

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**SÜT ÖLÇÜM VE TAKİP İSTASYONU İÇİN OTOMASYON
YAZILIMI GELİŞTİRME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SUAT ONUR

BALIKESİR, HAZİRAN - 2016

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**SÜT ÖLÇÜM VE TAKİP İSTASYONU İÇİN OTOMASYON
YAZILIMI GELİŞTİRME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SUAT ONUR

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. AYHAN İSTANBULLU (Tez Danışmanı)

Doç. Dr. Metin DEMİRTAŞ

Yrd. Doç. Dr. Tarık KUNDURACI

BALIKESİR, HAZİRAN - 2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

Suat ONUR tarafından hazırlanan “**SÜT ÖLÇÜM VE TAKİP İSTASYONU İÇİN OTOMASYON YAZILIMI GELİŞTİRME**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24.06.2016 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Ayhan İSTANBULLU

Üye
Doç. Dr. Metin DEMİRTAŞ

Üye
Yrd. Doç. Dr. Tarık KUNDURACI


.....

.....

.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

Bu tez çalışması T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 0607.STZ.2013-2 nolu proje ve Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2015/174 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

**SÜT ÖLÇÜM VE TAKİP İSTASYONU İÇİN OTOMASYON YAZILIMI
GELİŞTİRME
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SUAT ONUR
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. AYHAN İSTANBULLU)**

BALIKESİR, HAZİRAN - 2016

Süt sığırcılığında, hayvanların tanımlanması ve bireysel olarak süt verimlerinin ve potansiyelinin takip edilmesi, işletmenin karlılığı ve devamlılığı açısından oldukça önemlidir. Süt verimine doğrudan yada dolaylı etkisi olan faktörlerin izlenmesi ve gerekli tedbirlerin önceden alınması, verimliliğin kontrol altına alınmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada, SANTEZ proje desteğiyle geliştirilen elektronik temassız süt ölçer cihazı ile her sağılan hayvan için elde edilen ölçüm verileri kablosuz ağ sistemi ile sunucuya aktarılmaktadır. Bunun yanında, hayvanların refah ve sağlık durumları üzerinde etkili olan dış ortam ve barınak hava koşullarına ait ölçüm verileri de aynı kablosuz ağ sistemi üzerinden sunucuya aktarılmaktadır. Sunucu üzerinde geliştirilen web-tabanlı yazılım ile bu ölçüm verileri izlenebilmekte ve çeşitli grafik, liste ve hesaplamalar ile verimlilik analizleri yapılabilmektedir.

Bu çalışmada verilerin toplanması için tasarlanan internet tabanlı bir model önerilmiş ve bu modelin uygulaması kısmen yapılmıştır. Sistemin donanım alt yapısını Kablosuz Algılayıcı Ağlar oluşturmakta, yazılım alt yapısında ise PHP, MySQL ve JQuery gibi internet teknolojileri kullanılmaktadır.

Çalışma sonunda geliştirilen yazılım ve veri toplama sistemi sayesinde, sağım verileri otomatik olarak kayıt edilmekte, süt verimlerinin günlük, haftalık, aylık ve laktasyon dönemi boyunca izlenebilmesi sağlanmaktadır. Süt verimine etkisi olan barınak ve dış ortam hava kalitesi ve koşulları sürekli olarak ölçülmekte, kayıt altına alınmakta ve izlenmektedir.

Ayrıca, subklinik mastitis gibi süt verimini düşüren hastalıkların önceden belirlenmesi için de veri madenciliği yöntemlerinden Destek Vektör Makinası kullanan bir modül eklenmiştir. Başka bir çalışmadan izin alınarak kullanılan veriler ile testler yapılmış %87 başarı oranı ile sınıflandırma yapılabildiği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: süt verimi, süt ölçer, subklinik mastitis, süt sığırcılığı, sürü yönetim sistemi, SVM.

ABSTRACT

AUTOMATION SOFTWARE DEVELOPMENT FOR MILK MONITORING AND METERING STATION

MSC THESIS

SUAT ONUR

**BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING**

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. AYHAN ISTANBULLU)

BALIKESİR, JUNE 2016

Animal identification and monitoring of individual milk yield and potential are so significant for the profitability and sustainability of the dairy cattle farming. Monitoring of factors that directly or indirectly affect the milk yield and taking the necessary precautions beforehand will enable the control of efficiency.

In this study, a contactless electronic milk measuring device developed with the support of SANTEZ project with the data obtained for each animal are transmitted to the server through Wireless Sensor Network. At the same time, data related to the outdoor and indoor weather conditions which have effects on animal welfare and health conditions are transmitted to the server with Wireless Sensor Network. Measurement data can be monitored with web-based software developed on the server and efficiency analysis can be followed and productivity analysis can be done with charts, lists, and calculations

In this study, an internet-based model designed for data collection has been proposed and the application of this model has been partially done. Wireless Sensor Networks have formed the system's hardware infrastructure while some internet technologies, such as PHP, MySQL and jQuery have been used in the software infrastructure.

Thanks to developed software and data acquisition system, milking data is automatically recorded, the milk yield can be monitored, daily, weekly, monthly and during the lactation period. The indoor and outdoor environment, air quality and weather conditions are continuously measured, recorded, monitored and measures are taken against heat stress or cold stress that reduce the milk yield.

In addition, a module that uses Support Vector Machine, which is a data mining method, in order to determine diseases such as subclinical mastitis that reduces milk yield was added. Tests were conducted using data gathered from another study with permission and it was observed that the classification can be made with 87% success rate.

KEYWORDS: milk yield, milkmeter, subclinical mastitis, dairy cattle, herd management system, SVM.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Önceki Çalışmalar	7
2. SÜT SIĞIRCILIĞI VE SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMİ	10
2.1 Türkiye’de Süt Sığırıcılığı	10
2.2 Bilgisayar Destekli Sürü Yönetim Sistemi.....	14
2.2.1 Süt Sığırıcılık İşletmelerinde Kayıt Tutmanın Önemi	15
2.2.2 Süt Sığırıcılık İşletmelerinde Kimlik Tanımlama	17
2.2.2.1 Resmi Numaralama Sistemi	18
2.2.2.2 Özel Numaralama ve RFID Sistemi.....	18
3. KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR	20
3.1 ZigBee	21
3.2 Kablosuz Haberleşme Teknolojilerinin Karşılaştırılması	21
3.3 IEEE 802.15.4 Standardı	22
3.4 Kablosuz Algılayıcı Ağ Topolojileri	22
3.4.1 Yıldız Topoloji.....	22
3.4.2 Ağaç Topoloji	23
3.4.3 Örgü (Mesh) Topoloji	24
3.5 Sensör Düğümlerin Yapısı	25
4. TASARLANAN SÜRÜ YÖNETİM MODELİ	27
4.1 Modeli Oluşturan Bileşenler.....	28
4.1.1 Donanım Bileşenleri	28
4.1.2 Yazılım Bileşenleri	29
5. GERÇEKLEŞTİRİLEN SÜRÜ YÖNETİM MODELİ	31
5.1 Modeli Oluşturan Bileşenler.....	33
5.1.1 Donanım Bileşenleri ve Özellikleri	33
5.1.1.1 Elektronik Süt Ölçer.....	33
5.1.1.2 Arduino UNO R3	37
5.1.1.3 Xbee RF Kartı	38
5.1.1.4 Wireless Proto Shield.....	39
5.1.1.5 Ethernet Shield	40
5.1.1.6 DHT22 Sıcaklık ve Nem Sensörü	41
5.1.1.7 LDR Işık Sensörü	41
5.1.1.8 BMP180 Hava Basıncı Sensörü	42
5.1.1.9 Hava Durumu ve Ölçüm Kiti	42
5.1.1.10 Gaz Sensörleri	43
5.1.2 Yazılım Bileşenleri ve Özellikleri	44
5.1.2.1 PHP Programlama Dili.....	45
5.1.2.2 MYSQL Veri Tabanı.....	45

5.2	KAA Mimarisi ve Yazılımları.....	46
5.2.1	Merkez Düğüm Yazılımları	48
5.2.2	Sensör Düğüm Yazılımları	51
5.2.3	Sensör Verileri İçin Sunucudaki Yazılım	54
6.	SÜT TAKİP VE ANALİZ YAZILIMI.....	55
6.1	Süt Takip Ve Analiz Yazılımına Giriş Ekranı.....	56
6.2	Ana Sayfa - Modül Seçim Ekranı.....	57
6.3	Tanımlamalar Ekranı	57
6.4	Genel Bilgiler Ekranı.....	58
6.5	Kullanıcı Tanım ve Yetki Ayarları Ekranı	59
6.6	Süt Takip Modülü.....	59
6.6.1	Süt Verim Liste ve Grafikleri	60
6.6.1.1	Süt Sağım Listesi	60
6.6.1.2	7 Günlük (Haftalık) Süt Verim Grafiği.....	61
6.6.1.3	30 Günlük (Aylık) Süt Verim Grafiği.....	62
6.6.2	Sağım İzleme Ekranı.....	62
6.6.3	Mastitis Hastalık Tahmini.....	64
6.7	Rapor Ekranları	64
7.	SUBKILINIK MASTİTİSİN TAHMİNİ İÇİN UYGULAMA	
YAZILIMI	65	
7.1	Süt Sığırlarında Mastitis ve Önemi	65
7.2	Destek Vektör Makinaları (SVM).....	66
7.3	WEKA Programı	69
7.4	HR-SVM Programı.....	69
7.5	Süt Sağım Verileri ile Yapılan Sınıflandırma	71
7.6	Süt Takip Ve Analiz Yazılımında Mastitis Tahmini.....	73
8.	SONUÇ VE ÖNERİLER	77
9.	KAYNAKLAR.....	82

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Veri toplama, işleme ve depolama (Türkyılmaz, 2005).....	16
Şekil 3.1: Yıldız topolojisi.....	23
Şekil 3.2: Ağaç topolojisi.....	23
Şekil 3.3: Örgü topolojisi.....	24
Şekil 3.4: Sensör düğümü mimarisi.....	25
Şekil 4.1: İnternet tabanlı sürü yönetim modeli.....	28
Şekil 5.1: Gerçekleştirilen sürü yönetim modeli.....	31
Şekil 5.2: Elektronik süt ölçer cihazı.....	35
Şekil 5.3: Elektronik süt ölçer cihazı blok şeması.....	36
Şekil 5.4: Elektronik süt ölçer cihazından gönderilen veri paketi.....	36
Şekil 5.5: Süt ölçerlerle oluşturulan KAA modeli.....	37
Şekil 5.6: Arduino UNO R3.....	37
Şekil 5.7: Xbee RF kartı.....	39
Şekil 5.8: Wireless proto shield.....	40
Şekil 5.9: Arduino ethernet shield.....	40
Şekil 5.10: Arduino ile ısı/nem sensör bağlantısı.....	41
Şekil 5.11: Arduino ile LDR sensör bağlantısı.....	42
Şekil 5.12: Arduino ile basınç sensörü bağlantısı.....	42
Şekil 5.13: MQ Serisi gaz sensörleri ve algıladığı gazlar.....	43
Şekil 5.14: MQ serisi gaz sensör pin bağlantıları.....	44
Şekil 5.15: Tasarlanan kablosuz algılayıcı ağ mimarisi.....	48
Şekil 5.16: Merkez düğüm (koordinatör).....	48
Şekil 5.17: Merkez düğüm yazılımı kütüphane tanımları.....	49
Şekil 5.18: Merkez düğüm yazılımı ethernet shield tanımları.....	49
Şekil 5.19: Merkez düğüm yazılımı DS1302 RTC tanımları.....	50
Şekil 5.20: Merkez düğüm setup fonksiyonu.....	50
Şekil 5.21: Sensörlerdeki verilerin alınması ve sunucuya gönderilmesi.....	51
Şekil 5.22: LDR, ısı/nem sensör düğümü.....	52
Şekil 5.23: Sensör düğüm veri okuma ve paketleme yazılımı.....	53
Şekil 5.24: Sensör listesi ve grafikleri.....	54
Şekil 6.1: Süt takip ve analiz yazılımı giriş ekranı.....	56
Şekil 6.2: Tanımlamalar ekranı.....	58
Şekil 6.3: Genel bilgiler ekranı.....	59
Şekil 6.4: Süt verim özet bilgi ekranı.....	60
Şekil 6.5: Süt sağım listesi ekranı.....	61
Şekil 6.6: 7 Günlük süt sağım grafiği ekranı.....	61
Şekil 6.7: 30 günlük süt sağım grafik ekranı.....	62
Şekil 6.8: Anlık sağım takip ekranı.....	63
Şekil 7.1: SVM destek vektörlerinin gösterimi.....	67
Şekil 7.2: Doğrusal olmayan sınıflandırma.....	67
Şekil 7.3: Çekirdek fonksiyonun üst boyuta taşınması.....	68
Şekil 7.4: Çekirdek fonksiyonlarının matematiksel gösterimi.....	68
Şekil 7.5: HR-SVM'nin veri seti formatı.....	70
Şekil 7.6: Eğitim verisinden model oluşturma komutu.....	70
Şekil 7.7: Model'e göre test verilerini sınıflandırma komutu.....	70

Şekil 7.8: Test veri setini sınıflandırma	71
Şekil 7.9: WEKA ile HR-SVM karşılaştırması.	73
Şekil 7.10: Sınıflandırma yöntemi süreç modeli (Peker ve Kirbaş, 2016).	74
Şekil 7.11: Yazılımda HR-SVM ile sınıflandırmanın uygulanması.	75
Şekil 7.12: Yazılımda sınıflandırma ve tahmin sonuçları.	75
Şekil 8.1: ESÖ cihaz verilerinin bilgisayara kayıt edilmesi.	77
Şekil 8.2: Deneysel çalışmaların yapıldığı sağım istasyonu.	78
Şekil 8.3: Sağım takip ekranı.	79

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1: Türkiye’deki süt sgrclk işletmelerinin sayısı.....	11
Tablo 3.1: Kablosuz haberleşme teknolojilerinin karşılaştırılması.....	21
Tablo 3.2: IEEE 802.15.4 standardının zellikleri.....	22
Tablo 7.1: WEKA LibSVM ile sınıflandırma.....	72
Tablo 7.2: HR-SVM ile yapılan sınıflandırma.....	72

SEMBOL LİSTESİ

ADC	:	Analog Digital Converter
ANFIS	:	Adaptive Neuro Fuzzy Inference System
AODV	:	Ad-Hoc On Demand Distance Vector Routing
API	:	Application Programming Interface
ASP	:	Active Server Pages
BM	:	Bulanık Mantık
CMT	:	California Mastitis Test
Eİ	:	Elektrik İletkenliği
ESÖ	:	Elektronik Süt Ölçer
GNU	:	General Public License
GSM	:	Global System for Mobile Communications
HR-SVM	:	Hierarchical Multi-Label Classification System
HTML	:	HyperText Markup Language
ICAR	:	International Committee for Animal Recording
ID	:	Identity (Kimlik Bilgisi)
IEEE	:	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	:	Internet Protocol
KAA	:	Kablosuz Algılayıcı Ağ
LibSVM	:	A Library for Support Vector Machines
MATLAB	:	Matrix Laboratory
PHP	:	Hypertext Preprocessor
RF	:	Radio Frequency
RFID	:	Radio Frequency Identification
RMSE	:	Root Mean Squared Error
SHS	:	Somatik Hücre Sayısı
SQL	:	Structured Query Language
SVM	:	Support Vector Machines
TCP	:	Transmission Control Protocol
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
UDP	:	User Datagram Protocol
YSA	:	Yapay Sinir Ağları

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimin ve bu tezin hazırlanması sürecinde orijinal fikir ve tavsiyeleri ile bana farklı bakış açısı kazandıran kıymetli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Ayhan İSTANBULLU'ya, proje ekibimizde yer alan, proje yürütücüsü Doç. Dr. Metin DEMİRTAŞ, araştırmacı Prof. Dr. Seydi DOĞAN, Öğr.Gör. Yasin AYDIN ve projede teknik destek veren Öğretmen Mustafa TAŞCI hocalarıma her türlü yardım ve desteklerinden dolayı minnet ve şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, tezde kullandığım veri madenciliği yöntemlerini öğrenmemde büyük katkısı olan Uzman Uğur TURHAL'a, çalışmamda hazırladığım programı test etmek için ihtiyaç duyduğum verileri bana sağlayan ve kullanmama müsaade eden Yrd. Doç. Dr. Nazire MEMMEDOVA (MİKAİL) hocama da çok teşekkür ediyorum.

Yoğun ve uzun süren çalışmalarım süresince, eşim ve kızıma gösterdikleri sabır ve destekleri için çok teşekkür ediyorum.

Balıkesir, 2016

Suat ONUR

1. GİRİŞ

Büyük baş hayvancılığın temel amacı et ve süt üretimidir. Nüfusun hızla artmasıyla birlikte kırsal nüfusun azalması, kentsel nüfusun artması ile süt tüketiminin yoğun olduğu sanayi ürünlerindeki artış gibi faktörler süt tüketimini artırmıştır. Sütün yerine geçebilecek başka bir gıda maddesinin olmayışı da her hayvandan alınacak süt miktarının ve veriminin artırılması gereğini ortaya çıkarmıştır. Bu gelişmeler süt işletmelerinin sayısını artırmakta, ticari süt hayvancılığı faaliyetlerini ortaya çıkarmaktadır (Aydın ve Derinöz, 2013; Doğanay, 2011).

Küçük aile işletmeciliği şeklinde yapılan süt sığırcılığı entansif çiftliklere doğru geçiş yapmak zorunda kalmıştır. İşletmelerin ölçeklerinin büyümesi ve entansifleşmesi bazı zorlukları da beraberinde getirmiştir. Yapılan işlerdeki yoğunluk artmış, talebin artması nedeni ile daha fazla üretim yapmak zorunda kalınmış, işlerin zamanında yapılması için ek iş gücüne ihtiyaç doğmuştur. Bu nedenle sütün sağılmasından pazarlanmasına kadar olan süreç içerisinde çeşitli otomasyon ve yazılım sistemlerinin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Otomasyonun kullanımı ile işgücü masrafları ve zamanın kullanımı önemli ölçüde azalmıştır. Günümüzde hayvancılıkta kullanılan teknolojiler “bilgisayar destekli sürü yönetim sistemleri” adı altında toplanmaktadır (Göncü, Koluman ve Mevliyaoğulları, 2015; Maatje, de Mol ve Rossing, 1997; Uzman ve Kaya, 2010).

Bilgisayar destekli sürü yönetim programı kullanan süt sığırcılığı işletmeleri, kullandıkları çeşitli otomasyon donanımları ile elde ettikleri bilgilerden günlük, haftalık, aylık ve yıllık çeşitli raporlar alarak sürü sağlığı, verimi, buzağılama ve tohumlama durumunu takip ederek birtakım kararlar alması gerekmektedir. Bu nedenle geliştirilmiş çeşitli fonksiyonlara sahip otomasyon sistemleri bulunmaktadır. Bunlar; elektronik hayvan tanıma sistemleri (RFID), sağım sistemleri otomasyonu, pedometreler ve aktivite ölçerler, otomatik tartım sistemleri, yem tüketimini ölçen sistemler, görüntü işleme sistemleri, sürü

yönetim yazılımları şeklinde özetlenebilir (Göncü, Koluman, vd., 2015; Tömek, 2007; Uzmay ve Kaya, 2010).

Hayvancılıkta teknolojik gelişmelerden faydalanılarak oluşturulan algılama, ölçüm, izleme ve kontrol sistemleri ile hayvanların üretim süreçleri, sağlık ve refah durumları, çevreye olan etkileri takip edilebilmektedir. Farklı modelleme ve analiz teknikleri ile hastalık, doğum, kızgınlık gibi önemli olayların önceden tahmin edilerek gerekli tedbirlerin alınması sağlanabilmektedir. Sözü edilen teknoloji ve yöntemlerin hayvancılık da kullanımı “Hassas Hayvancılık” (Precision Livestock Farming) kavramını ortaya çıkarmıştır. Hassas Hayvancılık; işletmelerin devamlığı ve karlılığını artırma, verimli ve kalite ürün elde, maliyet düşürme hedeflerine ulaşmasını sağlayacak olan tüm süreçlerin kontrol edilmesini sağlayan bir hayvancılık yönetim sistemidir (Göncü, Koluman, vd., 2015; Kaya, Uzmay ve Kaya, 1994; Türker vd., 2015).

Sürü yönetim sistemlerinde kullanılan sağım makinaları ve süt ölçer cihazların bir kısmında bulunan çeşitli algılayıcılar ile sağım esnasında elde edilen sütün miktarı, sağım süresi, Eİ değeri, sıcaklığı ve sütün akış hızı gibi bilgiler bilgisayara kayıt edilerek, hayvandaki bazı fizyolojik değişimlerin (hastalık yada kızgınlık) belirtisi olarak değerlendirmeye alınmaktadır. Günümüzde Uluslararası Hayvan Kayıt Komitesi (ICAR) onaylı 80’den fazla otomatik süt ölçüm cihazı vardır (ICAR, 2015). Bu cihazların bir kısmı sadece süt miktarı ölçerken bir kısmı da içerisinde bulunan çeşitli sensörler ile kapsamlı ölçümler yapmaktadır. Süt ölçüm ve sağım sisteminin kullanımının sağladığı faydaları şöyle ifade edebiliriz (Uzmay ve Kaya, 2010);

- İşgücünden tasarruf sağlama,
- süt veriminin her hayvan için izlenmesi,
- süt verim bilgilerine göre daha hassas rasyonların hazırlanabilmesi,
- süt akış hızına göre hayvanların gruplandırılması ve böylece sağım süresinin kısaltılması,
- süt sıcaklığı, Eİ değeri ve süt verimindeki sapmalar ile subklinik mastitis hastalığının teşhis edilebilmesi.

Süt sığır işletmelerinin karşılaştığı sorunların en başında mastitis hastalığı gelmektedir (Atasever ve Erdem, 2008). Süt sığırlarında memedeki bakterilerin etkisi ile oluşan mastitis hastalığı süt verimini azaltarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Osteras, Edge ve Martin, 1999; Wilson vd., 2004).

Mastitis, süt sığırlarında meme dokusunda oluşan kızarıklık, şişme ve ağrı ile seyreden bir hastalıktır. Mastitisin oluşmasında çeşitli mikroorganizmalar, mekanik çarpma ve vurmada kaynaklanan yaralanmalar, bakım ve beslenme hataları, kötü çevre koşulları ve sağım hataları sebep olmaktadır. Bu hastalığın tedavisindeki başarı erken teşhis ve uygun tedavi yöntemine bağlıdır (Taş, 2010).

Mastitis hastalığının, klinik ve subklinik olmak üzere tipi vardır. Subklinik mastitisin meme dokusuna ve süt bileşimine olan etkileri gözle ve muayene ile saptanamamaktadır. Bu nedenle sürüde yaygınlığı önemli derecede yüksek olmaktadır. Bir klinik mastitis vakasına karşılık subklinik mastitisin 40 defa daha fazla görüldüğü ifade edilmektedir. Subklinik mastitisin teşhisi için sütte somatik hücre sayımı yapılmakta ve sütün Eİ değeri ölçülmektedir (Alaçam ve Şahal, 1997; Nielen, Deluyker, Schukken ve Brand, 1992). Bu testlerden California Mastitis Testi (CMT) her meme başına uygulanabilmesi ve maliyetinin düşük olmasından dolayı çok kullanılmaktadır (Sabuncuğolu ve ÇOBAN, 2006). Ancak yapılan başka bir araştırmada CMT (Kaliforniya Mastitis Testi) sonuçlarıyla sütün Eİ değeri sonuçlarının karşılaştırıldığı ve birbiriyle uyumsuz oldukları ifade edilerek özellikle subklinik mastitis teşhisinde bu yöntemlerin tek başlarına kullanılarak değerlendirme yapmanın şüpheli olduğu ifade edilmektedir (Timurkan, 2014).

Mastitis hastalığının oluşturduğu ekonomik kayıpların %30'u klinik geri kalan % 70'lik kısmının ise subklinik mastitisten kaynaklandığı bildirilmektedir. Subklinik mastitisin teşhisi amacıyla Elektrik İletkenliği (Eİ) kullanımı, (CMT) ve Somatik Hücre Sayımı (SHS) yöntemlerine göre kolay olmakla beraber, diğer yöntemlerle birlikte kullanılmasının daha yararlı olacağı ifade edilmektedir (Baştan, Kaymaz, Fındık ve Erüenal, 1997).

İşletmelerin subklinik mastitis teşhisi yapabilmesi için her hayvan için Eİ ölçümü yaparak sapmaları belirlemesi, süt örnekleri alarak laboratuvar ortamında SHS yaptırması veya CMT cihazı kullanması gerekmektedir.

Mastitisin belirlenmesinde 1940 yıllarından bu yana Elektriksel İletkenliği kullanılmaktadır. Bir çözeltiye daldırılan iki elektrolit arasındaki elektriğin iletme derecesinin ölçümünü ifade eden Eİ, genelde mS/cm birimi ile gösterilmektedir (Hillerton ve Walton, 1991). Sütün Eİ değeri ile mastitis hastalığı arasında orta/yüksek derece ilişki bulunması ve güvenilir sonuçlar vermesinden dolayı bu hastalığın belirlenmesinde önemli bir yeri vardır (Atasever ve Erdem, 2008).

Eİ değerleri üzerindeki değişim sadece mastitis ile değildir. Hayvanların Irk, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi, meme lobu, sağım aralığı, sütün bileşimi, kızgınlık, hastalıklar, beslenme düzeyi ve işletmeye ait faktörler de etkili olmaktadır. Sağlıklı ineklere ait sütün 25 °C'deki Eİ değerleri 4-5.5 mS/cm olarak bildirilirken, 6.0 mS/cm'nin üzerindeki değerler, meme bezlerinde patolojik oluşumları akla getirmektedir (Nielen vd., 1992; Norberg, 2005; Špauskas, Klimiene ve Matusevičius, 2006). Eİ değerlerindeki 1mS/cm'lik artış, 0.88 kg/gün düzeyinde azalmaya yol açmaktadır (Nielen vd., 1993).

Sağımın bilgisayarlı sürü yönetim sistemleri ile yapıldığı bazı işletmeler sağım esnasında sütün Eİ değerini ölçmekte ve önceki ölçümlerle olan sapmalar tespit edilerek ineklerin mastitis olabileceği bildirilmektedir. Ancak bu değerlendirmenin her zaman isabetli sonuç vermediği, sadece Eİ değerine bakılarak mastitisi teşhis etmenin çok da doğru olmadığı görülmektedir (Atasever ve Erdem, 2008).

Memmedova'nın (2012) yapmış olduğu çalışmada, klasik yöntemlerle subklinik mastitisi tespit etmenin zor olduğu, sağımda elde edilen süt verileri (süt miktarı, Eİ değeri, sağım süresi) ile sürü yönetim yazılımından alınan (mevsim, laktasyon sırası) veriler ile yoğun laboratuvar çalışması yapmadan tespit edilebildiği belirtilmektedir. Çalışması sonucunda yapay zeka yöntemlerinden Bulanık Mantık (BM) ile %82, Yapay Sinir Ağları (YSA) %80, Bulanık Arayüzlü Yapay Sinir Ağları (ANFIS) ile %55 ve Destek Vektör Makinaları (SVM)

yöntemi ile %89 hassaslıkla subklinik mastitis hastalığının tahmin edilebildiğini göstermiştir (Mammadova ve Keskin, 2013).

McDowell (McDowell ve Michels, 1974) ,”Süt sığırlarında optimum çevre koşullarını, sıcaklığı 13-18 °C, oransal nemi % 60-70, rüzgar hızını 5-8 km/saat ve orta derecede bir solar radyasyon olarak tanımlamaktadır.” Belirli bir seviye bu değerlerin dışına çıkıldığında hayvanların dayanabildikleri ancak belirli bir seviyeden sonra ise sıcaklık stresinin artmaya başladığı ifade edilmektedir (Göncü, 2009).

38 °C sıcaklık ve % 20 oransal nem koşullarında, sıcaklık stresine karşı gerekli tedbirlerin alınması gerektiği bildirilmektedir. Çevre sıcaklığının 24-25 °C üzerine çıktığında yem tüketiminin azaldığı, 29 °C üzerinde süt verimlerinde ani düşüşlerin olduğu bildirilmektedir (Chase ve Soiffen, 1988; Öten, Işık ve Çetinkaya, 2004; West, Mullinix ve Bernard, 2003).

