesin bir değerdir ve böyle bir durumda veriye bulanıklık eklenmemiş olur. x_0 gözlenen kesin değer, x bulanık kümeyi, Fuzz bulandırma işlemcisini göstermek üzere, x = Fuzz (x_0) olarak hesaplanmaktadır. Seçilen bulandırma işlemcisi kesin verinin bulanık kümelere dönüşümünü etkilemektedir (Aliev, 2001).

Şekil 3.8'te (a) kesin veriyi bulanık tekillik değerine, (b) bulanık üçgen sayıya dönüştüren bulandırma fonksiyonu görülmektedir. Üçgenin zirve noktası taban veri kümesinin standart sapmasının iki katı iken veri kümesinin ortalama değerine karşılık gelmektedir.



Şekil 3.8. Bulandırma fonksiyonu: bulanık tekillik değeri (a), bulanık üçgen sayı (b)

3. 2. 1. 1. 7. Veritabanı

Veritabanı parçasında, evrensel kümenin ayrıklaştırma ve normalleştirilmesi, girdi ve çıktı uzaylarının bulanık bölümlenmesi ve ilk bulanık kümenin üyelik fonksiyonu olmak üzere çeşitli işlemler yapılmaktadır.

Belirsiz bilginin bulanık kümelerle modellenmesi sayısal bilgisayarlar için bilginin nicelendirilmesi sorununu getirir. Bulanık sistemlerde evrensel küme, ayrık ya da süreklidir. Eğer evrensel küme sürekli ise, ayrıklaştırma işlemi ile ayrık evren haline getirilmelidir. Bir veri kümesi ayrıca, kesin bir veri aralığında normalleştirilebilir.

3. 2. 1. 1. 8. Bulanık kural tabanı

Bulanık kural tabanı bulanık bir sistemin kalbidir. Bulanık sisteme gelen veriler, öncelikle işlenmeye hazır hale getirildikten sonra bulanık kural tabanında yüklenmiş "eğer- o halde" şeklinde tanımlanmış kurallara göre, çıkarım mekanizması tarafından işlenirler. Bulanık kural tabanında aslında, ilgilenilen sistemin bir modeli sözel ifadelerle (bulanık kümeler) "eğer- o halde" kurallarında işlenmiş durumdadır.

Aslında bulanık küme teorisi kullanarak sistem modelleme konusunda kural tabanlı sistemler, bulanık doğrusal regresyon yöntemi gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

3. 2. 1. 1. 9. Çıkarım birimi ve yöntemleri

Bir girdi, bulanık kural tabanında çıkarım mekanizması sayesinde işleme tabi tutulur. Kural tabanında bilginin modellenme şekline göre (Mamdani, Takagi Sugeno Kang vs.) eldeki girdiye karşılık olarak gelen çıktı değeri belirlenecektir. Bu süreç çıkarım ve karar verme sürecidir. Burada girdinin işlenebileceği kurallarla işleme sokulması söz konusudur. Yapılan işlem aslında içerme işlemi ve ardından elde edilen sonuçların bileşkesinin alınmasıdır.

Önce bulanık "eğer - o halde" kurallarını değerlendirme problemini yani içerme işlemini ele alalım. Bulanık "eğer - o halde" kuralları bulanık içerme olarak değerlendirilebilir.

$$\mu_{A\Rightarrow B}(a,b) \equiv \mu_A(a) \Rightarrow \mu_B(b)\ ,\ a \in A,\ b \in B \qquad (3.6)$$

İki değerli klasik mantık için, değerlendirme basittir;

$$\mu_B(b) = \begin{cases} 1 & \text{Eger } \mu_A(a) = 1 \\ 0 & \text{Eger } \mu_A(a) = 0 \end{cases} \tag{3.7}$$

yani, $a \in A \Rightarrow b \in B$ olup;

$$\mu_{\bar{B}}(b) = \begin{cases} 1 & \text{Eger } \mu_{\bar{A}}(a) = 1 \\ 0 & \text{Eger } \mu_{\bar{A}}(a) = 0 \end{cases} \tag{3.8}$$

yani, $a \notin A \Rightarrow b \notin B$ dir.

Bulanık mantık için, belirli bir mantıksal sistem seçimine göre, "eğer - o halde" kuralları için çeşitli seçenekler söz konusudur;

$$\mu_A(a) \Rightarrow \mu_B(b) \tag{3.9}$$

yani;

$$\mu_{A\Rightarrow B}(a,b) = \min\{\mu_A(a), \mu_B(b)\} \tag{3.10}$$

$$\mu_{A\Rightarrow B}(a,b) = \mu_A(a) \cdot \mu_B(b) \tag{3.11}$$

$$\mu_{A\Rightarrow B}(a,b) = \min\{1, 1 + \mu_B(b) - \mu_A(a)\} \tag{3.12}$$

$$\mu_{A\Rightarrow B}(a,b) = \max\{\min\{\mu_A(a), \mu_B(b)\}, 1 - \mu_A(a)\} \tag{3.13}$$

$$\mu_{A\Rightarrow B}(a,b) = \max\{1 - \mu_A(a), \mu_B(b)\} \tag{3.14}$$

Gougen formülü;

$$\mu_{A\Rightarrow B}(a,b) = \begin{cases} 1 & Eger \quad \mu_A(a) \le \mu_B(b) \\ \mu_B(b) / \mu_A(a) & Eger \quad \mu_A(a) > \mu_B(b) \end{cases} \tag{3.15}$$

Tüm bu değerlendirme formülleri bulanık mantık çıkarım amacına uygun olup, içerme bağıntısı ile aynı formülü tutarlı olarak sağlamaktadır.

Bu formüller, daha çok sayıdaki parçayı da kapsayacak şekilde genişletilebilir.

A_i, B_i ve C_i sırasıyla i = 1, 2, $e \in E$, $f \in F$ ve $g \in G$ için E, F ve G da tanımlanmak üzere iki tane bulanık denetim kuralını düşünelim;

R_1: Eğer e A_1 ve f B_1 ise g C_1' dir.

R_2: Eğer e A_2 ve f B_2 ise g C_2' dir.

Girdiler genellikle alıcılarla ölçülür ve kesin değerdedir. Bazı olgularda girdi verisini bulanık kümelere döndürmeye elverişli olabilirler. Bununla beraber genelde, kesin bir değer bir bulanık tekillik olarak işlenebilir (Zadeh, 2001).

1. Tekillik girdisi: Eğer girdi tekillik değeri olarak verilirse, ilk ve ikinci kuralların α_1 ve α_2 eşleşme dereceleri (ateşleme şiddetleri) $\mu_{A_1}(e_0)$ ve $\mu_{B_1}(f_0)$

kullanıcının girdiği veri (e_0 ve f_0) ile kural tabanındaki veri (A_i ve B_i) arasındaki kısmi eşleşme dereceleri olmak üzere $\alpha_1 = \mu_{A_1}(e_0) \wedge \mu_{B_1}(f_0)$ ve $\alpha_2 = \mu_{A_2}(e_0) \wedge \mu_{B_2}(f_0)$ olarak açıklanabilir.

2. Bulanık girdi: Eğer girdi A_2 ve B' bulanık kümeleri olarak verilirse, kuralların α_i eşleşme dereceleri, i = 1, 2 için;

$$\alpha_i = \min[\max_e(\mu_{A'}(e) \wedge \mu_{A_i}(e)), \min_f(\mu_{B'}(f) \wedge \mu_{B_i}(f))] \tag{3.16}$$

olacaktır. Eşleşme derecelerinin kartezyen çarpımda EK işlemcisi ile elde edilmektedir. Bu bağıntılar, aşağıdaki dört çıkarım yönteminde anahtar rol oynamaktadır.

a) Mamdani Yöntemi

Bu yöntem min işlemcisi R_c yi bulanık içerme olarak, max-min işlemcisini de bileşke olarak kullanır. i = 1, 2, ... , n (e∈E, f∈F ve g∈G için);

R_i: Eğer e A_i ve B_i ise g C'dir şeklinde bir kural tabanı verildiğini kabul edelim. Öyleyse R_i = (A_i ve B_i) → C_i;

$$\mu_{R_i} = \mu_{(A_i ve B_i) \to C_i}(e, f, g) \tag{3.17}$$

ile tanımlanır;

1. Girdi veri tekil olduğu zaman; e = e_0, f = f_0;

$$\mu_{C_i}(g) = [\mu_{A_i}(e_0) ve \mu_{B_i}(f_0)] \to \mu_{C_i}(g) \tag{3.18}$$

Mamdani yöntemi bulanık içerme (koşul önermesi) (→) için min işlemcisini kullanır.

$\alpha_i = \mu_{A_i}(e_0) \wedge \mu_{B_i}(f_0)$ olduğunda, $\mu_{C_i}(g) = \alpha_i \wedge \mu_{C_i}(g)$ olur.

Çıkartılan sonuç C nin μ_C üyelik fonksiyonunun bireysel denetim kurallarından türetilen toplu sonuç olarak verildiğini ve böylece iki kural R_1 ve R_2 varken,

$$\mu_{C'}(g) = \mu_{C'_1}(g) \vee \mu_{C'_2}(g) \tag{3.19}$$

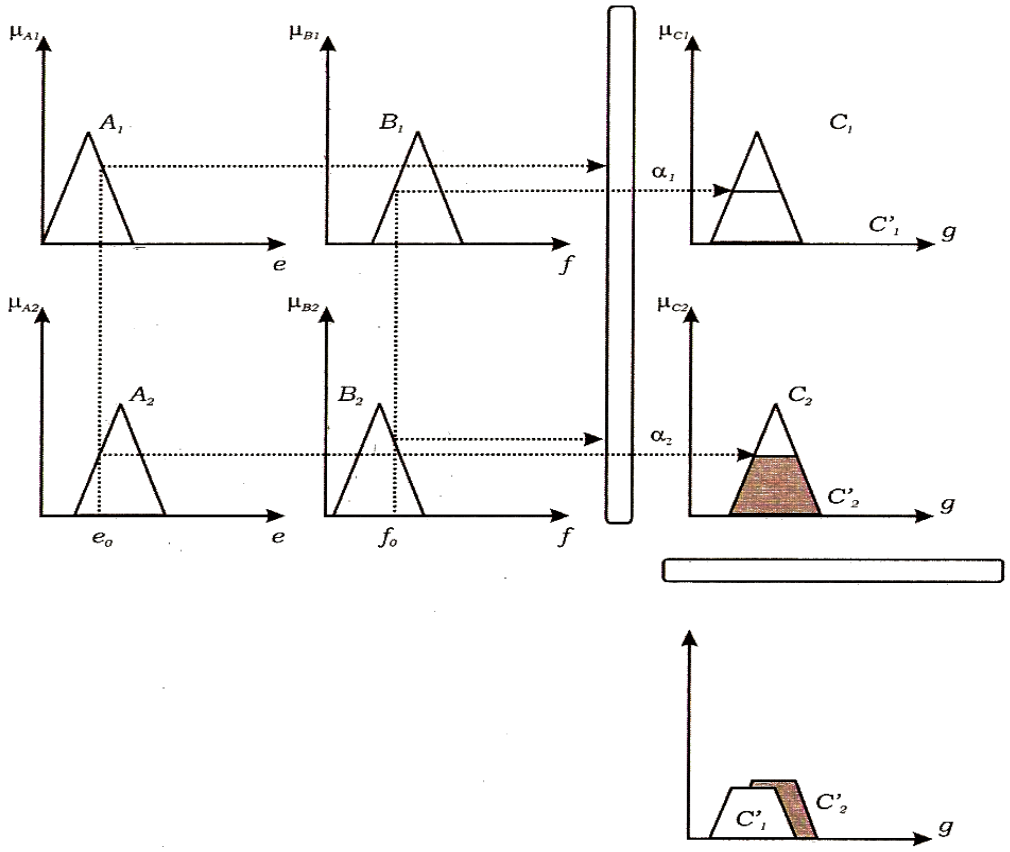
$$\mu_{C'}(g) = [\alpha_1 \wedge \mu_{C_1}(g)] \vee [\alpha_2 \wedge \mu_{C_2}(g)] \tag{3.20}$$

Girdiler tekillik olarak verildiğinde bu Mamdani bulanık çıkarım süreci aşağıdaki şekildeki gibi temsil edilir.

$$\mu_{C'}(g) = \bigvee_{i=1}^{n} [\alpha_i \wedge \mu_{C'_i}(g)] = \bigvee_{i=1}^{n} \mu_{C'_i}(g) \tag{3.21}$$

$$C' = \bigcup_{i=1}^{n} C'_i \tag{3.22}$$

elde edilir. Mamdani çıkarım yöntemi Şekil 3.9'ta verilmiştir.



Şekil 3.9. Mamdani çıkarım yöntemi

2. Girdi veri A' ve B' bulanık kümeleri olduğu zaman

$$\alpha_i = \min_e[\max(\mu_{A'}(e) \wedge \mu_{A_i}(e)), \max_f(\mu_{B'}(f) \wedge \mu_{B_i}(f))] \tag{3.23}$$

olduğunda

$$\mu_{C_i'}(g) = \alpha_i \wedge \mu_{C_i}(g) \tag{3.24}$$

$$\mu_{C'}(g) = \bigvee_{i=1}^{n}[\alpha_i \wedge \mu_{C_i'}(g)] = \bigvee_{i=1}^{n} \mu_{C_i'}(g) \tag{3.25}$$

$C' = \bigcup_{i=1}^{n} C_i'$ elde edilir.

C sonucu, bulanık bir kümedir, bundan dolayı deterministik bir denetim etkinliği elde etmek istersek, durulaştırma yöntemini kullanırız.

3. 2. 1. 1. 10. Durulama birimi ve yöntemleri

Pratik uygulamalarda, özellikle cihaz ve mühendislik plan, proje ve tasarımlarında boyutlandırmalar için kesin sayısal değerlere gerek duyulmaktadır. İşte bu durumlara bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli

cevapların verilmesi için bulanık olan bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir. İnsanlar için yapay zeka çalışmalarında bulanık değişken, küme, mantık ve sistemler öneme sahip olmasına mukabil, bunların bulanık olabilecek çıkarımlarının kesin sayılar haline dönüştürülmesi gerekir. İşte bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüne birden durulaştırma (defuzzification) işlemleri adı verilir.

Pratik ve endüstri uygulamalarında bir makinenin ihtiyacı olan akımın artırılması bulanık olarak düşünülebilir. Ancak ne miktarda artırılacağı kesin sayılarla olur. Bu nedenle, durulaştırma doğal ve gerekli bir işlemdir. Burada sunulan durulaştırma yöntemlerinden hangisinin en iyi olduğu sorusu vardır. Buna karar verilebilmesi için kullanıcının ilgilendiği sorunla ilişkili olarak bazı durumları önceden bilmesi gereklidir. Bu bilgilerin başında incelenen olayın sürekli olup olmadığıdır. Sürekli durumun söz konusu olması durumunda bulanık sistemde küçük bir değişiklik çıktılarda büyük değişikliklere sebep olmaz.

İkinci olarak göz önünde tutulması gerekli olan husus ise, durulaştırmadan sonra varılan sonucun müphem, ikilemli veya çok cevaplı olmamasıdır. Mesela, böyle bir istek en büyük alanın merkezi yönteminde sağlanamayabilir. Çünkü en büyük üyelik fonksiyonlarının eşit alana sahip olmaları durumunda sonuç için ikilem belirsizliği ortaya çıkar. Aranılması gerekli üçüncü kriter ise sonuçların makul ve mantıki olmasıdır. Örneğin, makul ve mantıki bir durulaştırmada varılan tek değer, bulanık kümenin dayanağının ortalarına doğru ve üyelik derecesinin oldukça büyük olması beklenir. Aranılan bir diğer özellik ise yapılacak hesaplamaların basit olmasıdır.

Son olarak, bulanık çıktı kümesinin ağırlıklarını hesaba katan ağırlıklı yöntemin öncelikle tercih edilmesidir. Böyle bir yaklaşım sentroid, ağırlıklı ortalama ve toplamların merkezi yöntemleri arasında farkın belirmesine yarar. Durulaştırma sonucunda elde edilen tek değerin, eldeki verilerin ışığı altında soruna iyi denilebilecek cevap vermesi beklenir (Şen, 2001).

Pek çok pratik uygulamada, denetim komutu kesin bir değer olarak verilir. Bundan dolayı, bulanık çıkarım sonucunu durulamak gerekir. Durulama, elde edilmiş bir bulanık denetim etkinliğinde olasılık dağılımını en iyi gösteren, bulanık olmayan denetim etkinliği elde etme sürecidir. Ancak, iyi bir durulama stratejisi seçmek için sistematik bir işlem yoktur ve bundan dolayı uygulamanın özelliklerini dikkate alan bir yöntem seçilmesi gerekir.

Matematiksel olarak, bulandırma, R gerçel sayılar alanı, F bulanık kümeler alanı olmak üzere Bulandırma (R)→F ile gösterilirse bunun tersi durulama olarak tanımlanır. Bu işlem bulanık bir kümeyi sayısal değerlere çevirir. Durulama, Durulama (F)→R olarak gösterilebilir. Çıkarım motoru bulanık kümeleri alıp bulanık kurallar kümesini uygulayarak dönüştürür. Bu durum da ÇM(F)→F olarak temsil edilebilir.

Genel olarak bir gerçel sayının başka bir gerçel sayıya dönüştürülmesi açısından bir bulanık sistem;

R→Bulandırma(R)→F→ÇM(F)→F'→Durulama(F')→R

olarak gösterilir. Bulandırma ve durulama birbirlerinin bütünleyicisi gibi görünse de, ters fonksiyonlar değildir. Durulama yöntemlerinde genel olarak gözlemlenen dört özellik vardır.

1. Durulama işlemcisi daima bir sayısal değer hesaplar. Bu, durulamanın tanımı gereğidir. Açıkça, iki bulanık küme aynı durulanmış değeri verebilir. Ayrıca, durulanmış değerin daima orijinal bulanık kümenin dayanakları arasında olduğu kabul edilir.

2. Üyelik fonksiyonu durulanmış değeri belirler. Bulanık kümenin monotonik olarak daraltılması normal bir bulanık kümenin normalini verir. Benzer şekilde monotonik genişletme işlemcisi bulanık küme normalinden itibaren durulanmış bir değeri verir.

3. İki üçgen bulanık sayının işleme sokulup durulanmasından elde edilen değer daima bireysel olarak durulanıp işleme sokulmasında elde edilen değerlerin arasında yer alır. Af, Bf; bulanık kümeler ve T; T norm olmak üzere Cf=T(Af,Bf) ise Durulama(Af)$\leq$ Durulama (Cf) $\leq$ Durulama(Bf) ve bu durum T-conorm ($\perp$) olmak üzere Cf = $\perp$(Af,Bf) için de geçerlidir.

4. Engelleyici bilgi durumunda, durulanmış değer sınırlı bölgeye düşürülmelidir.

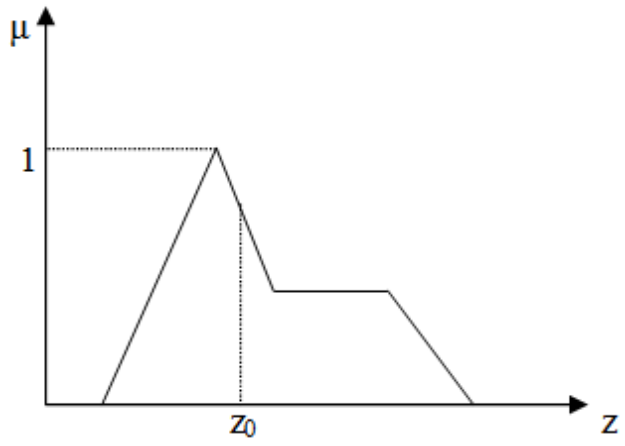
30'dan fazla durulama yöntemi vardır. Bunların bir kısmı en büyük üyelik ilkesi, sentroid yöntemi, ağırlıklı ortalama yöntemi, ortalama en büyük üyelik, toplamların merkezi, en büyük alanın merkezi, en büyük ilk veya son üyelik derecesi olarak sıralanabilir. Bulanık denetleme teorisinde sıklıkla kullanılan dört durulama yöntemi bulunmaktadır. Bunlar en büyüklerin ortası, ağırlık merkezi yöntemi ile hesaplama, ortalamaların merkezi ve alan merkezi yöntemidir.

a) Ağırlık Merkezi (Alan Merkezi) Yöntemi

Centroid yöntemi de denilen, yaygın olarak kullanılan ağırlık merkezi stratejisi bulanık C kümesinin olabilirlik dağılımının çekim noktasını üretir. Çıktının niceleme sayısı n olduğunda, C, (z) çıkış boyutunda tanımlanan bir bulanık kümedir.

$$z_0 = \frac{\sum_{j=1}^{n} \mu_C(z_j) \cdot z_j}{\sum_{j=1}^{n} \mu_C(z_j)} \qquad (3.26)$$

Sentroid yöntemi ile durulaştırma Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Sentroid yöntemi ile durulaştırma

3. 2. 1. 1. 11. Bulanık uzman sistemlerin uygulama alanları

Bulanık mantık oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bulanık mantığın sağladığı en büyük fayda ise insana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine imkan tanımasıdır. Bu nedenle doğrusal olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur. Bulanık mantık konusunda yapılan araştırmalar Japonya'da oldukça fazladır. Özellikle fuzzy process controller olarak isimlendirilen özel amaçlı bulanık mantık mikroişlemci çipinin üretilmesine çalışılmaktadır. Bu teknoloji fotoğraf makineleri, çamaşır makineleri, klimalar ve otomatik iletim hatları gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bundan başka uzay araştırmaları ve havacılık endüstrisinde de kullanılmaktadır.

Bulanık mantık (Fuzzy Logic), adından anlaşılabileceği gibi mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Klasik (Boolean) mantıkta bildiğiniz gibi, "doğru" ve "yanlış" ya da "1" ve "0"lar vardır, oysa bulanık mantıkta, ikisinin arasında bir yerde olan önermeler ve ifadelere izin verilebilir ki, gerçek hayata baktığımızda hemen-hemen hiçbir şey kesinlikle doğru veya kesinlikle yanlış değildir. Gerçek hayatta önermeler genelde kısmen doğru veya belli bir olasılıkla doğru şeklinde değerlendirilir. Bulanık mantığa da zaten klasik mantığın gerçek dünya problemleri için yeterli olmadığı durumlar dolayısıyla ihtiyaç duyulmuştur. Bulanık mantığın sistemi şu şekildedir. Bir ifade tamamen yanlış ise klasik mantıkta olduğu gibi 0 değerindedir, yok eğer tamamen doğru ise 1 değerindedir. (Ancak bulanık mantık uygulamalarının çoğu bir ifadenin 0 veya 1 değerini almasına izin vermezler veya sadece çok özel durumlarda izin verirler.) Bunların dışında tüm ifadeler 0'dan büyük 1'den küçük reel değerler alırlar.

Yapay sinir ağları ve bulanık mantık tekniklerinin beraber kullanımı ile daha etkili sistemler tasarlamak mümkündür, ancak bu işlem ortaya çıkan sistemi çok yavaşlatmaktadır ve henüz bu tekniklerin birleştirilmesi yöntemi geliştirme ve test aşamalarındadır, aslında YSA algoritmaları da her gün hızla güncellenmektedir.

Bulanık mantık; denetleme, karar destek sistemlerinde ve sınıflandırma uygulamaları için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bulanık mantık modelinin avantajları modelin kolay açıklanabilmesi, yorumlanması, üyelik fonksiyonları ve kurallar tabanının değişmesi yolu ile kolay adapte edilebilmesidir.

Bulanık mantık yöntemleri belirsizliğin belli tiplerini modellemedeki başarısından dolayı yaygın bir şekilde çeşitli alanlarda uygulama imkanı kazanmıştır. Karmaşık, doğrusal olmayan, bulanık ve hatta çatışan ilişkiselliklerin bulunduğu durumlardaki yaklaştırma yeteneği bulanık mantığa, diğer kurala dayalı sistemlere göre avantaj kazandırmaktadır.

Bulanık bağıntılar kullanılarak belirti ve hastalıklar arasındaki ortak noktalar açıklanabilmektedir. Bu yaklaşım kullanılarak bilgisayar destekli tanı sistemlerinin bulanık tipleri geliştirilebilmiştir. Bugün tıpta çeşitli maksatlarla kullanılan çok sayıda bulanık uzman sistem ve karar destek sistemi bulunmaktadır. Bunlar karar verme, tanı süreçleri, görüntü yorumlama ve görüntü işleme gibi alanlarda ağırlık kazanmaktadır.

Canlılardan elde edilen veriler de genellikle bulanık veya bazı belirsizliklere sahiptir. Örneğin, bildiğimiz kesin mantıkta süt verimi 35 litre ve yukarı olan bir ineği çok yüksek verimli olarak ifade etmek gerekirse, 34 litre süt verimine sahip olan bir

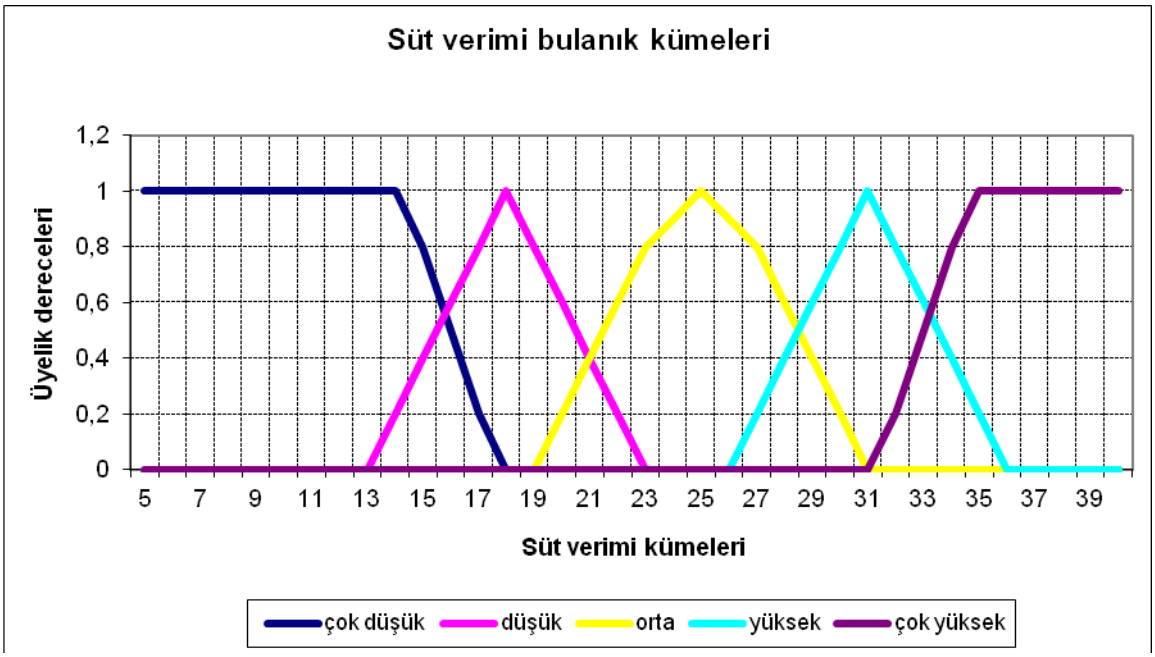
inek çok yüksek verimli gruba dahil olmadığından yüksek veya orta verimli olarak ifade edilecektir (Çizelge 3.1). Bulanık mantıkta küme teorisinde ise kesin sınırlar olmadığı için dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir (Çizelge 3.2). Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesi sağlanmış olur. Bulanık kümeler grafik olarak Şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Süt verimi için kesin kümeler

Süt verimi aralıkları	Kesin kümeler
X < 15	Çok düşük
15 < x < 20	Düşük
20 < x < 30	Orta
30 < x < 35	Yüksek
35 < x	Çok yüksek

Çizelge 3.2. Süt verimi için bulanık kümeler

Süt verimi aralıkları	Bulanık kümeler
X < 18	Çok düşük
13 < x < 23	Düşük
19 < x < 31	Orta
28 < x < 38	Yüksek
31 < x	Çok yüksek



Şekil 3.11. Süt verimi için bulanık kümeler

Aşağıdaki çizelgede süt verimi için kesin ve bulanık kümelerin karşılaştırılması gösterilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Süt verimi için kesin ve bulanık kümelerin karşılaştırılması

Kesin Kümeler		Bulanık Kümeler				
		çok düşük	**düşük**	**orta**	**yüksek**	**çok yüksek**
çok düşük	**5**	1	0	0	0	0
	6	1	0	0	0	0
	7	1	0	0	0	0
	8	1	0	0	0	0
	9	1	0	0	0	0
	10	1	0	0	0	0
	11	1	0	0	0	0
	12	1	0	0	0	0
	13	1	0	0	0	0
	14	1	0.2	0	0	0
düşük	**15**	0.8	0.4	0	0	0
	16	0.5	0.6	0	0	0
	17	0.2	0.8	0	0	0
	18	0	1	0	0	0
	19	0	0.8	0	0	0
Orta	**20**	0	0.6	0.2	0	0
	21	0	0.4	0.4	0	0
	22	0	0.2	0.6	0	0
	23	0	0	0.8	0	0
	24	0	0	0.9	0	0
	25	0	0	1	0	0
	26	0	0	0.9	0	0
	27	0	0	0.8	0	0
	28	0	0	0.6	0	0
	29	0	0	0.4	0.2	0
Yüksek	**30**	0	0	0.2	0.4	0
	31	0	0	0	0.6	0
	32	0	0	0	0.8	0.2
	33	0	0	0	1	0.5
	34	0	0	0	0.8	0.8
çok yüksek	**35**	0	0	0	0.6	1
	36	0	0	0	0.4	1
	37	0	0	0	0.2	1
	38	0	0	0	0	1
	39	0	0	0	0	1
	40	0	0	0	0	1

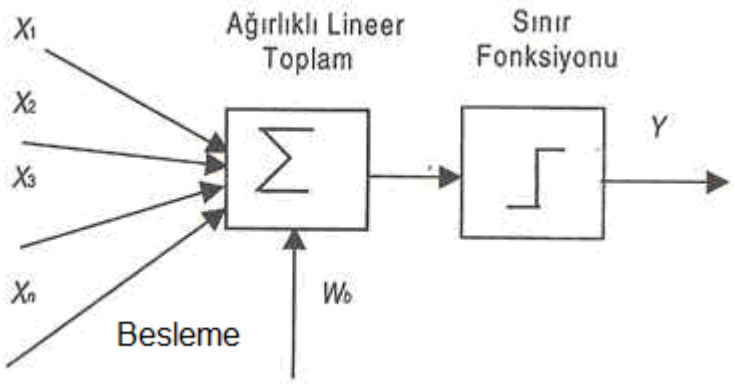
Bundan başka, yem rasyonlarının belirlenmesinde, kızgınlığın teşhisinde, farklı hastalıkların tahmininde, süt veriminin çeşitli özellikler bakımından sınıflandırılmasında, ayıklamada ve s. uygulamada kullanılan bulanık kümeleri örnek göstermek mümkündür.

Bu nedenle hayvancılık, bulanık mantık için yeni bir uygulama alanı olmasına rağmen ideal bir saha olduğu söylenebilir.

3.2.1.2. Yapay sinir ağları

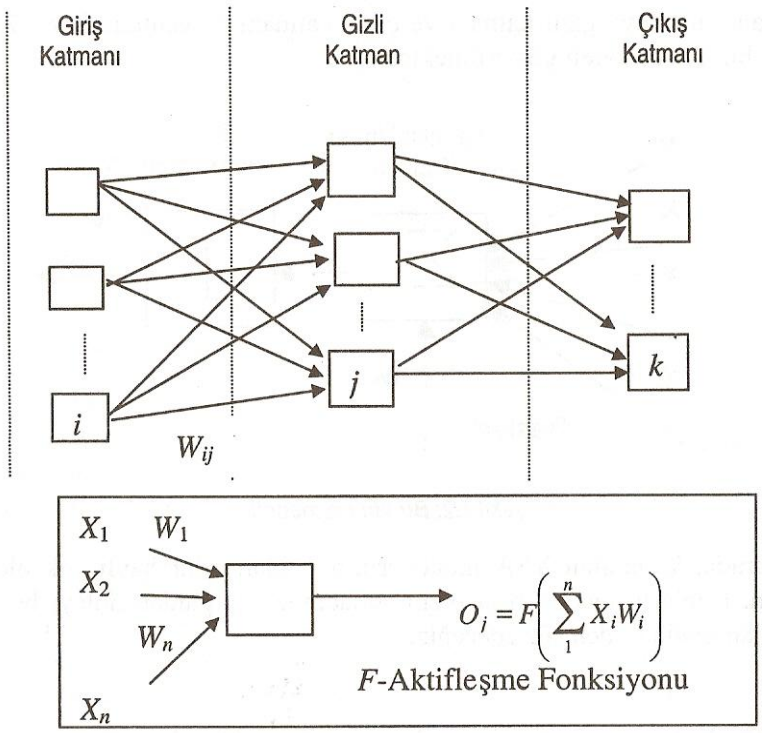
Son yıllarda Esnek Hesaplama (Soft Computing) yöntemleri gelişmekte olup YZ yöntemlerinin birbiri ile çeşitli kombinasyonları kullanılmakla daha yüksek performanslı bilgi işlem sistemlerinin elde edildiği görülmektedir. Bulanık Uzman Sistemler (BUS) buna örnektir. YZ'nin diğer bir alt dalı olan Yapay Sinir Ağları (YSA) ile US'lerin birleştirilerek sinir ağlı uzman sistemler tasarlamak suretiyle US'lerin bazı eksikliklerini gidermek mümkündür.

Bir bilgisayar programı gibi ele alınabilen YSA girişleri ve çıkışı belli olan bir sistemde girişler değiştiğinde sistemin önceden belirlenmiş bir çıkışı tanımasını sağlamaktadır. Böyle problemler desen, örnek, karakter ve benzeri tanıma işlemlerinde yaygın olarak karşılaşılmaktadır. YSA'nın temelini insandaki sinir ağının elektrik modeli teşkil etmektedir. Yani, bir sinir ağı girişlerinden dahil olan veriler her girişin ağırlığı ile çarpılır ve sonra toplanır. Bu toplam değer, belirli bir sınır değerini aşırsa bu durumda bu toplam çıkışa iletilir. Burada problem, sonunda istenilen çıkış elde edilmesi için girişlerin ağırlıklarının düzenlenmesidir. Girişlerin ağırlıklarının düzenlenmesi birçok yöntemle yapılmaktadır.



Şekil 3.12. Bir sinir ağı modeli

Şekil 3.12'de basit bir sinir ağının modeli gösterilmektedir. Burada X_i ağın giriş değerleri, W_i uygun girişin ağırlığı, $\sum$ giriş değerlerinin toplanmasını gösteren lineer toplam $\sqcap$ ise sınır fonksiyonunu göstermektedir. Genelde YSA'da çok katmanlı bir model kullanılır. Bu tür bir modelde giriş katmanı, ara veya gizli katman ve çıkış katmanı mevcuttur (Allahverdi, 2002).



Şekil 3.13. Çok katmanlı YSA modeli.

