



**SÜT SIĞIRLARININ BİREYSEL SU TÜKETİMLERİNİN  
OTOMATİK ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN  
YENİ BİR SULUK  
OTOMASYON SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**MURAT ERTUĞRUL**

**DOKTORA TEZİ**

**MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Prof. Dr. Sefa TARHAN**

**Dr. Öğr. Üyesi Kenan ZENGİN (2. Danışman)**

**Haziran - 2018**

**Her hakkı saklıdır**

**T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**SÜT SIĞIRLARININ BİREYSEL SU TÜKETİMLERİNİN  
OTOMATİK ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN  
YENİ BİR SULUK  
OTOMASYON SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Murat ERTUĞRUL**

**TOKAT  
Haziran - 2018**

Her hakkı saklıdır



**Bu tez çalışması;**

**TÜBİTAK tarafından “TOVAG 1160332” No.lu proje ile desteklenmiştir.**

**Murat ERTUĞRUL** tarafından hazırlanan “Süt Sığırlarının Bireysel Su Tüketimlerinin Otomatik Ölçümü ve Değerlendirilmesi İçin Yeni Bir Suluk Otomasyon Sisteminin Geliştirilmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 26 Haziran 2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Sefa TARHAN  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Alper TANER  
Öndokuz Mayıs Üniversitesi

Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Musa YAVUZ  
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Levent GÖKREM  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Metin ÖZGÜVEN  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....

ONAY  
  
Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

---/---/20---

## TEZ BEYANI

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

  
Murat ERTUĞRUL

26 Haziran 2018

## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

# SÜT SIĞIRLARININ BİREYSEL SU TÜKETİMLERİNİN OTOMATİK ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN YENİ BİR SULUK OTOMASYON SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

MURAT ERTUĞRUL

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Sefa TARHAN)  
(2. DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Kenan ZENGİN)

Vücut ağırlıklarının ve süt içeriklerinin önemli bir kısmını oluşturan su, süt sığırları için temel bir besin maddesidir. Süt üretimindeki maksimum verimi ve hayvanların konforunu korumak için süt sığırlarının yeterli miktarlarda günlük su içtiklerinden emin olunmalıdır. Günümüzde süt sığırları işletmelerinde hayvanlar su yalaklarından birlikte sularını içtikleri için bireysel su tüketimlerine yönelik herhangi bir veri toplanmamaktadır. Bu doktora tez çalışmasının amacı; süt sığırlarının bireysel olarak günlük su tüketim miktarını, günlük suluk başında geçirilen süreyi ve günlük suluklara yapılan ziyaret sayısını belirlemekte kullanılacak bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemini geliştirmek ve süt sığırları işletme koşullarında performansını belirlemektir. Geliştirilen bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi, su içmek için gelen süt sığırının RFID küpesinden okuduğu hayvanın kimlik numarasını ve akış ölçer yardımıyla ölçtüğü içilen su miktarını RF verici/alıcı modül aracılığıyla kablosuz olarak tablet bilgisayara göndermektedir. Ön denemelerde karşılaşılan eksikleri giderildikten sonra bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminden üç adet imal edilmiş ve normal denemelere yaklaşık yedi ay devam edilmiştir. Tespit edilen mastitisli süt sığırları deneme alanına konulmuş ve iyileştikten üç gün sonra alınmıştır. Denemeler süresince 154 mastitisli süt sığırından veri toplanmıştır. Deneme alanında kaldığı sürece süt sığırlarının günlük su tüketimleri ölçülmüş ve elektronik ortamda kayıt edilmiştir. Toplanan verilerden süt sığırlarının bireysel günlük su tüketimleri, günlük suluk başında geçirdikleri toplam süre ve günlük suluk ziyaretleri (su içme sıklıkları) hesaplanmıştır. Süt sığırlarının bireysel su tüketimleri 23.83 l ile 168.32 l arasında değişirken suluk ziyaret sayıları 3 ile 22 ziyaret/gün aralığında değişmiştir. Günlük suluk başında geçirilen süre ise 12.51 ile 34.43 dakika aralığında olmuştur. Süt sığırlarının mastitisli oldukları durumlarda suluklara yaptıkları ziyaret sayılarında belirgin bir değişim olmazken günlük su tüketimlerinde kısmen azalma eğilimi gerçekleşmiştir. Deneysel veriler arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılan Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) modelinin doğruluk yüzdesi %79.43 olmuştur.

2018, 103 Sayfa

**ANAHTAR KELİMELER:** Hassas Hayvansal Üretim, Otomatik Ölçüm Sistemi, Su Tüketimi, Yapay Sinir Ağları, RFID, Mastitis

## **ABSTRACT**

### **DOCTORATE THESIS**

#### **DEVELOPMENT OF A NEW WATERER AUTOMATION SYSTEM TO MEASURE AND EVALUATE THE INDIVIDUAL WATER CONSUMPTIONS OF DAIRY COW**

**MURAT ERTUĞRUL**

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF MECHATRONICS ENGINEERING**

**SUPERVISOR: Prof. Dr. Sefa TARHAN  
Assist. Prof. Dr. Kenan ZENGİN (2. SUPERVISOR)**

Water, which forms a significant portion of body weights and milk contents, is a basic nutrient for dairy cow. In order to maintain maximum milk yield and animal comfort, it must be ensured that dairy each cow drinks enough water daily. At present, no data are not collected about dairy cows' daily individual water intake since dairy cows drink waters troughs altogether at the same time in dairy farms. The purposes of this doctoral thesis study were to develop an individual water intake automatic measurement system which would be used to determine the daily amount of individual water intakes of dairy cows, the time spent at the water troughs and the daily number of visits to waterers and determine its performance in a dairy farm's conditions. The developed individual water intake automatic measurement system sends wirelessly to a tablet computer via a RF transmitter / receiver module the ID number of the dairy cow coming for drinking water and its water intake measured by flow meter. After resolving the deficiencies met at the preliminary tests, three individual water intake automatic measuring systems were manufactured and the normal trial was continued for about seven months. The dairy cows which were diagnosed with mastitis were put on the trial area and taken out after three days following healing. Data were collected from 154 dairy cows with mastitis during the normal trial. Daily water intakes of dairy cows were measured and recorded electronically during their stays at the trial area. The individual daily water intakes, the daily total time spent at waterers and daily visits to waterers (water drinking frequency) of dairy cows were calculated from the collected experimental data. The individual water intakes of dairy cows varied between 23.83 l and 168.32 l, whereas their daily number of visits to waterers varied between 3 and 22 visits/day. The daily total time spent at waterers was between 12.51 and 34.43 minutes. In cases that dairy cows had mastitis, a partial decline trend in their daily water intakes occurred but there was no significant change in the numbers of visits to waterers. The multi linear perception (MLP) which was used to describe the relationship between experimental data had the accuracy of 79.43%.

2018, 103 Page

**KEYWORDS: Precision Livestock Farming, Automatic Measuring System, Water Intake, Artificial Neural Networks, RFID, Mastitis**

## ÖNSÖZ

Değerli görüşleriyle, yüksek lisans ve doktora çalışmamın ilk gününden bu yana maddi ve manevi desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Sefa TARHAN'a ve bilgi ve tecrübesiyle doktora tez çalışmama katkı sağlayan 2. danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kenan ZENGİN'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez izleme komitesi ve tez savunması jürimde görev alan Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Metin ÖZGÜVEN'e, Dr. Öğr. Üyesi Levent GÖKREM'e ve tez savunması jürimde görev alan Doç. Dr. Alper TANER'e, Dr. Öğr. Üyesi Musa YAVUZ'a, tezime olan katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Doktora tez çalışması kapsamında yapılan çiftlik denemelerin yürütülmesinde yardımını ve desteğini esirgemeyen Makine Mühendisi Halit ALYEŞİL'e ve Veteriner Hekim Mustafa POLAT'a ve diğer çiftlik çalışanlarına yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu süreçte her daim maddi ve manevi yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

**Murat ERTUĞRUL**

**26 Haziran 2018**



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	vi
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	viii
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	x
<b>1. GİRİŞ</b> .....	11
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b> .....	14
<b>2.1. Hassas Hayvansal Üretim Teknolojileri</b> .....	14
<b>2.2. Süt Sığırlarının Su İhtiyacı</b> .....	16
<b>2.3. Süt Sığırlarında Görülen Hastalıkların Su Tüketimine Etkisi</b> .....	21
<b>2.4. Elektronik Kimliklendirme</b> .....	25
<b>2.5. Veri Madenciliği</b> .....	26
2.5.1. Yapay sinir ağları.....	29
<b>2.6. WEKA Veri Madenciliği Yazılımı İle Sınıflandırma</b> .....	32
2.6.1. Modeli kurma .....	33
2.6.2. Sınıflandırma algoritmasının doğruluğunu test etme yöntemi .....	34
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	36
<b>3.1. Bireysel Su Tüketimi Otomatik Ölçüm Sisteminin Tasarım Ön Koşulları</b> .....	37
<b>3.2. Bireysel Su Tüketimi Otomatik Ölçüm Sisteminin İmalatı</b> .....	38
3.2.1. Mekanik ünite.....	38
3.2.2. Elektronik ünite .....	50
3.2.3. Bilgisayar/yazılım ünitesi .....	61
<b>3.3. Akış Ölçerlerin Kalibrasyonu</b> .....	64
<b>3.4. Süt Sığırlarının Su Tüketim Verilerinin Toplanması Denemeleri</b> .....	65
<b>3.5. Süt Sığırlarına Ait Bilgiler</b> .....	67
<b>3.6. İklim Verileri</b> .....	68
<b>3.7. WEKA Programı İçin Verilerin Hazırlanması</b> .....	68

3.7.1. Veri setinin WEKA ortamına aktarılması.....	69
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>71</b>
<b>4.1. Bireysel Su Tüketimi Otomatik Ölçüm Sistemi.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2. Süt Sığırlarına Ait Verilerin Değerlendirilmesi.....</b>	<b>80</b>
<b>4.3. İklim Koşulları.....</b>	<b>84</b>
<b>4.4. Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) Veri Modellemesi .....</b>	<b>86</b>
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>88</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>90</b>
<b>7. EKLER .....</b>	<b>95</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>103</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
Ah	Amper saat
baud	Saniyede alınan veya gönderilen karakter sayısı
bayt	8 bitlik veri
bit	En küçük bilgi birimi
bps	Saniyede alınan veya gönderilen bit sayısı
cm	Santimetre, uzunluk birimi
kBayt	Kilo Bayt
kVA	Kilovolt Amper
m	Metre
mm	Milimetre
s	Saniye
MHz	Megahertz
V	Volt
$\Omega$	Ohm
W	Watt
$F_k$	Giriş katmanındaki k. nöronun çıkış
Gk	Giriş katmanına dış dünyadan gelen bilgi
Net	j. prosesin net girdisi
Fi	j. nörona bilgi gönderen nöronların çıkış bilgisi
w	Ağırlık
$E_m$	Hata

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
EEPROM	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory
CISC	Complex Instruction Set Computer
CPU	Central Processing Unit
COM	Component Object Model
ÇKA	Çok Katmanlı Algılayıcı
LCD	Liquid Crystal Display
MLP	Multi Linear Perception
PV	Photovoltaics
PIC	Peripheral Interface Controller
RF	Radio Frequency
RFID	Radio Frequency Identification
YSA	Yapay Sinir Ağları
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UPS	Uninterruptible Power Supply
TTL	Transistor-Transistor Logic
WEKA	Waikato Environment for Knowledge Analysis
TP	Doğru Pozitif Sayısı
FP	Yanlış Pozitif Sayısı
FN	Yanlış Negatif Sayısı
TN	Doğru Negatif Sayısı

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Yıllara göre süt sığırı sayısı ve süt üretim miktarı .....	11
Şekil 2.1. Bir süt sığırında izlenen alanlar .....	15
Şekil 2.2. Süt sığırlarında erken hastalık tespitinin faydaları .....	16
Şekil 2.3. Laktasyon dönemde süt verimi, yem tüketimi ve su tüketimi değişim miktarları .....	17
Şekil 2.4. Laktasyon eğrisi.....	18
Şekil 2.5. Veri madenciliği ve disiplinler .....	28
Şekil 2.6. YSA'nın yapısı .....	30
Şekil 2.7. WEKA explorer penceresi .....	33
Şekil 2.8. WEKA sınıflama paneli .....	34
Şekil 3.1. Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi .....	36
Şekil 3.2. İlk prototipe ait mekanik ünite .....	38
Şekil 3.3. İlk prototipin teknik resmi ve ölçüleri .....	39
Şekil 3.4. Elektronik ünite/akü koruma kutusu.....	40
Şekil 3.5. Sağ bariyer kutusu ve RFID anteni.....	41
Şekil 3.6. Valfli suluğun ana çatıya bağlantısı.....	42
Şekil 3.7. İki süt sığırının aynı anda su tüketmesi .....	42
Şekil 3.8. Valfli suluk .....	43
Şekil 3.9. Pislik tutucu filtre ve akış ölçer bağlantısı .....	43
Şekil 3.10. Son prototipin mekanik ünitesinin teknik resmi ve boyutları .....	45
Şekil 3.11. Tek toplu donmaz suluk .....	46
Şekil 3.12. Donmaz suluk (a. Genel görünüş b. Donmaz suluk içi) .....	47
Şekil 3.13. Dilli suluk.....	48
Şekil 3.14. Otomatik ölçüm sistemi .....	48
Şekil 3.15. Tespit kolu.....	49
Şekil 3.16. RFID anteni ve suluğun konumlandırılması .....	49
Şekil 3.17. RFID-akış ölçer devresi proteus simülasyonu.....	51
Şekil 3.18. Breadboard üzerine RFID-akış ölçer devresi kurulumu .....	52
Şekil 3.19. ARES programında çizilen devre kartının görünümü .....	52
Şekil 3.20. 2x16 LCD.....	53
Şekil 3.21. RFID anteni .....	54
Şekil 3.22. RS 485 uart seri dönüştürücü .....	54
Şekil 3.23. RFID kulak küpesi.....	55
Şekil 3.24. Akış ölçer .....	55
Şekil 3.25. APC220 model RF verici/alıcı modül .....	56
Şekil 3.26. Hoperf RF verici/alıcı modül .....	56
Şekil 3.27. PV panel.....	57
Şekil 3.28. Güç besleme devresi .....	58
Şekil 3.29. PIC 18F4685 mikrodenetleyici tabanlı RFID-akış ölçer devre kartı ve koruma kutusu.....	58
Şekil 3.30. PIC 18F4685 temelli RFID-akış ölçer devresinin akış diyagramı .....	60
Şekil 3.31. Tablet bilgisayar ve RF alıcı modül.....	61
Şekil 3.32. Arayüz programı.....	62

Şekil 3.33. Veri satırları.....	63
Şekil 3.34. RFID küpesi olmayan süt sığırlarının su tüketimi.....	64
Şekil 3.35. Doğru su tüketim verileri .....	64
Şekil 3.36. Akış ölçer kalibrasyon eğrisi .....	65
Şekil 3.37. Montajı yapılan üç adet bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin genel görünüşü.....	66
Şekil 3.38. İklim istasyonu .....	68
Şekil 3.39. CSV formatına dönüştürülmüş veriler .....	69
Şekil 3.40. CSV dosyasının explorer ortamına yüklenmiş hali .....	69
Şekil 3.41. Classify kullanıcı arayüz .....	70
Şekil 4.1. Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi son prototipi (1. Elektronik ünite koruma kutusu, 2. RFID anten, 3. RF anten ve besleme panosu, 4.bariyerler ve ayaklar 5. Dilli suluk) .....	72
Şekil 4.2. Süt sığırlarının günlük su tüketimi ziyaret sayıları arasındaki farklar.....	83
Şekil 4.3. Süt sığırlarının günlük su tüketimleri arasındaki farklar .....	84
Şekil 4.4. Sınıflar arası su tüketimi dağılımı .....	86

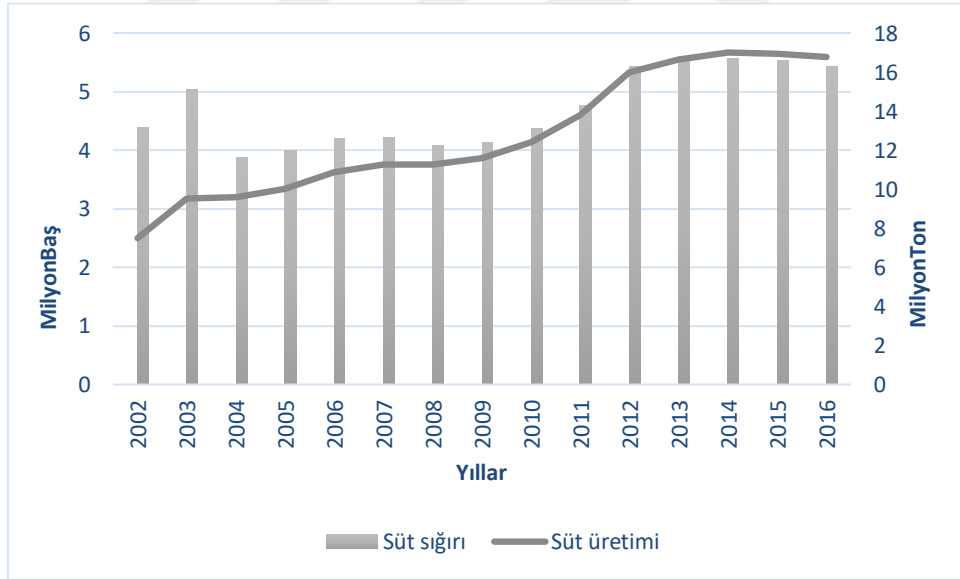
## ÇİZELGE LİSTESİ

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 2.1. Sağlıklı ve hasta süt sığırlarının analiz ortalamaları.....	22
Çizelge 2.2. Hastalığın ilk belirtilerinden uyarı vermesine kadar geçen gün sayısı .....	23
Çizelge 2.3. Veri madenciliğinin tarihsel süreci .....	27
Çizelge 2.4. Karışıklık matrisi .....	35
Çizelge 3.2. LCD pinlerinin görevi.....	53
Çizelge 3.3. Mikrodenetleyici portuna bağlanan LCD pinleri.....	53
Çizelge 3.4. APC220 model RF verici/alıcı modülün teknik özellikleri.....	56
Çizelge 3.5. Hoperf RF verici/alıcı modülünün teknik özellikleri.....	56
Çizelge 3.6. Günlük su tüketim miktarlarının karşılaştırılması .....	67
Çizelge 4.1. Otomatik ölçüm sistemi kontrol formu .....	73
Çizelge 4.2. Süt sığırlarına ait su tüketim bilgileri.....	75
Çizelge 4.3. Mastitisli süt sığırlarının laktasyon sürelerine göre dağılımı .....	80
Çizelge 4.4. Mastitisli süt sığırlarının yaş dağılımı.....	80
Çizelge 4.5. Mastitisli süt sığırlarının laktasyon sayılarının dağılımı.....	81
Çizelge 4.6. Farklı süt sığırlarına ait su tüketim verileri .....	82
Çizelge 4.7. Deneme aylarına ait minimum, maksimum ve ortalama çevre havası sıcaklığı ve bağıl nem değerleri.....	85
Çizelge 4.8. Deneme aylarına ait minimum, maksimum ve ortalama SNİ değerleri.....	85
Çizelge 4.9. ÇKA modeli karışıklık matrisi .....	87
Çizelge 4.10. ÇKA için detaylandırılmış doğruluk tablosu.....	87

## 1. GİRİŞ

Türkiye’de nüfusun artması ve sosyo-ekonomik refahın gelişmesi gıda ihtiyacına olan talebi artırmaktadır. Artan nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesi için gıda ihtiyaçlarının karşılamasında hayvansal ürünlerin önemli bir yeri vardır. İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi için günlük protein ihtiyacının %25-40’nı hayvansal ürünlerden (et, süt ve süt ürünleri vb.) karşılanması gerekmektedir (Sarıca ve ark., 2004). Süt ve süt ürünleri yeterli ve dengeli beslenmede önemli yer tutmaktadır. Ülkemizde üretilen toplam sütün %91.7’si süt sığırları sütü, %6’sı koyun sütü, %2’si keçi sütü ve %0.3’ü manda sütü oluşturmaktadır (Turan ve ark., 2017).

Ülkemizdeki yıllara göre süt sığırları sayısı ve toplam süt üretimi miktarı Şekil 1.1’de verilmiştir (Anonim, 2017).



Şekil 1.1. Yıllara göre süt sığırları sayısı ve süt üretim miktarı (Anonim, 2017)

Şekil 1.1’de Türkiye’deki süt sığırları sayısının ve süt üretiminin 2004-2013 yılları arasında arttığı 2013 yılından sonra ise süt sığırları sayısında ve süt üretiminde sınırlı bir azalış olduğu görülmektedir. 2016 yılı sonu itibariyle toplam süt sığırları sayısı bir önceki yıla göre %1.8 azalışla 5.431.714 baş süt üretimi ise 2016 yılında bir önceki yıla göre %0.8 oranında azalmış ve 16.786.263 ton olarak gerçekleşmiştir. Süt sığırları sayısının ve süt sığırları başına süt veriminin artırılması amacıyla ıslah çalışmaları ile verimi yüksek



hayvanlar elde edilmesi, kaliteli damızlık hayvan yetiştirilmesi, kaliteli karma yem üretimi ve yem maddeleri sağlanması, yem girdisinin maliyetlerinin azaltılması için alternatif yem maddeleri (mısır, soya küspesi vb.) üretilmesi, damızlık hayvan üretimi için kredi ve desteklerin verilmesi ve hayvansal üretimde bilgi teknolojilerini kullanarak (hassas hayvansal üretim teknolojileri) hayvansal üretimde insana bağlı hata ve yanlış uygulamaların azaltılması, kayıpların azaltılması ve yüksek üretimin sağlanması gerekmektedir (Sarıca ve ark., 2004; Nääs ve ark., 2006).

Hassas hayvansal üretim; çiftlikteki hayvanların sağlık ve refahlarının bilgi teknolojileri yardımıyla sürekli izlendiği, üretime ve hayvanların durumlarına yönelik gerçek zamanlı kararların alınmasına imkan veren otomasyon uygulamalarının kullanıldığı modern hayvancılık faaliyeti olarak tanımlanmaktadır. Elektronik kimlik tanımlama sistemleri, otomatik yemleme sistemleri, süt verimi ve kalitesi ölçüm sistemleri, aktivite ölçerler, bireysel su tüketimi ölçüm sistemleri, süt sağım robotları, otomatik tartım sistemleri ve sürü yazılımları modern hayvansal üretimde kullanılan teknoloji örnekleri olarak sıralanmaktadır (Tarhan ve ark., 2015; Gökçen, 2018).

Bilgisayar ve elektronik tabanlı olarak verilerin toplanması, iletilmesi, depolanması ve değerlendirilmesi yüksek üretim, doğru üreme ve erken sağlık teşhisi uygulamalarına imkan vermektedir. Hayvanların sağlık durumlarındaki değişimler, refahını etkilemektedir (Nääs ve ark., 2006). Hayvanların refahlarının sağlanması için sağlık durumlarının ve yaşam fonksiyonlarının sürekli izlenerek takip edilmesi gerekmektedir. Gelişen bilgi teknolojileri, üreticiden kaynaklanan hataların ve kayıpların azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Nääs ve ark., 2006; Uzmay ve ark., 2010). Günümüzde endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılan makinelerin internet ya da birbiriyle haberleşmesi ve kararlarını kendilerinin alması “Sanayi 4.0” olarak ifade edilmektedir (Yıldız, 2018). Hassas hayvansal üretimde ise “Hayvancılık 4.0” olarak ifade edilebilmektedir.

Çiftlik hayvanları için su hayati önem arz eden temel bir besin kaynağıdır. Hayvansal üretimde en yüksek verimin elde edilmesi, yeterli yem tüketiminin ve aynı zamanda yeterli su tüketiminin sağlanması ile mümkün olmaktadır (Karakök ve ark., 2008). Yeterli ve temiz su kaynağı sağlanamadığı zaman hayvanların sağlıkları, performansları ve

refahları olumsuz yönde etkilenmektedir (Meyer ve ark., 2004). Hayvanların yeterli suya ulaşamaması veya ahır içinde su tüketiminin kısıtlanması hayvan veriminin düşmesine ve hareketliliğinin azalmasına neden olmaktadır (Beede, 1994). Sütün %87'si ve vücudunun yaklaşık %55-65'i su olan laktasyondaki bir inek canlı ağırlığına oranla fazla miktarda su tüketmektedir. Nitekim yüksek verimli bir ineğin günlük su tüketimi 150 litreyi geçebilmektedir ayrıca ineğin su tüketiminin azalması, süt üretiminde düşmeye neden olmaktadır. Süt sığırlarında su tüketimi, süt verimi ve çevre sıcaklığı ile ilişkilidir. 680 kg ağırlığında ve 36 l süt verimi olan bir süt sığırları 26 °C hava sıcaklığında 121.7 l su tüketmektedir (Anonim, 2018a). Süt sığırları, sağımdan çıktıkları bir saat içerisinde günlük su gereksinimlerinin %30 ile %50'sini tüketmektedir (Anonim, 2018b).

Çiftlik hayvanlarından sürekli, yüksek verimin alınabilmesi için yem tüketiminin ve su tüketiminin izlenmesi ve kayıt edilmesi gerekmektedir. Hayvanların izlenmesi ve takip edilmesi bireysel ölçüm ve kayıt yapan elektronik sistemlerle sağlanmaktadır (González ve ark., 2008; Lukas ve ark., 2008). Çiftlik hayvanlarının bireysel olarak su tüketimini ölçen ve kayıt eden elektronik sistemler ile ilgili çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Genellikle çiftlik hayvanlarında su tüketiminin miktarının ölçülmesi iki farklı (Elle/Otomatik) yöntem kullanılarak yapılmaktadır. Elle ölçüm yöntemi, genellikle hayvanların canlı gözlemlenmesi veya video kayıtlarının izlenmesi (Mitlohner ve ark., 2001; Huzzey ve ark., 2007) ve su tüketiminden sonra kalan miktarın ölçülmesi (Morris ve ark., 2010) ile yapılmaktadır. Otomatik ölçüm, su tüketimini anlık ölçen akış ölçer sensörü (Kramer ve ark., 2009a; Mol ve ark., 2013; Lowe ve ark., 2017) veya hayvanın su tüketiminden önceki ve sonraki ağırlıkları arasındaki farkları ölçebilecek 0.05 kg hassasiyete sahip ağırlık sensörü (Reith ve ark., 2014) kullanılarak yapılmaktadır. Ülkemizde süt sığırlarının bireysel su tüketimlerini otomatik olarak ölçen ve ölçüm değerlerini değerlendiren ticari bir otomatik ölçüm sistemi bulunmamaktadır.