Barınak içindeki koşulların izlenmesi ve etkili yönetilmesi gereklidir. Bu nedenle kullanılacak sensörler ile dış ortam ve barınak içindeki hava koşullarının (sıcaklık, güneş ışığı ve radyasyon, rüzgâr hızı, yağmur, bağıl nem) sürekli ölçülmesi gereklidir (Göncü, 2009). Çevre sıcaklığı ile birlikte rüzgâr hızının da olumsuz etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (McDowell ve Michels, 1974; Öten vd., 2004).

Stresin oluşumuna neden faktörler sadece süt verimine değil, ineğin kızgınlık aşamasından başlayarak, döl tutması, embriyo gelişimi, gebe kalması, canlı ağırlık ve büyüme performansı gibi her aşama üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Dolaylı olarak ekonomik kayıplara neden olan bu faktörlerin kontrol edilerek çeşitli serinletme ve havalandırma sistemlerinin zamanında ve doğru bir şekilde çalışmasının sağlanması ya da yapılacak uyarılar ile önceden tedbir alınmasının sağlanması gerekmektedir (Göncü, 2009).

Süt sığırcılığında barınak içinde yoğun biçimde çeşitli gazlar birikmektedir. Solunum yoluyla çıkan gazlar ve karbondioksit, atılan idrarın fermente olmasından dolayı oluşan amonyak gazı, gübrede bulunan çeşitli gazlar ve metan gazlarının sıcaklık arttıkça yayılması nedeniyle barınak içinde

hayvanların sağlığını tehdit eden zararlı gazlar birikmektedir. Bu gazların ortamdaki sürekli olarak uzaklaştırılması hayvan sağlığı açısından oldukça önemlidir (Göncü, Önder, Koluman ve Mevliyaoğulları, 2015).

Barınak içindeki havada oksijen miktarının azalmasının solunum güçlükleri oluşturması yanına ölüme sebep vermesi nedeni ile kontrolü oldukça önemlidir. Hayvan sağlığı üzerinde etkili olan gazların havadaki yüzdelik oranları; CO₂ %0.35, NH₃ %0.03 ve H₂S %0.001' in üzerine ııkmmaması gerektiği bildirilmektedir. (Mutaf ve Sönmez, 1984).

Barınak içindeki karbondioksit gazının 3300 ppm ve amonyak gazının 20 ppm yoğunluk sınırını aşmamasının sağlanması için sıcaklığın 14-17 °C'yi oransal neminde %65-75'i aşmaması önerilmektedir (Bayhan, 1996).

Ülkemizde, hayvan barınaklarından havaya salınan gaz miktarlarını belirlemeye yönelik yapılan bilimsel ıalışma sayısı yok denecek kadar az olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle hayvan barınaklarında oluşan gazların ölçülmesine yönelik ıalışmaların yapılması tavsiye edilmektedir (Kiliı, 2009).

Mevcut sürü yönetim sistemlerinin ithal oldukları ve orta ve küçük ölçekli işletmelerin yüksek maliyetler nedeniyle bu gelişmiş sistemleri elde edemedikleri, değerlendirildiğinde, yerli sistemlerin geliştirilmesi gerektiği görölmektedir. Bu nedenle Türkiye'de geliştirilmiş olan pek çok sürü yönetim yazılımı olsa da ıeşitli otomasyon sistemleriyle birlikte ıalışan yazılım sayısı oldukça azdır. TÜBİTAK desteğiyle, Algan Yazılım firmasının geliştirdiği Proıift ıeşitli otomasyon sistemleriyle birlikte ıalışabilen ilk yerli sürü yönetim yazılımıdır (Algantarım, 2015).

SANTEZ 0607.STZ.2013-2 numaralı proje kapsamında iki yüksek lisans tezi yapılmıştır. Yasin AYDIN tarafından hazırlanan "Süt Sağım Üniteleri İçin Temassız Elektronik Süt Ölıer Tasarımı "adlı birinci tezde sağım odaları ve seyyar süt sağım makinlerinde kullanılabilen, temassız ve optik yöntemle ıalışan, gerçek zamanlı süt miktarını ölıen "Elektronik Süt Ölıer" (ESÖ) cihaz donanımı gerıekleştirilmiştir (Aydın, 2016).

Aynı projede ikinci tez olarak yapılan bu çalışmada, ESÖ cihazından elde edilen veriler kablosuz yöntemlerle sunucuya alınarak veri tabanında depolanması, sağılan her ineğin, haftalık, aylık ve laktasyon dönemi süt verim analizlerinin yapılması, ESÖ cihazı ile elde edilen verilerle (süt miktarı, sağım süresi, süt ısı, iletkenlik) birlikte çeşitli sensör verileri (ortam ısı, ışık, nem, rüzgâr hızı ve yönü, barınak içi hava kalitesi ve çeşitli zararlı gazların miktarları vb.) kullanılarak süt verimine doğrudan veya dolaylı olarak etkisi olan faktörlerin belirlenmesini sağlamak, veri madenciliği yöntemlerinden makine öğrenmesi ve SVM yöntemi ile subklinik mastitis belirtisi gösteren ineklerin tespit edilerek hastalık ilerlemeden gerekli tedbirlerin alınması amaçlanmaktadır.

1.1 Önceki Çalışmalar

Akça (2013) “Kablosuz algılayıcı ağlar ile mera hayvancılığı üzerine bir uygulama” konulu tezinde mera hayvanlarının sağlık durumlarını değerlendirmek için vücut sıcaklığı ve hareketlilik verilerinin KAA kullanılarak izlenmesi ve değerlendirilmesini sağlayacak donanımlara ve web tabanlı yazılıma sahip bir sistem geliştirmiştir. Çalışmasında çiftçilerin hayvanlara ait vücut sıcaklığı ve hareketliliğine dair olağan dışı durumları izleyebilmesini ve süt verimlilik takibini yapabilmesini sağlamıştır (Akça, 2013).

Yanırlı (2015) “Veterinerler için sensör tabanlı tanı destek sistemi:VET-DEY” konulu bildirisinde, kablosuz sensör ağı ve mikrodenetleyici kullanarak, sığır cinsi hayvanlara ait sıcaklık, nabız, ve hareketlilik bilgileri, barınak ortamındaki ısı ve nem bilgileri, yem ünitesinden elde edilecek yem tüketme miktarı bilgilerinin, toplanması ve depolanmasını sağlayarak veteriner hekimlere hastalık tanısı için destek sağlayan bir sistem üzerinde çalıştığını bildirmiştir (Yanırlı, Kurtel ve Çelikkan, 2015).

Genç “MILKMINER: Süt Çiftliği Analiz ve Öğrenme Sistemi” (2014) isimli yüksek lisans tezinde Triodor firmasının geliştirdiği 30 farklı ülkede 4000’den süt çiftliklerinde kullanılan program sayesinde merkez sunucu veri tabanında toplanan verileri, veri madenciliği teknikleri ile analiz ederek, veriler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması için çalışma yapmıştır. Üzerinde çalıştığı

analiz ve öğrenme yöntemleri ile niceliksel analiz tekniklerini sunan bir sistem ortaya çıkarmıştır (Genç, 2014).

Nadimi 2005-2008 yılları arasında yaptığı “*Modeling Wireless Sensor Networks For Monitoring In Biological Processes*” isimli doktora tezinde Kablosuz Sensör Ağları ile süt sığırlarının dış ortamda başarılı bir şekilde izlenebildiği bir model oluşturmuş ve uygulamıştır. Sensör ağları ile elde ettiği verilerle hayvanların hareketliliğini sınıflandırmak için, bulanık mantık, yapay sinir ağları ve karar ağaçları gibi metotlarla birlikte kalman filtreleme ve tanımlama tekniğini kullanmıştır. Oluşturduğu (MMAE, Multiple-Model Adaptive Estimation) çoklu ve uyumlu sınıflandırma ve tahmin modeli ile %87.2 başarı oranı ile hayvan hareketliliğini (active/inactive) hareketli/hareketsiz sınıflandırma yapabildiğini göstermiştir (Nadimi, 2008).

Özer “Seyyar Süt Sağım Makinasının Gömülü Sistem İle Otomasyonu” (2014) isimli yüksek lisans tezinde seyyar sağım makinalarından sütün verimli şekilde elde edilmesi için sağım işleminin düzgün yapılması ve elde edilen süt ölçüm bilgilerinin kayıt edilmesini sağlayan bir gömülü sistem oluşturmuştur. Küçük işletmeler için, sağım performansı, süt verimi ve meme sağlığı için önemli olan nabız karakteristiğinin kontrolü için nabız aygıtı kontrol düzeneği hazırlamış ayrıca ineklerin bireysel olarak tanınmasını sağlayarak süt verimlerini ölçülmesi ve diğer hayvana ait verilerin takip edilmesini sağlayacak bir yazılım geliştirmiştir (Özer, 2014).

Atasever vd. “süt sığırlarında mastitis ile sütün elektriksel iletkenliği arasındaki ilişkiler” konulu makalesinde Sütün Eİ ile mastitis arasında orta-yüksek ilişki bulunduğunu ifade eden yayınları değerlendirmiş ve Eİ’nin bu hastalığın belirlenmesinde özel bir önem taşıdığını ifade etmiştir. Bununla birlikte, özellikle yüksek SHS’na sahip ineklerde Eİ değerlerinin yalnız başına bir seleksiyon ölçütü olarak kullanımının yeterli olmayacağını diğer mastitis testlerinden de yararlanılmasının başarıyı artıracığını ifade etmiştir (Atasever ve Erdem, 2008).

Yalçın vd. mastitis hastalığının en önemli göstergesi olan SHS ölçümü ve sütteki verim kayıpları ile ilgili yapılan bir çalışmada; sütte SHS artışı ile verim

kaybı arasındaki ilişkiyi incelemişler, hücre sayısının 403.000/ml'ye kadar olduğu durumda, günlük süt verim kaybının sığır başına 0.6 kg (%2.1), hücre miktarının 1.097.000 ile 1.900.000 arasında olması durumunda ise ineğin günlük süt verim kaybının 3.8 kg (%14.1) ve 6.8 kg (%23.2) seviyesine çıkacağı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, her mastitisli ineğin ortalama 1.53 kg günlük süt verim kaybı olacağına dikkat çekilmiştir (Yalçın, Cevger, Türkyılmaz ve Uysal, 2000).

İstanbulu, 1996 yılında yaptığı çalışmasında Intel 8085 mikroişlemcili genel amaçlı bir anamodül, sensörler ve ek olarak tasarımlanmış elektronik devreler kullanılarak oluşturduğu sistemle sera kontrolünü gerçekleştirmiştir. Kontrol sisteminde sera içi ve dışındaki algılayıcılarla sıcaklık ve ışık ölçülmekte, bulunan sıcaklık ideal değerlerle karşılaştırılmaktadır. Bu değerlerden sapma olduğunda ilgili kontrol birimleri uyarılarak optimum değerlere varmak için önlemler alınmaktadır. Bu Önlemler sıcaklık yükseldiğinde havalandırma sisteminin harekete geçirilmesi veya azaldığında ısıtma sisteminin devreye sokulmasıdır. Kontrol birimlerinde ortaya çıkabilecek herhangi bir arıza durumunda aşırı durumları haber veren sesli alarm devresi de sisteme eklenmiştir (Çavuşoğlu, Demirer ve İstanbulu, 1996; İstanbulu, 1996).

2. SÜT SIĞIRCILIĞI VE SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMİ

Bu bölümde Türkiye'deki süt sığırıcılığının genel durumu, sağım makinaları ve sistemleri ile birlikte sürü yönetim sisteminin özellikleri ve kullanılan teknolojiler incelenmiştir.

2.1 Türkiye'de Süt Sığırıcılığı

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, Türkiye'nin sığır türünde hayvan başına yıllık 2803 kg süt verimi ile dünyada 57'nci, Avrupa'da 27'nci, toplam süt üretiminde ise yaklaşık 12 milyon ton ile dünyada 10'uncu Avrupa da 5'inci olduğu bildirilmektedir (Velioğlu, 2012).

Türkiye'de sığırıcılık işletmelerinin büyüklük ölçütleri ve sayılarına ilişkin yapılan araştırma sonuçları Tablo 2.1'de gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde 2013 yılında toplam süt sığırıcılığı işletme sayısı 1.250.097 olduğu, bu işletmelerin yarısından fazlasında sığır sayısının 1-5 baş arasında, işletmelerin %76'sında sığır sayısının da 10 başın altında olduğu görülmektedir. 100 ve daha fazla sığıra sahip işletmelerin oranı %0,33 seviyelerindedir (Akman, Yener, Cedden ve Şen, 2015; TMMOB, 2015).

Dünyada et ve sütünden yararlanılan 800'den fazla sığır ırkının olduğu ve üretimin büyük bölümünün ise sınırlı sayıda ırktan karşılandığı bildirilmektedir. Dünya süt üretiminin %83'ü, et üretiminin de yaklaşık %21'i sığırdan sağlanmaktadır. Türkiye'de 2012 verilerine göre toplam süt üretiminde %91,8, kırmızı et üretiminde ise %29,8 sığır ırkından sağlanmaktadır. TÜİK 2013 yılı verilerine göre Türkiye'de üretilen 18,2 milyon ton sütün %91,4'ü sığırdan elde edilmiş olup, toplam sağılan sığır sayısı da 5.607.272 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.1: Türkiye’deki süt sğircilik işletmelerinin sayısı.

Büyüklük Grubu (ba)	İşletme Sayısı	Oran (%)
1-5	701.907	56,1
6-9	252.776	20,2
10-19	190.009	15,2
20-49	85.910	6,9
50-99	16.204	1,3
100-199	3.141	0,3
200+	1.000	0,1
Toplam	1.250.947	100,0

Ülkemizde süt sğircilik işletmelerinin büyük çoğunluğunun küçük ölçekli ve aile işletmeleri yapısında olduğu görülmektedir. Bu durum da beraberinde bazı sorunları ortaya çıkarmaktadır. Bunlar:

- Aile tipi ya da küçük işletmelerde hayvanlara ait tutulması gereken kayıtlar ve veri tabanları yetersiz olmaktadır. Bu durum işletmenin, süt verim analizlerinin yapılmasını, maliyetlerin belirlenmesini, planlamaların yapılmasını zorlaştırmaktadır.
- Küçük işletmelerde genelde işçilik aile bireyleri tarafından yapılmakta olduğundan, barınak ve alt yapı eksikliği, uzman eleman yokluğu, modern alet ve cihazların yeterli düzeyde olmayışı nedeniyle hastalıklar artmakta, hayvanlar daha sağlıksız koşullarda yaşamakta, bu nedenlerle verim düşmektedir.
- Küçük işletmelerin yem ve ilaç gibi ihtiyaçlarının ucuza temin etmeleri zor olmakta bu da maliyetlerin artmasına ve büyük ölçekli işlemlerle rekabeti zorlaştırmaktadır.
- Küçük işletmelerin diğer bir dezavantajı da piyasada fiyatı belirleme de etkin rol alamamaktır. Bu durum işletmenin karlılığını azalttığı gibi sürdürülebilirliğini de tehlikeye sokmaktadır (Nizam, 2006).

Gelecekte her büyüklükteki işletme teknolojidenden daha fazla yararlanacaktır. Bunda teknolojiye duyulan ihtiyaç kadar teknolojinin ucuzlaması da etkili olacaktır. Özellikle izleme, bilgi toplama ve değerlendirme konularında geliştirilecek teknolojiler birçok işin eksiksiz ve zamanında yapılmasına imkân sağlayacaktır (Akman vd., 2015).

Sağmal hayvan sayısı 10 baştan daha az olan işletmelerin toplam işletmelere göre sayısal üstünlüğünün uzunca bir süre devam edeceği, üretim yöntem ve biçimlerini de hemen bırakamayacak olan bu işletmelerin modernizasyonu hedefleyen çalışmalara ağırlık verilip gerekli desteklerin sağlanması durumunda daha iyi bir üretim için uygun ortam sağlanabileceği öngörülmektedir.

Küçük işletmelerce çoğunlukla kullanılan seyyar sağımların makineleri ile çeşitli sabit sağımların makinelerinin kolay ve etkin temizlik sağlayan sistemlerle donatılması, makinenin süt kalitesine katkısını daha da artıracaktır. Bu tip makinelerin uygun süt ölçüm cihazları ile birlikte satılmasının sağlanması, hem süt üreticisi hem de kayıt sistemi açısından yarar sağlayacaktır. Sağımların makinesine eklenecek süt ölçüm cihazlarının ineklerin tanınması, bilginin depolanması gibi işlevlerinin de olması bilgi toplama maliyetini düşürecek, bilgi kalitesini yükseltecektir (Akman vd., 2010).

Türkiye’de, koşulları sağlayan bir ineğe verilen destek miktarı, onun süt verimi ve özellikleri ile işletmenin hastalıktan arı olup olmamasına bağlı olarak, yaklaşık 500-1000 TL arasındadır (Akman vd., 2015). Bu destek işletmenin daha kaliteli ve verimli süt üretmesini sağlamak içindir. Bu durumda işletme, her ineği bireysel olarak takip ederek verimini izlemek, olası hastalıklardan korumak durumunda kalacaktır. İşletmenin bunu sağlayabilmesi de düzenli ve doğru bir şekilde kayıt tutmasıyla mümkün olabilir.

Organik hayvansal üretim için kayıt tutma ve izleme önemlidir. Organik hayvansal üretimin tüm süreçlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve müdahale edilebilmesi için kayıt tutmak zorundadır. Kayıt tutma aynı zamanda, işletmelerin ekonomik yönetimleri için gereklidir. Kayıt tutma gelişmiş ülkelere göre gelişmekte olan ülkelerde daha zor olmaktadır (Dellal vd., 2015).

Sağım tesisleri ile başlayan teşvikler sonucunda 2005 yılında 5.571 adet süt sağım tesisinin sayısı 2013 yılında 8.182 gibi bir rakama ulaşmıştır. Gerçi, ilgili Bakanlık tarafından 2013 yılında yapılan açıklamalarda; son 10 yılda ülkemizde 50 baş üzeri 27.800 süt sığırcılığı işletmesi kurulduğu açıklanmıştır. Bu büyüklükteki işletmelerin tamamına yakınında değişik kapasitelerde sabit süt sağım tesisinin bulunduğu tahmin rahatlıkla yapılabilir. Bu tahminle ülkemizde sabit süt sağım tesisi sayısının 30.000'den fazla olduğu söylenebilir. Büyüyen işletmeler ve gelişen sağım sistemleri sayesinde 2005 yılında 10 milyon büyükbaş hayvan varlığı, 2013 yılında ise 14,5 milyona yükselmiştir. Aynı şekilde süt üretiminde 10 milyon tondan 16,6 milyon tona çıkmıştır. Bu rakamlar artan modern süt sağım makinalarının ve sistemlerinin desteği sayesinde gerçekleşmiştir (Evcim, Tekin ve Gülsoylu, 2015).

Sütün bileşimi genetik fizyolojik ve çevresel faktörler altında değişmektedir. Bunlar, hayvanın türü, ırkı, yaşı, laktasyon periyodu, sağlığı, beslenme ve iklim şartları ile sağım zamanı ve koşulları vb. faktörlerdir. Sütün fiyatlandırılmasında süt yağı ve protein oranı dikkate alınmakta, söz konusu oranların yüksek olduğu sütlerde ve dönemlerde daha yüksek fiyat uygulamasına gidilmektedir. Bu durum süt üreticisinin bilinçlenmesine ve daha kaliteli süt üretmesine neden olmaktadır (Hayoğlu, Ünsal ve Kola, 2015). Sütün kalitesi üzerinde etkili olan bu faktörlerin sürekli takip edilmesi ve kayıt altına alınması süt üreticisine alacağı kararlarda büyük fayda sağlayacak ve karlılığını artıracaktır.

Yapılan SANTEZ projesi kapsamında geliştirilmiş olan temassız ESÖ cihazı ve Süt Takip ve Analiz sistemi, küçük ve orta ölçekli işletmelerde, sabit yada seyyar sağım makinalarında kullanılabilir durumdadır. Yapılan literatür taramalarında aile tipi yada küçük ölçekli işletmelerin bilgi toplama ve kayıt altına alma ihtiyacı ve bu işlemin elle yapılmasının güçlüğü sürekli olarak vurgulanmaktadır. Proje kapsamında geliştirilen Süt Takip ve Analiz sistemi ve ESÖ cihazı bu ihtiyacı karşılayacak niteliktedir.

2.2 Bilgisayar Destekli Sürü Yönetim Sistemi

Süt sığır işletmelerinin başarısı, her hayvan için her türlü verim ve sağlık bilgilerini, işletmenin mali bilgilerini düzenli bir şekilde tutmasına bağlıdır. Bu bilgiler işletmenin alacağı kararlar için oldukça önemlidir. İşletmenin kendi kayıt sistemini kendi koşullarına göre oluşturması önemlidir. Hayvan sayısı fazla olan işletmelerde özellikle maliyetlerin düşürülmesi, üretimin karlılığının artırılması tutulan kayıtlarla sağlanabilir. Bu nedenle işletmelerin bilgisayar destekli sürü yönetim programları kullanmaları günümüzde zorunluluk haline gelmiştir. Bu programlar ile modern süt sığırcılığında kullanılan tüm işlemlere ait bilgiler takip edilebilmektedir. Bu programların işletmeye sağladığı fayda şöyle ifade edilebilir; buzağılama modeline ait tüm bilgiler, laktasyon, 305 günlük laktasyon verim kaydı, sürü sağlığı ve idaresine ait bilgiler, kızgınlık ve tohumlama bilgileri, gebe kalma oranları, buzağılama aralığı gibi yetiştirme bilgileri, rasyon hazırlama için gerekli ön bilgilerin elde edilmesi, toplanan bu bilgilerin işletmenin alacağı kararlarda büyük önem taşımaktadır (Taş, 2010).

Günümüzde sağım sistemi ve süt ölçer (milk meter) üreten ve geliştiren büyük firmalar ile çeşitli yazılım firmaları tarafından geliştirilmiş otomasyon ve yazılımlar bulunmaktadır. Dünyada ve Türkiye’de yaygın olarak kullanılanlar şunlardır;

- LelyFarm (Lely firması, Hollanda)
- ALPRO (DeLaval firması, İsveç),
- AfiFarm (SAE Afikim firması, İsrail),
- DairyPlan 21 (GEA, WestfaliaSurge firması, Almanya)
- Data Flow (SCR firması, İsrail)
- ProÇift (Algan Yazılım, Hacettepe Üniv. Teknokent. Türkiye)

Büyük ölçekli işletmeler tarafından tercih edilen bu yazılımlar yanında Türkiye’de ve yurt dışında geliştirilmiş pek çok farklı fonksiyonları olan yazılımlar da bulunmaktadır. Bu yazılımların genel olarak sunduğu ortak özellikler aşağıdaki başlıklar altında sıralanabilir (Tömek, 2007).

- Sürü hakkında detaylı bilgileri içeren listeler oluşturma,

- Zamana bağılı olarak bilgilerdeki değişimi izleme,
- Sürünün günlük, haftalık, aylık, süt ve döl verimlilikleri,
- Verim düzeylerinin grafik üzerinde zamana bağılı değişimi ve analizi,
- Normal durumdan sapmaların raporlanması,
- Hayvanlara ait rapor ve listelerde istenilen bilgilerin izlenebilmesi,
- Çeşitli uyarı yöntemleri ile kızgınlık, gebelik, kuruya çıkarma, doğum, öncesi ve sonrası kontrollerin zamanında yapılması için listeler oluşturma,
- Sürü yönetim programlarına bağılı otomasyon donanımlarının denetimi. (sağımların makinaları, süt ölçüm sistemleri, otomatik besleme ve tartım sistemleri ile aktivite ölçerler gibi)

Süt sığırcılığı işletmesinde kullanılmakta olan yazılımlarda genel bilgi olarak sağımların, süt verimi, yemler ve besleme, çiftleştirme, sağımların ile pedigree bilgileri ve maliyetler gibi pek çok bilgi yer almaktadır. Bu bilgilerin tablo ya da grafik şeklinde gösterim şekilleri kullanılabilir. Ancak bu bilgilerin yorumlanması zootekni bilgisi ve tecrübe gerektirmektedir (Göncü, Koluman, vd., 2015).

2.2.1 Süt Sığırcılık İşletmelerinde Kayıt Tutmanın Önemi

Süt Sığırcılığı işletmelerinin de en önemli unsurlardan birisi kayıtların düzenli olarak tutulmasıdır. İşletmenin faaliyetleri hakkında doğru sonuçlara ulaşabilmesi için tutulan kayıtların nitelik ve nicelik olarak uygun olması gerekir. Kayıtlardan yararlanılarak, yetiştirilen damızlık hayvanların genetik seviyeleri hakkında bilgi edinilebilmeli, bir kg sütün maliyetini hesaplayabilmeli, beslenme için nasıl bir rasyon uygulayabileceğini ve maliyetini hesaplayabilmeli, günlük, aylık ve yıllık üretim miktarlarını, gelir gider durumlarını öğrenebilmelidir. Tutulan kayıtlar değerlendirilip fayda sağlanamıyorsa kayıt tutmanın da anlamı olmayacaktır.

Küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerin ihtiyaç duydukları bilgi çeşitliliği birbirinden farklı olmaktadır. Her işletmenin mevcut durumunu

değerlendirerek isabetli kararlar alabilmesi için verilerin toplanması, depolanması ve analiz edilerek raporlara dönüştürülmesini sağlayacak uzman kadrolara ve alt yapıya sahip olması gerekmektedir (Kumlu, 2012).

Hayvan sağlık yönetiminde hastalıkların kolayca ortaya çıkarılabilmesi için yoğun bir veri akışına ihtiyaç vardır. Hangi parametrelerin üretim, üreme, sağlık durumu üzerinde etkili olduğunun belirlenmesi koruyucu hekimlik uygulamaları için büyük önem taşımaktadır. Toplanan ve analiz edilen bilgiler ile kısa ve uzun vadeli sağlık stratejilerinin oluşturulması mümkün olacaktır (Türkyılmaz, 2005).



Şekil 2.1: Veri toplama, işleme ve depolama (Türkyılmaz, 2005).

İşletmenin karlı ve verimli üretim için alacağı kararlarına temel oluşturacak verilerin toplanması, işlenmesi ve kullanılması aşamaları Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Gelişen bilgisayar teknolojileri yardımıyla süt sığırcılık işletmeleri sürü yönetimi konusunda her türlü analizi yapabilmektedir (Ekesbo, Oltenacu, Vilson ve Nilsson, 1994; Enevoldsen ve Sørensen, 1994; Türkyılmaz, 2005).

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 2014/22 numaralı “Hayvancılık Desteklemeleri Hakkında Uygulama Esasları Tebliği” Madde 19/d “*Hayvan hastalık ve zararlıları ile mücadele kapsamında, işletmedeki hayvanlarda kullanılan ilaç, aşı ve benzeri kayıtların işletmede bulundurulması, kayıt defterine işlenmiş olması, doğum, ölüm ve mecburi kesim tarihlerinin tutulması ve bu kayıtların il/ilçe müdürlüklerince periyodik olarak kontrol edilerek tasdik edilmesi sağlanmalıdır.*” denilmektedir.

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 02.12.2011 tarih ve 28130 sayılı Resmi Gazete yayınlanan “*Sığır cinsi hayvanların tanımlanması, tescili ve izlenmesi yönetmeliği*” ile Genel Müdürlüklerde bilgisayar destekli işlevsel bir veri tabanının kurulması ve sığır cinsi hayvanlar için hangi bilgilerin kayıt altına alınması gerektiği belirtilmiştir. İşletmenin bağlı bulunduğu genel müdürlüğe bu bilgileri sağlayabilmesi için kendi içerisinde de düzgün bir kayıt sistemi oluşturması gerekmektedir.

2.2.2 Süt Sığırcılık İşletmelerinde Kimlik Tanımlama

Sığır yetiştiriciliğinde sürüdeki pek çok hayvanı tanımak zordur. Küçük işletmelerde hayvan sayısının azlığı ile hayvanların teker teker tanınip özelliklerinin bilinmesi mümkün olabilir. Ancak sayı arttıkça bu işlem giderek zorlaşmaktadır.