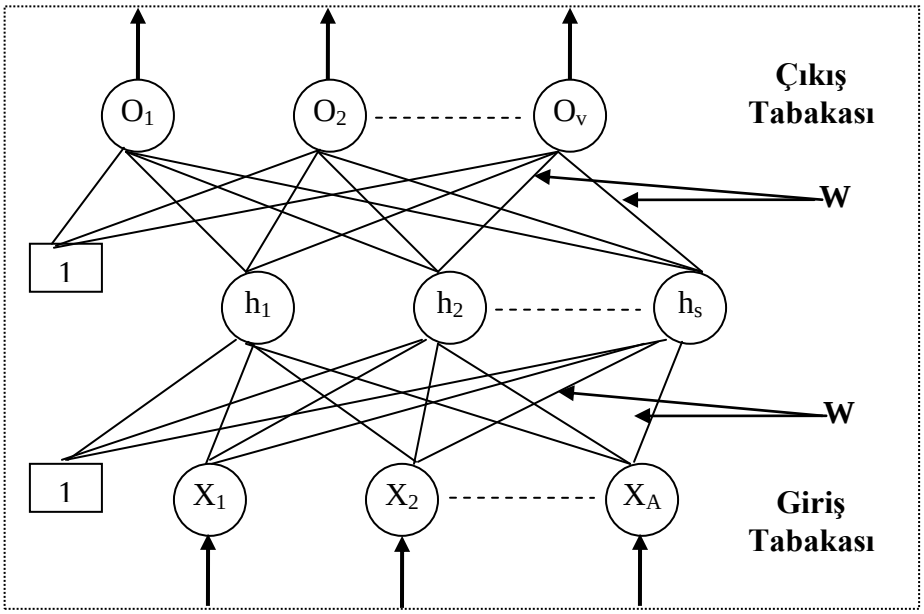
YSA katman gibi örgütlenmiş ve diğer katmanlarla ağırlıklarla bağlı çok sayıda doğrusal olmayan ve sıkı şekilde birbirine bağlı işlemcilerin veya neronların bilgi işlem sistemidir. Çoğu zaman YSA üç katmandan oluşmuş olur: giriş katmanı, burada girişler ağa tanınır; gizli katman veya katmanlar, burada girişler işlenir; ve çıkış katmanı, burada verilmiş girişlere uygun çıkışlar üretilir. Şekil 3.13'te ileri beslemeli YSA şeması gösterilmiştir.

YSA tekniğinin geleneksel yöntemlerden esas üstünlüğü onun araştırılan meselenin karmaşık hali hakkında bilginin net, belirgin bir matematiksel şekilde verilmesini talep etmemesidir. En genel anlamda YSA, insan beynindeki nöronlara benzer olarak meydana getirilen yapay nöronların değişik bağlantı geometrisi ile birbirlerine bağlanmasıyla oluşan karmaşık sistemlerdir. Yapay sinir ağları yapı olarak aşağıdaki grublara ayrılırlar:

a - İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları: En genel halde giriş tabakası, saklı tabaka ve çıkış tabakası olmak üzere üç tabakalı bir yapıya sahiptirler.

b - Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları: Bu tür ağlarda diğerlerinin aksine, tabakalar arasındaki bağlantıya ilave olarak tabakadaki her bir nöron da birbirleriyle bağlantılıdır. Denetlenmemiş öğrenme kullanırlar.

c - Geri Yayılma Yapay Sinir Ağı: Geri yayılmalı yapay sinir ağlarında aynı tabakadaki nöronlar arasında bağlantı mevcut değildir. Ancak, tabakadaki her bir nöron bir ileri tabakadaki her bir nörona ayrı ayrı bağlıdır ve bunların giriş değerlerini verir. Bu tür yapay sinir ağları denetimli öğrenme kuralını kullanırlar.



Şekil 3.14. Geri yayılmalı yapay sinir ağın genel yapısı

İleri besleme safhasında, giriş tabakasındaki nöronlar, veri değerlerini doğrudan saklı tabakaya iletirler. Çıkış tabakasındaki, her bir nöron ağırlıklandırılmış değeri hesaplandıktan sonra, bu değer yine taşıma fonksiyonu ile işlenerek sinir ağının ilk çıkış değeri hesaplanmış olur. Bu değer istenen çıkış değeri ile karşılaştırılarak mevcut hata hesaplanır ve hata minimize edilmeye çalışılır. Hata değeri belirli bir mertebeye ininceye kadar iterasyon işlemine devam edilir ve böylece ağın eğitim aşaması tamamlanmış olur.

İleri besleme safhasında i'inci tabakadaki çıkış değerleri uygun ağırlıklar (W_{ij}) ile çarpılır ve bu saklı tabakaya giriş değeri olarak sunulur. j tabakasının bir nöronundaki çıkış değeri $O_j = f_j (X_j)$ şeklinde ifade edilir. Burada f_j taşıma fonksiyonu olarak adlandırılır. Genellikle lineer olmayan veri iletimini sağlamak üzere taşıma fonksiyonu olarak bir sigmoidal fonksiyon kullanılır.

$$f_j = \frac{1}{1+e^{(-\lambda X_j)}} \tag{3.27}$$

k'ıncı çıkış tabakasındaki herhangi bir nörondaki hata, $e_k = t_k - O_k$ olarak hesaplanır. Burada t_k geçerli çıkış değerini, O_k ise ağ çıkış değerini göstermektedir. Toplam hata fonksiyonu ise aşağıdaki gibidir.

$$E = \frac{1}{2}\sum_k (t_k - O_k)^2 \qquad (3.28)$$

Geriye yayılma ağlarının kendine has bir öğrenme kuralı vardır (Şekil 3.14). Bu kurala genelleştirilmiş delta kuralı adı verilir. Delta kuralı olarak adlandırılmış kuralın kullanılması ile ağırlıkların fark değerleri, $D\ W_{kj} = b\ .\ d_k\ .\ O_j$ şeklinde ifade edilir. Burada, b, öğrenme oranı parametresi, d_k ise k'ıncı tabakadaki bir nöronun hata değeridir.

Diğer taraftan ağın daha hassas sonuçlar elde etmesi için, bias adı verilen ve daima girdi değeri 1 olan ve dolayısıyla bir önceki tabakayla bağlantısı olmayan nöronlar da kullanılabilir (Baylar ve ark., 1999).

3.2.1.3. Bulanık arayüzlü yapay sinir ağları (ANFIS)

YSA ve BM tekniklerinin her ikisi de temel olarak insan beyninin çalışma mantığına dayanmaktadır; insan beyninin sonuç çıkarma mekanizmasını taklit ederken, YSA'ları beynin fiziksel yapısı temel alınarak oluşturulmuştur. Her iki teknik de kontrol edilecek sistemin matematik modeline ihtiyaç duymazlar, bu sayede karmaşık ve doğrusal olmayan sistemler ile doğrusal sistemleri modelleyebilirler.

Bulanık Arayüzlü Yapay Sinir Ağları (ANFIS), YSA ve BM sistemlerinin sentezlenmesinden meydana gelen yapay zeka tekniklerinden birisidir. Bulanık mantığın belirsiz bilgileri işleme yeteneğinden ve yapay sinir ağının öğrenme yeteneğinden yararlanabilmek için bu iki teknoloji değişik yöntemlerle birleştirilmektedir (Jacceh, 2003).

YSA giriş ve çıkış eğitim çiftleri verilen bir statik fonksiyonu öğrenebilmektedir. Öğrenme işlemi, ağ içerisindeki ağırlıkların belirlenmesiyle gerçekleşmekte ve verilen fonksiyona optimal yaklaşım sağlanmaktadır.

YSA bulanık sistemin parametrelerini belirlemek için kullanılmaktadır. Öğrenme aşamasından sonra bulanık sistem yapay sinir ağına ihtiyaç duymadan çalışmaktadır. Sistem eğitim yaparken yapay sinir ağını, karar verme işleminde de BM'yi kullanmaktadır. ANFIS ile yapılan farklı birçok uygulama literatürde mevcuttur.

ANFIS bulanıklaştırma katmanı, gizli katman, fonksiyon katmanı ve durulaştırma katmanı olmak üzere dört katmandan oluşmaktadır (Jaos, 1998).

Bulanıklaştırma katmanının girişleri, bulanık çalışma bölgelerini tanımlamak için kullanılan sistem değişkenleridir. Bu katmanda üç tip işlem birimi aktivasyon fonksiyonu kullanılmaktadır. Bunlar; sigmoid, gauss ve ters sigmoid fonksiyonlarıdır.

Kural katmanı bulanık çıkarımı gerçekleştirmektedir. Bu katmandaki işlem birimleri sigmoid fonksiyonu kullanmaktadır. Kural katmanının ilk katmanındaki işlem birimleri girişlerinin her biri bir bulanık kümeye karşılık gelmektedir. Son katmandaki her bir işlem biriminin çıkışı ise çalışma bölgelerinin üyelik fonksiyonları olmaktadır.

Fonksiyon katmanındaki işlem birimleri, bulanık çalışma bölgeleri için azaltılmış dereceli modelleri gerçekleştirmektedir. Her bir işlem birimi bir çalışma bölgesine karşılık gelmektedir. İşlem birimlerinin çıkışları, ağırlıklandırılmış sistem değişkenlerinin toplamıdır. Fonksiyon katmanındaki ağırlıklar, çalışma bölgelerindeki doğrusal modellerin parametreleridir.

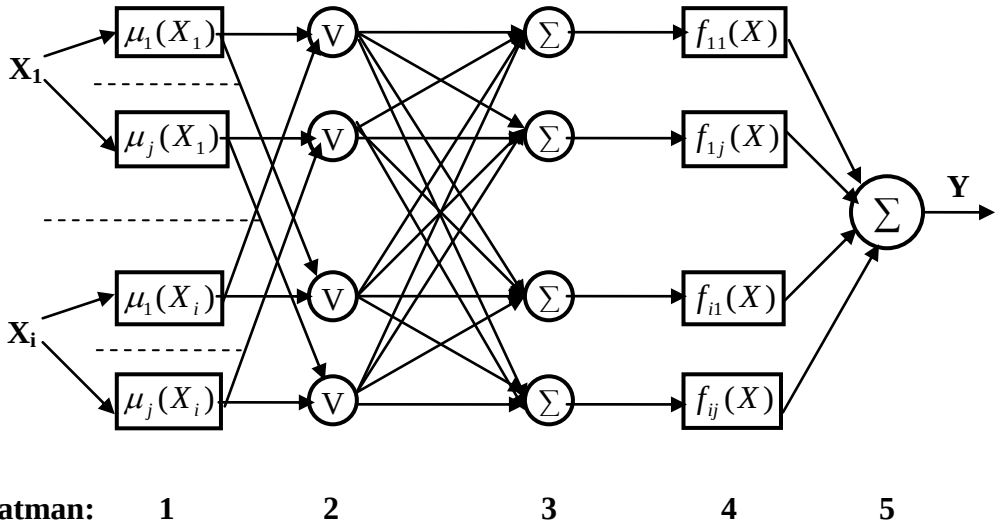
Durulaştırma işlem biriminin girişi, çalışma bölgeleri ve bu bölgelere ait üyelik fonksiyonlarıdır. Durulaştırma katmanı, ağırlık yöntemi ile durulaştırma işlemini gerçekleştirmekte ve ağ çıkışını oluşturmaktadır.

Bulanık mantık kontrolü, kurallar kullanarak sistemleri tanımlar ve kontrol eder. Bu kurallar, ‘X ise Y’ – X giriş, Y çıkış – formunda kurallardır. BM’de matematik değişkenler yerine insanın karar verme mekanizmasını taklit edecek şekilde kelimelerle ifade edilen değişkenler kullanılır. Geleneksel mantıkta bir değişkenin gerçeklik değeri ya ‘1’ ya da ‘0’ olabilir. Ancak BM’de bu değer 0 ile 1 aralığı içindeki tüm değerleri alabilir. Bu değerlere üyelik değeri adı verilir. Bir girdinin hangi üyelik değerini alacağını belirleyen eğriler, üyelik fonksiyonları olarak adlandırılır. Kullanılan matematiğin basit olması, doğrusal olmayan sistemleri modelleyebilme yeteneği, günlük dile dayalı olması, esnek olması (kesin sınırlardan oluşmaması) ve kesin olmayan bilgiye karşı toleranslı olması bulanık mantığa dayalı sistemlerin kullanımının getirdiği en önemli avantajları arasındadır.

YSA’lar ise beynin fizyolojik yapısı temel alınarak tasarlanan sistemler olup birbirleriyle paralel çalışan çok sayıda basit işlemciden oluşurlar. Bir sinir ağının davranış biçimini büyük oranda nöronlar arasındaki bağlantılar belirler; öğrenilen tüm bilgi bu bağlantılarda saklıdır. YSA’lar belirli bir işlevi yerine getirmek için eğitilebilirler ve bu eğitim bağlantıların değerlerini değiştirmekle sağlanır. YSA’ları geleneksel sistemlerden ayıran en önemli özellikleri öğrenme, genelleme yapabilme ve

paralel çalışma özellikleridir. Bu özellikler yapay sinir ağlarına hız, hataya karşı tolerans ve verimlilik gibi avantajlar kazandırmaktadır.

Şekil 3.15'te birçok uygulamada kullanılan ANFIS yapısına ait şekil verilmiştir.



Şekil 3.15. Basit bir ANFIS yapısı

Giriş ve çıkış eğitim çiftleri verilen bir fonksiyonu, YSA öğrenebilmektedir. Öğrenme işlemi, ağ içerisindeki ağırlıkların belirlenmesiyle gerçekleşmekte ve verilen fonksiyona optimal yaklaşım sağlanmaktadır. Böylece yapay sinir ağları sistemi öğrenmektedir.

BM'nin belirsiz bilgileri işleme ve YSA'nın öğrenme yeteneği sistem modelleme de kullanılmıştır. Aynı zamanda BM ve YSA'nın birleştirilmesi, birbirlerinin dezavantajlarını da örtmektedir.

3.2.1.4. Destek vektör makineleri (SVM)

Makine öğrenmesi konusu; elde ettiği tecrübeleri otomatik olarak çalıştırabilen bilgisayar programlarının nasıl yapılandırılacağı ile ilgilenir. Makine öğrenmesi sınıflandırıcıları tarafından uzman sistemler, istatistiksel metotlar ve hücresel biyoloji alanlarında birçok sınıflandırma metodu önerildi. Destek vektör makineleri metodu makine öğrenmesinin istatistik alanı üzerine kurulmuş bir uygulamasıdır.

Genellikle istatistiksel öğrenmede 2 durum mevcuttur: 1. eğitme örneklerinden öğrenme/hesaplama işlemi, 2. test örnekleri (sonradan karşılaşacak örnekler) için

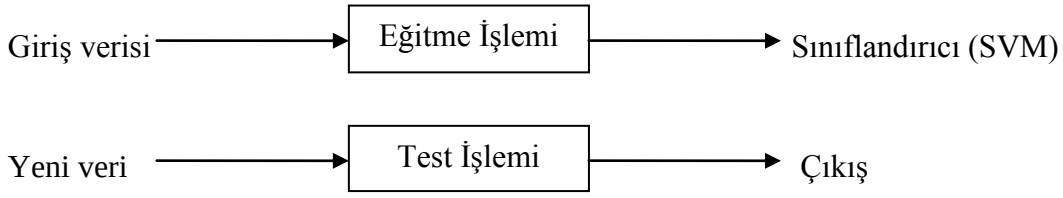
tahminde bulunma işlemi. İstatistik kısmında yapılan tanıma göre eğitme ve test verileri aynı istatistiksel dağılımda olmalıdır. İstatistikte öğrenme işlemleri aşağıdaki üç grupta toplanabilir;

- Sınıflandırma veya örüntü tanıma,
- Regresyon veya gürültülü örneklerden sürekli fonksiyonun hesaplanması,
- Örneklerin kullanılarak olasılık yoğunluğunun tahmin edilmesi.

Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines (SVM)) metodu da bu işlemleri yapabilecek alt yapıya sahiptir.

SVM'ler orijinal olarak kendine has formüllerle iki ayrı sınıfı direk ayırabilir. SVM; öğrenme, sınıflandırma, kümeleme, yoğunluk tahmini ve son olarak ta veriden regresyon kuralları üretmek için kullanılan bir eğitme algoritmasıdır. SVM'nin 1960'lı yıllarda ilk olarak Vapnik tarafından teorik temelleri atıldı ve daha sonra (1995) sınıflandırma konusunda önerildi. Son zamanlar regresyon ile yoğunluk fonksiyonu tahminli teknik ve teori araştırmalarında da yaygın bir şekilde kullanılma başlandı (Çomak, 2004).

SVM'de amaç, veri noktalarını mümkün olduğu kadar iyi sınıflandıran ve olabildiğince iyi iki sınıf noktaya ayıran optimum ayırıcı düzlemin bulunmasıdır. Yani iki sınıf arasındaki uzaklığın maksimum olduğu durumun bulunması amaçlanmaktadır. Bu sınıflandırma mantığının temel taşları ise her iki sınıfın uç noktalarında bulunan ve eğitme örneklerinin arasından seçilen destek vektörleridir.



Şekil 3.16. SVM ile sınıflandırma mimarisi

Yukarıdaki şekil tüm makine öğrenmesi sınıflandırıcı metotları için geçerli olan bir mimaridir (Şekil 3.16). Sınıflandırma işlemi yapılırken eldeki verilerin bir kısmı eğitme için kalan kısmı ise test için ayrılır. Çünkü eğitme verilerinin sınıflandırıcının doğruluk tahmininde de kullanılması iyimser (gerçek uygulamalara göre daha yüksek olan) sonuçlar elde etmemize sebep olur. Bu verilerin birbirine oranı sınıflandırma

işleminin doğruluk oranını (aynı zamanda hata oranını) doğrudan etkilemektedir. Doğruluk oranını etkileyen bir diğer faktör de verilerin sahip olduğu dağılımdır. Matematiksel olarak SVM, dağılımdan bağımsız formül yapısı üzerine kuruludur. SVM tekniğinde de önce eğitim verileri alınıp SVM eğitilerek sınıflandırıcı modeli oluşturulur. Daha sonra çıkış değerinin önceden bildiğimiz test verileri için sistemin hesaplayacağı çıkış değerleri belirlenir. Sonra bu iki değer arasındaki farklılık oranına göre SVM'nin sınıflandırma performansı değerlendirilir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yapılan araştırma sonucunda Siyah Alaca ineklerin laktasyon sırası ve kontrol mevsimine göre sırası ile süt verimi, elektrik iletkenliği, ortalama sağım süresi ve somatik hücre sayısına göre tanıtıcı istatistikleri Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgelerden da görüldüğü gibi SHS kontrol mevsimlerine göre varyasyon göstermektedir. İlkbaharda SHS en yüksek, sonbaharda ise en düşük olmaktadır.

Çizelge 4.1. LS ve KM'ye göre SV'ye ait tanıtıcı istatistikler

LS	KM	SV			
		$\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$	Min	Ortanca değer	Max
1	1	26.84±0.886	11.80	27.85	34.80
	2	24.75±0.689	6.30	25.70	34.80
	3	21.58±3.340	14.70	21.65	28.30
	4	16.03±2.390	12.50	14.25	23.10
2	1	29.72±1.200	16.80	28.85	46.70
	2	30.02±0.753	19.00	29.40	47.80
	3	23.08±0.928	19.30	23.20	26.10
	4	19.50±1.050	16.70	19.65	23.00
3	1	32.81±1.610	19.50	34.20	43.10
	2	31.09±1.010	13.30	32.15	50.60
	3	20.20±1.410	12.80	20.75	24.40
	4	14.29±1.680	6.60	14.85	20.50
4	1	29.13±3.450	19.70	30.50	35.80
	2	34.20±2.430	23.40	35.15	46.90
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
5 ve üzeri	1	30.28±3.980	12.70	32.50	42.10
	2	30.41±1.950	20.10	29.35	42.10
	3	20.00±2.500	17.50	20.00	22.50
	4	22.30±0.000	22.30	22.30	22.30

Çizelge 4.2. LS ve KM'ye göre Eİ'ye ait tanıtıcı istatistikler

LS	KM	Eİ			
		$\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$	Min	Ortanca değer	Max
1	1	4.22±0.061	3.60	4.13	5.11
	2	4.04±0.031	3.63	4.00	4.78
	3	4.03±0.201	3.60	4.01	4.50
	4	3.99±0.183	3.58	3.96	4.47
2	1	4.24±0.060	3.64	4.26	5.21
	2	4.02±0.031	3.33	4.02	4.93
	3	4.08±0.079	3.84	4.09	4.30
	4	3.99±0.097	3.76	3.93	4.42
3	1	4.28±0.085	3.81	4.23	5.51
	2	4.01±0.029	3.51	4.02	4.62
	3	4.30±0.155	3.94	4.20	5.24
	4	4.09±0.146	3.69	4.00	4.71
4	1	4.50±0.322	4.06	4.26	5.44
	2	4.00±0.096	3.64	3.97	4.54
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
5 ve üzeri	1	4.49±0.236	4.10	4.26	5.61
	2	4.28±0.129	3.82	4.08	5.37
	3	4.04±0.100	3.94	4.04	4.14
	4	4.33±0.000	4.33	4.33	4.33

Çizelge 4.3. LS ve KM'ye göre OSS'ye ait tanıtıcı istatistikler

LS	KM	OSS			
		$\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$	Min	Ortanca değer	Max
1	1	8.01±0.446	4.00	8.00	17.00
	2	7.91±0.283	3.70	7.30	16.40
	3	5.38±0.784	4.00	5.10	7.30
	4	5.00±0.567	3.80	5.00	6.20
2	1	7.55±0.320	4.30	7.30	11.20
	2	8.51±0.355	4.20	8.00	18.90
	3	6.38±0.450	4.80	6.90	7.50
	4	5.90±0.603	4.20	6.00	7.70
3	1	7.44±0.440	4.00	7.20	12.90
	2	7.81±0.349	3.80	7.00	18.20
	3	5.03±0.122	4.70	5.00	5.70
	4	4.38±0.317	3.50	4.10	6.00
4	1	7.55±0.555	6.50	7.40	8.90
	2	9.04±1.430	4.30	8.35	17.20
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
5 ve üzeri	1	7.78±1.130	4.30	7.50	12.40
	2	7.71±0.586	4.30	7.45	11.90
	3	5.60±0.600	5.00	5.60	6.20
	4	5.80±0.000	5.80	5.80	5.80

Çizelge 4.4. LS ve KM'ye göre SHS'ye ait tanıtıcı istatistikler

LS	KM	SHS			
		$\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$	Min	Ortanca değer	Max
1	1	154509±10551	29488	157270	285051
	2	186731±10491	29488	204710	471809
	3	81092±13534	49147	83549	108123
	4	46689±8393	29488	44232	68805
2	1	184047±15640	68805	176928	422662
	2	160143±8487	39317	157270	373515
	3	104346±14001	46147	108123	137611
	4	42594±9033	19659	34403	78635
3	1	134047±14771	39317	98294	258976
	2	159508±11709	39317	142526	432491
	3	126446±25794	39317	127782	230587
	4	71263±9785	39317	63891	127782
4	1	143123±52232	39317	142014	249147
	2	163413±26915	78635	137611	314539
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
5 ve üzeri	1	228026±69244	49147	172952	461979
	2	206416±18142	98294	206416	304710
	3	122867±14744	108123	122867	137611
	4	29488±0.000	29488	29488	29488

4.1. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir BM Uygulaması

Subklinik mastitisin teşhisi için kurulan modelde giriş ve çıkış verileri Çizelge 4.5-4.11'deki gibidir.

Çizelge 4.5. Giriş - çıkış değerleri ve aralıkları

Giriş/Çıkış	Özellik	Değer Aralıkları
Giriş Değerleri	LS değerleri sayısı	1 – 7 aralığında (tamsayı)
	SV değerleri sayısı	10 – 50 aralığında (günlük) (litre)
	Eİ değerleri sayısı	3 – 6 aralığında (mS/cm)
	OSS değerleri sayısı	3.7 – 19 aralığında (dakika)
	KM değerleri sayısı	1 – 4 aralığında (tamsayı)
Çıkış Değeri	MT değeri sayısı	0 – 1 aralığında (gerçel sayı)

Çizelge 4.6. LS için sözel ifadeler

Sözel İfade	Değer Aralıkları
İlk	$1 \leq x < 2$
Orta	$1 < x < 5$
Son	$4 < x \leq 7$

Çizelge 4.7. SV için sözel ifadeler

Sözel İfade	Değer Aralıkları
Düşük	$10 \leq x < 20$
Normal	$18 < x < 31$
Yüksek	$28 < x < 42$
Çok Yüksek	$40 < x \leq 50$

Çizelge 4.8. Eİ için sözel ifadeler

Sözel İfade	Değer Aralıkları
Az	$3 \leq x < 4$
Normal	$3.5 < x < 4.5$
Yüksek	$4 < x \leq 6$

Çizelge 4.9. OSS için sözel ifadeler

Sözel İfade	Değer Aralıkları
Kısa	$3.7 \leq x < 7$
Normal	$6 < x < 12$
Uzun	$11 < x \leq 19$

Çizelge 4.10. KM için sözel ifadeler

Sözel İfade	Değer Aralıkları
Kış	$0 < x < 2$
İlkbahar	$1 < x < 3$
Yaz	$2 < x < 4$
Sonbahar	$3 < x < 5$

Çizelge 4.11. MT için sözel ifadeler

Sözel İfade	Değer Aralıkları
Sağlıklı	$0 \leq x < 0.4$
Subklinik Mastitisli	$0.3 < x \leq 1$

Üyelik derecelerinin hesaplanmasında Mamdani Bulanık Modeli, Ağırlık Ortalaması ve Min-Max Çıkarım Yöntemi kullanılmıştır. Giriş ve çıkış üyelik grafikleri için çeşitli fonksiyonlar kullanılabilmektedir. Burada üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları kullanılmıştır.

Model için oluşturulan giriş ve çıkış değerlerinin üyelik derecelerinin hesaplanması için kullanılacak olan üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları ve grafikleri aşağıda verilmiştir:

LS İçin Üyelik Dereceleri:

İlk $$\mu(x)=\begin{cases}1 & ; \quad x\le 1\\ \dfrac{2-x}{1} & ; \quad 1<x\le 2\\ 0 & ; \quad x\ge 2\end{cases} \tag{4.1}$$

Orta $$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-1}{3-1} & ; \quad 1\le x\le 3\\ \dfrac{5-x}{5-3} & ; \quad 3\le x\le 5\\ 0 & ; \quad x\le 1, x\ge 5\end{cases} \tag{4.2}$$

Son $$\mu(x)=\begin{cases}0 & ; \quad x\le 4\\ \dfrac{5-x}{5-4} & ; \quad 4<x<5\\ 1 & ; \quad x\ge 5\end{cases} \tag{4.3}$$

SV İçin Üyelik Dereceleri:

Düşük $$\mu(x)=\begin{cases}1 & ; \quad 18\le x\\ \dfrac{20-x}{20-18} & ; \quad 18\le x\le 20\\ 0 & ; \quad x\ge 20\end{cases} \tag{4.4}$$

Normal $$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-18}{24.5-18} & ; \quad 18\le x\le 24.5\\ \dfrac{31-x}{31-24.5} & ; \quad 24.5\le x\le 31\\ 0 & ; \quad x\le 18, x\ge 31\end{cases} \tag{4.5}$$

Yüksek $$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-28}{35-28} & ; \quad 28\le x\le 35\\ \dfrac{42-x}{42-35} & ; \quad 35\le x\le 42\\ 0 & ; \quad x\le 28, x\ge 42\end{cases} \tag{4.6}$$

Çok Yüksek $$\mu(x)=\begin{cases}0 & ; \quad x\le 40\\ \dfrac{x-40}{45-40} & ; \quad 40<x<45\\ 1 & ; \quad x\ge 45\end{cases} \tag{4.7}$$

Eİ İçin Üyelik Dereceleri:

Az
$$\mu(x)=\begin{cases}1 & ; \quad x\le 3.5\\ \dfrac{4-x}{4-3.5} & ; \quad 3.5\le x\le 4\\ 0 & ; \quad x\ge 4\end{cases} \tag{4.8}$$

Normal
$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-3.5}{4-3.5} & ; \quad 3.5\le x\le 4\\ \dfrac{4.5-x}{4.5-4} & ; \quad 4\le x\le 4.5\\ 0 & ; \quad x\le 3.5, x\ge 4.5\end{cases} \tag{4.9}$$

Yüksek
$$\mu(x)=\begin{cases}0 & ; \quad x\le 4\\ \dfrac{4.5-x}{4.5-4} & ; \quad 4< x< 4.5\\ 1 & ; \quad x\ge 4.5\end{cases} \tag{4.10}$$

OSS İçin Üyelik Dereceleri:

Kısa
$$\mu(x)=\begin{cases}1 & ; \quad x\le 6\\ \dfrac{7-x}{7-6} & ; \quad 6\le x\le 7\\ 0 & ; \quad x\ge 7\end{cases} \tag{4.11}$$

Normal
$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-6}{9-6} & ; \quad 6\le x\le 9\\ \dfrac{12-x}{12-9} & ; \quad 9\le x\le 12\\ 0 & ; \quad x\le 6, x\ge 12\end{cases} \tag{4.12}$$

Uzun
$$\mu(x)=\begin{cases}0 & ; \quad x\le 11\\ \dfrac{12-x}{12-11} & ; \quad 11< x< 12\\ 1 & ; \quad x\ge 12\end{cases} \tag{4.13}$$

KM İçin Üyelik Dereceleri:

Kış
$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-0}{1} & ; \quad 0\le x\le 1\\ \dfrac{2-x}{1} & ; \quad 1\le x\le 2\\ 0 & ; \quad x\le 0, x\ge 2\end{cases} \tag{4.14}$$

İlkbahar
$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-1}{2-1} & ; \quad 1\le x\le 2\\ \dfrac{3-x}{3-2} & ; \quad 2\le x\le 3\\ 0 & ; \quad x\le 1, x\ge 3\end{cases} \tag{4.15}$$

Yaz
$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-2}{3-2} & ; \quad 2\le x\le 3\\ \dfrac{4-x}{4-3} & ; \quad 3\le x\le 4\\ 0 & ; \quad x\le 2, x\ge 4\end{cases} \tag{4.16}$$

Sonbahar
$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-3}{4-3} & ; \quad 3\le x\le 4\\ \dfrac{5-x}{5-4} & ; \quad 4\le x\le 5\\ 0 & ; \quad x\le 3, x\ge 5\end{cases} \tag{4.17}$$

MT İçin Üyelik Dereceleri:

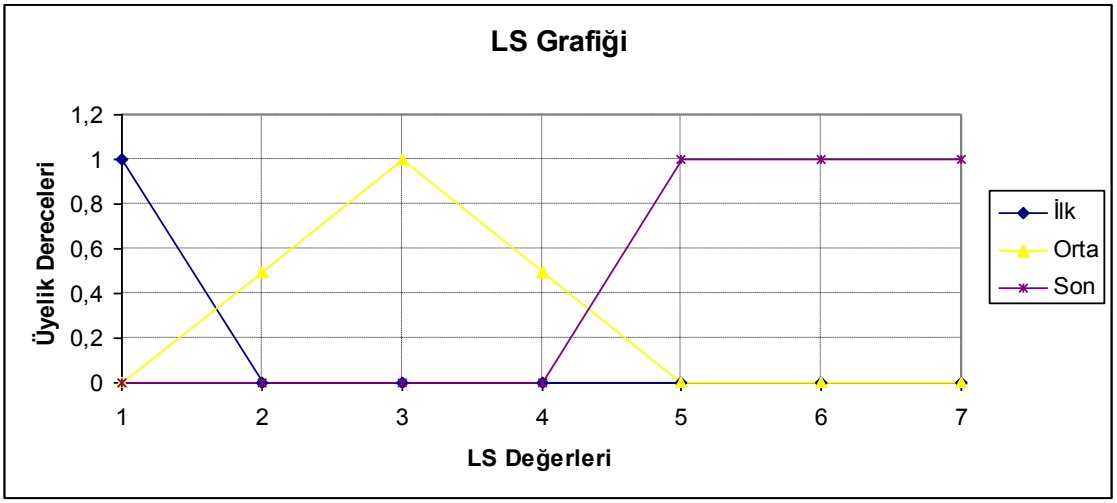
Sağlıklı
$$\mu(x)=\begin{cases}1 & ; \quad x\le 0.3\\ \dfrac{x-0.3}{0.4-0.3} & ; \quad 0.3<x<0.4\\ 0 & ; \quad x\ge 0.4\end{cases} \tag{4.18}$$

Subklinik mastitisli $$\mu(x)=\begin{cases}0 & ; \quad x \le 0.3 \\ \dfrac{0.4-x}{0.4-0.3} & ; \quad 0.3 < x < 0.4 \\ 1 & ; \quad x \ge 0.4\end{cases} \qquad (4.19)$$

Çizelge 4.12. LS için üyelik dereceleri çizelgesi

İlk		Orta		Son	
LS	μ (LS)	LS	μ (LS)	LS	μ (LS)
1	1	1	0	1	0
2	0	2	0.5	2	0
3	0	3	1	3	0
4	0	4	0.5	4	0
5	0	5	0	5	1
6	0	6	0	6	1
7	0	7	0	7	1

Çizelge 4.12'de LS için oluşturulan sözel ifadeler ve aralık değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri görülmektedir. Çizelge 4.12 ve (4.1) – (4.3) ifadelerinden görüldüğü gibi 'İlk' ve 'Son' sözel ifadeleri için yamuk üyelik grafiğinin kullanılmıştır.



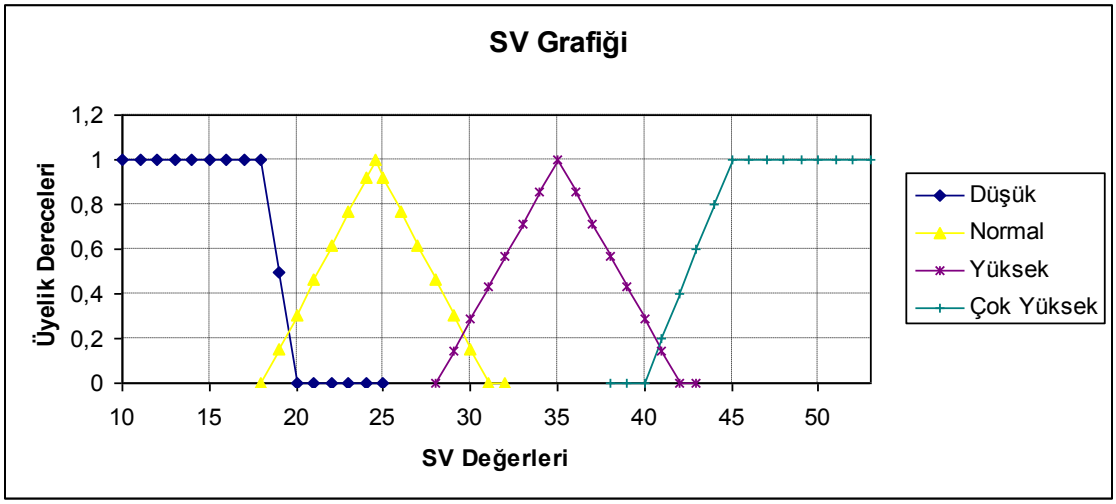
Şekil 4.1. LS üyelik fonksiyonu grafiği

Şekil 4.1'de LS giriş değerine ait üyelik grafiği görülmektedir. Her bir üyelik farklı renklerle gösterilmiş ve hangi sözel ifadelere ait oldukları belirtilmiştir.

Çizelge 4.13. SV için üyelik dereceleri çizelgesi

Düşük		Normal		Yüksek		Çok Yüksek	
SV	μ (SV)	SV	μ (SV)	SV	μ (SV)	SV	μ (SV)
10	1	18	0	28	0	38	0
11	1	19	0.154	29	0.143	39	0
12	1	20	0.308	30	0.286	40	0
13	1	21	0.462	31	0.429	41	0.2
14	1	22	0.615	32	0.571	42	0.4
15	1	23	0.769	33	0.714	43	0.6
16	1	24	0.923	34	0.857	44	0.8
17	1	24.5	1	35	1	45	1
18	1	25	0.923	36	0.857	46	1
19	0.5	26	0.769	37	0.714	47	1
20	0	27	0.615	38	0.571	48	1
21	0	28	0.462	39	0.429	49	1
22	0	29	0.308	40	0.286	50	1
23	0	30	0.154	41	0.143	51	1
24	0	31	0	42	0	52	1
25	0	32	0	43	0	53	1

Çizelge 4.13'te SV için oluşturulan sözel ifadeler ve aralık değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri görülmektedir. Çizelge 4.13'ten ve (4.4) - (4.7) ifadelerinden de görüldüğü gibi 'Düşük' ve 'Çok Yüksek' sözel ifadeleri için yamuk üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.