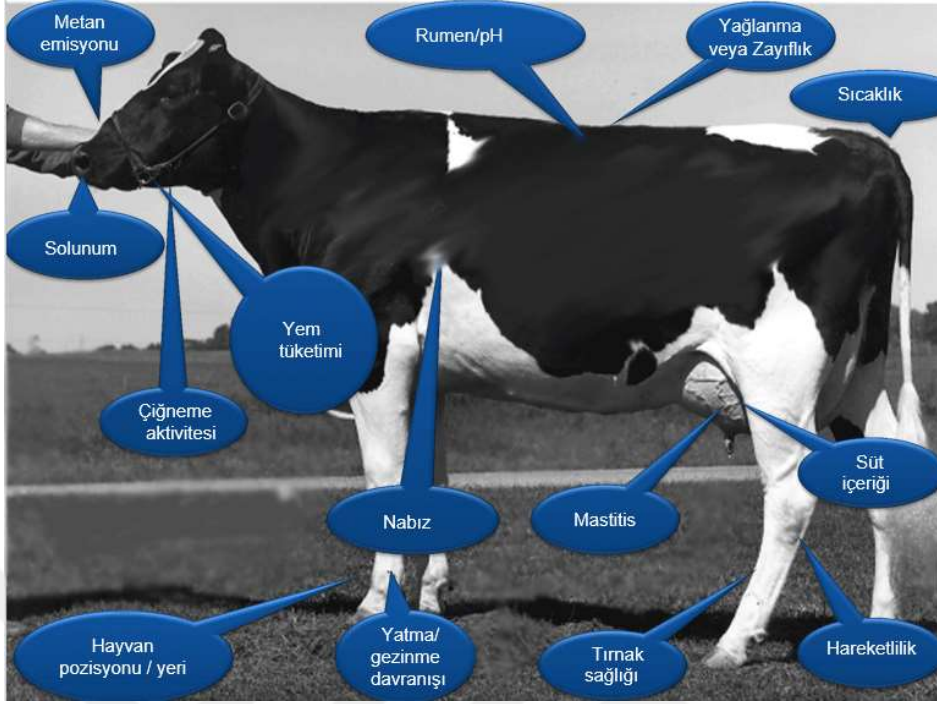
Bu doktora tez çalışmasının amacı; süt sığırlarının bireysel olarak günlük su tüketim miktarını, günlük suluk başında geçirilen süreyi ve günlük suluklara yapılan ziyaret sayısını belirlemede kullanılacak bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemini geliştirmek ve süt sığırları işletme koşullarında performansını belirlemektir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Hassas Hayvansal Üretim Teknolojileri

Hayvancılık işletmelerinde kullanılan teknolojilerdeki hızlı gelişme, sürü büyüklüklerinin artmasına ve süt sığırı başına yüksek verim miktarlarına ulaşılmasına katkı sağlamaktadır. Geleneksel hayvancılık çok fazla insan iş gücü isteyen tarımsal üretim dalıdır. Hassas hayvansal üretim teknolojileri, hayvan yetiştiriciliğinde yüksek kârlı ve verimli bir üretim için zorunlu hale gelmiştir. Yoğun veri toplama (süt üretim verileri, sağlık verileri, yem tüketim verileri, vb.), veri değerlendirme (kızgınlık döneminin tespiti, yem rasyonlarının hazırlanması, olumsuz sağlık değişimlerinin belirlenmesi, vb.) ve kontrol işlemlerinin (yarı ve tam otomatik sağım, otomatik yemleme, otomatik yönlendirme, vb.) yoğun olarak kullanıldığı hayvan yetiştiriciliğine hassas hayvansal üretim denilmektedir.

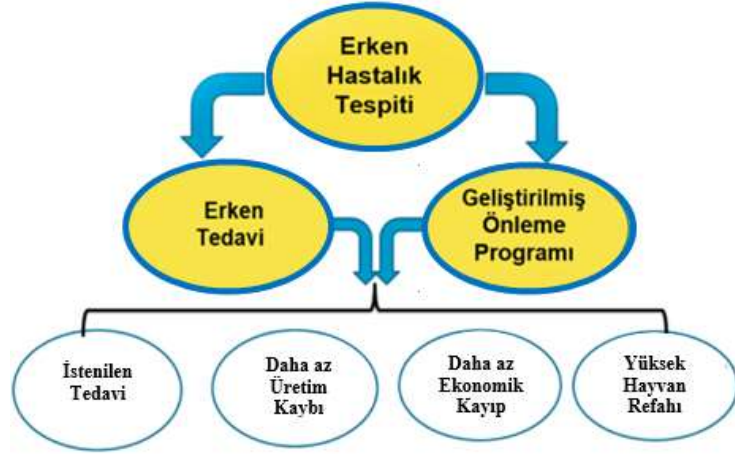
Hassas hayvansal üretimde bilgi teknolojileri yoğun olarak kullanıldığından zor ve zaman alıcı işlemler, daha hızlı ve kolay yapılabilmektedir. Hassas hayvansal üretimde kullanılan en önemli araçlardan bir tanesi de hassas sürü yönetimi yazılımlarıdır. Hassas sürü yönetiminin temel amacı, çiftlikteki her bir hayvan hakkında toplanan verileri ve genel çiftlik verilerini elektronik ortamda saklamak ve uygun bilgisayar yazılımları yardımıyla işleyerek, çiftlik yönetimi ile ilgili kararların zamanında ve doğru olarak alınmasını sağlamaktır. Hassas sürü yönetimi uygulamaları hayvanların bireysel potansiyelinden en yüksek düzeyde yararlanmaya, hastalıkları daha erken teşhis etmeye ve koruyucu sağlık önlemleri yoluyla ilaç kullanımını en aza indirmeye imkan vermektedir (Tömek, 2007; Maltz, 2010; Uzmay ve ark., 2010; Tarhan ve ark.,2015). Şekil 2.1’de bir süt sığırında izlenen alanlar görülmektedir.



Şekil 2.1. Bir süt sığırında izlenen alanlar (Bewley, 2018)

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi süt sığırlarından yüksek veriminin alınabilmesi için fizyolojisi, süt verimi kalitesi, sağlık durumu ve davranışları sürekli izlenerek kayıt altına alınmaktadır. Bu şekilde büyük ölçekli süt sığırını işletmelerine, kalıcı kayıplar oluşmadan gerekli tedbirlerin alınmasına ve iş planlarını zamanında oluşturabilmesine, kârlılığın arttırmasına, süt sığırını kayıplarının (süt ve buzağı) en aza indirmesine imkan sağlanmaktadır.

Şekil 2.2’de süt sığırlarında erken hastalık tespitinin faydaları gösterilmektedir. Bir süt sığırını, geçiş döneminde (laktasyon döneminden kuru döneme) hastalandığında tedavi masrafları oldukça pahalı olmaktadır (Sertkol, 2016). Bu dönemde hasta olan süt sığırının refahının azalması süt üretiminde düşümlere neden olmaktadır.



Şekil 2.2. Süt sığırlarında erken hastalık tespitinin faydaları (Bewley, 2018)

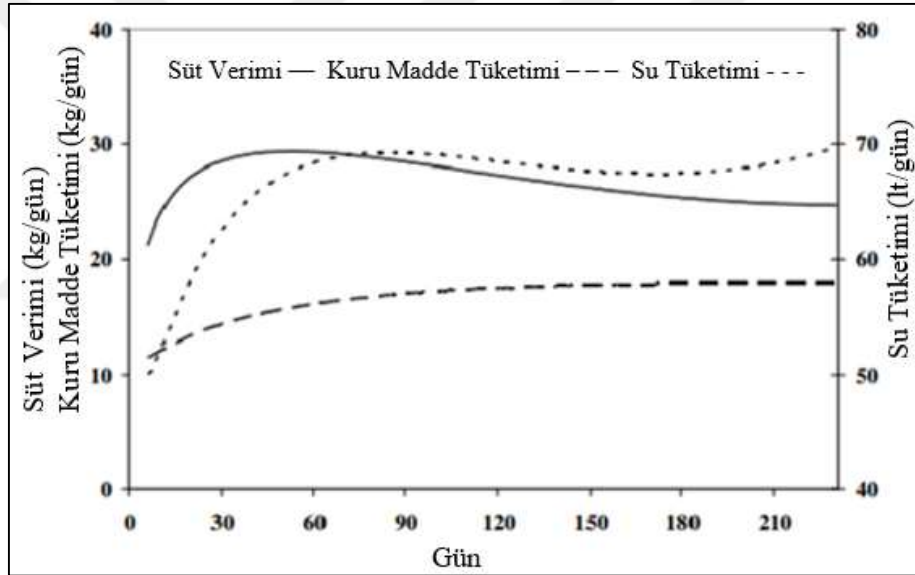
Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, bir süt sığırında hastalığın erken tespit edilmesiyle, istenilen tedavinin sağlanması, daha az üretim ve ekonomik kaybın yaşanması ile yüksek hayvan refahı sağlanması gerçekleştirilebilmektedir (Bewley, 2018).

## 2.2. Süt Sığırlarının Su İhtiyacı

Süt, yaklaşık olarak %87 su içermektedir. Süt sığırlarının günlük olarak 14 ile 171 kg arasında su tüketmektedir. Süt sığırı başına ortalama su tüketiminin 82 kg’dır (Meyer ve ark., 2004). Su tüketimi, hayvan özellikleri, yetiştirme uygulamaları ve iklim şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Süt sığırları için su önemli roller oynamaktadır. Isı regülasyonu, sindirim metabolizması, üriner sistemin sağlıklı çalışması, su tüketimiyle etkileşime girmektedir. Yeterli miktarda su tüketimi sağlanmazsa, bu işlevler tam olarak yerine getirilememekte ve süt sığırlarının verimlilikleri düşebilmektedir (Beede, 1994; Karakök ve ark.,2008; Kramer ve ark., 2009a).

Hayvanların beslenmesinde sürekli taze ve temiz suyun bulunması hayvan refahı unsurlarının en başında gelmektedir. Suya ulaşamama veya ahır içinde su tüketiminin kısıtlanması, hayvan veriminde ciddi düşüşlere ve hayvan hareketliliğinin ise azalışlara neden olmaktadır (Watson, 1999).

Su tüketimi, hayvanın ırkına, yaşına, kilosuna, cüssesine, fizyolojik durumuna, süt verimine, hareketliliğine ve kuru madde tüketim kapasitesine, suyun kalitesine, içeriğine, sıcaklığına, ulaşılabilir olmasına ve ne zaman su verildiğine, yemin tipine ve kompozisyonuna, yemin nem içeriğine, yem miktarına, çevre sıcaklığına, havanın bağıl nemine, rüzgarın hızına ve yağış miktarına bağlı olarak hayvanın su ihtiyacı değişiklik göstermektedir. Hayvanların su tüketiminin çok az miktarda azalışı kuru madde tüketiminde 0.5-1.0 kg düşüğe ve süt veriminde ise 1-2 kg aralığında azalışa neden olmaktadır (Meyer, 2004 ve Karakök ve ark., 2008). Süt sığırlarının farklı laktasyon sürelerinde süt verimi, kuru madde tüketimi ve su tüketimi miktarları değişmektedir (Şekil 2.3).



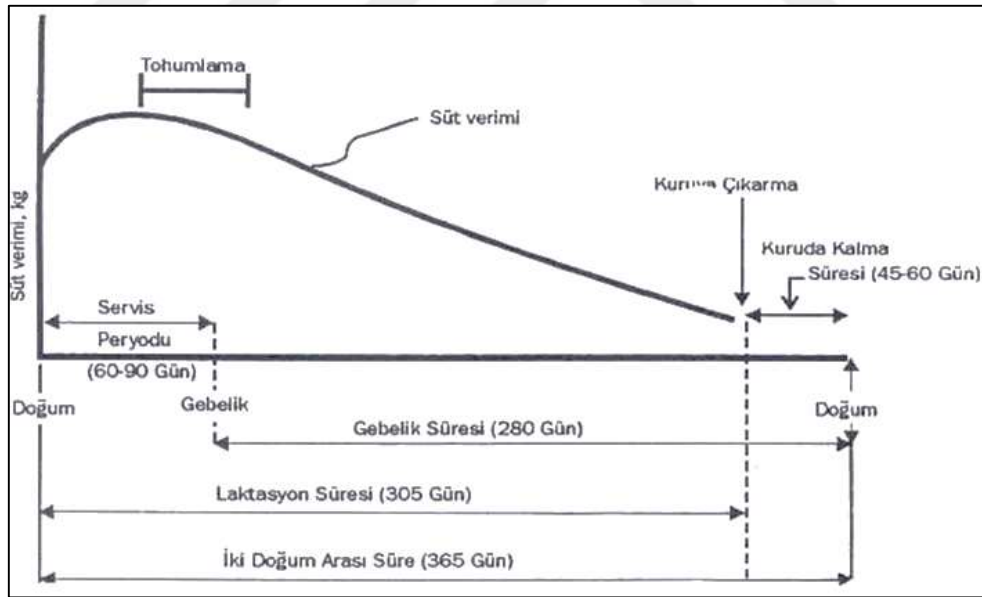
Şekil 2.3. Laktasyon döneminde süt verimi, yem tüketimi ve su tüketimi değişim miktarları (Kramer ve ark., 2009a)

Şekil 2.3'de görüldüğü gibi laktasyon süresinin ilk günlerinde süt veriminin artması su tüketimi ve kuru madde tüketimini artırmaktadır. Doğumdan sonraki yaklaşık ilk 50 gün içerisinde süt verimindeki artışa bağlı olarak günlük kuru madde tüketiminde ve günlük su tüketiminde artış olduğu ve 50 günden sonra ise süt veriminde kademeli bir azalma gerçekleşmekte, günlük su tüketiminde kısmi bir azalma ve tekrar bir artış gerçekleşmektedir. Günlük yem tüketiminde artışın yavaşladığı fakat bir azalmanın olmadığı görülmektedir. Laktasyon süresi boyunca su tüketimi, kuru madde tüketimi ve süt verimindeki değişimlerin tekrar gebelik sürecinin başlamasından etkilendiği ifade

edilmektedir. Su tüketimi herhangi bir sebepten engellenmesi veya sınırlandırılması durumunda süt veriminde değişimler gerçekleşmektedir (Karakök ve ark., 2008).

Bir süt sığırının hayat döngüsü içerisinde yavru verimi ve yavrulama önemli yer tutmaktadır. Süt sığırlarında laktasyon süresi, doğum yaptıktan sonra başlamaktadır. Laktasyon dönemi, süt salgısının başladığı günden hayvanın kuruya çıkarıldığı döneme kadar geçen süre olarak bilinmektedir.

Holstein cinsi süt sığırlarının laktasyon süresinin 220 ile 550 gün arasında değişmektedir (Gökçen, 2018). Normal laktasyon süresi 305 gün olarak hesaplanmaktadır (Bademkiran ve ark., 2005). Laktasyon süresinin 220-400 gün olması durumunda bakım ve beslenme sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bir süt sığırının laktasyon süresinin 400 günden uzun devam etmesine gebe kalmaması ve yavru atma hastalıkları gibi durumları neden olmaktadır (Göncü, 2005; Yaylak ve Kumlu, 2005).



Şekil 2.4. Laktasyon eğrisi (Ulubaş ve Günay, 2004)

Şekil 2.4 incelendiğinde bir süt sığırından yılda 1 buzağı ve yüksek süt veriminin elde edilmesi için; servis periyodunun 85 gün (Doğum-gebe kalma arasındaki süre), kuru dönemin 60 gün, sağımda kalma süresinin 305 gün ve gebelik süresinin 280 gün olması gerektiği görülmektedir. Laktasyon süresi 6 ile 230 gün olan 64 süt sığırında ortalama

olarak, süt verimi 34.9 kg, su tüketimi 84.3 kg su tüketimi ve kuru madde tüketimi 20.3 kg olduğu ifade edilmektedir (Kramer ve ark., 2009a).

Süt sığırlarında mastitis orandaki artış laktasyon süresinin ilk 4-5 aylık erken döneminde gerçekleşmektedir (Deveci ve ark., 1994). Süt sığırının doğum sonrası dönemindeki hormonal değişikler, memelerin direncinin azalmasına ve hayvanın metabolik stresinin artmasına neden olmaktadır (Baştan, 2002). Süt sığırını şletmelerinde klinik mastitis vakalarının % 66.10'nun laktasyon süresinin ilk 5 aylık döneminde gerçekleşmektedir (Bademkıran ve ark., 2005).

Genellikle süt sığırının günlük su tüketim faaliyetleri, gündüz saatleri meydana gelen beslenme ve sağım sonrası gerçekleşmektedir. Bir süt sığırının su tüketim miktarına evre sıcaklığı, süt verimi, vücut ağırlığı ve sodyum miktarı etki etmektedir. Bir süt sığırının günlük su tüketimi Eşitlik 2.1'de hesaplanmaktadır (Meyer ve ark., 2004):

$$ST = - 26.12 + 1.516 \times \text{S} + 1.299 \times \text{SV} + 0.058 \times \text{VA} + 0.406 \times \text{Na}$$

(2.1)

Burada;

ST: Su tüketimi (lt/gün)

S: evre havası sıcaklığı (°C)

SV: Süt verimi (kg/gün)

VA: Vücut ağırlığı (kg)

Na: sodyum(Na) tüketimi (g/gün), şeklinde ifade edilmektedir.

Sığırlar için uygun ısı aralığının (nötr ısı aralığı) 4.5-26.5 °C'dır. Hayvanlar hava sıcaklığının 26.5 °C'den yüksek olması durumunda 1/3 oranında ısı üretimini azaltmaktadır. Sıcaklık stresinin belirlenmesinde sıcaklık nem indeksi kullanılmaktadır. Sığırlarda ısı stresi, sıcaklık nem indeksi değeri 77'nin üzerine çıkmasıyla başlamaktadır. Isı stresi, sığırın daha az hareket etmesine ve daha az yem tüketmesine neden olmaktadır (ten ve ark.,2004).



Sığırların kuru madde tüketimi artarken su tüketimi de artmaktadır. Yüksek bağıl nem değerlerinde ise su tüketimleri azaltılmaktadır (Lukas ve ark.,2008). Süt sığırlarında sıcaklık stresi, döl verimi, süt verimi ve yaşamsal fonksiyonları üzerinde olumsuzluklara neden olmaktadır.

Süt sığırlarının günlük su tüketimi, kış ve yaz aylarında farklılık göstermektedir (Cardot ve ark., 2008). Süt sığırının yaşadığı çevresel koşullarındaki (sıcaklık, nem vb.) değişimler normal vücut sıcaklığını etkilediği bilinmektedir. Normal vücut sıcaklığının artması “Sıcaklık Stresi” olarak ifade edilmektedir (Nadaroğlu ve ark., 2018). Sıcaklık stresinin ölçümünde “Sıcaklık Nem Stres İndeksi (SNİ)” kullanılmıştır. SNİ değeri hesaplama formülü Eşitlik 2.2’de verilmiştir (NRC., 1971):

$$SNİ = (1.8 \times T + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26.8)] \quad (2.2)$$

Burada;

T: Çevre havası sıcaklığı (°C)

RH: Çevre havası bağıl nemi (%) şeklinde ifade edilmektedir.

Süt sığırlarının su tüketimi kızgınlık periyodundan etkilenmektedir. Ayrıca, süt sığırlarının su tüketimi, kuru madde tüketimi ve vücut ağırlığı kızgınlık periyodundan etkilendiği belirtilmiştir. Süt sığırları kızgınlık periyodunun 3 gün öncesi ve 3 gün sonrasında ortalama 23 kg yem tükettiği ve periyot boyunca maksimum 28.4 kg/gün kuru madde ve 43.4 ile 132.5 kg/gün arasında değişmekle birlikte ortalama 87.6 kg su tüketmektedir. Süt sığırlarının kızgınlık periyodunun sonrasında kuru madde tüketiminin, 22.2’den (1. gün) 22.8’e (2. gün) ve 23.8 kg’a (3. gün) yükselmektedir. Kızgınlık periyodu sonrası su tüketimi 84.4’den (1. gün), 86.7’e (2. gün) ve 92 kg’a (3. gün) yükselmektedir. Böylece süt sığırlarının su tüketimi takip edilerek kızgınlık döneminin tespit edilebilmektedir (Reith ve ark., 2014).

### 2.3. Süt Sığırlarında Görülen Hastalıkların Su Tüketimine Etkisi

Süt sığırlarında, doğuma yaklaşık üç hafta kala yem tüketiminde ve buna bağlı olarak su tüketiminde azalışlar görülmektedir. Su tüketimindeki değişimin tespit edilmesi durumunda doğum sonrasında mastitis ve abomasum kayması gibi hastalıkların ya da birden fazla sağlık sorunlarının tespiti için kullanılabilme imkanı sağlanabilmektedir (Lukas ve ark., 2008).

Sağlıklı hayvan ile doğum sonrası metritis (uterus enfeksiyonu) hastalığına yakalanan süt sığırlarının su tüketimlerinde farklılık gerçekleşmektedir. Metritis hastalığına yakalanan süt sığırlarında yem tüketiminin % 14 azaldığı, su tüketimlerinin ise % 8 azaldığı ifade edilmektedir (Huzzey ve ark., 2007). Süt sığırlarının gebelik öncesi davranışları 60 saat boyunca izlendiği zaman aralığının da %54'nin yattığı, %18'nin ayakta beklediği, %26'sının yem tükettiği ve %2'sinin ise su tükettiği görülmektedir. Süt sığırlarının belirli bir saatte su tüketmesi, o saatte ve sonraki saatte rumen sıcaklığını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu saatlerdeki su tüketimi rumen sıcaklığı ortalama olarak 0.4 - 0.7 °C azaltmaktadır. Su tüketiminin rumen sıcaklıklarının 37 °C'den düşük olmasına neden olduğu ifade edilmektedir (Ipema ve ark., 2008). Sağlıklı bir süt sığırının rumen içeriğinin pH'sı 5.8 - 6.2 arasında değişmektedir. Asidozis (Rumen Asitliğinin Yükselmesi) hastalığında pH 5.45'e düşmekte ve hayvanın su tüketimi %132 artmaktadır (Cottee ve ark., 2004). Abomasum deplasmanları, son yıllarda sığır ve buzağılarda ekonomik kayıplara yol açan çok önemli bir sindirim ve metabolizma hastalığı olarak görülmektedir. Abomasum deplasmanları, yeni doğum yapmış süt sığırlarında karın boşluğunun sağına (sağa deplasman) veya soluna (sola deplasman) kayabilmektedir (Aksoy ve ark., 2009; Aksoy, 2014; Parlak ve Arıcan, 2016). Bu durumda ince bağırsağa besin geçişi engellenmekte dolayısı ile gerekli erken müdahale 2-3 gün zaman aralığında yapılamaması durumunda hayvan doğumdan sonra ölebilmektedir. Hayvanın yem tüketimi ve su tüketimindeki ani düşmeler abomasum deplasmanından kaynaklanabilmektedir. Yem tüketiminin bireysel olarak günlük izlenmesi ve takip edilmesi abomasum deplasmanı ve asidozis gibi hastalıkların erken teşhisinde kolaylık sağlamaktadır. Yem tüketiminin günlük takibi, karmaşık bir yemleme sistemi ve otomasyonu gerektireceğinden ekonomik olarak yapılması zor görülmektedir. Yem

tüketimi ile su tüketimi arasında belirli bir ilişki olduğundan, yem tüketimi yerine su tüketimi, hayvan sağlığındaki olumsuz değişimleri erken teşhis etmek için kullanılmaktadır (Lukas ve ark., 2008). Çiftlik hayvanlarında su tüketiminin azalması yem tüketimini sınırlandırmaktadır. Bir süt sığırının her kg süt üretimi için 3 ile 4 litre suya ihtiyacı bulunmaktadır. Süt sığırının günlük su tüketiminin kolayca ve yeterli miktarda sağlamaması durumunda yem tüketim davranışlarında anormalliklerin olduğu ifade edilmektedir (David ve ark., 2000).

Günümüzde süt sığırı çiftliklerinde mastitis ve topallık gibi hastalıklar bir süt sığına ait süt veriminin, hareketliliğinin ve yem tüketimi miktarının otomatik ölçülmesiyle elde edilen verilerden faydalanarak tahmin edilebilmektedir (Mol ve ark., 2013). Süt sığırlarına ait süt verimi, kuru madde tüketimi, kuru madde tüketimi davranışı (beslenme ziyaret sayısı ve süresi), su tüketimi, hayvan hareketliliği ve ön hastalık verilerini kullanarak mastitis ve topallık tahminleme algoritması ile tahmin edilmektedir (Kramer ve ark., 2009b) (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Sağlıklı ve hasta süt sığırlarının analiz ortalamaları (Kramer ve ark.,2009b)

Deneme	Topal Süt Sığırı	Sağlıklı Süt Sığırı	Mastitisli Süt Sığırı	Sağlıklı Süt Sığırı
Süt sığırı sayısı	17	48	13	51
Laktasyon (gün)	28-48	28-48	24-44	24-44
Ortalama doğum sayısı	3.3 (1.7)*	2.2 (1.1)*	2.3 (0.8)*	2.2 (1.0)*
Süt üretimi (kg)	39.6 (7.4)*	39.7 (8.0)*	36.9 (6.5)*	39.5 (8.1)*
Su tüketimi (kg)	87.6 (19.3)*	89.7 (18.7)*	86.3 (20.8)*	88.9 (18.3)*
Kuru madde tüketimi	20.2 (3.7)*	20.2 (3.7)*	19.8 (4.0)*	19.9 (3.6)*
Beslenme zamanı (dk)	171.1 (45.6)*	192.1 (49.4)*	162.4 (41.8)*	191.2 (49.2)*
Besleme ziyaretleri sayısı	41.8 (18.6)*	56.0 (20.3)*	49.8 (20.5)*	55.8 (20.2)*
Hareketlilik (kontak/saat)	28.0 (9.3)*	32.0 (10.3)*	22.5 (7.5)*	31.8 (10.3)*

\* Standart sapma

Çizelge 2.1'de süt sığırlarındaki mastitis ve topallık hastalığının bulanık mantık ile tahmininde kullanılan parametreler görülmektedir. Mastitis sınıflandırılmasında belirlilik (specificity) oranı %84.1 ile %92.1 arasında olduğu, hata oranının ise %96.2 ile %97.9 arasında değişmektedir. Topallık sınıflandırılmasında belirlilik oranı %75.3 ile %75.9 arasında olduğu, hata oranı ise %98.9 ile %99.5 arasında bulunmaktadır (Kramer ve ark., 2009b).

40 süt sığırı ile 102 gün boyunca su tüketimi, konsantre yem tüketimi ve kaba yem tüketimi ölçümü yapılarak elde edilen verilerle süt sığırı hastalıkları tespit edilmek üzere yapılan denemeler süresince üç mastitis, üç topallık ve diğer iki hastalık deneme başlangıcının 5. ve 6. günü içerisinde birden fazla belirti ile teşhis edilmektedir (Mol ve ark., 2013). Hastalığın ilk belirtilerinden uyarı vermesine kadar geçen gün sayısı Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Hastalığın ilk belirtilerinden uyarı vermesine kadar geçen gün sayısı (Mol ve ark., 2013)

Hastalık Tipi	Su Tüketimi	Süt Verimi	Konsantre Yem Tüketimi	Kaba Yem Tüketimi	Birleştirilmiş Uyarı
Mastitis	1	4	-	2	-
Mastitis	4	-	5	-	-
Mastitis	2	4	-	-	-
Topallık	2	1	1	5	1
Topallık	1	1	5	2	1
Topallık	1	-	2	1	1
Diğer	2	-	-	2	2
Diğer	5	5	3	5	5

Çizelge 2.2’de günlük su tüketimi ölçülen ve takip edilen bir süt sığırının 1. günde 4. günde ve 2. günde mastitisli olduğu görülmektedir. Süt verimi ölçülen ve takip edilen süt sığırlarında mastitis uyarıları 4.günde ortaya çıkmaktadır. Süt sığırında su tüketimi, süt verimi, konsantre yem tüketimi ve kaba yem tüketiminin aynı anda ölçülmesinde herhangi bir hastalığın uyarı vermediği görülmektedir. Hastalıklar blok duyarlılığı ile yapılan deneylerde su tüketimine dayalı %100 olarak tespit edilmektedir. Hastalıkların diğer değişkenler ve birleşik uyarılar ile tespitinin düşük olduğu ifade edilmektedir. Su tüketiminin ölçülmesi ve izlenmesinde hastalıkların ilk belirtileri ve kesin uyarıları kısa sürede görülmektedir. Bireysel olarak hayvanların su tüketiminin ölçülmesi ile %86 oranında hastalıkların belirlendiği ifade edilmektedir (Mol ve ark., 2013).

Mastitisli süt sığırlarında süt verimi ve kuru madde tüketimi önemli ölçüde azaldığı ifade edilmektedir (Lukas ve ark., 2008). Süt sığırlarında en yaygın hastalıklar içerisinde mastitis bulunmaktadır (Barkema ve ark., 1998; Heald ve ark., 2000; Heringstad ve ark., 2000; Seegers ve ark., 2003; Sertkol, 2016). Mastitis kayıplarının ekonomik maliyeti yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Mastitis en fazla infertilite (döl verimi düşüklüğü)

kayıplarına neden olmaktadır. Mastitisten kaynaklanan kayıpların %26'sı ekonomik ve %7'si sürüden çıkarılma olarak gerçekleşmektedir. Süt sığırlarının kuru dönem içerisinde mastitis geçirmesinden sonra gelen laktasyon döneminde %35 düzeyinde ciddi verim kaybı oluşmaktadır. Bu dönemde, süt üretim miktarında azalışlara ve atılan süt kayıplarına neden olmaktadır. Ülkemizde mastitis nedeni ile yıllık ekonomik kaybın 41.5 milyon TL civarında olduğu tahmin edilmektedir (Sertkol, 2016).