Hayvana ait çeşitli bilgilerin (verimi, üreme ve yetiştirme bilgileri, hastalık ve aşı bilgileri, bireysel beslenme, tohumlama, sağlık kontrolleri vb.) düzgün ve doğru bir şekilde tutulabilmesi için numaralanması gereklidir. Ülkedeki hayvanlarının kayıt altına alınarak, her türlü hayvancılık faaliyetlerinin kontrol ve denetlenebilmesi için de numaralama zorunluluktur.

Genelde kullanılan iki numaralama sistemi vardır;

1. Resmi numaralama sistemi.
2. Sadece işletme içi uygulanan özel numaralama sistemi.

2.2.2.1 Resmi Numaralama Sistemi

Türkiye’de Tarım ve Köy işleri Bakanlığının (TKB) 28 Temmuz 2002 tarih ve 24829 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “*Sığır Cinsi Hayvanların Tanımlanması, Tescili ve İzlenmesi Yönetmeliği*” ne göre tüm sığırlara resmi kulak numaraları verilmesi gerekmektedir. Böylece ülkedeki tüm hayvanların ve sığırcılık işletmelerinin kayıt altına alınması sağlanmıştır. Bu uygulama sayesinde tüm sığırlar için (süt ve besi) pasaport düzenlenerek, hayvan hareketleri izlenmekte, işletme ve sürü sağlığına ilişkin bilgiler, laboratuvar analizleri, destekleme ödemeleri, hayvan sigortaları, satış belgeleri ve faturaların takipleri kolayca yapılabilmektedir (Tümer, 2015).

2.2.2.2 Özel Numaralama ve RFID Sistemi

Her işletme hayvanların takibi için kullandıkları yöntem ve sürü yönetim programlarına göre farklı numaralandırma yöntemi uygulayabilmektedir. Bu yöntemler 1’den başlayan sıralı numaralar şeklinde olabileceği gibi, doğduğu yılın son iki rakamı ve o yıldaki sıra numarası gibi bir yöntem uygulanabilir. Gerektiğinde farklı ırklardaki hayvanları işaret edecek harflerde numaraya ilave edilebilmektedir.

İşletmede kullanılan kayıt sistemine göre de numaralama yapılabilmektedir. İşletmede kullanılan bu özel numaraların 3 veya 4 haneden fazla olmaması yazımı ve okunmasının kolay olması açısından tavsiye edilmektedir (Tümer, 2015).

İşletmede sürü yönetim sistemi kullanılıyor ise hayvanların otomatik tanımlanması için 1976 yılından bu yana yaygın olarak kullanılan elektronik tanıma sistemleri (Rossing, 1999) hayvanların bireysel takibi için büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Elektronik tanımlama sistemleri ile sağım verilerinin otomatik kayıt edilmesi, otomatik yemleme sisteminin kullanıldığı işletmelerde işlerin hızlı yapılması sağlanmaktadır. Özellikle büyük ölçekli işletmelerde hayvanların hareketlerini kısıtlamadan her hayvan için bireysel bakım faaliyetlerinin ve verilerin toplanmasını sağlayan otomatik radyo frekans

tanımlama (RFID; Radio Frequency Identification) yöntemi kullanılmaktadır (Tömek, 2007).

Farklı yöntemlerle hayvanlara takılan elektronik künyeler (transponder, radyo frekansı ile uyarılarak yanıt üreten ve yayınlayan elektronik cihaz) enerji kaynağına ihtiyaç duyulmadan tanımlama yapılmasını sağlayabilmektedirler. RFID okuyucunun oluşturduğu elektromanyetik alan kapsamına giren elektronik künyeler önceden kendisine tanımlanmış olan sayısal kodu okuyucuya göndermesi ile tanımlama gerçekleşmekte ve alınan sayısal bilgi ile sürü yönetim yazılımındaki hayvana ait bilgiler eşleştirilerek hayvanın kimliği belirlenmektedir.

Çeşitli tiplerde elektronik tanımlama künyesi ve uygulamaları vardır. Bunlar (Artmann, 1999; Rossing, 1999);

- Hayvanın boynuna ya da ayağına takılan kayış tipi
- Kulağa takılan künye tipi
- Seramik ya da cam koruyuculu kapsül şeklinde, rumen ya da retikuluma yerleştirilen tipi
- Deri altına yerleştirilen tipi

Otomatik tanımlama sistemleri işletme içerisinde sağım yeri, yemlik, suluk, baskül ve bazı özel bölme kapılara yerleştirilmektedir. Hayvanlar bu ortamlara geldiklerinde tanımlanmaları otomatik olarak yapılarak, her hayvan için önceden programlandığı şekilde; yemleme yapılabilmekte, tükettiği yem ve su miktarları saptanabilmekte, süt verimi, sağım debisi, vücut ısısı ve Eİ verileri kayıt altına alınarak mastitis olup olmadığı gibi saptamalar yapılabilmektedir.

Üzerinde elektronik algılayıcılar bulunan bazı bölme kapılarının otomatik olarak açılıp-kapanması ile istenilen numaralardaki hayvanlar belli bölmelere ayrılabilir.

Hayvanların ayak bileklerine takılan pedometrelerle hayvanların adım sayıları ve gün içindeki hareketlilikleri belirlenerek kızgınlık gösteren veya hasta olan hayvanlar belirlenebilmektedir (Tümer, 2015).

3. KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLAR

Son zamanlarda mikro-elektro-mekanik sistem teknolojilerinde, kablosuz haberleşme ve dijital elektronik alanındaki gelişmelerle maliyeti düşük, az enerji tüketen, çok fonksiyonlu sensörler geliştirilmiştir. Küçük boyutlarıyla, algılamadaki hassasiyetleri ve uzak mesafelere veri gönderebilme yetenekleri ile donatılmış sensör düğümleri günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır (Akyildiz, Su, Sankarasubramaniam ve Cayirci, 2002). Sensörler, yapılan uygulamalardan anlaşılacağı üzere çoğunlukla ısı, nem, ışık, basınç, hareket, sismik değerler, görüntü, canlı veya cansız varlıklar, mekanik gerginlik, gürültü, hız, yön, miktar gibi ölçümler yapmak için kullanılırlar (Estrin, Heidemann, Kumar ve Govindan, 1999). KAA'ların pek çok alanda ölçümler yapmak için kullanımı, veri toplamada mesafe, kontrol ve erişim esnekliği sağlamaktadır (Türker ve Kutlu, 2011).

Kablosuz haberleşmede transfer edilecek bilginin miktarına ve veri hızına bağlı olarak ihtiyaca cevap verebilen teknolojiler de değişiklik gösterir. Örneğin ses, resim, video vb. gibi büyük boyutlu veriler için Wi-Fi, WIMAX, Bluetooth ve günümüzde yaygın kullanılan 3G, 4G gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Bu teknolojiler için de sistem kaynakları ve enerji ihtiyaçları da hız ve veri miktarıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Ancak her zaman büyük miktarda veri aktarımına ihtiyaç olmayabilir. Sensör ve kontrol donanımları çoğunlukla küçük miktarda ve düşük hızda veri alış verişi yaparlar. Bu tarzdaki cihazlarda veri iletimi ve kontrolü için düşük sistem kaynakları kullanan ve akıllı ağ topolojilerini destekleyen teknolojiye ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle IEEE, 802.15.4 standardını çıkarmış, bu standardı kullanan ZigBee protokolü ve cihazların üretilmesini sağlamıştır. Böylece düşük güç tüketen, düşük hızlı, düşük maliyetli akıllı ağ topolojileri ile çalışan ZigBee destekli cihazların pek çok alanda kullanımının önü açılmıştır (Öztaş, Belen, Kaya ve Kaya, 2011).

3.1 ZigBee

ZigBee, LR-WPAN (Low-Rate Wireless Personal Area Network) düşük hızlı ve kişisel kablosuz haberleşme ağı olarak tanımlanmaktadır. Küçük miktarlardaki veri haberleşmesi yeterli olan uygulamalarda maliyetinin düşüklüğü, az enerji sarfiyatı, kolay kurulum ve kullanımı, esnek yapıda olması nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Bu teknoloji ile karmaşık ağ sistemleri kurmak, bunları genişletmek ve bu sistemlerin diğer teknolojilerle haberleşmesini sağlamak mümkündür. Bu teknolojiye veri alış verişi mesafesi, kapalı alanda, görüş alanı dışında farklı ortamlar arası için 30 metre, görüş alanı içinde 80 metreden fazla olduğu bildirilmiştir (Callaway vd., 2002).

3.2 Kablosuz Haberleşme Teknolojilerinin Karşılaştırılması

Tablo 3.1 incelendiğinde Zigbee'nin pil ömrünün oldukça uzun olması, sistem kaynağının düşüklüğü, istenildiği kadar ağ kurulabilmesi gibi özellikleri ile kontrol ve izleme amaçlı pek çok uygulamada kullanılabilir en uygun teknoloji olduğu görülmektedir (Kutlu, 1994). Diğer teknolojilerde var olan büyük boyutlu veri alış verişinin ZigBee de olmayışı bir dezavantaj olarak görülebilir. Ancak bu durum ZigBee'nin sensör tabanlı sistemlerde kullanımının daha uygun olduğunu gösterir.

Tablo 3.1: Kablosuz haberleşme teknolojilerinin karşılaştırılması.

Özellik	Zigbee	GPRS/GSM	Wi-Fi	Bluetooth
<i>Odaklanma Alanı</i>	İzleme ve Kontrol	Geniş alan ses ve veri	Web, E-posta, Görüntü	Kablo Yerine
<i>Sistem Kaynağı</i>	4-32 Kb	16 Mb +	1 Mb +	250 Kb +
<i>Pil Ömrü (adet)</i>	100-1000 +	1-7	0,5-5	1-7
<i>Ağ Boyutu (adet)</i>	Sınırsız 2 ⁶⁴	1	32	7
<i>Ağ Veri Genişliği (kb/s)</i>	20-250	64-128 +	11000 +	720
<i>Kapsama Alanı (metre)</i>	1-100 +	1000 +	1-100	1-10 +
<i>Başarı Alanları</i>	Dayanıklılık, Maliyet, Güç Tüketimi	Ulaşılabilirlik, Kalite	Hız, Esneklik	Maliyet, Rahatlık

3.3 IEEE 802.15.4 Standardı

IEEE 802.15.4 standardı, kablosuz ağlarda ortam erişim yönetimi (MAC, Medium Access Control) ve fiziksel (PHY) katmanları için oluşturulmuştur. Standardın oluşturulmasındaki amaç oluşturulan kişisel kablosuz ağda, aktarım hızının yavaş ama düşük güç tüketimli olması, alt yapı maliyetinin az olmasıdır. Tablo 3.2’de 802.15.4 ün özellikleri görülmektedir (Masica, 2007).

Tablo 3.2: IEEE 802.15.4 standardının özellikleri.

Frekans Bandı	Frekans Aralığı	Kanal Sayısı	Maksimum Hız	Modulasyon Tipi	Kullanım Alanı
868 Mhz	868-868.6 MHz	1	20 Kbps	DSSS, BPSK	Çoğu Avrupa Ülkeleri
915 Mhz	902-923 MHz	10	40Kbps	DSSS, BPSK	K.G. Amerika, Avustralya,
2.4 GHz	2.4-2.4835 GHz	16	250 Kbps	DSSS, O-QPSK	Çoğu Dünya Ülkeleri

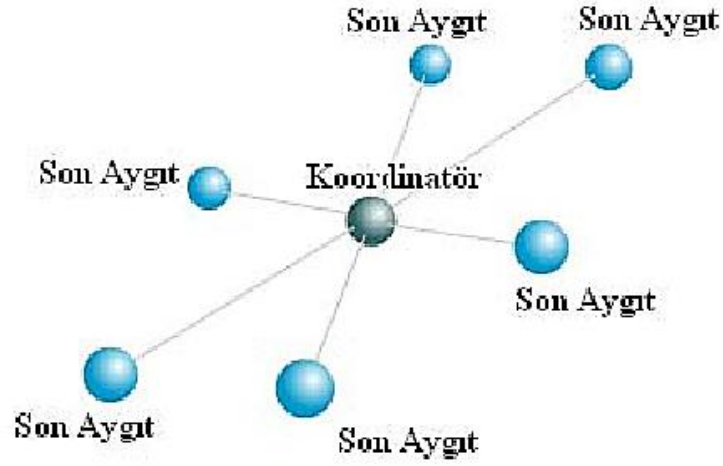
3.4 Kablosuz Algılayıcı Ağ Topolojileri

Kablosuz Algılayıcı Ağlar uygulama alanlarına göre farklı iletişim yöntemleri kullanırlar. Genellikle bu ağlarda kullanılan topolojiler noktadan noktaya, çok noktadan bir noktaya, bir noktadan çok noktaya, yıldız, örgü, yıldız+örgü ve ağaç topolojilerdir (Faludi, 2011).

3.4.1 Yıldız Topoloji

Bir merkez koordinatörün birçok düğüm noktasına bağlantısıdır. Bu topolojide düğüm noktaları sadece merkez koordinatör ile veri alış verişi yapmaktadır. Düğümler kendi aralarında veri aktarımı yapamaz.

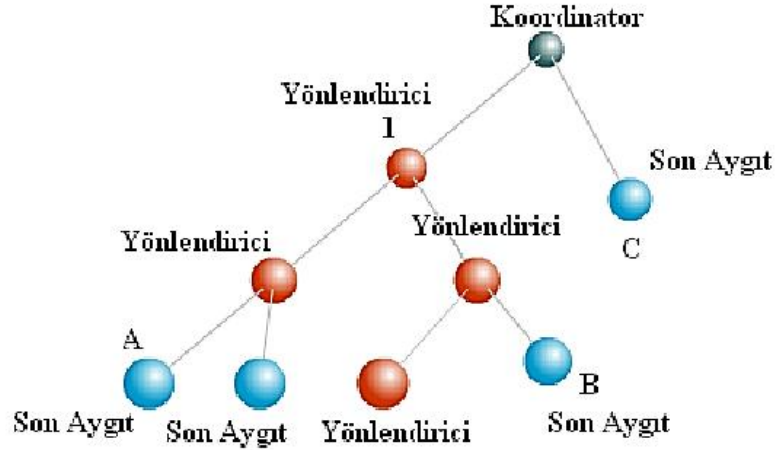
Bu topolojinin avantajı; düğümlerin güç tüketimlerini kontrol edebilmesi, merkez koordinatör ile düğüm arasındaki veri aktarımında gecikmenin düşük olmasıdır. Dezavantajı ise düğümlerin hepsinin merkez koordinatörün kapsama alanı içerisinde olmasıdır.



Şekil 3.1: Yıldız topolojisi.

3.4.2 Ağaç Topoloji

Merkez koordinatör başta olmak üzere düğümlerin hiyerarşik bir düzende birbirine bağlı olduğu bir topolojidir. Koordinatör ile bağlantıda olanlar genelde yönlendirici düğümlerdir. Yönlendirici düğümlere de diğer son seviye düğümler bağlıdır. Koordinatöre son seviye düğümler de bağlı olabilir.

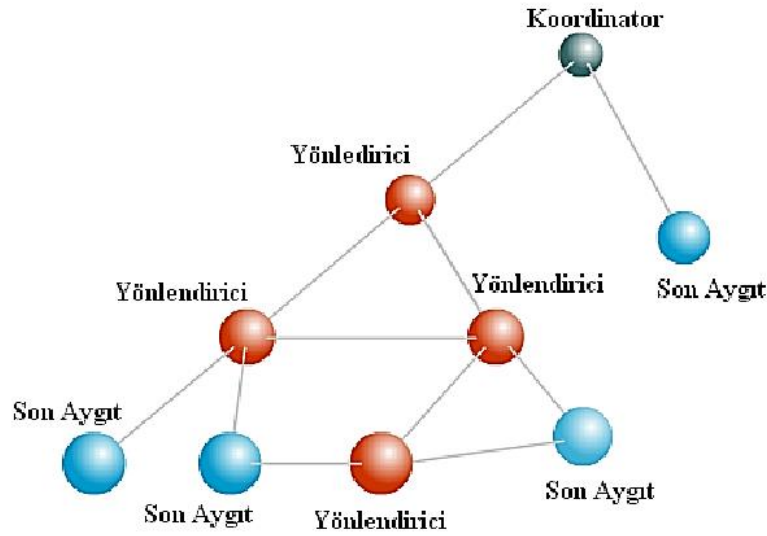


Şekil 3.2: Ağaç topolojisi.

3.4.3 Örgü (Mesh) Topoloji

Örgü (Mesh) ağ bağlantı türünde herhangi bir düğüm kapsama alanında bulunan içinde bulunan diğer herhangi bir düğümle iletişim kurabilmektedir.

Geniş alan kablosuz algılayıcı ağlarında çokça kullanılan bir yöntemdir. Eğer bir düğüm kapsama alanı dışında kalan diğer bir düğüm ile bağlantı kurmak isterse, diğer düğümleri köprü olarak kullanır ve böylece iletişim kurar. Bu yöntem ile oldukça geniş mesafelerde düşük güç harcayarak iletişim kurmak mümkün olmaktadır (Faludi, 2011).



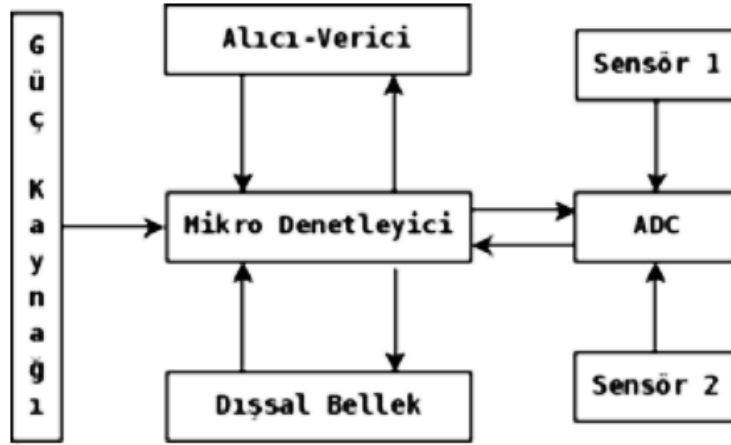
Şekil 3.3: Örgü topolojisi.

Bu tarz topolojilerde bütün cihazlar, birbirleriyle AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector routing) algoritması yardımıyla haberleşmektedir.

Hangi yönde iletişim kurulacağını belirlemek için AODV algoritması ile önce kaynak aygıt yön istek paketini tüm ağa yayınlamaktadır. Bu paket içerisinde paketin dizi numarası, hedefin ağ adresi, metrik (hesaplanan maliyet) bilgisi alanı ve kaynağın ağ adresi bulunmaktadır. Yön istek yayını alan diğer cihazlar, gidebileceği yönü metrik bilgisiyle cevap vererek iletir. Diğer cihazlardan alınan cevaplara göre metrik maliyeti en düşük olan yol belirlenir ve bu yoldan veri paketi yollanır (Akça, 2013; Arslan, 2009).

3.5 Sensör Dügümlerin Yapısı

Sensör düğümü, kablosuz sensör ağ topolojileriyle kullanılan, sensörlerin algıladığı bilgileri toplayan, hesaplamalar yapan ve ağdaki diğer düğümlerle haberleşebilen düğümlerdir. Sensör düğümünü oluşturan bileşenler şöyledir; mikrodenetleyici, alıcı-verici, dış bellek, güç kaynağı, bir veya daha fazla sensördür. Sensör düğümü bileşenlerinin bağlantısı Şekil 3.4'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.4: Sensör düğümü mimarisi.

Mikrodenetleyici : Verilen görevleri yapar, verileri işler ve hesaplamaları yapar, diğer bileşenlerin çalışmasını düzenler.

Alıcı-Verici: Sensör düğümler dünya genelinde kullanım izni gerektirmeyen ISM bandını kullanır. Kablosuz iletişimde genelde Radyo Frekans (RF), Optik İletişim (Lazer), Kızılötesi (IrDA) yöntemleri kullanılır. Lazer daha az enerji kullanır, fakat iletişim için karşılıklı görüş gerektirir ve atmosferik koşullara karşı hassastır. Kızılötesi lazer gibidir, anten kullanılmaz ancak yayım kapasitesi ve kapsama alanı sınırlıdır. Radyo frekansı (RF) tabanlı iletişim yönteminin çoğu Kablosuz Sensör Ağ uygulaması için uygun olan iletişim

şeklidir. KAA'lar 433 MHz ve 2.4 GHz arasındaki iletişim frekanslarını kullanmaktadırlar

Dış Bellek: Enerji verimliliği açısından bakıldığında en uygun bellek çeşidi mikrodenetleyici içerisindeki bellek ve Flash belleklerdir. Genelde harici bellek pek tercih edilmemektedir. Flash bellekler maliyeti ve kapasitesi nedeni ile tercih edilir. Bellekler genelde uygulama yazılımı ve kullanıcı gereksinimleri için gereklidir.

Güç Kaynağı: Sensör düğümlerde enerji tüketimi; algılama, iletişim ve veri işleme nedeniyle olmaktadır. Daha çok veri iletişimi için daha fazla enerji harcanmaktadır. Algılama ve veri işlemede enerji tüketimi daha az olmaktadır. Enerji pil veya kapasitörler ile sağlanmaktadır. Genellikle sensör düğümlerde enerji kaynağı olarak pil kullanılmaktadır.

Sensörler: Sensörler kullanım amaçlarına göre çeşitli fiziksel durum değişimlerini ölçebilen ve elektriksel tepkiler üretebilen donanımlardır. Sensörler gözlemlenmek istenen alandaki sıcaklık, nem, basınç, ışık, gaz gibi pek çok fiziksel yada kimyasal değişimleri ölçer veya algırlar. Sensörler tarafından yapılan algılamalar çoğunlukla analog sinyaller şeklinde olduğundan dönüştürücüler ADC (Analog-Digital Converter) ile sayısallaştırılarak denetleyicilere gönderilir (Kalaycı, 2009).

4. TASARLANAN SÜRÜ YÖNETİM MODELİ

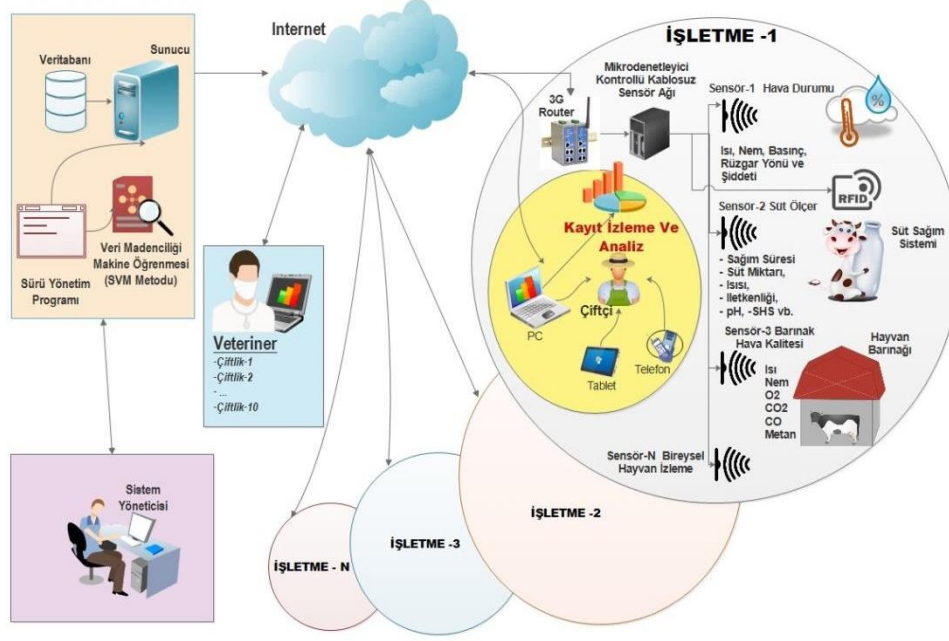
Yapılan çalışmada öncelikli olarak Balıkesir de bulunan bazı süt sığır işletmeleri (büyük ölçekli Onet ve Okyanus Tarım ile küçük ölçekli bir işletme) gezilerek mevcut sürü yönetim uygulamaları yerinde görülmüş, bununla birlikte sürü yönetiminde kullanılan yazılımlar ve yayınlar incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Üzerinde çalışılan SANTEZ projesi kapsamında geliştirilen ESÖ cihazı ile elde edilen verilerin kayıt altına alınması ve değerlendirilmesi için de bir yazılım geliştirmeye karar verilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonunda Şekil 4.1'de görüldüğü gibi İnternet tabanlı sürü yönetim modeli oluşturulmuştur. Bu model, çağdaş ve modern teknolojilerin kullanıldığı, daha çok küçük ve orta ölçekli işletmelerin temel sürü yönetim gereksinimlerini karşılayacak unsurlardan oluşmaktadır.

Oluşturulan modelde hedeflenen temel özellikleri şunlardır;

- Düşük maliyet,
- Kolay kurulum,
- Kolay kullanım,
- Otomatik veri kaydı,
- Uyarı ve bildirimleri zamanında sms ya da mail ile alabilme,
- RFID teknolojisi ile hayvanların bireysel takibi ve izlenmesi,
- Ortam ve barınak koşullarının izlenmesi,
- Aynı sunucu üzerinden çok sayıda küçük işletmenin yönetimi ve veterinerlik hizmetleri,
- İstatistik analiz ve veri madenciliği yöntemleri ile süt verim ve hastalıkların tahmin edilmesi



Şekil 4.1: İnternet tabanlı sürü yönetim modeli.

4.1 Modeli Oluşturan Bileşenler

4.1.1 Donanım Bileşenleri

Modelde temel olarak mikrodenetleyici kontrollü KAA sistemi ile sensör düğümlerden veri toplanması amaçlanmaktadır. Mümkün olduğunca elle veri girişine ihtiyaç duyulmayacaktır. İşletmedeki hayvan sayısı ve mekanizasyonuna bağlı olarak kullanılacak ya da ihtiyaç duyulacak sensör çeşitliği değişecektir. Oluşturulacak olan KAA sistemi istenildiği kadar sensör düğümü eklenilip çıkarılmasına uygun olarak planlanmıştır. KAA sisteminin kullanım amacı, sürekli olarak sensör düğümlerden sunucuya veri aktarmaktır. Sunucuya veri aktarımının yapılabilmesi için işletmenin internet bağlantısının olması gerekir. İşletmenin bulunduğu konuma uygun olarak ADSL Modem ya da 3G Router ile GSM hattı üzerinden internet bağlantısı kurulabilir. İnternet bağlantılı, sabit IP'li sunucu bilgisayarın işletme içerisinde olması ya da özel firmalardan sunucu kiralanması yeterlidir.

Kullanılacak sensör düğümleri

Merkez Sensör Düğümü: Sensör düğümlerden gelen verilerin sunucuya aktarılması için kullanılacak olan mikrodenetleyici kontrollü sensör düğümdür.

Süt Ölçer Cihazı: Kimlik tanımlama (RFID) ile birlikte kullanılacak olan bu cihaz ve ilave edilecek başka sensörler ile sütün miktarı, sağım süresi, Eİ ve süt ısı bilgileri yanında gerekirse sütün pH değeri ve SHS bilgileri toplanabilecektir.

Dış Ortam Hava Koşulları: Isı, nem, basınç, rüzgâr yönü ve şiddeti, yağış miktarı vb. sensörler ile bulunulan ortamda ait hava durum verileri toplanabilecektir.

Barınak Hava koşulları: Barınak için, ısı, nem, ışık miktarı gibi sensörlerle birlikte çeşitli gaz sensörleri kullanılarak (O₂, CO, CO₂, Metan ve Amonyak) barınaklardaki hava kalitesini belirleyen faktörlere ait veriler toplanabilecektir.

Hayvanın Boyun veya Ayağına Takılan Cihaz: Hayvanın bireysel olarak aktivitesini belirlemeyi sağlayan pedometre ile birlikte, takılacak ilave sensörler ile hayvanın sıcaklığı, nabız sayısı, geviş sayısı gibi bilgiler toplanabilecektir.

Kimlik Tanımlama ile Hayvan Takibi: Hayvanların süt verimi, yem tüketimi, su tüketimi, ağırlık ölçümü için uygun makine ve teçhizatlar sağlanarak Kimlik Tanımlama Sistemi (RFID) ile her hayvana ait bu bilgiler toplanabilecektir.