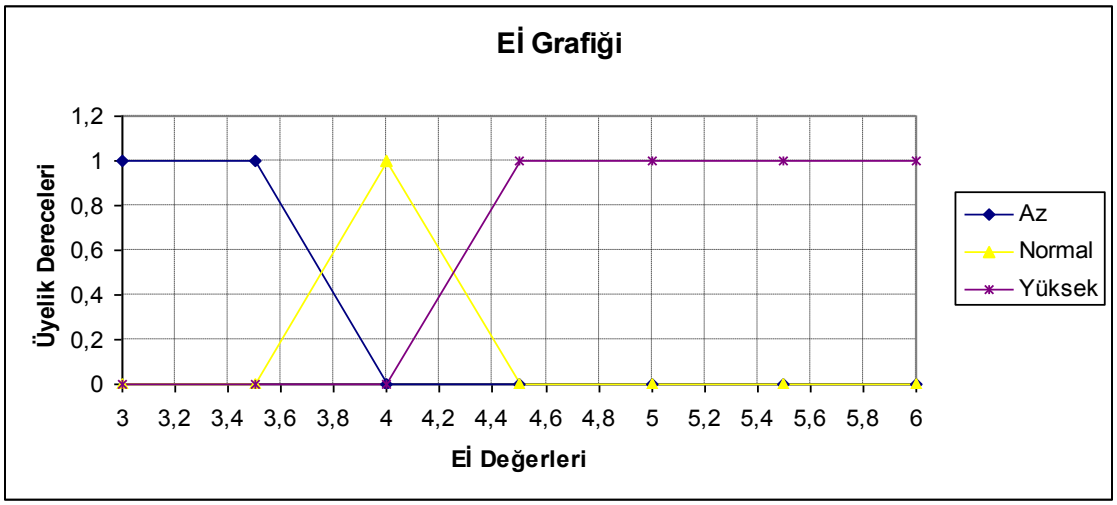
Şekil 4.2. SV üyelik fonksiyonu grafiği

Şekil 4.2'de SV giriş değerine ait üyelik grafiği görülmektedir. 'Düşük' sözel ifadesi için 10 – 20 *l*, 'Normal' sözel ifadesi için 18 – 31 *l*, 'Yüksek' sözel ifadesi için 28 – 42 *l*, 'Çok Yüksek' sözel ifadesi için ise 40 – 53 *l* değerleri verilmiştir. 'Normal' ve 'Yüksek' sözel ifadesi üçgen, diğerleri ise yamuk üyelik fonksiyonu ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Eİ için üyelik dereceleri çizelgesi

Az		Normal		Yüksek	
Eİ	μ (Eİ)	Eİ	μ (Eİ)	Eİ	μ (Eİ)
3.0	1	3.0	0	3.0	0
3.5	1	3.5	0	3.5	0
4.0	0	4.0	1	4.0	0
4.5	0	4.5	0	4.5	1
5.0	0	5.0	0	5.0	1
5.5	0	5.5	0	5.5	1
6.0	0	6.0	0	6.0	1

Çizelge 4.14'da Eİ için oluşturulan sözel ifadeler ve aralık değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri görülmektedir. Çizelge 4.14 ve (4.8) – (4.10) ifadelerinden de görüldüğü gibi 'Az' ve 'Yüksek' sözel ifadeleri için yamuk üyelik fonksiyonu, 'Normal' sözel ifadesi için ise üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.



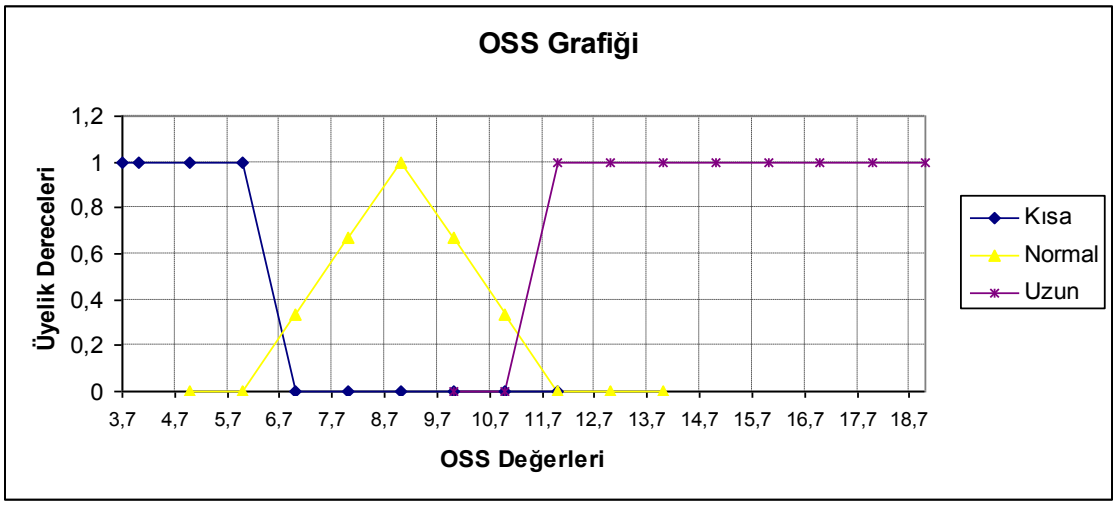
Şekil 4.3. Eİ üyelik fonksiyonu grafiği

Şekil 4.3'te Eİ giriş değerine ait üyelik fonksiyonu grafiği görülmektedir. Her bir üyelik farklı renklerle gösterilmiş ve hangi sözel ifadelere ait oldukları gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. OSS için üyelik dereceleri çizelgesi

Kısa		Normal		Uzun	
OSS	μ (OSS)	OSS	μ (OSS)	OSS	μ (OSS)
3.7	1	5	0	10	0
4	1	6	0	11	0
5	1	7	0.333	12	1
6	1	8	0.667	13	1
7	0	9	1	14	1
8	0	10	0.667	15	1
9	0	11	0.333	16	1
10	0	12	0	17	1
11	0	13	0	18	1
12	0	14	0	19	1

Çizelge 4.15'te OSS giriş değeri için oluşturulan sözel ifadeler ve aralık değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri görülmektedir. Çizelge 4.15 ve (4.11) – (4.13) ifadelerinden de görüldüğü gibi 'Kısa' ve 'Uzun' sözel ifadeleri için yamuk üyelik fonksiyonu, 'Normal' sözel ifadesi için ise üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.



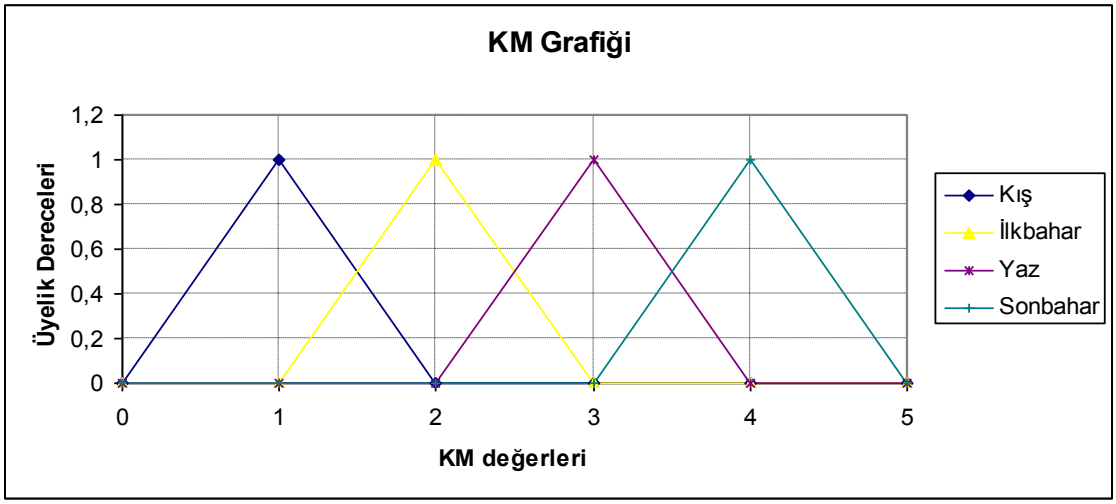
Şekil 4.4. OSS üyelik fonksiyonları grafiği

Şekil 4.4'te OSS giriş değerine ait üyelik fonksiyonları grafiği görülmektedir. Her bir üyelik farklı renklerle gösterilmiş ve hangi sözel ifadelere ait oldukları gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. KM için üyelik dereceleri çizelgesi

Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
KM	μ (KM)	KM	μ (KM)	KM	μ (KM)	KM	μ (KM)
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0	1	0
2	0	2	1	2	0	2	0
3	0	3	0	3	1	3	0
4	0	4	0	4	0	4	1
5	0	5	0	5	0	5	0

4.16'da KM giriş değeri için oluşturulan kümeler gösterilmiştir. Kurduğumuz modelde bu giriş kesin olarak ele alınmıştır. Bu yüzden her mevsim spesifik olarak bir sayıyla ifade olunur. Örneğin 'Kış' mevsimi 1 sayısı ile 'Yaz' mevsimi ise 3 sayısı ile gösterilmiştir.



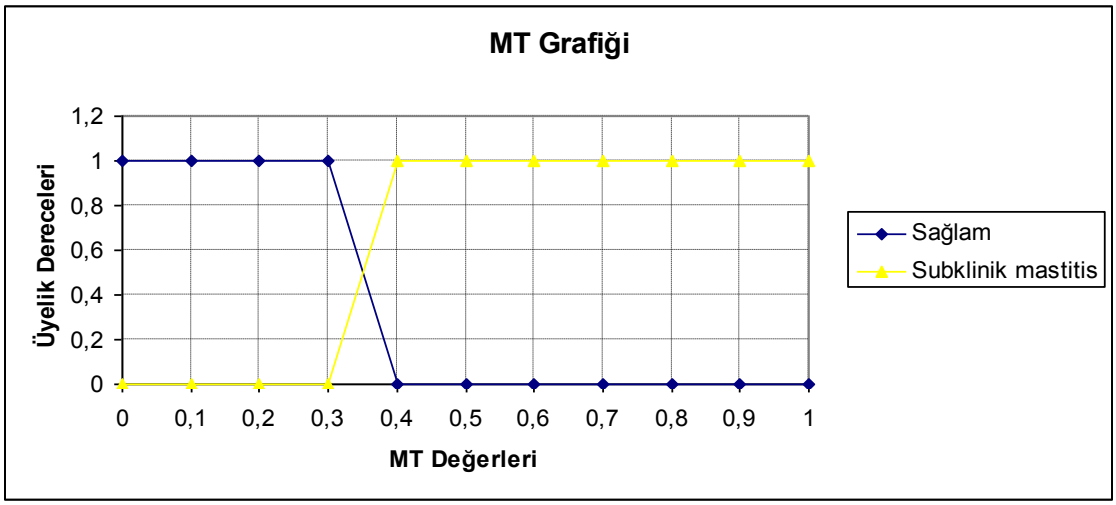
Şekil 4.5. KM üyelik fonksiyonları grafiği

Şekil 4.5'te KM giriş değerine ait üyelik fonksiyonları grafiği görülmektedir. Şekilde her bir üyelik bir mevsimi karakterize etmekte olup, farklı renklerle gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. MT için üyelik dereceleri çizelgesi

Sağlıklı		Subklinik Mastitisli	
MT	μ (MT)	MT	μ (MT)
0	1	0	0
0.1	1	0.1	0
0.2	1	0.2	0
0.3	1	0.3	0
0.4	0	0.4	1
0.5	0	0.5	1
0.6	0	0.6	1
0.7	0	0.7	1
0.8	0	0.8	1
0.9	0	0.9	1
1	0	1	1

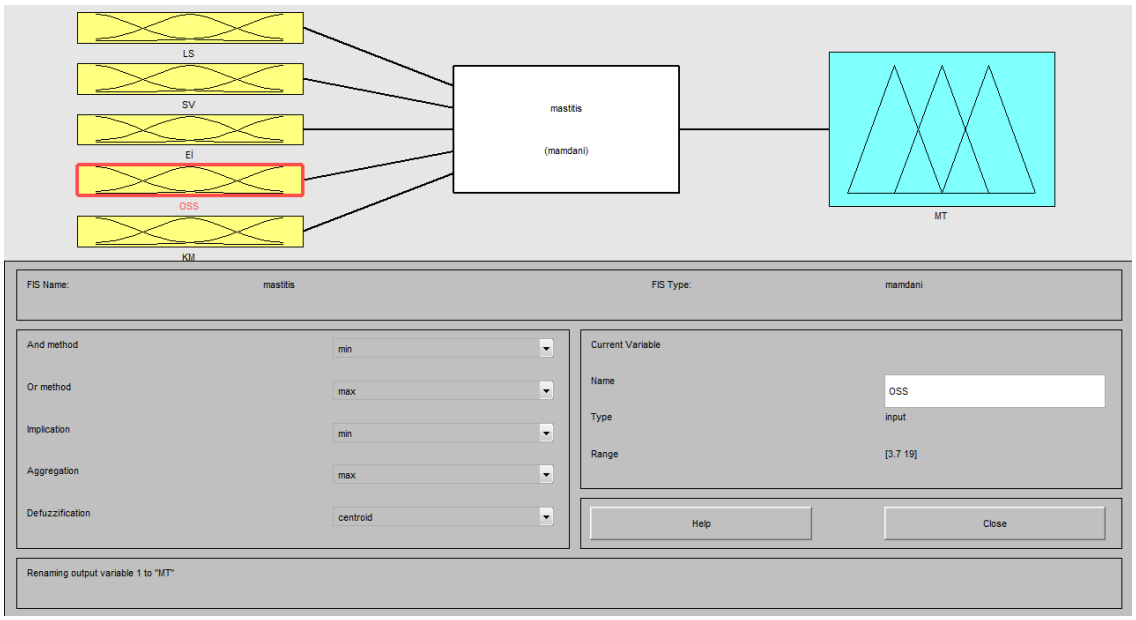
Çizelge 4.17'de MT çıkış değeri için oluşturulan sözel ifadeler ve aralık değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri görülmektedir. Çizelge 4.17 ve (4.18) - (4.19) ifadelerinden de görüldüğü gibi 'Sağlıklı' ve 'Subklinik Mastitisli' sözel ifadeleri için yamuk üyelik fonksiyonları kullanılmıştır.



Şekil 4.6. MT üyelik fonksiyonları grafiği

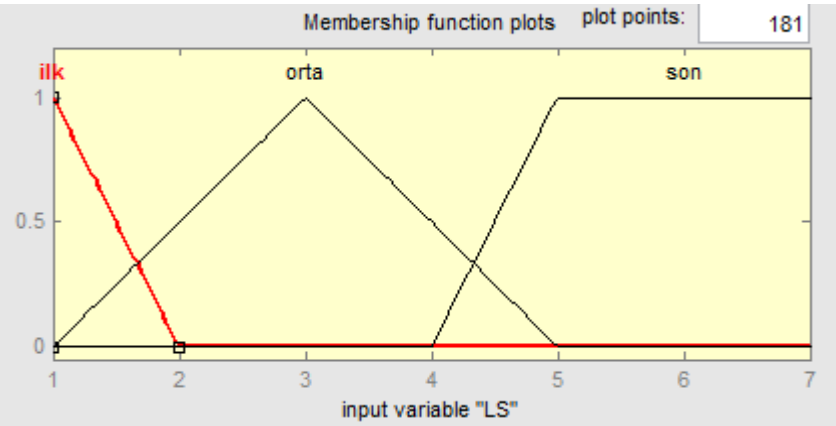
Şekil 4.6'da MT çıkış değerine ait üyelik fonksiyonları grafiği görülmektedir. Her bir üyelik farklı renkle gösterilmiş ve hangi sözel ifadeye ait olduğu gösterilmiştir.

Bulanık Uzman Sistemi gerçekleştirmek üzere Matlab programında istenen BM modellemesi seçilmiş, ardından çıkarım mekanizmaları tesbit edilmiştir. Bunun için Mamdani Bulanık Modeli, Ağırlık Ortalaması ve Min-Max Çıkarım Yöntemi, durulaştırma yöntemi olarak da 'Centroid' yöntemi kullanılmıştır.



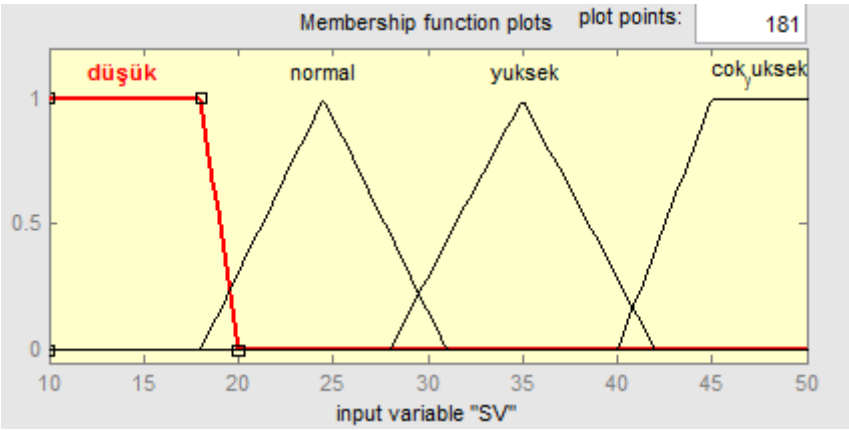
Şekil 4.7. Matlab'da BM giriş – çıkış birimleri

Şekil 4.7'de görüldüğü gibi Matlab programında gerçekleştirilen BM için 5 giriş (LS, SV, Eİ, OSS, KM) ve 1 çıkış (MT) bulunmaktadır. Sarı renkte gösterilenler girişleri, yeşil renk ile gösterilen çıkış ifadesini, beyaz kutu ise Mamdani Yöntemi'nin kullanıldığı göstermektedir.



Şekil 4.8. LS giriş üyelik grafiği

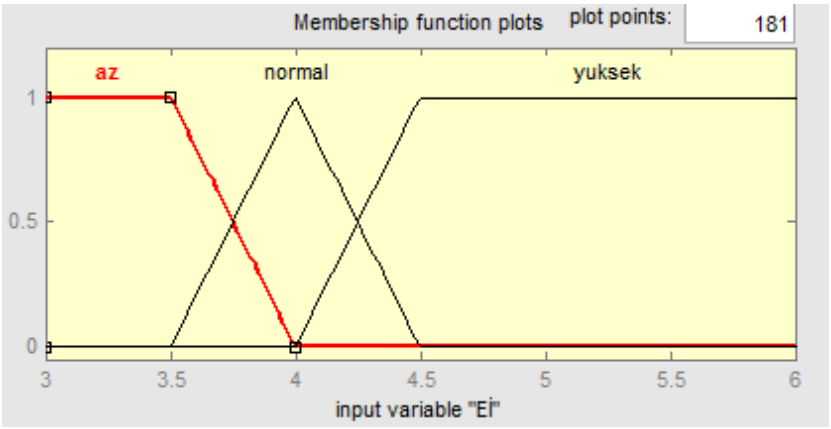
Şekil 4.8'te Matlab programında oluşturulan LS grafiği görülmektedir. 'İlk' ve 'Son' için yamuk üyelik fonksiyonlarının seçildiği, 'Orta' bulanık kümesi için ise üçgen fonksiyonun kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 4.9. SV giriş üyelik grafiği

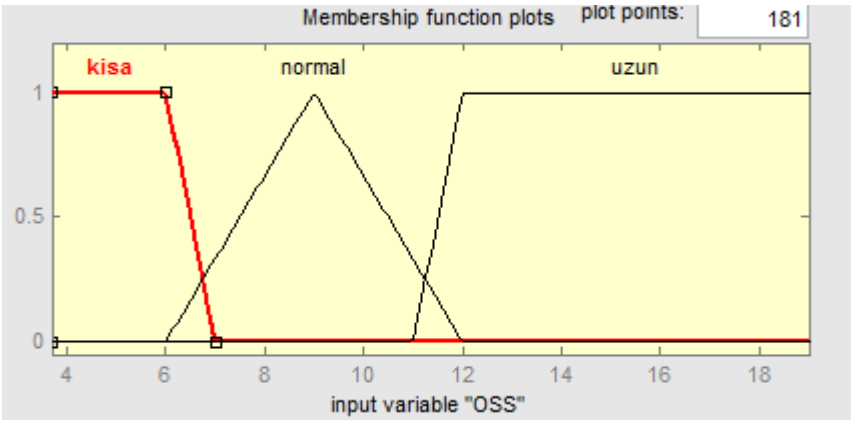
Şekil 4.9'da Matlab programında oluşturulan SV grafiği görülmektedir. Burada 4 tane sözel ifade bulunmaktadır. Yine burada da 'Düşük' ve 'Çok Yüksek' sözel

ifadeleri için yamuk üyelik fonksiyonu, ‘Normal’ ve ‘Yüksek’ için ise üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır.



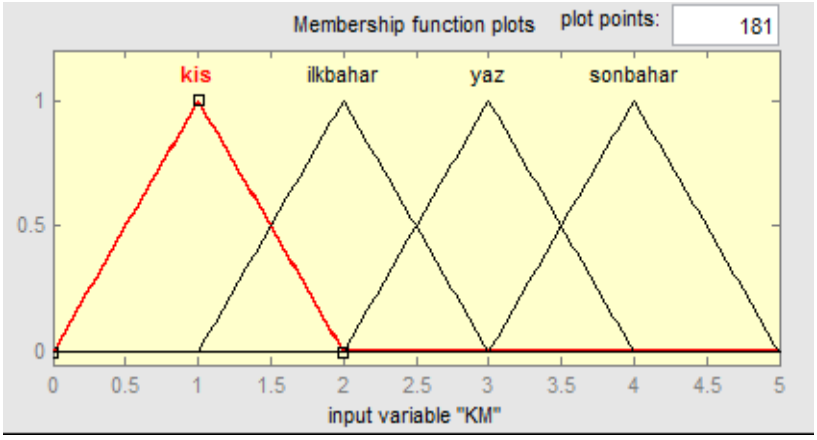
Şekil 4.10. Eİ giriş üyelik grafiği

Şekil 4.10’da Eİ giriş grafiği görülmektedir. ‘Az’ ve ‘Yüksek’ bulanık kümeleri için yamuk üyelik fonksiyonlarının seçildiği, ‘Normal’ bulanık kümesi için ise üçgen fonksiyonun kullanıldığı görülmektedir.



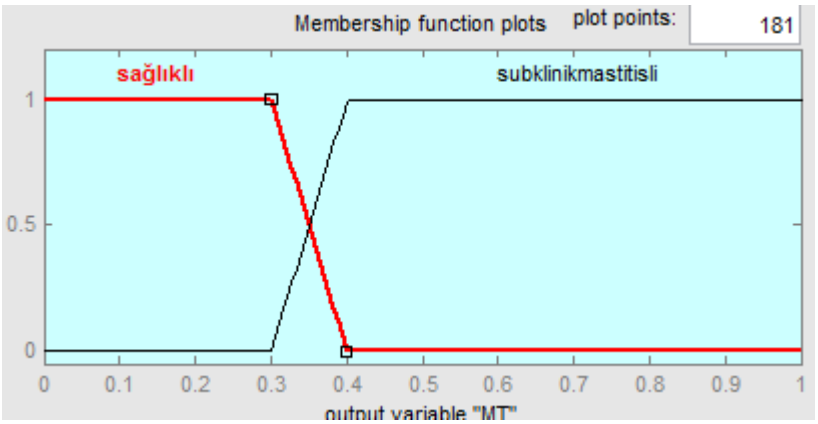
Şekil 4.11. OSS giriş üyelik grafiği

Şekil 4.11’de OSS giriş grafiği görülmektedir. Bu giriş verisi ‘Kısa’, ‘Normal’ ve ‘Uzun’ olmak üzere 3 aralığa bölünmüş, her bir sözel ifadenin üyelikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.12. KM giriş üyelik grafiği

Şekil 4.12'de programda oluşturulan KM grafiği görülmektedir. Burada 4 mevsim koşullu olarak 4 bulanık küme şeklinde gösterilmiştir. BUS'da ise bu giriş kesin olarak girilmiştir.



Şekil 4.13. MT çıkış üyelik grafiği

Şekil 4.13'te MT çıkış grafiği görülmektedir. Sistemin çıkışı bize iki cevaptan birisini vermektedir: inek 'Sağlıklı' veya 'Subklinik mastitisli'dir. Cevap 0 ve 1 arası değerlerden oluşmaktadır. Bu değerler 0'a yaklaştıkca hayvanın sağlıklı, 1'e yaklaştıkta ise hasta olduğu anlaşılmaktadır.

Ek 1'deki verilere göre kurallar tabanını oluşturacak olan giriş değerleri 5, çıkış değeri de 1 tane olarak belirlenmiştir. Giriş değerleri LS (İlk, Orta, Son), SV (Düşük, Normal, Yüksek, Çok Yüksek), Eİ (Düşük, Normal, Yüksek), OSS (Kısa, Normal,

Uzun) ve KM (Kış, İlkbahar, Yaz, Sonbahar) sözel ifadelerinden, çıkış değeri olan MT ise (Sağlıklı, Subklinik mastitisli) sözel ifadelerinden oluşmaktadır.

Kurallar 15 ay boyunca yapılmış kontrol sağımlarından elde edilmiş veriler (SV, OSS, Eİ, KM, LS) ve laboratuar ortamında sayılan SHS dikkate alınarak oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kurallar aşağıda verilmiştir

MT Sağlıklı İnekler için olan Genel Durumlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Kural 1: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 2: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Normal; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 4: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 5: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 9: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 10: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Normal; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 11: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Normal; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 12: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 15: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Az; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 16: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Az; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 17: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Az; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 18: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 19: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Normal; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 20: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Normal; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 22: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 23: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 24: *Eğer* SV Çok Yüksek *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 25: *Eğer* Eİ Az *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 26: *Eğer* OSS Kısa *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 27: *Eğer* SV Yüksek; OSS Kısa *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 28: *Eğer* SV Yüksek; Eİ Az *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 29: *Eğer* SV Yüksek; Eİ Normal *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 30: *Eğer* Eİ Az; OSS Kısa *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 31: *Eğer* Eİ Az; OSS Normal Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 32: *Eğer* Eİ Normal; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 33: *Eğer* Eİ Normal; OSS Kısa *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 65: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 69: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Az; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 70: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 71: *Eğer* LS İlk; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 72: *Eğer* LS İlk; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 73: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Normal; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 74: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 75: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Normal; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 76: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 77: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 78: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 79: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 80: Eğer LS Son; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 81: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Yaz *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 82: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 83: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 84: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 85: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 86: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 87: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Az; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 88: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 89: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 90: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 91: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 92: *Eğer* LS İlk; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

Kural 93: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Az; OSS Kısa; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Sağlıklı'dır.

MT Subklinik Mastitisli için olan Genel Durumlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Kural 3: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Normal; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 6: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 7: *Eğer* LS Son; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 8: *Eğer* LS Son; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 13: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 14: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 21: *Eğer* LS Son; SV Çok Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 34: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 35: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Normal; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 36: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Normal; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 37: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 38: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 39: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 40: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Az; OSS Uzun; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 41: *Eğer* LS Orta; SV Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 42: *Eğer* SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 43: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Uzun; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 44: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ yüksek; OSS Kısa; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 45: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 46: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 47: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 48: *Eğer* LS İlk; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 49: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Uzun; KM ilkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 50: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 51: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 52: *Eğer* LS İlk; SV Normal; Eİ Normal; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 53: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 54: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 55: *Eğer* LS Orta; SV Normal; Eİ Normal; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 56: *Eğer* LS Orta; SV Yüksek; Eİ Normal; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 57: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Az; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 58: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Normal; OSS Kısa; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 59: *Eğer* LS Orta; SV Yüksek; Eİ Az; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 60: *Eğer* LS Orta; SV Çok Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 61: *Eğer* LS Orta; SV Yüksek; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 62: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Kısa; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 63: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Yüksek; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 64: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Normal; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 66: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Normal; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 67: *Eğer* LS Son; SV Normal; Eİ Normal; OSS Kısa; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 68: *Eğer* LS Son; SV Yüksek; Eİ Normal; OSS Normal; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 94: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 95: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 96: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Yaz *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 97: *Eğer* LS İlk; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 98: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 99: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 100: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS uzun; KM Yaz *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 101: *Eğer* LS Orta; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

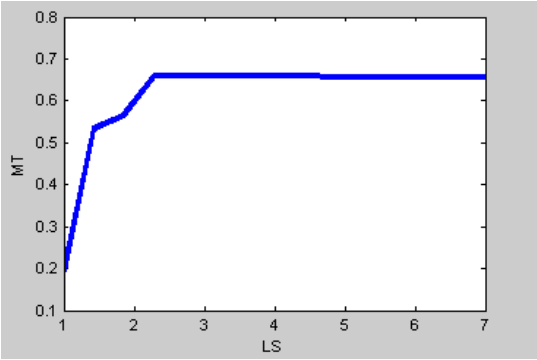
Kural 102: *Eğer* LS Son; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Kış *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 103: *Eğer* LS Son; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM İlkbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

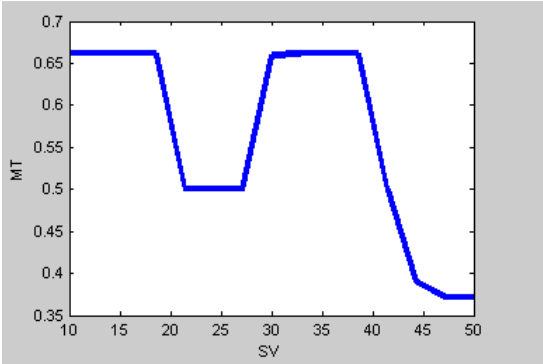
Kural 104: *Eğer* LS Son; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Yaz *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

Kural 105: *Eğer* LS Son; SV Düşük; Eİ Yüksek; OSS Uzun; KM Sonbahar *ise O Halde* MT Subklinik mastitisli'dir.

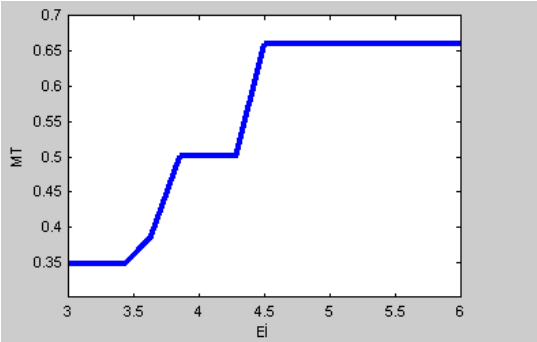
Mastitis teşhisinin LS, SV, Eİ, OSS ve KM ile ilişkisi sırasıyla Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te verilmiştir. Şekil 4.24'te ise girilen örnek giriş değerlerine göre Matlab'da bulunan çıkış değerlerinin gösterildiği kuralların bir kısmı gösterilmiştir. LS, SV, Eİ, OSS ve KM için kırmızı ile gösterilen çizgiler istenildiği gibi sağa sola hareket ettirilerek çıkışların alacağı değerler gözlenebilmektedir. Şekil 4.24'te LS için 1, SV için 15, Eİ için 5.5, OSS için 12, KM için ise 2 değerleri verilmiştir. Bu giriş değerlerine göre olması gereken çıkış değeri MT (0.68) ifadesinin yanında görülmektedir. Ek olarak verilen giriş değerleri ve alınan sonuç değerlerinin dahil olduğu sözel ifadeler de grafiksel olarak gösterilmektedir.



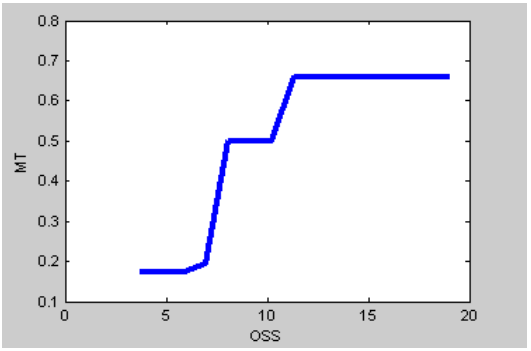
Şekil 4.14. LS ile MT arasındaki ilişki



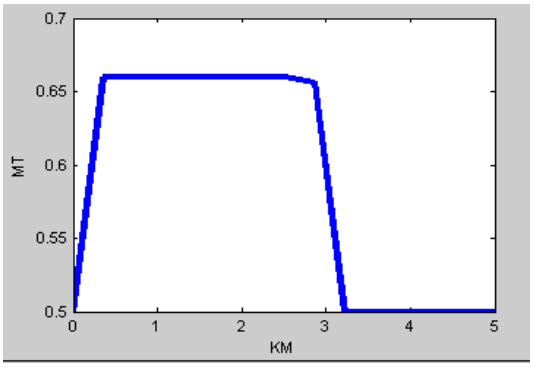
Şekil 4.15. SV ile MT arasındaki ilişki



Şekil 4.16. Eİ ile MT arasındaki ilişki

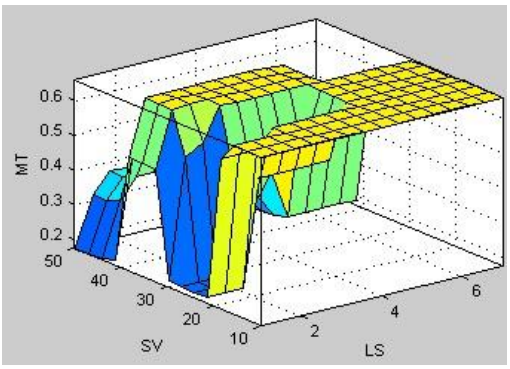


Şekil 4.17. OSS ile MT arasındaki ilişki

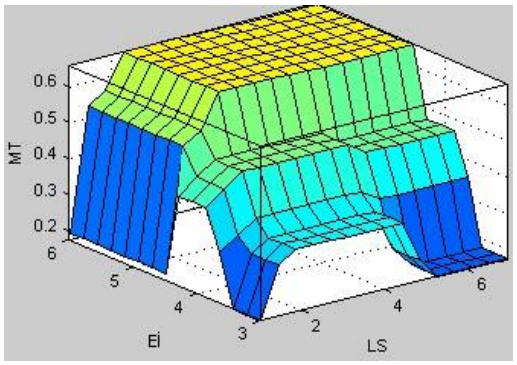


Şekil 4.18. KM ile MT arasındaki ilişki

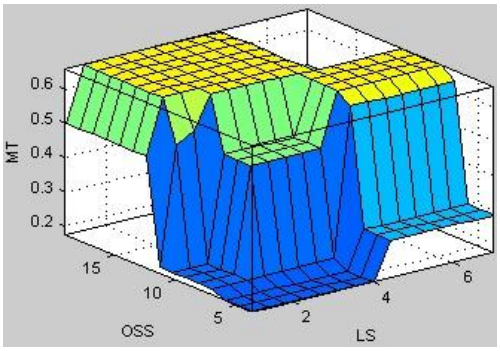
Şekil 4.14'ten görüldüğü üzere subklinik mastitis 2. laktasyondan itibaren daha sık görülmektedir. Şekil 4.15'de süt verimi ile subklinik mastitis arası ilişki gösterilmiştir. Süt verimi düşük ve yüksek olan vakalarda mastitis yüksek olasılıkla görülmekte normal ve çok yüksek vakalarında ise daha az görülmektedir. Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'den görüldüğü gibi elektrik iletkenliği ve ortalama sağım süresi arttıkça subklinik mastitisin de görülme olasılığı artır. Şekil 4.18'te kontrol mevsimlerinden kış ve ilkbahar döneminde subklinik mastitis vakalarının arttığı, yaz aylarından itibaren sonbaharın sonlarına doğru ise azaldığı görülmektedir. Şekil 4.19 – 4.28'de ise LS, SV, Eİ, OSS, KM girişi ve MT çıkışı arasında 3 boyutlu ilişkiler gösterilmiştir.