Mastitise bakteri, mikoplazma, mantar, maya ve klamidya neden olmaktadır. Süt sığırının memesine ortamda bulunan zararlı mikroorganizmaların girmesiyle birlikte mastitis oluşumu başlamaktadır (Alpay ve Yeşilbağ, 2009). Hastalık etmeni hastalığın tespit edilebilirliğini değiştirebildiği gibi yavaş ve hızlı seyretmesine de etki etmektedir. Mastitis enfeksiyonları genellikle 3 formda görülmektedir. Latent enfeksiyon formunda, hiçbir yangı belirtisi görülmez ve sütteki somatik hücre sayısı (SHS) normal düzeyde bulunmaktadır. İkinci enfeksiyon formunda ise mastitis olgularının yaklaşık %90-95'ini subklinik mastitis oluşturmaktadır. Sütteki SHS artmasına ilaveten patojen mikroorganizmalar da bulunmaktadır. Bu enfeksiyon formunda, klinik belirti olmadan gerçekleşmektedir. Subklinik mastitis formu, klinik mastitis formuna göre 40 kat fazla görülmektedir. Klinik mastitisin başlangıcı olarak ifade edilmektedir. Üçüncü form klinik mastitis ise sütte ve memede anormal değişikliklerin oluşması ile teşhis edilebilmektedir. Bu formda, memenin sert, kızarıklık ve ateşli olması gibi değişiklikler görülmektedir (Atasever ve Erdem, 2008).

Mastitis genellikle ilk olarak süt içeriğinin değişimiyle kendini göstermektedir. Süt sığırlarının memelerinin birinde ya da birkaçında, ateş, kızarıklık, şişkinlik, sertlik, süttün yapısında bozulma (sarı renkli süt, sütte peynirimsi tarza pıhtılar oluşması veya peynirimsi tıkaç), süt verimindeki ani azalışlar mastitisin gözlenebilen en belirgin özellikleri olarak sıralanabilmektedir (Anonim, 2018c). Bu belirteçlerin haricinde gözlenemeyen ancak süt içeriğini inceleyebilen cihazlarla tespit edilebilen değişimlerde bulunmaktadır. Mastitisli sütte, mikroorganizmaların varlığı, somatik hücre sayısının sütte artması, sütte proteinin artması ama süt kazeinin miktarının azalması, süt şekerinin (laktozun) azalması, kalsiyum ve potasyumun azalması, süttün akışkanlığının ve iletkenliğinin değişmesi gözlenmektedir (Jones and Bailey, 2009). Bu değişimler

mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal yollarla ölçülebilmektedir. Mastitis tedavisinin etkinliğini artırmak için erken tespit son derece önem arz etmektedir. Mastitis ilerlemesi, süt üretiminin azalmasına, bozulmuş süt kalitesine, artan veteriner bakımına, ilaç ve işçilik maliyetine, süt sığırının ömrünün azalmasına ve damızlık dışı bırakılmasına neden olmaktadır.

#### **2.4. Elektronik Kimliklendirme**

Son yıllarda büyük süt sığırı işletmelerinde hayvanların kimliklendirilmesinde RFID (Radyo Frekanslı Kimlik Tanıma-Radio Frequency Identification) elektronik kulak etiketleri kullanılmaktadır. Birden fazla hayvanın uzaktan kimliğini okuyabilmesi, birçok geleneksel yöntemle göre hayvanlara zarar vermemesi ve hayvan refahının artırması nedeniyle günümüzde tercih edilmektedir.

RFID etiketleri, rumen bolusları, kulak küpeleri ve enjekte edilebilen transponderler gibi hayvanların vücuduna yerleştirilmektedir. Ayrıca retina tarama gibi biyometrik yöntemlerde hayvanların kimliklendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu elektronik kimliklik numaraları ile hayvana ait bütün bilgiler bir veri tabanına kayıt edilmektedir. Böylece kulak etiket numarası bir işletmedeki hayvanların kimliklendirilmesi sağlanmaktadır (Erdem, 2007; Bowling ve ark., 2008; Ruiz-Garcia ve Lunadei, 2011).

Büyükbaş hayvancılık çiftliklerinde sağım sistemine entegre otomatik süt ölçüm sistemlerinde otomatik hayvan tartım sistemlerinde, aktivite ölçerlerde, otomatik yoğun yem ünitelerinde, kaba yem tüketimini ölçen yemlik sistemlerinde ve su tüketimini ölçen otomatik ölçüm sistemlerinde RFID kimlik tanımlama sistemleri kullanılmaktadır. Bu elektronik kimlikler, hayvanları bireysel olarak takip ederken aynı zaman hayvanın sağlık durumunu izleme ve takip etme imkanı vermektedir. Böylece entegre sistemlerde, kayıtlarda hataların azaltılmasında, tarımsal otomasyonlarda, işçilik maliyetlerinde ve genel verimlilik optimizasyonunda avantajlar sunmaktadır. Bu gelişmeler, üretim, sağlık ve doğurganlığı maksimize etmeye odaklanmış sürü sağlığı programlarının gelişimine imkan sağlamaktadır (Samad ve ark., 2010; Tarhan ve ark., 2015).

RFID, transponder olarak adlandırılan pasif (güç kaynağı bulunmayan) bir verici etiket ile radyo frekansı elektromanyetik alanı oluşturan bir okuyucu aygıttan oluşmaktadır (Uzmay ve ark., 2010). RFID kimlik, süt sığırları süt sağımına ve ahır dışına gittiğinde, okuyucu ile okunan RFID etiket ya da tasma ile hayvanların kimlik bilgilerini tanımaktadır (Hong-da, 2012). RFID okuyucuları saniyede 100'den fazla etiketi okumaları (yeni gelişmeler saniyede 1000 etiketleri kadar söz) mümkündür. RFID etiketleri yazma bellek kapasitesini (5 etiketleri saniyede) pasifte 4 kB kadar ve aktif etiketlerde ise 1 MB kadar veri saklanabilmektedir (Ruiz-Garcia ve Lunadei, 2011).

Transponder olarak isimlendirilen elektronik etiketler değişik şekil, boyut ve teknolojiyle üretilmektedir. Transponder kelimesi "Transmitter" (iletici) ve "Responder" (cevaplayıcı) kelimelerinin birleşmesinden meydana gelmiştir. Transponder vericilerden gelen bir sinyal ile aktive olmaktadır. Okuyucudan gelen talebi cevaplayarak bünyesindeki kayıtlı bilgiyi okuyucuya göndermektedir. Radyo frekansı bandı 125 KHz(LF), 13.56 MHz (HF), 800-900 MHz (UHF) veya 2.45 GHz (UHF) olan radyo dalgaları kimliklendirmede kullanılmaktadır.

## **2.5. Veri Madenciliği**

Veri madenciliği tekniklerinin temelleri 1950'li yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile başlamıştır. Yapay zeka ve makine öğrenmeleri konuları bilgisayar bilimlerinin katkılarıyla geliştirilmiştir. 1960'lı yıllarda veri madenciliğinin ilk adımları olan yapay sinir ağları yöntemleri kullanılarak basit öğrenmeli geliştirilmiştir. 1980'li yıllarda veri madenciliği, programlama dillerinin ve bilgisayar tekniklerinin gelişmesi ile mühendislik alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. 1990'lı yıllarda gelişen bilgi teknolojisi sayesinde veriler artmıştır. Çok büyük miktarda verilerden anlamlı sonuçlar çıkarabilmek için yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, kümeleme yöntemleri ve karar ağaçları gibi algoritmalar geliştirilmiştir. 2000'li yıllardan günümüze kadar veri madenciliği sürekli ilerlemeler kaydederek hemen hemen bütün alanlarda kullanılmıştır ( Savaş ve ark., 2012; Yurdakul, 2015; Alev Çetin ve ark., 2016). Veri madenciliğinin gelişim süreci Çizelge 2.3'te verilmektedir.

Çizelge 2.3. Veri madenciliğinin tarihsel süreci (Savaş ve ark., 2012)



Bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte dijital verilerde artışlar meydana gelmektedir. Günümüzde bilgi teknolojileri büyük verilerin toplanmasına, saklanmasına, işlenmesine ve tekrar bilgiye dönüştürülmesine imkan vermektedir. Veri madenciliği, verilerin değerlendirilmesini imkan veren ve ileriye doğru tahminlemelerde bulunabilmeyi sağlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Savaş ve Yılmaz., 2012; Yurdakul, 2015; Alev Çetin ve ark., 2016). Veri madenciliğinde, yapay zekâ, istatistik ve karar ağaçları, raporlama vb. gibi disiplinler bulunmaktadır (Savaş ve Yılmaz., 2012) (Şekil 2.5).





şekil 2.5. Veri madenciliği ve disiplinler (Yurdakul, 2015)

Veri madenciliği sureci dört aşamadan meydana gelmektedir:

- Verilerin seçilmesi
- Verilerin işlenmesi
- Veri eğilimlerini / desenlerini belirlenmesi
- Bilgiye ulaşılması

Veri madenciliği modelleri, gerçekleştirdikleri görevlere göre 3 ana başlıkta toplanmaktadır (zekes, 2003). Bunlar;

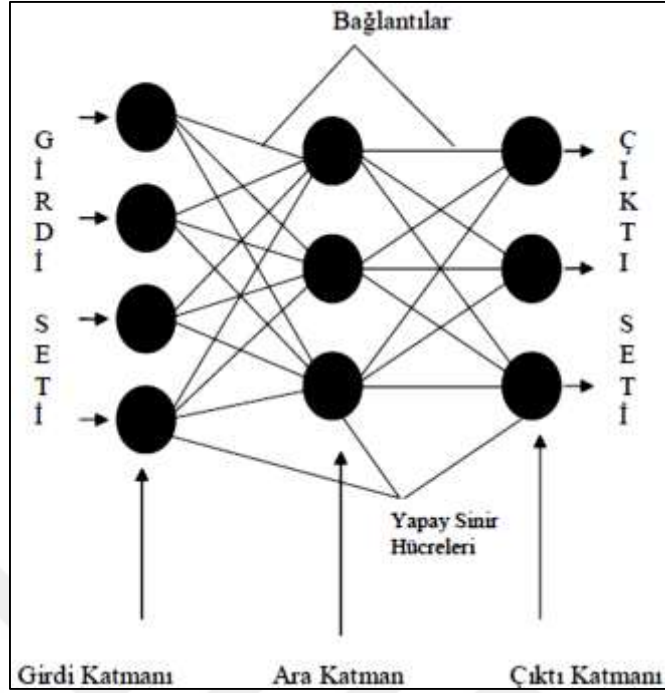
1. Sınıflama (Classification) ve Regresyon (Regression),
2. Kümeleme (Clustering),
3. Birliktelik kuralları (Association Rules),

Başlıca sınıflama ve regresyon modelleri teknikleri aşağıda sıralanmıştır (Akpınar, 2000):

- Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)
- K-En Yakın Komsu (K-Nearest Neighbor)
- Karar Ağaçları (Decision Trees)
- Bellek Temelli Nedenleme (Memory Based Reasoning)
- Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms)
- Saf Bayes

### 2.5.1. Yapay sinir ağları

Günümüzde yapay zeka teknolojileri, yeni sistemlerin oluşturulmasında büyük önem arz etmektedir. Yapay zeka içerisinde YSA en çok kullanılan yöntemdir. YSA, yapay sinir hücrelerinden oluşmaktadır. Yapay sinir ağları (YSA), çözümü zor ve mümkün olmayan problemleri ve insan beyninin destek almadan çözemediği problemleri bilgisayar kullanarak otomatik çözüm geliştiren bilgi işlem teknolojisi olarak tanımlanmaktadır (Öztemel, 2003; Yavuz ve Deveci, 2013). YSA çözülmesi güç, zaman alıcı ve karmaşık problemler için etkili çözüm üretmektedir. YSA birçok mühendislik alanlarında uygulamalarında tercih edilmektedir. Son yıllarda YSA sanayi ve hizmet sektörü dışında tarım ve hayvancılıkta da kullanılmaya başlanmıştır. YSA'nın çiftlik hayvanlarına ait verilerin değerlendirilmesinde, tarımsal ürünlerin sınıflandırılmasında ve bitki hastalıklarının teşhisinde kullanım etkinliği artmaktadır (Öztemel, 2003; Şen, 2004; Akkaya, 2007). Rosenblatt'ın (1958) geliştirdiği algılayıcı (perceptron) modelinde öğrenme işlemi, nöronlar arasındaki bağlantıların güçlük ve zayıflık durumunu esas almaktadır. YSA çalışma sistematığı içerisinde yer alan düğümler, insan beynindeki sinir hücreleri ile benzerlik göstermektedir. İnsan beynindeki sinir hücrelerine benzer şekilde ve her bir nöronun eşik değeri bulunmaktadır. Şekil 2.6'da YSA katmanlarının ve nöronların birbirleri ile bağlantı yapıları görülmektedir (Öztemel, 2003).



Şekil 2.6. YSA'nın yapısı (Öztemel, 2003)

Belirli bir düzen içerisinde hücreler bir araya gelerek katmanları ve paralel şekilde ağları oluşturmaktadır. Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA), yapay sinir ağları yapısı içerisindeki sınıfa dahil edilmektedir. Bu modelde önce sistem eğitilmektedir. En son elde edilen parametreler kullanılarak çıkış değerleri hesaplanmaktadır. Genellikle ÇKA'lar standart geri yayılım algoritmasını kullanmaktadır. Bu ağlar, hatanın azaltılması için devamlı geri besleme ile eğitilmektedir. ÇKA, öğretmenli öğrenme prensibine göre çalışan ağlar olduğu için istenilen cevabın eğitilmesi gerekmektedir (Öztemel 2003; Kökyer ve ark.,2014).

Çok katmanlı YSA, nöronların birbiriyle bağlanması ile katmanları oluşturmaktadır. Girdi katmanı, çıktı katmanı ve her iki katman arasında da bir ya da birden çok fazla sayıda gizli katman bulunabilmektedir. Bu durum ÇKA'nın temelini oluşturmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı ÇKA problem çözümü ve tahminlerde kullanılmaktadır. Doğrusal problemlerin çözümde tek katmanlı YSA yetersiz kalmaktadır. XOR problemini çözülmesi sağlamak için ÇKA geliştirilmiştir (Öztemel, 2003).

ÇKA modelinde girişler iki yöntem ile tek çıkış olarak hesaplanmaktadır. Giriş ağırlıklarına göre lineer kombinasyon biçimine dönüştürülerek çoklu gerçek değerli

girişlerde ve Lineer olmayan aktivasyon fonksiyonlarında elde edilen çıkışlarda, tek çıkış olarak hesaplanmaktadır (Haykin, 2010; Yurdakul, 2015). Genellikle dış dünyadan gelen analog bilgiler sayısal hale dönüştürülmektedir. Bu bilgiler sayısal olarak 0–1 arasında ifade edilmektedir. Bu durum Eşitlik 2.3'te gösterilmiştir.

$$F_k = G_k \quad (2.3)$$

Burada;

$F_k$  : Giriş katmanındaki k. nöronun çıkışını,

$G_k$  : Giriş katmanına dış dünyadan gelen bilgiyi ifade etmektedir.

Net girdi, çıkış katmanında ve ara katmanındaki nöronların çıktısı ile hesaplanmaktadır. Bu nöronlara gelen net girdi, gelen bilgilerin ve ağırlıkların çarpılması ile hesaplanmaktadır. Bu durum Eşitlik 2.4'te gösterilmiştir.

$$Net_j = \sum_{i=1}^n W_{ij} F_i \quad (2.4)$$

Burada;

$Net_j$  : j. prosesin net girdisini,

$F_i$  : j. nörona bilgi gönderen nöronların çıkış bilgisini,

$FW_{ij}$ : j. nörona bilgi gönderen i. nöron j. nöron arası ağırlığı ifade etmektedir.

Aktivasyon fonksiyonu gelen net girdiyi işleyerek bu girdiye karşılık üretilen çıktıyı belirlemektedir. Çıktıyı hesaplamak için değişik aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır (Arı ve Berberler, 2017) Aşağıda kullanılan farklı aktivasyon fonksiyonlarına ait örnekler verilmiştir:

$$\text{Lineer Fonksiyon: } F(\text{Net}) = \text{Net} \quad (2.5)$$

Step Fonksiyonu :  $F(\text{Net}) = 1$   $\text{Net} > \text{eşik değe}$

$$F(\text{Net}) = 0 \text{ Net} \leq \text{eşik değe} \quad (2.6)$$

$$\text{Sinüs Fonksiyonu: } F(\text{Net}) = \text{Sin}(\text{Net}) \quad (2.7)$$

Çoğunluk Fonksiyonu:  $F(\text{Net}) = 0$   $\text{Net} \leq 0$

$$F(\text{Net}) = \text{Net} \quad 0 < \text{Net} < 1$$

$$F(\text{Net}) = 1 \text{ Net} > 1 \quad (2.8)$$

Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu:

$$F(\text{Net}) = (e^{\text{Net}} + e^{-\text{Net}}) / (e^{\text{Net}} - e^{-\text{Net}}) \quad (2.9)$$

Günümüzde ÇKA modelinde en yaygın olarak sigmoid fonksiyonu kullanılmaktadır. Geri beslemeli ağlarda sigmoid fonksiyonun türevi kolay alınmaktadır (Adıyaman, 2007). Ara katman ve çıkış katmanı nöronlarında elde edilen net bilgi, sigmoid fonksiyonu ile nöron çıkışına dönüştürülmektedir. Bu işlem Eşitlik 2.10'da gösterilmiştir.

$$F_j = \frac{1}{1 + e^{(-\text{Net}_j + \beta)}} \quad (2.10)$$

Çıkış katmanındaki çıkış bilgisi ile olması gereken çıkış bilgisi arasındaki fark hatayı vermektedir. Hata kavramı Eşitlik 2.11'de gösterilmiştir.

$$E_m = B_m - C_m \quad (2.11)$$

## 2.6. WEKA Veri Madenciliği Yazılımı ile Sınıflandırma

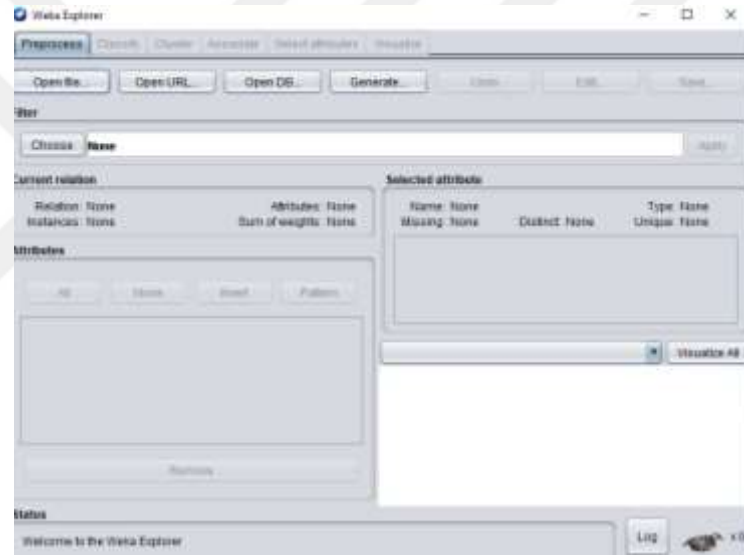
WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis), birçok araştırmacı tarafından kullanılan veri madenciliği programıdır (Dener, 2009). WEKA programının birçok avantajı bulunmaktadır. Veri madenciliği problemlerini çözmek için algoritma kütüphaneleri bulunmakta, kolay kullanılmakta ve kolay ulaşılabilmektedir (Yurdakul, 2015).

YSA, ÇKA sınıflandırma yöntemi kullanılarak süt sığırlarına ait verilerin analizi yapılmıştır. WEKA veri madenciliği sınıflandırma uygulaması yazılımında; veriyi

açıklama (explorer), algoritma seçimi (experimenter) ve sınıflandırıcı çıkışı (classifier output) bölümleri kullanılmıştır. WEKA 3.8 sürümü ve ÇKA sınıflandırma algoritması modeli kullanılmıştır.

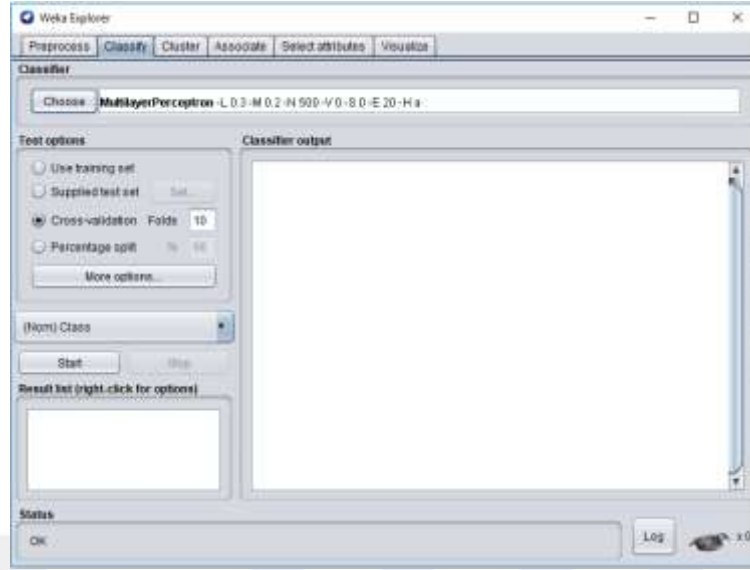
### 2.6.1. Modeli kurma

WEKA programı, hayvanlardan elde edilen verilerin csv formatındaki veri dosyasına dönüştürülmesinden sonra çalıştırılmıştır. WEKA arayüzünde yer alan Explorer butonun basıldıktan sonra açılan preprocess sayfasındaki ilgili buton yardımı ile csv veri dosyası açılmaktadır. Şekil 2.7’de WEKA explorer arayüzü görülmektedir.



Şekil 2.7. WEKA explorer penceresi

WEKA explorer penceresi altında “Sınıflama” butonu içerisinde çeşitli algoritmalar bulunmaktadır. Şekil 2.8’de WEKA explorer penceresi içerisindeki sınıflama paneli ekranı görülmektedir. Sınıflandırma algoritmasının performansını test etmek için WEKA’daki sınıflandırma algoritmaları içerisindeki ÇKA algoritması kullanılmıştır. Bu işlem için çapraz geçerlilik yöntemi (k-fold cross validation) yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 2.8. WEKA sınıflama paneli

Bu yöntemde, her veri bir kez eğitim bir kez de test verisi olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde veriler  $n$  adet eşit gruplara ayrılmaktadır. Bir grup test verisi olarak geriye kalan  $(n-1)$  grup ise eğitim verisi olarak kullanılmaktadır. Bu durum  $n$  defa tekrarlanmaktadır. Elde edilen doğruluk değerlerinin ortalaması alınarak oluşan modelin doğruluk oranı hesaplanmaktadır (Orekici Temel ve Erdoğan, 2011). Bu çalışmada, test seçeneği olarak 10-fold cross validation (k katlamalı çapraz doğrulama) yöntemi kullanılmıştır. Veri seti sayısının az olması nedeni ile sınıflandırma algoritmasının ezberleme yapmaması için bu yöntem tercih edilmiştir.

### 2.6.2. Sınıflandırma algoritmasının doğruluğunu test etme yöntemi

Standart ölçütlerin kullanılması modellerin performanslarının hesaplaması için önemli olduğu ifade edilmektedir. Genellikle sınıflama modellerinin karşılaştırılmasında hata oranı hesaplanmaktadır (Kökyer, 2014). İki sınıflı model için karışıklık matrisi (Confusion matrix) Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Karışıklık matrisi

Karışıklık matrisi		Tahmin Sınıf	
		Sınıf1	Sınıf2
Gerçek Sınıf	Sınıf1	TP	FN
	Sınıf2	FP	TN

Bu matriste;

True Positive (TP) değeri, tahmin sonucunda sınıf değerinin evet (Positive) ve gerçekte ise ilgili sınıf değerinin evet (Positive) olduğunu ifade etmektedir.

False Positive (FP) değeri, tahmin sonucunda sınıf değerinin evet (Positive) ve gerçekte ise ilgili sınıf değerinin hayır (Negative) olduğunu ifade etmektedir.

True Negative (TN) değeri, tahmin sonrası sınıf değerinin hayır (Negative) ve gerçekte ise sınıf değerinin hayır (Negative) olduğunu ifade etmektedir.

False Negative (FN) değeri, tahmin sonrası sınıf değerinin hayır (Negative) ve gerçekte ise sınıf değerinin evet (Positive) olduğunu ifade etmektedir.

Duyarlık Değeri (Precision), doğru sınıflandırılmış pozitif örnek sayısının (TP), toplam pozitif örnek sayısına (TP+FP) bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

$$Duyarlilik = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.12)$$

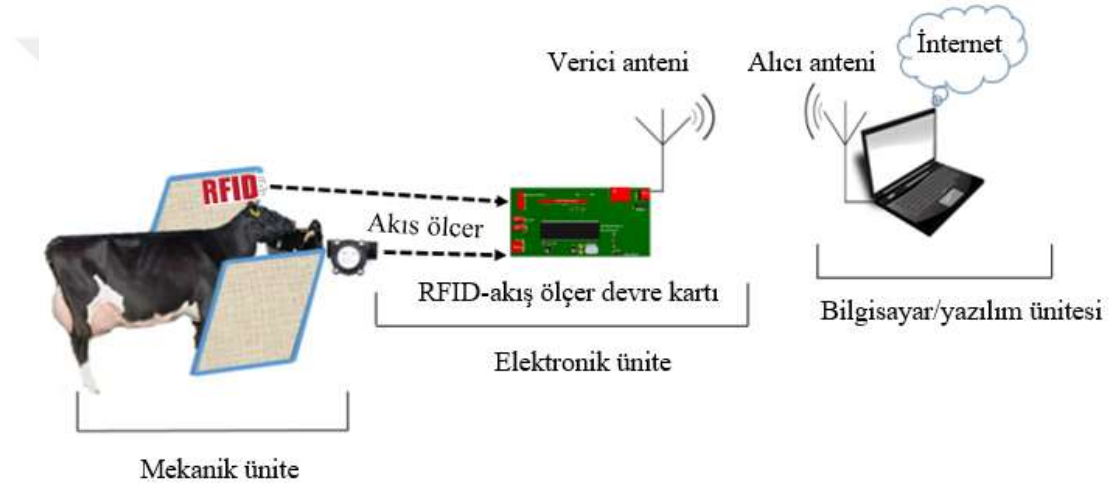
Doğruluk (Accuracy), doğru sınıflanmış pozitif ve negatif değerlerin sayısının toplamının (TP + TN), sınıflanan verilerin sayısına (TP + FP + TN + FN) bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

$$Dogruluk = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (2.13)$$



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bireysel su tüketimi otomatik ölçme sistemi, su içmek için suluğa gelen süt sığırının RFID küpesinden kimlik numarasını okumakta ve içtiği su miktarına karşılık gelen pals sayısını akış ölçer ile saymaktadır. Su içen ineğin kimlik numarası ve pals sayısı RF kablosuz veri iletim sistemi ile bilgisayara aktarılmaktadır. Bilgisayara gelen veriler, geliş zamanıyla eşleştirilerek veri tabanına kayıt edilmektedir. Tasarımı ve imalatı yapılan bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin şematik resmi Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi

Bireysel su tüketim otomatik ölçme sistemi 3 ana üniteden oluşmuştur. Bu üniteler

- 1- Mekanik ünite,
- 2- Elektronik ünite,
- 3- Bilgisayar/yazılım ünitesidir.