4.1.2 Yazılım Bileşenleri

Modelde kullanılması düşünülen yazılımlar ve özellikleri;

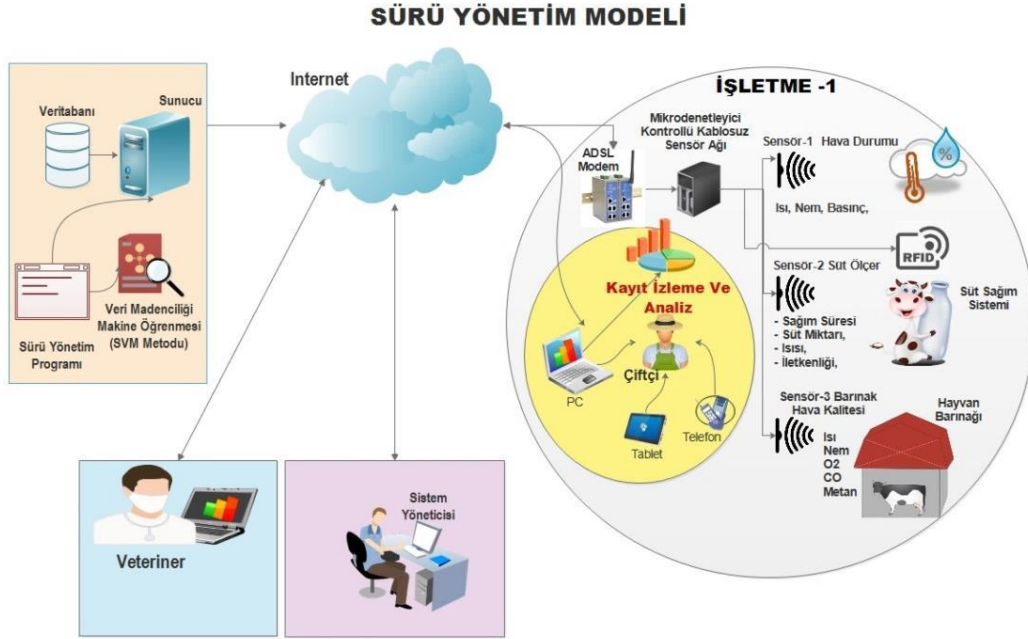
İşletim Sistemi: Lisans ve telif ücreti gerektirmeyen Linux/Unix tabanlı bir işletim sisteminin sunucuda kullanılması planlanmıştır. Böylece hem maliyetin hem de bakım masraflarının azaltılması sağlanacaktır.

Veri Tabanı: Oluşturulan model internet tabanlı olarak düşünöldüğünden dağıtımını ve kullanımını serbest, dünyada yaygın olarak internet uygulamalarında kullanılan MySQL veri tabanı yazılımını kullanılabilir.

Programlama Dili: Yazılımın web tarayıcılar üzerinde çalışması için uygun diller tercih edilebilir. PHP, ASP, Javascript gibi diller ile HTML, CSS gibi günümüzde yaygın olarak kullanılan web teknolojileridir.

5. GERÇEKLEŞTİRİLEN SÜRÜ YÖNETİM MODELİ

Bölüm 4’de tasarlanan modelde, modeli oluşturan bazı bileşen ve sensör düğümleri kısıtlı zaman, mali ve teknik zorluklar nedeni ile temin edilememiş olup mevcut kaynaklar kullanılarak tasarlanan model biraz daha sadeleştirilmiştir. Özellikle işletme içerisinde hayvanın beslenmesi (su ve yem tüketimi), tartım işlemleri (ağırlık ölçümleri), hareketliliği (adım sayısı, yatma ve ayakta kaldığı süreler, geviş sayısı vb.), sağlık durumu (nabız ve sıcaklığı) gibi bilgileri toplamak için farklı teçhizat ve sensörlere ihtiyaç duyulduğundan hayvanın bireysel takibi yapılamamıştır. Önceki modelde aynı sunucu üzerinden çok işletmenin aynı sürü yönetim programı üzerinden takip edilmesi düşünülmekte iken gerçekleştirilen modelde tek işletmenin sadece toplanabilen verilerinin izlenmesi ve analiz edilmesi sağlanmıştır.



Şekil 5.1: Gerçekleştirilen sürü yönetim modeli.

Gerçekleştirilen sistem de özellikle her hayvanın bireysel süt verimleri takip edilebilmekte hayvanların buldukları ortama ait hava kalitesi, gaz

miktarları ile birlikte ortamın ısı ve nem değerleri KAA'lar ile toplanarak hayvanların refah ve sağlık durumları etkileyen faktörlerin sürekli izlenmesi sağlanmaktadır.

Şekil 5.1'de görüldüğü üzere tasarlanmış ve gerçekleştirilmiş olan sürü yönetim modeli ve Süt Takip ve Analiz sisteminde yer alan KAA modülleri üç farklı konumdan veri toplanmasını sağlamaktadır.

1. Süt sağım odası ve ESÖ cihazı;
 - Cihaz numarası
 - Bireysel hayvan kimlik numarası (RFID No)
 - Süt miktarı
 - Sağım süresi
 - Süt sıcaklığı (cihaza sonradan ilave edilecek)
 - Elektrik iletkenliği (cihaza sonradan ilave edilecek)
2. Bulunulan ortama ait hava koşulları;
 - Hava Sıcaklığı
 - Havadaki Nem Oranı
 - Basınç Değişimi
 - Rüzgar Yönü
 - Rüzgar Şiddeti
 - Yağış Miktarı
3. Barınaklardaki Hava Koşulları
 - Hava Sıcaklığı
 - Havadaki Nem Oranı
 - Işık Şiddeti
 - Karbon Monoksit (CO) Gazı
 - Oksijen (O₂) Gazı
 - Metan Gazı
 - Hava Kalitesi (Çeşitli Zararlı Gazların Varlığı)

Bu ortamlardan verilerin toplanması için, kullanılacak sensörün özelliğine göre çeşitli sensör düğümler oluşturulmuştur. Örneğin; Ortam hava koşullarından sıcaklık, nem ve basınç ölçümü için bir sensör düğümü, rüzgâr yönü ve şiddeti ile

yağış miktarı ölçümü için başka bir sensör düğümü oluşturulabilmektedir. Aynı özellikteki sensör düğümlerinden birden fazla kullanmak da mümkündür.

Sensör düğümlerinde oluşturulan veri paketleri ve içeriğindeki veri sayısı sabit ve aynı yapısal özellikte olduğundan sunucuya aktarılan veriler de aynı veri tabanı ve tablo içerisine aktarılabilir. Yazılımda kullanılan sensör düğümlerinin ve veri paketlerinin yapısal özellikleri tanımlanabildiği için her sensör düğümünden elde edilen bilgiler istenildiği gibi sorgulanarak alınabilmekte ve yazılım içerisinde değerlendirilebilmektedir.

5.1 Modeli Oluşturan Bileşenler

Model bir süt sığır işletmesi, merkezi bir veri tabanı ve web sunucu özellikli internet bağlantılı bilgisayar, sunucuya veri aktaran internet bağlantılı ve mikrodenetleyici ile kontrol edilen merkez düğümü, merkez düğümle kablosuz bağlantı kuran ESÖ cihazı, dış ortam ve barınaklara yerleştirilmiş sensör düğümlerinden oluşmaktadır. Sunucu üzerinde çalıştırılan Süt Takip ve Analiz yazılımı ile işletme sahibi, uzman personel ve veterinerin internet bağlı herhangi bir bilgisayar üzerinden sunucuya bağlanarak hayvanların süt verimlerini ve barınak koşullarını izlemelerine imkân vermekte ve alacakları kararlar için destek sağlamaktadır.

5.1.1 Donanım Bileşenleri ve Özellikleri

5.1.1.1 Elektronik Süt Ölçer

“Tam Otomasyonlu Süt Sağım Ünitesi ve Süt Ölçüm ve Takip İstasyonunun Geliştirilmesi” konulu SANTEZ projemiz kapsamında Şekil 5.2’de görülen “Elektronik Süt Ölçer” tasarımı gerçekleştirilmiş ve ölçüm sonuçlarının her hayvan için takip edilmesi ve süt verimliliklerinin izlenmesi adına “Süt Takip ve Analiz Yazılımı” hazırlanmıştır. ESÖ cihazının tasarımı için çeşitli yöntem ve deneyler yaparak sütle temas olmadan boru içinden geçen sütün miktarının

belirlenmesini sağlayan cihazı tasarlamıştır. Bu alışmada ESÖ cihazından alınan süt ölçüm değerleri, KAA yoluyla internet üzerinden sunucuya aktarılmasını sağlayan Süt Takip ve Analiz sistemi hazırlanmıştır.

Günümüzde ICAR onaylı çeşitli marka ve modellerde ve çoğunluğu ithal olmak üzere elektronik veya mekanik süt ölçerler yaygın olarak kullanılmaktadır. Hareketli parçası olmayan, kızılötesi ışınlar kullanarak süt akışını ölçen ilk cihaz 1980 yılında İsrail’de SCR firması tarafından FreeFlow ismiyle üretilmiştir. 1995’de bu cihaz daha da geliştirilerek DeLaval markası altında dünya pazarında önemli bir yer edinmiştir (Scrdairy, 2016).

Sütün miktarının ve ısısının ölçülmesinde kullanılan mevcut mekanik sistemler, sağımdan sonra temizlik yapılsa bile sütün özelliğinden dolayı mekanizmanın üzerinde az miktarda kalmakta, zamanla kalan bu süt, kalın bir yağ tabakası oluşturmakta ve sütün geçtiği yüzeylede (boru, mekanik ölçüm cihazları, bağlantı noktaları) temizlenmesi güç bir kir meydana getirmektedir. Oluşan bu kirlilik sistemden çıkarılmadığı sürece yeni sağılacak sütün kalitesini de düşürmektedir.

Sistemin temizlik kalitesini arttırmanın yöntemlerinden biri, fiziksel temas olmadan ölçüm ve kontrol sistemlerinin kullanılmasıdır. Piyasada kullanılan temassız ölçüm aletleri ithal ürünler olduğu için pahalı olmakta ve işletmecilere maliyeti fazla gelmektedir. Bundan dolayı işletmeciler mekanik ölçü aletlerini tercih etmekte bu da beraberinde temizlik sorununu getirmektedir.

Sağım yapılırken süt miktarının belirlenmesi, sütün sağım esnasındaki akışkanın özelliğinden dolayı oldukça güç ve karmaşıktır. Süt memeden vakumla çekildiğinden borudan hava ve süt aynı anda geçmekte ve vakum sağım şartlarını yerine getirebilmek için elektronik pulsatorler yardımı ile memeye nabız şeklinde verilmektedir. Bu yöntem sütün boru içerisinden geçerken sarmal, köpüklü ve düzgün olmayan çok karmaşık şekillerde (borunun altından, yanlardan ve üstten) geçmesine neden olmaktadır. Ölçü aletinin süte temas etmemesi gerektiği için sütün miktarını belirlemek daha da zorlaşmaktadır.

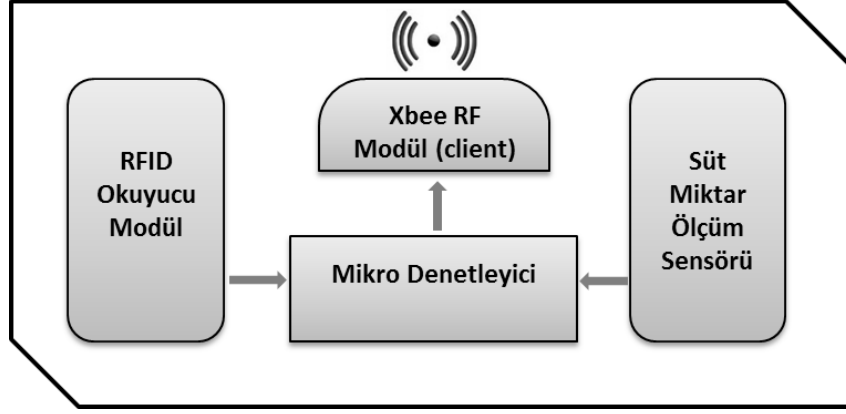
Günümüzde kullanılan süt ölçerlerin bir kısmı temaslıdır ve temaslı ölçü aletleri zamanla kirlenmekte ve yeni sağım yapılacak olan sütü de bozarak sütün

kalitesini düşürmektedir. Bilinen temassız ölçü aletleri ise ölçüm yapabilmeleri için akışkanın düzgün, lineer ve tek fazda olması gerekmektedir. Çift fazlı pulsatil akış yapan sistemlerde sütü ölçme güçlüklerinin çözümü için birçok yöntem denenmiş ve etkili sonuçlara optik yöntemler kullanılarak ulaşılmıştır.



Şekil 5.2: Elektronik süt ölçer cihazı.

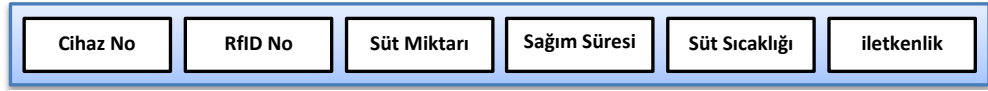
Elektronik Süt Ölçer, saydam boru etrafına yerleştirilmiş ışık kaynağı ve ışık şiddetinden etkilenen bir sensörden oluşmaktadır. Süt saydam borudan parçalar halinde geçmektedir. Sütün geçişinde hacim arttıkça ışığın soğrulması artmış ve alıcı sensör üzerine düşen analog değeri değişmiştir. Borudan geçen süt miktarı ile alıcı sensör deki analog değişimler arasındaki ilişki için bir formül belirlenmiş ve belirlen formül mikrodenetleyicide kullanılarak parçalar halinde geçen sütün miktarı hesaplanmıştır. Mikrodenetleyiciye ilave edilen RFID modül ile hayvanların kimlik tanımı yapılarak sağım sonunda RFID numarası, süt miktarı, sağım süresi, ısı ve iletkenlik bilgilerinden oluşan bir veri paketi hazırlanmış ve veriler KAA üzerinden sunucuya aktarılmıştır.



Şekil 5.3: Elektronik süt ölçer cihazı blok şeması.

Ölçülen süt miktarı, sağım süresi, okunan RFID numarası, cihaz numarası bilgileri ile birlikte sonradan ESÖ cihazına ilave edilecek olan sütün EI değeri ve süt ısı sensörlerinin ölçüm bilgileri Şekil 5.4'deki gibi birleştirilerek bir veri paketi oluşturulmaktadır. Oluşturulan veri paketi cihaz üzerinde bulunan Xbee RF modülüne seri port üzerinden aktararak kablosuz haberleşme yöntemiyle Xbee Merkez (Koordinatör) düğümüne iletilmektedir.

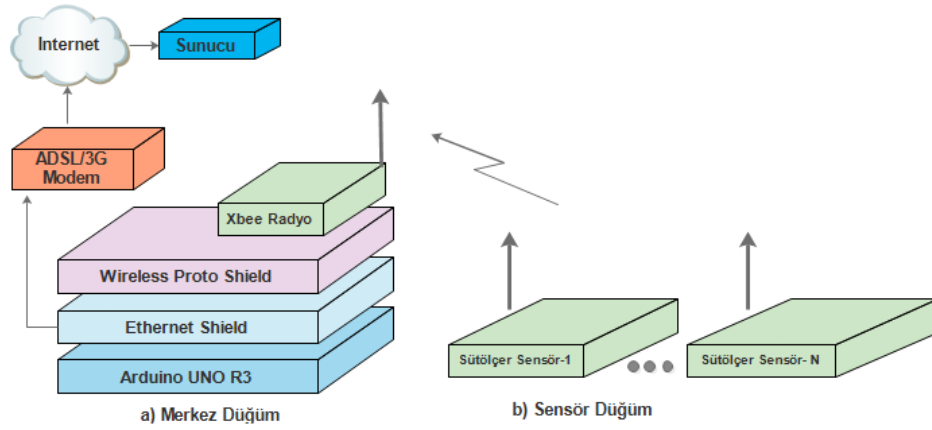
Sunucuya gönderilen veri paketi yapısı:



Şekil 5.4: Elektronik süt ölçer cihazından gönderilen veri paketi.

ESÖ cihazı seyyar süt sağım makinalarında kullanılabileceği gibi çoklu sabit yada merkezi sistemli süt sağım makinalarında da kullanılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu durumda birden fazla ESÖ cihazının aynı merkez (koordinatör) düğümüne veri göndermeleri için aynı PAN ID numarasına göre ayarlanması yeterlidir.

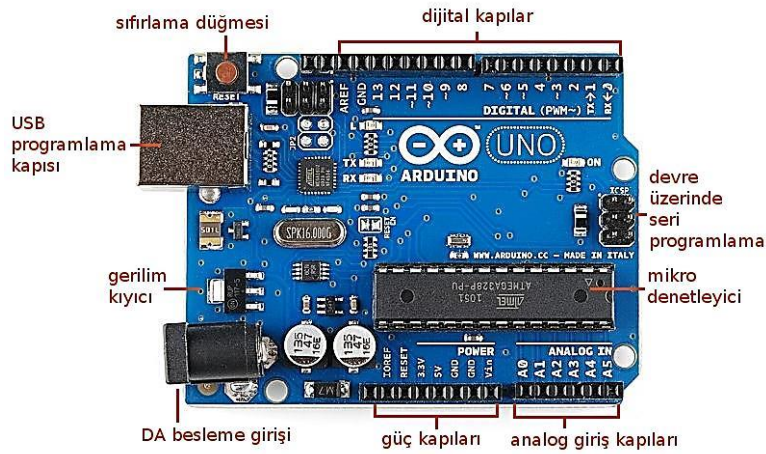
Merkez düğümüne gelen veri paketleri değişikliğe uğramadan ethernet modülü üzerinden TCP/IP iletişim protokolü ve kablo bağlantısı ile ADSL modeme ve internet bağlantısı üzerinden de sunucu bilgisayara iletilmektedir. Şekil 5.5'de ESÖ'lerle irtibatlı olan merkez düğümünün mimari (bkz.Şekil 5.15) ve yapısal özellikleri hakkında detaylı bilgi Bölüm 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.5: Süt ölçerlerle oluşturulan KAA modeli.

5.1.1.2 Arduino UNO R3

Üzerinde ATmega328 mikrodenetleyicisi bulunan Arduino Uno R3, açık kaynaklı bir donanıma sahip fiziksel bir programlama platformudur. Arduino Uno en yaygın kullanılan Arduino modelidir. Arduino programlamada kullanılan dil, standart C ve C++ dillerine çok benzer söz dizimine (syntax) sahip olan ve Processing adlı programlama dili yapısındadır. 32KB Flash bellek, 2KB SRAM (Static Random Access Memory) ve 1KB EEPROM (Electrically Erasable Read Only Memory) bellek kapasitesi, 16 Mhz Kristal, 6 adet analog 14 adet de dijital giriş/çıkış pine sahip olan Arduino, 5-12V DC gerilimle çalıştırılabilmektedir.



Şekil 5.6: Arduino UNO R3

Arduino'yu programlamak için yazılım geliştirme ortamı (IDE) ve pekçok hazır kütüphane kullanılmaktadır. Kütüphaneler açık kaynak kodlu ve serbest dağıtıma sahip olduğundan program yazmak oldukça kolaylaşmıştır.

Java dilinde yazılmış olan Arduino IDE yazılımı bünyesinde, arduino kütüphaneleri, Arduino bootloader (Optiboot), AVR Dude ve derleyici (AVR-GCC) bulunmaktadır. Arduino'nun bootloader bileşeni olan Optiboot, Arduino kartlarının üzerindeki mikrodenetleyicinin programlanmasını sağlar. AVR Dude bileşeni ise derlenen kodları mikrodenetleyicinin belleğine göndermek için kullanılır ("Arduino ve Özellikleri", 2009).

Arduino kartına güç verildiğinde ilk olarak bootloader çalışır. Eğer Arduino IDE üzerinden bir programlama komutu gelirse, bunu mikrodenetleyicinin program belleğinin kalan kısmına yükler ve daha sonra program belleğine en son yüklenmiş program çalıştırılır.

Arduino IDE yazılımından derlenerek hex koduna dönüştürülmüş olan program USB seri port kullanılarak karta upload edildiğinde önce karta reset sinyali gönderilerek bootloader'ın çalışması sağlanır ve gönderilen program, program belleğine kayıt edilerek yeni program çalışmaya başlar.

Arduino içersindeki bellekte bootloader programı zaten var olduğundan programlama yapmak için ayrıca bir programlayıcıya (ICSP) ihtiyaç bulunmamaktadır. Fakat bootloader program hafızasında 2Kb kadar yer kaplar ve ana program ilk çalıştırmada birkaç saniye geç çalışmaya başlar (Delebe, 2014).

Arduino UNO üzerine çeşitli geliştirme kartları ve uyumlu donanımlar takılabilmektedir. Bunlara Shield adı verilir. Örneğin Wİ-Fİ yada Ethernet shield ile internet bağlantısı kurulabilir, sunucu yada istemci taraflı uygulamalar geliştirilebilir.

5.1.1.3 Xbee RF Kartı

Xbee Digi firması tarafından üretilmiştir. Xbee'ler düşük maliyetli ve düşük güç tüketimine sahip 2.4 GHz bandında kablosuz haberleşme sağlayan modüllerden biridir. XBee Series-1 modülleri, IEEE 802.15.4 ağ protokolünü

kullanır. Saniyede 250 kbps'ye yakın veri transfer hızına ulaşabilmektedir. Ayrıca 150m'ye kadar çekim mesafesi vardır. Bir noktadan çok noktaya ya da notadan noktaya iletişimde kullanılabilir.



Şekil 5.7: Xbee RF kartı

Xbee Series 2 modüller Zigbee olarak isimlendirilebilir. Çünkü bu seriler Zigbee protokolünü kullanmaktadır. Bu modüller örgü (mesh) ağlarda daha çok kullanılmaktadır.

Seri 2B modüller, Series 2 modüllerin donanımlarının geliştirilerek güç tüketimlerinin daha performanslı hale getirilmesi sonucu oluşmuşlardır. Bu modüller de Zigbee protokolünü kullanırlar ve Zigbee protokolünü kullanan diğer modüller ile haberleşebilirler.

Xbee modülleri kullandıkları haberleşme frekansına, anten tiplerine ve güçlerine, kullandıkları protokole göre çeşitlilik göstermektedir. Çeşitliliklerine rağmen hepsinin aynı pin dizilimine sahip olması özelliklerine göre tercih değiştirmeyi ve birbirleri yerine kullanmayı imkân sağlamaktadır (U. Aydın, 2013).

5.1.1.4 Wireless Proto Shield

Wireless Proto Shield, Arduino'nun, Xbee yada benzer başka bir modül ile kablosuz bağlantı kurmasını sağlamaktadır. Xbee'ye uyumlu olan karta Xbee ile aynı pin yapısına sahip başka bir kablosuz haberleşme modülü de takılabilmektedir.



Şekil 5.8: Wireless proto shield.

Shield üzerinde bulunan anahtar Xbee modülünün usb üzerinden veya mikroişlemci üzerinden kontrol edilmesini sağlar. Bu anahtara "Serial Selection" anahtarı denir. Kart üzerinde ayrıca ufak devreleri yapabilmek için küçük bir breadboardun konulabileceği bir proto kısım bulunmaktadır. Bu kısma çeşitli devreler kurabilir ve sensör bağlantıları gerçekleştirebilir ("Wireless proto shield", 2015).

5.1.1.5 Ethernet Shield

Arduino Ethernet Shield, yerel bilgisayar ağına (LAN) dolayısıyla internete bağlantı kurulmasını sağlar. Üzerinde Wiznet W5100 entegresi bulunan bu kart hem TCP hem de UDP ile port ile veri alış verişi yapabilir. Kart üzerindeki standart RJ45 soketine ağ kablosu takılarak ve yazılımda ethernet kütüphanesi kullanılarak Arduino'nun internete bağlanması sağlanabilir. Yazılımda yapılacak düzenlemeler ile Arduino'nun sunucu (server) yada istemci (client) modunda çalışması sağlanabilmektedir.

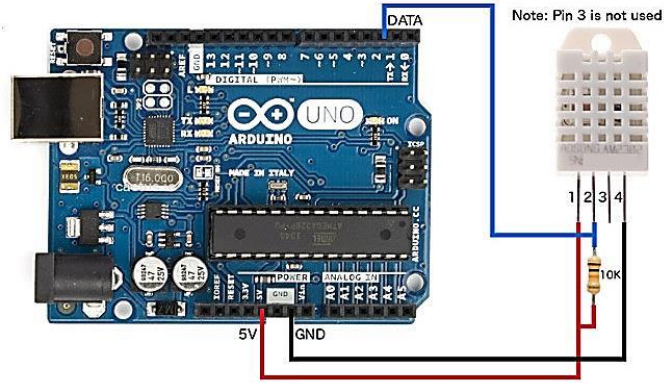


Şekil 5.9: Arduino ethernet shield.

Kart üzerinde SD kart yuvası vardır. SD kartla bağlantı kurulması için SD kütüphanesini program içerisinde kullanmak gereklidir. Bu sayede çeşitli bilgiler SD kart üzerine yazılabilir ya da okunabilir (“Wireless proto shield”, 2015).

5.1.1.6 DHT22 Sıcaklık ve Nem Sensörü

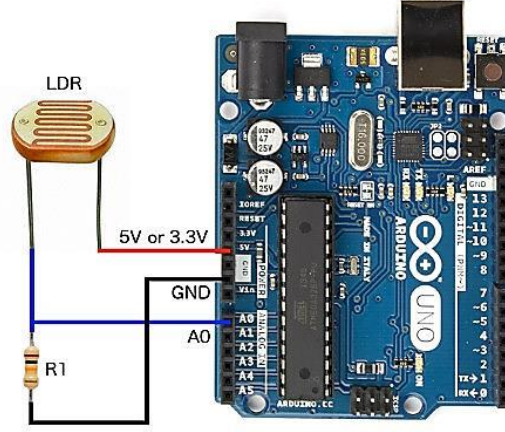
DHT22 (AM2302) Sıcaklık ve nem ölçümü yapan kalibre edilmiş dijital sinyal çıkışı veren gelişmiş bir sensördür. Ölçüm periyodu 2 saniye, çalışma voltajı 3-5V olan sensörün, sıcaklık ölçüm aralığı -40 ile 80°C , hata payı $\pm 1^{\circ}\text{C}$ dir, Nem ölçüm aralığı $0-100\%$ RH, hata payı $\pm 5\%$ RH ‘dir. Vcc ile çıkış pini arasında 4.7K ile 10K aralığında bir direnç ile beraber kullanılması gerekmektedir.



Şekil 5.10: Arduino ile ısı/nem sensör bağlantısı.

5.1.1.7 LDR Işık Sensörü

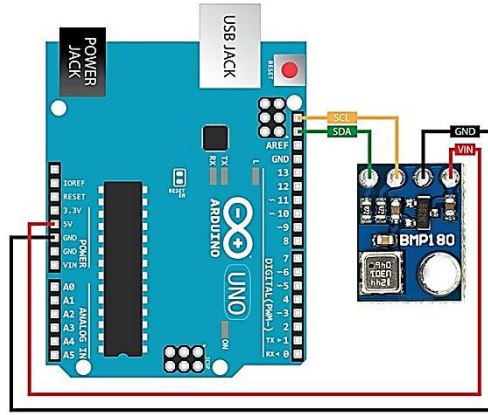
Ortamdaki ışığa göre analog ve dijital çıkış veren bu sensör karanlık ortamda 0 V , aydınlık ortamda ise 5 V 'a kadar analog sinyal vermektedir. Üzerinde bulunan ayarlanabilir direnç (pot) ile hassasiyet ayarı da yapılabilir.



Şekil 5.11: Arduino ile LDR sensör bağlantısı.

5.1.1.8 BMP180 Hava Basıncı Sensörü

Ortamdaki hava basıncını ölçerek dijital çıkış veren küçük ve kullanışlı bir sensördür. Arduino ile uyumludur. Ölçüm aralığı 300-1100hPa arasında ve hata payı 0.03 hPa (25 cm) olan sensör ile 9000 metreye kadar yükseklik bilgisi de alınabilmektedir.



Şekil 5.12: Arduino ile basınç sensörü bağlantısı.

5.1.1.9 Hava Durumu ve Ölçüm Kiti

Arduino UNO ile uyumlu çalışabilen Hava Durum Shield'ı (Weather Shield, Weather Meters), barometrik basınç (MPL3115A2), nem ve sıcaklık

(HTU21D), ile gün ışığı ölçümleri için gerekli sensörleri üzerinde barındıran tümleşik bir karttır. Üzerinde rüzgar hızı ve şiddeti ile yağmur miktarı ölçümü yapan sensörler için RJ11 konektörler ile GPS (GP635T) modül bağlantısı için de konektör bulunmaktadır.