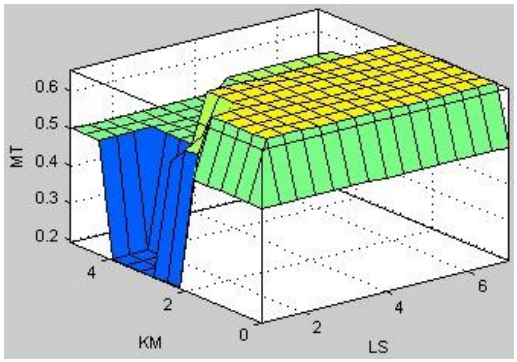
Şekil 4.19. LS, SV ve MT arasındaki ilişki



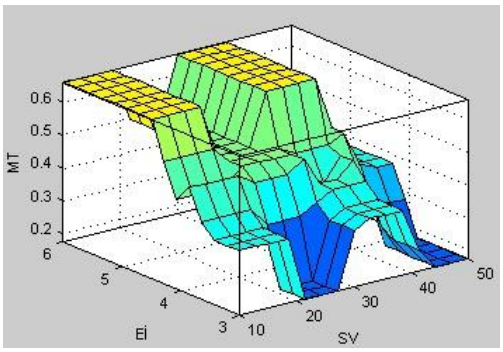
Şekil 4.20. LS, Eİ ve MT arasındaki ilişki



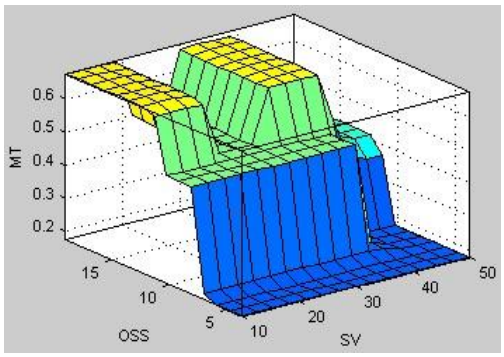
Şekil 4.21. LS, OSS ve MT arasındaki ilişki



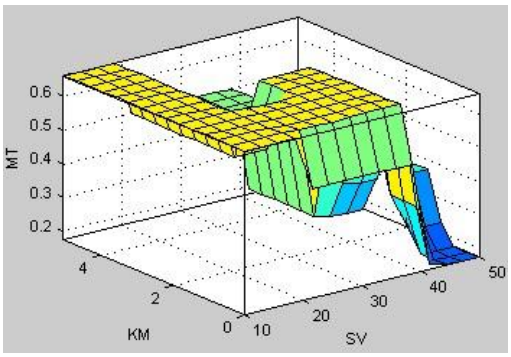
Şekil 4.22. LS, KM ve MT arasındaki ilişki



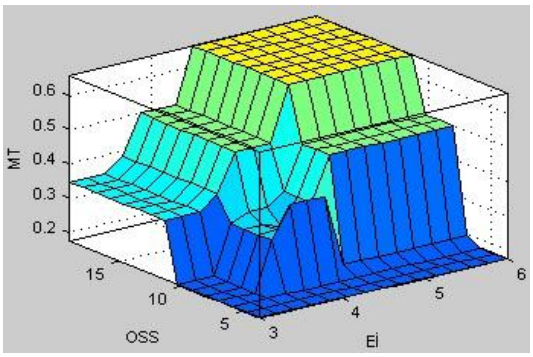
Şekil 4.23. Eİ, SV ve MT arasındaki ilişki



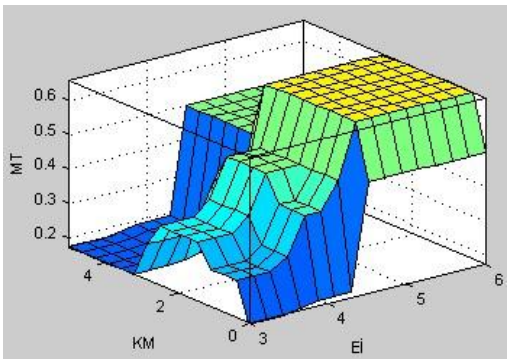
Şekil 4.24. OSS, SV ve MT arasındaki ilişki



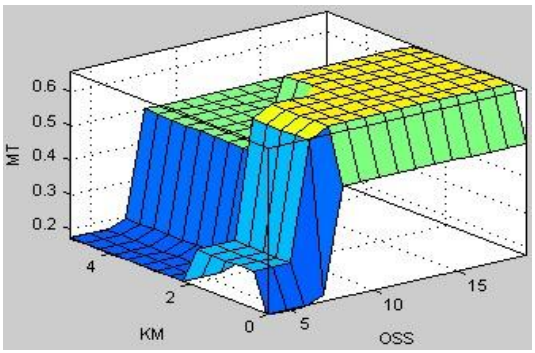
Şekil 4.25. KM, SV ve MT arasındaki ilişki



Şekil 4.26. OSS, Eİ ve MT arasındaki ilişki



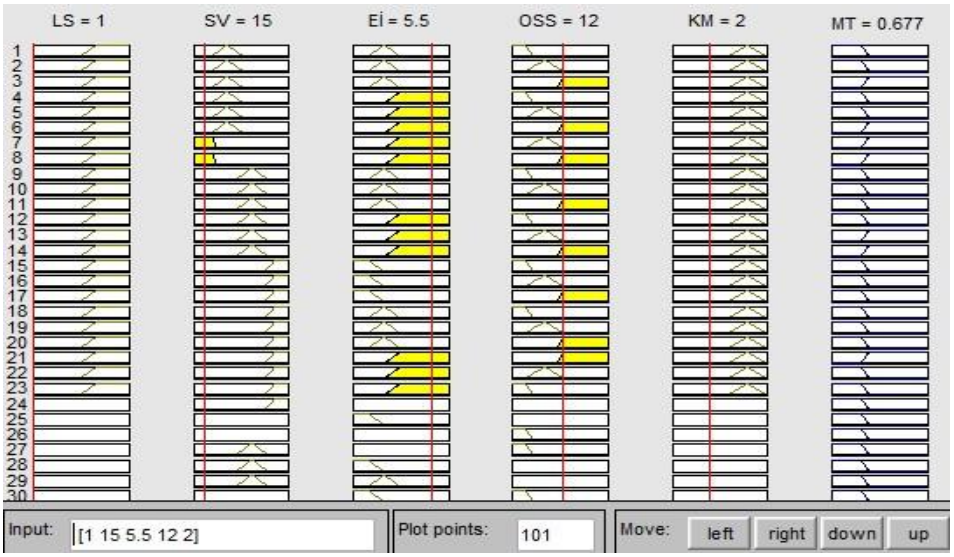
Şekil 4.27. KM, Eİ ve MT arasındaki ilişki



Şekil 4.28. KM, OSS ve MT arasındaki ilişki

Aşağıda örneklerde kurulmuş olan BM modelinin bazı giriş verilerine uygulanması ile bulunan sonuçlar gösterilmiştir:

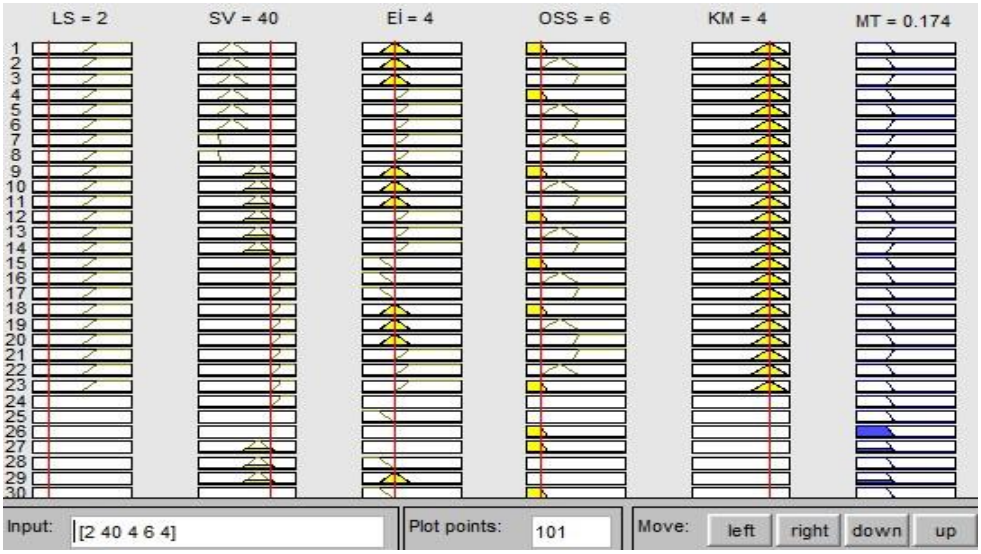
Örnek 1: LS=1; SV= 15 l; Eİ=5.5 mS/cm; OSS=12 dak.; KM=2; bunlara uygun bulunan cevap ise MT=0.677'dir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Örnek1'deki giriş değerlerine göre Matlab'da bulunan çıkış değerinin gösterildiği kuralların bir kısmı

Şekil 4.28'te MATLAB'in çalışma arayüzü gösterilmiştir. Burada 5 giriş sütunu ve 1 çıkış sütunu gösterilmiştir. Verilmiş örnekte LS=1; SV=15 l; Eİ=5.5 mS/cm; OSS=12 dak.; KM=2; bunlara uygun cevap ise MT=0.677'dir.

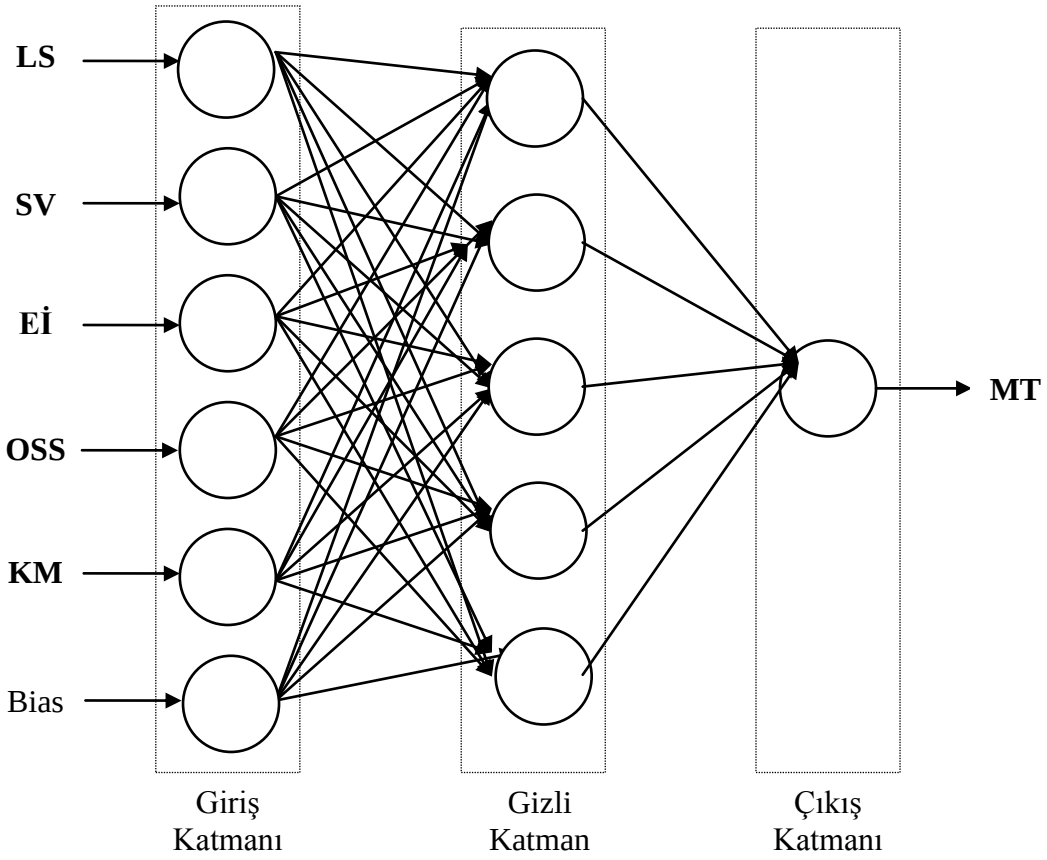
Örnek 2: LS=2; SV= 40 l; Eİ=4 mS/cm; OSS=6 dak.; KM=4; bunlara uygun bulunan cevap ise MT=0.174'tür (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Örnek2'deki giriş değerlerine göre Matlab'da bulunan çıkış değerinin gösterildiği kuralların bir kısmı

Daha sonra Ek 1'deki verilerin tümü Bulanık Uzman Sistemde çalıştırılarak Ek 2'deki sonuçlar elde edilmiştir. Ek 2'deki sonuçlar sağlam ve subklinik mastitisli inekleri ifade etmektedir. Hassaslık parametresi için tüm subklinik mastitisli vakalar içinden doğru teşhis edilenlerin sayısı sayılmış ve hassaslık % 82 olarak tespit edilmiştir. Teşhis edilen subklinik mastitis belirtilerinin sayısının yanlış teşhislerle doğru teşhislerin toplamına oranı Hata parametresi ise % 74 olarak, yanlış subklinik mastitis belirtileri sayısının doğru negatif gözlemlerin sayısına oranını gösteren belirlilik ise % 60 olarak tespit edilmiştir.

4.2. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir YSA Uygulaması



Şekil 4.30. Subklinik mastitisin teşhisi için kurulmuş örnek bir YSA modeli

YSA ile eğitim için kullanılan Giriş Katmanında 5, Gizli Katmanda 5, Çıkış Katmanında ise 1 tane nöron bulunmakta ve İleri Beslemeli Çok Katlı Nöron Ağı kullanılmıştır (Şekil 4.30). YSA'da eğitim ve test işlemleri için Matlab 7 paket programı kullanılmıştır.

Uygulamada 15 aylık kontrol süresinde toplanan veriler kullanılmıştır. Her bir süt örneği için sayılan SHS verisi eğitimde sınıflandırma yapılması için çıkış verisi olan MT olarak kullanılmıştır. Çıkış verisi olan MT 'Sağlıklı' veya 'Subklinik Mastitisli'dir olarak sınıflandırıldığı için YSA'da bu veride 'Sağlıklı' için 0, 'Subklinik Mastitisli' için ise 1 değeri kullanılmıştır.

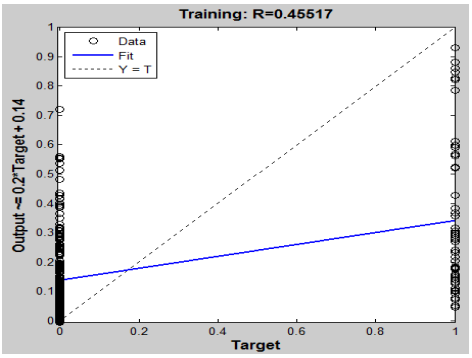
YSA'da kullanılmak üzere tüm giriş değerleri normalizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Normalizasyon işlemi:

$$\|x_i\| = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \tag{4.20}$$

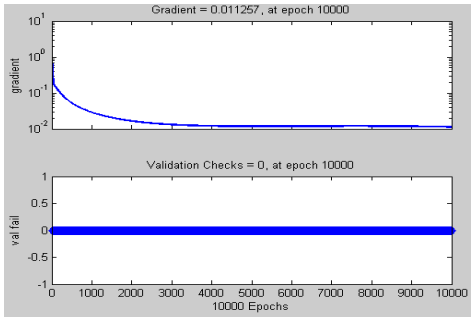
formulü ile gerçekleştirilmektedir.

EK 1'de LS, SV, Eİ, OSS ve KM için norm değerler gösterilmiştir.

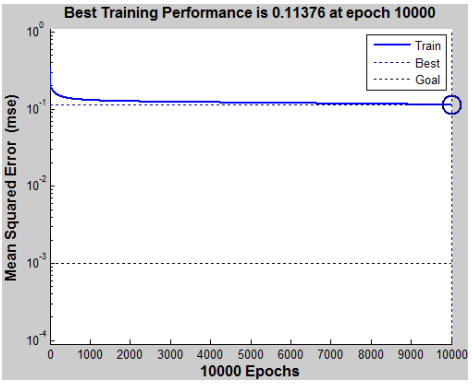
Kontrol günlerinde toplanmış olan 346 veri 311 – eğitim, 35 – test; 260 – eğitim, 86 – test; 242 – eğitim, 104 – test; 208 – eğitim, 138 – test olmak üzere ayrılmıştır. Önce eğitim verileri YSA'da eğitildikten sonra sistem test verileri ile çalıştırılmıştır. Test sonucu bulunan tahmin değerleri elimizde bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır. Eğitim ve test aşamalarında kullanılmayan veri kalmayacak şekilde işlemler gerçekleştirilmiştir. Elimizde bulunan 346 veri karıştırılmış ve böylece 5 farklı sıralamalı veri kümesi elde edilmiştir. Her bir küme YSA'da eğitim test işlemine tabi tutulmuş sonuçlar incelenmiştir. Doğru olan değerlerin yüzdeleri hesaplanmış, her veri seti için bu işlemleri gerçekleştirdikten sonra elde edilen yüzde değerlerinin ortalaması alınmıştır.



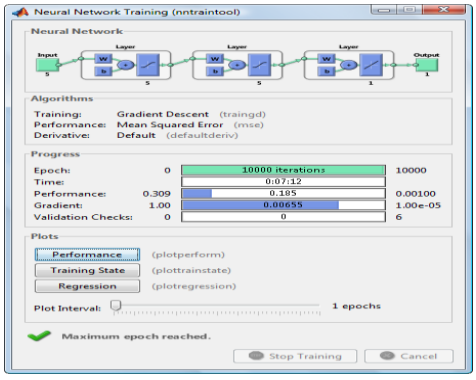
Şekil 4.31. YSA'da örnek tahminde regresyon katsayısı



Şekil 4.32. YSA'nın örnek eğitmedurumu



Şekil 4.33. YSA'da örnek performansı



Şekil 4.34. YSA'da Neural Network Toolbox'un arayüzü

Öncelikle her veri kümesi için 10000 epoch, 0.001 hata oranı ile eğitim ve test yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.18'te gösterilmiştir:

Çizelge 4.18. Test sonucu çizelgesi

Toplam Veri Sayısı	Eğitim Veri Sayısı	Test Veri Sayısı	1.TEST SONUCU		2.TEST SONUCU		3.TEST SONUCU		4.TEST SONUCU		5.TEST SONUCU		ORTALAMA	
			Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)
346	311	35	28	80	28	80	31	89	24	69	29	83	28	80
	260	86	66	77	65	76	78	91	70	81	69	80	70	81
	242	104	79	76	83	80	89	86	87	84	85	82	85	82
	208	138	111	80	110	80	112	81	113	82	109	79	111	80
ORTALAMA													74	81

Çizelge 4.18'den görüldüğü gibi % 60 eğitim - % 40 test oranının 5 veri setinde uygulaması sonucu başarı yüzdeleri % 80, % 80, % 81, % 82, % 79 olmuştur. % 90 eğitim - % 10 test oranının uygulaması sonucunda ise başarı % 80, % 80, % 89, % 69, % 83 olarak, % 75 eğitim - % 25 test oranı uygulaması sonucunda ise % 77, % 76, % 91, % 81, % 80 ve % 70 eğitim - % 30 test uygulamasında ise % 76, % 80, % 86, % 84, % 82 olarak bulunmuştur. Bu durumda 4 eğitim-test kombinasyonu için ortalamalar bulunmuş ve sonda bu ortalamalardan bir sonuç çıkarılmıştır.

YSA ile yapılan eğitimlerden en iyisi olduğu gözlenen 3.Test sonucuna göre MT çıkış değerinin % 91 olduğu gözlenmiştir.

YSA modelinde hassaslık, belirlilik ve hataya ait değerler ise sırasıyla % 80, % 91 ve % 64 olarak tespit edilmiştir.

4.3. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir ANFIS Uygulaması

ANFIS uygulamasında MATLAB Toolbox ANFIS arayüzü kullanılmıştır. Eğitim için hazırlanmış (tüm verinin % 60, % 70, % 75, % 90'ı) 5 giriş verisi (LS, SV, Eİ, OSS, KM) ve 1 çıkış verisi olan MT sisteme dahil edilerek, model eğitilmiştir (Şekil 4.35). Burada girişler BM tekniğine uygun olarak bulanıklaştırılmıştır. Aynı BM modelinde olduğu gibi LS: 3, SV: 4, Eİ: 3, OSS: 3 ve KM: 4 üyelik fonksiyonuna ayrılmıştır. Kurallar ve çıkarım sistemi ise YSA tekniğine uygun olarak sistem tarafından hazırlanır. Epoch sayısı 20 olarak belirlenmiştir. Epoch sayısı 50 olduğunda da hata değeri çok fazla değişmediğinden bu değerin 20 olarak belirlenmesi uygun bulunmuştur. Çıkarım yöntemi olarak burada Sugeno çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Sugeno çıkarım yöntemi BUS'da kullanılan Mamdani çıkarım yöntemi ile benzer yöntemlerdir. Fark sadece Sugeno yönteminde çıkış verisinin üyelik fonksiyonlarının

lineer veya sabit olmasıdır. Kurulan modelde çıkışlar sabit üyelik fonksiyonuna tanımlanmıştır.

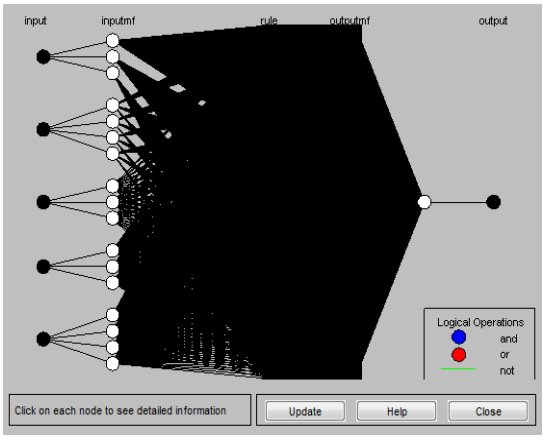
Her bir kural için bulunan z_i çıkış değeri kuralın çalıştırılan w_i ağırlığı ile çarpılmıştır. Örneğin, LS=1, SV= 30 l, Eİ= 4.5 mS/cm, OSS= 8 dak, KM= 3 olduğunda çalıştırılan w_i ağırlığı

$$w_i = \vee(F_1(1), F_2(30), F_3(4.5), F_4(8), F_5(3)) \tag{4.21}$$

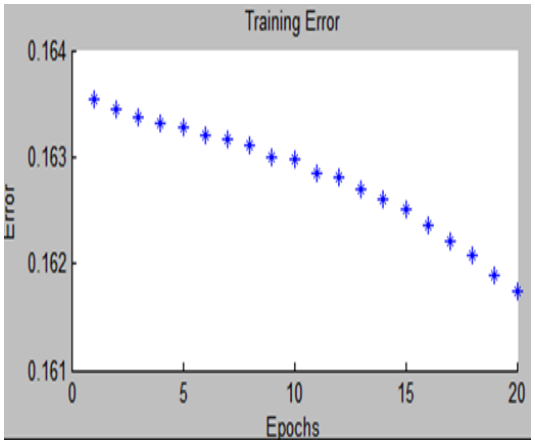
Burada, $F_{1,2,3,4,5}$ (.) değerleri LS, SV, Eİ, OSS, KM girişlerine ait üyelik fonksiyonlarıdır. Sistemin son çıkışı tüm kural çıkışlarının ağırlıklı ortalamasıdır:

$$Son\ çikiş = \frac{\sum_{i=1}^{N} w_i z_i}{\sum_{i=1}^{N} w_i} \tag{4.22}$$

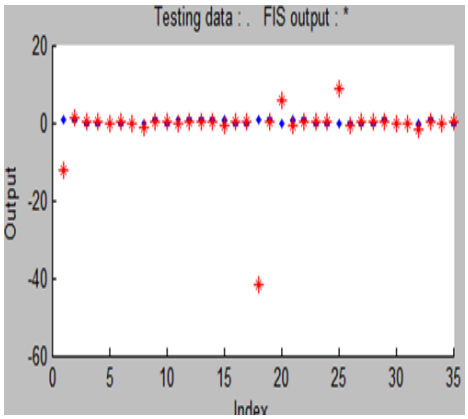
Şekil 4.36'da yapılan eğitimin 20 epoch sonundaki hata değeri grafiği gösterilmiştir. Çizelge 4.19'da 5 veri setine ANFIS modeli uygulanması sonucunda oluşan tüm hata değerleri verilmiştir. Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de % 10 ve % 40 test girişleri için sistemin yaptığı tahmin sonucu hata gösterilmiştir. YSA modelinde yapıldığı gibi 5 veri setine göre elde edilen tahmin değerleri elimizde bulunan değerlerle karşılaştırılmıştır. Doğru olan değerlerin yüzdeleri hesaplanmış, örneğin, 86 test girişi için tahmin sonucunda 71 doğru çıkış bulunmuştur. Bu da % 83'lik bir başarıdır. Her çıkış için bu işlemleri gerçekleştirdikten sonra elde edilen yüzde değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır (Çizelge 4.19). Eğitim ve test aşamalarında kullanılmayan veri kalmayacak şekilde işlemler gerçekleştirilmiştir.



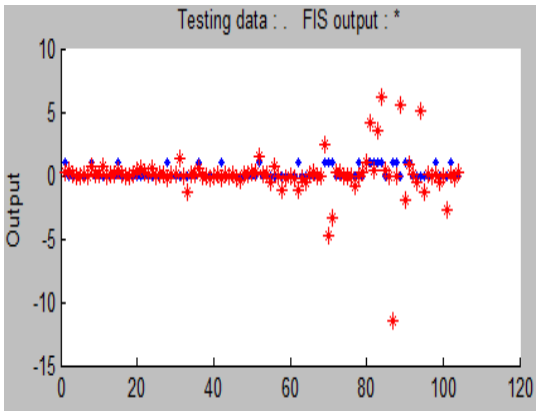
Şekil 4.35. MATLAB Toolbıx'da ANFIS modelinin şeması



Şekil 4.36. ANFIS'de örnek eğitim hatası



Şekil 4.37. %10 test girişinde tahmin hatası



Şekil 4.38. % 40 test girişinde tahmin hatası

Çizelge 4.19. ANFIS uygulamasının sonucu

Toplam Veri Sayısı	Eğitim Veri Sayısı	Test Veri Sayısı	1.TEST SONUCU		2.TEST SONUCU		3.TEST SONUCU		4.TEST SONUCU		5.TEST SONUCU		ORTALAMA	
			Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)
346	311	35	21	60	24	69	24	69	26	74	26	74	24	69
	260	86	60	70	64	74	63	73	66	77	71	83	65	75
	242	104	73	70	81	78	82	79	84	81	85	82	81	78
	208	138	100	72	109	79	108	78	107	78	113	82	107	78
ORTALAMA													69	75

Çizelge 4.20. ANFIS uygulamasında eğitim ve test hataları

Toplam Veri Sayısı	Eğitim Veri Sayısı	Test Veri Sayısı	1.VERİ SETİ		2.VERİ SETİ		3.VERİ SETİ		4.VERİ SETİ		5.VERİ SETİ		ORTALAMA	
			Eğitim Hatası	Ortalama Test Hatası	Eğitim Hatası	Ortalama Test Hatası	Eğitim Hatası	Ortalama Test Hatası	Eğitim Hatası	Ortalama Test Hatası	Eğitim Hatası	Ortalama Test Hatası	Eğitim Hatası	Ortalama Test Hatası
346	311	35	0.168	1.58	0.175	2.70	0.172	1.70	0.173	0.59	0.187	1.68	0.175	1.65
	260	86	0.141	1.41	0.156	3.30	0.182	2.50	0.175	3.66	0.167	1.71	0.164	2.52
	242	104	0.141	2.66	0.153	2.50	0.177	3.60	0.165	1.99	0.169	2.65	0.161	2.68
	208	138	0.117	2.50	0.153	1.80	0.170	2.02	0.163	2.20	0.161	3.23	0.153	2.35
ORTALAMA													**0.163**	**2.29**

4.4. Subklinik Mastitisin Tahmini için bir SVM Uygulaması

Burada kullandığımız 5 veri seti SVM algoritması ile sınıflandırılmıştır. Aynı YSA tekniği ile burada da tüm verinin % 60, % 70, % 75, % 90'ı) eğitimde kullanılmış, kalan yüzdeler ise test verisi olarak tahmin etmede kullanılmıştır. 5 giriş verisi (LS, SV,

Eİ, OSS, KM) ve 1 çıkış verisi olan MT sisteme dahil edilerek, model eğitilmiştir. Elde edilen tahmin değerleri elimizde bulunan değerlerle karşılaştırılmıştır. Doğru olan değerlerin yüzdeleri hesaplanmış, her çıkış için bu işlemleri gerçekleştirdikten sonra elde edilen yüzde değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. Eğitim ve test aşamalarında kullanılmayan veri kalmayacak şekilde işlemler gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. SVM uygulamasının sonucu

Toplam Veri Sayısı	Eğitim Veri Sayısı	Test Veri Sayısı	1.TEST SONUCU		2.TEST SONUCU		3.TEST SONUCU		4.TEST SONUCU		5.TEST SONUCU		ORTALAMA	
			Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)	Doğru Veri Sayısı	Başarı yüzdesi (%)		
346	311	35	30	86	27	77	32	91	24	69	30	86	29	82
	260	86	72	84	68	79	78	91	70	81	71	83	72	84
	242	104	88	85	86	83	95	91	85	82	87	84	88	85
	208	138	116	84	117	85	121	88	118	86	114	83	117	85
ORTALAMA													76	84

Çizelge 4.21'den görüldüğü gibi % 60 eğitim - % 40 test oranının 5 veri setinde uygulaması sonucu başarı yüzdeleri % 84, % 85, % 88, % 86, % 83 olmuştur. % 90 eğitim - % 10 test oranının uygulaması sonucunda ise başarı % 86, % 77, % 91, % 69, % 86 olarak, % 75 eğitim - % 25 test oranı uygulaması sonucunda ise % 84, % 79, % 91, % 81, % 83 ve % 70 eğitim - % 30 test uygulamasında ise % 85, % 83, % 91, % 82, % 84 olarak bulunmuştur. Bu durumda 4 eğitim-test kombinasyonu için ortalamalar bulunmuş ve sonda bu ortalamalardan bir sonuç çıkarılmıştır.

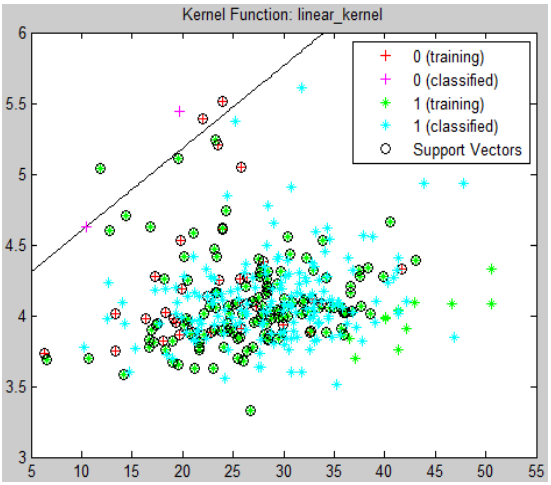
SVM ile yapılan eğitimlerden en iyisi olduğu gözlenen 3.Test sonucuna göre MT çıkış değerinin % 91 olduğu gözlenmiştir.

SVM modelinde hassaslık, belirlilik ve hataya ait değerler ise sırasıyla % 89, % 92 ve % 50 olarak tespit edilmiştir.

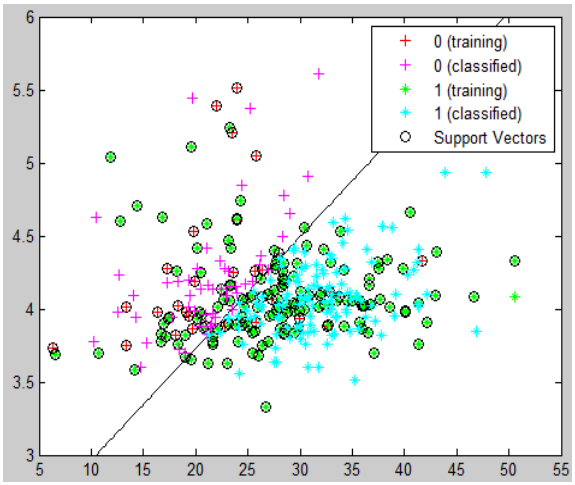
SVM aşağıdaki formüle göre sınıflandırma yapmaktadır:

$$c = \sum_i \alpha_i k(s_i, x) + b, \tag{4.23}$$

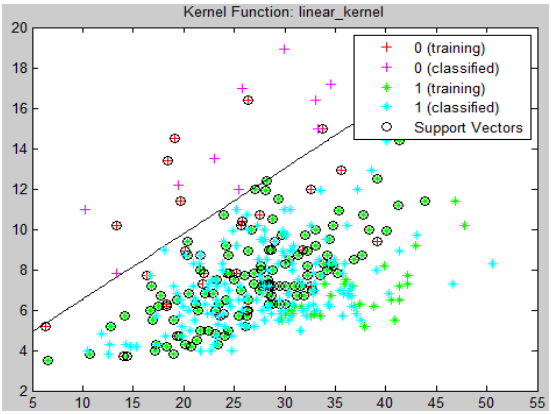
Burada – s_i destek vektörleri, α_i ağırlık, b bias ve k ise kernel fonksiyonudur. Doğrusal kernel halinde, k nokta çarpımıdır. Eğer $c >= 0$, o zaman x 1. grubun elemanı olarak, değilse 2. grubun elemanı olarak sınıflandırılır.



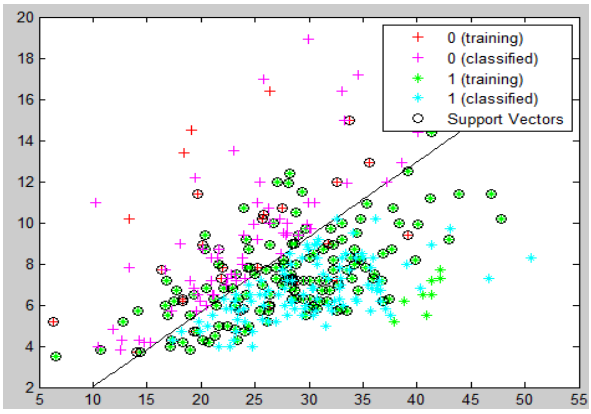
Şekil 4.39. SV ve Eİ verilerine göre sağlıklı ve subklinik mastitisli ineklerin SVM'de Kernel fonksiyonu ile sınıflandırılması



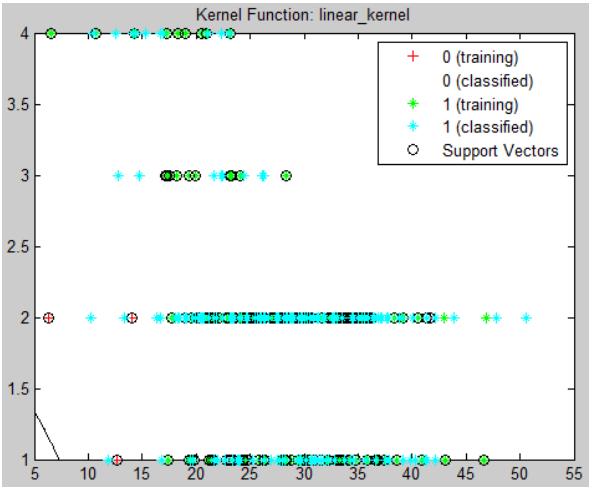
Şekil 4.40. SV ve Eİ verilerine göre sağlıklı ve subklinik mastitisli ineklerin SVM'de sınıflandırılması



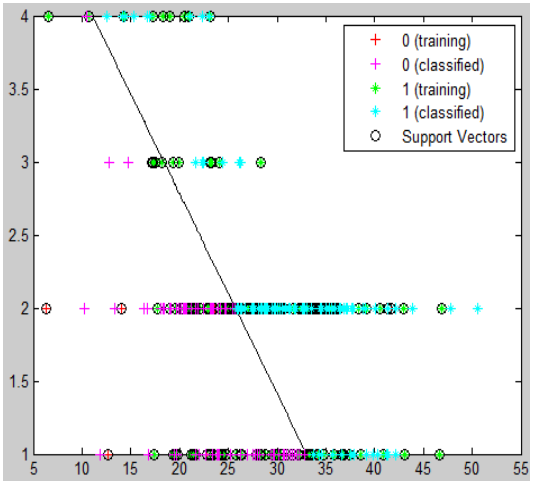
Şekil 4.41. SV ve OSS verilerine göre sağlıklı ve subklinik mastitisli ineklerin SVM'de Kernel fonksiyonu ile sınıflandırılması



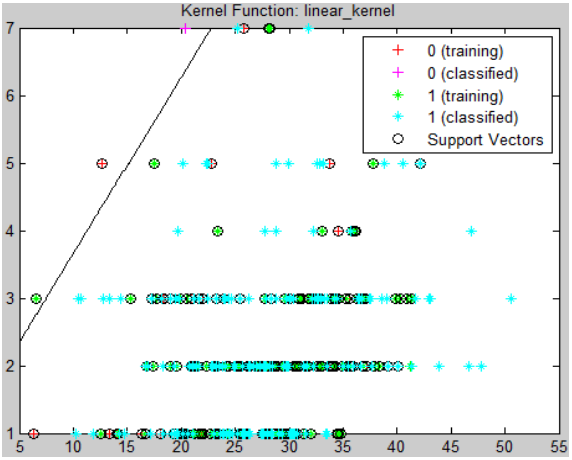
Şekil 4.42. SV ve OSS verilerine göre sağlıklı ve subklinik mastitisli ineklerin SVM'de sınıflandırılması



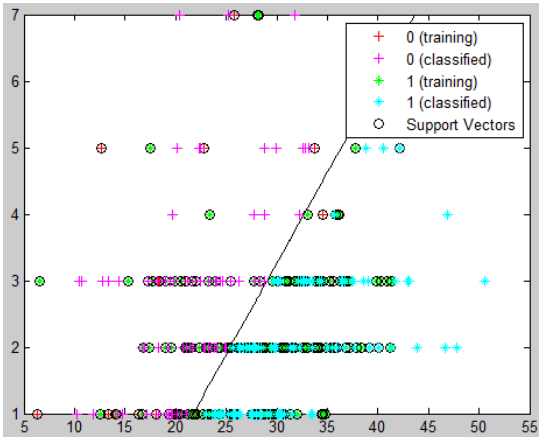
Şekil 4.43. SV ve KM verilerine göre sağlıklı ve subklinik



Şekil 4.44. SV ve KM verilerine göre sağlıklı ve subklinik



Şekil 4.45. SV ve LS verilerine göre sağlıklı ve subklinik mastitisli ineklerin SVM'de Kernel fonksiyonu ile sınıflandırılması



Şekil 4.46. SV ve LS verilerine göre sağlıklı ve subklinik mastitisli ineklerin SVM'de sınıflandırılması

SV ve OSS verilerine göre sağlıklı ve subklinik mastitisli inekleri SVM ile sınıflandırırken (EK 8) başarı oranı % 81 olmuştur (Şekil 4.39). SVM'de doğrusal Kernel fonksiyonu ile sınıflandırma yaparken ise bu başarı oranı % 84 olmuştur (Şekil 4.40). SV ve Eİ verilerine göre Sağlıklı ve Subklinik mastitisli inekleri SVM ile sınıflandırırken başarı oranı % 83 olmuştur (Şekil 4.41). SVM'de doğrusal Kernel fonksiyonu ile sınıflandırma yaparken ise bu başarı oranı % 77 olmuştur (Şekil 4.42). SV ile KM ve SV ile LS arasında sınıflandırmalarda bu değerler % 83, % 73 ve % 82, % 73 olarak bulunmuştur (Şekil 4.43 – 4.46).