Bireysel su tüketimi otomatik ölçme sistemi için ilk ve son prototip olarak iki farklı prototip geliştirilmiştir. İmal edildikten sonra her iki prototiple de süt sığırını işletmesinde ön denemeler yapılarak eksiklik ve hatalar tespit edilmiştir. İlk prototipin süt sığırını işletmesinde yapılan ön denemelerinde tespit edilen eksiklik ve hatalar, son prototipin tasarımında ve imalatında dikkate alınmıştır. Son prototipin süt sığırını işletmesinde yapılan ön denemelerinde süt sığırlarının bireysel su tüketimlerinin doğru olarak ölçüldüğü,

bilgisayara tam olarak aktarıldığı ve kayıt edildiği belirlendikten sonra asıl denemelere başlanmıştır. Ön denemelerde tespit edilen eksikliklere ve hatalara yönelik yapılan iyileştirmeler, ilerideki bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır.

### **3.1. Bireysel Su Tüketimi Otomatik Ölçüm Sisteminin Tasarım Ön Koşulları**

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin yapması gereken görevler aşağıda sıralanmıştır:

- 1- Su içmek için gelen süt sığırını tanımalıdır. Su içmek için gelen süt sığırının kulağında bulunan küpeden kimlik numarası RFID anten yardımıyla doğru olarak okunmalı ve kayıt etmelidir.
- 2- İneğin içtiği toplam su miktarını ölçmeli ve kayıt etmelidir.
- 3- Kimlik numarası ve içilen su miktarını kablosuz olarak bilgisayara göndermelidir: Su içmek için gelen ineğin RFID kimlik numarası ve içtiği su miktarı belirli zaman aralıklarında RF verici/alıcı anten aracılığıyla bilgisayara göndermelidir.
- 4- Gelen veriyi bilgisayarda saklamalı ve istenildiğinde veriyi sunabilmelidir.

Otomatik ölçüm sisteminin yukarıda verilen görevleri yerine getirirken, aşağıda sıralanan hataları yapmaması gerekir:

- Su tüketimi için gelen süt sığırının kimlik numarasını eksik okumak, yanlış okumak veya hiç okuyamamak.
- Süt sığırının içtiği su miktarını yanlış ölçmek veya hiç ölçmemek.
- Süt sığırının içtiği su miktarını ve kimlik numarasını kablosuz veri aktarımı sırasında iletememek.
- Bilgisayarda veriyi kaybetmek veya günlük su tüketim miktarlarını yanlış hesaplamak.

### 3.2. Bireysel Su Tüketimi Otomatik Ölçüm Sisteminin İmalatı

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin üç ana ünitesine (mekanik ünite, elektronik ünite ve bilgisayar/yazılım ünitesi) yönelik yapılan tasarımlar, imalatlar ve iyileştirmeler ünitelere ait bölümlerde verilmiştir.

#### 3.2.1. Mekanik ünite

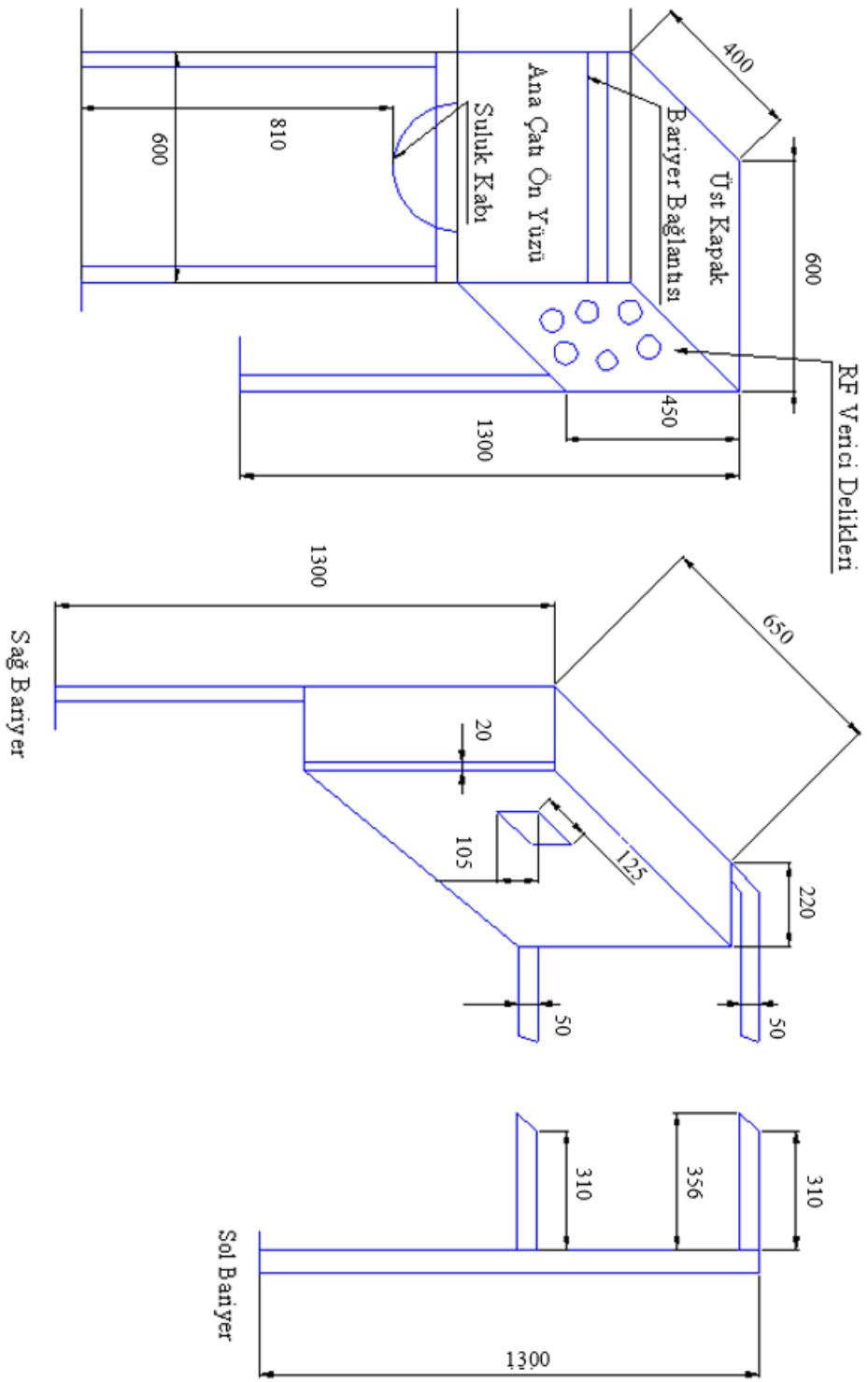
Mekanik ünite; süt sığırlarının aynı anda aynı suluktan su içmelerini engelleyen bariyerlerden, suluk, su tesisatı, elektronik ünite/akü koruma kutusu, güç besleme kaynağı koruma kutusu ve RF anten direğinden oluşmuştur.

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin ilk prototipin mekanik ünitesinin genel görünüşü Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. İlk prototipe ait mekanik ünite

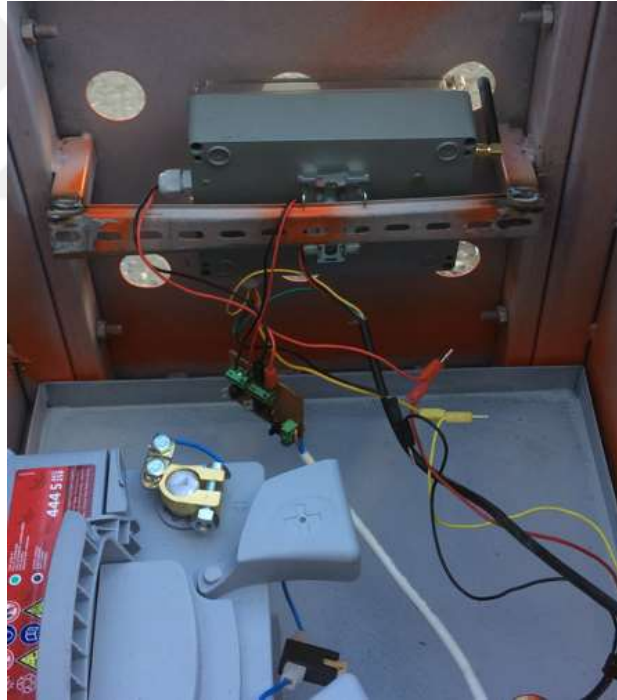
İlk prototipin teknik resmi ve ölçüleri Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3. İlk prototipin teknik resmi ve ölçüleri

İlk prototipin mekanik ünitesi; valfli suluğu, sağ/sol bariyerler ve suluğun arkasına yerleştirilen elektronik ünite/akü koruma kutusundan meydana gelmiştir. Sağ bariyer üzerine RFID anten yerleştirilmiştir.

İlk prototipin bariyerlerinin ve elektronik ünite/akü koruma kutusunun çerçevesi ve ayakları 50x50 mm ve 40x40 mm boyutlarında içi boş kare demir profillerden yapılmıştır. Koruma kutusunun çerçevesi 1.5 mm kalınlığında demir sac ile kapatılmıştır. Koruma kutusunun üst yüzeyine kilitlenebilir kapak takılmıştır. Elektronik ünite, akü ve RF anten koruma kutusu içerisine yerleştirildikten sonra kapak kapatılarak kilitlenebilmektedir. Şekil 3.4'te koruma kutusunun içerisi görülmektedir. Elektronik ünite üzerinde bulunan RF verici modülünün gönderdiği sinyallerin engellenmemesi için koruma kutusunun sol yan yüzüne delikler açılmıştır.



Şekil 3.4. Elektronik ünite/akü koruma kutusu

Sol bariyerin üst bölümü 1.5 mm kalınlığında demir sac ile kapatılarak süt sığırlarının yanlardan suluğa erişmeleri engellenmiştir. Suluğu dışındaki süt sığırlarının küpelerinin okunmaması için sağ bariyerin üst bölümü kutu şeklinde imal edilmiştir. Kutunun yüzeyleri 1.5 mm kalınlığında demir sac ile kaplanmıştır. Kutunun suluğa bakan yüzeyinde bir boşluk açılarak RFID anten yerleştirilmiştir. Kutunun suluğa bakan

yüzeyindeki demir sac malzemenin RFID antenin çalışmasını engellediği tespit edilmiş ve 17 mm kalınlığında 650x600 mm boyutlarında ahşap (suntalam) levha ile değiştirilmiştir. Suntalam levha, RFID antenin çalışmasında bir sorun oluşturmamıştır.

Şekil 3.5'te RFID antenin sağ bariyer kutusuna yerleştirilmiş son hali görülmektedir.



Şekil 3.5. Sağ bariyer kutusu ve RFID anteni

İlk prototipte valfli suluk tipi kullanılmıştır. Valfli suluk üst kenarının yerden yüksekliği 81 cm olacak şekilde ana çatı üzerine monte edilmiştir (Şekil 3.6). Suluk kabının sağ ve sol yanlarını çevreleyen iki bariyer arasındaki mesafe 50 cm ile 70 cm arasında 5 cm aralıklarla ayarlanabilmektedir.



Şekil 3.6. Valfli suluğun ana çatıya bağlantısı

Süt sığırı işletmesinde ilk prototipin ön denemeleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. İki süt sığırının aynı anda su tüketmesi

İlk prototiple yapılan ön denemelerde sağ/sol bariyerlerin (65 cm) kısa olması nedeniyle iki süt sığırının aynı anda su içebildiği görülmüştür. Bu gözlem, son prototipte bariyerlerin uzunluğunun artırılmasının gerektiğini ortaya koymuştur.

İlk prototipte kullanılan valfli sulukta su akış mekanizması olarak boru tipi valf kullanılmaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Valfli suluk

Süt sığırı burnu ile suluk kabı içerisindeki valfi iterek su akışı sağlamaktadır. Suluk kabının valfinin zor açılması sebebiyle az miktarlarda su akışı olduğu, süt sığırlarının su içerken hava da yuttukları ve öksürdüğü görülmüştür. Bu gözlem nedeniyle son prototipte valfli suluk kullanılmamıştır. Otomatik ölçme sistemi için gerekli olan su ihtiyacı tarımsal işletmenin su şebekesinden sağlanmıştır. Su kabının su şebekesine bağlantısı için flexi hortumlar ve vanalar kullanılmıştır. Su bağlantısı için kullanılan hortum üzerine akış ölçer ve pislik tutucu filtre takılmıştır (Şekil 3.9). Bu filtre sayesinde, su bağlantı tesisatı içerisinde bulunan pislik ve tortu tutularak akış ölçer ve suluk kabına gitmesi engellenmiştir. Otomatik ölçüm sisteminin arıza yapmadan uzun süre çalışması sağlanmıştır.

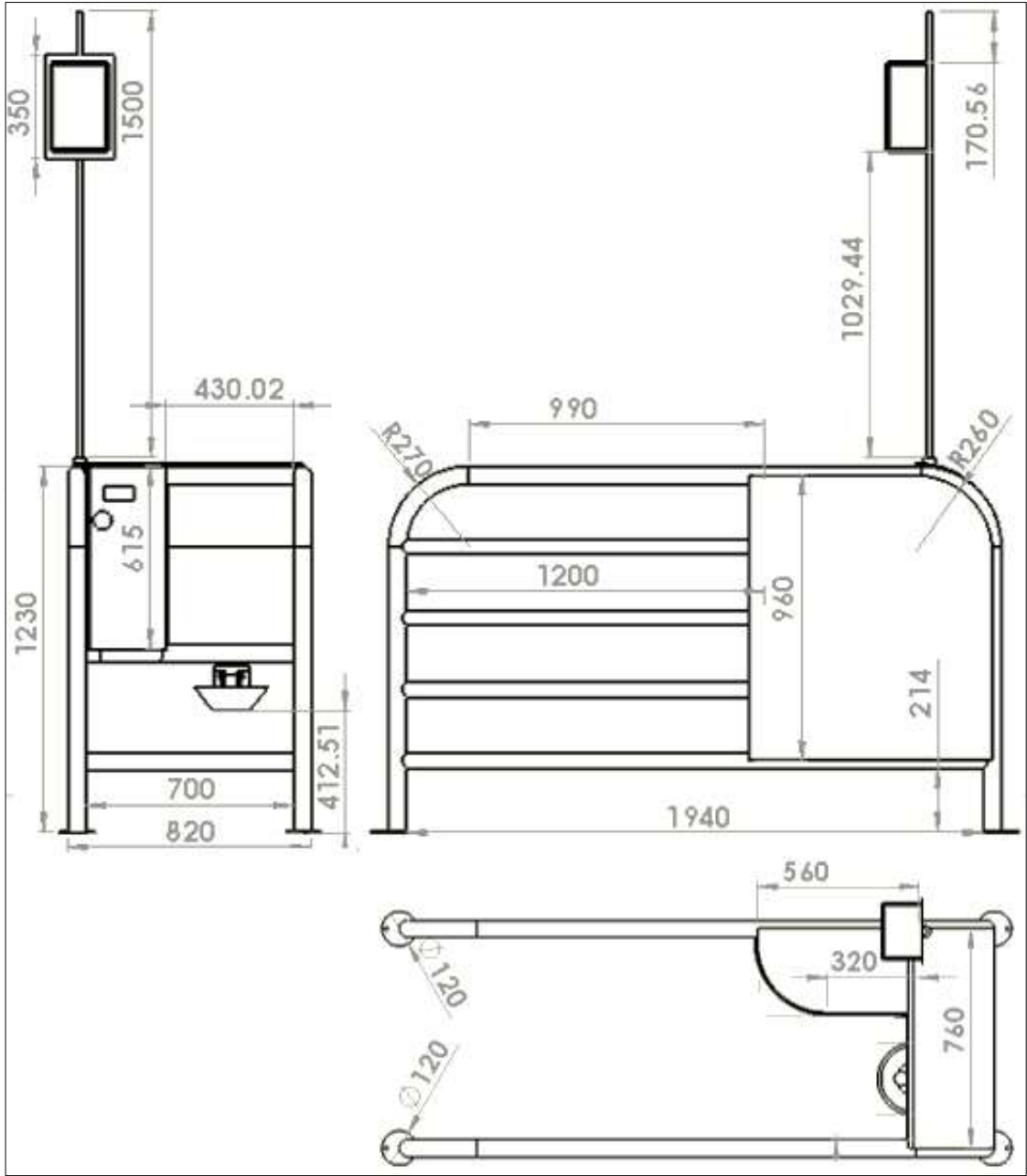


Şekil 3.9. Pislik tutucu filtre ve akış ölçer bağlantısı



İlk prototiple yapılan ön denemelerde mekanik üniteyle ilgili tespit edilen eksikler ve hatalar dikkate alınarak son prototipin mekanik ünitesi tasarlanmıştır. İlk olarak sağ ve sol bariyerlerin uzunlukları (1940 mm) artırılmıştır. Elektronik ünite/akü koruma kutusu suluğun arka kısmından kaldırılmıştır. Sağ bariyer üzerindeki RFID anteni taşıyan kutu genişletilmiş ve kapaklı hale getirilmiştir. Bu kutu, elektronik ünite/akü koruma kutusu olarak kullanılmıştır. Fiziksel engellerden RF sinyallerinin daha az etkilenmesi için ilk prototipte kutu içerisinde bulunan RF anten, kutu dışında ve borudan yapılmış direk üzerine yerden 2730 mm yükseklikte olacak şekilde yerleştirilmiştir. Son prototipin mekanik ünitesinin teknik ölçüleri Şekil 3.10'da verilmiştir.





Şekil 3.10. Son prototipin mekanik ünitesinin teknik resmi ve boyutları (mm)

Bariyerlerin çerçevesinin yapımında dış çapı 60 mm ve et kalınlığı 3.20 mm olan içi boş yuvarlak demir profil kullanılmıştır. Bariyerlerin ara bölme parmakları ise et kalınlığı 3 mm ve dış çapı 42 mm olan yuvarlak demir profil kullanılmıştır.

Son prototipin ön denemelerinde tekli donmaz suluk kullanılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Tek toplu donmaz suluk

Donmaz suluğun bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemine yerleştirilmiş hali Şekil 3.12-a'da verilmiştir. Donmaz sulukların yalak tipinde olması sebebiyle, süt sığırının su içmeye başlamasından belirli bir süre sonra şamandıranın açıldığı ve hayvanın su içmesinin tamamlamasından belirli bir süre sonra dahi su akışının kesilmediği görülmüştür. Su akışı belirli bir süre kesilmediği için su tüketmek için sonradan gelen bir başka süt sığırının tükettiği su miktarı da önceden gelen süt sığına yazıldığı tespit edilmiştir. Donmaz suluğun yalağı, hızlı kirlendiği için sık sık temizlenmesi gerekmiştir (Şekil 3.12-b). Yaşanan bu olumsuzluklar nedeniyle donmaz suluğun değiştirilmesine karar verilmiştir.



a)



b)

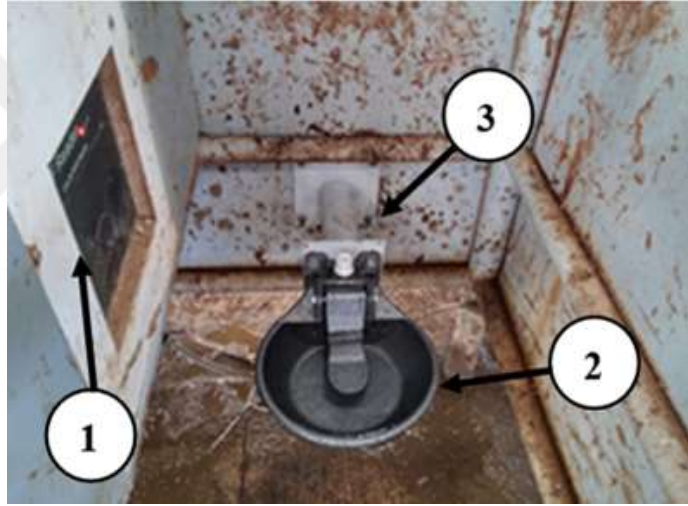
Şekil 3.12. Donmaz suluk (a. Genel görünüş b. Donmaz suluk içi)

Son olarak dilli suluk seçilmiş ve yapılan ön denemelerde süt sığırlarının suluğun dilini kolaylıkla iterek yeterli su akışını sağladıkları görülmüştür. (Şekil 3.13).



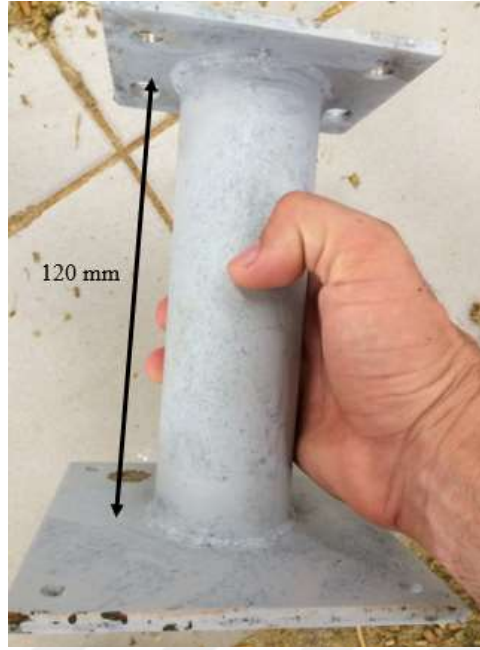
Şekil 3.13. Dilli suluk

Şekil 3.14’te otomatik ölçüm sisteminde kullanılan RFID antenin ve suluk kabının konumları gösterilmektedir.

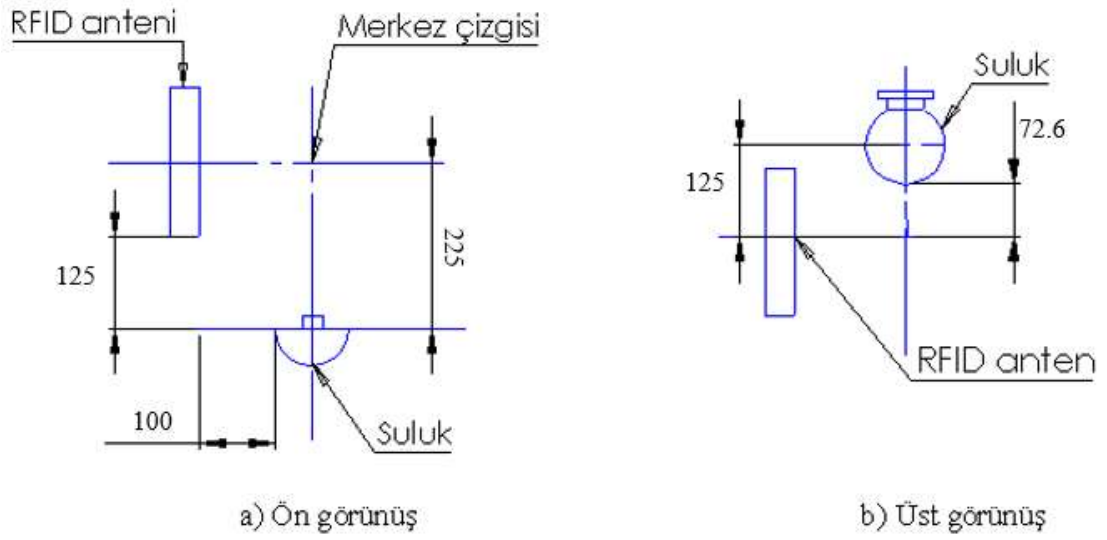


Şekil 3.14. Otomatik ölçüm sistemi (1. RFID anteni, 2. Dilli suluk, 3. Suluk tespit kolu)

Yapılan ön denemelerde dilli suluğun monte edildiği suluk tespit kolu uzunluğu 200 mm seçilmiştir. Baş kısmı büyük olan süt sığırlarının kimlik numaralarının doğru olarak okunamadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle suluk tespit kolunun uzunluğu 200 mm’den 120 mm’ye düşürülerek sorun giderilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Tespit kolu



Şekil 3.16. RFID anteni ve suluğun konumlandırılması

RFID anteni ve suluğun birbirlerine göre yatay ve düşey konumları Şekil 3.16'da verilmiştir.

Suluk kabının üst yüzeyinden RFID merkezine olan düşey mesafenin 225 mm olmasının ve suluk kabının merkezi ile anten merkezi arasındaki yatay mesafenin 1250 mm olmasının yeterli olduğu görülmüştür.

### 3.2.2. Elektronik ünite

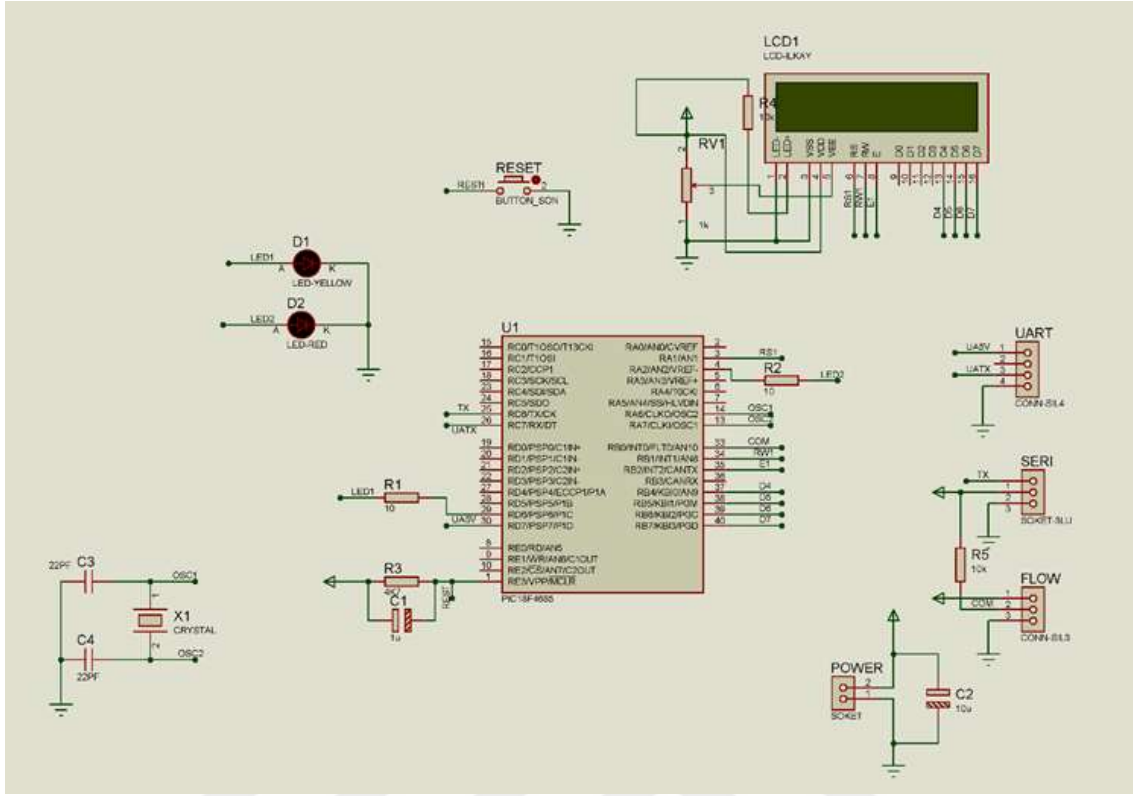
Elektronik ünite, süt sığırlarının bireysel olarak içtikleri suyun ölçülmesi, RFID kimliklerinin okunması ve ölçülen verilerin bilgisayara gönderilmesi görevini yapan ünite dir.

Tasarımı ve imalatı yapılan elektronik ünite aşağıda bileşenlerden meydana gelmiştir:

- 1- PIC18F4685 mikrodene tleyici (Şekil 3.18)
- 2- RFID-akış ölçer devre kartı
- 3- LCD ekran (16x2)
- 4- Akış ölçer (Pals çıkışlı)
- 5- RFID anten ve modülü
- 6- RF verici/alıcı modül
- 7- Akü (12 V 60 Ah)
- 8- Besleme ünitesi (12 V 10 A adaptör, kaçak akım rölesi)
- 9- Güç besleme devresi

PIC 18F4685 mikrodene tleyicisinde, CISC ve CPU özellikleri bulunmaktadır. Mikrodene tleyicinin maksimum saat frekansı 40 MHZ ve 10 MIPS özelliklerine sahiptir. Gerektiğinde daha yüksek UART band hızları elde etmek için 11.059.200 Hz kristal osilatör kullanılmıştır. Mikrodene tleyici devresinde 2 adet seramik kondansatör, 1 adet 4.7 k $\Omega$  ve 3 adet 20 k $\Omega$  direnç kullanılmıştır.