5.1.1.10 Gaz Sensörleri

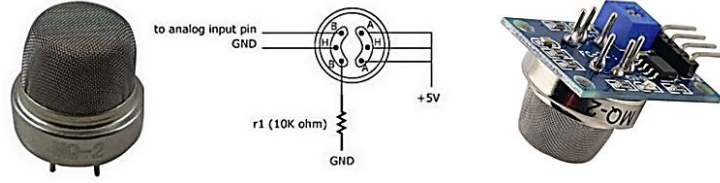
MQ serisi gaz sensörlerinin içinde bulunan küçük bir ısıtıcı ve elektrokimyasal sensör ile havadaki gaz oranının değişimini hassas bir şekilde algılayabilmektedir. Sensörler gazın varlığını algılayana kadar düşük bir iletkenlikle çalışır. Gazın yoğunluğunun artmasına bağlı olarak iletkenlik de artmaktadır. Şekil 5.13’de hangi model sensörlerin hangi gazları algıladığı gösterilmiştir (Spiewak ve Salabun, 2015).

Model	Algıladığı Gazlar	
MQ-2	Metan, Butan, LPG, Sigara Dumanı.	
MQ-3	Alkol, Etanol, Duman	
MQ-4	Metan, CNG Gaz	
MQ-5	Doğal Gaz, LPG	
MQ-6	LPG, Butan	
MQ-7	Karbon Monoksit	
MQ-8	Hidrojen Gazı	
MQ-9	Karbon Monoksit, Yanıcı Gazlar.	
MQ-135	Hava Kalitesi, Benzen, Alkol, Duman.	
MQ-137	Amonyak Gazı	

Şekil 5.13: MQ Serisi gaz sensörleri ve algıladığı gazlar.

MQ serisi sensörler 5V gerilimle çalışmaktadır. Şekilde 5.14’de sensörün bağlantı şeması verilmiştir. Sensörün A ve H pinlerine 5V gerilim uygulanarak, yeterince ısınması, tam ve doğru ölçümler yapması için hazırlanması sağlanır. Toprak (GND) ile analog çıkış pini (B) arasına bağlanacak direnç ile sensörün hassasiyeti ayarlanabilmektedir. Bazı modüller sensör hassasiyetini ayarlamak

için değişken dirençli bir karta sahiptirler. Çıkış analog bir sinyal olduğundan, analog bir Arduino girişiyle okunabilir.



Şekil 5.14: MQ serisi gaz sensör pin bağlantıları.

5.1.2 Yazılım Bileşenleri ve Özellikleri

Web Tabanlı Süt Takip ve Analiz yazılımını oluşturan bileşenleri, KAA'ların donanım yazılımları, Veri Madenciliği Makine Öğrenmesi Yazılımları, server (sunucu) taraflı yazılımlar ve client (istemci) taraflı yazılımlar olarak dört gruba ayırmak gerekir.

KAA'lardan sensör verilerinin alınıp sunucuya gönderilmesi için C++ dili yazılan programlar Arduino Atmega Mikrodenetleyici kartlara Arduino IDE yazılımı kullanılarak yüklenmiştir.

Makine Öğrenmesi Destek Vektör Makinaları metodunun uygulaması için C++ dilinde yazılmış HR-SVM açık kaynak kodlu programı, diğer makine öğrenmesi metotları için ise Java dilinde yazılmış WEKA programı kullanılmıştır.

Yazılımın sunucu tarafında; FreeBSD işletim sistemi, Apache Web Sunucu Programı, MySQL Veri tabanı ve PHP programlama dili kullanılmıştır.

Yazılımın istemci tarafında çalışan web sayfası kısmı için; HTML5 metin işaretleme dili, CSS3 stil yapıları, JQuery javascript kütüphaneleri ve Jqwidgets API'lerinden oluşan web teknolojileri kullanılmıştır.

Kullanılan paket yazılımlar açık kaynak kodlu ve GNU lisansı ile serbest dağıtılan ücretsiz uygulamalardır.

5.1.2.1 PHP Programlama Dili

PHP, genellikle web tabanlı olarak kullanılan, sunucu tarafı çalışan bir script dilidir. PHP, uzun zaman Personal Home Page (kişisel ana sayfa) olarak tanımlanmıştır. Günümüzde PHP kelimesinin açılımı PHP:Hypertext Preprocessor (üstün yazı ön işlemcisi) olarak tanımlanmaktadır. PHP, 1995 yılında Rasmus Lerdorf tarafından geliştirilmiş ve PHP topluluğu tarafından geliştirilmeye devam etmektedir. Ocak 2013 tarihli verilere göre 244 milyondan fazla web sitesinin PHP ile oluşturulduğu, kullanımının artarak devam ettiği görülmektedir (Php.net, 2016a)(Çakır, 2013).

Günümüzde PHP 7 sürümünün kullanıma açılmıştır. Stabil olarak kullanılan en yaygın ve son sürümü PHP 6'dır. PHP, açık kaynak kodlu (Open Source) bir script dilidir. Bu da geliştirilen programların kaynak koduna erişebilir ve yeniden düzenlenebilir olması demektir. Geliştirilen pek çok hazır program ve fonksiyonlar, hiçbir ücret ödemedi kullanabilmekte, üzerinde değişiklikler yapılarak yeniden web ortamına sunulmaktadır. PHP, pek çok web sunucusuna yüklenebilen, işletim sistemlerinin çoğu ile çalışabilen, performansı yüksek, birçok farklı veri tabanı sistemini kullanabilen, çok geniş kütüphane seçenekleri olan, bir script dilidir.

PHP kodları PHP derleyicisi olan web sunucusu tarafından yorumlanarak, çıktı olarak web sayfası üretilebilmektedir. PHP, web sayfalarının arka planında yani sunucu tarafında çalıştığından, sayfaların tarayıcıdaki görünümü ile ilgilenmez. Sunucuda bazı işlemleri yerine getirir ve sonuçlar üretir. Bu sonuçlar ise HTML, CSS ve JavaScript gibi script dilleri ile daha görsel ve kullanışlı hale getirilir (Php.net, 2016b).

5.1.2.2 MYSQL Veri Tabanı

MySQL, altı milyondan fazla sistemde yüklü bulunan çoklu iş parçacıklı, çok kullanıcı, hızlı ve sağlam bir veri tabanı yönetim sistemidir. MySQL veri tabanı sunucusu standart SQL dilini kullanmaktadır.

SQL (Structured Query Language) veri tabanından bilgi çekmeye ve sorgulamaya yarayan bir programlama dilidir. Çeşitli komutlar ile veri tabanına veri yazılması, işlenmesi, düzenlenmesi, silinmesi gibi işlemler yapılır. SQL IBM tarafından 1975 yılında tasarlanmıştır. MySQL'de bir veri tabanı yönetim sistemi aracıdır. Özellikler Unix tabanlı sistemler için geliştirilmiş olan MySQL, Linux, Windows, Machintosh gibi pek çok sistemde kullanılabilir. MySQL pek çok interaktif diller tarafından desteklenmektedir. Veriler sunucu üzerinde tutulur ve şifre ile veri tabanına erişilir, SQL dili komutlarıyla veri alış verişi sağlanır. Güvenlik ve hızı nedeni ile oldukça yaygın bir kullanımı vardır. PHP, MySQL ile uyumlu çalışabilmektedir. Her ikisi de, UNIX tabanlı sistemler için geliştirildiğinden birbirine son derece uyumlu ve hızlıdır (Geçer, 2013).

5.2 KAA Mimarisi ve Yazılımları

Süt sığırcılık işletmelerinde hayvanlar, doğumundan itibaren hayatları boyunca hassasiyetle ilgi ve bakım isterler. Her biriyle tek tek ilgilenilmesi, barınak, bakım, beslenme gibi her türlü ihtiyaçlarının aksatılmadan karşılanması gerekmektedir. Hayvan sayısının fazla olduğu işletmelerde bu işlerin yapılması uzun vadeli planlama, sabır ve düzenli çalışma gerektirmektedir. İşletmelerin kazancı ve geliri elde ettikleri süt ile sağlanmaktadır. Süt verimi ne kadar artarsa işletmenin karlılığı o derece artacaktır.

Bu çalışmada süt sığırcılık işletmelerinin her hayvan için süt verimliliklerini takip etmeleri elde ettikleri toplam süt miktarlarını, dolayısıyla gelir gider durumlarını değerlendirerek sürdürülebilirlik için kararlar almalarını sağlayacak internet tabanlı bir sistem tasarımı ve uygulaması yapılmıştır.

Süt verimliliğine etki eden pek çok faktör bulunmaktadır. Hayvan refahının sağlanması, sağlığının sürekli kontrol altında tutulması verimlilik için oldukça önemlidir. Bu nedenle hayvanın bulunduğu ortam koşulları yani sıcaklık, nem, rüzgar hızı vb. takip edilerek aşırı sıcak ya da soğuk havalarda hayvanlarda oluşabilecek sıcak veya soğuk stresinin önceden fark edilip önüne geçilmesi sağlanabilecektir. Aynı şekilde barınak içindeki sıcaklık, nem, hava kalitesi ve çeşitli gaz oranları takip edilerek havalandırma sistemlerinin çalıştırılması

sağlanabilecek ve olası sağlık problemlerinin önüne geçilebilecektir. Bu durum hayvanlarının refah düzeylerinin bozulmadan devam etmesini sağladığı gibi süt verim değerlerinin düşmeden devam etmesini de sağlayacaktır.

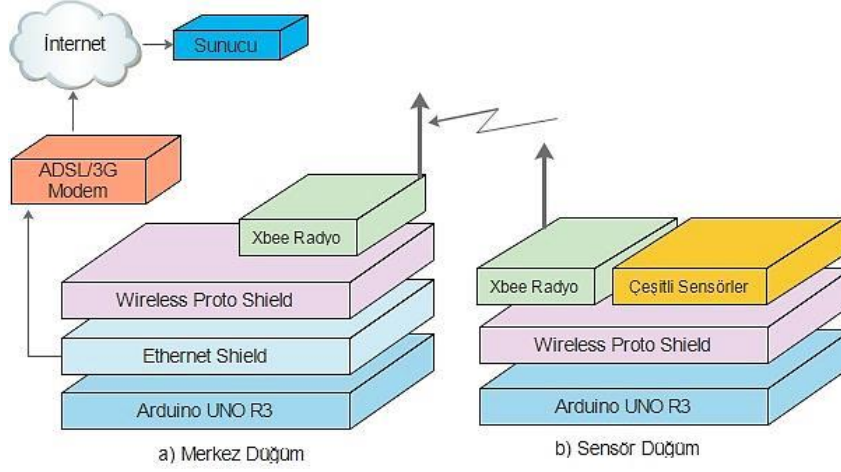
Süt sağım sisteminden ve ESÖ cihazından elde edilecek süt miktarı, süt ısısı, Eİ değeri gibi bilgilerin veri madenciliği ve makine öğrenmesi yöntemleri ile değerlendirilmesi sayesinde subklinik mastitis hastalık riski taşıyan hayvanların belirlenmesi sağlanarak hastalık ilerlemeden önceden tedavi edilmesi sağlanabilecektir.

Bu nedenle oluşturulan KAA ve sensör sistemi ile süt sağımında süt miktarı sür ısısı, Eİ bilgileri ile ortam ve barınak hava koşulları ölçülmektedir.

Şekil 5.1’de süt verimlilik takibi ile ortam ve barınak koşullarının izlenmesini sağlayan bir sürü yönetim modeli ve KAA sistemi tasarımı görülmektedir.

Bölüm 5.1’de teknik özellikleri verilen KAA donanımları ve sensörler ile ölçülen veriler paketlenerek merkez düğüme iletilmektedir. Merkez düğüme gelen veriler tarih ve saat bilgileri de ilave edilerek SD karta yazılmakta ve aynı zamanda internet bağlantısı ile sunucu bilgisayardaki verileri alan ve paketlenmiş verileri ayrıştırarak veri tabanına kayıt eden php dosyasına gönderilmektedir.

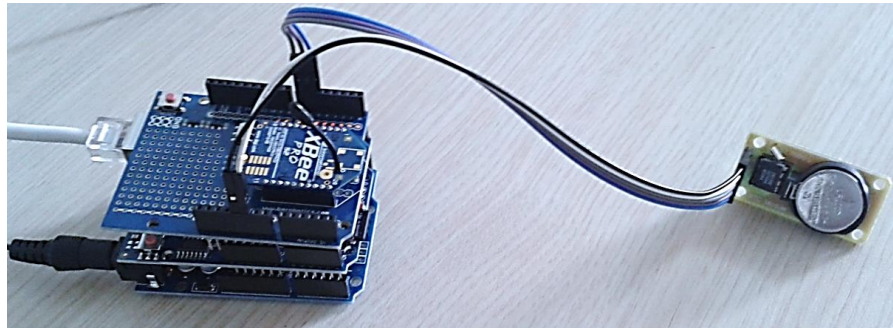
Şekil 5.15’de yeniden tasarlanan KAA mimarisinde (Akça, 2013) merkez düğüm ve sensör düğümünde kullanılan donanımlar ve bağlantıları gösterilmiştir. Haberleşme için XBee Radyo modülü, mikrodenetleyici için Arduino Uno R3 kullanılmıştır. Arduino Uno mikrodenetleyicisi ile XBee arasında, bağlantılıyı düzenleyen ve kontrolü kolaylaştıran Wireless Proto Shield, sunucuya veri paketlerinin gönderilmesi için de sadece merkez düğümde Arduino üzerine takılan Ethernet Shield kullanılmıştır. Sensör düğüm de ölçülmek istenen faktörlere, analog veya dijital bağlantılarına göre uygun sensörler, Wireless proto shield yada Arduino’ya bağlanmaktadır.



Şekil 5.15: Tasarlanan kablosuz algılayıcı ağ mimarisi.

5.2.1 Merkez Düğüm Yazılımları

Şekil 5.16’da görülen merkez düğüm Arduino UNO R3, Ethernet Shield, DS1302 RTC, Wireless Proto Shield ve Xbee S1 RF haberleşme modülünden oluşmaktadır. Ethernet Shield ve Wireless Proto Shield pin bağlantı yapıları Arduino UNO R3 ile uyumlu olduklarından üst üste takılabilmektedir. Wireless Proto Shield üzerine de Xbee modülü takılabilmektedir. Wireless Proto Shield üzerinde bulunan “Serial Selection adı verilen anahtar sayesinde Xbee modülü usb port üzerinden kontrol edilebilmekte ve XBee nin gerekli konfigürasyon ayarları yapılabilmektedir. Böylece Xbee Dongle kullanmaya gerek kalmadan Xbee’yi XCTU programı ile programlayabilir ve konfigürasyon ayarlarını yapabiliriz. Ancak anahtar usb konumunda iken mikrodenetleyici programlanamaz.



Şekil 5.16: Merkez düğüm (koordinator).

Merkez düğümdeki Arduionun programlanması için Wireless Proto Shiled deki “Serial Selection” anahtarı “micro” konumuna getirilir ve arduino usb kablo ile bilgisayara bağlanır. Bilgisayarda Arduino IDE programı kullanılarak oluşturulan merkez düğüm yazılımı Arduino UNO R3’e yüklenir.

Şekil 5.17’de Merkez düğüm (koordinator) yazılımı kütüphane ve tanım kısmı görülmektedir.

```
#include <Ethernet.h> //Ethernet Shield Kütüphanesi
#include <SPI.h> //Seri Port protokol kütüphanesi (SD kart)
#include <SD.h> //Sd kart kütüphanesi
#include <stdio.h> // Giriş/Çıkış Fonksiyon Kütüphanesi
#include <DS1302.h> // RTC modül Kütüphanesi

const int chipSelect = 4; //SD Kart pin 4
char Al_Veri; //Sensör düğümden alınan veri paketi
```

Şekil 5.17: Merkez düğüm yazılımı kütüphane tanımları.

Programda ilk olarak merkez düğümde yer alan birimlerle veri alış verişini belirleyen ve düzenleyen kütüphaneler tanımlanmaktadır. Bu kütüphanelerde tanımlı değişken ve fonksiyonlar program içerisinde kullanılmaktadır.

Merkez düğümde bulunan Ethernet Shield, ağ kablosu ile modeme bağlıdır. Modemle bağlantı kurulabilmesi için, tanımlı olan ip adreslerinden birinin Ethernet Shield için de ayarlanması gerekmektedir. Şekil 5.18’de kullanılacak fiziksel adres (Mac), cihazın ip adresi ve bağlantı kurulacak sunucunun ip adresi tanımlanmakta Ethernet Shield’in istemci (client) modunda kullanılacağı belirlenmektedir.

```
// Ethernet Shield Tanımlamalar
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; // Mac Adresi
byte ip[] = { 192, 168, 1, 104 }; // Koordinator IP
byte server[] = { 193, 255, ###, ### }; // Sunucu IP
EthernetClient client;
```

Şekil 5.18: Merkez düğüm yazılımı ethernet shield tanımları.

Sensör düğümlerden alınan veri paketine tarih ve saat bilgisi eklenerek SD karta yazılmaktadır. Veri alındığı andaki tarih ve saat bilgisinin okunmasını sağlayan fonksiyon tanımı Şekil 5.19’da verilmektedir.

```
// DS1302 RTC Tanımlamalar
namespace {
    const int kCePin    = 5; // Chip Enable
    const int kIoPin    = 6; // Input/Output
    const int kSclkPin  = 7; // Serial Clock

    DS1302 rtc(kCePin, kIoPin, kSclkPin);
    String tarih_saat()
    {
        Time t = rtc.time();
        char buf[50];
        snprintf(buf, sizeof(buf), "%04d-%02d-%02d_%02d:%02d:%02d",
                 t.yr, t.mon, t.date,
                 t.hr, t.min, t.sec);
        return buf;
    }
}
```

Şekil 5.19: Mekez düğüm yazılımı DS1302 RTC tanımları.

Şekil 5.20’de görülen kısım tanımlamalar yapıldıktan sonra Ethernet ile sunucu bağlantısının yapılmasını, 9600 Baud seri bağlantının yapılmasını ve SD Kart ile bağlantının yapılmasını sağlayan ve kontrol eden kısımdır. Bağlantılarda bir sorun olup olmadığını kontrol edebilmek için seri port üzerinden ekranında görüntülenebilen bilgi ve uyarı mesajları gönderilmektedir.

```
void setup()
{
    Ethernet.begin(mac, ip);
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Sunucuya Baglaniyor...(Bekleyiniz)");
    if (client.connect(server, 80)) {
        Serial.println("Baglanti Kuruldu. (OK)");
    } else {
        Serial.println("Baglanti Hatasi! (ERROR)");
    }
    Serial.print("SD card hazirlaniyor...(Wait)");
    if (!SD.begin(chipSelect)) {
        Serial.println("SD Card hatasi. (ERROR)");
        return;
    }
    Serial.println("SD Card tanimlandi. (OK)");
}
```

Şekil 5.20: Merkez düğüm setup fonksiyonu.

Şekil 5.21’de görülen kodlar ile sürekli olarak seri port dinlenerek veri beklenmektedir. Merkez düğümde bulunan Xbee, sensör düğümlerden gelen verileri seri port üzerinden Arduinoya iletmekle görevlidir. Arduino’da seri port üzerinden gelen verileri “\n” karakterini görene kadar alır ve “Al_Veri” değişkenine aktarır. Öne alınan veri üzerine, o anki tarih ve saat bilgisi okunup eklenerek yeni veri paketi oluşturulmakta ve bu paket SD hafıza kartındaki datalog.txt dosyasına yazdırılmaktadır. Daha sonra alınan veri paketi sunucudaki sensordatakayit.php dosyasına GET metodu ile gönderilmektedir.

```
void loop()
{
if (Serial.available() > 0 )
{
// Sensör düğümlerden paketlenmiş verinin alınması
String Al_Veri = Serial.readStringUntil('\n');

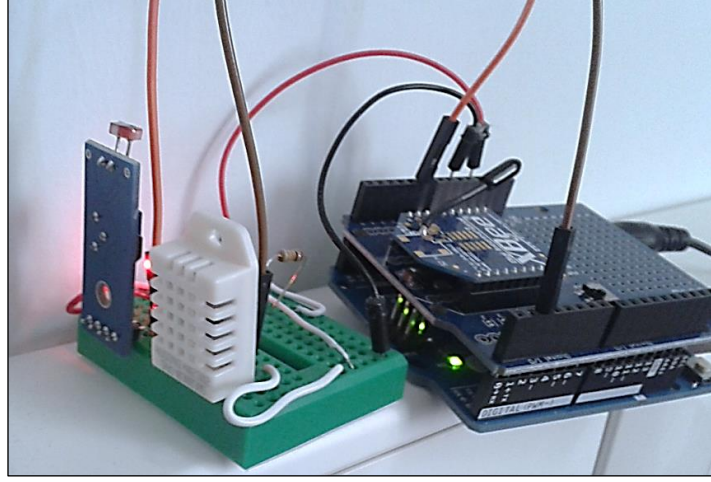
//Alınan veriye tarih saat bilgisi eklenerek SD karta yazdırılması
String YazSDdeger = "";
YazSDdeger=tarih_saat() + '_' + Al_Veri;
File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
dataFile.println(YazSDdeger);
dataFile.close();

// Alınan verinin sunucuya gönderilmesi
client.print("GET /veri/sensordatakayit.php?data=");
client.print(Al_Veri);
client.println(" HTTP/1.0");
client.println();
client.println("Connection: close");
client.stop();
}
delay(5);
}
```

Şekil 5.21: Sensörlerdeki verilerin alınması ve sunucuya gönderilmesi.

5.2.2 Sensör Düğüm Yazılımları

Şekil 5.22’de görülen sensör düğüm Arduino UNO R3, Wireless Proto Shield, Xbee S1 RF haberleşme modülü ile bu sensör düğümde kullanılan sıcaklık, nem (DHT22) ve LDR ışık sensöründen oluşmaktadır. Sensör düğümde kullanılan sensör çeşidine göre dijital ya da analog bağlantılar ve arduinoya yüklenen yazılım ve kullanılan kütüphaneler değişmektedir.



Şekil 5.22: LDR, ısı/nem sensör düğümü.

Şekil 5.23’de görülen program ile sensör düğüme bağlı olan sıcaklık ve nem sensörü ile LDR sensöründen 5 dakikada da bir (300000 milisaniye) veri almaktadır. Programın ilk kısmında sensörler için kullanılması gereken kütüphaneler ile sensörlerin bağlı olduğu pin numaraları tanımlanmıştır. LDR sensörü için 0 numaralı analog pin, DHT22 sensörü için 2 numaralı dijital pin kullanılmaktadır.

DHT22 sensörü arduinonun 2 numaralı dijital pine bağlıdır, okunan değerler dht22.h kütüphanesinde tanımlı olan fonksiyonlar ile celsius sıcaklık ve nem oranı hesaplanarak s1 değişkenine nem, s2 değişkenine sıcaklık verisi atanmaktadır. LDR sensörü için analog pin 0 dan okunan 0-1023 arası verilerin ışık şiddeti ölçü birimi olan lux’e dönüştürülmesi için hesaplama yapılarak elde edilen değer s3 değişkenine atanmaktadır. Geri kalan s4 ve s5 değişkenlerine 0 (sıfır) değer verilerek veri paketi oluşturulur.

```

#include <SPI.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int photocellPin0 = 0;
int photocellReading0;
float Res0=10.0; // 10 KOhm

void setup(){
  dht.begin();
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  photocellReading0 = analogRead(photocellPin0);
  photocellReading0 =1024-photocellReading0;
  float Vout0=photocellReading0*0.0048828125;
  int isik=500/(Res0*((5-Vout0)/Vout0)); //ışık şiddeti

  float nem = dht.readHumidity(); // nem oku
  float sicaklik = dht.readTemperature();// sıcaklik oku

  float s1,s2,s3,s4,s5;
  s1=nem; s2=sicaklik; s3=isik; s4=0.0; s5=0.0;

  char VeriPaketi[50];
  sprintf(VeriPaketi,sizeof(VeriPaketi),
          "SD01_%.06f_%.06f_%.06f_%.06f_%.06f\n",
          s1, s2, s3, s4, s5);
  delay(300000);
}

```

Şekil 5.23: Sensör düğüm veri okuma ve paketleme yazılımı.

Her sensör düğümünde en fazla 5 adet sensör verisinin okunup paketleneyeceği planlandığından s1 ile s5 arasında tanımlanan değişkenlere, okunan sensör değerleri aktarılmakta 5 den az sensör verisi olan düğümlerde değişkenlere 0 (sıfır) değeri atanmaktadır. Her sensör düğümünde okunan değerlerin merkez düğüme gönderilmesi için standart bir veri paket formatı oluşturulmuştur. Bu veri paketinin formatı şöyledir;

“<Sensör Düğüm Numarası>_<Veri1>_<Veri2>_<Veri3>_<Veri4>_<Veri5>\n”

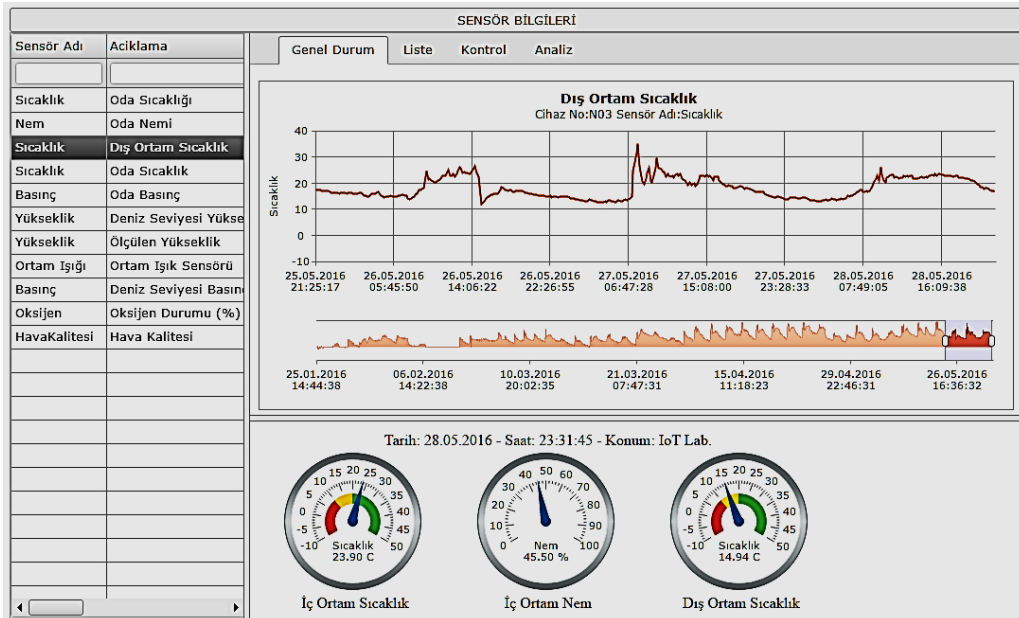
Veri paketinde ilk kısmı sensörün numarasıdır. Bu numaraya göre sunucu bilgisayarda veriler veri tabanına kayıt edilmekte ve ekranda listelenmektedir. Diğer kısımlar sırasıyla okunan sensör verileridir. En sonda paketin bittiğini işaret eden “\n” satır sonu işareti karakteri konulmaktadır. Bu satır sonu işareti merkez düğümün paketi almasında verinin sonlandığını anlamasında kullanılmaktadır. Bu veri paketi merkez düğüme ulaştığında aynen değişikliğe uğramadan sunucuya gönderilmekte ve sunucuda bulunan yazılım paketi ayrıştırarak veri tabanına kayıt etmektedir.

Veri tabanındaki başka tabloya her sensör düğümünün hangi sıradaki verilerinin hangi sensör verisine ait olduğu tanımlanmaktadır. Böylece istenilen sensör verilerinin veri tabanından filtrelenerek ve sorgulanarak alınması ve grafik görüntülerin oluşturulması sağlanmaktadır.