Bu çalışmada toplanan 346 kayıt içinde 61 ineğin subklinik mastitisli olduğu tespit edilmiştir. Subklinik mastitisli vakaların azlığı sistemin hastalığı teşhis etmesini zorlaştıran bir husustur. BM yöntemi kullanılarak (giriş parametresi olarak: LS, SV, Eİ, OSS, KM; çıkış parametresi olarak ise MT) tüm subklinik mastitisli vakalar içinden doğru teşhis edilenlerin sayılması ile bulunan hassaslık parametresi bu çalışmada % 82 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulunan bu değer Cavero ve ark. (2006) bulduğu değer (% 83.2) ve De Mol (2000) (klinik mastitis vakası teşhisi) % 84.6 değerden düşüktür. Bunun muhtemel sebebi giriş parametrelerinin farklı alınması olabilir. Cavero ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada her meme lobuna ait elektrik iletkenliğini, onların sapmasını, süt üretim hızındaki sapma ve sütün akış hızındaki sapmayı dikkate almıştır. De Mol (2000), ise yaptıkları araştırmada her meme lobuna ait sütün elektrik iletkenliğini ve Eİ'nin standart sapmasını kullanmıştır. Buradan BM modeli için az sayıda, lakin daha nitelikli (araştırma yaptığımız işletmedeki SYS her meme lobu için

Eİ değeri vermiyordu) giriş verisinin kullanılmasının daha efektif olabileceği sonucuna varabiliriz.

Bu çalışmada YSA yöntemi ile bulunan belirlilik katsayısı (% 91) Yang (1998)'ın çalışmasında bulduğu (YSA yöntemi ile LS, SHS, SV (KG), SGS, SHS (KG), Sürü boyutu (KG) verilerini, bir diğer çalışmasında da BM, KÇ mevsimi, KM, Yağ yüzdesi (KG), Protein yüzdesi (KG), Cumulative SV, Cumulative YV, Cumulative PV, İneğin toplam uyumluluk sınfı, İneğin uyumluluk sınfı varlığı, İneğin babasının uyumluluk sınfı, Uyumluluk sınfı varlığı, İneğin annesinin uyumluluk sınıfı, Uyumluluk sınfı varlığı ek verilerini kullanarak kurduğu modelde bulduğu) % 99 belirlilik, Wang ve Samarashinge (2005)'in bulduğu (YSA yöntemi ile kurduğu modele Maks. Eİ, Sütün sıcaklığı, CMT sonuçları gibi giriş verileri kullanarak bulduğu) % 99 belirlilik katsayısından düşüktür. Her iki araştırmacı da giriş verisi olarak SHS'ni kullanmışlardır. Giriş verisi olarak SHS kullandığımız zaman tüm yöntemlerle % 99'luk bir başarı elde etmek mümkündür. Amacımız bilgisayar ortamında SHS kullanılmadan subklinik mastitis hakkında bir tahminde bulunmak olduğu için yapılan araştırmanın başarılı olduğunu söyleyebiliriz.

Belirlilik için yapılan Z testi sonucunda YSA, ANFIS ve SVM arasındaki farkın istatistik olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Hassaslık ve hata için yapılan Z testi sonucunda ise BM, YSA ve SVM arasındaki farkın istatistik olarak önemli olmadığı, ANFIS yönteminin ise bu özellikler bakımından diğer üç yöntemden (BM, YSA, SVM) istatistik olarak farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Uygulanan Z testi sonuçları

Yapay Zeka Yöntemi	Belirlilik (%)	Hassaslık (%)	Hata (%)
BM	74^{B}	82^{A}	60^{A}
YSA	91^{A}	80^{A}	64^{A}
ANFIS	91^{A}	55^{B}	35^{B}
SVM	92^{A}	89^{A}	50^{A}

$^{A, B}$: $P<0.01$

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Sistemlerin birçok alanda güvenli, verimli ve istenilen kalitede üretim yapabilmesi için kontrol düzeneğinin düzgün bir şekilde kurulması gerekir. Kontrol edilecek sistemin matematik modelinin bilinmesi ise zorunludur. Böylece sistemin modeli kullanılarak sistemin çıkışı arzu edilen şekilde düzenlenebilmektedir.

Bu çalışmada Bulanık Mantığın ve Uzman Sistemlerin temel bilgileri verilmiş ve bu bilgiler çerçevesinde çeşitli uygulamalara değinilmeye çalışılmıştır. Bulanık mantığın uygulama alanları kontrol sistemlerinin de ötesine uzanmakta, geliştirilen uygulamalar bulanık mantığın ilke olarak ister mühendislik, ister biyoloji veya diğer alanlarda olsun belirsizlik ve karmaşıklığın olduğu her alanda sistemleri modellemek için güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Matematiksel modellemenin kolay olmadığı sistemlerin tanımlanmasında yapay zeka yöntemleri ile modelleme büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Böylece bir yapay zeka yönteminin, matematik modellenmesi zor olan alanlarda uygulanabileceği ve daha sağlıklı sonuçlar elde edilebileceği söylenebilir.

Yapay zeka uygulamalarından hayvancılıkta aşağıda belirtilen alanlarda yararlanmak mümkündür. Bunlar;

- Hayvan ıslahı programlarında, damızlık seçimi ve ayıklamada,
- Hayvan barınaklarında, otomasyon sistemlerinde,
- Kızgınlığın tespiti, mastitis gibi hastalıkların erken teşhisi, genel sürü sağlığının takibinde,
- Optimum üretim deseninin belirlenmesinde,
- Minimum maliyetli rasyon hazırlanmasında,
- Araştırmalarda eksik verilerle çalışılması durumunda

Sistemlerin birçok alanda güvenli, verimli ve istenilen kalitede üretim yapabilmesi için kontrol düzeneğinin kurulması gerekir. Kontrol edilecek sistemin matematik modelinin bilinmesi zorunludur. Böylece sistemin modeli kullanılarak sistemin çıkışı arzu edilen şekilde düzenlenebilir.

İnsan yaşamında “gerçek” olarak nitelenen pek çok sosyal, ekonomik ve teknik olaylar ve olgular aslında az ya da çok belirsizlikler içerebilmektedirler. Bu belirsizlik, o olay veya olguya ilişkin bilgiler bakımından, kesin olmayan karasızlıklardan kaynaklanır. Gözlemlenen bir olayın tam anlamıyla kavranılıp yorumlanabilmesi için gerekli olan bilgiler, her durumda yeterli, kesin, değişmez olmadığı için, çoğunlukla yaklaşık bilgi ve düşünme yoluyla sonuca ulaşmak zorunluluğu doğar. Eldeki bilginin ve verilerin istenen düzeyde yeterliliği bulunmadığı durumlarda kararsız kalmak yerine, bunları kullanan uzmanın deneyim ve düşüncelerini de sürece dâhil ederek karar verme aşamasına ulaşmak mümkündür. Böylesi karmaşık, belirsizlik içeren, kesin olmayan veriler ve bilgiler için “bulanık veriler” nitelemesi uygun düşmektedir.

5.2. Öneriler

Süt sığırı işletmelerinde yaygın olarak görülen ve önemli ekonomik kayıplara yol açan subklinik mastitis gözle görülebilen bir hastalık değildir. Bu nedenle subklinik mastitisin erken dönemde tespit edilmesi oldukça önemli olmaktadır. Mastitisin erken tespiti süt üretiminde kalitenin artırılması, sütçülük işletmelerinde ekonomik kayıpların giderilmesini ve hayvan refahının korunmasını sağlaması açısından büyük önem arz etmektedir.

Çok sayıda hayvana sahip işletmelerde subklinik mastitise yakalanma riski olan hayvanlar hakkında bilgisayar ortamında mevcut verilerle çok hızlı bir şekilde bir önbilgi edinilmesi oldukça önemlidir. Bu araştırmada klasik yöntemlerle tespiti zor olan subklinik mastitisin BM, YSA, ANFIS ve SVM gibi yapay zeka yöntemleri kullanarak erken dönemde tespit edilmesine çalışılmıştır. LS, SV, Eİ, OSS ve KM gibi giriş verileri kullanılarak dört farklı yöntemle modeller kurularak, mastitis teşhis edilmiştir.

Çalışma sonucunda BM modelinde hassaslığın % 82, belirliliğin % 74, hatanın ise % 60 olduğu görülmüştür. YSA modelinde bu değerler sırasıyla, % 80, % 91, % 64, ANFIS modelinde % 55, % 91, % 35, SVM modelinde ise % 89, % 92, % 50 olduğu görülmektedir. Uygulanan modeller içinde subklinik mastitisin tahmini için en uygun model olarak hassaslık ve belirliliğin yüksek, hatanın ise düşük olması nedeniyle SVM olduğu görüşmüştür.

Bu çalışmada, sonuç olarak sağımda elde edilen veriler (elektrik iletkenliği, ortalama sağım süresi ve süt verimi) ile sistemden alınan (laktasyon sırası ve mevsim) veriler yardımıyla herhangi bir yoğun laboratuvar çalışması gerektirmeden özellikle,

hayvan sayısı çok olan işletmelerde sürü yönetim programına SVM algoritması eklenerek mastitis için sağım esnasında uyarı sisteminin oluştrulması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

Aliev, R. A., Aliev, R. R., 2001, Soft computing and its applications, World Scientific.

Allahverdi, N., 1998, Yapay zeka yöntemleri ve tarımda uygulamaları, SÜ, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kampüs, 42031 Konya.

Allahverdi, N., 2002, Uzman sistemler, bir yapay zeka uygulaması. Atlas Yayınevi, İstanbul.

Anonim, 2011, Hayvansal üretim istatistikleri, TÜİK Haber Bülteni, Sayı: 10815, Ankara.

Atasever S., Erdem H., 2008, Süt sığırlarında mastitis ile sütün elektriksel iletkenliği arasındaki ilişkiler, OMÜ Zir. Fak. Derg., 23 (2): 131-136.

Bademkıran, S., Yeşilmen, S., Gürbulak, K., 2005, The effect of daily milking frequency on clinical mastitis and milk yield of dairy cows, YYÜ Vet. Fak. Derg., 16 (2):17-21.

Baştan, A., Kaymaz, M., Fındık, M., Erünal, N., 1997, İneklerde subklinik mastitislerin elektriksel iletkenlik, somatik hücre sayısı ve california mastitis test ile saptanması, Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 44: 1-6.

Baykal, N., Beyan, T., 2004a, Bulanık mantık uzman sistemler ve denetleyiciler, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.

Baykal, N., Beyan, T., 2004b, Bulanık mantık ilke ve temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.

Baylar, A., Kaya, N. ve Emiroğlu M. E., 1999, "Akarsu Debisi ile Askı Maddesi Miktarı Arasındaki İlişkinin Yapay Sinir Ağlarıyla Belirlenmesi", Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Derg., 11 (2): 105-116.

Bruckmaier, R.M., Ontsouka, C.E., Blum, J.W., 2004, Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis, Vet. Med. - Czech., 49: 283-290.

Cavero, D., Tölle, K-H., Buxade, C., Krieter, J., 2006, Mastitis detection in dairy cows by application of fuzzy logic, Livestock Science 105, 207 – 213, Madrid, Spain.

Cavero, D., Tölle, K-H., Rave, G., Buxade, C., Krieter, J., 2007, Analysing serial data for mastitis detection by means of local regression, Livestock Sci., 110, 101 – 110.

Cedden, F., Kor, A. ve Keskin, S., 2002, Laktasyonun geç döneminde keçi sütünde somatik hücre sayımı; yaş, süt verimi ve bazı meme özellikleri ile olan ilişkileri, YYÜ Ziraat Fak Tarım Bilimleri Derg., 12 (2): 63-67.

Chagunda, M.G.G., Friggens, N.C., Rasmussen, M.D. and Larsen, T., 2006, A model for detection of ındividual cow mastitis based on an ındicator measured in milk, J. Dairy Sci., 89: 2980-2998.

Çomak E., Arslan A., 2008, A new training method for support vector machines: Clustering k-NN support vector machines, 35 (3): 564–568.

Davis, M. A., Reinemann, D. J., 2002, Milking performance and udder health of cows milked robotically and conventionally, An ASAE Meeting Presentation, 02-3112.

De Mol, R. M., Kroeze, G. H., Achten, J. M. F. H., Maatje, K., Rossing, W., 1997, Results of a multivariate approach to automated oestrus and mastitis detection, Livestock Production Sci., 48: 219 – 227.

De Mol, R. M. and Ouweltjes, W., 2001, Detection model for mastitis in cows milked in an automatic milking system, Preventive Veterinary Med., 49: 71-82.

De Mol, R. M., Woldtf, W. E., 2001, Application of fuzzy logic in automated cow-status monitoring, J. Dairy Sci., 84: 400–410.

Dube, B., Dzama, K. and Banga, C. B., 2008, Genetic analysis of somatic cell score and udder type traits in South African Holstein cows. South African Journal of Animal Sci., 38: 1-11.

Durkin, J., 1994, "Expert System Design and Development", New Jersey: Prentice-Hall.

Duval, J., 1969. Treating mastitis without antibiotics. EAP Publication-69.

Elmas, Ç., 2003, Bulanık Mantık Denetleyiciler, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Ergülen, A., Topuz, D., 2008, İşletmelerdeki verimliliğin tahmin edilmesi ve bu verimliliği etkileyen faktörlerin MLP tipi yapay sinir ağları tekniği ile belirlenmesi, MKÜ Sos. Bil. Ens. Derg., Cilt 5, Sayı 10.

Eyduran, E., Özdemir, T., Yazgan, K. ve Keskin, S., 2005, Siyah Alaca inek sütündeki somatik hücre sayısına laktasyon sırası ve dönemin etkisi, YYÜ Vet. Fak. Derg., 16 (1): 61-65.

Fernando, R. S, Rindsig R. B. And Spahr, S. L., 1982, Electrical Conductivity of Milk for Detection of Mastitis. J. Dairy Sci., 65: 659-664.

Gargouri, A., Hamed, H., ElFeki, A., 2008, Total and differential bulk cow milk somatic cell counts and their relation with lipolysis, Livestock Sci., 113: 274-279.

Göncü, S., 2000, Adana entansif süt sığırciliği işletmelerinde yetiştirilen saf ve melez siyah alaca inek sütlerinde somatik hücre sayisina etki eden faktörler ve mastitis ile ilişkisi, Ç.Ü.Fen Bil. Ens. Doktora Tezi (Basılmamış).

Görgülü, Ö., 2007, Bulanık mantık (fuzzy logic) teorisi ve tarımda kullanım olanakları üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, MKÜ, Hatay.

Grennstam, N., 2005, On Predicting Milk Yield and Detection of Ill Cows, IR-RT-EX-0519, Stockholm, Sweden.

Günaydın, G., 2007. Türkiye Süt Sığırcılığı Sektörünün Ekonomik ve Politik Analizi. Türkiye Süt Sığırcılığı Kurultayı (25-26 Ekim 2007). E.Ü. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü, Bornova-İzmir.

Heald, C. W., Kim, T., Sischo, W. M., Cooper, J. B. And Wolfgang, D. R., 2000, A computerized mastitis decision aid using farm based records: an artificial neural network approach, Dairy Sci., 83: 711-720.

Hillerton, J.E. and Walton, A.W., 1991. Identification of subclinical mastitis with a hand- held electrical conductivy meter. Vet. Rec., 128 (22): 513-515.

Hovinen, M., Aisla, A. M. and Pyörala, S., 2006, Accuracy and reliability of mastitis detection with electrical conductivity and milk colour measurement in automatic milking, Acta Agriculturae Scand Section A, 56: 121-127.

Ilie, L.I., Tudor, L., Galis, A.M., 2010, The electrical conductivity of cattle milk and the possibility of mastitis diagnosis in Romania, Vet. Med. Sci., Works; 43: 220-227.

İnal, M., 2005, Çiğ Sütlerde Somatik Hücre Sayısı. 'AB Sürecinde Kaliteli Süt Üretimi ve Somatik Hücre Sayısı' Paneli Notları, Konya.

Jacceh, M., 2003. Neuro-Fuzzy System With Learning Tolerant To Imprecision, Fuzzy Sets and Systems, 138: 427–439.

Janzekovic, M., Brus, M., Mursec, B., Vinis, P., Stajnko, D., Cus, F., 2009, Mastitis detection based on electric conductivity of milk, JAMME; 34: 39-46.

Jaos, V., 1998, Dynamic System Control and Identification for Fuzzy Inference Systems, IEEE.

Jones, G. M., Pearson, R. E., Clabaugh, G. A. and Heald, C. M., 1984, Relationship between somatic cell counts and milk production, J. Dairy Sci., 67: 1823-1831.

Kesenkaş, H., 2008, Mastitis ve somatik hücre sayısı nedir? Alınması gereken önlemler nelerdir?, Süt Dünyası. Süt Ürünleri Ve Teknolojileri Dergi., Sayı 17.

Kesici, T., Kocabaş, Z., 2007. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Biyoistatistik Yayın No: 94, Ankara.

Kingston, C., 2005, Automating the detection of mastitis. Engineering &Technology for a Sustainable World.

Krieter, J., Cavero, D., Henze, C., 2007, Mastitis detection in dairy cows using neural Networks, *GIL Jahrestagung, volume101of LNI, page 123-126.*

Kul, E., Erdem, H., Atasever, S., 2006, Süt sığırlarında farklı meme özelliklerinin mastitis ve süt somatik hücre sayısı üzerine etkileri, OMÜ Zir. Fak. Derg., 21(3): 350-356.

Lansbergen, L. M. T. E., Nielen, M., Lam, T. J. G. M., Pengov, A., Schukken, Y. H., 1994. Evaluation of a prototype on-line electrical conductivity system for detection of subclinical mastitis. J. Dairy Sci., 77: 1132-1140.

Leigh W. E., Doherty, M. W., 1986. Decision Support and Expert Systems. Cincinnati: South-Western Pub. Co.

López-Benavides, M. G., Samarasinghe, S. ve Hickford, J. G. H., 2003, The use of artificial neural networks to diagnose mastitis in dairy cattle, Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN); (CDROM).

Malttz, E., 1997, The body weight of the dairy cow: III. Use for on-line management of individual cows, Livestock Production Sci., 48: 187 – 200.

Mammadova N., Keskin İ., 2009, Prediction of the Milk Yield in Brown Swiss Cows using a Fuzzy Logic. IWW2009 Proceeding of the IVth International Workshop of Applications of Wavelets to Real World Problems, June 5-7, Kocaeli, Turkey.

Nabiyev, V.V., 2005, Yapay zeka, problemler - yöntemler - algoritmalar, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Nakano, K., 1988, Delection of mastitis and abnormal milk using the milk checker. Koishikawa. Tokyo. Eisai Co. Ltd.

Nielen, M., Deluyker, H., Schukken, Y.H., Brand, A., 1992, Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance, J. Dairy Sci., 75: 606-614.

Nielen, M., Schukken, Y. H., Van de Broek, J. and Brand, A., 1993, Relations between on-line electrical conductivity and daily milk production on a low somatic cell count farm, J. Dairy Sci., 76: 2589-2596.

Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I. R., Friggens, N. C., Sloth, K. H. M. N. and Lovendahl, P., 2004, Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status, J. Dairy Sci., 87: 1099-1107.

Osteras, O. S., Edge, V. L. and Martin S. W., 1999. Determinants of success or failure in the elimination of major mastitis pathogens in selective dry cow therapy, Department of Population Medicine, University of Guelph, Guelph, ON, Canada N1G 2W1.

Özenç, E., Vural, M. R., Şeker, E., Uçar, M., 2008, The evaluation of subclinical mastitis during lactation in anatolian buffaloes, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 32(5): 359-368.

Patır, B., Can, Ö.P., Gürses, M., 2010, Farklı illerden toplanan çiğ inek sütlerinde somatik hücre sayıları, F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg., 24(2): 87-91.

Porcionato, M. A. de F., Soares, W. V. B., dos Reis, C. B. M., Cortinhas, C. S, Mestieri, L. and dos Santos, M. V., 2010, Milk flow, teat morphology and subclinical mastitis prevalence in Gir cows, Pesq. agropec. bras., Brasília, 45 (12): 1507-1512.

Pyörälä, S., 2003, Indicators of Inflammation in the Diagnosis of Mastitis. Vet. Res., 34, 567-578.

Rasmussen, M. D., Blom, J. Y., Hjort Nielsen, L. A. and Justesen, P., 2001a, The impact of automatic milking on udder health, Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality.

Rasmussen, M. D., Blom, J. Y., Hjort Nielsen, L. A. and Justesen, P., 2001b, Udder health of cows milked automatically, Livestock Production Sci., 72: 147-156.

Raubertas, R. F. and Shook, G. E., 1982, Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield, J. Dairy Sci., 65: 419-425.

Reid, D. A., 2000, DVM. Improving milking efficiency, Rocky Ridge Veterinary Service, SC, Hazel Green, WI 53811.

Rişvanlı, A., Kalkan, C., 2002, Sütçü ineklerde yaş ve irkin subklinik mastitisli memelerin sütlerindeki somatik hücre sayilari ile mikrobiyolojik izolasyon oranlarina etkisi, YYÜ, Vet. Fak. Derg., 13(1-2): 84-87.

Sabuncuoğlu, N., Çoban, Ö., 2006, Mastitis ekonomisi, AÜ Vet. Bil. Derg., 1 (1-2) 1-5.

Seguya, A.G. and Mansell, P.D., 2000, An evaluation of a hand-held electrical resistance meter for the diagnosis of bovine subclinical mastitis in late lactation under Australian conditions. Aust. Vet. J., 78 (9): 608-611.

Sheldrake, R.F., Hoare, R.J. and McGregor, G.D., 1983, Lactation stage, parity, and infection affecting somatic cells, electrical conductivity, and serum albumin in milk. J. Dairy Sci., 66(3): 542-547.

Sloth, K. H. M. N., Friggens, N. C., Løvendahl, P., Andersen, P. H., Jensen, J., Ingvartsen, K. L., 2003, Potential for improving description of bovine udder health status by combined analysis of milk parameters. J. Dairy Sci., 86: 1221-1232.

Şeker, İ., Rişvanlı, A., Kul, S., Bayraktar, M., Kaygusuzoğlu, E., 2000, İsviçre esmeri ineklerde meme özellikleri ve süt verimi ile CMT skoru arasındaki ilişkiler, Lalahan Hay. Araş. Ens. Derg., 40 (1): 29–38.

Şen, Z., 2001, Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri, Bilge Yayıncılık, İstanbul.

Şen, Z., 2005, Modern mantık, Bilge Yayıncılık, İstanbul.

Špauskas, V., Klimiene, I. and Matusevičius, A., 2006, A comparison of indirect methods for diagnosis of subclinical mastitis in lactating dairy cows. Vet. Arhiv., 76 (2): 101- 109.

Tekeli, T., Semecan, A., Işık, M.K., 1993, Subklinik mastitislerin tanısında pratik bir yöntem. Hayvancılık Araştırma Derg., 3 (1): 62.

Tekeli, T., 2005, Mastitis. AB Sürecinde Kaliteli Süt Üretimi ve Somatik Hücre Sayısı. Güzeliş Matbaası, Konya.

Torlak, E., 2005, Çiğ sütlerde mikroskobik somatik hücre sayım yöntemleri. AB Sürecinde Kaliteli Süt Üretimi ve Somatik Hücre Sayısı. Güzeliş Matbaası, Konya.

Uzmay, C., Kaya, İ., Akbaş, Y., Kaya, A., 2003, Siyah alaca ineklerde meme ve meme başı formu ile laktasyon sırası ve laktasyon döneminin subklinik mastitis üzerine etkisi. Türk J. Vet. Anim. Sci., 27: 695–701.

Wang, E. and Samarasinghe, S., 2005, On-line detection of mastitis in dary herds using artificial neural networks, New Zealand.

Willits, S., 2005, Infrared thermography for screening and early detection of mastitis ınfections in working dairy herds. Inframation, Las Vegas, USA.

Wilson, D. J., Gonzalez, R. N., Hertl, J., Schulte, H. F., Bennett, G. J., Schukken, Y. H., & Gröhn, Y. T., 2004, Effect of clinical mastitis on the lactation curve: a mixed model estimation using daily milk weights, J. Dairy Sci., 87: 2073-2084.

Yang, X. Z., 1998, The application of artificial neural networks to the detection of bovine mastitis, Department of Animal Science. McGill University.

Zadeh, L. A.,1965, Fuzzy sets. Information and control, 8 (3): 338-353.

Zadeh, L. A., 2001, Applied soft computing-foreword, applied soft computing, 1:1-2 J. Dairy Sci., 80, 1098–1105.

EKLER

EK-1 Kontrol günlerinden elde edilen veriler

LS	SV	Eİ	OSS	KM	SHS	MT
1	30.7	3.60	8.3	1	117952.2	0
1	28.4	3.83	7.2	2	206416.4	0
1	29	3.80	9.4	2	88464.15	0
1	19.3	4.2	6.5	1	167099	0
1	23.6	4.25	5.7	2	471808.8	1
1	22.1	3.86	6.8	2	176928.3	0
3	21.6	3.81	4	1	78634.8	0
3	24.1	3.78	4.7	2	215221.8	0
3	19	3.7	3.8	2	196587	0
2	27.3	4.07	10.2	2	304709.9	1
2	28.4	3.84	6.2	2	147440.3	0
2	24.4	3.89	7	3	88464.15	0
2	22.3	3.84	7	3	108122.9	0
2	21	3.96	7.2	4	39317.4	0
2	16.9	3.9	5.5	4	29488.05	0
1	21.2	4.16	6.3	1	215904.4	0
2	16.8	4.63	7.2	1	186757.7	0
2	21.5	3.9	8.3	2	226075.1	1
2	21.7	3.97	8.7	2	245733.8	1
2	17.4	3.93	4.3	1	137610.9	0
2	20.7	3.87	4.2	2	206416.4	0
2	21.3	3.82	4.5	2	108122.9	0
1	23.8	4.15	8	1	176928.3	0
1	24.2	4.04	6.5	2	204709.9	0
1	20.5	4.14	6.8	2	186757.7	0
1	11.8	5.04	4.8	1	108122.9	0
2	24.1	3.87	7.3	1	190174	0
2	25.6	4.12	7.2	2	216245.7	0
2	26.9	4.1	7.3	2	186757.7	0
2	23.8	3.89	8.3	1	186757.7	0
1	21.7	3.76	8.7	1	224344.7	0
1	26	3.68	7.7	2	206416.4	0
1	31.6	4.22	5	1	223709.9	0
2	22.8	4.28	7.5	1	265392.5	1
5	12.7	4.23	4.3	1	403003.4	1
5	20.1	4.42	4.3	2	206416.4	0
5	28.8	3.87	6.3	2	167099	0
5	17.5	3.94	6.2	3	108122.9	0
5	22.5	4.14	5	3	137610.9	0
5	22.3	4.33	5.8	4	29488.05	0
1	23.9	4.62	10.7	1	220563.1	0
1	30.5	4.29	8.9	2	49146.75	0
1	29.7	4.31	9.7	2	157269.6	0
1	31.3	4.16	7.5	1	157269.6	0
1	27.5	4.13	7.7	2	206416.4	0
1	27.6	4.3	8.2	2	127781.6	0
1	32	4.11	9.7	1	88464.15	0
2	31.6	4.3	7.2	1	224880.5	0

EK-1'in devamı 1						
2	22.9	4.09	6.8	2	137610.9	0
1	33.5	3.95	11.9	1	98293.5	0
1	30.5	3.76	11	2	196587	0
1	28.7	3.86	9	2	117952.2	0
1	29.9	3.99	8.7	1	117952.2	0
1	28.1	3.86	7.3	2	206416.4	0
1	19.1	3.98	14.5	2	275221.8	1
2	26.2	4.01	10.7	1	226075.1	1
2	31	3.89	6.2	1	196587	0
2	28	4.01	5.5	2	167099	0
2	28.4	4.17	6.3	2	147440.3	0
2	27	3.78	7.8	1	88464.15	0
2	21.6	3.78	8	2	98293.5	0
1	30.4	4.39	8.5	1	224197.9	0
1	25.4	4.19	6.5	2	206416.4	0
1	30	4.08	6.3	2	49146.75	0
1	23.2	3.93	7.5	1	204709.9	0
1	16.4	3.98	7.7	2	275221.8	1
1	13.3	4.01	7.8	2	245733.8	1
4	35.8	4.06	6.8	1	215221.8	0
4	35.7	3.91	5.7	2	147440.3	0
4	36.1	4.02	7.5	2	117952.2	0
4	19.7	5.44	6.5	1	249146.8	1
3	32.1	4.27	5.7	1	216245.7	0
3	28.3	4.02	7.5	2	215221.8	0
3	26.3	3.9	5.2	2	78634.8	0
2	25.2	3.93	9.2	1	176928.3	0
2	25.4	3.7	6.5	2	157269.6	0
7	31.8	5.61	9	1	227952.2	1
7	25.8	5.05	6	2	235904.4	1
7	25.2	5.37	7.8	2	235904.4	1
1	25.8	4.04	17	1	186757.7	0
1	18.1	3.82	9	2	275221.8	1
1	29.4	4.4	11.5	1	224382	0
1	26.4	4.08	16.4	2	265392.5	1
1	25.2	4.08	11	2	39317.4	0
2	26.4	4.27	6	1	226075.1	1
2	30.4	4	5.5	2	127781.6	0
1	21.9	3.94	7.3	2	334197.9	1
1	22.1	4.01	6.3	2	176928.3	0
4	28.8	4.1	8	1	39317.4	0
4	27.7	3.64	6.8	2	216245.7	0
2	33.1	4.35	10	1	88464.15	0
2	25	3.88	7.5	2	167099	0
2	24.9	3.99	9.9	2	39317.4	0
1	24.3	4.74	7.8	1	186757.7	0
1	23.9	4.61	5.8	2	304709.9	1
1	21.1	4.58	6.5	2	216245.7	0
1	22.7	4.07	4	1	157269.6	0
1	14.1	4.09	3.7	2	275221.8	1
1	23.5	4	6.3	2	29488.05	0
1	14.7	3.6	4.2	3	108122.9	0
1	17.1	3.81	4	3	68805.45	0

EK-1'in devamı 2						
1	12.5	3.98	3.8	4	29488.05	0
1	14.3	3.94	4.3	4	68805.45	0
1	28	4.03	10	1	137610.9	0
2	21.4	3.88	6	1	157269.6	0
2	19.6	3.65	5.7	2	216245.7	0
2	19	3.67	7.2	2	88464.15	0
3	19.8	4.53	5.2	1	245733.8	1
7	28.2	4.29	12.4	1	108122.9	0
7	20.4	3.98	8.7	2	196587	0
3	24	4.11	5.8	1	117952.2	0
3	21	3.88	8.3	2	344027.3	1
3	17.7	3.94	6.7	2	98293.5	0
3	17.3	4.28	5.7	3	230587	1
3	12.8	4.6	5.2	3	137610.9	0
3	10.5	4.63	4	4	58976.1	0
3	6.6	3.69	3.5	4	39317.4	0
3	27.7	4.33	7.5	1	39317.4	0
3	23.3	4.15	7.2	2	157269.6	0
3	22.4	4.14	7.3	2	216245.7	0
2	41.2	4.32	11.2	1	68805.45	0
2	32.6	3.98	10.2	2	167099	0
2	29.8	4.19	9.9	2	196587	0
2	29.5	4.42	6.5	1	167099	0
2	26.9	4.27	5.2	2	206416.4	0
2	26.3	4.21	5.7	2	117952.2	0
3	19.5	4.09	12.2	1	227781.6	1
3	13.3	3.75	10.2	2	432491.4	1
3	18.4	3.72	13.4	2	255563.1	1
3	39.8	4.28	8.2	1	215221.8	0
3	35.2	3.51	7.8	2	215221.8	0
3	43	4.09	9.2	2	216245.7	0
1	26.3	4.36	6.7	1	216245.7	0
1	27.4	3.96	8.5	2	157269.6	0
1	28.3	4.26	6.8	2	117952.2	0
2	30.6	4.43	5.7	1	223856.6	0
2	31.7	4.15	6.2	2	58976.1	0
2	26.1	4.3	5.2	3	137610.9	0
2	23.1	4.26	4.8	3	137610.9	0
2	23	4.09	4.3	4	58976.1	0
2	18.3	3.76	4.2	4	78634.8	0
2	39.2	5.13	9.4	1	353856.6	1
2	43.9	4.93	11.4	2	206416.4	0
2	47.8	4.93	10.2	2	147440.3	0
3	37.4	4.32	6.3	1	49146.75	0
3	32.9	4.06	5.8	2	98293.5	0
3	30.4	4.07	6	2	117952.2	0
3	23.3	5.24	4.7	3	117952.2	0
3	18.2	4.26	4.7	3	39317.4	0
3	14.4	4.71	3.7	4	88464.15	0
3	10.7	3.7	3.8	4	78634.8	0
1	19.3	3.95	4.7	1	285051.2	1
1	6.3	3.73	5.2	2	344027.3	1
2	23.4	4.42	5.3	1	78634.8	0