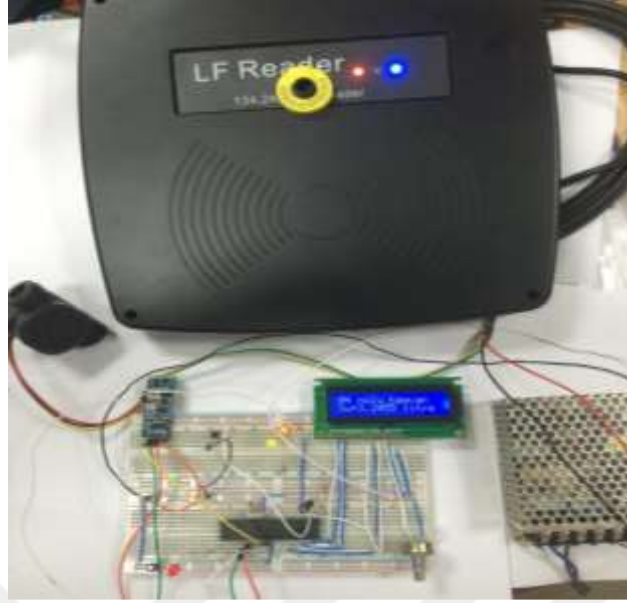
Akış ölçer, RFID anteni ve RF verici modülünün birbirleri ile uyumlu çalışabilmesi için PIC 18F4685 RFID-akış ölçer devre kartı geliştirilmiştir. Tasarımı yapılan RFID-akış ölçer devre kartının istenen şekilde çalıştığını belirlemek için proteus programında devre çizilerek çalıştırılmıştır. Şekil 3.17'de tasarlanan RFID-akış ölçer elektronik devre kartının proteus simülasyonu verilmiştir. Proteus simülasyonun istenen sonuçları vermesinden sonra devre breadboard üzerine kurulmuştur (Şekil 3.18).



Şekil 3.17. RFID-akış ölçer devresi proteus simülasyonu

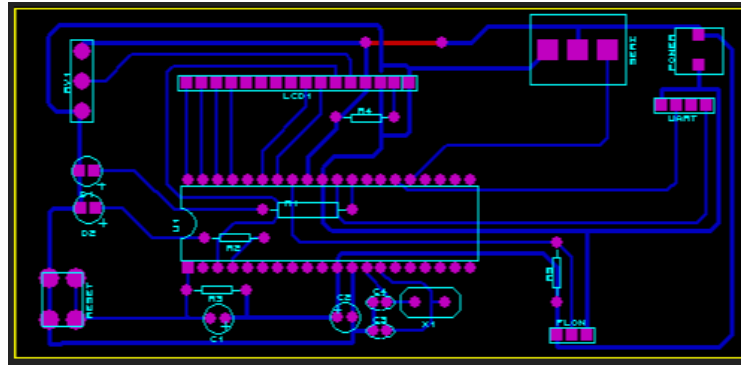
Devrenin ana elmanı PIC 18F4685 olup pinlerine akış ölçer, RFID anten, RF verici modül ve LCD ekran bağlanmıştır. PIC 18F4685 mikrodenetleyicisinin harici kesme ucuna akış ölçer bağlanmıştır. Ekranın çalışabilmesi için 10 k $\Omega$ 'luk potansiyometre kullanılmıştır. Devre üzerine programın çalıştığından ve veri göndermenin gerçekleştiğinden emin olabilmek için yanıp sönen iki adet led devreye bağlanmıştır.





Şekil 3.18. Breadboard üzerine RFID-akış ölçer devresi kurulumu

Breadboard üzerinde kurulan devrenin istenen şekilde çalıştığına emin olunduktan sonra baskı devresi yapılmıştır. Baskı devresinin hazırlanmasında öncelikle Proteus 7.1 programındaki ISIS modülünde hazırlanan devre aynı programın ARES modülüne aktarılmıştır. ARES modülünde oluşturulan devrenin son hali Şekil 3.19’da verilmiştir.



Şekil 3.19. ARES programında çizilen devre kartının görünümü

ARES modülünde son şekli verilen devre asetat kâğıdına basılmıştır. Daha sonra asetat kağıdı üzerindeki devre 6x10 cm boyutlarındaki bakır plaket üzerine aktarılmıştır. Bakır plaket üzerinde oluşturulan deliklere devre elemanları lehimlenerek imalat tamamlanmıştır.

RFID kimlik numarasının ve pals sayısının anlık olarak izlenebilmesi için RFID-akış ölçer kartı üzerinde 2x16 LCD yerleştirilmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. 2x16 LCD

LCD ekranda bulunan 14 adet pinin görevi Çizelge 3.1’de verilmiştir. Görevlerine uygun olacak şekilde LCD pinlerinin mikrodenetleyici pinlerine bağlantısı Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. LCD pinlerinin görevi

Pin no	Görevi
1	Vdd (5V gerilim pini)
2	Vss (Şase pini)
3	Vee (Kontrast pini)
4	RS (Veri pini)
5	R/W (Okuma/yazma pini)
6	E (Uygulama izin pini)
7	D0 (0. veri pini)
8	D1 (1. veri pini)
9	D2 (2. veri pini)
10	D3 (3. veri pini)
11	D4 (4. veri pini)
12	D5 (5. veri pini)
13	D6 (6. veri pini)
14	D7 (7. veri pini)

Çizelge 3.2. Mikrodenetleyici portuna bağlanan LCD pinleri

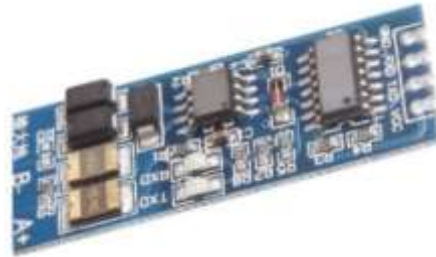
LCD pin no	Mikrodenetleyici portu
RS	RA1/AN1 (3)
RW	RB1/INT1/AN8 (34)
E	RB2/INT2/CANTX (35)
D4	RB4/KB10/AN9 (37)
D5	RB5/KB11/PGM (38)
D6	RB6/KB12/PGC (39)
D7	RB7/KB13/AN9 (40)

Su içmek için gelen süt sığırlarının kimliklerinin tespit edilebilmesi için ISO 11785 standardına uygun, 134.2 kHz bandında çalışan ve RS 485 iletişim protokolüne sahip (Şekil 3.21) RFID anteni kullanılmıştır.



Şekil 3.21. RFID anteni

RFID anteni haberleşmesi için üzerinde MAX485 entegresi bulunan RS485- TTL UART seri dönüştürücü modül kullanılmıştır (Şekil 3.22). (RS485/RS422, Maxim Integrated, Çin).



Şekil 3.22. RS 485 UART seri dönüştürücü

Süt sığırlarının kimliklerinin tanımlanabilmesi için Şekil 3.23'te verilen ISO 11784 standardına uygun küpeler takılmıştır. Bu küpeler 7 g ağırlığında olup eşsiz kimlik numarasına sahiptir.



Şekil 3.23. RFID kulak küpesi

Süt sığırlarının içtikleri suyun belirlenmesi için 1-30 l/d ölçüm aralığına sahip akış ölçer kullanılmıştır (Şekil 3.24) (YF-S201, Sea, Çin).



Şekil 3.24. Akış ölçer

Elektronik ünitelerden verilerin bilgisayara kablosuz olarak gönderilmesi için ilk prototipte APC220 verici/alıcı modül kullanılmıştır (Şekil 3.25) (APC220, DF Robot, Çin). Bu verici/alıcı modülün teknik özellikleri Çizelge 3.3'te verilmiştir. Bu modülün kullanıldığı ilk prototip ile yapılan ön denemelerde verinin ancak 70 m'ye kadar gönderildiği tespit edilmiştir. Bu mesafe asıl denemeler için yetersiz olduğundan son prototipte Hoperf verici/alıcı modül kullanılmıştır (Şekil 3.26) (HM-TRLR-D, HOPE Microelectronics, Çin). Hoperf verici/alıcı modülün teknik özellikleri Çizelge 3.4'te teknik özellikleri verilmiştir. Son prototipte yapılan ön denemelerde Hoperf verici/alıcı modülü veri iletiminde herhangi bir aksaklığa neden olmadan çalışmıştır.



Şekil 3.25. APC220 model RF verici/alıcı modül

Çizelge 3.3. APC220 model RF verici/alıcı modülün teknik özellikleri

Çalışma frekansı	431-478 MHz
Besleme gerilimi	3.3-5V
Akım	<25-35mA
Haberleşme mesafesi	1200 metre
Haberleşme arayüzü	UART/TTL
Baud hızı	1200-19200 bps
Alıcı buffer	256 Bayt
Ağırlık	30g



Şekil 3.26. Hoperf RF verici/alıcı modül

Çizelge 3.4. Hoperf RF verici/alıcı modülünün teknik özellikleri

ISM band	433/470/868/915MHz
Maksimum çıkış gücü	100mW (20dBm)
Hassiyet	-139dBm
Standart arayüz	TTL UART/RS232/RS485
Tx besleme gücü	130mA@20dBm, 35mA@13dBm
Rx besleme gücü	20mA
Düşük akımlı uyku modu	2uA
İletişim hızı	1.2kbps -115.2kbps
İletişim mesafesi	5km (açık havada)

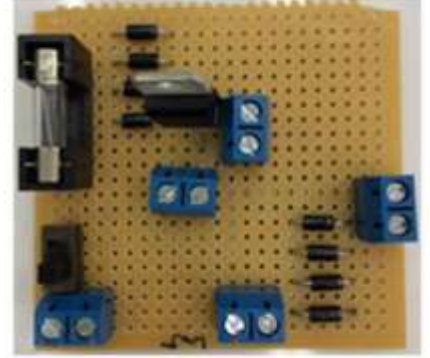
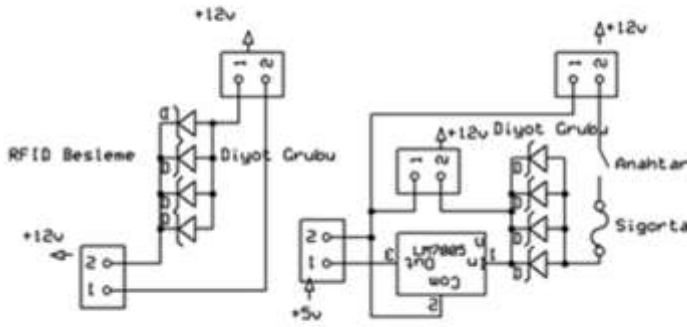
Elektronik ünite bileşenlerinden RFID-akış ölçer devre kartı 5 V ve RFID anteni ise yaklaşık 12 V gerilim ile çalışmaktadır. Elektronik ünite toplam 1.898 W enerji tüketmektedir. Gerekli elektrik enerjisinin sağlanması için ilk prototip 12 V 72 Ah akü kullanılmıştır. Akünün kısa sürelerde (10 gün) geriliminin düşmesi nedeni ile 20 W'lık PV panel ile şarj edilmiştir (Şekil 3.27). PV panelinin de yetersiz kalması nedeni ile son prototipte akünün şebekeden şarj edilmesine karar verilmiştir.



Şekil 3.27. PV panel

Şebeke elektriğinin olduğu zamanlarda akülerin şarj edilebilmesi için bir güç besleme devre kartı ve güç besleme panosu tasarlanmış ve imal edilmiştir. Geliştirilen besleme ünitesi; pano, 12V 10Ah ve switch mod özelliğine sahip güç kaynağı, 30 mA kaçak akım rölesi ve bağlantı konektöründen oluşmuştur. Geliştirilen besleme ünitesi, aynı anda 3 ayrı bireysel su tüketimi ölçüm sisteminin akülerinin şarj edilmesi için kullanılmıştır.

Şebeke elektriğinin olmadığı durumlarda akü üzerindeki yükün şebekeye doğru gitmesini engellemek ve aküden gelen 12 V gerilimin elektronik ünite için 5 V'a dönüştürmek için güç besleme devresi tasarlanmış ve imal edilmiştir (Şekil 3.28). Gerilimin düşürülmesi için 7805 engresi ve elektronik ünitenin zarar görmemesi için 5 V cam sigorta kullanılmıştır.



Şekil 3.28. Güç besleme devresi

Süt sığırı işletmesi koşullarında kararlı ve uzun ömürlü çalışabilmeleri için RFID-akış ölçer devre kartı ve devre elemanları koruma kutusu içerisine sabitlenmiştir (Şekil 3.29).



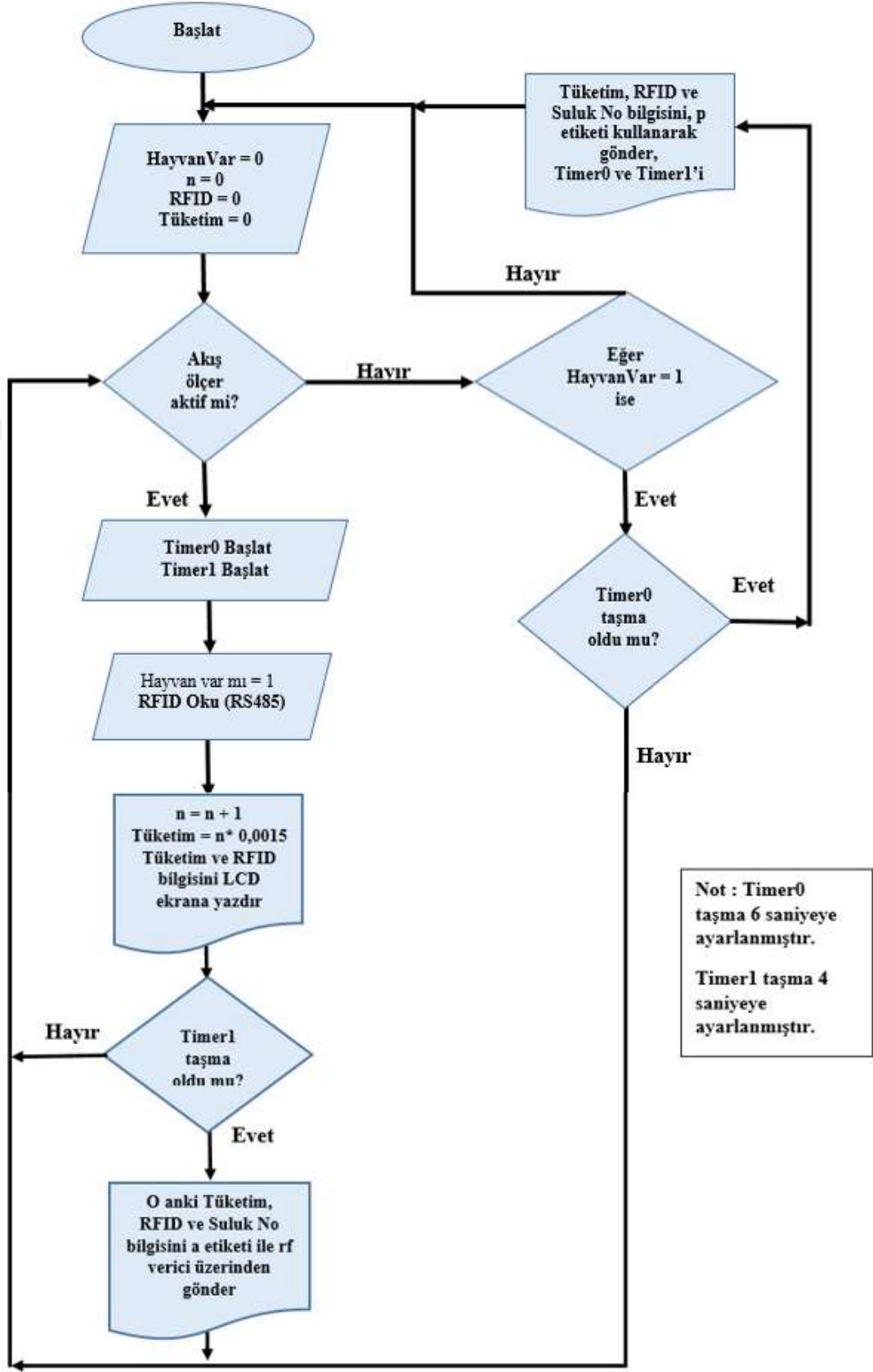
Şekil 3.29. PIC 18F4685 mikrodnetleyici tabanlı RFID-akış ölçer devre kartı ve koruma kutusu

Bireysel su tüketimi ölçüm sisteminin istenen şekilde çalışabilmesi için Şekil 3.30'da verilen akış diyagramı geliştirilmiştir. Bu akış diyagramında başlangıç değerleri sıfıra ayarlanmıştır ve zamanlayıcılar pasif halde bulunmaktadır. Süt sığırı su içmek için geldiğinde RFID anten tarafından RFID kulak küpesindeki kimlik numarası okunmakta ve su akışının (süt sığırının su tüketimine başlaması ile) başlamasıyla aktif olan akış ölçer, pals (sayısal sinyal) göndermeye başlamaktadır. Mikrodnetleyici palsleri saymaya başladığında Timer1 değişkeni etkinleşmektedir. Mikrodnetleyici saydığı palsleri her 4 saniyede bir bilgisayara göndermekte ve bu esnada Timer1 değişkeni sıfırlanmaktadır. Bu işlem su içme süresince sürekli tekrarlanmaktadır. Su içme işlemi tamamlandığı anda Timer0 aktif olmakta ve Timer1 değişkeni ise pasif konuma geçmektedir. Su akışının

devam etmediği süre 6 saniye olduğunda son kez toplam sayılan palsler bilgisayara gönderilmekte ve Timer0 değişkeni sıfırlanarak pasif hale gelmektedir. Akış ölçer tekrar çalışmaya başladığında yukarıda açıklanan süreç yinelenmektedir. Yukarıda açıklanan akış diyagramına uygun şekilde mikrodenetleyicinin çalışması için geliştirilen program CCS C derleyicisi derlenmiş ve PIC KIT2 programlayıcısı ile mikrodenetleyiciye yüklenmiştir.







Şekil 3.30. PIC 18F4685 temelli RFID-akış ölçer devresinin akış diyagramı

### 3.2.3. Bilgisayar/yazılım ünitesi

Bilgisayar/yazılım ünitesi, elektronik üniten gönderilen RFID kimlik numarası ve su tüketim verilerini hafızasında saklayan, işleyen ve gerektiğinde internet üzerinden gönderen ünedir.

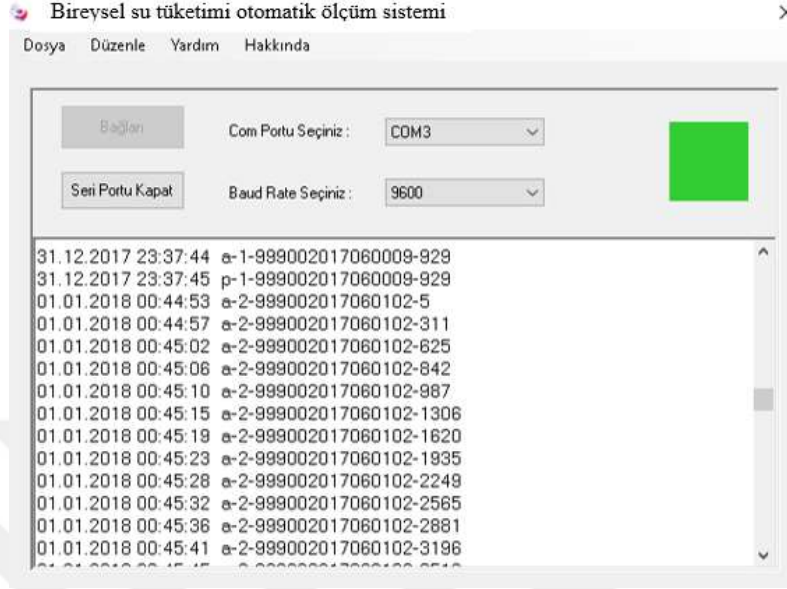
Elektronik üniteden gelen verilerin saklanması için Access veri tabanı kullanılmıştır. Gerektiğinde verilerin izlenmesi için C# programlama dilinde hazırlanan arayüz programı oluşturulmuştur. Yapılan denemelerde güç tüketiminin az olması ve kendi içerisinde pil bulunması nedeniyle tablet bilgisayar (10.1" Laptop Tablet Intel Atom Z3775 2GB RAM, 32GB, ASUS) kullanılmıştır. Süt sığırı işletmesinde yaşanan elektrik kesintileri süresince tablet bilgisayarın pili yeterli olmuştur (Şekil 3.31) Elektronik üniteden gönderilen verilerin alınması için kullanılan RF alıcı modül bilgisayar COM3 seri portuna bağlanmıştır.



Şekil 3.31. Tablet bilgisayar ve RF alıcı modül

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin işleyişinin süt sığırı işletmesi dışarısından da takip etmek ve gerektiğinde verileri almak için Turkcell VINN WIFI (MF 190 7.2 Mb/s 3G Modem, Türkcell, Türkiye) alınarak tablet bilgisayara bağlanmıştır.

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin arayüz programı Şekil 3.32’de verilmiştir.



Şekil 3.32. Arayüz programı

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin ilk prototipinin süt sığırcı işletmesinde yapılan ön denemelerinde elde edilen veri satırlarının genel görünümü Şekil 3.33-a’da verilmiştir. Veri tabanına kayıt edilen veri satırlarında sırasıyla tarih ve zaman bilgisi, suluk durumu bilgisi, süt sığırcı RFID kimlik numarası ve toplam pals sayısı verilmektedir. Şekil 3.33-a incelendiğinde “p” harfi su içmenin sonlandığını göstermektedir. “p” harfinden sonra gelen ve iki tire arasında verilen sayı suluk numarasını vermektedir. 15 haneli sayısal veri dizini ise RFID kimlik numarasını vermektedir. RFID kimlik numarasında sonra gelen ve tire ile ayrılmış sayısal değer ise pals sayısını vermektedir. Veri tabanına kayıt edilen bazı RFID kimlik numaralarında sayıların dışında başka sembollerinde (00161013000739# veya \$A0112OKD999001) olduğu görülmüştür. Bu durum, RFID kimlik numarasının RFID antenin doğru okunmamasında kaynaklanmıştır. Bu yanlış okumanın sebebinin RFID küpesi ile RFID antenin birbiriyle olan mesafesinin su içme esnasında hayvanın hareketine bağlı olarak değişmesi olduğu düşünülmektedir. Doğru RFID kimlik numarasının okunabilmesi için su içme esnasında her 4 saniyede bir pals sayılarının bilgisayar/yazılım ünitesine gönderilmesine karar verilmiştir. Şekil 3.33-b’de verilen veri satırlarında görülen “a” harfi 4 saniyede bir gönderilen verilere ait olup su içmenin devam ettiğini göstermektedir. Böylece bir veri satırında yanlış verilen RFID kimlik numarasını önceki ve sonraki veri satırları ile kıyaslaması yapılarak doğru RFID

kimlik numarası belirlenmeye çalışılmıştır. Örneğin “01837#610130018” RFID kimlik numarasının doğru değerinin “99900161013018” olarak bir önceki satırda kayıt edildiği görülmektedir.

Suluk durumu pasif (p)	Akış ölçer ölçüm miktarı RFID no ( Pals sayısı)	Suluk durumu aktif (a)	Suluk no)
17.05.2017 16.03.09	p-1-999001610130007-283	7.06.2017 14:52:00	p-1-999001610130018-3846
17.05.2017 16.03.23		7.06.2017 14:52:33	a-1-999001610130018:5
17.05.2017 16.03.23	p-1-0016 1013000739#-220	7.06.2017 14:52:27	a-1-999001610130018-434
17.05.2017 16.03.46		7.06.2017 14:52:32	a-1-999001610130018-851
17.05.2017 16.03.46	p-1-999001610130007-899	7.06.2017 14:52:36	a-1-999001610130018-1283
17.05.2017 16.05.03		7.06.2017 14:52:40	a-1-999001610130018-1712
17.05.2017 16.05.03	p-1-ŞA0112OKD999001-322	7.06.2017 14:52:44	a-1-999001610130018-2132
17.05.2017 16.05.38		7.06.2017 14:52:49	a-1-999001610130018-2549
17.05.2017 16.05.38	p-1-0016 1013005038#-64	7.06.2017 14:52:53	a-1-01837#610130018-2811
17.05.2017 16.06.14		7.06.2017 14:52:57	a-1-01837#610130018-2813
		7.06.2017 14:53:01	a-1-999001610130041-2813
		7.06.2017 14:53:03	p-1-999001610130041-2813
		7.06.2017 14:59:13	a-1-999001610130041-1

Şekil 3.33. Veri satırları

Yapılan ön denemelerde bazı hayvanlara RFID kimlik küpelerinin takılmasının unutulduğu görülmüştür. RFID kimlik küpelerinin takılmasının unutulduğu hayvanların su tüketimlerinin bir önceki su içen hayvanın RFID kimlik numarası ile kayıt edildiği tespit edilmiştir. Bu durumun önlenmesi için 15 basamaklı “0” haneli RFID kimlik numarası tanımlanmıştır. Böylece RFID kimlik numarası olmayan ve deneme alanı içerisine izinsiz alınan süt sığırları tespit edilmektedir RFID küpesi olmayan bir süt sığırları deneme alanında bulunan otomatik ölçüm sisteminden su tüketmesi durumunda tüketilen su miktarı “0” haneli RFID kimlik numarası adına veri tabanına kaydedilmektedir (Şekil 3.34).