5.2.3 Sensör Verileri İçin Sunucudaki Yazılım

KAA sisteminde kullanılan her sensöre ait bilgiler (sensörün adı, açıklaması, hangi sensör düğümünde olduğu, sensör düğümünden alınan veri paketinde kaçınıcı sıradaki veri olduğu bilgileri) öncelikle “sensor_bilgileri” tablosuna kayıt edilmelidir. Tabloda yer alan bilgilere göre Şekil 5.24’de görülen ekran oluşturulmaktadır. Sensör listesinden yapılan seçime göre güncel ve geçmiş tarihli veriler kullanılarak grafik oluşturulur. Grafik üzerinde tarih aralığı değiştirilerek belirlenen tarihlerdeki sensör verilerinin durumu izlenebilmektedir.

Güncel tarih ve saate göre en son sensör den okunan iç ortam sıcaklık, iç ortam nem ve dış ortam sıcaklık değerleri diğer bir grafik ile görüntülenmekte mevcut durum hakkında bilgi alınmaktadır.



Şekil 5.24: Sensör listesi ve grafikleri.

6. SÜT TAKİP VE ANALİZ YAZILIMI

Süt Takip ve Analiz yazılımı, öncelikle proje kapsamında prototipi yapılmış olan temassız ESÖ cihazı için geliştirilmiş bir yazılımdır. Özellikle küçük ve orta ölçekli süt üretim çiftliklerinde kullanılması düşünülen yazılım ve geliştirilen sistem, ESÖ cihazı ve cihaza ilave edilecek sensörler ile her sağımda ve her inek için elde edilen süt miktarı, süt ısısı, süt iletkenliği ve sağım süresi verilerinin kablosuz veri aktarımı yöntemi ile internet üzerinden sunucuya gönderilmesini sağlamaktadır.

Geliştirilen yazılım, FreeBSD işletim sistemine sahip sunucu üzerinde çalışmaktadır. İstenirse Linux veya Windows tabanlı işletim sistemlerinde de çalıştırılabilir. FreeBSD işletim sistemi, Kaliforniya Üniversitesinde geliştirilmiş Unix türevi BSD temelli bir işletim sistemidir. Ağ güvenliği, çalışma performansı, uyumluluk ve güncelleme özellikleri güçlü olan bir işletim sistemidir. Bazı ticari işletim sistemlerinde bile bulunmayan özellikleri ile sunucu işletim sistemi yazılımı olarak kullanılmaktadır (Wikipedia, 2014).

Web Sunucusu olarak Apache kullanılmıştır. Apache web sunucusu, internette en yaygın olarak kullanılan web sunucusudur. Açık kaynak kodlu olup ücretsiz olarak kullanılabilir. Bunun yanında pek çok işletim sistemi ile uyumlu ve performanslı bir şekilde çalışır.

Geliştirilen yazılımda kullanılan programlama dilleri ve İnternet teknolojileri şunlardır; PHP programlama dili, HTML5, CSS3, JavaScript, JQuery, Ajax, JSON, JQWidgets SDK ve veri tabanı sunucusu MySQL.

Web Tabanlı olarak geliştirilen Süt Takip ve Analiz yazılımının çalıştırılması için herhangi bir internet tarayıcı programı kullanılabilir.(Google Chrome yada Mozilla Firefox tavsiye edilir.) İnternete bağlı tablet yada mobil telefon ve cihazlar üzerinden de programın çalıştırılması mümkündür.

Süt Takip ve Analiz yazılımı modüler bir yapıda tasarlanmış olup, her modül diğerlerinden bağımsız olarak çalışabilmektedir. Gerekğinde ihtiyaca göre

yeni modüller tasarlanıp programa kolayca entegre edilebilmektedir. Kullanıcı dostu olarak tasarlanan yazılım sade bir görünümde olup kullanıcı hatalarını en aza indirmek için gerekli kontrol ve kolaylıklara sahiptir. Açık kaynak kodlu olması nedeni ile işletme tarafından ihtiyaç duyuldukça yazılımın yenilenmesi, düzenlenmesi ve geliştirilmesi mümkündür.

Yazılım ücretsiz ve özgür yazılım kaynakları kullanılarak geliştirildiğinden lisans, güncelleme ve bakım masrafı da olmayıp işletmeye ek bir maliyet getirmemektedir.

6.1 Süt Takip Ve Analiz Yazılımına Giriş Ekranı



Şekil 6.1: Süt takip ve analiz yazılımı giriş ekranı.

Web tabanlı olarak geliştirilmiş olan yazılım herhangi bir işletim sistemi ile web tarayıcısı üzerinden çalıştırılabilmektedir. Sistemin kurulu olduğu internet adresine bağlanıldığında ilk karşılaşılan ekran Şekil-6.1'deki giriş ekranıdır. Bu ekranda önceden sisteme tanıtılmış kullanıcı adı, şifresi ve yetki seviyesi ile yazılıma girilmiş olur. Kullanıcı adına önceden tanımlanmış yetki seviyesi, kullanıcının hangi modülleri ve ekranları kullanıp kullanamayacağını belirlemektedir. Kullanma yetkisi olmadığı modülleri ekranda göremeyecektir.

6.2 Ana Sayfa - Modül Seçim Ekranı

Kullanıcı adı ve şifre doğrulandıktan sonra ana sayfaya ulaşılır. Bu ekranda kullanıcının yetki seviyesine bağlı olarak seçebileceği modüller (başlıklar) ve modül içerisindeki seçenekler ekranda görünür haldedir ve yetkisi olmadığı kısımları göremez. Bu ekran üzerinde programda kullanılan sabit değer ve tanımlamalar için “Tanımlamalar” başlığı, kayıtlı olan hayvanlara ait bilgileri görmek ve düzenlemek için “Genel Bilgiler” başlığı, programa ait modül tanımları, kullanıcı ve yetki tanımları için “Program Ayarları” başlığı, sağım esnasında süt ölçü cihazından alınan bilgileri izlemek ve takip etmek için ve ayrıca her ineğin süt verim bilgi ve grafiklerine ulaşmak için “Süt Takip” başlığı, sağım listesi ile hayvanlara ait genel bilgilere ait rapor ve yazıcı çıktıları almak için “Raporlar” başlığı, yazılımdan güvenli bir şekilde çıkış yapmak için “Çıkış” başlığı kullanılmaktadır.

6.3 Tanımlamalar Ekranı

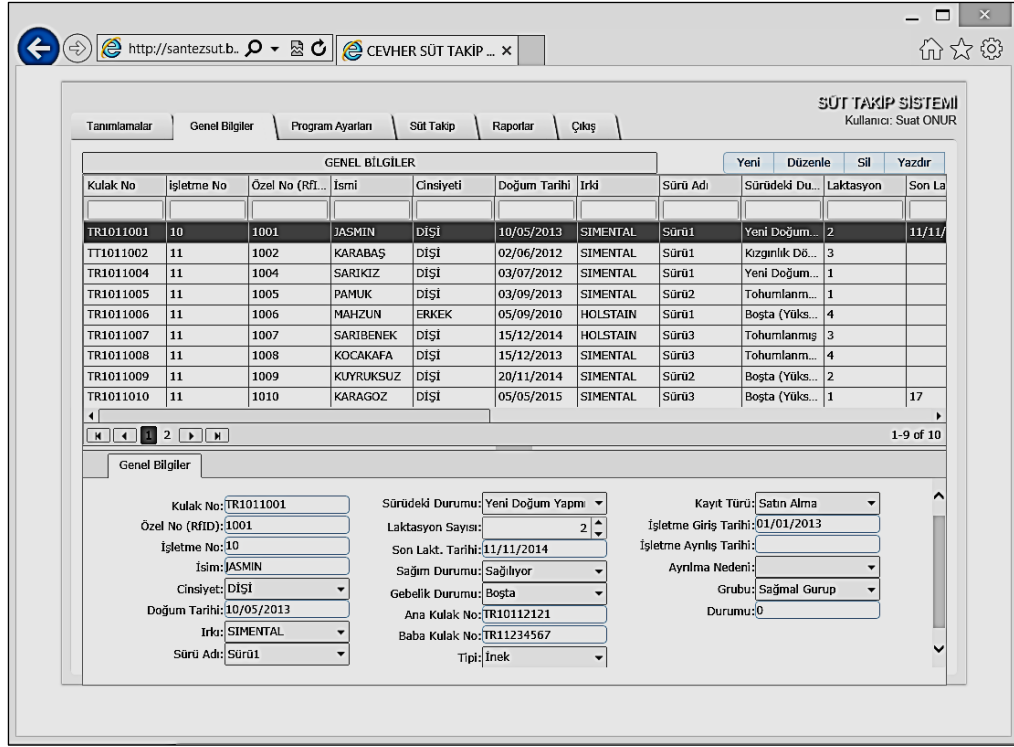
Tanımlamalar ekranı (Şekil 6.2) özellikle hayvanlara ait genel bilgilerin kayıt edilmesi ve düzenlenmesinde kullanıcı hatalarına engel olmak ve bilgi girişini kolaylaştırmak için önceden belirlenen bilgilerin kayıt edildiği bölümdür. Bu bölümde yeni bilgiler tanımlama, gerektiğinde düzenlenme ve silme işlemleri yapılabilmektedir. Soldaki listeden yapılan seçime göre ekran değişmekte önceden tanımlanmış bilgiler sağ bölümde görüntülenmektedir. Bu bölümde tanımlanan değerler; veteriner bilgileri, ırk ve tip tanımları, oluşturulan sürü ve grup tanımları, barınak isimleri vb. çiftliklerin durum ve ihtiyacına göre yeniden düzenlenebilmektedir.

ID	Tip Adı	Cinsiyet	Başlangıç Ay	Bitiş Ay	Sağım Durumu
1	Buzağı	D	0	6	YOK
2	Dana	D	7	12	YOK
3	Düve	D	13	24	YOK
4	İnek	D	25	500	VAR
5	Buzağı	E	0	6	YOK
6	Dana	E	7	12	YOK
7	Tosun	E	13	24	YOK
8	Boğa	E	25	500	YOK

Şekil 6.2: Tanımlamalar ekranı.

6.4 Genel Bilgiler Ekranı

Genel bilgiler ekranında çiftlikte bulunan hayvanlara ait tüm bilgiler listelenmektedir. Gerekğinde listenin belirlenen alanlara göre filtrelenebilir ve seçilen hayvana ait detaylı bilgiler görüntülenebilir. Hayvanlara ait bilgilerde değişiklikler olduğunda bu ekran üzerinden güncelleme yapılabilmektedir. Yeni kayıt yapılabilir ve çiftlikten ayrılan hayvanların listeden silinmesi sağlanabilmektedir. Hayvanlara tanımlanan Özel No yani RFID numarası ile sağım esnasında hangi numaralı hayvanın ne kadar süt verdiğinin kaydı tutulmaktadır. Çiftlikte bulunan tüm hayvanların bireysel bilgileri ve durumları bu ekran üzerinden izlenebilmektedir.



Şekil 6.3: Genel bilgiler ekranı.

6.5 Kullanıcı Tanım ve Yetki Ayarları Ekranı

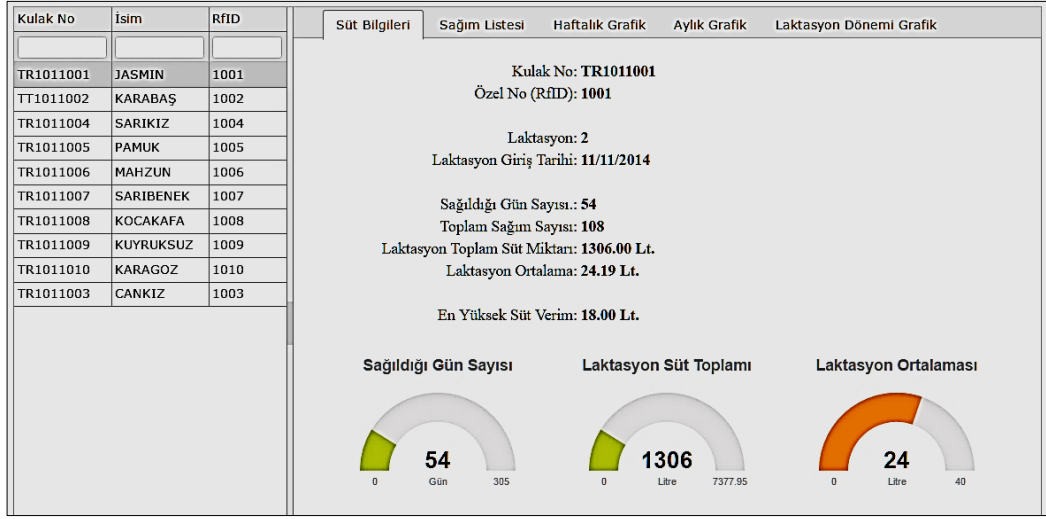
“Program Ayarları” modülünde bulunan seçenekler ile yazılıma ait özel ayarlamalar yapılabilmekte, yetki seviyeleri ve tanımlanan kullanıcıların hangi yetki seviyesinde oldukları belirlenmektedir. Bu ekran sistemi kullanan personelin hangi modülleri kullanabileceğini seçmek için önemlidir. Yanlışlıkla yapılan işlemler sistemde onarılması güç sıkıntılara yol açabileceğinden yetki seviyelerinin personele göre belirlenmesi oldukça önemlidir.

6.6 Süt Takip Modülü

Bu modül ile, her gün yapılan sağımların izlenmesi, günlük sağımların sayısı ve toplanan süt miktarlarının takip edilmesi mümkündür. Bununla birlikte hayvanların bireysel olarak süt verimlerini izlemeyi de sağlamaktadır. Bu bölümde Süt Verim ve Grafikleri, Mastitis Tahmini ve Sağımların Takip gibi alt bölümlere ulaşılır.

6.6.1 Süt Verim Liste ve Grafikleri

Süt verim liste ve grafikleri ekranında her bir inek için süt verim takibi ve analizleri yapılabilmektedir. Her inek için; sağıldığı gün sayısı, laktasyon dönemi boyunca alınan toplam süt miktarı ve günlük süt verim ortalaması hakkında bilgi edinilmektedir. En yüksek süt verim miktarı, laktasyon sayısı, laktasyon başlama tarihi, sağıldığı gün sayısı ve sağım sayısı gibi bilgileri de bu ekran üzerinde görüntülenmektedir.



Şekil 6.4: Süt verim özet bilgi ekranı.

6.6.1.1 Süt Sağım Listesi

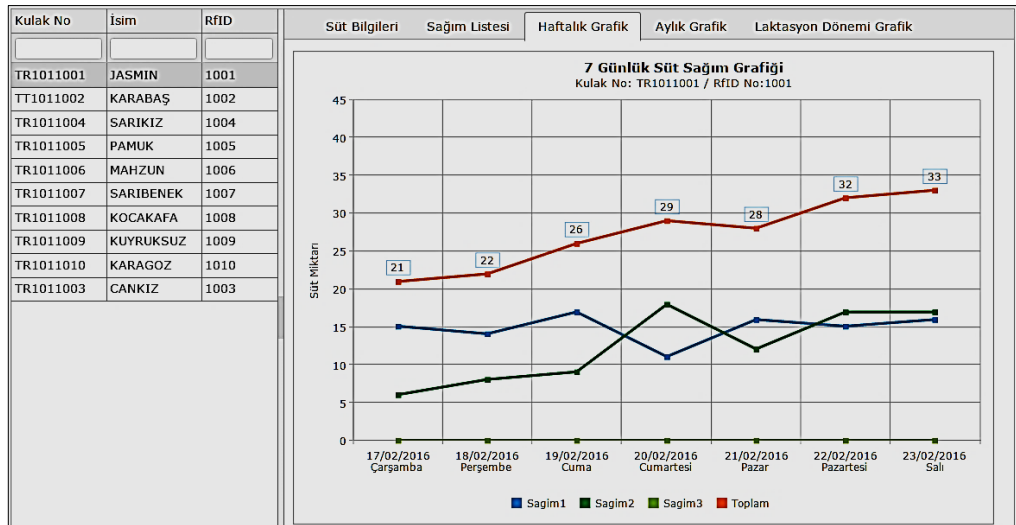
Şekil 6.5'de görüntülenen ekran üzerinde her inek için hangi tarihlerde ne kadar miktarda süt verdiği ve süt sağım esnasında ESÖ cihazı ile elde edilen, sağım süresi, süt ısı ve elektriksel iletkenliği bilgileri de listelenebilmektedir. Liste üzerinde filtreleme özellikleri kullanılarak hangi tarihlerde düşük miktarda süt alındığı belirlenebilmektedir. Belirlenen tarih aralığında en düşük süt verimi ile en yüksek süt verimini öğrenmek mümkündür.

Kulak No	İsim	RfİD	Süt Bilgileri	Sağım Listesi	Haftalık Grafik	Aylık Grafik	Laktasyon Dönemi Grafik	
TR1011001	JASMIN	1001	SAĞIM LİSTESİ					
TT1011002	KARABAŞ	1002	Kayıt No	Sağım Zamanı	Sağım Süresi	Süt Miktarı	Süt Isısı	Süt İletkenliği
TR1011004	SARIKIZ	1004	1	01/01/2016 7:30	7.50	11.00	0.00	3.76
TR1011005	PAMUK	1005	11	01/01/2016 7:30	7.80	6.00	0.00	4.28
TR1011006	MAHZUN	1006	21	02/01/2016 7:30	10.20	13.00	0.00	4.11
TR1011007	SARIBENEK	1007	31	02/01/2016 7:30	5.50	8.00	0.00	4.23
TR1011008	KOCAKAFA	1008	41	03/01/2016 7:30	6.20	6.00	0.00	4.43
TR1011009	KUYRUKSUZ	1009	51	03/01/2016 7:30	9.20	13.00	0.00	3.51
TR1011010	KARAGOZ	1010	61	04/01/2016 7:30	7.20	5.00	0.00	4.30
TR1011003	CANKIZ	1003	71	04/01/2016 7:30	6.50	13.00	0.00	4.02
			81	05/01/2016 7:30	5.50	16.00	0.00	5.13
			91	05/01/2016 7:30	9.00	18.00	0.00	4.28
			101	06/01/2016 7:30	3.80	15.00	0.00	3.81
			111	06/01/2016 7:30	9.00	18.00	0.00	4.28
			121	07/01/2016 7:30	7.20	5.00	0.00	4.63
			131	07/01/2016 7:30	6.70	17.00	0.00	4.09
			Adet:108		Max:14.40 Min:3.70	Toplam:1,306.00	Max:0.00 Min:0.00	Max:5.51 Min:3.33

Şekil 6.5: Süt sağım listesi ekranı.

6.6.1.2 7 Günlük (Haftalık) Süt Verim Grafiği

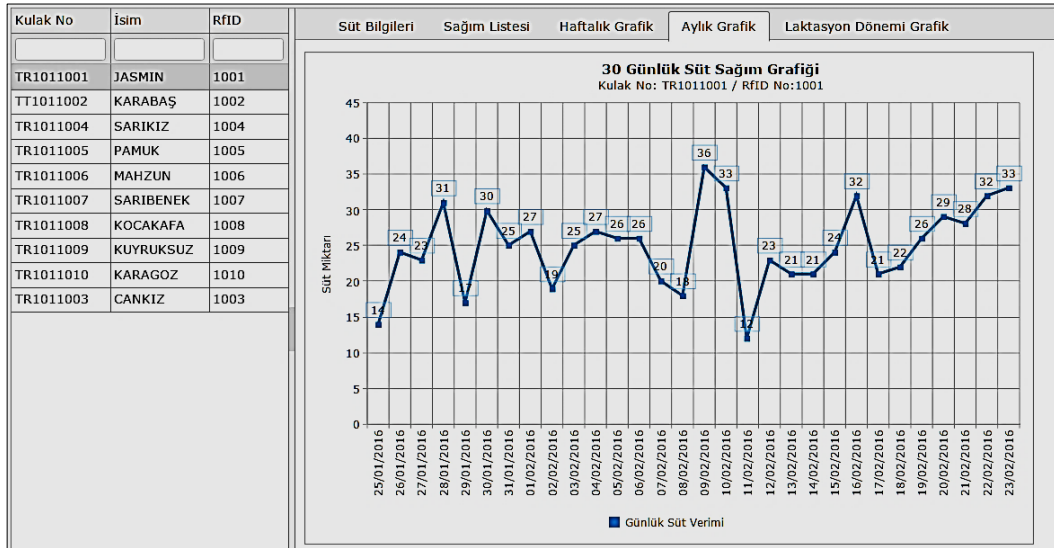
Şekil 6.6'da görüntülenen ekranda son 7 günlük süt verim grafiği ile süt miktarlarındaki artış ve azalmaların takip edilmesi sağlanmaktadır. Her gün için en fazla üç sağım kayıtları grafikte gösterilmekte ve her sağımın süt miktarları toplanarak günlük miktar belirlenmektedir. Gün içerisinde yapılan her sağımda ne kadar miktarda süt alındığı ve toplam süt miktarının ne kadar olduğu grafik üzerinden izlenmesi mümkündür.



Şekil 6.6: 7 Günlük süt sağım grafiği ekranı.

6.6.1.3 30 Günlük (Aylık) Süt Verim Grafiği

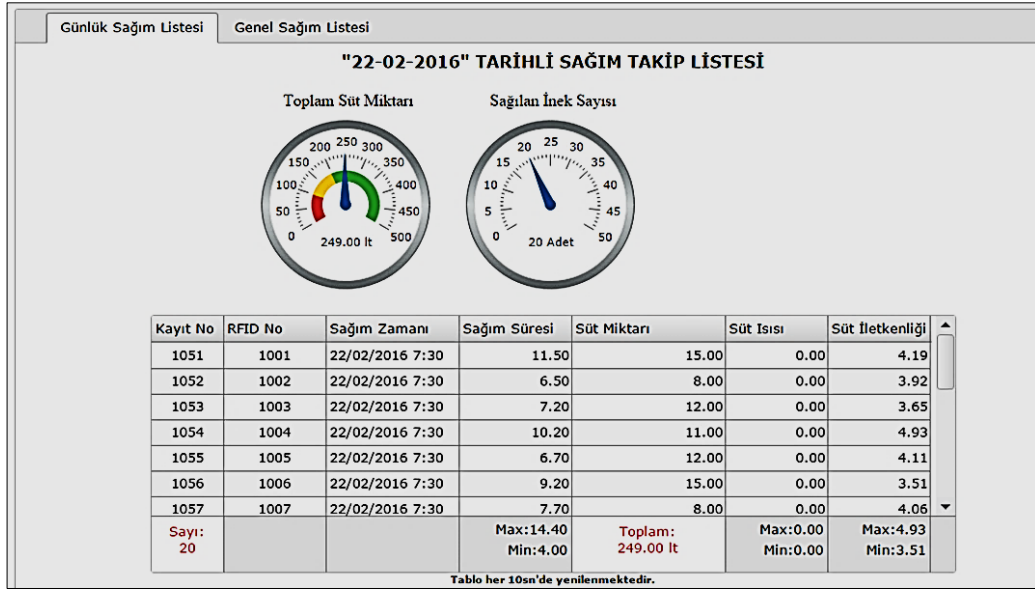
Şekil 6.7’de görüntülenen ekranda son 30 günlük süt verim grafiği ile süt miktarlarındaki artış ve azalmaların takip edilmesi sağlanmaktadır. Her gün için en fazla üç sağım kaydındaki miktarlar toplanarak günlük miktar belirlenmektedir. Son 30 gün boyunca süt miktarındaki artış veya azalmaların takip edilmesini sağlayan bu grafik ile olağan dışı verim düşüşleri izlenebilmekte ve gerektiğinde verim düşüş sebebi araştırılması için uyarı olarak kabul edilerek gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak açısından önemli olmaktadır. Diğer bir grafik de laktasyon başlangıç tarihinden itibaren günlük toplam süt miktarını gösteren grafikdir. Bu grafik ile de süt verimindeki değişiklerin belirlenmesi sağlanmaktadır.



Şekil 6.7: 30 günlük süt sağım grafik ekranı.

6.6.2 Sağım İzleme Ekranı

Sağım izleme ekranı, sağım başladığı andan itibaren her sağılan ineğin ESÖ cihazından elde edilen bilgilerinin listesini göstermektedir. Liste her 10sn’de bir yenilenerek veri tabanına kayıt edilmiş ölçüm verilerini ekranda görüntülemekte böylece sağımı bitmiş olan ineklerin bilgilerini ve kaç ineğin sağıldığını, toplamda kaç ineğin sağılması gerektiği ne kadar süt toplandığını izleme imkânı vermektedir.



Şekil 6.8: Anlık sağım takip ekranı.

Aynı zamanda bu listede hangi hayvanın en yüksek miktarda süt verdiği hangisinin de en düşük süt alındığı görülebilmekte bu bilgilere göre işletmecinin hayvanların verdikleri süt miktarlarındaki sapmaları değerlendirmesi sağlanmaktadır.

Genel sağım listesi ile daha önceki sağım bilgilerini de görüntülemek mümkündür. İstendiğinde liste başında yer alan filtreleme ölçütleri kullanılarak belirlenen tarih aralıklarındaki sağım bilgileri, seçilen ineğin önceki sağım kayıtları, en yüksek veya düşük süt verimi olan sağımları görüntülemek ve bunları analiz etmek mümkün olmaktadır.

Listede sağımı yapılan her ineğin, kimlik tanımlama (RFID) numarası, sağım zamanı, süt miktarı, sütün ısısı, Eİ değeri, sağım süresi bilgileri yer almaktadır.

Listelenen bu veriler kontrol edilerek ineklerin durumları değerlendirilebilir. Yapılan bazı çalışmalar, süt miktarı, ısısı ve Eİ değeri ile mastitis hastalığı arasında pozitif ilişkilerin varlığını ortaya koymaktadır.

Yapılan çalışmada sağım esnasında ölçülen verilerin izlenmesi ve grafiklerinin çizilerek verilerdeki değişimlerin ve sapmaların daha kolay anlaşılması sağlanmıştır. Özellikle Eİ'liği verilerinin gözlemlenmesiyle mastitis

hastalığının saptanması kolaylaşacak, önceden gerekli tedbirlerin alınması ile hastalığın önüne geçilebilecektir.

6.6.3 Mastitis Hastalık Tahmini

Süt takip modülü içerisinde bulunan bu ekran üzerinden araştırma amaçlı olarak veri madenciliği teknikleri ile süt sağım verilerindeki anormalliklerin tespit edilmesi ve analiz edilmesi sağlanmaktadır. Deneme ve test amaçlı olarak önceden yüklenmiş veriler ile sağım verileri analiz edilerek riskli verilerin tespit edilmesi sağlanmış böylece bir hastalık uyarı ve risk bildirim yapılmıştır. Gerçek ölçüm verileri olmadığı için henüz deneysel bir çalışmadır. Bölüm 7’de yapılan çalışmanın detayları anlatılmıştır.

6.7 Rapor Ekranları

Rapor ekranları ile veri tabanında kayıt altında tutulmakta olan ineklerin tüm bilgileri ile birlikte sağım bilgileri yazıcıdan kâğıt üzerine aktarılmaktadır. Bunun yanında excel programında kullanılabilecek bir dosyanın oluşturulması da sağlanarak excel üzerinden çeşitli analiz ve ayrıntılı raporlamaların yapılması mümkün olmaktadır. Liste üzerinde her alan ile ilgili filtrelemeler yaparak listelerin özelleştirilmesinin yanında hangi alanların listede görüntülenip görüntülenmeyeceğini de seçmek mümkündür.

7. SUBKILINIK MASTİTİSİN TAHMİNİ İÇİN UYGULAMA YAZILIMI

7.1 Süt Sığırlarında Mastitis ve Önemi

Süt sığır işletmelerinin karşılaştığı sorunların en başında mastitis hastalığı gelmektedir (Atasever ve Erdem, 2008). Süt sığırlarında memedeki bakterilerin etkisi ile oluşan mastitis hastalığı süt verimini azaltarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Osteras vd., 1999)(Wilson vd., 2004). Mastitis'e neden olan faktörler çeşitlilik göstermekle birlikte çoğunlukla çevre ve ineğe ait olumsuzluklar etkisiyle oluşmaktadır. Fiziksel nedenlerle yaralanma, kimyasal maddeler nedeni ile oluşan tahrişler ve çeşitli mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyonlar sonucu ortaya çıkmaktadır (Kesenkaş, 2008). Akut veya subklinik mastitis olarak tanımlanan iki tipi vardır. Akut mastitis memedeki durumu ile kolayca gözle fark edilebilir ancak tedavi için kullanılan ilaçların süre karışması nedeni ile süt kaybı, hayvanın yem tüketiminde azalma, dolaşım ve metabolizmasında bozulmalar meydana gelmektedir. Subklinik mastitis ise klinik olarak fark edilmez. Uzun süre enfeksiyonun devam etmesi mem ve bağ dokusunda geri dönülmez hasara neden olur ve durum süt veriminin düşmesine neden olmaktadır (Memmedova, 2012). Meme sağlığı sürekli kontrol altında tutulmayan işletmelerde ineklerin %50'si subklinik mastitis hastalığı bulunmaktadır. Mastitisin sebep olduğu ekonomik kayıpların %20-30'u klinik mastitisten, %70-80'i subklinik mastitisten kaynaklanmaktadır (Tekeli, 2005).