EK-1'in devamı 3						
2	36.8	4.32	8.5	1	157269.6	0
2	27.6	4.28	8	2	137610.9	0
2	25.7	4.26	10.2	2	245733.8	1
2	23.3	4.16	7.5	3	108122.9	0
2	19.3	4.01	6.8	3	46146.75	0
2	21.1	4.42	6.5	4	19658.7	0
2	16.7	3.83	7.7	4	29488.05	0
2	28.2	4.15	8.5	1	137610.9	0
2	29.8	3.87	8.9	2	137610.9	0
2	27.1	3.95	12	2	68805.45	0
2	33.5	4.25	5.7	1	108122.9	0
2	29.4	4.04	5.5	2	167099	0
2	30.7	4.06	8	2	147440.3	0
2	23.5	5.21	5.7	1	286757.7	1
2	46.7	4.08	7.3	1	137610.9	0
2	40.1	3.98	9.9	2	186757.7	0
2	31.8	4.01	7.3	2	167099	0
3	37.5	4.28	5.5	1	78634.8	0
3	29.6	4.03	5.8	2	215221.8	0
3	28.3	4.21	6.2	2	117952.2	0
5	42.1	4.1	7.3	1	117952.2	0
5	37.8	3.82	10.7	2	137610.9	0
3	40.3	4.23	6.8	1	78634.8	0
3	39.1	3.95	8	2	78634.8	0
3	31.2	4.02	6.7	2	108122.9	0
1	34.6	4.11	6.7	1	58976.1	0
1	30	4.06	7.2	2	206416.4	0
1	28.5	4.2	7.3	2	157269.6	0
1	33.4	3.94	8.5	1	137610.9	0
1	34.8	3.85	8.2	2	206416.4	0
1	30	3.89	9.7	2	39317.4	0
2	28	4.38	9.5	1	422662.1	1
2	41.3	3.76	14.4	2	137610.9	0
2	40.1	3.99	14.4	2	206416.4	0
3	38.6	4.01	12.9	1	68805.45	0
3	35.6	3.86	12.9	2	344027.3	1
3	30.9	4.09	9.2	2	39317.4	0
3	34.2	3.88	8.7	1	98293.5	0
3	32.6	3.76	12	2	235904.4	1
3	27.9	3.93	9.4	2	78634.8	0
3	32.3	4.05	8.2	1	137610.9	0
3	29.7	3.87	6	2	215221.8	0
3	32.7	3.89	7	2	117952.2	0
3	24.4	3.94	5	3	220709.9	0
3	19.9	3.99	4.7	3	68805.45	0
3	17.3	4.18	4.3	4	68805.45	0
3	15.3	3.77	4.2	4	49146.75	0
2	34.3	4.28	8.3	1	88464.15	0
2	29.5	3.99	6.3	2	167099	0
2	32.3	4.24	7.7	2	78634.8	0
1	24.8	4.17	4.7	1	98293.5	0
1	20.6	3.96	5	2	98293.5	0
1	24.8	3.91	4	2	176928.3	0

EK-1'in devamı 4						
3	41.4	4.04	7.2	1	176928.3	0
3	36.5	3.84	7.2	2	215221.8	0
3	37.1	3.7	5.8	2	49146.75	0
1	24.4	4.85	8.7	1	157269.6	0
1	27.5	4.4	7	2	186757.7	0
1	30.4	4.56	6.8	2	78634.8	0
1	28.3	4.5	7.3	3	49146.75	0
1	26.2	4.21	6	3	98293.5	0
1	23.1	4.47	6.2	4	49146.75	0
1	14.2	3.58	5.7	4	39317.4	0
2	29.7	4.23	5.5	1	98293.5	0
2	28.7	4.03	6.7	2	167099	0
2	26.4	4.01	6.5	2	58976.1	0
1	34.8	4.11	10.2	1	176928.3	0
1	34.4	4	9.5	2	206416.4	0
1	30.7	4.14	9	2	117952.2	0
2	27.9	4.07	7.3	1	176928.3	0
2	29.5	3.84	7.2	2	88464.15	0
2	28.7	4.07	5.8	2	167099	0
2	36.6	4.16	6.2	1	78634.8	0
2	35.5	4.09	7	2	167099	0
3	36.7	4.03	7.2	1	215221.8	0
3	34.4	3.98	6.2	2	137610.9	0
3	31.9	4.09	6.7	2	49146.75	0
4	32.2	4.41	8.9	1	68805.45	0
5	33.7	4.1	7.7	1	461979.5	1
5	32.8	4.12	7.8	2	304709.9	1
5	29.9	4.03	11	2	304709.9	1
1	30.7	4.91	8.3	1	78634.8	0
1	28.4	4.78	7.2	2	245733.8	1
1	29	4.65	9.4	2	68805.45	0
1	28.3	3.94	8	1	186757.7	0
1	24.5	3.76	7.8	2	206416.4	0
1	25.7	3.95	7	2	68805.45	0
1	26.4	4.08	10	1	108122.9	0
1	25.8	3.91	10.4	2	275221.8	1
1	20.4	3.88	9.4	2	98293.5	0
3	31	3.95	7.2	1	78634.8	0
3	32.9	4	7	2	215221.8	0
3	33.5	4.06	7.7	2	157269.6	0
1	27.7	4	6	1	29488.05	0
1	25.7	3.85	5.3	2	206416.4	0
2	27.5	3.64	10.7	1	314539.2	1
2	26.7	3.33	10	2	206416.4	0
2	24.2	3.56	9.2	2	98293.5	0
2	37.9	4.57	5.2	1	186757.7	0
2	32.9	4.32	7.3	2	167099	0
1	28	3.95	7.2	1	216245.7	0
1	23.2	3.9	6	2	206416.4	0
1	18.3	4.02	6.3	2	275221.8	1
1	30.2	4.28	9.7	1	127781.6	0
1	29.4	4.22	8.3	2	167099	0
1	28.5	4.31	9	2	176928.3	0

EK-1'in devamı 5						
3	40.9	4.27	5.5	1	78634.8	0
3	32.6	4.14	5.7	2	39317.4	0
3	32.8	4.37	6.3	2	49146.75	0
3	41.4	4.41	6.5	1	108122.9	0
3	36.4	4.41	7	2	186757.7	0
3	34.3	4.62	6.3	2	137610.9	0
3	36.6	4.21	6.7	1	98293.5	0
3	36.8	4.02	6.2	2	215221.8	0
3	36.3	3.94	6.7	2	108122.9	0
2	34.1	4.45	9.5	1	344027.3	1
2	35.4	4.09	10.9	2	137610.9	0
2	27.2	4.2	6.5	2	127781.6	0
5	33.2	4.59	6	1	49146.75	0
5	38.8	4.56	6.2	2	206416.4	0
5	40.5	4.66	6.5	2	98293.5	0
1	29.6	4.19	5.8	1	39317.4	0
1	25.9	4.01	6.5	2	108122.9	0
1	19.9	4.19	6.2	2	275221.8	1
2	35.7	4.06	7.8	1	108122.9	0
2	31.3	3.85	8.7	2	88464.15	0
2	35	4.06	8.3	2	98293.5	0
3	32.8	4.15	6.8	1	98293.5	0
3	32.4	4.03	6.2	2	88464.15	0
3	18.3	4.19	6.2	2	255563.1	1
3	25.5	3.84	5.7	2	215221.8	0
3	24.7	4.01	6.2	2	147440.3	0
3	43.1	4.39	9.7	1	88464.15	0
3	34.2	4.27	8	2	215221.8	0
3	33.9	4.53	8.3	2	108122.9	0
2	35.9	3.86	7.3	2	127781.6	0
3	41.3	4.01	8.9	2	49146.75	0
3	50.6	4.08	8.3	2	108122.9	0
1	20.2	3.93	8.7	2	206416.4	0
1	19.7	3.86	11.4	2	275221.8	1
2	21.1	3.83	5.5	2	186757.7	0
3	41.3	4.03	8.9	2	88464.15	0
3	50.6	4.33	8.3	2	78634.8	0
3	21.2	3.63	6.5	2	98293.5	0
2	35.9	4.02	8.3	2	98293.5	0
2	38.4	4.34	10	2	98293.5	0
2	37.7	4.07	8.7	2	78634.8	0
3	23.3	4.06	6.5	2	215221.8	0
3	34.5	4.06	8.3	2	58976.1	0
3	22	5.39	7.8	1	258976.1	1
3	30	3.79	5.8	2	215221.8	0
3	31.8	3.6	6	2	78634.8	0
3	24.1	3.95	5.2	3	147440.3	0
3	21.6	4.14	5	3	49146.75	0
3	20.5	4.25	6	4	127781.6	0
3	19	3.82	5.5	4	58976.1	0
3	33.3	3.83	15	2	235904.4	1
3	41.7	4.33	18.2	2	255563.1	1
3	24	5.51	9.4	1	229488.1	1

EK-1'in devamı 6						
1	24.5	4.07	6.5	2	206416.4	0
2	26.4	3.75	8.9	2	176928.3	0
2	33	4.02	8.3	2	68805.45	0
1	30.7	3.84	5.8	2	157269.6	0
1	30.7	4.08	6.3	2	117952.2	0
1	19.6	5.11	4.7	1	98293.5	0
1	20.1	4.28	8.9	2	275221.8	1
1	27.6	3.73	9.5	2	127781.6	0
2	29.9	3.93	18.9	2	373515.3	1
2	33	4.1	16.4	2	245733.8	1
2	37.2	3.92	12	2	334197.9	1
2	33.7	4.08	15	2	245733.8	1
1	10.2	3.78	11	2	265392.5	1
1	16.7	3.78	6	2	216245.7	0
4	33	3.82	9.2	2	196587	0
4	34.6	4.54	17.2	2	314539.2	1
5	32.6	3.88	7.2	2	294880.5	1
1	23	3.63	13.5	2	167099	0
3	25.5	4.09	12	2	304709.9	1
5	22.8	3.88	5.8	2	226075.1	1
3	30	4.12	8.3	2	68805.45	0
5	42.1	3.91	7.7	2	98293.5	0
7	28.1	4.35	11.9	2	176928.3	0
4	46.9	3.85	11.4	2	127781.6	0
2	39.2	4.1	12.5	2	117952.2	0
1	30.3	3.84	6.8	2	78634.8	0
2	28.9	4.19	7.2	2	294880.5	1
4	36.2	4.02	10.2	2	108122.9	0
2	34	4.17	7.3	2	147440.3	0
4	23.4	4.16	4.3	2	78634.8	0
2	27.8	3.83	7.2	2	245733.8	1
2	34.9	4.07	8.5	2	58976.1	0
3	28.8	3.98	10.5	2	78634.8	0

EK-2. BUS'dan Elde Edilen Değerler ile Gerçek Verilerin Karşılaştırılması

LS	SV	Eİ	OSS	KM	Gerçek MT	BUS'la bulunan MT
1	30.7	3.60	8.3	1	0	0
1	28.4	3.83	7.2	2	0	1
1	29	3.80	9.4	2	0	1
1	19.3	4.2	6.5	1	0	1
1	23.6	4.25	5.7	2	1	1
1	22.1	3.86	6.8	2	0	1
3	21.6	3.81	4	1	0	1
3	24.1	3.78	4.7	2	0	0
3	19	3.7	3.8	2	0	0
2	27.3	4.07	10.2	2	1	1
2	28.4	3.84	6.2	2	0	0
2	24.4	3.89	7	3	0	0
2	22.3	3.84	7	3	0	0
2	21	3.96	7.2	4	0	0
2	16.9	3.9	5.5	4	0	0
1	21.2	4.16	6.3	1	0	0
2	16.8	4.63	7.2	1	0	1
2	21.5	3.9	8.3	2	1	1
2	21.7	3.97	8.7	2	1	1
2	17.4	3.93	4.3	1	0	0
2	20.7	3.87	4.2	2	0	0
2	21.3	3.82	4.5	2	0	0
1	23.8	4.15	8	1	0	0
1	24.2	4.04	6.5	2	0	1
1	20.5	4.14	6.8	2	0	1
1	11.8	5.04	4.8	1	0	0
2	24.1	3.87	7.3	1	0	1
2	25.6	4.12	7.2	2	0	1
2	26.9	4.1	7.3	2	0	1
2	23.8	3.89	8.3	1	0	1
1	21.7	3.76	8.7	1	0	0
1	26	3.68	7.7	2	0	1
1	31.6	4.22	5	1	0	0
2	22.8	4.28	7.5	1	1	0
5	12.7	4.23	4.3	1	1	0
5	20.1	4.42	4.3	2	0	0
5	28.8	3.87	6.3	2	0	1
5	17.5	3.94	6.2	3	0	0
5	22.5	4.14	5	3	0	0
5	22.3	4.33	5.8	4	0	0
1	23.9	4.62	10.7	1	0	1
1	30.5	4.29	8.9	2	0	0
1	29.7	4.31	9.7	2	0	1
1	31.3	4.16	7.5	1	0	0
1	27.5	4.13	7.7	2	0	1
1	27.6	4.3	8.2	2	0	1
1	32	4.11	9.7	1	0	0
2	31.6	4.3	7.2	1	0	0
2	22.9	4.09	6.8	2	0	1
1	33.5	3.95	11.9	1	0	0
1	30.5	3.76	11	2	0	0

EK-2'nin devamı 1						
1	28.7	3.86	9	2	0	1
1	29.9	3.99	8.7	1	0	0
1	28.1	3.86	7.3	2	0	1
1	19.1	3.98	14.5	2	1	1
2	26.2	4.01	10.7	1	1	1
2	31	3.89	6.2	1	0	0
2	28	4.01	5.5	2	0	0
2	28.4	4.17	6.3	2	0	0
2	27	3.78	7.8	1	0	1
2	21.6	3.78	8	2	0	1
1	30.4	4.39	8.5	1	0	0
1	25.4	4.19	6.5	2	0	1
1	30	4.08	6.3	2	0	0
1	23.2	3.93	7.5	1	0	0
1	16.4	3.98	7.7	2	1	1
1	13.3	4.01	7.8	2	1	1
4	35.8	4.06	6.8	1	0	0
4	35.7	3.91	5.7	2	0	0
4	36.1	4.02	7.5	2	0	0
4	19.7	5.44	6.5	1	1	1
3	32.1	4.27	5.7	1	0	0
3	28.3	4.02	7.5	2	0	1
3	26.3	3.9	5.2	2	0	0
2	25.2	3.93	9.2	1	0	1
2	25.4	3.7	6.5	2	0	0
7	31.8	5.61	9	1	1	1
7	25.8	5.05	6	2	1	1
7	25.2	5.37	7.8	2	1	1
1	25.8	4.04	17	1	0	1
1	18.1	3.82	9	2	1	1
1	29.4	4.4	11.5	1	0	0
1	26.4	4.08	16.4	2	1	1
1	25.2	4.08	11	2	0	1
2	26.4	4.27	6	1	1	1
2	30.4	4	5.5	2	0	0
1	21.9	3.94	7.3	2	1	1
1	22.1	4.01	6.3	2	0	1
4	28.8	4.1	8	1	0	1
4	27.7	3.64	6.8	2	0	0
2	33.1	4.35	10	1	0	0
2	25	3.88	7.5	2	0	1
2	24.9	3.99	9.9	2	0	1
1	24.3	4.74	7.8	1	0	1
1	23.9	4.61	5.8	2	1	0
1	21.1	4.58	6.5	2	0	0
1	22.7	4.07	4	1	0	0
1	14.1	4.09	3.7	2	1	1
1	23.5	4	6.3	2	0	1
1	14.7	3.6	4.2	3	0	0
1	17.1	3.81	4	3	0	0
1	12.5	3.98	3.8	4	0	0
1	14.3	3.94	4.3	4	0	0
1	28	4.03	10	1	0	0

EK-2'nin devamı 2						
2	21.4	3.88	6	1	0	1
2	19.6	3.65	5.7	2	0	0
2	19	3.67	7.2	2	0	0
3	19.8	4.53	5.2	1	1	0
7	28.2	4.29	12.4	1	0	0
7	20.4	3.98	8.7	2	0	0
3	24	4.11	5.8	1	0	1
3	21	3.88	8.3	2	1	1
3	17.7	3.94	6.7	2	0	1
3	17.3	4.28	5.7	3	1	0
3	12.8	4.6	5.2	3	0	0
3	10.5	4.63	4	4	0	0
3	6.6	3.69	3.5	4	0	0
3	27.7	4.33	7.5	1	0	1
3	23.3	4.15	7.2	2	0	1
3	22.4	4.14	7.3	2	0	1
2	41.2	4.32	11.2	1	0	0
2	32.6	3.98	10.2	2	0	0
2	29.8	4.19	9.9	2	0	0
2	29.5	4.42	6.5	1	0	1
2	26.9	4.27	5.2	2	0	0
2	26.3	4.21	5.7	2	0	0
3	19.5	4.09	12.2	1	1	1
3	13.3	3.75	10.2	2	1	0
3	18.4	3.72	13.4	2	1	1
3	39.8	4.28	8.2	1	0	0
3	35.2	3.51	7.8	2	0	0
3	43	4.09	9.2	2	0	0
1	26.3	4.36	6.7	1	0	0
1	27.4	3.96	8.5	2	0	1
1	28.3	4.26	6.8	2	0	1
2	30.6	4.43	5.7	1	0	0
2	31.7	4.15	6.2	2	0	0
2	26.1	4.3	5.2	3	0	0
2	23.1	4.26	4.8	3	0	0
2	23	4.09	4.3	4	0	0
2	18.3	3.76	4.2	4	0	0
2	39.2	5.13	9.4	1	1	1
2	43.9	4.93	11.4	2	0	1
2	47.8	4.93	10.2	2	0	0
3	37.4	4.32	6.3	1	0	0
3	32.9	4.06	5.8	2	0	0
3	30.4	4.07	6	2	0	0
3	23.3	5.24	4.7	3	0	0
3	18.2	4.26	4.7	3	0	0
3	14.4	4.71	3.7	4	0	0
3	10.7	3.7	3.8	4	0	0
1	19.3	3.95	4.7	1	1	0
1	6.3	3.73	5.2	2	1	1
2	23.4	4.42	5.3	1	0	1
2	36.8	4.32	8.5	1	0	0
2	27.6	4.28	8	2	0	1
2	25.7	4.26	10.2	2	1	1

EK-2'nin devamı 3						
2	23.3	4.16	7.5	3	0	0
2	19.3	4.01	6.8	3	0	0
2	21.1	4.42	6.5	4	0	0
2	16.7	3.83	7.7	4	0	0
2	28.2	4.15	8.5	1	0	1
2	29.8	3.87	8.9	2	0	0
2	27.1	3.95	12	2	0	0
2	33.5	4.25	5.7	1	0	0
2	29.4	4.04	5.5	2	0	0
2	30.7	4.06	8	2	0	0
2	23.5	5.21	5.7	1	1	1
2	46.7	4.08	7.3	1	0	0
2	40.1	3.98	9.9	2	0	0
2	31.8	4.01	7.3	2	0	0
3	37.5	4.28	5.5	1	0	0
3	29.6	4.03	5.8	2	0	0
3	28.3	4.21	6.2	2	0	0
5	42.1	4.1	7.3	1	0	0
5	37.8	3.82	10.7	2	0	1
3	40.3	4.23	6.8	1	0	0
3	39.1	3.95	8	2	0	0
3	31.2	4.02	6.7	2	0	0
1	34.6	4.11	6.7	1	0	0
1	30	4.06	7.2	2	0	0
1	28.5	4.2	7.3	2	0	1
1	33.4	3.94	8.5	1	0	0
1	34.8	3.85	8.2	2	0	0
1	30	3.89	9.7	2	0	0
2	28	4.38	9.5	1	1	1
2	41.3	3.76	14.4	2	0	0
2	40.1	3.99	14.4	2	0	1
3	38.6	4.01	12.9	1	0	0
3	35.6	3.86	12.9	2	1	1
3	30.9	4.09	9.2	2	0	0
3	34.2	3.88	8.7	1	0	0
3	32.6	3.76	12	2	1	1
3	27.9	3.93	9.4	2	0	1
3	32.3	4.05	8.2	1	0	0
3	29.7	3.87	6	2	0	0
3	32.7	3.89	7	2	0	0
3	24.4	3.94	5	3	0	0
3	19.9	3.99	4.7	3	0	0
3	17.3	4.18	4.3	4	0	0
3	15.3	3.77	4.2	4	0	0
2	34.3	4.28	8.3	1	0	0
2	29.5	3.99	6.3	2	0	0
2	32.3	4.24	7.7	2	0	0
1	24.8	4.17	4.7	1	0	0
1	20.6	3.96	5	2	0	0
1	24.8	3.91	4	2	0	1
3	41.4	4.04	7.2	1	0	0
3	36.5	3.84	7.2	2	0	0
3	37.1	3.7	5.8	2	0	0

EK-2'nin devamı 4						
1	24.4	4.85	8.7	1	0	1
1	27.5	4.4	7	2	0	1
1	30.4	4.56	6.8	2	0	0
1	28.3	4.5	7.3	3	0	0
1	26.2	4.21	6	3	0	0
1	23.1	4.47	6.2	4	0	0
1	14.2	3.58	5.7	4	0	0
2	29.7	4.23	5.5	1	0	0
2	28.7	4.03	6.7	2	0	1
2	26.4	4.01	6.5	2	0	0
1	34.8	4.11	10.2	1	0	0
1	34.4	4	9.5	2	0	0
1	30.7	4.14	9	2	0	0
2	27.9	4.07	7.3	1	0	1
2	29.5	3.84	7.2	2	0	1
2	28.7	4.07	5.8	2	0	0
2	36.6	4.16	6.2	1	0	0
2	35.5	4.09	7	2	0	0
3	36.7	4.03	7.2	1	0	0
3	34.4	3.98	6.2	2	0	0
3	31.9	4.09	6.7	2	0	0
4	32.2	4.41	8.9	1	0	0
5	33.7	4.1	7.7	1	1	0
5	32.8	4.12	7.8	2	1	1
5	29.9	4.03	11	2	1	1
1	30.7	4.91	8.3	1	0	1
1	28.4	4.78	7.2	2	1	1
1	29	4.65	9.4	2	0	1
1	28.3	3.94	8	1	0	0
1	24.5	3.76	7.8	2	0	1
1	25.7	3.95	7	2	0	1
1	26.4	4.08	10	1	0	0
1	25.8	3.91	10.4	2	1	1
1	20.4	3.88	9.4	2	0	1
3	31	3.95	7.2	1	0	0
3	32.9	4	7	2	0	0
3	33.5	4.06	7.7	2	0	0
1	27.7	4	6	1	0	0
1	25.7	3.85	5.3	2	0	1
2	27.5	3.64	10.7	1	1	0
2	26.7	3.33	10	2	0	0
2	24.2	3.56	9.2	2	0	0
2	37.9	4.57	5.2	1	0	0
2	32.9	4.32	7.3	2	0	0
1	28	3.95	7.2	1	0	0
1	23.2	3.9	6	2	0	1
1	18.3	4.02	6.3	2	1	1
1	30.2	4.28	9.7	1	0	0
1	29.4	4.22	8.3	2	0	0
1	28.5	4.31	9	2	0	1
3	40.9	4.27	5.5	1	0	0
3	32.6	4.14	5.7	2	0	0
3	32.8	4.37	6.3	2	0	0

EK-2'nin devamı 5						
3	41.4	4.41	6.5	1	0	0
3	36.4	4.41	7	2	0	0
3	34.3	4.62	6.3	2	0	0
3	36.6	4.21	6.7	1	0	0
3	36.8	4.02	6.2	2	0	0
3	36.3	3.94	6.7	2	0	0
2	34.1	4.45	9.5	1	1	0
2	35.4	4.09	10.9	2	0	0
2	27.2	4.2	6.5	2	0	0
5	33.2	4.59	6	1	0	0
5	38.8	4.56	6.2	2	0	0
5	40.5	4.66	6.5	2	0	0
1	29.6	4.19	5.8	1	0	0
1	25.9	4.01	6.5	2	0	1
1	19.9	4.19	6.2	2	1	0
2	35.7	4.06	7.8	1	0	0
2	31.3	3.85	8.7	2	0	0
2	35	4.06	8.3	2	0	0
3	32.8	4.15	6.8	1	0	0
3	32.4	4.03	6.2	2	0	0
3	18.3	4.19	6.2	2	1	1
3	25.5	3.84	5.7	2	0	0
3	24.7	4.01	6.2	2	0	0
3	43.1	4.39	9.7	1	0	0
3	34.2	4.27	8	2	0	0
3	33.9	4.53	8.3	2	0	1
2	35.9	3.86	7.3	2	0	0
3	41.3	4.01	8.9	2	0	0
3	50.6	4.08	8.3	2	0	0
1	20.2	3.93	8.7	2	0	0
1	19.7	3.86	11.4	2	1	1
2	21.1	3.83	5.5	2	0	0
3	41.3	4.03	8.9	2	0	0
3	50.6	4.33	8.3	2	0	0
3	21.2	3.63	6.5	2	0	0
2	35.9	4.02	8.3	2	0	0
2	38.4	4.34	10	2	0	0
2	37.7	4.07	8.7	2	0	0
3	23.3	4.06	6.5	2	0	0
3	34.5	4.06	8.3	2	0	0
3	22	5.39	7.8	1	1	1
3	30	3.79	5.8	2	0	0
3	31.8	3.6	6	2	0	0
3	24.1	3.95	5.2	3	0	0
3	21.6	4.14	5	3	0	0
3	20.5	4.25	6	4	0	0
3	19	3.82	5.5	4	0	0
3	33.3	3.83	15	2	1	1
3	41.7	4.33	18.2	2	1	1
3	24	5.51	9.4	1	1	1
1	24.5	4.07	6.5	2	0	1
2	26.4	3.75	8.9	2	0	1
2	33	4.02	8.3	2	0	0

EK-2'nin devamı 6						
1	30.7	3.84	5.8	2	0	0
1	30.7	4.08	6.3	2	0	0
1	19.6	5.11	4.7	1	0	0
1	20.1	4.28	8.9	2	1	1
1	27.6	3.73	9.5	2	0	1
2	29.9	3.93	18.9	2	1	1
2	33	4.1	16.4	2	1	1
2	37.2	3.92	12	2	1	1
2	33.7	4.08	15	2	1	1
1	10.2	3.78	11	2	1	1
1	16.7	3.78	6	2	0	1
4	33	3.82	9.2	2	0	0
4	34.6	4.54	17.2	2	1	1
5	32.6	3.88	7.2	2	1	1
1	23	3.63	13.5	2	0	0
3	25.5	4.09	12	2	1	1
5	22.8	3.88	5.8	2	1	1
3	30	4.12	8.3	2	0	0
5	42.1	3.91	7.7	2	0	0
7	28.1	4.35	11.9	2	0	1
4	46.9	3.85	11.4	2	0	0
2	39.2	4.1	12.5	2	0	1
1	30.3	3.84	6.8	2	0	0
2	28.9	4.19	7.2	2	1	1
4	36.2	4.02	10.2	2	0	0
2	34	4.17	7.3	2	0	0
4	23.4	4.16	4.3	2	0	0
2	27.8	3.83	7.2	2	1	1
2	34.9	4.07	8.5	2	0	0
3	28.8	3.98	10.5	2	0	1

EK-3. LS, SV, Eİ, OSS ve KM verilerine ait gerçek değerler ve norm değerleri

Verilerin Gerçek Değerleri					
LS	SV	Eİ	OSS	KM	MT
1	30.7	3.60	8.3	1	0
1	28.4	3.83	7.2	2	0
1	29	3.80	9.4	2	0
1	19.3	4.2	6.5	1	0
1	23.6	4.25	5.7	2	1
1	22.1	3.86	6.8	2	0
3	21.6	3.81	4	1	0
3	24.1	3.78	4.7	2	0
3	19	3.7	3.8	2	0
2	27.3	4.07	10.2	2	1
2	28.4	3.84	6.2	2	0
2	24.4	3.89	7	3	0
2	22.3	3.84	7	3	0
2	21	3.96	7.2	4	0
2	16.9	3.9	5.5	4	0
1	21.2	4.16	6.3	1	0
2	16.8	4.63	7.2	1	0
2	21.5	3.9	8.3	2	1
2	21.7	3.97	8.7	2	1
2	17.4	3.93	4.3	1	0
2	20.7	3.87	4.2	2	0
2	21.3	3.82	4.5	2	0
1	23.8	4.15	8	1	0
1	24.2	4.04	6.5	2	0
1	20.5	4.14	6.8	2	0
1	11.8	5.04	4.8	1	0
2	24.1	3.87	7.3	1	0
2	25.6	4.12	7.2	2	0
2	26.9	4.1	7.3	2	0
2	23.8	3.89	8.3	1	0
1	21.7	3.76	8.7	1	0
1	26	3.68	7.7	2	0
1	31.6	4.22	5	1	0
2	22.8	4.28	7.5	1	1
5	12.7	4.23	4.3	1	1
5	20.1	4.42	4.3	2	0
5	28.8	3.87	6.3	2	0
5	17.5	3.94	6.2	3	0
5	22.5	4.14	5	3	0
5	22.3	4.33	5.8	4	0
1	23.9	4.62	10.7	1	0
1	30.5	4.29	8.9	2	0
1	29.7	4.31	9.7	2	0
1	31.3	4.16	7.5	1	0
1	27.5	4.13	7.7	2	0
1	27.6	4.3	8.2	2	0
1	32	4.11	9.7	1	0
2	31.6	4.3	7.2	1	0
2	22.9	4.09	6.8	2	0

Verilerin Normallaştırılmış Değerleri					
LS	SV	Eİ	OSS	KM	MT
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

EK-3'ün devamı 1

1	33.5	3.95	11.9	1	0	0	1	0	1	0	0
1	30.5	3.76	11	2	0	0	1	0	0	0	0
1	28.7	3.86	9	2	0	0	1	0	0	0	0
1	29.9	3.99	8.7	1	0	0	1	0	0	0	0
1	28.1	3.86	7.3	2	0	0	0	0	0	0	0
1	19.1	3.98	14.5	2	1	0	0	0	1	0	1
2	26.2	4.01	10.7	1	1	0	0	0	0	0	1
2	31	3.89	6.2	1	0	0	1	0	0	0	0
2	28	4.01	5.5	2	0	0	0	0	0	0	0
2	28.4	4.17	6.3	2	0	0	0	0	0	0	0
2	27	3.78	7.8	1	0	0	0	0	0	0	0
2	21.6	3.78	8	2	0	0	0	0	0	0	0
1	30.4	4.39	8.5	1	0	0	1	0	0	0	0
1	25.4	4.19	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0
1	30	4.08	6.3	2	0	0	1	0	0	0	0
1	23.2	3.93	7.5	1	0	0	0	0	0	0	0
1	16.4	3.98	7.7	2	1	0	0	0	0	0	1
1	13.3	4.01	7.8	2	1	0	0	0	0	0	1
4	35.8	4.06	6.8	1	0	1	1	0	0	0	0
4	35.7	3.91	5.7	2	0	1	1	0	0	0	0
4	36.1	4.02	7.5	2	0	1	1	0	0	0	0
4	19.7	5.44	6.5	1	1	1	0	1	0	0	1
3	32.1	4.27	5.7	1	0	0	1	0	0	0	0
3	28.3	4.02	7.5	2	0	0	0	0	0	0	0
3	26.3	3.9	5.2	2	0	0	0	0	0	0	0
2	25.2	3.93	9.2	1	0	0	0	0	0	0	0
2	25.4	3.7	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0
7	31.8	5.61	9	1	1	1	1	1	0	0	1
7	25.8	5.05	6	2	1	1	0	1	0	0	1
7	25.2	5.37	7.8	2	1	1	0	1	0	0	1
1	25.8	4.04	17	1	0	0	0	0	1	0	0
1	18.1	3.82	9	2	1	0	0	0	0	0	1
1	29.4	4.4	11.5	1	0	0	1	0	1	0	0
1	26.4	4.08	16.4	2	1	0	0	0	1	0	1
1	25.2	4.08	11	2	0	0	0	0	0	0	0
2	26.4	4.27	6	1	1	0	0	0	0	0	1
2	30.4	4	5.5	2	0	0	1	0	0	0	0
1	21.9	3.94	7.3	2	1	0	0	0	0	0	1
1	22.1	4.01	6.3	2	0	0	0	0	0	0	0
4	28.8	4.1	8	1	0	1	1	0	0	0	0
4	27.7	3.64	6.8	2	0	1	0	0	0	0	0
2	33.1	4.35	10	1	0	0	1	0	0	0	0
2	25	3.88	7.5	2	0	0	0	0	0	0	0
2	24.9	3.99	9.9	2	0	0	0	0	0	0	0
1	24.3	4.74	7.8	1	0	0	0	1	0	0	0
1	23.9	4.61	5.8	2	1	0	0	1	0	0	1
1	21.1	4.58	6.5	2	0	0	0	1	0	0	0
1	22.7	4.07	4	1	0	0	0	0	0	0	0
1	14.1	4.09	3.7	2	1	0	0	0	0	0	1
1	23.5	4	6.3	2	0	0	0	0	0	0	0
1	14.7	3.6	4.2	3	0	0	0	0	0	1	0
1	17.1	3.81	4	3	0	0	0	0	0	1	0
1	12.5	3.98	3.8	4	0	0	0	0	0	1	0

EK-3'ün devamı 2

1	14.3	3.94	4.3	4	0	0	0	0	0	1	0
1	28	4.03	10	1	0	0	0	0	0	0	0
2	21.4	3.88	6	1	0	0	0	0	0	0	0
2	19.6	3.65	5.7	2	0	0	0	0	0	0	0
2	19	3.67	7.2	2	0	0	0	0	0	0	0
3	19.8	4.53	5.2	1	1	0	0	1	0	0	1
7	28.2	4.29	12.4	1	0	1	0	0	1	0	0
7	20.4	3.98	8.7	2	0	1	0	0	0	0	0
3	24	4.11	5.8	1	0	0	0	0	0	0	0
3	21	3.88	8.3	2	1	0	0	0	0	0	1
3	17.7	3.94	6.7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	17.3	4.28	5.7	3	1	0	0	0	0	1	1
3	12.8	4.6	5.2	3	0	0	0	1	0	1	0
3	10.5	4.63	4	4	0	0	0	1	0	1	0
3	6.6	3.69	3.5	4	0	0	0	0	0	1	0
3	27.7	4.33	7.5	1	0	0	0	0	0	0	0
3	23.3	4.15	7.2	2	0	0	0	0	0	0	0
3	22.4	4.14	7.3	2	0	0	0	0	0	0	0
2	41.2	4.32	11.2	1	0	0	1	0	1	0	0
2	32.6	3.98	10.2	2	0	0	1	0	0	0	0
2	29.8	4.19	9.9	2	0	0	1	0	0	0	0
2	29.5	4.42	6.5	1	0	0	1	0	0	0	0
2	26.9	4.27	5.2	2	0	0	0	0	0	0	0
2	26.3	4.21	5.7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	19.5	4.09	12.2	1	1	0	0	0	1	0	1
3	13.3	3.75	10.2	2	1	0	0	0	0	0	1
3	18.4	3.72	13.4	2	1	0	0	0	1	0	1
3	39.8	4.28	8.2	1	0	0	1	0	0	0	0
3	35.2	3.51	7.8	2	0	0	1	0	0	0	0
3	43	4.09	9.2	2	0	0	1	0	0	0	0
1	26.3	4.36	6.7	1	0	0	0	0	0	0	0
1	27.4	3.96	8.5	2	0	0	0	0	0	0	0
1	28.3	4.26	6.8	2	0	0	0	0	0	0	0
2	30.6	4.43	5.7	1	0	0	1	0	0	0	0
2	31.7	4.15	6.2	2	0	0	1	0	0	0	0
2	26.1	4.3	5.2	3	0	0	0	0	0	1	0
2	23.1	4.26	4.8	3	0	0	0	0	0	1	0
2	23	4.09	4.3	4	0	0	0	0	0	1	0
2	18.3	3.76	4.2	4	0	0	0	0	0	1	0
2	39.2	5.13	9.4	1	1	0	1	1	0	0	1
2	43.9	4.93	11.4	2	0	0	1	1	1	0	0
2	47.8	4.93	10.2	2	0	0	1	1	0	0	0
3	37.4	4.32	6.3	1	0	0	1	0	0	0	0
3	32.9	4.06	5.8	2	0	0	1	0	0	0	0
3	30.4	4.07	6	2	0	0	1	0	0	0	0
3	23.3	5.24	4.7	3	0	0	0	1	0	1	0
3	18.2	4.26	4.7	3	0	0	0	0	0	1	0
3	14.4	4.71	3.7	4	0	0	0	1	0	1	0
3	10.7	3.7	3.8	4	0	0	0	0	0	1	0
1	19.3	3.95	4.7	1	1	0	0	0	0	0	1
1	6.3	3.73	5.2	2	1	0	0	0	0	0	1
2	23.4	4.42	5.3	1	0	0	0	0	0	0	0
2	36.8	4.32	8.5	1	0	0	1	0	0	0	0