Tarih	Saat	Suluk Durumu	Kimlik No	Ölçüm (Sinyal)
19.11.2017	11:09:22	p-2	<u>0000000000000000</u>	11059
19.11.2017	11:09:20	a-2	0000000000000000	11059
19.11.2017	11:09:16	a-2	0000000000000000	11056
19.11.2017	11:09:12	p-1	0000000000000000	2846
19.11.2017	11:09:09	a-1	0000000000000000	2846
19.11.2017	11:09:07	a-2	0000000000000000	10378
19.11.2017	11:09:05	a-1	0000000000000000	2830
19.11.2017	11:09:03	a-2	0000000000000000	10146
19.11.2017	11:09:00	a-1	0000000000000000	2648
19.11.2017	11:08:59	a-2	0000000000000000	9941
19.11.2017	11:08:56	a-1	0000000000000000	2454

Şekil 3.34. RFID küpesi olmayan süt sığırlarının su tüketimi

Yapılan ön denemeleri sonucunda RFID anteni ve sulukların konumlarının doğru seçilmesi, RFID küpesiz hayvanların su tüketimlerinin ayrılması ve aynı anda aynı suluktan birden fazla hayvanın su içmesinin engellenmesi sonucunda su tüketimi verilerinde doğru olarak elde edildiği görülmüştür (Şekil 3.35)

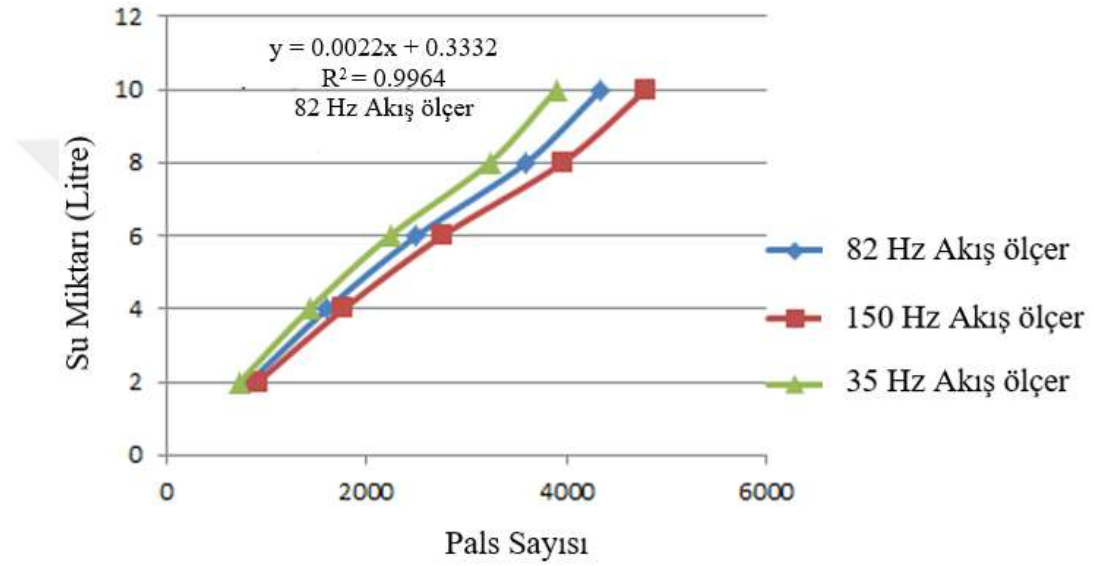
Tarih	Saat	Suluk Durumu	Kimlik No	Ölçüm (Sinyal)
23.11.2017	16:47:11	p-1	<u>999001610130008</u>	4949
23.11.2017	16:47:10	a-1	999001610130008	4949
23.11.2017	16:47:06	a-1	999001610130008	4945
23.11.2017	16:47:02	a-1	999001610130008	4683
23.11.2017	16:46:57	a-1	999001610130008	4376
23.11.2017	16:46:53	a-1	999001610130008	4057
23.11.2017	16:46:49	a-1	999001610130008	3731
23.11.2017	16:46:44	a-1	999001610130008	3407
23.11.2017	16:46:40	a-1	999001610130008	3081
23.11.2017	16:46:36	a-1	999001610130008	2759
23.11.2017	16:46:32	a-1	999001610130008	2433

Şekil 3.35. Doğru su tüketim verileri

### 3.3. Akış Ölçerlerin Kalibrasyonu

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminde kullanılan akış ölçerlerin kalibrasyonu için 2, 4, 6, 8 ve 10 litrelik su akışlarına karşı vermiş oldukları puls değerleri belirlenmiştir. Akış ölçerden geçen suyun akış hızı arttıkça ürettiği pulslerin frekansı artmıştır. Akış ölçerinin öncesine takılan su vanası yardımı ile suyun akış hızı ayarlanmış ve 3 farklı frekans değeri (35, 82 ve 150 Hz) elde edilmiştir. Bu frekanslarda

yapılan ölçüm değerleri Şekil 3.36'da verilmiştir. Frekans değerinin artması ile geçen su miktarına karşılık gelen pals sayısının kısmen arttığı görülmüştür. Bir litre su geçişine karşılık gelen pals değerinin belirlenmesi için ortalama pals değerleri üreten 82 Hz frekansa ait kalibrasyon eğrisi kullanılmıştır. Bu eğri, doğrusal bir eğri olup eğim değeri 0.0022 l/pals hesaplanmıştır. Dolayısıyla bir litre su geçişi için yaklaşık olarak 445 pals üretildiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.36. Akış ölçer kalibrasyon eğrisi

### 3.4. Süt Sığırlarının Su Tüketim Verilerinin Toplanması Denemeleri

Ön denemeleri başarıyla tamamlanan son prototipe uygun olarak imal edilen üç adet bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi süt sığırları işletmesinde asıl denemeler için ayrılan alana yerleştirilebilmiştir (Şekil 3.37). Üç adet otomatik ölçme sistemi, denemeler süresince yeterli olmuş ve herhangi bir zorlukla karşılaşılmamıştır. Su içmek için hayvanlar arasında bir çekişme ve suya ulaşamama problemi yaşanmamıştır.





Şekil 3.37. Montajı yapılan üç adet bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin genel görünüşü

Veri tabanına kayıt edilen su tüketimi ve zaman bilgileri kullanılarak her bir süt sığırının günlük su tüketim miktarları hesaplanmıştır. Günlük bireysel su tüketimlerinin hesaplanmasında gece 00:00'dan ertesi günün 00:00 zamanına kadar olan değerler dikkate alınmıştır. Gün içerisinde deneme alanına konulan veya deneme alanından alınan süt sığırlarının o güne ait su tüketim değerleri hesaplamalara katılmamıştır. Günlük su tüketim miktarlarının hesaplanması için bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Yazılımının hesapladığı günlük su tüketim değerlerinin doğruluğunun belirlemek amacıyla seçilen süt sığırlarına ait su tüketim verileri el ile hesaplanarak her iki değer karşılaştırılmıştır. Bu hesaplamalara ait sonuçlar Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Günlük su tüketim miktarlarının karşılaştırılması

RFID No	Tarih	Su Tüketimi	
		Elle Hesaplanan Miktarı (l)	Program ile Hesaplanan Miktarı (l)
999002017060043	26.09.2017	115.00	117.80
999002017060233	3.10.2017	133.57	133.45
999002017060242	24.11.2017	120.86	126.49
999002017060097	22.11.2017	101.53	101.52
999002017060071	14.12.2017	122.70	130.06
999002017060156	19.01.2018	122.05	122.91
999002017060156	20.01.2018	117.07	117.51
999002017060105	12.01.2018	61.44	60.23
999002017060105	13.01.2018	69.15	69.50
999002017060168	15.01.2018	52.35	52.34
999002017060168	16.01.2018	60.67	60.66

Çizelge 3.5 incelendiğinde elle hesaplanan günlük su tüketim değerlerinin bilgisayar programı ile hesaplanan günlük su tüketim değerlerinin çok yakın olduğu görülmüştür.

### 3.5. Süt Sığırlarına Ait Bilgiler

Denemede kullanılan süt sığırları için veteriner gözlem raporu oluşturulmuştur. Veteriner gözlem raporunda süt sığırlarının hastalık durumu (mastitis), deneme alanına giriş/çıkış tarihleri, hastalık başlangıç tarihi, iyileşme tarihi bilgileri yer almıştır. Denemelere alınan süt sığırlarının laktasyon gün sayısı 3 ile 418 gün arasında değişmiştir. Denemeler süresince 154 Holstein cinsi süt sığırının su tüketim verileri toplanmıştır. Deneme alanındaki süt sığırları sayısı hastalık durumuna göre değişmiştir. Bu süt sığırlarına ait laktasyon sayısı ve doğum tarihi verileri kayıt edilmiştir. Süt sığırlarına ait günlük su tüketimi miktarı, zamanı ve ziyaret sayısı, süt verimi ve veteriner gözlem raporu bilgileri kaydedilmiştir.

Deneme alanı aynı zamanda işletmenin reviri olarak kullanıldığından deneme alanına süt sığırları hasta olarak gelmektedir. Deneme alanına veteriner kontrolü ile konulan hayvanların çoğunluğunu mastitisli hayvanlar oluşturmuştur. Veteriner tarafından iyileştigiğine karar verildiği andan itibaren mastitisli hayvanlar 3 gün daha deneme alanında tutulmuştur.



### 3.6. İklim Verileri

Süt sığırlarının su tüketimlerine çevre sıcaklığı ve bağıl neminin etki edeceği düşünüldüğünden denemeler süresince süt sığırı işletmesinde ve açık alanda bulunan iklim istasyonundan (iMetos AG/CP/DD 300, Metos, Hassfurt) iklim verileri alınmıştır (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. İklim istasyonu

### 3.7. WEKA Programı için Verilerin Hazırlanması

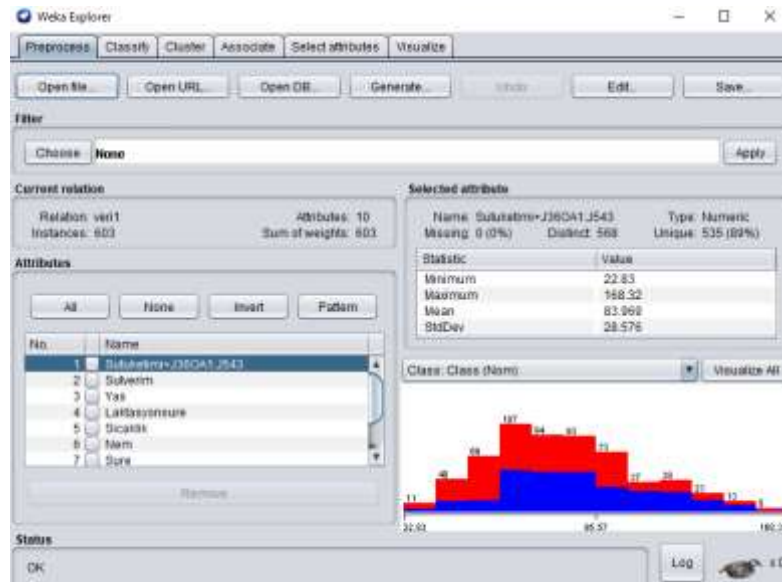
20 Eylül 2017 ile 30 Nisan 2018 tarihleri arasında yapılan denemelerde 603 satır veri toplanmıştır. Hazırlanan veri setinin her bir satırında 10 sütundan oluşmuştur. Bu sütunlarda günlük su tüketimi, süt verimi, su tüketim süresi, su tüketimi ziyaret sayısı, hayvanın yaşı, laktasyon süresi, laktasyon sayısı, çevre sıcaklığı, bağıl nem ve hayvanın sağlık durumu (sağlıklı/hasta) verileri kullanılmıştır. Excel dosyasındaki veriler csv formatına dönüştürülmüştür (Şekil 3.39).

```
veri1 - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
Su tüketimi,Sütverim,Yaş,Laktasyonsüresi,Çevre Havaısı Sıcaklığı,Bağıl Nem,Süre,Ziyaretsayısı,Laktasyonsayısı,Sınıf
53.77,20.3,1770,218,12.7,71.8,355,7,3,Negatif
133.11,34.7,1274,156,12.3,73.2,359,18,2,Negatif
78.49,17.12,1299,152,3.3,86.3,699,10,2,Pozitif
59.66,28.7,1336,65,10.7,46.7,403,8,2,Pozitif
88.23,35.5,1197,55,1.8,95.3,404,12,2,Negatif
97.95,30.2,1604,176,-2.5,88,441,13,2,Pozitif
66.27,28.14,805,104,12.7,71.8,492,9,1,Negatif
132.57,39.8,1877,79,1.1,100,492,18,3,Negatif
130.43,10.2,1707,161,5.4,71.1,339,17,3,Negatif
66.16,28.08,2207,97,15.6,97,344,9,4,Negatif
65.72,27.86,2149,361,15.2,54.3,428,9,3,Negatif
97.89,18.9,1207,7,2.5,100,428,13,2,Pozitif
126.43,32.1,2632,100,8.3,63.5,428,17,4,Negatif
56.11,25.5,1769,217,10,77,441,7,3,Negatif
65.85,27.92,1457,165,6.9,77.5,441,9,2,Negatif
121.63,28.9,1099,76,9.2,89.6,441,16,3,Pozitif
129.47,39.9,1546,120,15.1,71.2,441,17,2,Negatif
130.17,17.4,1525,98,2.7,98.2,441,17,3,Negatif
78.04,17.01,1819,99,4.4,87.6,465,10,3,Pozitif
58.44,12.11,813,126,20,36.3,581,8,1,Pozitif
77.99,20.8,861,147,-1.1,100,581,10,1,Pozitif
78.07,17.02,857,143,2.5,100,631,10,1,Pozitif
25.69,3.92,2206,96,15.1,71.2,643,3,4,Pozitif
```

Şekil 3.39. CSV formatına dönüştürülmüş veriler

### 3.7.1. Veri Setinin WEKA ortamına aktarılması

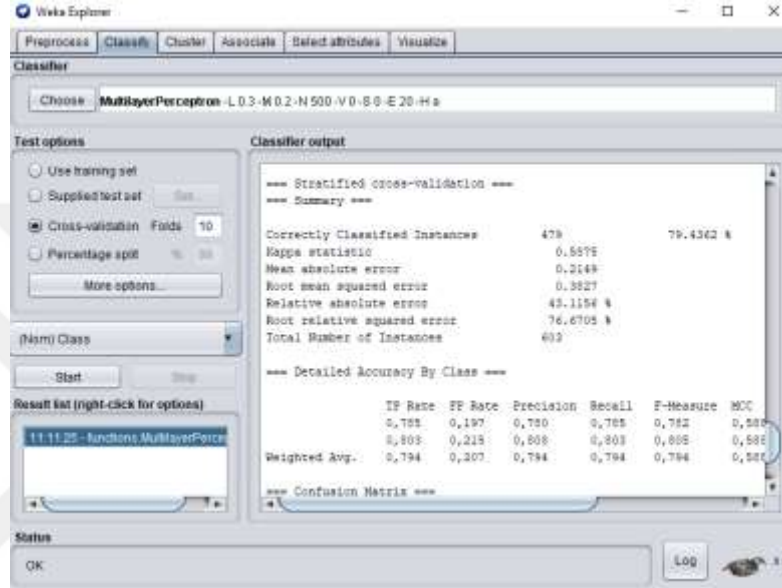
CSV dosyası formatına dönüştürülmüş verilerin WEKA explorer programına yüklenmiş hali Şekil 3.40'ta verilmiştir. WEKA explorer programında farklı sınıflandırma algoritmaları bulunmaktadır.



Şekil 3.40. CSV dosyasının explorer ortamına yüklenmiş hali

“Classify” sekmesine tıklanarak çeşitli sınıflandırıcı algoritmalarının bulunduğu bir kullanıcı arayüzü ekrana gelmektedir (Şekil 3.41). Bu ekranda “Functions” sekmesi

içerisindeki “Multi Layer Perceptron (Çok Katmanlı Algılayıcı)” sınıflandırıcı algoritması kullanılmıştır. “Test Options” başlığı altında bulunan çapraz geçerlilik yöntemi (k-fold cross validation) yöntemi kullanılmıştır. WEKA programının çalıştırılması ile oluşturulan detaylı doğruluk tablosu ve hata matrisine Classifier output ekranında ulaşılmıştır.



Şekil 3.41. Classify kullanıcı arayüzü

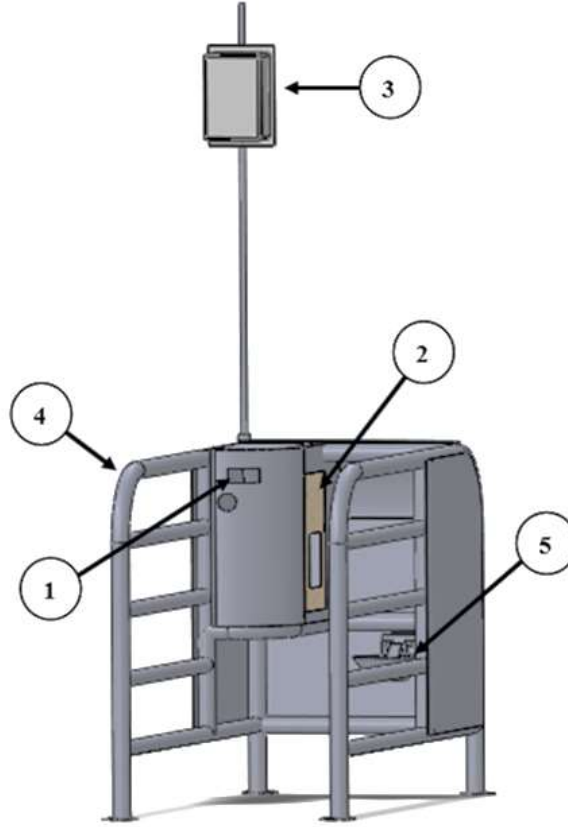
## 4. BULGULAR

### 4.1. Bireysel Su Tüketimi Otomatik Ölçüm Sistemi

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi, çiftlik şartlarında süt sığırlarının günlük su tüketimlerini, su içme sıklıklarını ve suluk başında geçirdikleri süreleri doğru bir şekilde belirleyerek hayvanların su içme davranışlarını izlemek için geliştirilmiştir. Geliştirilen bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin geliştirme, imalat ve ön deneme süreçleri materyal ve method bölümünde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi, ön denemelerde karşılaşılan eksiklikler giderilerek en son şekli verilmiştir (Şekil 4.1).

Geliştirilen bu sistemde suluktan aynı anda tek bir hayvan su içebilmekte, su içme süresince akış ölçerin üretmiş olduğu puls sayıları, hayvanların RFID kimlik numaraları ile birlikte her 4 saniyede bir bilgisayara RF verici/alıcı ile gönderilmektedir.

Süt sığırı işletmesinde yaşanabilecek olan elektrik kesintilerinden veri akışının olumsuz etkilenmemesi için akü ve tablet bilgisayar kullanılmıştır. Şebekede elektrik olduğu zamanlarda akü ve tablet bilgisayar şarj edilmiştir. Böylece, gerek ön denemeler gerekse asıl denemeler süresince sıklıkla yaşanan elektrik kesintilerinden bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin çalışması olumsuz etkilenmemiştir. Ahırda bulunan elektronik ünitelerden verilerin sağımhanede bulunan tablet bilgisayara (mesafe: 200 m) kablosuz veri iletiminde herhangi bir veri kaybı yaşanmamıştır.



Şekil 4.1. Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi son prototipi (1. Elektronik ünite koruma kutusu, 2. RFID anten, 3. RF anten ve besleme panosu, 4. Bariyerler ve ayaklar 5. Dilli suluk)

İşletme şartlarında bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin düzenli olarak kontrolleri yapılmıştır (Çizelge 4.1). Yapılan kontrollerde her 3 sisteme ait akülerin gerilimlerinin 11.52 ile 11.97 V arasında değiştiği görülmüştür. Bu küçük değişimler elektronik ünitenin çalışmasında herhangi bir olumsuzluğa neden olmamıştır. Kontroller esnasında ayrıca her bir suluktan 10 litre su boşaltılmış ve bunlara karşı gelen pals sayıları belirlenmiştir. Pals sayıları 4250 ile 4500 pals arasında kısmen değişim göstermiştir. Bu sonuçlar 1 litre için yaklaşık 425-450 pals üretildiğini göstermektedir. Bu değerler kalibrasyon değeri olan 454 pals/litre değerinden kısmen düşük olmuştur. Bu değişkenlik, denemelerde farklı akış ölçerlerin kullanılmasından ve su akış hızının değişken olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mekanik ünitenin, elektronik ünitenin ve bilgisayar/yazılım ünitesinin fiziksel durumu ve işleyişi ile ilgili herhangi bir olumsuz duruma kontrollerde rastlanmamıştır.

Çizelge 4.1. Otomatik ölçüm sistemi kontrol formu

Tarih Gün ve saat	Akü Gerilimi			Akış ölçer (10 Litre/Pals)			RFİD VE RF Antenlerin Durumu			Suluk Platformunun Durumu ve Çevresi			Dilli Sulukların Durumu			Tablet, İş istasyonu ve Wifi'nin durumu	Diğer Hususlar
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3		
21.03.2017 09:45	11.92	11.97	11.75	4280	4350	4320	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
03.10.2017 09:40	11.89	11.90	11.69	4340	4400	4400	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
10.10.2017 09:49	11.89	11.90	11.58	4400	4355	4441	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
14.10.2017 11:45	11.86	11.93	11.57	4300	4370	4365	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
24.10.2017 11:00	11.78	11.92	11.60	4315	4330	4480	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
31.10.2017 09:23	11.88	11.91	11.56	4500	4320	4410	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
07.11.2017 10:00	11.80	11.90	11.55	4300	4305	4310	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
27.11.2017 10:00	11.82	11.89	11.52	4334	4386	4352	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
05.12.2017 09:45	11.83	11.90	11.58	4345	4335	4360	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-
19.12.2017 10:30	11.84	11.90	11.53	4295	4250	4300	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	Akış ölçer değişimi
09.01.2018 10:00	11.85	11.93	11.74	4260	4320	4340	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	İyi	-

Yapılan denemelerde 154 süt sığınaına ait su tüketim verileri toplanmıştır. Bu süt sığırlardan 6 tanesinin su içme davranışlarına ait sayısal değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Su içme saatlerine ait veriler incelendiğinde genel olarak gün boyunca su tüketimin devam ettiğini ancak sağım ve yemleme sonrasında su içmenin yoğunlaştığı görülmektedir. Örneğin süt sığırları saat 16:00’dan sonra sağımhaneye gitmekte ve yemlenmektedir.

Su içme amacı ile süt sığırlarının suluklara yapmış oldukları ziyaret sayıları 6 ile 11 değerleri arasında değişmiştir. Ziyaret sayıları süt sığınaından süt sığınaına kısmi olarak değişim göstermiştir

Süt sığırlarının suluk başında geçirdikleri süre her bir ziyaret için farklılık göstermiş ve 11 saniye ile ~5.31 dakika arasında değişmiştir. Günlük suluk başında geçirilen süre ise 12.51 ile 34.43 dakika arasında olmuştur.

Süt sığırlarının her bir ziyaretin içtikleri su miktarları ise 0.21 litre ile 24.48 litre arasında değişmiştir. Her bir suluğa yapılan ziyarette içilen su miktarındaki değişime hayvanların bireysel durumları (vücut ağırlığı, laktasyon süresi, vb.) ve hayvanların yemleme ve sağım durumları etki edebilmektedir. Genellikle süt sığırları sağımı takip eden yemlemeden sonra büyük oranlarda su içmektedirler.

Bu süt sığırlarına ait günlük su tüketimleri 72.81 litre ile 124.0 litre arasında değişmiştir. Bu değişime hayvanların bireysel durumlarının yanında iklim şartları da etki edebilmektedir.

Çizelge 4.2’te 18 süt sığınaına ait su tüketim verilerinin detayları verilmiştir. Otomatik ölçüm sistemi ile bir süt sığınaına ait günlük su tüketiminin zamanı, ziyaret sayısı ve miktarı kaydedilmektedir. Bir gün boyunca (0 -24 saatleri arası) her hayvan için yapılan su tüketim kayıtları sayılarak bir hayvanın günlük su tüketim bilgileri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Süt sığırlarına ait su tüketim bilgileri

RFID No	Tarih	Su tüketimi			
		Saati	Ziyaret Sayısı	Süresi (d/s)	Miktarı (l)
999002017060097	19.11.2017	04:26:43	9	00:01:16	10.20
		08:02:10		00:01:49	11.28
		13:04:02		00:01:31	11.86
		13:58:03		00:01:36	9.59
		16:17:20		00:01:15	12.09
		17:16:38		00:00:55	7.82
		21:11:45		00:01:11	10.77
		23:16:04		00:02:45	8.82
		23:26:40		00:00:57	5.99
		Toplam		00:13:15	88.42
999002017060100	20.11.2017	01:27:30	11	00:02:26	11.33
		04:24:24		00:01:25	8.89
		07:36:53		00:02:01	14.00
		10:47:27		00:01:28	10.78
		11:07:50		00:00:38	5.24
		12:40:00		00:01:40	10.68
		15:09:48		00:01:35	12.37
		15:22:36		00:01:12	4.75
		17:17:46		00:02:14	11.46
		20:35:36		00:02:11	10.39
		23:22:01		00:05:31	11.89
		Toplam		00:22:21	111.78
999002017060247	21.11.2017	04:35:14	9	00:01:46	12.85
		07:32:45		00:00:58	9.41
		10:21:45		00:01:14	8.90
		13:10:05		00:01:25	11.62
		15:57:48		00:01:21	11.40
		16:43:49		00:01:04	6.66
		17:47:03		00:01:31	8.46
		19:39:24		00:01:15	6.97
		21:54:06		00:01:29	10.51
		Toplam		00:12:03	86.79



Çizelge 4.2. (Devam) Süt sığırlarına ait su tüketim bilgileri

999002017060111	23.11.2017	04:23:34	8	00:01:59	6.69
		07:30:34		00:01:57	11.11
		09:49:39		00:00:55	6.65
		13:07:33		00:02:16	10.91
		16:11:51		00:02:30	14.33
		17:03:46		00:00:11	0.21
		17:51:41		00:01:59	18.44
		23:17:22		00:01:42	14.70
		Toplam		00:13:29	83.04
999002017060246	24.11.2017	05:44:39	7	00:03:24	11.64
		09:16:36		00:03:15	13.67
		12:03:16		00:02:41	15.66
		13:51:22		00:01:21	9.27
		17:23:54		00:02:13	5.74
		21:03:19		00:01:33	11.39
		23:34:16		00:01:04	10.88
		Toplam		00:15:31	78.25
999002017060228	25.11.2017	02:26:02	8	00:02:18	11.31
		07:48:57		00:00:51	7.85
		12:32:08		00:01:59	10.34
		13:19:35		00:01:12	10.84
		16:31:45		00:01:18	10.98
		17:15:24		00:01:10	7.28
		20:40:14		00:01:09	10.48
		23:42:04		00:02:54	14.53
		Toplam		00:12:51	83.62
999002017060171	10.12.2017	04:50:08	10	00:01:15	11.98
		07:58:26		00:03:26	16.41
		09:32:45		00:01:33	12.79
		11:49:58		00:01:53	11.91
		13:06:43		00:04:51	13.14
		15:48:09		00:02:36	12.42
		16:45:51		00:01:19	9.72
		20:28:02		00:01:40	10.49
		23:24:37		00:01:58	19.69
		Toplam		00:20:31	118.56

Çizelge 4.2. (Devam) Süt sığırlarına ait su tüketim bilgileri

999002017060205	11.12.2017	03:00:50	11	00:01:42	10.92
		04:47:13		00:02:58	1.56
		07:59:46		00:02:32	13.41
		10:26:23		00:02:24	18.02
		12:59:11		00:02:30	10.98
		14:21:00		00:01:57	9.45
		16:28:16		00:02:50	10.51
		16:56:17		00:02:22	10.67
		17:50:04		00:02:31	10.02
		23:19:47		00:01:38	6.81
		23:42:39		00:01:08	10.14
		Toplam		00:24:32	112.49
		999002017060183		12.12.2017	04:14:40
07:22:32	00:04:04		21.04		
10:03:23	00:02:24		19.74		
12:27:50	00:02:09		19.96		
13:58:45	00:04:32		15.15		
17:01:46	00:01:42		7.78		
17:44:07	00:01:35		8.82		
20:26:21	00:02:01		10.95		
23:12:55	00:01:07		9.72		
Toplam	00:20:48		123.07		
999002017060255	13.12.2017		05:37:36		10
		07:12:23	00:02:58	17.92	
		12:04:59	00:02:21	17.72	
		12:56:58	00:00:50	7.72	
		13:58:04	00:02:54	12.28	
		15:33:06	00:01:05	6.36	
		16:22:33	00:00:58	11.78	
		17:14:23	00:01:01	7.61	
		22:13:00	00:01:55	18.97	
		23:35:08	00:01:15	11.99	
		Toplam	00:16:41	121.93	

Çizelge 4.2. (Devam) Süt sığırlarına ait su tüketim bilgileri

999002017060210	14.12.2017	05:18:09	9	00:02:37	17.10
		07:57:10		00:02:04	15.42
		08:52:52		00:01:26	8.30
		12:11:55		00:00:58	10.77
		12:38:29		00:02:20	9.95
		15:37:06		00:03:49	23.01
		17:00:26		00:01:22	12.61
		21:26:30		00:01:49	12.83
		23:39:47		00:01:54	14.01
		Toplam		00:18:19	124.00
999002017060143	15.12.2017	04:36:59	7	00:02:27	3.88
		09:06:02		00:02:25	14.69
		12:06:27		00:03:12	24.48
		13:23:35		00:01:52	11.00
		15:55:47		00:04:12	18.27
		17:29:26		00:01:58	9.42
		20:56:19		00:06:19	17.55
Toplam	00:22:25	99.29			
999002017060121	1.01.2018	02:36:37	11	00:00:41	0.61
		05:05:48		00:02:32	7.34
		07:28:13		00:03:20	13.52
		10:59:38		00:06:09	12.77
		12:58:58		00:02:08	13.22
		14:56:38		00:02:36	12.77
		15:28:04		00:05:59	0.35
		16:37:31		00:01:35	11.27
		18:47:18		00:01:47	8.93
		20:36:12		00:02:19	6.29
		20:58:59		00:05:37	11.81
Toplam	00:34:43	98.86			
99002017060233	2.01.2018	07:26:36	8	00:02:46	18.63
		08:29:53		00:01:53	9.81
		10:51:34		00:03:26	13.62
		13:29:36		00:01:56	9.14
		16:46:29		00:01:40	14.31
		18:02:37		00:01:38	10.20
		23:06:26		00:02:57	17.10
		23:29:34		00:01:21	7.17
Toplam	00:17:37	99.98			

Çizelge 4.2. (Devam) Süt sığırlarına ait su tüketim bilgileri

999002017060194	11.01.2018	02:51:20	9	00:02:44	10.34
		07:36:43		00:04:13	13.03
		12:08:04		00:03:22	18.73
		13:12:30		00:08:09	8.71
		15:23:30		00:02:51	10.73
		16:46:32		00:01:53	14.50
		17:26:08		00:01:00	4.37
		23:03:54		00:00:51	0.56
		23:43:00		00:03:06	12.34
		Toplam		00:28:09	93.32
999002017060244	12.01.2018	07:39:23	8	00:03:12	11.31
		08:46:28		00:02:45	12.07
		11:20:38		00:02:43	13.52
		15:34:26		00:04:03	9.67
		16:47:20		00:01:50	9.73
		17:58:58		00:01:11	6.33
		21:39:49		00:02:24	11.95
		23:22:56		00:03:32	13.57
Toplam	00:21:40	88.16			
999002017060244	13.01.2018	02:22:30	8	00:03:16	10.60
		08:37:30		00:03:45	12.65
		12:09:50		00:03:25	19.43
		15:49:19		00:02:47	12.32
		16:32:48		00:01:41	8.71
		20:57:21		00:02:40	12.91
		21:51:08		00:01:17	6.99
		23:05:26		00:03:00	19.11
		Toplam		00:21:51	102.75
999002017060206	14.01.2018	07:20:56	6	00:02:47	13.37
		11:32:27		00:03:19	21.93
		13:17:29		00:02:50	9.38
		16:41:06		00:02:17	12.39
		18:18:29		00:00:55	2.85
		21:43:38		00:02:04	12.89
		Toplam		00:14:12	72.81

Çizelge 4.2'teki veriler kullanılarak süt sığırlarının su tüketim hızları hesaplanmıştır. Su tüketim hızları 1.56 litre/dakika ile 6.72 litre/dakika arasında değişirken ortalama 5.19 litre/dakika olarak gerçekleşmiştir. Süt sığırı yaklaşık olarak dakikada 1.3 galon (4,92

litre) tüketmektedir (Dado ve Allen, 1994). Bu sonuçlar ölçüm sisteminde kullanılan akış ölçerlerin kapasitelerinin (0-30 litre/dakika) yeterli olduğunu göstermektedir.