Subklinik mastitisin tespiti amacıyla, bakteri sayısı, SHS, çeşitli biyokimyasal yöntemler ile birlikte çoğunlukla CMT gibi testler yapılmaktadır. Sağımın bilgisayarlı sürü yönetim sistemleri ile yapıldığı bazı işletmeler sağım esnasında sütün Eİ değerini ölçmekte ve aşırı sapma gösteren ineklerin mastitis olabileceği bildirilmektedir. Ancak bu değerlendirmenin çoğu zaman yanlış olduğu sadece Eİ değerine bakılarak mastitisi teşhis etmenin çok da doğru olmadığı görülmektedir (Atasever ve Erdem, 2008). SHS belirlenmesi yöntemi mastitisin tespitinde önemli olmasına rağmen sütün laboratuvarında analiz edilmesi

gerektiği için hayvan sayısı çok olan işletmeler için fazladan işgücü gerektirmekte ve ilave masraf oluşturmaktadır (Memmedova, 2012).

Bu nedenle yapılan çalışmada bilgisayar ortamında subklinik mastitisin tespitinde faydalı olabilecek makine öğrenmesi yöntemleri ile süt verimi ve hastalıkla ilgili olan bazı bilgiler giriş ve eğitim amaçlı kullanılarak sonradan gelen verilerin değerlendirilmesi ve sınıflandırmanın yapılması sağlanmakta olası hastalık belirtileri için bir farkındalık oluşturulmaktadır.

Nazire Memmedova'nın 2012 yılında "*Süt Sığırlarında Mastitisin Bazı Yapay Zeka Yöntemleri Kullanılarak Erken Dönemde Tespiti*" isimli doktora tezinde (Memmedova, 2012), yapmış olduğu çalışmalar sonucunda özellikle hayvan sayısı çok olan işletmelerin sürü yönetim programlarına ekleyecekleri SVM algoritması ile sağımdan elde edilen verileri (süt miktarı, sağım süresi ve Eİ değeri) ve programdan alacakları verileri (laktasyon sırası ve mevsim) kullanarak subklinik mastitis hastalığının tespit edilebileceğini hastalık ilerlemeden bir uyarı sisteminin oluşturulabileceğini ifade etmektedir. Nazire Memmedova'nın bu tavsiyesinden yola çıkarak hazırlanan Süt Takip ve Analiz yazılımına SVM algoritması ile hazırlanan C++ tabanlı açık kaynak kodlu HR-SVM isimli yazılım kullanarak her sağımda subklinik mastitis hastalık tahmini yapan bir bölüm eklenmiştir.

7.2 Destek Vektör Makinaları (SVM)

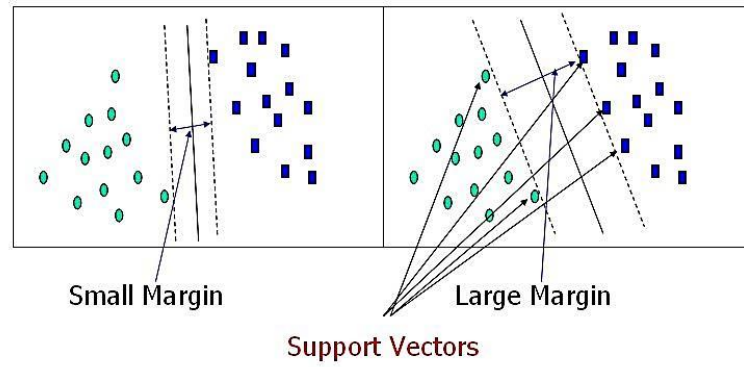
Sınıflandırma problemlerinin çözümünde kullanılan basit ve etkili bir yöntemdir. İstatistiksel öğrenme algoritmalarından bir olan SVM Vladimir Vapnik ve Alexey Chervonenkis tarafından 1960-1970 yıllar arasında geliştirilmiştir. 1990 yıllardan sonra başarılı uygulamalar ile matematikçi ve Yapay Zeka araştırmacılarının ilgi odağı haline gelmiştir.

Bu yöntemde, bir düzlemde bulunan örneklerin sınıflandırılması için örnekler arasına bir sınır çizilir. Sınırın çizileceği yer iki grubun elemanlarına en uzak noktada olması gerekir. İki gruba yakın ve birbirine paralel iki çizgi çizilerek bu çizgilerin birbirine yaklaştırılması ile sınır çizgisi oluşturulur. Bu sınır çizgisini

tanımlayacak en uygun fonksiyonun tahmin edilmesi SVM yönteminin esasını oluşturmaktadır.

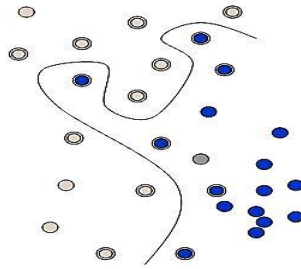
SVM yüksek performansı ve basit yapıda olması nedeni ile oldukça kullanışlıdır. Kullanılan örnek sayısı önemli olmadığı gibi, eğitimde görülmeyen verileri de sorunsuz olarak sınıflandırabilmektedir (Kecman, 2001).

Sınıflandırılacak örnekler bazen doğrusal olarak ayrılabilir. Ancak mümkün olan çizgilerin sayısı sınırsız olabilir. Hangi çizginin iyi olduğunu ve optimal çizginin nasıl bulunacağı önemlidir. Şekil 7.1’de paralel noktalı çizgilerin genişliğini zorlayan vektörler destek vektörleridir.



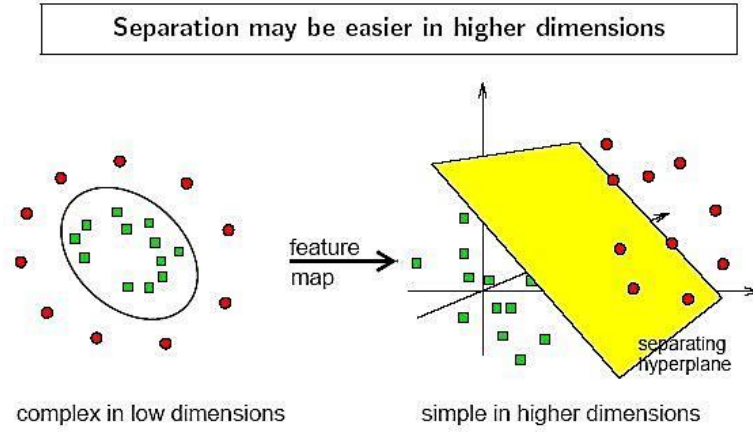
Şekil 7.1: SVM destek vektörlerinin gösterimi.

Sınıflandırılacak örnekler doğrusal olarak sınıflandırılmayacak bir dağılıma sahip olabilir. Bu durumda Şekil 7.2’deki gibi doğrusal olmayan bir çizgi oluşturulabilir.



Şekil 7.2: Doğrusal olmayan sınıflandırma.

Ancak SVM’yi Şekil 7.3’deki gibi çekirdek fonksiyonu ile başka bir uzaya taşıyarak sınıflandırma yapmak da mümkündür (“SVM - Support Vector Machines”, 2014)(Karakoyun ve Hacibeyoğlu, 2014).



Şekil 7.3: Çekirdek fonksiyunun üst boyuta taşınması.

SVM’de kullanılan çekirdek fonksiyonları

SVM metodunda çekirdek fonksiyonlarının farklı seçilmesi ile farklı sınıflama performansları elde edilebilmektedir. Bu çalışmada SVM’nin doğrusal, polinomial, sigmoid ve radyal tabanlı çekirdek fonksiyonları ile veriler değerlendirilmiş ve hangi çekirdek fonksiyonun daha iyi sonuç verdiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Şekil 7.4’de kullanılan çekirdek fonksiyonlarının matematiksel ifadeleri gösterilmektedir.

Çekirdek fonksiyonların isimleri	Çekirdek fonksiyonların matematiksel ifadeleri
Doğrusal fonksiyon	$K(x_i, x_j) = x_i^T x_j$
Polinomial fonksiyon	$K(x_i, x_j) = (1 + x_i^T x_j)^d$
Sigmoid fonksiyon	$K(x_i, x_j) = \tanh(kx_i^T x_j - \delta)$
Radyal tabanlı fonksiyon	$K(x_i, x_j) = \exp\left(-\frac{\ x_i - x_j\ ^2}{2\gamma^2}\right)$

Şekil 7.4: Çekirdek fonksiyonlarının matematiksel gösterimi.

7.3 WEKA Programı

WEKA (The Waikato Environment for Knowledge Analysis) makine öğrenimi amacıyla Waikato üniversitesinde geliştirilmiş bir yazılımdır. Java dilinde geliştirilmiş olan program ve kütüphaneleri java desteği olan pek çok işletim sistemi ve yazılım ile birlikte kullanılabilmesi ve içinde çok çeşitli makine öğrenmesi algoritma ve yöntemlerinin bulunması ile kullanımı yaygınlaşmıştır. Açık kaynak kodlu olan yazılım Genel Kamu Lisansı (GNU) ile dağıtılmaktadır (Witten, Frank ve Hall, 2011).

WEKA da sınıflandırma, kümeleme, regresyon, birliktelik kuralları ve nitelik seçimi gibi yöntem ve algoritmalar kullanılabilir. WEKA ya veri girişi ARFF formatında text türünde dosya ile sağlanır. WEKA ile öncelikle eğitim verileri ile öğrenme yöntemleri uygulanarak modeller oluşturulur daha sonra verilen örnek veriler ile tahminler oluşturulur. Farklı öğrenme algoritmaları kullanarak tahmin sonuçlarının karşılaştırılması sağlanabilmektedir (F. Aydın, 2011).

7.4 HR-SVM Programı

HR-SVM, "Hierarchical Multi-Label Classification System" Peerapon Vateekul ve ekip arkadaşları tarafından geliştirilen LibSVM ve HEMKit tabanlı C/C++ programlama dili yazılmış bir programdır. Windows, Linux/Unix ve Mac. İşletim sistemlerinde çalışabilmektedir. Hiyerarşik, çok etiketli ve çok sınıflı SVM (Support Vector Machine) algoritması ile yazılmıştır.

“sites.google.com/site/hrsvmproject/home” internet adresinden kaynak kodları indirilerek serbestçe kullanılabilir.

Çok etiketli ve çok sınıflı olarak kullanılabilen HR-SVM programı, yapılan çalışmada tek etiketli (Binary classification) özelliği ile kullanılmıştır.

Veri Setinin hazırlanması: LiBSVM formatına benzer şekilde Şekil 7.5’de görüldüğü gibi, her satırda önce sınıf belirlenir, sonra özellikler kısmı oluşturulur. Özellik kısmında, her özellik numarası ile değeri arasında “:” karakteri olacak şekilde aralarında birer boşluk bırakılarak veri hazırlanır.

```
<class> <feature>:<value> <feature>:<value> ...
```

Şekil 7.5: HR-SVM’nin veri seti formatı.

Parametrelerin Belirlenmesi: Şekil 7.6’da gösterildiği gibi, komut satırı üzerinden eğitim veri setinin değerlendirilmesi ve modelin oluşturulması için gerekli olan parametreler ile komut ve parametreleri yazılarak komut satırında çalıştırılmaktadır.

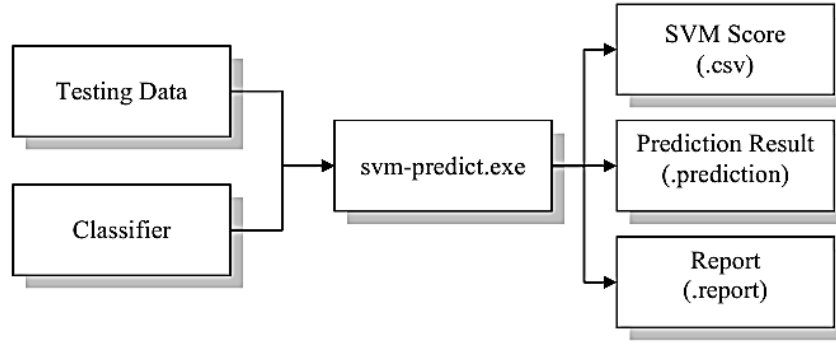
```
svm-train <options> <training data> <model output folder>
```

Şekil 7.6: Eğitim verisinden model oluşturma komutu.

Eğitim veri setine göre model hazırlandıktan sonra test veri setinin değerlendirilmesine geçilir. Şekil 7.8’de gösterilen blok diyagramda daha önceden eğitim verileri ile modeli oluşturulmuş olan sınıflandırmanın test verilerinden tahmin yapılmasını ve oluşturulan çıktıları belirtmektedir (Peerapon Vateekul ve Sarinapakorn, 2013; Vateekul, 2012)

```
svm-predict <testing data> <classifier> <prediction output>
```

Şekil 7.7: Model’e göre test verilerini sınıflandırma komutu.



Şekil 7.8: Test veri setini sınıflandırma.

7.5 Süt Sağım Verileri ile Yapılan Sınıflandırma

Hazırlanan programın test edilmesi için ihtiyaç duyulan veriler Nazire Memmedova'nın **izni** ile “*Süt sığırlarında mastitisin bazı yapay zeka yöntemleri kullanılarak erken dönemde tespiti*” (Memmedova, 2012) isimli doktora tezinden alınmıştır. Memmedova, tezindeki çalışmada, 15 aylık süre içerisinde ayda bir alınan süt örnekleri ile laboratuvar analizi yapılarak SHS tespit etmiş ve toplam 346 veri içerisinde 61 tanesi subklinik mastitisli olduğunu belirlemiştir. Subklinik mastitis olarak belirlenen kayıtların toplam veriye göre az olması kullanılan yapay zeka yöntemleri için hastalık tahminini zorlaştıran bir husustur.

Memmedova mastitis tespiti için MATLAB'da hazırladığı programlarla ve yapay zeka yöntemlerinden Bulanık Mantık (BM), Yapay Sinir Ağları (YSA), ANFIS ve Destek Vektör Makinaları (SVM) gibi yöntemler kullanmış, subklinik mastitisin tahmini için en uygun yöntemin hassaslık (%89) ve belirliliğin (%92) yüksek, hatanın (%50) ise düşük olduğu SVM yöntemi olduğunu belirlemiştir. Çalışmasında toplam 346 veri üzerinden 5 veri setini farklı sıralama uygulayarak belirlemiş ve her veri setinin %60, %70, %75 ve %90'ı eğitim verisi geri kalan kısımlarını ise test verisi olarak tahmin etmede kullanmıştır.

Küçük ve orta ölçekli işletmelerde hayvan sayısının 50'den az olduğunu düşündüğümüzde her gün yapılan sağımdan elde edilen veri miktarı da az sayıda olacaktır. Bu nedenle, yapılan çalışmada kullanılan toplam 346 kayıtların %90'ını (311 adet) eğitim verisi kabul edilip, geri kalanı (35 adet) test verisi olarak belirlenmiştir. Sınıflandırmanın başarısını test etmek için 346 verinin sıralaması

rastgele olarak değiştirilmiş ve bylyce 5 farklı sıralamalı veri seti elde edilmiştir. Her veri seti WEKA LibSVM sınıflandırma yöntemi ile farklı çekirdek fonksiyonlarıyla test edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan başarı yüzdeleri belirlenerek Tablo 7.1’de gösterilmiştir.

Tablo 7.1: WEKA LibSVM ile sınıflandırma.

WEKA LibSVM Kernel Fonksiyonu	Veri Seti 1 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 2 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 3 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 4 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 5 Başarı Yüzdesi (%)	ORTALAMA
<i>Lineer</i>	89	89	91	80	86	87
<i>Polynomial</i>	91	77	86	74	80	82
<i>Rbf</i>	80	89	86	74	86	83
<i>Sigmoid</i>	80	86	89	74	83	82

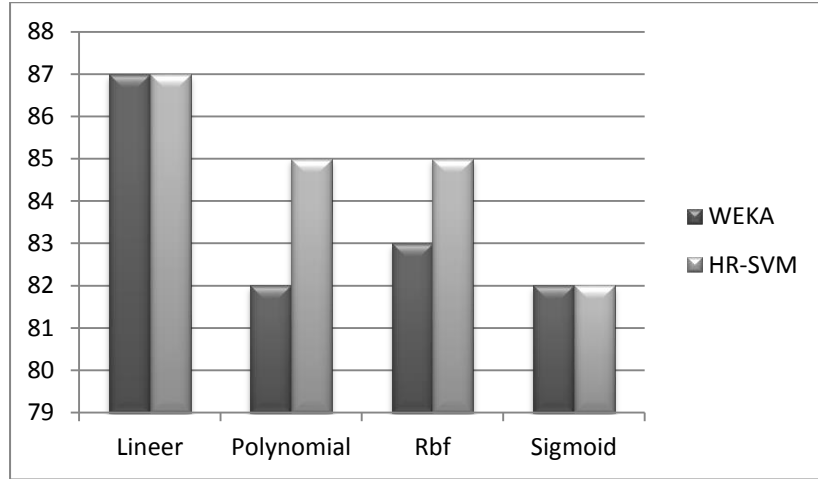
Aynı veri setleri HR-SVM yazılımı ile de test edilerek başarı yüzdeleri Tablo 7.2’de gösterilmiştir.

Tablo 7.2: HR-SVM ile yapılan sınıflandırma.

HR-SVM Kernel Fonksiyonu	Veri Seti 1 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 2 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 3 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 4 Başarı Yüzdesi (%)	Veri Seti 5 Başarı Yüzdesi (%)	ORTALAMA
<i>Lineer</i>	89	89	91	80	86	87
<i>Polynomial</i>	89	89	89	69	89	85
<i>Rbf</i>	80	89	86	83	86	85
<i>Sigmoid</i>	80	86	89	74	83	82

Tablo 7.1 ve Tablo 7.2 ‘den görüldüğü gibi ortalama değerlere göre en başarılı sonuç veren çekirdek fonksiyonu Lineer fonksiyondur. Sıralaması değiştirilmiş olan bu 5 ayrı veri setleri ile yapılan test sonuçlarından elde edilen verilerin ortalamaları hesaplanarak, başarı yüzdesi (accuracy) %87, kesinlik (precision) %86, hassasiyet (recall) %86 ve hata oranı (RMSE) %35 olarak belirlenmiştir.

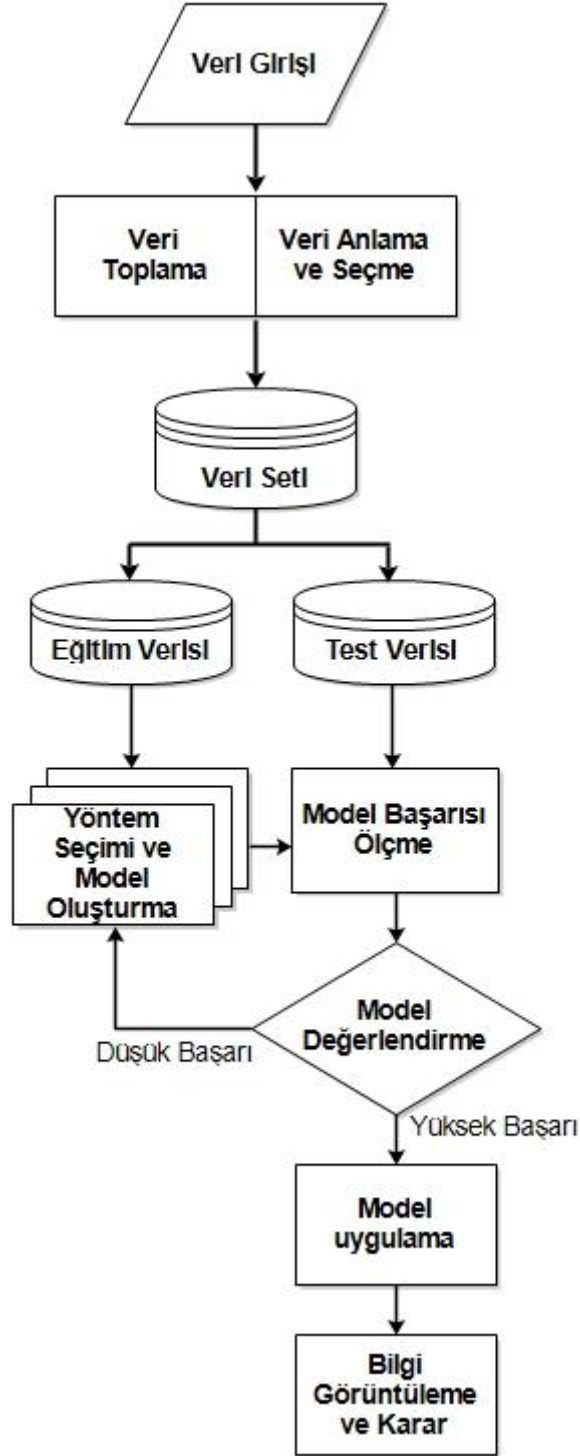
Yapılan testlere ve elde edilen sonuçlara göre her iki tablodaki değerler incelendiğinde Şekil 7.9’da görüldüğü üzere WEKA LibSVM yöntemi ile HR-SVM yazılımının da birbirine yakın sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Dolayısı ile HR-SVM yazılımı geliştirilen Süt Takip ve Analiz yazılımı içerisine gömülerek, mastitis hastalık tahmini amacıyla kullanılabilceği görülmüştür.



Şekil 7.9: WEKA ile HR-SVM karşılaştırması.

7.6 Süt Takip Ve Analiz Yazılımında Mastitis Tahmini

Hazırlanan Süt Takip yazılımı içerisine Mastitis hastalığının SVM yöntemi ile tahmin edilmesini sağlayacak bir bölüm eklenmiştir. Şekil 7.9’da verilen Sınıflandırma yöntemi süreç modeline göre hazırlanan yazılım içerisinde SVM sınıflandırma yöntemi ve LibSVM algoritması ile hazırlanmış olan HR-SVM yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 7.10: Sınıflandırma yöntemi süreç modeli (Peker ve Kirbaş, 2016).

Veri tabanında kayıtlı olan süt sağım bilgileri analiz edilmek istendiğinde, önce veriler “testVeri” isimli tabloya, eğitim için kullanılacak olan veriler de “eğitimVeri” isimli tabloya alınmaktadır. Tablolarda bulunan veriler HR-SVM yazılımı tarafından kullanılabilmesi için programa uygun biçimde text dosya

içerisine yazılarak, eğitim.txt ve test.txt dosyaları oluşturulmaktadır. HR-SVM komut satırında çalışan bir program olduğu için PHP programı içerisinde Şekil 7.10'da gösterilen komutların çalıştırılması sağlanmaktadır. Oluşan tahmin text dosyasındaki veriler PHP programı ile okunarak hastalık tahmini yapılan kayıtlar belirlenmekte ve liste oluşturularak ekranda uyarı mesajları görüntülenmektedir.

```
<?php
// eğitim verileri ile model oluşturulması
exec('./svm-train -k binary -t 0 -c 1 -g 0.0 "analiz/egitim.txt" "analiz/model");
// oluşturulan model kullanılarak test verilerinin sınıflandırılması
exec('./svm-predict "analiz/test.txt" "analiz/model" "analiz/tahmin");
?>
```

Şekil 7.11: Yazılımda HR-SVM ile sınıflandırmanın uygulanması.

Günlük sağım verileri toplandıktan sonra programda süt takip ve mastitis tahmini bölümünden istenilen sağım tarihi seçilerek bilgiler listelenir. Analiz ve sınıflandırma işlemi başlatılarak kısa bir süre içerisinde, yapılan sınıflandırma ve tahmin bilgileri ekranda Şekil 7.11'deki gibi listelenir.

SÜT TAKİP SİSTEMİ							Kullanıcı: Suat ONUR
Tanımlamalar	Genel Bilgiler	Program Ayarları	Süt Takip	Raporlar	Çıkış		
Tanım / RFID	Laktasyon Sayısı	Günlük Süt Miktarı	İletkenlik	Sağım Süresi	Kontrol Mevsimi	Mastitis Tahmini	
1001	1	23.00	4.00	5.70	1	Sağlıklı	
1002	1	23.00	3.79	6.50	1	Sağlıklı	
1003	1	20.00	4.11	14.00	1	Mastitis Riski	
1004	1	10.00	4.02	8.40	1	Mastitis Riski	
1005	1	24.00	4.15	8.30	1	Sağlıklı	
1006	1	22.00	4.21	7.85	1	Sağlıklı	
1007	1	27.00	5.04	7.60	1	Sağlıklı	
1008	1	32.00	3.93	5.85	1	Sağlıklı	
1009	1	25.00	4.02	9.60	1	Sağlıklı	
1010	1	22.00	4.41	7.85	1	Sağlıklı	

Şekil 7.12: Yazılımda sınıflandırma ve tahmin sonuçları.

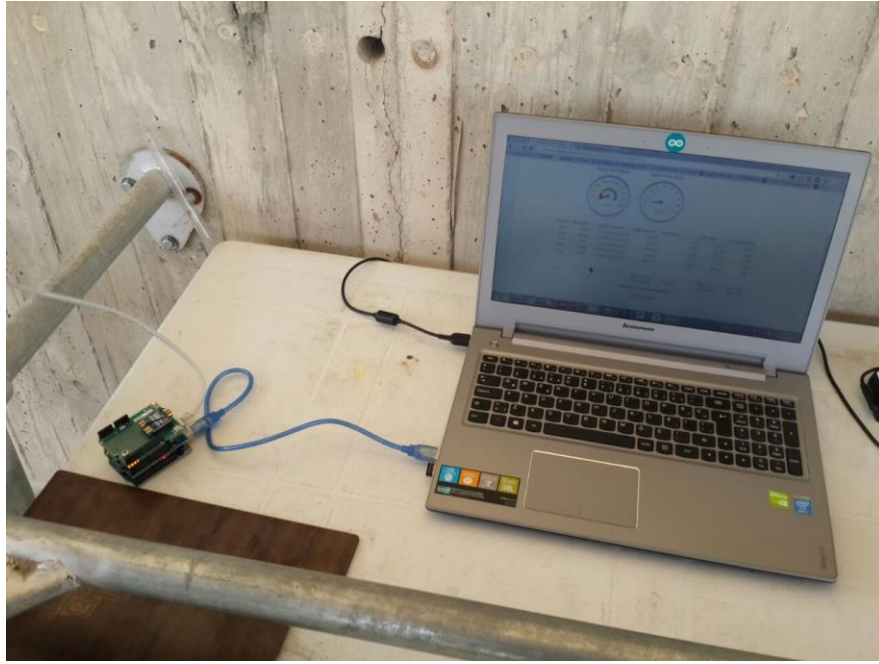
Şekil 7.10'daki program ekranında "Mastitis Riski" uyarı mesajıyla görüntülenen satırdaki bilgiler kullanılarak ilgili hayvanın sağlık kontrolünden geçirilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması sağlanmış olur. Özellikle hayvan sayısı çok olan işletmelerde, her hayvanın sürekli olarak hastalıklara karşı kontrol edilmesi mümkün değildir. Sağım sonrası yapılacak bilgisayar analizi ile hangi hayvanlarda hastalık belirtilerinin olduğu tespit edilerek, sadece o hayvanların

izlenmesi ve kontrol edilmesi, iş gücü ve zamandan tasarruf edilmesini sağlamakla birlikte olası hastalık risklerine karşı farkındalık oluşturacaktır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Süt sığırcılığı işletmelerinin en önemli amacı ürettiği sütün miktarını ve kalitesini artırmaktır. Bunu gerçekleştirebilmesi için de işletme içindeki tüm faaliyetlerini kontrol altında tutması, takip etmesi ve isabetli kararlar verebilmesi gerekir. Bu da düzenli ve sağlıklı kayıt tutması ile mümkün olabilir.