EK-3'ün devamı 3

2	27.6	4.28	8	2	0	0	0	0	0	0	0	
2	25.7	4.26	10.2	2	1	0	0	0	0	0	1	
2	23.3	4.16	7.5	3	0	0	0	0	0	1	0	
2	19.3	4.01	6.8	3	0	0	0	0	0	1	0	
2	21.1	4.42	6.5	4	0	0	0	0	0	1	0	
2	16.7	3.83	7.7	4	0	0	0	0	0	1	0	
2	28.2	4.15	8.5	1	0	0	0	0	0	0	0	
2	29.8	3.87	8.9	2	0	0	1	0	0	0	0	
2	27.1	3.95	12	2	0	0	0	0	1	0	0	
2	33.5	4.25	5.7	1	0	0	1	0	0	0	0	
2	29.4	4.04	5.5	2	0	0	1	0	0	0	0	
2	30.7	4.06	8	2	0	0	1	0	0	0	0	
2	23.5	5.21	5.7	1	1	0	0	1	0	0	1	
2	46.7	4.08	7.3	1	0	0	1	0	0	0	0	
2	40.1	3.98	9.9	2	0	0	1	0	0	0	0	
2	31.8	4.01	7.3	2	0	0	1	0	0	0	0	
3	37.5	4.28	5.5	1	0	0	1	0	0	0	0	
3	29.6	4.03	5.8	2	0	0	1	0	0	0	0	
3	28.3	4.21	6.2	2	0	0	0	0	0	0	0	
5	42.1	4.1	7.3	1	0	1	1	0	0	0	0	
5	37.8	3.82	10.7	2	0	1	1	0	0	0	0	
3	40.3	4.23	6.8	1	0	0	1	0	0	0	0	
3	39.1	3.95	8	2	0	0	1	0	0	0	0	
3	31.2	4.02	6.7	2	0	0	1	0	0	0	0	
1	34.6	4.11	6.7	1	0	0	1	0	0	0	0	
1	30	4.06	7.2	2	0	0	1	0	0	0	0	
1	28.5	4.2	7.3	2	0	0	1	0	0	0	0	
1	33.4	3.94	8.5	1	0	0	1	0	0	0	0	
1	34.8	3.85	8.2	2	0	0	1	0	0	0	0	
1	30	3.89	9.7	2	0	0	1	0	0	0	0	
2	28	4.38	9.5	1	1	0	0	0	0	0	1	
2	41.3	3.76	14.4	2	0	0	1	0	1	0	0	
2	40.1	3.99	14.4	2	0	0	1	0	1	0	0	
3	38.6	4.01	12.9	1	0	0	1	0	1	0	0	
3	35.6	3.86	12.9	2	1	0	1	0	1	0	1	
3	30.9	4.09	9.2	2	0	0	1	0	0	0	0	
3	34.2	3.88	8.7	1	0	0	1	0	0	0	0	
3	32.6	3.76	12	2	1	0	1	0	1	0	1	
3	27.9	3.93	9.4	2	0	0	0	0	0	0	0	
3	32.3	4.05	8.2	1	0	0	1	0	0	0	0	
3	29.7	3.87	6	2	0	0	1	0	0	0	0	
3	32.7	3.89	7	2	0	0	1	0	0	0	0	
3	24.4	3.94	5	3	0	0	0	0	0	1	0	
3	19.9	3.99	4.7	3	0	0	0	0	0	1	0	
3	17.3	4.18	4.3	4	0	0	0	0	0	1	0	
3	15.3	3.77	4.2	4	0	0	0	0	0	1	0	
2	34.3	4.28	8.3	1	0	0	1	0	0	0	0	
2	29.5	3.99	6.3	2	0	0	1	0	0	0	0	
2	32.3	4.24	7.7	2	0	0	1	0	0	0	0	
1	24.8	4.17	4.7	1	0	0	0	0	0	0	0	
1	20.6	3.96	5	2	0	0	0	0	0	0	0	
1	24.8	3.91	4	2	0	0	0	0	0	0	0	
3	41.4	4.04	7.2	1	0	0	1	0	0	0	0	

EK-3'ün devamı 4

3	36.5	3.84	7.2	2	0	0	1	0	0	0	0
3	37.1	3.7	5.8	2	0	0	1	0	0	0	0
1	24.4	4.85	8.7	1	0	0	0	1	0	0	0
1	27.5	4.4	7	2	0	0	0	0	0	0	0
1	30.4	4.56	6.8	2	0	0	1	1	0	0	0
1	28.3	4.5	7.3	3	0	0	0	1	0	1	0
1	26.2	4.21	6	3	0	0	0	0	0	1	0
1	23.1	4.47	6.2	4	0	0	0	1	0	1	0
1	14.2	3.58	5.7	4	0	0	0	0	0	1	0
2	29.7	4.23	5.5	1	0	0	1	0	0	0	0
2	28.7	4.03	6.7	2	0	0	1	0	0	0	0
2	26.4	4.01	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0
1	34.8	4.11	10.2	1	0	0	1	0	0	0	0
1	34.4	4	9.5	2	0	0	1	0	0	0	0
1	30.7	4.14	9	2	0	0	1	0	0	0	0
2	27.9	4.07	7.3	1	0	0	0	0	0	0	0
2	29.5	3.84	7.2	2	0	0	1	0	0	0	0
2	28.7	4.07	5.8	2	0	0	1	0	0	0	0
2	36.6	4.16	6.2	1	0	0	1	0	0	0	0
2	35.5	4.09	7	2	0	0	1	0	0	0	0
3	36.7	4.03	7.2	1	0	0	1	0	0	0	0
3	34.4	3.98	6.2	2	0	0	1	0	0	0	0
3	31.9	4.09	6.7	2	0	0	1	0	0	0	0
4	32.2	4.41	8.9	1	0	1	1	0	0	0	0
5	33.7	4.1	7.7	1	1	1	1	0	0	0	1
5	32.8	4.12	7.8	2	1	1	1	0	0	0	1
5	29.9	4.03	11	2	1	1	1	0	0	0	1
1	30.7	4.91	8.3	1	0	0	1	1	0	0	0
1	28.4	4.78	7.2	2	1	0	0	1	0	0	1
1	29	4.65	9.4	2	0	0	1	1	0	0	0
1	28.3	3.94	8	1	0	0	0	0	0	0	0
1	24.5	3.76	7.8	2	0	0	0	0	0	0	0
1	25.7	3.95	7	2	0	0	0	0	0	0	0
1	26.4	4.08	10	1	0	0	0	0	0	0	0
1	25.8	3.91	10.4	2	1	0	0	0	0	0	1
1	20.4	3.88	9.4	2	0	0	0	0	0	0	0
3	31	3.95	7.2	1	0	0	1	0	0	0	0
3	32.9	4	7	2	0	0	1	0	0	0	0
3	33.5	4.06	7.7	2	0	0	1	0	0	0	0
1	27.7	4	6	1	0	0	0	0	0	0	0
1	25.7	3.85	5.3	2	0	0	0	0	0	0	0
2	27.5	3.64	10.7	1	1	0	0	0	0	0	1
2	26.7	3.33	10	2	0	0	0	0	0	0	0
2	24.2	3.56	9.2	2	0	0	0	0	0	0	0
2	37.9	4.57	5.2	1	0	0	1	1	0	0	0
2	32.9	4.32	7.3	2	0	0	1	0	0	0	0
1	28	3.95	7.2	1	0	0	0	0	0	0	0
1	23.2	3.9	6	2	0	0	0	0	0	0	0
1	18.3	4.02	6.3	2	1	0	0	0	0	0	1
1	30.2	4.28	9.7	1	0	0	1	0	0	0	0
1	29.4	4.22	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
1	28.5	4.31	9	2	0	0	1	0	0	0	0
3	40.9	4.27	5.5	1	0	0	1	0	0	0	0

EK-3'ün devamı 5

3	32.6	4.14	5.7	2	0	0	1	0	0	0	0
3	32.8	4.37	6.3	2	0	0	1	0	0	0	0
3	41.4	4.41	6.5	1	0	0	1	0	0	0	0
3	36.4	4.41	7	2	0	0	1	0	0	0	0
3	34.3	4.62	6.3	2	0	0	1	1	0	0	0
3	36.6	4.21	6.7	1	0	0	1	0	0	0	0
3	36.8	4.02	6.2	2	0	0	1	0	0	0	0
3	36.3	3.94	6.7	2	0	0	1	0	0	0	0
2	34.1	4.45	9.5	1	1	0	1	0	0	0	1
2	35.4	4.09	10.9	2	0	0	1	0	0	0	0
2	27.2	4.2	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0
5	33.2	4.59	6	1	0	1	1	1	0	0	0
5	38.8	4.56	6.2	2	0	1	1	1	0	0	0
5	40.5	4.66	6.5	2	0	1	1	1	0	0	0
1	29.6	4.19	5.8	1	0	0	1	0	0	0	0
1	25.9	4.01	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0
1	19.9	4.19	6.2	2	1	0	0	0	0	0	1
2	35.7	4.06	7.8	1	0	0	1	0	0	0	0
2	31.3	3.85	8.7	2	0	0	1	0	0	0	0
2	35	4.06	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
3	32.8	4.15	6.8	1	0	0	1	0	0	0	0
3	32.4	4.03	6.2	2	0	0	1	0	0	0	0
3	18.3	4.19	6.2	2	1	0	0	0	0	0	1
3	25.5	3.84	5.7	2	0	0	0	0	0	0	0
3	24.7	4.01	6.2	2	0	0	0	0	0	0	0
3	43.1	4.39	9.7	1	0	0	1	0	0	0	0
3	34.2	4.27	8	2	0	0	1	0	0	0	0
3	33.9	4.53	8.3	2	0	0	1	1	0	0	0
2	35.9	3.86	7.3	2	0	0	1	0	0	0	0
3	41.3	4.01	8.9	2	0	0	1	0	0	0	0
3	50.6	4.08	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
1	20.2	3.93	8.7	2	0	0	0	0	0	0	0
1	19.7	3.86	11.4	2	1	0	0	0	1	0	1
2	21.1	3.83	5.5	2	0	0	0	0	0	0	0
3	41.3	4.03	8.9	2	0	0	1	0	0	0	0
3	50.6	4.33	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
3	21.2	3.63	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0
2	35.9	4.02	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
2	38.4	4.34	10	2	0	0	1	0	0	0	0
2	37.7	4.07	8.7	2	0	0	1	0	0	0	0
3	23.3	4.06	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0
3	34.5	4.06	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
3	22	5.39	7.8	1	1	0	0	1	0	0	1
3	30	3.79	5.8	2	0	0	1	0	0	0	0
3	31.8	3.6	6	2	0	0	1	0	0	0	0
3	24.1	3.95	5.2	3	0	0	0	0	0	1	0
3	21.6	4.14	5	3	0	0	0	0	0	1	0
3	20.5	4.25	6	4	0	0	0	0	0	1	0
3	19	3.82	5.5	4	0	0	0	0	0	1	0
3	33.3	3.83	15	2	1	0	1	0	1	0	1
3	41.7	4.33	18.2	2	1	0	1	0	1	0	1
3	24	5.51	9.4	1	1	0	0	1	0	0	1
1	24.5	4.07	6.5	2	0	0	0	0	0	0	0

EK-3'ün devamı 6

2	26.4	3.75	8.9	2	0	0	0	0	0	0	0
2	33	4.02	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
1	30.7	3.84	5.8	2	0	0	1	0	0	0	0
1	30.7	4.08	6.3	2	0	0	1	0	0	0	0
1	19.6	5.11	4.7	1	0	0	0	1	0	0	0
1	20.1	4.28	8.9	2	1	0	0	0	0	0	1
1	27.6	3.73	9.5	2	0	0	0	0	0	0	0
2	29.9	3.93	18.9	2	1	0	1	0	1	0	1
2	33	4.1	16.4	2	1	0	1	0	1	0	1
2	37.2	3.92	12	2	1	0	1	0	1	0	1
2	33.7	4.08	15	2	1	0	1	0	1	0	1
1	10.2	3.78	11	2	1	0	0	0	0	0	1
1	16.7	3.78	6	2	0	0	0	0	0	0	0
4	33	3.82	9.2	2	0	1	1	0	0	0	0
4	34.6	4.54	17.2	2	1	1	1	1	1	0	1
5	32.6	3.88	7.2	2	1	1	1	0	0	0	1
1	23	3.63	13.5	2	0	0	0	0	1	0	0
3	25.5	4.09	12	2	1	0	0	0	1	0	1
5	22.8	3.88	5.8	2	1	1	0	0	0	0	1
3	30	4.12	8.3	2	0	0	1	0	0	0	0
5	42.1	3.91	7.7	2	0	1	1	0	0	0	0
7	28.1	4.35	11.9	2	0	1	0	0	1	0	0
4	46.9	3.85	11.4	2	0	1	1	0	1	0	0
2	39.2	4.1	12.5	2	0	0	1	0	1	0	0
1	30.3	3.84	6.8	2	0	0	1	0	0	0	0
2	28.9	4.19	7.2	2	1	0	1	0	0	0	1
4	36.2	4.02	10.2	2	0	1	1	0	0	0	0
2	34	4.17	7.3	2	0	0	1	0	0	0	0
4	23.4	4.16	4.3	2	0	1	0	0	0	0	0
2	27.8	3.83	7.2	2	1	0	0	0	0	0	1
2	34.9	4.07	8.5	2	0	0	1	0	0	0	0
3	28.8	3.98	10.5	2	0	0	1	0	0	0	0

EK-4. BUS için MATLAB kodları

```
[System]
Name='mastitis'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=5
NumOutputs=1
NumRules=105
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='LS'
Range=[1 7]
NumMFs=3
MF1='ilk':'trimf',[1 1 2]
MF2='orta':'trimf',[1 3 5]
MF3='son':'trapmf',[4 5 7 7]

[Input2]
Name='SV'
Range=[10 50]
NumMFs=4
MF1='düşük':'trapmf',[10 10 18 20]
MF2='normal':'trimf',[18 24.5 31]
MF3='yuksek':'trimf',[28 35 42]
MF4='cok_yuksek':'trapmf',[40 45 50 50]

[Input3]
Name='Eİ'
Range=[3 6]
NumMFs=3
MF1='az':'trapmf',[3 3 3.5 4]
MF2='normal':'trimf',[3.5 4 4.5]
MF3='yuksek':'trapmf',[4 4.5 6 6]

[Input4]
Name='OSS'
Range=[3.7 19]
NumMFs=3
MF1='kisa':'trapmf',[3.7 3.7 6 7]
MF2='normal':'trimf',[6 9 12]
MF3='uzun':'trapmf',[11 12 19 19]

[Input5]
Name='KM'
Range=[0 5]
NumMFs=4
MF1='kis':'trimf',[0 1 2]
MF2='ilkbahar':'trimf',[1 2 3]
MF3='yaz':'trimf',[2 3 4]
MF4='sonbahar':'trimf',[3 4 5]

[Output1]
Name='MT'
Range=[0 1]
```

```
NumMFs=2
MF1='sağlam':'trapmf',[-0.36 -0.04 0.30026455026455 0.4]
MF2='subklinik':'trapmf',[0.3 0.400793650793651 1 1]

[Rules]
3 2 2 1 4, 1 (1) : 1
3 2 2 2 4, 1 (1) : 1
3 2 2 3 4, 2 (1) : 1
3 2 3 1 4, 1 (1) : 1
3 2 3 2 4, 1 (1) : 1
3 2 3 3 4, 2 (1) : 1
3 1 3 2 4, 2 (1) : 1
3 1 3 3 4, 2 (1) : 1
3 3 2 1 4, 1 (1) : 1
3 3 2 2 4, 1 (1) : 1
3 3 2 3 4, 1 (1) : 1
3 3 3 1 4, 1 (1) : 1
3 3 3 2 4, 2 (1) : 1
3 3 3 3 4, 2 (1) : 1
3 4 1 1 4, 1 (1) : 1
3 4 1 2 4, 1 (1) : 1
3 4 1 3 4, 1 (1) : 1
3 4 2 1 4, 1 (1) : 1
3 4 2 2 4, 1 (1) : 1
3 4 2 3 4, 1 (1) : 1
3 4 3 3 4, 2 (1) : 1
3 4 3 2 4, 1 (1) : 1
3 4 3 1 4, 1 (1) : 1
0 4 0 0 0, 1 (1) : 1
0 0 1 0 0, 1 (1) : 1
0 0 0 1 0, 1 (1) : 1
0 3 0 1 0, 1 (1) : 1
0 3 1 0 0, 1 (1) : 1
0 3 2 0 0, 1 (1) : 1
0 0 1 1 0, 1 (1) : 1
0 0 1 2 0, 1 (1) : 1
0 0 2 2 0, 1 (1) : 1
0 0 2 1 0, 1 (1) : 1
1 1 2 1 1, 2 (1) : 1
2 2 2 2 1, 2 (1) : 1
2 2 2 2 1, 2 (1) : 1
2 2 2 1 1, 2 (1) : 1
2 2 3 1 1, 2 (1) : 1
2 2 3 2 1, 2 (1) : 1
2 2 1 3 1, 2 (1) : 1
2 3 3 3 1, 2 (1) : 1
0 1 3 3 0, 2 (1) : 1
2 1 2 3 1, 2 (1) : 1
2 1 3 1 1, 2 (1) : 1
2 2 3 2 1, 2 (1) : 1
2 1 3 1 1, 2 (1) : 1
3 3 3 2 1, 2 (1) : 1
1 2 2 1 2, 2 (1) : 1
1 1 2 3 2, 2 (1) : 1
1 1 2 2 2, 2 (1) : 1
1 1 2 1 2, 2 (1) : 1
1 2 2 2 2, 2 (1) : 1
1 1 2 1 2, 2 (1) : 1
1 1 2 2 2, 2 (1) : 1
2 2 2 2 2, 2 (1) : 1
2 3 2 3 2, 2 (1) : 1
```

```
2 1 1 3 2, 2 (1) : 1
2 1 2 1 2, 2 (1) : 1
2 3 1 3 2, 2 (1) : 1
2 4 3 3 2, 2 (1) : 1
2 3 3 3 2, 2 (1) : 1
3 2 3 1 2, 2 (1) : 1
3 2 3 2 2, 2 (1) : 1
3 3 2 2 2, 2 (1) : 1
3 3 3 1 2, 1 (1) : 1
3 3 2 2 2, 2 (1) : 1
3 2 2 1 2, 2 (1) : 1
3 3 2 2 2, 2 (1) : 1
1 1 1 1 3, 1 (1) : 1
1 1 2 1 3, 1 (1) : 1
1 2 3 2 3, 1 (1) : 1
1 2 2 1 3, 1 (1) : 1
2 2 2 2 3, 1 (1) : 1
2 2 2 1 3, 1 (1) : 1
2 1 2 2 3, 1 (1) : 1
2 1 2 1 3, 1 (1) : 1
2 1 3 1 3, 1 (1) : 1
2 2 3 1 3, 1 (1) : 1
2 2 2 1 3, 1 (1) : 1
3 1 2 1 3, 1 (1) : 1
3 2 2 1 3, 1 (1) : 1
3 2 3 1 4, 1 (1) : 1
2 1 3 1 4, 1 (1) : 1
2 1 2 1 4, 1 (1) : 1
2 2 2 2 4, 1 (1) : 1
2 2 2 1 4, 1 (1) : 1
2 1 1 1 4, 1 (1) : 1
2 2 3 1 4, 1 (1) : 1
2 1 2 2 4, 1 (1) : 1
1 1 2 2 4, 1 (1) : 1
1 1 2 3 4, 1 (1) : 1
1 2 3 1 4, 1 (1) : 1
1 1 1 1 4, 1 (1) : 1
1 1 3 3 1, 2 (1) : 1
1 1 3 3 2, 2 (1) : 1
1 1 3 3 3, 2 (1) : 1
1 1 3 3 4, 2 (1) : 1
2 1 3 3 1, 2 (1) : 1
2 1 3 3 2, 2 (1) : 1
2 1 3 3 3, 2 (1) : 1
2 1 3 3 4, 2 (1) : 1
3 1 3 3 1, 2 (1) : 1
3 1 3 3 2, 2 (1) : 1
3 1 3 3 3, 2 (1) : 1
3 1 3 3 4, 2 (1) : 1
```