#### 4.2. Süt Sığırlarına Ait Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme alanına konulan süt sığırlarının hepsi mastitise yakalanmış hayvanlardır. Bu hayvanların laktasyon sürelerine göre yüzde dağılımları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Denemeye alınan mastitisli hayvanların %45.8'nin laktasyon süresi 1 ile 90 gün arasında bulunurken sadece %2.1'nin laktasyon süresi 400 ile 499 gün arasında olmuştur. Bu durum kuru döneme yaklaşan süt sığırlarının mastitise yakalanma oranlarının düştüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.3. Mastitisli süt sığırlarının laktasyon sürelerine göre dağılımı

Laktasyon süresi (gün)	Dağılım
1-99	% 45.8
100-199	% 31.0
200-299	% 14.8
300-399	% 6.3
400-499	% 2.1

Denemede bulunan süt sığırlarının yaş dağılımları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Denemeye alınan %25.4 yaş aralığı 1.9 ile 2.9 arasında olmuştur. 5 yaş üzerindeki süt sığırlarının dağılımı %28.8 olmuştur. Bu durum işletmede nispeten genç yaşlardaki süt sığırlarının bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.4. Mastitisli süt sığırlarının yaş dağılımı

Hayvan yaşı (yıl)	Dağılım
1.9-2.9	%25.4
3-3.9	%23.2
4-4.9	%22.5
5-5.9	%7.7
6-6.9	%13.4
7-7.9	%2.1
8-8.9	%4.9
>9	%0.7

Çizelge 4.5'te laktasyon sayısına göre süt sığırı dağılımı verilmiştir. Denemeye alınan ve laktasyon süresi 3 ve daha az olan süt sığırlarının dağılımı %80.9 olmuştur. Bu durum Çizelge 4.4'te verilen süt sığırlarının yaş dağılımları ile paralellik göstermektedir. Laktasyon sayısı arttıkça süt sığırının süt verimleri azaldığından ve yavrulama kayıpları arttığından yaşları yüksek olan hayvanlar modern süt sığırı işletmelerinde tutulmamaktadır.

Çizelge 4.5. Mastitisli süt sığırlarının laktasyon sayılarının dağılımı

Laktasyon sayısı/sırası	Dağılım
1	%26.8
2	%31.7
3	%22.5
4	%9.9
5	%7.0
6	%1.4
7	%0.7

Denemeye alınan süt sığırlarından seçilen hayvanlara ait su tüketim verileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Seçilen süt sığırlarının hem hasta hem de hasta olmadığı (normal) durumlara ait su tüketim değerleri ve ziyaret sayıları ayrı ayrı verilmiştir. Aynı çizelgede deneme günlerine ait çevre hava sıcaklığı ve bağıl nemi günlük ortalama değerleri de verilmiştir.

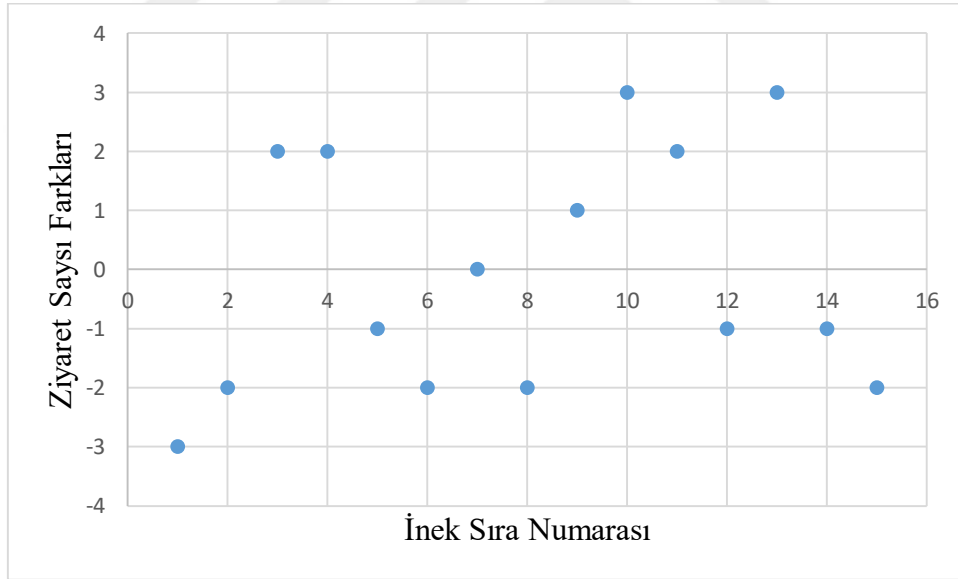
Çizelge 4.6. Farklı süt sığırlarına ait su tüketim verileri

İnek Sıra Numarası	Tarih	Hayvan Durumu	Su Tüketimi		İklim Verileri	
			Ziyaret Sayısı	Miktarı (l)	Çevre Hava Sıcaklığı (°C)	Bağıl Nem (%)
1	20.09.2017	Hasta	6	82.39	25.1	39.6
1	25.09.2017	Normal	9	122.41	20.2	73.8
2	21.09.2017	Hasta	11	63.36	22.9	49
2	23.09.2017	Normal	13	75.7	21.2	56.9
3	23.09.2017	Hasta	8	108.75	21.2	56.9
3	26.09.2017	Normal	6	115	19.4	79
4	3.10.2017	Hasta	12	133.57	11.7	67.7
4	4.10.2017	Normal	10	135.25	9.5	78.7
5	15.10.2017	Hasta	5	114.38	12.1	78.4
5	16.10.2017	Normal	6	146.99	12.5	87.2
6	18.10.2018	Hasta	6	115.96	9.5	80.5
6	19.10.2017	Normal	8	133	9.7	82.1
7	24.11.2017	Hasta	6	120.86	2.4	65.2
7	25.11.2017	Normal	6	124.28	3.6	6.9
8	21.11.2017	Hasta	9	80.08	12.9	0
8	22.11.2017	Normal	11	101.53	3.2	30.1
9	16.11.2017	Hasta	10	118.19	7.9	0
9	17.11.2017	Normal	9	138.56	5.6	9.7
10	24.12.2017	Hasta	8	86.99	1.4	70.7
10	25.12.2017	Normal	5	72.47	0.8	53.3
11	9.12.2017	Hasta	11	83.74	0.8	0.3
11	10.12.2017	Normal	9	62.09	4.8	0
12	14.12.2017	Hasta	12	122.7	1.9	0
12	15.12.2017	Normal	13	109.72	1.2	0
13	19.01.2018	Hasta	10	122.05	2.8	8.5
13	20.01.2018	Normal	7	117.07	3.6	0.1
14	12.01.2018	Hasta	10	61.44	5.1	0
14	13.01.2018	Normal	11	69.15	6.5	45.5
15	15.01.2018	Hasta	6	52.35	4.6	0
15	16.01.2018	Normal	8	60.67	3.6	0

Günlük su tüketim miktarının 52.35 ile 146.99 litre/gün aralığında değiştiği ve su tüketimi sıklığının 5 ile 13 ziyaret/gün aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada süt sığırlarının günlük su tüketiminin 14 ile 171 kg/süt sığıru olduğu ifade edilmiştir (Meyer ve ark., 2004). Denemelerin yapıldığı süre içerisinde genellikle hava şartlarının

normal sıcaklıklarda ( $\sim 20^{\circ}\text{C}$ ) veya kısmen düşük sıcaklıklarda ( $0-5^{\circ}\text{C}$ ) değişmiştir. Çevre havasının bağıl nem değerlerinin ise yağış ve sıcaklık durumuna göre %0 ile %87.2 aralığında değiştii görülmüştür. Okunan %0 bağıl nem değerlerinin havanın kurak ve serin olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir.

Süt sığırının hasta olduğu ve normal olduğu günlerdeki günlük su tüketim değerleri ve günlük ziyaret sayıları arasındaki değişimi göre bilmek için hasta olan süt sığırına ait verilerden aynı süt sığırının hasta olmadığı günlerdeki veriler çıkartılmıştır. Ziyaret sayıları arasındaki farklar Şekil 4.2'de verilmiştir. 8 süt sığıri iyileştikten sonra ziyaret sayılarında artış olurken 6 süt sığırının iyileştikten sonra ziyaret sayılarında azalma meydana gelmiştir. Bu durum mastitis hastalığının ziyaret sayılarında belirgin bir değişime neden olmadığı kanaatini oluşturmuştur. Ancak kesin bir sonuç elde edebilmek için çok sayıda süt sığırina ait ziyaret sayısı verisine ihtiyaç vardır.

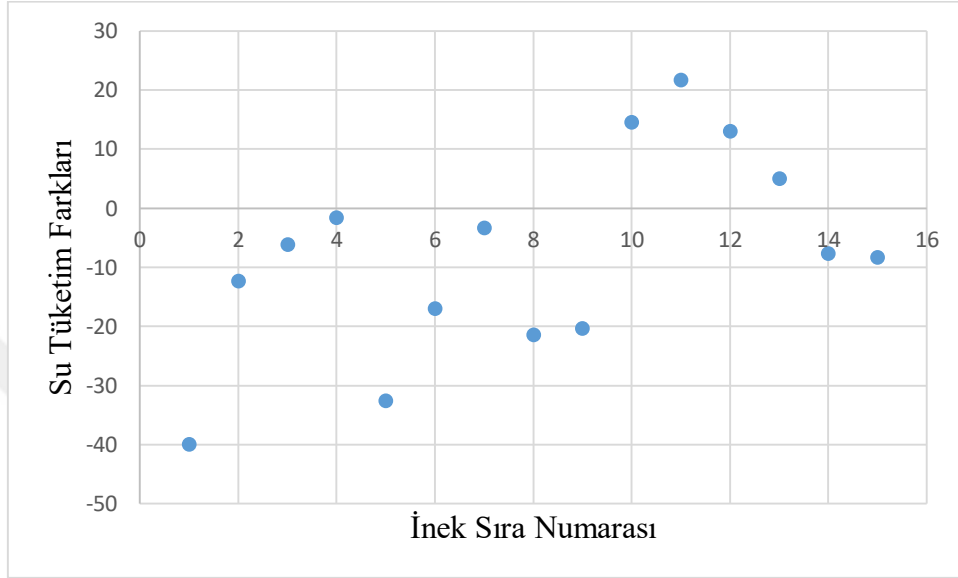


Şekil 4.2. Süt sığırının günlük su tüketimi ziyaret sayıları arasındaki farklar

Günlük su tüketimleri arasındaki farklar Şekil 4.3'te verilmiştir. 11 süt sığıri iyileştikten sonra günlük su tüketimlerinde artış olurken 4 süt sığırının iyileştikten sonra günlük su tüketimlerinde azalma meydana gelmiştir. Bu durum mastitis hastalığının günlük su tüketim değerlerinde belirgin bir azalışa neden olduğu kanaatini oluşturmuştur. Mastitis hastalığı süt sığırının memelerinde gelişen bir hastalık olduğu için süt sığırının günlük süt üretim değerlerinde önemli azalışlara neden olabilmektedir. Süt verimindeki azalış doğrudan süt sığırının günlük su tüketimini etkileyen bir faktör olduğu



bilinmektedir. Bazı hasta süt sığırlarında günlük su tüketiminde artış olmasının nedeni o günlerdeki iklim şartlarındaki değişimler olabileceği gibi hastalık teşhisindeki hatalardan da kaynaklanabilir.



Şekil 4.3. Süt sığırlarının günlük su tüketimleri arasındaki farklar

### 4.3. İklim Koşulları

Çizelge 4.7’de deneme süresindeki aylara ait minimum, maksimum ve ortalama çevre havası sıcaklığı ve bağıl nem değerleri verilmiştir. Ortalama en yüksek sıcaklık 19.45 °C ile Eylül 2017 ayında, en düşük ortalama sıcaklık ise Ocak 2018 ayında 0.27 °C olmuştur. Maksimum sıcaklık değeri Eylül 2017 ayında 29.19 °C ve minimum sıcaklık değeri Ocak 2018 ayında -4.19 °C olmuştur. Ortalama en yüksek bağıl nem %92.55 ile Aralık 2017 ve Ocak 2018 ayında, en düşük ortalama bağıl nem ise Eylül 2017 ayında %66.19 olmuştur. Maksimum bağıl nem değeri Ocak 2018 ayında %99.67 ve minimum bağıl nem değeri Eylül 2017 ayında %28.97 olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde denemeler süresince iklim koşullarının normal veya kısmen soğuk seyrettiği görülmektedir. Sıcak havalarda süt sığırlarında kuru madde tüketimi ve süt verimi düşerken su tüketiminin arttığı ifade edilmiştir (Öten ve ark., 2004).

Çizelge 4.7. Deneme aylarına ait minimum, maksimum ve ortalama çevre havası sıcaklığı ve bağıl nem değerleri

Deneme Ayları	Çevre Sıcaklığı (°C)			Çevre Bağıl Nemi (%)		
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum
Eylül 2017	19.45	11.82	29.19	66.19	28.97	94.96
Ekim 2017	11.80	4.58	21.18	74.17	31.96	99.62
Kasım 2017	5.26	-1.53	15.07	77.61	40.23	98.06
Aralık 2017	0.54	-3.19	4.52	92.55	75.42	99.36
Ocak 2018	0.27	-4.19	4.77	92.55	72.09	99.67
Şubat 2018	3.15	-3.31	10.47	80.03	53.51	98.71
Mart 2018	9.01	70.40	16.19	77.13	44.86	96.88
Nisan 2018	13.92	4.20	20.40	67.41	29.24	98.53

Çizelge 4.8’de deneme süresindeki aylara ait minimum, maksimum ve ortalama sıcak-nem indeksi (SNİ) değerleri verilmiştir. Ortalama en yüksek SNİ değeri 65.11 ile Eylül 2017 ayında, en düşük ortalama SNİ değeri ise Aralık 2017 ayında 48.23 olmuştur. Maksimum SNİ değeri 71.07 ayında Eylül 2017 ve minimum SNİ değeri Aralık 2017 ayında 35.71 olmuştur. Nadaroğlu ve ark.(2018), SNİ değerinin 72 birim üzerinde olması durumunda süt sığırı başına süt veriminin 0.3 kg azaldığı ifade etmiştir. Deneme süresince günlük hesaplanan SNİ değerlerinin çoğunun eşik değerin altında kalması nedeniyle denemeye alınan süt sığırlarında ısı stresinin gerçekleşmediği görülmüştür.

Çizelge 4.8. Deneme aylarına ait minimum, maksimum ve ortalama SNİ değerleri

Deneme Ayları	SNİ		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Eylül 2017	58.36	71.07	65.11
Ekim 2017	46.74	61.43	53.86
Kasım 2017	45.76	55.23	50.47
Aralık 2017	35.71	56.86	48.23
Ocak 2018	40.45	55.00	49.01
Şubat 2018	47.13	56.46	52.32
Mart 2018	49.98	61.02	55.72
Nisan 2018	53.05	61.23	58.01

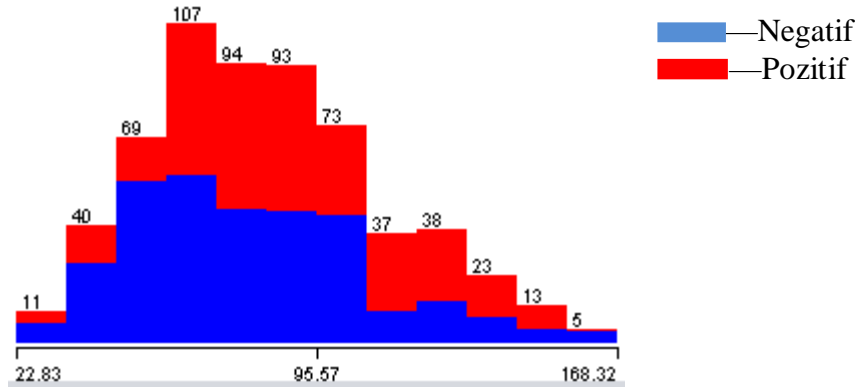
#### 4.4. Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) Veri Modellemesi

Denemeler süresince hasta ve hasta olmayan süt sığırlarına ait deneysel veriler ile sağlık durumlarındaki ilişkinin varlığı ÇKA veri modelleme yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. ÇKA veri modellemesinde kullanılan girdi değişkenleri aşağıda sıralanmıştır:

- 1-Günlük su tüketimi miktarı (litre),
- 2-Günlük su tüketim süresi (saniye),
- 3-Günlük suluk ziyaret sayısı (su içme sıklığı) (adet),
- 4-Günlük süt verimi (litre)
- 4-Laktasyon gün sayısı (gün),
- 5-Laktasyon sayısı (adet),
- 6-Yaş (gün)
- 7-Günlük ortalama çevre havası sıcaklığı (°C)
- 8-Günlük ortalama çevre havası bağıl nemi (%).

ÇKA çıktı değişkeni olarak süt sığırının sağlık durumu alınmıştır. Sağlıklı süt sığırları için negatif, hasta süt sığırları için pozitif değerleri kullanılmıştır.

Negatif ve pozitif sınıflarındaki su tüketimi dağılımının grafiği Şekil 4.4'te verilmiştir. Su tüketimi minimum 22.83 l, maksimum 168.32 l, ortalama 83.96 l ve standart sapma ise 28.57 l gerçekleşmiştir.



Şekil 4.4. Sınıflar arası su tüketimi dağılımı

603 satırlık veri setinin 319 tanesi pozitif iken 284 tanesi negatif olarak sınıflandırmaya katılmıştır. WEKA programı kullanılarak geliştirilen ÇKA modeline ait karışıklık matrisi Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. ÇKA modeli karışıklık matrisi

Sınıf1	Sınıf2	
223	61	Sınıf1=pozitif
63	256	Sınıf2=negatif

Çizelge 4.9’da verilen karışıklık matrisine göre, 284 hasta süt sığırı verisinin 223 tanesi doğru olarak tahmin edilirken 61 tanesi yanlış tahmin etmiştir. Diğer taraftan 319 sağlıklı süt sığırlarına ait verinin 256 tanesini doğru olarak ÇKA modeli tarafından doğru tahmin edilirken 63 tanesi yanlış tahmin edilmiştir. ÇKA modeline ait doğruluk tablosu Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. ÇKA için detaylandırılmış doğruluk tablosu

Doğruluk (Accuracy) Yüzdesi	Duyarlılık (Sensitivity) TP Oranı	FP (Yanlışlık Pozitif) Oranı	Hassaslık (Precision)	Sınıf (Class)
%79.43	0.785	0.197	0.780	Sınıf1=pozitif
	0.803	0.215	0.808	Sınıf2=negatif

ÇKA modeli tarafından hasta olarak yapılan tahminlerin %78.5’i doğru iken sağlıklı olarak yapılan tahminlerin %80.3’ü doğru olmuştur. Dolayısıyla ÇKA modeli gerek hasta gerekse sağlıklı süt sığırlarının durumlarının tahmininde birbirine yakın sonuçlar vermiş ve doğruluk yüzdesi %79.43 olmuştur. Hastalıklı ve sağlıklı süt sığırlarına ait verilerin sayısının artırılması modelin tahmin başarısını yükselteceği düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ

Su, süt sığırlar için en önemli yaşam gıdasıdır. Su tüketim davranışlarının işletme şartlarında izlenmesi ve değerlendirilmesi süt sığırlarının sağlık durumları ve performansları hakkında gerekli tahminlerin yapılmasına imkan verebilecektir. Literatürde süt sığırlarının bireysel su tüketimlerinin otomatik ölçümüne dair sınırlı çalışmalar bulunmaktadır. Konu hakkında yapılan araştırmalarda süt sığırlarının su tüketimleri suluklar altına yerleştirilen ağırlık sensörleriyle belirlenmeye çalışılmıştır. Ağırlık değişimine dayalı su tüketimi ölçümü genelde kaba değerler vermekte, sağlık durumuna dayalı günlük su tüketimlerinde yaşanabilecek nispeten küçük değişimleri belirlenmesinde yetersiz kalabilmektedir. Bundan dolayı küçük su miktarlarının doğru olarak ölçülmesinde imkan sağlayan akış ölçerlerin kullanıldığı yeni bir bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi bu çalışma kapsamında geliştirilmiş ve yaklaşık 8 ay süreyle süt sığırı işletmesinde denemeleri yapılmıştır. Geliştirilen bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sistemi aynı anda sadece bir süt sığırının aynı suluktan su içmesine imkan vermekte ve toplanan su tüketim verilerini kablosuz olarak denemenin yapıldığı ahırdan tablet bilgisayarın bulunduğu sağımhane binasına başarıyla göndermiştir. Su içmek için gelen süt sığırları, RFID anten ve RFID küpeleri yardımıyla doğru olarak belirlenmiştir. Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminin istenen şekilde çalışabilmesi için ön denemeler süresince karşılaşılan birçok eksiklikler giderilerek sistemin kusursuz çalışması sağlanmıştır. Örneğin süt sığırı işletmesinde sıklıkla şebeke elektiriğinin kesilmesine rağmen geliştirilen güç besleme ünitesi ve akü yardımıyla su tüketim verilerinin düzenli olarak toplanmasına imkan oluşturulmuştur.

Bireysel su tüketimi otomatik ölçüm sisteminden 3 adet imal edilmiş ve süt sığırı işletmesinin gerçek koşullarında denemeler gerçekleştirilmiştir. Böylece gerçek şartlara ait verilerin toplanma elde edilirken işletmenin ticari üretim faaliyetlerinde herhangi bir engel oluşturulmamıştır.

Deneme alanı konulan süt sığırlarının hepsi mastitisli hayvanlar olup iyileştikten sonra 3 gün daha denemelerde kullanılmışlardır. Böylece hem hasta hem de sağlıklı hayvanların su içme davranışları belirlenmeye çalışılmıştır. Denemeler süresince 154 süt sığırına ait

veriler toplanmıştır. Denemeye alınan ve yaşları 1.9 ile 6.0 yıl arasında değişen süt sığırlarının, denemeye alınan toplam süt sığırlarına oranı % 92.20 olmuştur. Dolayısıyla denemeye alınan süt sığırlarının çoğunluğu genç ve orta yaş gruplarındadır. Bundan dolayı 4 ve daha az laktasyon sayısına sahip süt sığırlarının oranı % 90.90 olmuştur. Denemelere alınan süt sığırlarının suluk ziyaret sayısı (su içme sıklığı) 3 ile 22 ziyaret/gün aralığında değişmiştir. Denemeye alınan süt sığırlarının çoğunluğu mastitisli olup süt sığırının hasta ve sağlıklı olma durumu suluk ziyaret sayısını etkilememiştir. Diğer taraftan günlük su tüketim değerleri 22.83 l ile 168.32 l arasında değişmiştir. Ortalama su tüketim değeri 83.96 l olmuştur. Günlük su tüketim değerlerinin aralığının geniş olmasının süt sığırlarının bireysel özelliklerinde değişkenliklerden (süt sığırlığının ağırlığı, laktasyon süresi), iklim şartlarından ve sağlık durumlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deneme verilerinin değerlendirilmesi sonucunda mastitisli süt sığırlarının günlük su tüketim değerlerinin, iyileşmelerinin ardından artma eğilimde olduğu belirlenmiştir.

Denemelerde toplanan süt sığırlarına ait veriler (günlük su tüketimi, günlük su tüketim süresi, günlük suluk ziyaret sayısı, günlük süt verimi, laktasyon gün sayısı, laktasyon sayısı, yaş, günlük ortalama çevre hava sıcaklığı ve günlük ortalama çevre hava bağıl nemi) ile süt sığırlarının sağlık durumları (hasta veya normal) arasındaki olası ilişki ÇKA modelleme yöntemi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. ÇKA modellemesinin gerçekleştirilmesi için WEKA programındaki çapraz geçerlilik yöntemi kullanılmıştır. Modelleme sonuçları değerlendirildiğinde ÇKA modeli tarafından hasta olarak yapılan tahminlerin %78.5'i doğru iken sağlıklı olarak yapılan tahminlerin %80.3'ü doğru olmuştur. ÇKA modeli gerek hasta gerekse sağlıklı süt sığırlarının durumlarının tahmininde birbirine yakın sonuçlar vermiş ve doğruluk yüzdesi %79.43 olmuştur.

## 6. KAYNAKLAR

- Adıyaman, F., 2007. Talep Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Akkaya, G., 2007. Yapay Sinir Ağları ve Tarım Alanındaki Uygulamaları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 38 (2), 195-202.
- Akpınar, H., 2000. Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği. İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, 29 (1), 1-22.
- Aksoy, G., 2014. Abomasum Deplasmanı ve Torsiyonu. Türkiye Klinikleri Journal Veterinar Science 2014;5(3):57-60.
- Aksoy, G., Hayati, A. ve Biricik, H.S., 2009. Sığırlarda Sol Tarafli Abomasum Deplasmanının Grymer Sterner Yöntemi ile Tedavisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi. 2009: 23 (2): 123 – 127.
- Alev Çetin, F. ve Mikal, N., 2016. Hayvancılıkta Veri Madenciliği Uygulamaları. Turk Journal Agricultural Research, 3: 79-88.
- Alpay, G. ve Yeşilbağ, K., 2009. Mastitis Olgularında Virüslerin Rolü. Uludağ Üniversitesi, Journal Faculty Veterinar, 1: 39-46.
- Anonim, 2017. Hayvancılık İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul-> (26.10.2017).
- Anonim, 2018a. [http://atafen.com.tr/tr\\_teknikbilgiler.aspx?id=681#.Wzc43aczbiU-](http://atafen.com.tr/tr_teknikbilgiler.aspx?id=681#.Wzc43aczbiU-) (26.06.2018).
- Anonim, 2018b. <http://www.delaval.com.au/-/Dairy-knowledge-and-advice/Cow-comfort/Drinking-areas/-> (03.01.2018).
- Anonim, 2018c. [http://cerenvet.com/katalog/48140084\\_mastitis.pdf-](http://cerenvet.com/katalog/48140084_mastitis.pdf-) (08.02.2018).
- Arı, A. ve Berberler, M.E., 2017. Yapay Sinir Ağları ile Tahmin ve Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü İçin Arayüz Tasarımı. Acta Infologica. 2017; 1 (2).
- Atasever, S. ve Erdem, H., 2008. Süt Sığırlarında Mastitis ile Sütün Elektriksel İletkenliği Arasındaki İlişkiler. Journal of Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 23(2):131-136.
- Bademkiran, S., Yeşilmen, S. ve Gürbulak, K., 2005. Sütçü İneklerde Günlük Sağım Sayısının Klinik Mastitis ve Süt Verimi Üzerine Etkisi. YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi, 16 (2):17-21.
- Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Beiboer, M.L., Wilmink, H., Benedictus, G. ve Brand, A., 1998. Incidence of Clinical Mastitis in Dairy Herds Grouped in Three Categories by Bulk Milk Somatic Cell Counts. Journal of Dairy Science, 81(2), 411-419.
- Baştan, A., 2002. İneklerde Meme Hastalıkları (ISBN: 975-8322-15-X) Şahin Matbaası Ankara.
- Beede, D.K., 1994. Water: The Most Important Nutrient for Dairy Cattle. Presented at the 31st Florida Dairy Production Conference, Gainesville, 12-13 Nisan, 1994.
- Bewley, J.M., 2018. Smart Cow: Precision Agriculture. <http://dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2015/Bewley.pdf>; (23.01.2018).
- Bowling, M.B., Pendell, D.L., Morris, D.L., Yoon, Y., Katoh, K. ve Belk, K.E., 2008. Review: Identification and Traceability of Cattle in Selected Countries Outside of North America. The Professional Animal Scientist, 24: 287-294.

- Cardot, V., Le Roux, Y. ve Jurjanz, S., 2008. Drinking Behavior of Lactating Dairy Cows and Prediction of Their Water Intake. *Journal Dairy Science*, 91:2257–2264 doi:10.3168/jds.2007-0204.
- Cottee, G., Kyriazakis, I., Widowski, T.M., Lindinger, M.I., Cant, J.P., Duffield, T.F., Osborne, V.R. ve McBride. B.W., 2004. The Effects of Subacute Ruminant Acidosis on Sodium Bicarbonate-Supplemented Water Intake for Lactating Dairy Cows. *Journal Dairy Science*, 87:2248–2253.
- David, A., Fehr, C. ve Fehr, M., 2000. Eating and Feeding Behavior of Dairy Cows. *Advances in Dairy Technology*, Volume 12, page 257.
- Dado, R. G. ve Allen, M.S., 1994. Nutrition, Feding And Calves. *Journal Dairy Science*, 77:132-134.
- Dener, M., 2009. Açık Kaynak Kodlu Veri Madenciliği Programları: WEKA’da Örnek Uygulama, 787-796. Akademik Bilişim’09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Şubat 11-13, 2009.
- Deveci, H., Apaydın, A.M., Kalkan, C. ve Öcal, H., 1994. Evcil Hayvanlarda Meme Hastalıkları I. Baskı (ISBN:975–394–005) Fırat Üniversitesi Basımevi Elazığ.
- Erdem, O.A., 2007. RFID Taşıyıcı Yongalar Kullanılarak Büyükbaş Hayvanların İnternet Üzerinden Kimliklendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Cilt 22, No:1*, 175-180.
- González, L.A., Tolcamp, B.J., Coffey, M.P., Ferret, A. ve Kyriazakis, I., 2008. Changes in Feeding Behaviour as Possible Indicators for The Automatic Monitoring of Health Disorders in Dairy Cows. *Journal Dairy Science*, 91, 1017-1028.
- Gökçen, H., 2018. <http://www.hazimgokcen.net/hayvancilik/hayvancilikta-mekanizasyon/>; (20.04.2018).
- Göncü, S., 2018. Siyah Alaca Süt Sığırı Özellikleri. <http://www.muratgorgulu.com.tr/altekran.asp?id=103>; (22.05.2018).
- Haykin, S., 2010. *Neural Networks and Learning Machines*, PHI Learning Private Limited. (20.06.2018).
- Heald, C.W., Kim, T., Sischo, W.M., Cooper, J.B. ve Wolfgang, D.R., 2000. A Computerized Mastitis Decision Aid Using Farm-Based Records: An Artificial Neural Network Approach. *Journal of Dairy Science*, 83(4), 711-720.
- Heringstad, B., Klemetsdal, G. ve Ruane, J., 2000. Selection for Mastitis Resistance in Dairy Cattle: A Review with Focus on The Situation in The Nordic countries. *Livestock Production Science*, 64(2), 95-106.
- Hong-da, W., 2012. Application of Radio Frequency Identification (RFID) in Dairy Information Management. *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition) Volume 19 No:1* 78-81.
- Huzzey, J.M., Veira, D.M., Weary, D.M. ve Von Keyserlingk, M.A.G., 2007. Parturition Behavior and Dry Matter Intake Identify Dairy Cows at Risk for Metritis. *Journal Dairy Science*, 90:3220–3233.
- Ipema, A.H., Goense, D., Hogewerf, P.H., Houwer, H.W.J. ve Roest, H.V., 2008. Pilot Study to Monitor Body Temperature of Dairy Cows with A Rumen Bolus. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64 ( 2 0 0 8 ), 49–52.
- Jones, G.M. ve Bailey, T.L., 2009. Understanding the Basics of Mastitis. *Virginia Cooperative Extension*. (2009): 1-5.
- Karakök, G., Özkütük, K. ve Görgülü, M., 2008. Sıgır Yetiştiriciliğinde Su Gereksinmesi ve İçme Suyu Kalite Özellikleri . *Hasad Dergisi*, Ağustos 2008, Yıl:24 Sayı 279, 44-51s.



- Kökver, Y., Barışçı, N., Çiftçi, A. ve Ekmekçi, Y., 2014. Hipertansiyona Etki Eden Faktörlerin Veri Madenciliğiyle İncelenmesi. *NWSA-Engineering Sciences*, 1A0352, 9, (2), 15-25.
- Kramer, E., Cavero, D., Stamer, E. ve Krieter, J., 2009b. Mastitis and Lameness Detection in Dairy Cows by Application of Fuzzy Logic. *Livestock Science*, 125, 92-96.
- Kramer, E., Stamer, E., Spilke, J., Thaller, J. ve Krieter, J., 2009a. Analysis of Water Intake and Dry Matter Intake Using Different Lactation Curve Models. *Journal of Dairy Science*, 92, 4072-4081.
- Lowe, G.L., Schütz, K.E., Sutherland, M.A., Waas, J.R., Wilson, M.T. ve Stewart, M., 2017. Validation of An Automated System for Monitoring Water Intake and Drinking Behaviour in Dairy Calves. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, Vol. 77: 133-136.
- Lukas, J.M., Reneau J.G. ve Linn, J.G., 2008. Water Intake and Dry Matter Intake Changes as A Feeding Management Tool and Indicator of Health and Estrus Status in Dairy cows. *Journal Dairy Science*, 91(9):3385-94.
- Maltz, E., 2010. Novel Technologies: Sensors, Data and Precision Dairy Farming. *The First North American Conference on Precision Dairy Management 2010*.
- Meyer, U., Everinghoff, M., Gädeken, D. ve Flachowsky, G., 2004. Investigations on The Water Intake of Lactating Dairy Cows. *Livestock Production Science*, 90; 117 – 121.
- Mitlohner, F.M., Morrow-Tesch, J.L., Wilson, S.C., Dailey, J.W. ve McGlone, J.J., 2001. Behavioural Sampling Techniques for Feedlot Cattle. *Journal of Animal Science*, 79:1189-1193.
- Mol, R.M., Oomen, M.A.R.M., Zom, R.L.G., Ipema, A.H. ve Hogewerf, P.H., 2013. Detection of Diseases in Dairy cows Dased on Water and Feed İntake Measurement. *Precesion Livestock Farming*, 13: 704-712.
- Morris, C.A., Hickey, S.M., Thom, E.R. ve Waugh, C.D., 2010. Daily Water Intake by Individual Dairy Cows on A Pasture Diet During Mid Lactation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 70: 257-260.
- Nääs, I.A., Victor, C.C., Daniella, J.M. ve Mario, M., 2006. Section 5.9 Precision Livestock Production, pp.313-325 of Chapter 5 Precision Agriculture. *CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume VI Information Technology*. (Çevirmen: Ergüneş, G.; Çeviri Editörleri: Tarhan, S. ve Özgüven, M.M.).
- Nadaroğlu, Y., Şimşek, O., Dokuyucu, Ö. ve Çalık, Y., 2018. Sıcaklık-Nem İndeksi Programı (Sinep). <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/sinep.pdf>; (25.05.2018).
- NRC., 1971. A Guide to Environmental Research on Animals. *Natl. Acad. Science*, Washington, DC
- Orekici Temel, G. ve Erdoğan, S., 2011. Tanı Koyma Amaçlı Yapılan Tıbbi Çalışmalarda Jacknife Bootstrap ve Çapraz Geçerlilik Yöntemlerinin Kullanımı. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2011;1(3): 45-49.
- Öten, M., Işık, M. ve Çetinkaya, M., 2004. Yüksek Sıcaklıklarda Süt Sığırlarının Beslenmesi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (3-4), 229-234.
- Özekes, S., 2003. Data Mining Models and Application Areas. *İstanbul Commerce University, Journal of Science*, No.3, 65-82.
- Öztemel, E., 2003. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul.

- Parlak, K. ve Arıcan, M., 2016. Sığırlarda Abomasum'un Sağ ve Sol Deplasmanı ve Operasyon Sonuçları: Retrospektif Çalışma-73 olgu. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 2016: :2(9):106-111.
- Reith, S., Pries, M., Verhülsdonk, C., Brandt H. ve Hoy, S., 2014. Influence of Estrus on Dry Matter Intake Water Intake and BW of Dairy Cows. *Animal*, 8:5, pp 748–753.
- Rosenblatt, F., 1958. The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage And Organization in The Brain. *Psychological Review*, 65, 6, 386-408.
- Ruiz-Garcia, L. ve Lunadei, L., 2011. The Role of RFID in Agriculture: Applications, Limitations and Challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 79 (2011) 42–50.
- Samad, A., Murdeshwar, P. ve Hameed, S., 2010. High-Credibility RFID-Based Animal Data Recording System Suitable for Small-Holding Rural Dairy Farmers. *Computers and Electronics in Agriculture*, 73 (2010): 213–218.
- Sarıca, S., Ulutaş, Z. ve Şahin, A., 2004. Türkiye Hayvancılığının Mevcut Durumu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1), 91-98.
- Savaş, S., Topaloğlu, N. ve Yılmaz, M., 2012. Veri Madenciliği ve Türkiye'deki Uygulama Örnekleri, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 11(21): 1-23.
- Seegers, H., Fourichon, C. ve Beaudeau, F., 2003. Production Effects Related to Mastitis and Mastitis Economics in Dairy Cattle Herds. *Veterinary Research*, 34(5), 475-491.
- Sertkol, C., 2016. Sütçü İneklerde Akut Klinik Mastitislerde Meme İçi Ozon Tedavisinin İyileştirici Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi. Doğum ve Jinekoloji (Veteriner) Anabilim Dalı, Hatay.
- Şen, Z., 2004. Yapay Sinir Ağları İlkeleri, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, ISBN: 975-6455-13-6, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Tarhan, S., Özgüven, M.M. ve Ertuğrul, M., 2015. Süt Sığırı İşletmelerindeki Bilgi Teknolojileri. GAP VII. Tarım Kongresi, 28Nisan-01 Mayıs 2015, 510-514.
- Tömek, B., 2007. Süt Sığırcılığında Sürü Yönetimi Alanında Kullanılan Çağdaş Teknoloji Uygulamaları Üzerine Bir Değerlendirme. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir.
- Turan, Z., Şanver, D. ve Öztürk K., 2017. Türkiye'de Hayvancılık Sektöründen Süt İnekçiliğinin Önemi ve Yurt İçi Hasılaya Katkısı ve De Dış Ülkelerle Karşılaştırılması. Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(3): 60-74.
- Uzmay, C., Kaya, İ. ve Tömek. B., 2010. Süt Sığırcılığında Hassas Sürü Yönetim Uygulamaları. *Derleme, Hayvansal Üretim* 51(2), S: 50-58.
- Ulubaş, B. ve Günay, M., 2004. Pratik Sığırcılık. [http://www.eryas.com.tr/uploads/file/pratik\\_sigircilik.pdf](http://www.eryas.com.tr/uploads/file/pratik_sigircilik.pdf); (20.06.2018).
- Watson, D., 1999. Water a Must for Livestock, <https://extension2.missouri.edu/catalogsearch/result/?q=Water+a+must+for+live+stock>; (03.01.2018).
- Yavuz, S. ve Deveci, M., 2013. İstatistiksel Normalizasyon Teknikleri Yapay Sinir Ağı Performansa Etkisi. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 40, Haziran-Aralık 2012 ss. 167-187.

- Yaylak, E. ve Kumlu, S., 2005. Siyah Alaca Sığırların 305 Günlük Süt Verimine Vücut Kondisyon Puanı ve Bazı Çevre Faktörlerinin Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(3):55-66.
- Yıldız, A.,2018. Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2), 546-556.
- Yurdakul, S., 2015. Veri Madenciliği ile Lise Öğrenci Performanslarının Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.



## 7. EKLER

### EK 1

Süt sığırlarına ait veriler

Sıra No	RFID No	Laktasyon Süresi	Laktasyon Sayısı	Doğum Tarihi
1	999001610160189	2	1	9.03.2016
2	999001610160102	2	2	30.01.2015
3	999001610160146	2	2	10.01.2015
4	999002017060227	3	1	02.04.2015
5	999001610130020	3	2	25.03.2014
6	999001610160170	3	2	07.04.2015
7	999002017060125	5	2	28.03.2015
8	999002017060007	6	2	05.06.2014
9	999001610160129	7	1	20.11.2015
10	999002017060019	9	3	11.10.2012
11	999002017060214	9	6	04.08.2009
12	999001610160109	13	1	10.10.2015
13	999002017060105	13	1	25.10.2015
14	999001610130028	13	3	24.05.2013
15	999001610160129	20	1	20.11.2015
16	999002017060233	21	4	03.12.2011
17	999002017060099	23	2	01.12.2013
18	999002017060218	24	1	21.01.2015
19	999002017060210	26	1	24.07.2015
20	999002017060201	31	5	14.06.2011
21	999002017060239	32	3	26.09.2012
22	999002017060176	38	5	05.05.2011
23	999002017060187	41	1	21.08.2015
24	999002017060194	42	1	11.06.2014
25	999002017060171	42	3	03.02.2013
26	999002017060235	42	5	25.05.2011
27	999002017060121	47	1	26.08.2015
28	999002017060206	47	2	25.02.2014
29	999002017060249	47	2	30.09.2014
30	999001610160143	47	2	07.10.2014
31	999001610160111	48	3	16.09.2013
32	999002017060223	51	2	18.10.2013
33	999002017060183	53	2	03.12.2011
34	999001610160148	55	2	01.03.2014
35	999002017060243	56	3	24.08.2012
36	999002017060203	58	3	30.03.2013

37	999002017060247	58	4	02.08.2009
38	999001610130047	59	2	28.07.2012
39	999002017060205	59	2	17.03.2014
40	999002017060206	63	2	25.02.2014
41	999002017060228	63	3	23.10.2011
42	999002017060246	63	5	17.10.2009
43	999002017060240	66	5	20.07.2011
44	999002017060171	69	3	03.02.2013
45	999001610130040	70	2	04.10.2013
46	999001610130044	71	5	28.07.2014
47	999001610130209	72	7	21.08.2008
48	999001610160139	74	3	12.01.2015
49	999002017060210	76	3	03.11.2011
50	999002017060230	77	3	24.12.2012
51	999002017060183	81	2	6.01.2014
52	999001610130034	82	1	28.07.2015
53	999002017060233	82	4	03.12.2011
54	999002017060103	87	1	30.08.2015
55	999001610160179	87	3	22.08.2013
56	999001610130008	88	1	27.02.2014
57	999001610160108	88	1	25.12.2013
58	999001610160133	88	3	10.11.2013
59	999001610160172	89	1	07.08.2015
60	999001610160181	94	3	8.01.2013
61	999002017060220	95	1	01.07.2015
62	999002017060233	95	4	03.12.2011
63	999002017060016	97	3	20.09.2013
64	999002017060244	99	2	25.04.2014
65	999002017060198	99	4	21.09.2010
66	999001610130006	102	2	25.05.2014
67	999002017060008	102	2	27.02.2014
68	999001610160106	102	4	25.09.2012
69	999001610160151	103	1	01.11.2015
70	999002017060173	106	5	14.06.2011
71	999001610160168	108	1	09.10.2015
72	999002017060132	108	2	02.09.2013
73	999002017060221	108	4	13.01.2011
74	999001610160199	109	1	02.10.2015
75	999001610130005	109	2	04.02.2014
76	999002017060225	113	3	06.11.2012
77	999001610130045	116	1	13.11.2015
78	999002017060242	116	3	26.03.2013
79	999001610160184	121	1	26.08.2015

80	999001610160181	121	3	08.01.2013
81	999002017060242	121	4	23.03.2011
82	999001610130040	122	2	04.10.2013
83	999002017060226	122	5	12.09.2009
84	999002017060180	124	2	14.02.2013
85	999002017060158	129	2	04.08.2014
86	999001610160181	130	2	08.01.2013
87	999001610130242	130	3	26.03.2013
88	999002017060246	135	5	17.10.2009
89	999002017060071	136	2	22.10.2013
90	999002017060145	142	1	06.08.2015
91	999002017060150	143	2	10.06.2014
92	999002017060156	143	3	29.08.2013
93	999002017060097	149	2	01.05.2014
94	999002017060242	152	3	26.03.2013
95	999002017060150	154	2	10.06.2014
96	999002017060211	156	2	06.11.2013
97	999001610160104	159	4	01.05.2011
98	999001610160124	159	6	21.01.2010
99	999002017060123	160	5	08.11.2011
100	999001610130002	163	4	28.07.2014
101	999001610130009	164	2	13.11.2013
102	999002017060122	165	2	07.12.2013
103	999002017060053	166	2	08.03.2014
104	999002017060113	167	1	22.07.2015
105	999001610160156	167	2	29.08.2013
106	999001610130032	184	3	11.03.2013
107	999001610160142	189	2	30.07.2014
108	999001610160163	194	1	24.09.2015
109	999001610160193	197	2	02.10.2013
110	999002017060135	205	3	26.12.2012
111	999002017060043	207	3	27.03.2015
112	999001610160097	208	2	01.05.2014
113	999002017060071	219	2	22.10.2013
114	999002017060177	224	1	11.03.2015
115	999001610160101	226	3	04.02.2012
116	999002017060053	231	2	08.03.2014
117	999002017060222	236	1	14.01.2015
118	999002017060177	238	1	11.03.2015
119	999002017060067	238	2	03.05.2015
120	999002017060192	240	2	28.08.2013
121	999001610160107	249	1	26.06.2015
122	999001610160161	255	1	21.03.2015

123	999001610130042	264	2	07.11.2013
124	999002017060217	265	3	10.03.2014
125	999002017060204	266	4	26.05.2011
126	999001610160161	268	1	21.03.2015
127	999002017060175	269	4	01.07.2010
128	999001610130222	272	1	14.01.2015
129	999002017060114	281	1	07.06.2014
130	999002017060011	287	1	01.04.2015
131	999001610160229	301	4	08.07.2011
132	999002017060245	306	3	27.10.2011
133	999002017060213	307	2	27.09.2013
134	999002017060100	337	4	28.09.2009
135	999001610130008	361	3	08.12.2011
136	999002017060248	372	3	22.10.2012
137	999001610130008	385	3	08.12.2011
138	999002017060130	397	1	23.12.2014
139	999001610130008	401	3	08.12.2011
140	999002017060166	418	1	02.11.2014
141	999002017060238	476	1	17.06.2014
142	999001610160167	615	1	11.05.2014
143	999001610130044	73	5	28.07.2014
144	999001610130049	99	1	9.04.2015
145	999002017060037	18	3	7.04.2011
146	999002017060250	271	1	8.04.2015
147	999002017060211	154	2	6.11.2013
148	999001610160143	175	2	7.10.2014
149	999001610160213	220	3	24.06.2013
150	999001610160064	56	2	3.03.2014
151	999001610160088	314	3	1.08.2013
152	999001610160018	147	6	5.01.2010
153	999001610160070	134	4	2.07.2012
154	999001610160088	2	2	8.05.2014

## EK 2

### Sıcaklık nem stres indeksi

Eylül 2017 ayı Sıcaklık nem stresi indeksi

SNİ	Tarih
71.07	20.09.2017
69.18	21.09.2017
68.12	22.09.2017
67.47	23.09.2017
65.54	24.09.2017
66.98	25.09.2017
65.98	26.09.2017
65.25	27.09.2017
61.36	28.09.2017
56.95	29.09.2017
58.36	30.09.2017

Ekim 2017 ayı Sıcaklık nem stresi indeksi

SNİ	Tarih
61.11	1.10.2017
56.26	2.10.2017
54.08	3.10.2017
50.24	4.10.2017
50.87	5.10.2017
51.43	6.10.2017
54.83	7.10.2017
59.90	8.10.2017
58.64	9.10.2017
56.68	10.10.2017
55.04	11.10.2017
54.26	12.10.2017
50.06	13.10.2017
52.85	14.10.2017
54.38	15.10.2017
54.80	16.10.2017
48.62	17.10.2017
50.14	18.10.2017
50.38	19.10.2017
50.37	20.10.2017
50.11	21.10.2017
51.66	22.10.2017
51.11	23.10.2017
55.47	24.10.2017
61.43	25.10.2017
57.89	26.10.2017
52.07	27.10.2017
51.61	28.10.2017
59.42	29.10.2017
57.07	30.10.2017
52.50	31.10.2017



Kasım 2017 ayı Sıcaklık nem stresi  
indeksi

SNI	Tarih
45.89	1.11.2017
41.27	2.11.2017
41.45	3.11.2017
45.03	4.11.2017
49.28	5.11.2017
47.65	6.11.2017
51.48	7.11.2017
52.69	8.11.2017
56.29	9.11.2017
64.78	10.11.2017
58.12	11.11.2017
49.18	12.11.2017
50.76	13.11.2017
55.05	14.11.2017
52.57	15.11.2017
42.51	16.11.2017
38.20	17.11.2017
33.05	18.11.2017
33.08	19.11.2017
33.60	20.11.2017
33.81	21.11.2017
33.64	22.11.2017
31.83	23.11.2017
30.71	24.11.2017
30.26	25.11.2017
31.11	26.11.2017
31.57	27.11.2017
35.71	28.11.2017
50.03	29.11.2017
41.00	30.11.2017

Aralık 2017 ayı Sıcaklık nem stresi  
indeksi

SNI	Tarih
36.23	1.12.2017
35.85	2.12.2017
42.10	3.12.2017
31.82	4.12.2017
34.41	5.12.2017
29.82	6.12.2017
28.93	7.12.2017
32.02	8.12.2017
25.16	9.12.2017
32.37	10.12.2017
32.27	11.12.2017
32.54	12.12.2017
36.50	13.12.2017
29.91	14.12.2017
29.57	15.12.2017
28.80	16.12.2017
30.02	17.12.2017
25.86	18.12.2017
24.08	19.12.2017
24.49	20.12.2017
25.17	21.12.2017
32.11	22.12.2017
33.23	23.12.2017
38.69	24.12.2017
37.76	25.12.2017
36.32	26.12.2017
37.58	27.12.2017
37.46	28.12.2017
47.50	30.12.2017
51.43	31.12.2017

Ocak 2018 ayı Sıcaklık nem stresi  
indeksi

SNİ	Tarih
39.49	1.01.2018
28.95	2.01.2018
31.48	3.01.2018
33.15	4.01.2018
39.77	5.01.2018
51.59	6.01.2018
51.54	7.01.2018
33.98	8.01.2018
27.32	9.01.2018
21.20	10.01.2018
39.51	11.01.2018
28.83	12.01.2018
34.05	13.01.2018
24.42	14.01.2018
28.02	15.01.2018
34.12	16.01.2018
37.08	17.01.2018
34.93	18.01.2018
37.22	19.01.2018
37.22	20.01.2018
34.33	21.01.2018
29.53	22.01.2018
29.17	23.01.2018
29.16	24.01.2018
37.89	25.01.2018
33.70	26.01.2018
28.91	27.01.2018
28.01	28.01.2018
34.14	29.01.2018
34.90	30.01.2018
25.62	31.01.2018

Şubat 2018 ayı Sıcaklık nem stresi  
indeksi

SNİ	Tarih
22.63	1.02.2018
24.96	2.02.2018
33.45	3.02.2018
39.38	4.02.2018
44.35	5.02.2018
43.97	6.02.2018
41.21	7.02.2018
41.68	8.02.2018
40.22	9.02.2018
36.27	10.02.2018
35.58	11.02.2018
35.41	12.02.2018
29.71	13.02.2018
27.15	14.02.2018
31.19	15.02.2018
31.18	16.02.2018
32.68	17.02.2018
38.06	18.02.2018
39.06	19.02.2018
43.74	20.02.2018
44.18	21.02.2018
45.14	22.02.2018
48.52	23.02.2018
49.49	24.02.2018
47.46	25.02.2018
49.82	26.02.2018
52.56	27.02.2018
57.43	28.02.2018

Mart 2018 ayı Sıcaklık nem stresi  
indeksi

SNI	Tarih
56.60	1.03.2018
59.06	2.03.2018
54.84	3.03.2018
43.66	4.03.2018
43.73	5.03.2018
44.56	6.03.2018
50.18	7.03.2018
52.06	8.03.2018
54.02	9.03.2018
60.33	10.03.2018
52.03	11.03.2018
53.31	12.03.2018
52.27	13.03.2018
43.65	14.03.2018
41.54	15.03.2018
42.75	16.03.2018
44.24	17.03.2018
41.80	18.03.2018
46.08	19.03.2018
48.33	20.03.2018
46.21	21.03.2018
45.45	22.03.2018
44.43	23.03.2018
46.20	24.03.2018
50.33	25.03.2018
55.42	26.03.2018
49.63	27.03.2018
44.78	28.03.2018
47.76	29.03.2018
54.38	30.03.2018
54.85	31.03.2018

Nisan 2018 ayı Sıcaklık nem stresi  
indeksi

SNI	Tarih
53.91	1.04.2018
53.16	2.04.2018
49.32	3.04.2018
49.21	4.04.2018
53.47	5.04.2018
57.02	6.04.2018
60.93	7.04.2018
61.19	8.04.2018
61.21	9.04.2018
61.89	10.04.2018
61.01	11.04.2018
59.12	12.04.2018
60.06	13.04.2018
57.81	14.04.2018
53.18	15.04.2018
51.08	16.04.2018
56.69	17.04.2018
59.22	18.04.2018
59.06	19.04.2018
53.85	20.04.2018
50.54	21.04.2018
49.15	22.04.2018
58.66	23.04.2018
59.90	24.04.2018
61.94	25.04.2018
61.88	26.04.2018
62.06	27.04.2018
60.69	28.04.2018
61.33	29.04.2018
62.67	30.04.2018

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Murat ERTUĞRUL

Doğum Yeri: Çayıralan/YOZGAT

Eğitimlerim:

<u>Okul Adı</u>	<u>Bölüm</u>	<u>Mezuniyet</u>
Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Tarım Makinaları (Yüksek Lisans)	2011
Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Tarım Makinaları ( Lisans)	2009
Kayseri lisesi	Fen Bilimleri	2002
Konuklar İlköğretim Okulu		1999

2009 yılında Tarım Makinaları Bölümünü birincilikle (1.) bitirerek mezun oldum.