EK-5. ANFIS için MATLAB kodları

```
[System]
Name='an90'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=5
NumOutputs=1
NumRules=432
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'

[Input1]
Name='input1'
Range=[1 7]
NumMFs=3
MF1='in1mf1':'trimf',[-2 0.992289578557967 4.00400994845366]
MF2='in1mf2':'trimf',[0.996478037273277                3.99217434756609
6.99995300749296]
MF3='in1mf3':'trimf',[4.0007543262224 6.99990713282015 10]

[Input2]
Name='input2'
Range=[6.3 50.6]
NumMFs=4
MF1='in2mf1':'trimf',[-8.46666666666667                6.30082947361158
21.0437156256507]
MF2='in2mf2':'trimf',[6.29997047394749                 21.0654556318098
35.8333761958269]
MF3='in2mf3':'trimf',[21.0695742101854                 35.8311294959075
50.6000772098813]
MF4='in2mf4':'trimf',[35.8309125266004                 50.5998364922894
65.3666666666667]

[Input3]
Name='input3'
Range=[3.33 5.61]
NumMFs=3
MF1='in3mf1':'trimf',[2.19000021065258                 3.34792499234803
4.45119450129438]
MF2='in3mf2':'trimf',[3.32197829438217                 4.48551473835238
5.60864717469036]
MF3='in3mf3':'trimf',[4.53881027732279 5.60793526754246 6.75]

[Input4]
Name='input4'
Range=[3.5 17]
NumMFs=3
MF1='in4mf1':'trimf',[-3.25 3.50325699746161 10.2491580691556]
MF2='in4mf2':'trimf',[3.497294257086                   10.2511708098155
17.0007158303905]
MF3='in4mf3':'trimf',[10.2107763652507 16.9979208251271 23.75]

[Input5]
Name='input5'
Range=[1 4]
NumMFs=4
```

```
MF1='in5mf1':'trimf',[0 1 1.99935630812933]
MF2='in5mf2':'trimf',[1.00059845879485 2 2.99998127139184]
MF3='in5mf3':'trimf',[2.00057055422409 3 4]
MF4='in5mf4':'trimf',[3.00000919010593 4 5]

[Output1]
Name='output'
Range=[0 1]
NumMFs=432
MF1='out1mf1':'constant',[22.5783333270436]
MF2='out1mf2':'constant',[-1.09304908133329]
MF3='out1mf3':'constant',[0.356378655139177]
MF4='out1mf4':'constant',[0]
MF5='out1mf5':'constant',[-86.7580014608486]
MF6='out1mf6':'constant',[4.34255093176677]
MF7='out1mf7':'constant',[-3.02469347269407]
MF8='out1mf8':'constant',[0]
MF9='out1mf9':'constant',[-18.3744723854461]
MF10='out1mf10':'constant',[-127.898366290114]
MF11='out1mf11':'constant',[0]
MF12='out1mf12':'constant',[0]
MF13='out1mf13':'constant',[19.6338372541873]
MF14='out1mf14':'constant',[2.70205977035625]
MF15='out1mf15':'constant',[-8.27959693096919]
MF16='out1mf16':'constant',[0]
MF17='out1mf17':'constant',[-9.56402843115861]
MF18='out1mf18':'constant',[1.35858577339987]
MF19='out1mf19':'constant',[-0.862950850881736]
MF20='out1mf20':'constant',[0]
MF21='out1mf21':'constant',[-37.0466435221841]
MF22='out1mf22':'constant',[105.871674922427]
MF23='out1mf23':'constant',[0]
MF24='out1mf24':'constant',[0]
MF25='out1mf25':'constant',[-22.1573113093748]
MF26='out1mf26':'constant',[0]
MF27='out1mf27':'constant',[-3.55709188520748]
MF28='out1mf28':'constant',[0]
MF29='out1mf29':'constant',[19.6818405542957]
MF30='out1mf30':'constant',[0]
MF31='out1mf31':'constant',[-1.19812620597016]
MF32='out1mf32':'constant',[0]
MF33='out1mf33':'constant',[0]
MF34='out1mf34':'constant',[0]
MF35='out1mf35':'constant',[0]
MF36='out1mf36':'constant',[0]
MF37='out1mf37':'constant',[-0.943279211722533]
MF38='out1mf38':'constant',[-2.44076717073857]
MF39='out1mf39':'constant',[1.34961361664211]
MF40='out1mf40':'constant',[0]
MF41='out1mf41':'constant',[0.262742161892915]
MF42='out1mf42':'constant',[1.30615419549201]
MF43='out1mf43':'constant',[4.04801564020357]
MF44='out1mf44':'constant',[0]
MF45='out1mf45':'constant',[9.09459790105726]
MF46='out1mf46':'constant',[26.2720793806681]
MF47='out1mf47':'constant',[0]
MF48='out1mf48':'constant',[0]
MF49='out1mf49':'constant',[0.481512823874188]
MF50='out1mf50':'constant',[2.2509784363555]
MF51='out1mf51':'constant',[1.24523388793579]
MF52='out1mf52':'constant',[0]
```

```
MF53='out1mf53':'constant',[0.0654141911277595]
MF54='out1mf54':'constant',[-0.609593335402599]
MF55='out1mf55':'constant',[-7.16460383595219]
MF56='out1mf56':'constant',[0]
MF57='out1mf57':'constant',[-6.18436605336632]
MF58='out1mf58':'constant',[-18.7238226063329]
MF59='out1mf59':'constant',[0]
MF60='out1mf60':'constant',[0]
MF61='out1mf61':'constant',[-2.73304985816707]
MF62='out1mf62':'constant',[58.5648679511423]
MF63='out1mf63':'constant',[0.145511276425569]
MF64='out1mf64':'constant',[0]
MF65='out1mf65':'constant',[0.09712044917101]
MF66='out1mf66':'constant',[-120.813956943061]
MF67='out1mf67':'constant',[-0.305520390330322]
MF68='out1mf68':'constant',[0]
MF69='out1mf69':'constant',[26.6131749220202]
MF70='out1mf70':'constant',[0]
MF71='out1mf71':'constant',[0]
MF72='out1mf72':'constant',[0]
MF73='out1mf73':'constant',[2.70459323552965]
MF74='out1mf74':'constant',[1.94978595053508]
MF75='out1mf75':'constant',[0.429708496293991]
MF76='out1mf76':'constant',[0]
MF77='out1mf77':'constant',[-1.74515310746267]
MF78='out1mf78':'constant',[-0.623676778462187]
MF79='out1mf79':'constant',[-4.52676698173494]
MF80='out1mf80':'constant',[0]
MF81='out1mf81':'constant',[0.640005201638738]
MF82='out1mf82':'constant',[-24.1301214743219]
MF83='out1mf83':'constant',[0]
MF84='out1mf84':'constant',[0]
MF85='out1mf85':'constant',[-1.08755600532318]
MF86='out1mf86':'constant',[-2.06704501877058]
MF87='out1mf87':'constant',[0.755735137817282]
MF88='out1mf88':'constant',[0]
MF89='out1mf89':'constant',[0.835569149983886]
MF90='out1mf90':'constant',[0.453236333942325]
MF91='out1mf91':'constant',[5.86453731658757]
MF92='out1mf92':'constant',[0]
MF93='out1mf93':'constant',[0.90267481268447]
MF94='out1mf94':'constant',[26.2688400934349]
MF95='out1mf95':'constant',[0]
MF96='out1mf96':'constant',[0]
MF97='out1mf97':'constant',[0.0879585150657611]
MF98='out1mf98':'constant',[-12.0490237847403]
MF99='out1mf99':'constant',[0.524479627031265]
MF100='out1mf100':'constant',[0]
MF101='out1mf101':'constant',[-0.484726257727238]
MF102='out1mf102':'constant',[99.121134174215]
MF103='out1mf103':'constant',[0.113539704987887]
MF104='out1mf104':'constant',[0]
MF105='out1mf105':'constant',[6.31498552771398]
MF106='out1mf106':'constant',[-58.3041484526297]
MF107='out1mf107':'constant',[0]
MF108='out1mf108':'constant',[0]
MF109='out1mf109':'constant',[-3.28262920975063]
MF110='out1mf110':'constant',[19.0770175057739]
MF111='out1mf111':'constant',[0]
MF112='out1mf112':'constant',[0]
MF113='out1mf113':'constant',[1.94242111784989]
```

```
MF114='out1mf114':'constant',[-0.313931855533045]
MF115='out1mf115':'constant',[0]
MF116='out1mf116':'constant',[0]
MF117='out1mf117':'constant',[-20.8019049129683]
MF118='out1mf118':'constant',[4.14314038463435]
MF119='out1mf119':'constant',[0]
MF120='out1mf120':'constant',[0]
MF121='out1mf121':'constant',[0.072405142985221]
MF122='out1mf122':'constant',[1.52628806182574]
MF123='out1mf123':'constant',[0]
MF124='out1mf124':'constant',[0]
MF125='out1mf125':'constant',[-0.180114741428888]
MF126='out1mf126':'constant',[0.219083467072131]
MF127='out1mf127':'constant',[0]
MF128='out1mf128':'constant',[0]
MF129='out1mf129':'constant',[14.1096606126096]
MF130='out1mf130':'constant',[-7.43242618815207]
MF131='out1mf131':'constant',[0]
MF132='out1mf132':'constant',[0]
MF133='out1mf133':'constant',[1.40280385601271]
MF134='out1mf134':'constant',[2.30805426658097]
MF135='out1mf135':'constant',[0]
MF136='out1mf136':'constant',[0]
MF137='out1mf137':'constant',[-7.64394767168765]
MF138='out1mf138':'constant',[-18.2032915474374]
MF139='out1mf139':'constant',[0]
MF140='out1mf140':'constant',[0]
MF141='out1mf141':'constant',[0]
MF142='out1mf142':'constant',[-70.2174043202473]
MF143='out1mf143':'constant',[0]
MF144='out1mf144':'constant',[0]
MF145='out1mf145':'constant',[-70.0323929069918]
MF146='out1mf146':'constant',[-49.1086117449525]
MF147='out1mf147':'constant',[13.7255896721719]
MF148='out1mf148':'constant',[0]
MF149='out1mf149':'constant',[-98.9501814593561]
MF150='out1mf150':'constant',[53.2310833407316]
MF151='out1mf151':'constant',[1.15490981029916]
MF152='out1mf152':'constant',[0]
MF153='out1mf153':'constant',[-36.8627584619269]
MF154='out1mf154':'constant',[123.434366205338]
MF155='out1mf155':'constant',[0]
MF156='out1mf156':'constant',[0]
MF157='out1mf157':'constant',[27.5762542923948]
MF158='out1mf158':'constant',[82.3023109818372]
MF159='out1mf159':'constant',[0.276564598392664]
MF160='out1mf160':'constant',[0]
MF161='out1mf161':'constant',[-43.5388859214404]
MF162='out1mf162':'constant',[-89.5809754395784]
MF163='out1mf163':'constant',[10.9974640092314]
MF164='out1mf164':'constant',[0]
MF165='out1mf165':'constant',[-74.3227584083723]
MF166='out1mf166':'constant',[63.9131806354448]
MF167='out1mf167':'constant',[0]
MF168='out1mf168':'constant',[0]
MF169='out1mf169':'constant',[-11.2149624626296]
MF170='out1mf170':'constant',[0]
MF171='out1mf171':'constant',[-7.13621682520725]
MF172='out1mf172':'constant',[0]
MF173='out1mf173':'constant',[-3.6064673751279]
MF174='out1mf174':'constant',[0]
```

```
MF175='out1mf175':'constant',[-2.40367374970528]
MF176='out1mf176':'constant',[0]
MF177='out1mf177':'constant',[0]
MF178='out1mf178':'constant',[0]
MF179='out1mf179':'constant',[0]
MF180='out1mf180':'constant',[0]
MF181='out1mf181':'constant',[1.30491081664421]
MF182='out1mf182':'constant',[4.72331561094058]
MF183='out1mf183':'constant',[0.493127525584148]
MF184='out1mf184':'constant',[0]
MF185='out1mf185':'constant',[-4.06355933763583]
MF186='out1mf186':'constant',[-3.18017019189321]
MF187='out1mf187':'constant',[-10.8286307557185]
MF188='out1mf188':'constant',[0]
MF189='out1mf189':'constant',[135.847825978374]
MF190='out1mf190':'constant',[-34.530408764481]
MF191='out1mf191':'constant',[0]
MF192='out1mf192':'constant',[0]
MF193='out1mf193':'constant',[-1.2889653142931]
MF194='out1mf194':'constant',[-6.21834600769018]
MF195='out1mf195':'constant',[-3.21889425507469]
MF196='out1mf196':'constant',[0]
MF197='out1mf197':'constant',[3.80434689747084]
MF198='out1mf198':'constant',[5.4219932091684]
MF199='out1mf199':'constant',[14.7527157198883]
MF200='out1mf200':'constant',[0]
MF201='out1mf201':'constant',[-15.1745795208168]
MF202='out1mf202':'constant',[6.61845970058528]
MF203='out1mf203':'constant',[0]
MF204='out1mf204':'constant',[0]
MF205='out1mf205':'constant',[5.11491046886604]
MF206='out1mf206':'constant',[-0.395039977311298]
MF207='out1mf207':'constant',[0.291923867189095]
MF208='out1mf208':'constant',[0]
MF209='out1mf209':'constant',[-1.92461877993632]
MF210='out1mf210':'constant',[-0.471362528918132]
MF211='out1mf211':'constant',[-0.612933210692169]
MF212='out1mf212':'constant',[0]
MF213='out1mf213':'constant',[0.0313687302205477]
MF214='out1mf214':'constant',[0]
MF215='out1mf215':'constant',[0]
MF216='out1mf216':'constant',[0]
MF217='out1mf217':'constant',[0.238375422910194]
MF218='out1mf218':'constant',[-2.70851923678053]
MF219='out1mf219':'constant',[8.07576806510093]
MF220='out1mf220':'constant',[0]
MF221='out1mf221':'constant',[0.344201584548473]
MF222='out1mf222':'constant',[1.35099166752407]
MF223='out1mf223':'constant',[-1.53259044519285]
MF224='out1mf224':'constant',[0]
MF225='out1mf225':'constant',[8.25518364766162]
MF226='out1mf226':'constant',[47.5073726230561]
MF227='out1mf227':'constant',[0]
MF228='out1mf228':'constant',[0]
MF229='out1mf229':'constant',[0.370308156769536]
MF230='out1mf230':'constant',[2.91055923231024]
MF231='out1mf231':'constant',[-3.3530469977406]
MF232='out1mf232':'constant',[0]
MF233='out1mf233':'constant',[-0.859084909134553]
MF234='out1mf234':'constant',[-1.66675466663812]
MF235='out1mf235':'constant',[-7.56876229435621]
```

```
MF236='out1mf236':'constant',[0]
MF237='out1mf237':'constant',[15.4139224029816]
MF238='out1mf238':'constant',[-46.0498352166342]
MF239='out1mf239':'constant',[0]
MF240='out1mf240':'constant',[0]
MF241='out1mf241':'constant',[40.6302679184135]
MF242='out1mf242':'constant',[22.9313151369297]
MF243='out1mf243':'constant',[1.05220794392711]
MF244='out1mf244':'constant',[0]
MF245='out1mf245':'constant',[7.95080061185299]
MF246='out1mf246':'constant',[-82.2155399498125]
MF247='out1mf247':'constant',[0.227782688558622]
MF248='out1mf248':'constant',[0]
MF249='out1mf249':'constant',[0.00744342146121459]
MF250='out1mf250':'constant',[-29.3523804009033]
MF251='out1mf251':'constant',[0]
MF252='out1mf252':'constant',[0]
MF253='out1mf253':'constant',[-3.92676319330377]
MF254='out1mf254':'constant',[3.75170734139137]
MF255='out1mf255':'constant',[0]
MF256='out1mf256':'constant',[0]
MF257='out1mf257':'constant',[2.69385574612335]
MF258='out1mf258':'constant',[-4.72681307004326]
MF259='out1mf259':'constant',[0]
MF260='out1mf260':'constant',[0]
MF261='out1mf261':'constant',[-53.4908569786862]
MF262='out1mf262':'constant',[0.22271548592802]
MF263='out1mf263':'constant',[0]
MF264='out1mf264':'constant',[0]
MF265='out1mf265':'constant',[0.891419394262369]
MF266='out1mf266':'constant',[-11.3900387825245]
MF267='out1mf267':'constant',[0]
MF268='out1mf268':'constant',[0]
MF269='out1mf269':'constant',[0.343418472797457]
MF270='out1mf270':'constant',[4.10042022242386]
MF271='out1mf271':'constant',[0]
MF272='out1mf272':'constant',[0]
MF273='out1mf273':'constant',[-56.5071234942774]
MF274='out1mf274':'constant',[-5.13561085082574]
MF275='out1mf275':'constant',[0]
MF276='out1mf276':'constant',[0]
MF277='out1mf277':'constant',[0.706221315327666]
MF278='out1mf278':'constant',[14.9372419763081]
MF279='out1mf279':'constant',[0]
MF280='out1mf280':'constant',[0]
MF281='out1mf281':'constant',[-3.84823491599064]
MF282='out1mf282':'constant',[2.08488207417173]
MF283='out1mf283':'constant',[0]
MF284='out1mf284':'constant',[0]
MF285='out1mf285':'constant',[0]
MF286='out1mf286':'constant',[-35.349936789632]
MF287='out1mf287':'constant',[0]
MF288='out1mf288':'constant',[0]
MF289='out1mf289':'constant',[1.37220855182584]
MF290='out1mf290':'constant',[-0.613927656323679]
MF291='out1mf291':'constant',[-5.44555920938326]
MF292='out1mf292':'constant',[0]
MF293='out1mf293':'constant',[0.18493019733347]
MF294='out1mf294':'constant',[-2.07782456990342]
MF295='out1mf295':'constant',[-3.63047430794159]
MF296='out1mf296':'constant',[0]
```

```
MF297='out1mf297':'constant',[0]
MF298='out1mf298':'constant',[0]
MF299='out1mf299':'constant',[0]
MF300='out1mf300':'constant',[0]
MF301='out1mf301':'constant',[5.34125915520386]
MF302='out1mf302':'constant',[-0.62937628170694]
MF303='out1mf303':'constant',[-6.24254474791567]
MF304='out1mf304':'constant',[0]
MF305='out1mf305':'constant',[0.719832352204605]
MF306='out1mf306':'constant',[-2.72664091829635]
MF307='out1mf307':'constant',[-4.16181285559201]
MF308='out1mf308':'constant',[0]
MF309='out1mf309':'constant',[0]
MF310='out1mf310':'constant',[0]
MF311='out1mf311':'constant',[0]
MF312='out1mf312':'constant',[0]
MF313='out1mf313':'constant',[0]
MF314='out1mf314':'constant',[0]
MF315='out1mf315':'constant',[0]
MF316='out1mf316':'constant',[0]
MF317='out1mf317':'constant',[0]
MF318='out1mf318':'constant',[0]
MF319='out1mf319':'constant',[0]
MF320='out1mf320':'constant',[0]
MF321='out1mf321':'constant',[0]
MF322='out1mf322':'constant',[0]
MF323='out1mf323':'constant',[0]
MF324='out1mf324':'constant',[0]
MF325='out1mf325':'constant',[2.81609250264718]
MF326='out1mf326':'constant',[0.393404544349379]
MF327='out1mf327':'constant',[-6.99047111586211]
MF328='out1mf328':'constant',[0]
MF329='out1mf329':'constant',[1.6247115544242]
MF330='out1mf330':'constant',[-2.87368414524825]
MF331='out1mf331':'constant',[-8.5418085339657]
MF332='out1mf332':'constant',[0]
MF333='out1mf333':'constant',[-0.673673671270386]
MF334='out1mf334':'constant',[4.26650638623952]
MF335='out1mf335':'constant',[0]
MF336='out1mf336':'constant',[0]
MF337='out1mf337':'constant',[2.51928073883768]
MF338='out1mf338':'constant',[1.07112264602054]
MF339='out1mf339':'constant',[5.70907656586051]
MF340='out1mf340':'constant',[0]
MF341='out1mf341':'constant',[-4.55515015352323]
MF342='out1mf342':'constant',[1.97396468053606]
MF343='out1mf343':'constant',[-5.86812869824217]
MF344='out1mf344':'constant',[0]
MF345='out1mf345':'constant',[-3.83606601181601]
MF346='out1mf346':'constant',[6.80045395185222]
MF347='out1mf347':'constant',[0]
MF348='out1mf348':'constant',[0]
MF349='out1mf349':'constant',[-0.0779588082959401]
MF350='out1mf350':'constant',[-0.0745778803787783]
MF351='out1mf351':'constant',[0]
MF352='out1mf352':'constant',[0]
MF353='out1mf353':'constant',[0.719302341583664]
MF354='out1mf354':'constant',[-5.72914274426967]
MF355='out1mf355':'constant',[0]
MF356='out1mf356':'constant',[0]
MF357='out1mf357':'constant',[0]
```

```
MF358='out1mf358':'constant',[0]
MF359='out1mf359':'constant',[0]
MF360='out1mf360':'constant',[0]
MF361='out1mf361':'constant',[7.47154815917914]
MF362='out1mf362':'constant',[15.5831316848729]
MF363='out1mf363':'constant',[1.09410608315676]
MF364='out1mf364':'constant',[0]
MF365='out1mf365':'constant',[12.0436121186772]
MF366='out1mf366':'constant',[-18.4787754115514]
MF367='out1mf367':'constant',[0.31284597910485]
MF368='out1mf368':'constant',[0]
MF369='out1mf369':'constant',[-0.629557790819931]
MF370='out1mf370':'constant',[0.283939411698263]
MF371='out1mf371':'constant',[0]
MF372='out1mf372':'constant',[0]
MF373='out1mf373':'constant',[-8.6345595405835]
MF374='out1mf374':'constant',[-19.9216576256986]
MF375='out1mf375':'constant',[2.72705546292291]
MF376='out1mf376':'constant',[0]
MF377='out1mf377':'constant',[6.2051496375237]
MF378='out1mf378':'constant',[23.0204325349661]
MF379='out1mf379':'constant',[0.779767473653195]
MF380='out1mf380':'constant',[0]
MF381='out1mf381':'constant',[-3.58485917868879]
MF382='out1mf382':'constant',[5.58511496213103]
MF383='out1mf383':'constant',[0]
MF384='out1mf384':'constant',[0]
MF385='out1mf385':'constant',[-0.750084322055565]
MF386='out1mf386':'constant',[13.7383660873544]
MF387='out1mf387':'constant',[0]
MF388='out1mf388':'constant',[0]
MF389='out1mf389':'constant',[1.59525926878934]
MF390='out1mf390':'constant',[9.15942582593833]
MF391='out1mf391':'constant',[0]
MF392='out1mf392':'constant',[0]
MF393='out1mf393':'constant',[0]
MF394='out1mf394':'constant',[0]
MF395='out1mf395':'constant',[0]
MF396='out1mf396':'constant',[0]
MF397='out1mf397':'constant',[-2.20033178931089]
MF398='out1mf398':'constant',[0]
MF399='out1mf399':'constant',[0]
MF400='out1mf400':'constant',[0]
MF401='out1mf401':'constant',[-2.83380324316455]
MF402='out1mf402':'constant',[-12.0900566986563]
MF403='out1mf403':'constant',[0]
MF404='out1mf404':'constant',[0]
MF405='out1mf405':'constant',[0]
MF406='out1mf406':'constant',[-0.933540750226423]
MF407='out1mf407':'constant',[0]
MF408='out1mf408':'constant',[0]
MF409='out1mf409':'constant',[-4.62204111273794]
MF410='out1mf410':'constant',[17.220470782799]
MF411='out1mf411':'constant',[0]
MF412='out1mf412':'constant',[0]
MF413='out1mf413':'constant',[-5.952718203166]
MF414='out1mf414':'constant',[10.1466000278953]
MF415='out1mf415':'constant',[0]
MF416='out1mf416':'constant',[0]
MF417='out1mf417':'constant',[0]
MF418='out1mf418':'constant',[-0.698425310844442]
```

```
MF419='out1mf419':'constant',[0]
MF420='out1mf420':'constant',[0]
MF421='out1mf421':'constant',[0]
MF422='out1mf422':'constant',[6.90240395070472]
MF423='out1mf423':'constant',[0]
MF424='out1mf424':'constant',[0]
MF425='out1mf425':'constant',[0]
MF426='out1mf426':'constant',[5.63658718667299]
MF427='out1mf427':'constant',[0]
MF428='out1mf428':'constant',[0]
MF429='out1mf429':'constant',[0]
MF430='out1mf430':'constant',[0]
MF431='out1mf431':'constant',[0]
MF432='out1mf432':'constant',[0]

[Rules]
1 1 1 1 1, 1 (1) : 1
1 1 1 1 2, 2 (1) : 1
1 1 1 1 3, 3 (1) : 1
1 1 1 1 4, 4 (1) : 1
1 1 1 2 1, 5 (1) : 1
1 1 1 2 2, 6 (1) : 1
1 1 1 2 3, 7 (1) : 1
1 1 1 2 4, 8 (1) : 1
1 1 1 3 1, 9 (1) : 1
1 1 1 3 2, 10 (1) : 1
1 1 1 3 3, 11 (1) : 1
1 1 1 3 4, 12 (1) : 1
1 1 2 1 1, 13 (1) : 1
1 1 2 1 2, 14 (1) : 1
1 1 2 1 3, 15 (1) : 1
1 1 2 1 4, 16 (1) : 1
1 1 2 2 1, 17 (1) : 1
1 1 2 2 2, 18 (1) : 1
1 1 2 2 3, 19 (1) : 1
1 1 2 2 4, 20 (1) : 1
1 1 2 3 1, 21 (1) : 1
1 1 2 3 2, 22 (1) : 1
1 1 2 3 3, 23 (1) : 1
1 1 2 3 4, 24 (1) : 1
1 1 3 1 1, 25 (1) : 1
1 1 3 1 2, 26 (1) : 1
1 1 3 1 3, 27 (1) : 1
1 1 3 1 4, 28 (1) : 1
1 1 3 2 1, 29 (1) : 1
1 1 3 2 2, 30 (1) : 1
1 1 3 2 3, 31 (1) : 1
1 1 3 2 4, 32 (1) : 1
1 1 3 3 1, 33 (1) : 1
1 1 3 3 2, 34 (1) : 1
1 1 3 3 3, 35 (1) : 1
1 1 3 3 4, 36 (1) : 1
1 2 1 1 1, 37 (1) : 1
1 2 1 1 2, 38 (1) : 1
1 2 1 1 3, 39 (1) : 1
1 2 1 1 4, 40 (1) : 1
1 2 1 2 1, 41 (1) : 1
1 2 1 2 2, 42 (1) : 1
1 2 1 2 3, 43 (1) : 1
1 2 1 2 4, 44 (1) : 1
1 2 1 3 1, 45 (1) : 1
```

```
1 2 1 3 2, 46 (1) : 1
1 2 1 3 3, 47 (1) : 1
1 2 1 3 4, 48 (1) : 1
1 2 2 1 1, 49 (1) : 1
1 2 2 1 2, 50 (1) : 1
1 2 2 1 3, 51 (1) : 1
1 2 2 1 4, 52 (1) : 1
1 2 2 2 1, 53 (1) : 1
1 2 2 2 2, 54 (1) : 1
1 2 2 2 3, 55 (1) : 1
1 2 2 2 4, 56 (1) : 1
1 2 2 3 1, 57 (1) : 1
1 2 2 3 2, 58 (1) : 1
1 2 2 3 3, 59 (1) : 1
1 2 2 3 4, 60 (1) : 1
1 2 3 1 1, 61 (1) : 1
1 2 3 1 2, 62 (1) : 1
1 2 3 1 3, 63 (1) : 1
1 2 3 1 4, 64 (1) : 1
1 2 3 2 1, 65 (1) : 1
1 2 3 2 2, 66 (1) : 1
1 2 3 2 3, 67 (1) : 1
1 2 3 2 4, 68 (1) : 1
1 2 3 3 1, 69 (1) : 1
1 2 3 3 2, 70 (1) : 1
1 2 3 3 3, 71 (1) : 1
1 2 3 3 4, 72 (1) : 1
1 3 1 1 1, 73 (1) : 1
1 3 1 1 2, 74 (1) : 1
1 3 1 1 3, 75 (1) : 1
1 3 1 1 4, 76 (1) : 1
1 3 1 2 1, 77 (1) : 1
1 3 1 2 2, 78 (1) : 1
1 3 1 2 3, 79 (1) : 1
1 3 1 2 4, 80 (1) : 1
1 3 1 3 1, 81 (1) : 1
1 3 1 3 2, 82 (1) : 1
1 3 1 3 3, 83 (1) : 1
1 3 1 3 4, 84 (1) : 1
1 3 2 1 1, 85 (1) : 1
1 3 2 1 2, 86 (1) : 1
1 3 2 1 3, 87 (1) : 1
1 3 2 1 4, 88 (1) : 1
1 3 2 2 1, 89 (1) : 1
1 3 2 2 2, 90 (1) : 1
1 3 2 2 3, 91 (1) : 1
1 3 2 2 4, 92 (1) : 1
1 3 2 3 1, 93 (1) : 1
1 3 2 3 2, 94 (1) : 1
1 3 2 3 3, 95 (1) : 1
1 3 2 3 4, 96 (1) : 1
1 3 3 1 1, 97 (1) : 1
1 3 3 1 2, 98 (1) : 1
1 3 3 1 3, 99 (1) : 1
1 3 3 1 4, 100 (1) : 1
1 3 3 2 1, 101 (1) : 1
1 3 3 2 2, 102 (1) : 1
1 3 3 2 3, 103 (1) : 1
1 3 3 2 4, 104 (1) : 1
1 3 3 3 1, 105 (1) : 1
1 3 3 3 2, 106 (1) : 1
```

```
1 3 3 3 3, 107 (1) : 1
1 3 3 3 4, 108 (1) : 1
1 4 1 1 1, 109 (1) : 1
1 4 1 1 2, 110 (1) : 1
1 4 1 1 3, 111 (1) : 1
1 4 1 1 4, 112 (1) : 1
1 4 1 2 1, 113 (1) : 1
1 4 1 2 2, 114 (1) : 1
1 4 1 2 3, 115 (1) : 1
1 4 1 2 4, 116 (1) : 1
1 4 1 3 1, 117 (1) : 1
1 4 1 3 2, 118 (1) : 1
1 4 1 3 3, 119 (1) : 1
1 4 1 3 4, 120 (1) : 1
1 4 2 1 1, 121 (1) : 1
1 4 2 1 2, 122 (1) : 1
1 4 2 1 3, 123 (1) : 1
1 4 2 1 4, 124 (1) : 1
1 4 2 2 1, 125 (1) : 1
1 4 2 2 2, 126 (1) : 1
1 4 2 2 3, 127 (1) : 1
1 4 2 2 4, 128 (1) : 1
1 4 2 3 1, 129 (1) : 1
1 4 2 3 2, 130 (1) : 1
1 4 2 3 3, 131 (1) : 1
1 4 2 3 4, 132 (1) : 1
1 4 3 1 1, 133 (1) : 1
1 4 3 1 2, 134 (1) : 1
1 4 3 1 3, 135 (1) : 1
1 4 3 1 4, 136 (1) : 1
1 4 3 2 1, 137 (1) : 1
1 4 3 2 2, 138 (1) : 1
1 4 3 2 3, 139 (1) : 1
1 4 3 2 4, 140 (1) : 1
1 4 3 3 1, 141 (1) : 1
1 4 3 3 2, 142 (1) : 1
1 4 3 3 3, 143 (1) : 1
1 4 3 3 4, 144 (1) : 1
2 1 1 1 1, 145 (1) : 1
2 1 1 1 2, 146 (1) : 1
2 1 1 1 3, 147 (1) : 1
2 1 1 1 4, 148 (1) : 1
2 1 1 2 1, 149 (1) : 1
2 1 1 2 2, 150 (1) : 1
2 1 1 2 3, 151 (1) : 1
2 1 1 2 4, 152 (1) : 1
2 1 1 3 1, 153 (1) : 1
2 1 1 3 2, 154 (1) : 1
2 1 1 3 3, 155 (1) : 1
2 1 1 3 4, 156 (1) : 1
2 1 2 1 1, 157 (1) : 1
2 1 2 1 2, 158 (1) : 1
2 1 2 1 3, 159 (1) : 1
2 1 2 1 4, 160 (1) : 1
2 1 2 2 1, 161 (1) : 1
2 1 2 2 2, 162 (1) : 1
2 1 2 2 3, 163 (1) : 1
2 1 2 2 4, 164 (1) : 1
2 1 2 3 1, 165 (1) : 1
2 1 2 3 2, 166 (1) : 1
2 1 2 3 3, 167 (1) : 1
```

```
2 1 2 3 4, 168 (1) : 1
2 1 3 1 1, 169 (1) : 1
2 1 3 1 2, 170 (1) : 1
2 1 3 1 3, 171 (1) : 1
2 1 3 1 4, 172 (1) : 1
2 1 3 2 1, 173 (1) : 1
2 1 3 2 2, 174 (1) : 1
2 1 3 2 3, 175 (1) : 1
2 1 3 2 4, 176 (1) : 1
2 1 3 3 1, 177 (1) : 1
2 1 3 3 2, 178 (1) : 1
2 1 3 3 3, 179 (1) : 1
2 1 3 3 4, 180 (1) : 1
2 2 1 1 1, 181 (1) : 1
2 2 1 1 2, 182 (1) : 1
2 2 1 1 3, 183 (1) : 1
2 2 1 1 4, 184 (1) : 1
2 2 1 2 1, 185 (1) : 1
2 2 1 2 2, 186 (1) : 1
2 2 1 2 3, 187 (1) : 1
2 2 1 2 4, 188 (1) : 1
2 2 1 3 1, 189 (1) : 1
2 2 1 3 2, 190 (1) : 1
2 2 1 3 3, 191 (1) : 1
2 2 1 3 4, 192 (1) : 1
2 2 2 1 1, 193 (1) : 1
2 2 2 1 2, 194 (1) : 1
2 2 2 1 3, 195 (1) : 1
2 2 2 1 4, 196 (1) : 1
2 2 2 2 1, 197 (1) : 1
2 2 2 2 2, 198 (1) : 1
2 2 2 2 3, 199 (1) : 1
2 2 2 2 4, 200 (1) : 1
2 2 2 3 1, 201 (1) : 1
2 2 2 3 2, 202 (1) : 1
2 2 2 3 3, 203 (1) : 1
2 2 2 3 4, 204 (1) : 1
2 2 3 1 1, 205 (1) : 1
2 2 3 1 2, 206 (1) : 1
2 2 3 1 3, 207 (1) : 1
2 2 3 1 4, 208 (1) : 1
2 2 3 2 1, 209 (1) : 1
2 2 3 2 2, 210 (1) : 1
2 2 3 2 3, 211 (1) : 1
2 2 3 2 4, 212 (1) : 1
2 2 3 3 1, 213 (1) : 1
2 2 3 3 2, 214 (1) : 1
2 2 3 3 3, 215 (1) : 1
2 2 3 3 4, 216 (1) : 1
2 3 1 1 1, 217 (1) : 1
2 3 1 1 2, 218 (1) : 1
2 3 1 1 3, 219 (1) : 1
2 3 1 1 4, 220 (1) : 1
2 3 1 2 1, 221 (1) : 1
2 3 1 2 2, 222 (1) : 1
2 3 1 2 3, 223 (1) : 1
2 3 1 2 4, 224 (1) : 1
2 3 1 3 1, 225 (1) : 1
2 3 1 3 2, 226 (1) : 1
2 3 1 3 3, 227 (1) : 1
2 3 1 3 4, 228 (1) : 1
```

```
2 3 2 1 1, 229 (1) : 1
2 3 2 1 2, 230 (1) : 1
2 3 2 1 3, 231 (1) : 1
2 3 2 1 4, 232 (1) : 1
2 3 2 2 1, 233 (1) : 1
2 3 2 2 2, 234 (1) : 1
2 3 2 2 3, 235 (1) : 1
2 3 2 2 4, 236 (1) : 1
2 3 2 3 1, 237 (1) : 1
2 3 2 3 2, 238 (1) : 1
2 3 2 3 3, 239 (1) : 1
2 3 2 3 4, 240 (1) : 1
2 3 3 1 1, 241 (1) : 1
2 3 3 1 2, 242 (1) : 1
2 3 3 1 3, 243 (1) : 1
2 3 3 1 4, 244 (1) : 1
2 3 3 2 1, 245 (1) : 1
2 3 3 2 2, 246 (1) : 1
2 3 3 2 3, 247 (1) : 1
2 3 3 2 4, 248 (1) : 1
2 3 3 3 1, 249 (1) : 1
2 3 3 3 2, 250 (1) : 1
2 3 3 3 3, 251 (1) : 1
2 3 3 3 4, 252 (1) : 1
2 4 1 1 1, 253 (1) : 1
2 4 1 1 2, 254 (1) : 1
2 4 1 1 3, 255 (1) : 1
2 4 1 1 4, 256 (1) : 1
2 4 1 2 1, 257 (1) : 1
2 4 1 2 2, 258 (1) : 1
2 4 1 2 3, 259 (1) : 1
2 4 1 2 4, 260 (1) : 1
2 4 1 3 1, 261 (1) : 1
2 4 1 3 2, 262 (1) : 1
2 4 1 3 3, 263 (1) : 1
2 4 1 3 4, 264 (1) : 1
2 4 2 1 1, 265 (1) : 1
2 4 2 1 2, 266 (1) : 1
2 4 2 1 3, 267 (1) : 1
2 4 2 1 4, 268 (1) : 1
2 4 2 2 1, 269 (1) : 1
2 4 2 2 2, 270 (1) : 1
2 4 2 2 3, 271 (1) : 1
2 4 2 2 4, 272 (1) : 1
2 4 2 3 1, 273 (1) : 1
2 4 2 3 2, 274 (1) : 1
2 4 2 3 3, 275 (1) : 1
2 4 2 3 4, 276 (1) : 1
2 4 3 1 1, 277 (1) : 1
2 4 3 1 2, 278 (1) : 1
2 4 3 1 3, 279 (1) : 1
2 4 3 1 4, 280 (1) : 1
2 4 3 2 1, 281 (1) : 1
2 4 3 2 2, 282 (1) : 1
2 4 3 2 3, 283 (1) : 1
2 4 3 2 4, 284 (1) : 1
2 4 3 3 1, 285 (1) : 1
2 4 3 3 2, 286 (1) : 1
2 4 3 3 3, 287 (1) : 1
2 4 3 3 4, 288 (1) : 1
3 1 1 1 1, 289 (1) : 1
```

```
3 1 1 1 2, 290 (1) : 1
3 1 1 1 3, 291 (1) : 1
3 1 1 1 4, 292 (1) : 1
3 1 1 2 1, 293 (1) : 1
3 1 1 2 2, 294 (1) : 1
3 1 1 2 3, 295 (1) : 1
3 1 1 2 4, 296 (1) : 1
3 1 1 3 1, 297 (1) : 1
3 1 1 3 2, 298 (1) : 1
3 1 1 3 3, 299 (1) : 1
3 1 1 3 4, 300 (1) : 1
3 1 2 1 1, 301 (1) : 1
3 1 2 1 2, 302 (1) : 1
3 1 2 1 3, 303 (1) : 1
3 1 2 1 4, 304 (1) : 1
3 1 2 2 1, 305 (1) : 1
3 1 2 2 2, 306 (1) : 1
3 1 2 2 3, 307 (1) : 1
3 1 2 2 4, 308 (1) : 1
3 1 2 3 1, 309 (1) : 1
3 1 2 3 2, 310 (1) : 1
3 1 2 3 3, 311 (1) : 1
3 1 2 3 4, 312 (1) : 1
3 1 3 1 1, 313 (1) : 1
3 1 3 1 2, 314 (1) : 1
3 1 3 1 3, 315 (1) : 1
3 1 3 1 4, 316 (1) : 1
3 1 3 2 1, 317 (1) : 1
3 1 3 2 2, 318 (1) : 1
3 1 3 2 3, 319 (1) : 1
3 1 3 2 4, 320 (1) : 1
3 1 3 3 1, 321 (1) : 1
3 1 3 3 2, 322 (1) : 1
3 1 3 3 3, 323 (1) : 1
3 1 3 3 4, 324 (1) : 1
3 2 1 1 1, 325 (1) : 1
3 2 1 1 2, 326 (1) : 1
3 2 1 1 3, 327 (1) : 1
3 2 1 1 4, 328 (1) : 1
3 2 1 2 1, 329 (1) : 1
3 2 1 2 2, 330 (1) : 1
3 2 1 2 3, 331 (1) : 1
3 2 1 2 4, 332 (1) : 1
3 2 1 3 1, 333 (1) : 1
3 2 1 3 2, 334 (1) : 1
3 2 1 3 3, 335 (1) : 1
3 2 1 3 4, 336 (1) : 1
3 2 2 1 1, 337 (1) : 1
3 2 2 1 2, 338 (1) : 1
3 2 2 1 3, 339 (1) : 1
3 2 2 1 4, 340 (1) : 1
3 2 2 2 1, 341 (1) : 1
3 2 2 2 2, 342 (1) : 1
3 2 2 2 3, 343 (1) : 1
3 2 2 2 4, 344 (1) : 1
3 2 2 3 1, 345 (1) : 1
3 2 2 3 2, 346 (1) : 1
3 2 2 3 3, 347 (1) : 1
3 2 2 3 4, 348 (1) : 1
3 2 3 1 1, 349 (1) : 1
3 2 3 1 2, 350 (1) : 1
```

```
3 2 3 1 3, 351 (1) : 1
3 2 3 1 4, 352 (1) : 1
3 2 3 2 1, 353 (1) : 1
3 2 3 2 2, 354 (1) : 1
3 2 3 2 3, 355 (1) : 1
3 2 3 2 4, 356 (1) : 1
3 2 3 3 1, 357 (1) : 1
3 2 3 3 2, 358 (1) : 1
3 2 3 3 3, 359 (1) : 1
3 2 3 3 4, 360 (1) : 1
3 3 1 1 1, 361 (1) : 1
3 3 1 1 2, 362 (1) : 1
3 3 1 1 3, 363 (1) : 1
3 3 1 1 4, 364 (1) : 1
3 3 1 2 1, 365 (1) : 1
3 3 1 2 2, 366 (1) : 1
3 3 1 2 3, 367 (1) : 1
3 3 1 2 4, 368 (1) : 1
3 3 1 3 1, 369 (1) : 1
3 3 1 3 2, 370 (1) : 1
3 3 1 3 3, 371 (1) : 1
3 3 1 3 4, 372 (1) : 1
3 3 2 1 1, 373 (1) : 1
3 3 2 1 2, 374 (1) : 1
3 3 2 1 3, 375 (1) : 1
3 3 2 1 4, 376 (1) : 1
3 3 2 2 1, 377 (1) : 1
3 3 2 2 2, 378 (1) : 1
3 3 2 2 3, 379 (1) : 1
3 3 2 2 4, 380 (1) : 1
3 3 2 3 1, 381 (1) : 1
3 3 2 3 2, 382 (1) : 1
3 3 2 3 3, 383 (1) : 1
3 3 2 3 4, 384 (1) : 1
3 3 3 1 1, 385 (1) : 1
3 3 3 1 2, 386 (1) : 1
3 3 3 1 3, 387 (1) : 1
3 3 3 1 4, 388 (1) : 1
3 3 3 2 1, 389 (1) : 1
3 3 3 2 2, 390 (1) : 1
3 3 3 2 3, 391 (1) : 1
3 3 3 2 4, 392 (1) : 1
3 3 3 3 1, 393 (1) : 1
3 3 3 3 2, 394 (1) : 1
3 3 3 3 3, 395 (1) : 1
3 3 3 3 4, 396 (1) : 1
3 4 1 1 1, 397 (1) : 1
3 4 1 1 2, 398 (1) : 1
3 4 1 1 3, 399 (1) : 1
3 4 1 1 4, 400 (1) : 1
3 4 1 2 1, 401 (1) : 1
3 4 1 2 2, 402 (1) : 1
3 4 1 2 3, 403 (1) : 1
3 4 1 2 4, 404 (1) : 1
3 4 1 3 1, 405 (1) : 1
3 4 1 3 2, 406 (1) : 1
3 4 1 3 3, 407 (1) : 1
3 4 1 3 4, 408 (1) : 1
3 4 2 1 1, 409 (1) : 1
3 4 2 1 2, 410 (1) : 1
3 4 2 1 3, 411 (1) : 1
```

```
3 4 2 1 4, 412 (1) : 1
3 4 2 2 1, 413 (1) : 1
3 4 2 2 2, 414 (1) : 1
3 4 2 2 3, 415 (1) : 1
3 4 2 2 4, 416 (1) : 1
3 4 2 3 1, 417 (1) : 1
3 4 2 3 2, 418 (1) : 1
3 4 2 3 3, 419 (1) : 1
3 4 2 3 4, 420 (1) : 1
3 4 3 1 1, 421 (1) : 1
3 4 3 1 2, 422 (1) : 1
3 4 3 1 3, 423 (1) : 1
3 4 3 1 4, 424 (1) : 1
3 4 3 2 1, 425 (1) : 1
3 4 3 2 2, 426 (1) : 1
3 4 3 2 3, 427 (1) : 1
3 4 3 2 4, 428 (1) : 1
3 4 3 3 1, 429 (1) : 1
3 4 3 3 2, 430 (1) : 1
3 4 3 3 3, 431 (1) : 1
3 4 3 3 4, 432 (1) : 1
```

EK-6. SVM için MATLAB kodları

```
model=svmtrain(ec,eg,'-c 1 -g 9')

[predict_labele,accuracye,dec_valuese]=svmpredict(ec,eg,model);
[predict_labelt,accuracyt,dec_valuest]=svmpredict(tc,tg,model);
```

EK-7. YSA için MATLAB kodları

```
egP=veri1(1:311,1:5);
egT=veri1(1:311,6);
egP=egP';
egT=egT';
gnet = newff([0 1; 0 1;0 1; 0 1; 0 1],[5 5 1],{'tansig' 'tansig'
'purelin'},'traingd');
gnet.trainParam.epochs = 10000;
gnet.trainParam.goal = 0.001;
gnet = train(gnet,egP,egT);
E1=sim(gnet,egP);
Eguc=egT';

tgP=veri1(312:346,1:5);
tgT=veri1(312:346,6);
tgP=tgP';
tgT=tgT';
Y2 = sim(gnet,tgP);
Tguc=Y2';
Y=Tguc-tgT';
```

EK-8. SV ve OSS verilerinin SVM ile sınıflandırılması için örnek MATLAB Programı kodları

```
data = [meas(:,2), meas(:,4)];
>> groups = ismember(species,'sağlam');
>> [train, test] = crossvalind('holdOut',groups);
cp = classperf(groups);
>> svmStruct = svmtrain(data(train,:),groups(train),'showplot',true);
>> title(sprintf('Kernel Function: %s',...
            func2str(svmStruct.KernelFunction)),...
            'interpreter','none');
>> classes = svmclassify(svmStruct,data(test,:),'showplot',true);
>> classperf(cp,classes,test);
cp.CorrectRate
>> figure
svmStruct = svmtrain(data(train,:),groups(train),...
                'showplot',true,'boxconstraint',1e6);
>> classes = svmclassify(svmStruct,data(test,:),'showplot',true);
>> classperf(cp,classes,test);
cp.CorrectRate
```

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Nazire MEMMEDOVA
Uyruğu	**:**	Azeri
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Bakü/Azerbaycan 25.10.1978
Telefon	**:**	05556914914
Faks	**:**	
e-mail	**:**	naziramamedova@yahoo.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	BMLK, 43 Nolu Lise, Bakü/Azerbaycan	1995
Üniversite	:	Bakü Devlet Üniversitesi, Bakü/Azerbaycan	2000
Yüksek Lisans	:	Bakü Devlet Üniversitesi, Bakü/Azerbaycan	2002
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu/Konya	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
Eylül 2012 -	Hadim Meslek Yüksekokulu	Öğretim Görevlisi (Sözleşmeli) Ders: Matematik, Mesleki Matematik
Şubat 2006 Şubat 2009	Beyşehir Meslek Yüksekokulu	Öğretim Görevlisi (Sözleşmeli) Ders: Rusça
24 Mayıs 2004 - Eylül 2005	Azerbaycan Eğitim Bakanlığı Dünya Bankası finansmanlı Eğitim Sektörü Geliştirme Projesi - CREDIT 3769AZ	PKB Proje Koordinasyon Birimi Ofis yöneticisi/BT yöneticisi
Eylül 2002 - Eylül 2005	Bakü Bilgisayar Koleji	Öğretim Görevlisi (Sözleşmeli) Dersler: Matematik Modelleme, Bilgisayar Çevre Birimleri, Tıbbi Verinin İşlenmesinde Matematik Metotları
Şubat 11 2002 - 24 Mayıs 2004	Azerbaycan Eğitim Bakanlığı Ortaoğretim-Teknik Eğitim ve Yükseköğretim Departmanı	Baş danışman

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

Dil	**Konuşma**	**Yazma**	**Okuma**	**Dinleme**	**Belgeler**
İngilizce	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	ÜDS: 71.250
Rusça	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	KPDS: 85
Turkçe	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	
Azerice	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	

BİLGİSAYAR KULLANIMI

İşletim Sistemleri
MS-DOS, MS Windows

Programlama Dilleri
Basic, Pascal, Delphi, HTML, DHTML, MATLAB

Kullanıcı Olarak Beceriler
Office XP programları, Office 2003 programları, MINITAB, SPSS, STATISTICA, MSTAT, SAS, Adobe Photoshop, CorelDraw, Adobe Image Ready ve her türlü yazılım kurulumu

KURSLAR

	Matlab ile Görüntü İşleme	
23-24 Aralık 2010	FIGES, Computer Simulation In Physics and Geometry A.S.	SERTİFİKA
	Matlab'in temelleri	
8-9 Haziran 2010	FIGES, Computer Simulation In Physics and Geometry A.S.	SERTİFİKA
	Windows 2000 Administration, DNS, DHCP	
15 Haziran 2004 17Ağustos 2004	Bakü Bilimsel Eğitim Merkezi Azerbaycan Bilişim Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Merkezi	SERTİFİKA

YAYINLAR

Memmedova N., Keskin İ., 2012, Hayvancılıkta Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı. I. Uluslar arası Iğdır Sempozyumu, 19-22 Nisan, Iğdır.

Memmedova N., Keskin İ., 2011, Bulanık Mantık Modeli ile Hareketlilik Ölçüsünden Yararlanılarak Kızgınlığın Tespiti, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17 (6): 1003–1008.

Memmedova N., Keskin İ., Zülkadir, U., 2011, Süt Sığırlarında Bulanık Mantık Yöntemi ile Örnek Ayıklama Modelinin Oluşturulması. *7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 14-16 Eylül, Adana.

Keskin İ., Mammadova N., İlhan F., Dağ B., Mikailsoy F., 2010, Comparison of eleven Mathematical Models for describing the first Lactation Curve of Holstein Cattle in Turkey, Second International Symposium on Sustainable Development, 8-9 June, Sarajevo.

Mammadova N., Keskin İ., Mikailsoy F., 2009, Prediction of the Milk Yield in Brown Swiss Cows using a Fuzzy Logic. IWW2009 Proceeding of the IVth International Workshop on Applications of Wavelets to Real World Problems, 5-7 June, Kocaeli.

Memmedova N., Keskin İ., 2008, Hayvancılıkta Bulanık Mantık Uygulamaları. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23 (47): 89–95.

Mammadova N., 2002, О полноте системы собственных и присоединенных элементов одного случайного оператора. Riyaziyyatın Tətbiqi Problemləri Elmi Konfransının materialları. Bakı. BDU nəşriyyatı.