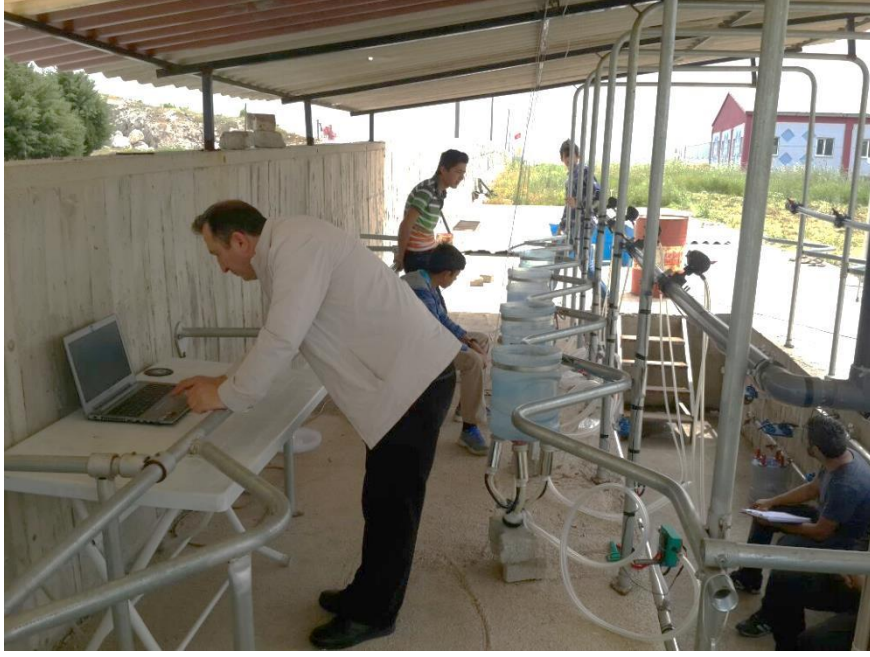
Bu çalışmada öncelikli olarak SANTEZ proje kapsamında diğer ekip arkadaşlarımız tarafından geliştirilmiş olan temassız ESÖ cihazı ile her hayvanın sağımında elde edilen verilerin uzaktaki sunucuya KAA ve internet bağlantısı ile gönderilmesi ve kayıt altına alınması sağlanmıştır. (Şekil 8.1)



Şekil 8.1: ESÖ cihaz verilerinin bilgisayara kayıt edilmesi.

Projeden sağlanan mali destekle firmada oluşturulan sağım odası Şekil 8.2'de görülmektedir. PLC kontrollü sağım ve temizlik sistemi ile sağımın simülasyonunu yapmak için yapay memelikler kullanılmıştır (Demirtaş, 2016). Sağım simülasyonunda 5 adet ESÖ cihazı ile RFID alıcı ve verici ile kimlik tanımlı yapılan cihazdan okunan süt miktarları ve sağım süresi bilgileri, KAA

sistemi ile internet üzerinden sunucu bilgisayara gönderilmiş ve sunucudaki geliştirilen Süt Takip ve Analiz yazılımı ile veri tabanına kayıt edilmiştir.

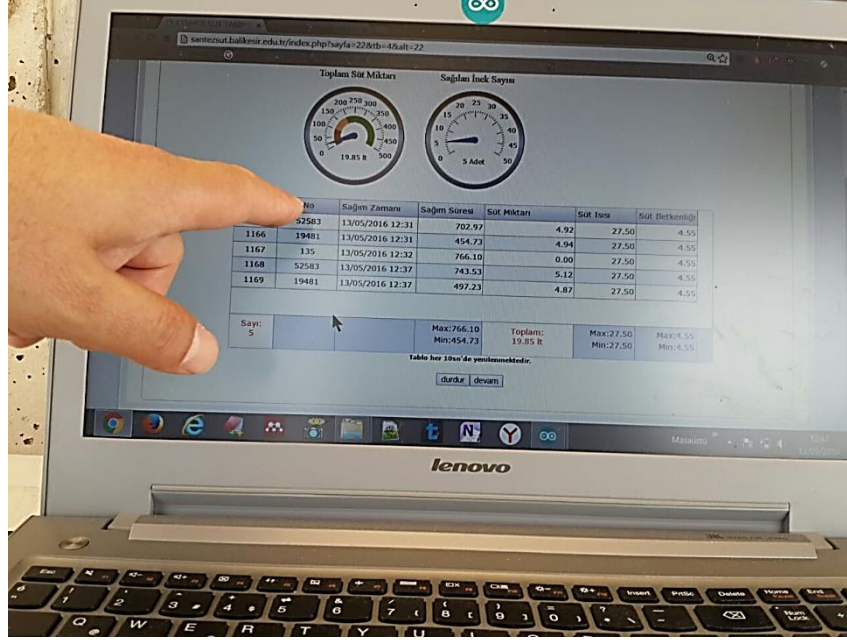


Şekil 8.2: Deneysel çalışmaların yapıldığı sağım istasyonu.

Tasarlanan KAA sistemi sadece ESÖ cihazından verileri almak için değildir. Aynı zamanda hayvanların buldukları ortama ait hava koşulları ile barınak içi hava koşulları çeşitli sensörler ile ölçülerek elde edilen verileri sunucuya aktarmak için de kullanılmaktadır. Böylece hayvanların refah ve sağlık durumlarını izlemek, olası sıcak yada soğuk stresine karşı elde edilen verileri analiz ederek önceden tedbir alınmasını sağlamak amaçlanmıştır. Bu nedenle yapılan çalışmada dış ortama ait sıcaklık, nem, ve hava basıncı değerleri sensörler ile her 5 dk'da bir ölçülerek KAA sistemi ile sunucuya aktarılmıştır. Aynı şekilde kapalı alanda ki hava koşulları için de sıcaklık, nem ve ışık miktarı ile birlikte oksijen, karbon monoksit ve metan gazı ölçüm verileri her 5 dk'da bir KAA sistemi ile sunucuya aktarılmıştır.

KAA sistemi ile internet üzerinden uzaktaki sunuya aktarılan, ESÖ cihazı, dış ortam ve barınak içi ölçüm verileri geliştirilen Süt Takip ve Analiz yazılımı ile izlenebilmektedir. Yazılım üzerinden sağım esnasında anlık sağım verileri ve toplam süt miktarları hesaplanarak listelenmekte (bkz. Şekil 6.8), böylece hangi

hayvanın sağıldığı, sağılan ve sağılmayan hayvanların sayısı, her hayvandan elde edilen süt miktarı ile toplam süt miktarı bilgileri Şekil 8.3'de görüldüğü gibi ekrandan anlık olarak izlenebilmektedir. Önceki sağım verileri ile her hayvanın süt verim bilgileri takip edilebilmekte, haftalık, aylık ve laktasyon süresi içerisindeki süt verim grafikleri (bkz. Şekil 6.4-7) ile süt miktarındaki düşüşler izlenebilmektedir. Bu grafik ve listeler istenilen bilgileri ile raporlanabilmektedir.



Şekil 8.3 : Sağım takip ekranı.

Yazılımda dış ortam ve barınak içi hava koşullarına ait sensör verilerinin önceki verilerle karşılaştırılması ve mevcut durumun gözlenmesi içinde ekran oluşturulmuştur (bkz. Şekil 5.24). Bu ekran üzerinden hava koşulları takip edilebilmektedir.

Özellikle yaz aylarında barınak içi hava kalitesinin, havadaki zararlı gaz seviyesinin, sıcaklık ve nem oranlarının takip edilmesi oldukça önemlidir. Sıcaklık stresi hayvanlarda çeşitli rahatsızlıklara sebep olmakla birlikte süt veriminde düşüş, döl tutmama, kızgınlık göstermeme gibi olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Yazılımda sağlanan ekranlar ile hava koşullarının birlikte takip edilmesi ile stres oluşmadan önce gerekli serinletme tedbirlerinin alınması sağlanabilecektir.

Aşırı soğuk havalarda hayvanların etkilenmemesi için barınaklar kapalı tutulmaktadır. Ancak bu durum da barınak için hava koşullarının takip edilmesi ve gerektiğinde havalandırmanın yapılması gerekir. Çeşitli zararlı (karbonmoksit, karbondioksit, metan, hidrojen sülfür vb.) gazlar ile özellikle amonyak gazının normalden fazla olması ineklerin solunum yollarında tahrişe sebep olmaktadır. Zararlı gazların fazlalığı, oksijenin azlığı ve nemi oranının artması hayvanlarda solunum yetmezliği oluşturmaktadır. Bu nedenle barınak içindeki zararlı gaz seviyesi yazılımdan takip edilerek gerektiğinde barınakların havalandırılması sağlanabilir.

Süt sığırcılık işletmelerinde karşılaşılan diğer önemli bir sorun da mastitis hastalığıdır. Mastitis hastalığının iki tipi olduğu bilinmektedir. Klinik mastitis gözle ve muayene edilerek belirlenebildiği halde subklinik mastitis çoğunlukla süttten alınacak numunelerin analiz edilmesi sonucu SHS, veya çeşitli mikroorganizmaların varlığı ya da Eİ değerlerine bakılarak belirlenebilmektedir. Süttten numune alınması ve laboratuvar analizlerinin yapılması zaman alıcı, ek işgücü ve maliyet oluşturan bir işlemdir. Mevcut sürü yönetim programlarının çoğu sağım esnasında Eİ ölçümü yaparak önceki ölçümlerle olan sapmalara göre subklinik mastitis hastalığını belirlemektedir. Ancak çoğu zaman yanlış alarm verdiğiinden sadece Eİ'ne göre teşhisde bulunmanın doğru olmadığı bildirilmektedir (Atasever ve Erdem, 2008).

Bu çalışmada N.Memmedova'nın yapay zeka yöntemleri le subklinik mastitis hastalığını belirleme üzerine yaptığı çalışmadan esinlenerek, geliştirmiş olduğumuz Süt Takip ve Analiz yazılımına, veri madenciliği sınıflandırma yöntemlerinden SVM yöntemini kullanan HR-SVM açık kaynak kodlu yazılımı modül olarak eklenmiştir.

Bu modül ile sağım esnasında elde edilecek olan her hayvana ait süt miktarı, süt ısı, süttün Eİ değeri, sağım süresi gibi bilgiler yanın önceden kayıt altına alınmış hayvanlara ait bazı bilgiler (laktasyon sayısı, mevsim gibi) kullanılarak SVM yöntemi ile sınıflandırma yapılması böylece subklinik mastitis olup olmadığının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Eklenen sınıflandırma modülünün sınıflandırma başarısını test etmek amacıyla ihtiyaç duyulan bilgiler (süt verimi, Eİ değeri, sağım süresi, mevsim ve laktasyon sayısı) N.Memmedova'nın izni ile doktora çalışmasından alınmıştır. Alınan toplam 346 verinin bir kısmından (%90) eğitim veri seti, diğer kısmından (%10) test veri seti oluşturularak modülün sınıflandırma başarısı ölçülmüştür. %10 test verisi kullanılmasının sebebi, her sağımda elde edilebilecek sağım verisi miktarının 20-50 adet olacağı tahmin edilmesinden dolayıdır.

C++ Programlama dili ile yazılmış HR-SVM yazılımının güvenilirliğini ölçmek için öncelikle aynı veri seti ve çekirdek fonksiyonları ile hem WEKA programı, hem de HR-SVM yazılımı kullanılarak testler yapılmış sonuçların Şekil 7.9'da görüldüğü gibi polinomial çekirdek fonksiyonu haricinde diğer fonksiyonlarda da aynı olduğu görülmüştür.

Beş farklı sıralamalı veri setinin %90'ı eğitim, %10'u test verisi olarak belirlenerek, SVM metodunun dört farklı çekirdek fonksiyonu ile yapılan testlerin sonucunda ortalamalar alınarak, başarı yüzdesi (accuracy) %87, kesinlik (precision) %86, hassasiyet (recall) %86 ve hata oranı (RMSE) %35 olarak belirlenmiştir.

Buna göre yapılan çalışmada, yazılıma eklenen sınıflandırma ve mastitis tahmin modülünün subklinik mastitis hastalığını belirlemede kullanılabilecek alternatif bir yöntem olduğu söylenebilir.

9. KAYNAKLAR

Akça, M. A. (2013). Kablosuz Algılayıcı Ağlar İle Mera Hayvancılığı Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Isparta.

Akman, N., Tuncel, E., Tüzemen, N., Kumlu, S., Özder, M. ve Ulutaş, Z. (2010). Türkiye Sığırcılık İşletmelerinin Yapısı Ve Geleceğin Sığırcılık İşletmeleri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi* , 651–665 .

Akman, N., Yener, S. M., Cedden, F. ve Şen, A. Ö. (2015). Türkiyede Büyükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinde Durum Değişimler Ve Anlayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, 77–104.

Akyıldız, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y. ve Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks*, 38 (4), 393–422. doi:10.1016/S1389-1286(01)00302-4

Alaşam, E. ve Şahal, M. (1997). Meme Hastalıkları In:Sığır Hastalıkları, Ankara: Medisan Yay.

Algantarım. (2015). Sürü Yönetim Sistemi. [online]. (12 Şubat 2016), www.algantarim.com.

Arduino ve Özellikleri. (2009). [online]. (25 Nisan 2016), <http://robotiksistem.com/>.

Arslan, O. (2009). Zigbee ile Bina İçi Güvenlik Otomasyon Sistemi. [online]. (10 Nisan 2016), http://www.emo.org.tr/ekler/b33e1bc2718ddfd_ek.pdf.

Artmann, R. (1999). Electronic identification systems: State of the art and their further development. *Computers and Electronics in Agriculture*, 24 (1-2), 5–26.

Atasever, S. ve Erdem, H. (2008). Süt Sığırlarında Mastitis İle Sütün Elektriksel İletkenliği Arasındaki İlişkiler. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 22 (2), 131–136.

Aydın, F. (2011). Kalp Ritm Bozukluğu Olan Hastaların Tedavi Süreçlerini Desteklemek Aramaçlı Makine Öğrenmesine Dayalı Bir Sistemin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.

Aydın, İ. ve Derinöz, B. (2013). Balıkesir Merkez İlçede Ticari Süt Hayvancılığın Çevresel Etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28), 117–138.

Aydın, U. (2013). Hangi XBee Modülü Almalıyım? [online]. (1 Ocak 2016), <http://ugur-aydin.blogspot.com.tr/2013/03/hangi-xbee-modulu-almalyim.html>.

Aydın, Y. (2016). Süt Sağım Üniteleri İçin Temassız Elektronik Süt Ölçer Tasarımı, Yüksek Lisans, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, (Baskıda).

Baştan, A., Kaymaz, M., Fındık, M. ve Erünel, N. (1997). İneklerde subklinik mastitislerin elektriksel iletkenlik, somatik hücre sayısı ve california mastitis testi ile saptanması. *Ankara Üniv. Vet Fak. Derg.*, (44), 1–6.

Bayhan, A. K. (1996). Erzurum Yöresi Besi Sığırcılığının Mekanizasyon Durumu, Sorunları ve Çözüm Yolları Üzerine bir Araştırma, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Ana Bilim Dalı, Erzurum.

Callaway, E., Gorday, P., Hester, L., Gutierrez, J. A., Naeve, M., Heile, B. ve Bahl, V. (2002). Home networking with IEEE 802.15.4: A developing standard for low-rate wireless personal area networks. *IEEE Communications Magazine*, 40 (8), 70–77. doi:10.1109/MCOM.2002.1024418

Chase, L. E. ve Soiffen, C. J. (1988). Feeding and Managing Dairy Cows During Hot Weather. *Tropical Animal Health Production*, (17), 209–215.

Çakır, S. (2013). PHP 5.4, İstanbul: Kodlab Yayınevi, 13-14.

Çavuşoğlu, A., Demirer, M. ve İstanbullu, A. (1996). Sera Otomasyonuna Esnek Bir Yaklaşım. *Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, TOK 1996*, 297–304, İstanbul.

Delebe, E. (2014). Projeler İle Arduino, İstanbul: Kodlab Yayınevi, 10-11.

Dellal, G., Öztürk, A. Kema., Aksakal, V., Haşimoğlu, S., Uzunçam, R., Pehlivan, E. ve Koşum, N. (2015). Türkiye’de Organik Hayvansal Üretim. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi* , 880–912 .

Demirtaş, M., Aydın, Y., Doğan, S., Istanbulu, A., Onur, S. ve Keloglu, C. (2016). Design Of Small-Size Milking Room And Control By Using Programmable Digital Controllers. *7th International Scientific Agriculture Symposium, AGROSYM 2016, 6-9 October 2016, Bosnia*, (Accepted)

Doğanay, H. (2011). Türkiye Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası, Ankara: Pegem Yay.

Ekesho, I., Oltenacu, P., Vilson, B. ve Nilsson, J. (1994). A disease monitoring system for dairy herds. *Veterinary Record*, 134 (11), 270–273. doi:10.1136/vr.134.11.270

Enevoldsen, C. ve Sørensen, J. T. (1994). Modelling the dynamics and economics of health in individual dairy herds: future tasks for the veterinarian in practice and in research. *Veterinary research*, 25 (2-3), 173–8.

Estrin, D., Heidemann, J., Kumar, S. ve Govindan, R. (1999). Next Century Challenges: Scalable Coordination in Sensor Networks. *ACM MobiCom ’99, USA*, 263–270.

Evcim, H. Ü., Tekin, A. B. ve Gülsoylu, E. (2015). Tarımsal mekanizasyon durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi* , 1080–1106 .

Faludi, R. (2011). Building Wireless Sensor Networks. *O’reilly*.

Geçer, H. S. (2013). Trafik Kaza Analizleri İçin Web Tabanlı Bir Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi: Sakarya İli Örneği, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2013, Sakarya.

Genç, A. (2014). Milkminer : a Dairy Farm Analysis and Learning System, MSc, Isik University, Graduate School Of Arts And Sciences, İstanbul.

Göncü, S. (2009). Sıcaklık Stresi Altındaki Süt Sığırlarının Serinletilmesi. *Hasad Dergisi*, 25 (48), 42–48.

Göncü, S., Koluman, N. ve Mevliyaoğulları, E. (2015). Entansif Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Kullanılan Sürü Yönetim Yazılımlarının Karşılaştırılması. 9. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 3-5 Eylül 2015, KONYA , 108–118 .

Göncü, S., Önder, D., Koluman, N. ve Mevliyaoğulları, E. (2015). Sıcak ve Nemli Koşullara Uygun Hayvan Barınak Özellikleri. *Tüm Süt, et ve Damızlık Sığır Yetiştiricileri derneği (Tüsedad)*, 42–47.

Hayoğlu, İ., Ünsal, A. S. ve Kola, O. (2015). Gıda sanayinin hammadde çeşitliliği ve yeterliliği. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi* , 1226–1246 .

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

ICAR. (2015). Certified milk meters for cow. *ICAR*. [online]. (20 Mayıs 2016), <http://www.icar.org/index.php/certifications/icar-certifications-for-milk-meters-for-cow-sheep-goats/certified-milk-meters-for-cow/>.

İstanbulu, A. (1996). Deneysel Amaçlı Esnek Sera Kontrolü, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi, Ankara.

Kalaycı, T. E. (2009). Kablosuz Sensör Ağlar ve Uygulamaları. *Akademik Bilişim '09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 11-13 Şubat 2009 Harran Üniversitesi, Şanlıurfa*, 37–46.

Karakoyun, M. ve Hacibeyoğlu, M. (2014). Biyomedikal Veri Kümleri İle Makine Öğrenmesi Sınıflandırma Algoritmalarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması. *DEÜ Müh.Fak. Müh.Bilimleri Dergisi*, 16 (48), 30–41.

Kaya, İ., Uzman, C. ve Kaya, A. (1994). Süt sığırcılığında bilgisayara dayalı sürü yönetimi. *Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu*, 5-7 Ekim

1994, *İzmir* , 156–161 .

Kecman, V. (2001). *Learning and Soft Computing: Support Vector Machines, Neural Networks and Fuzzy Logic Models. MIT Press.*

Kesenkaş, H. (2008). Mastitis ve Somatik Hücre Sayısı Nedir? Alınması Gereken Önlemler Nelerdir? *Süt Dünyası*, (17), 37–39.

Kiliç, İ. (2009). Hayvan Barınaklarından Kaynaklanan Gaz Emisyonları ve Çevresel Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 151–160.

Kumlu, S. (2012). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yönetim Sorunları. *AB ve Türkiye’de Danışmanlık Sistemleri ve Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yönetimi* , 103–108 .

Kutlu, A. (1994). *Wireless Medium Access Control Protocols for Real Time Industrial Applications*, PhD, The Universty Of Suxxex, Elektronic-Elektronik, Brighton, England.

Maatje, K., de Mol, R. M. ve Rossing, W. (1997). Cow status monitoring (health and oestrus) using detection sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 16 (3), 245–254. doi:10.1016/S0168-1699(96)00052-X

Mammadova, N. ve Keskin, I. (2013). Application of the support vector machine to predict subclinical mastitis in dairy cattle. *The Scientific World Journal*, 2013, 1–10. doi:10.1155/2013/603897

Masica, K. (2007). *Recommended Practices Guide For Securing ZigBee Wireless Networks in Process Control System Environments.*

McDowell, R. E. ve Michels, H. (1974). Improvement of Livestock Production in Warm Climates. *Livestock Production Science*, 1 (2), 225–226. doi:10.1016/0301-6226(74)90063-3

Memmedova, N. (2012). Süt Sığırlarında Mastitisin Bazı Yapay Zeka Yöntemleri Kullanılarak Erken Dönemde Tespiti. *Doktora Tezi*, Doktora Tazisi, Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Konya.

Mutaf, S. ve Sönmez, R. (1984). 1984, Hayvan Barınaklarında İklimsel

Çevre ve Denetimi,Ege Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No: 438, E., Ü., Zir. Fak. Ofset Basımevi, Bornova-İzmir.

Nadimi, E. S. (2008). Modeling Wireless Sensor Networks For Monitoring In Biological Processes. PhD, Department of Electronic Systems, Section for Automation and Control, Aalborg University. Aalborg East, Denmark.

Nielen, M., Deluyker, H., Schukken, Y. H. ve Brand, A. (1992). Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *Journal of dairy science*, 75 (2), 606–614. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)77798-4

Nielen, M., Schukken, Y. H., Van de Broek, J., Brand, A., Deluyker, H. A. ve Maatje, K. (1993). Relations between on-line electrical conductivity and daily milk production on a low somatic cell count farm. *Journal of dairy science*, 76 (9), 2589–2596. doi:10.3168/jds.S0022-0302(93)77593-1

Nizam, S. (2006). Aydın İlinde Pazara Yönelik Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Verimliliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Aydın.

Norberg, E. (2005). Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*, 96 (2-3), 129–139. doi:10.1016/j.livprodsci.2004.12.014

Osteras, O., Edge, V. L. ve Martin, S. W. (1999). Determinants of success or failure in the elimination of major mastitis pathogens in selective dry cow therapy. *Journal of dairy science*, 82 (6), 1221–31. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75345-2

Öten, M., Işık, M. ve Çetinkaya, M. (2004). Yüksek Sıcaklıklarda Süt Sığırlarının Beslenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35 (3-4), 229–234.

Özer, A. S. (2014). Seyyar Süt Sağım Makinasının Gömülü Sistem İle Otomasyonu, Yüksek Lisans, Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Elektronik Bilgisayar Anabilim Dalı, Konya.

Öztaş, Ş., Belen, M. A., Kaya, İ. ve Kaya, A. (2011). ZigBee Teknolojisi

Kullanılarak Kablosuz Kafe Otomasyon Sistemi Tasarımı. *4.Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu Nisan 2011* , 202–206 , Elazığ.

Peerapon Vateekul, M. K. ve Sarinnapakorn, K. (2013). HR-SVM Project. [online]. (5 Ocak 2016), <https://sites.google.com/site/hrsvmproject/>.

Peker, M. ve Kirbaş, İ. (2016). Veri Madenciliği Süreç Modeli ile El Hareketlerinin Myoelektrik Kontrolü. *MAKÜ FEBED*, 7 (1), 84–93.

Php.net. (2016a). Usage Stats for January 2013. [online]. (9 Mayıs 2016), <http://www.php.net/usage.php>.

Php.net. (2016b). What can PHP do? [online]. (9 Mayıs 2015), <http://www.php.net/manual/en/intro-whatcando.php>.

Rossing, W. (1999). Animal identification: Introduction and history. *Computers and Electronics in Agriculture*, 24 (1-2), 1–4. doi:10.1016/S0168-1699(99)00033-2

Sabuncuğolu, N. ve ÇOBAN, Ö. (2006). Mastitis Ekonomisi. *Atatürk Üniversitesi Vet.Bil.Derg.*, 1, 1–5.

Scrdairy. (2016). SCR'nin Tarihçesi. [online]. (3 Mayıs 2016), <http://www.tr.scrdairy.com/>.

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

Spiewak, A. ve Salabun, W. (2015). A Mobile Gas Detector With An Arduino Microcontroller. *Int.J.Computer Technology & Applications*, 6 (4), 636–641.

SVM - Support Vector Machines. (2014).*DTREG*. [online]. (15 Mayıs 2016), <https://www.dtreg.com/solution/view/20>.

Taş, M. (2010). AB'ye uyum Sürecinde Türkiye'de Büyükbaş Hayvancılık 2010.–72. bs. , İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.

Tekeli, T. (2005). Mastitis. AB Sürecinde Kaliteli Süt Üretimi ve Somatik

Hücre Sayısı. *Güzeliş Matbaası, Konya.*

Timurkan, H. (2014). İneklerde California Mastitis Testi ve Sütün Elektrik İletkenliğinin Karşılaştırılması. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.*, 28 (3), 135–136.

TMMOB. (2015). Türkiye’de Büyükbaş Hayvan Yetiştiriciliği. [online]. (7 Mayıs 2016), http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=23449.

Tömek, B. (2007). Süt Sığırcılığında Sürü Yönetimi Alanında Kullanılan Çağdaş Teknoloji Uygulamaları Üzerine Bir Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, İzmir.

Tümer, S. (2015). Sığırlarda Numaralama. *Çiftçi Broşürü No:109*. [online]. (1 Mayıs 2016), arastirma.tarim.gov.tr.

Türker, G. F. ve Kutlu, A. (2011). Medikal Bilişimde Kablosuz Algılayıcı Ağlar ve İnternet. *İnet-tr Konferansı, İzmir.*

Türker, U., Akdemir, B., Topakci, M., Tekin, B., Ünal, İ., Aydın, A., ... Evrenseloğlu, M. (2015). Hassas Tarım Teknolojilerindeki Gelişmeler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 295–320, Ankara.

Türkyılmaz, M. K. (2005). Süt Sığırcılık İşletmelerinde Sağlık Yönetim Modeli. *Kafkas Üniv. Vet.Fak.Derg.*, 11 (1), 89–91.

Uzmay, C. ve Kaya, İ. (2010). Süt Sığırcılığında Hassas Sürü Yönetim Uygulamalar. *Hayvansal Üretim*, 51 (2), 50–58.

Vateekul, P. (2012). Hierarchical Multi-Label Classification: Going Beyond Generalization Trees, PhD, University of Miami, Electrical and Computer Engineering, Miami.

Velioğlu, H. (2012). Türkiye’de Sığırcılık. *AB ve Türkiye’de Danışmanlık Sistemleri ve Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yönetimi*, 85–90.

West, J. W., Mullinix, B. G. ve Bernard, J. K. (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 86 (1), 232–242. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73602-9

Wikipedia. (2014). FreeBSD. [online]. (1 Mart 2014), <https://tr.wikipedia.org/wiki/FreeBSD>.

Wilson, D. J., Gonzalez, R. N., Hertl, J., Schulte, H. F., Bennett, G. J., Schukken, Y. H. ve Grohn, Y. T. (2004). Effect of clinical mastitis on the lactation curve: a mixed model estimation using daily milk weights. *J Dairy Sci*, 87 (7), 2073–2084. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)70025-9

Wireless proto shield. (2015). [online]. (20 Nisan 2016), <http://www.robotistan.com/orjinal-arduino-wireless-proto-xbee-shield>.

Witten, I. H., Frank, E. ve Hall, M. a. (2011). Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Google eBook). *Complementary literature None*, Elsevier.

Yalçın, C., Cevger, Y., Türkyilmaz, K. ve Uysal, G. (2000). Süt İneklerinde Subklinik Mastitisten Kaynaklanan Süt Verim Kayıplarının Tahmini. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24 (6), 599–604.

Yanırlı, B., Kurtel, K. ve Çelikkan, U. (2015). Veterinerler için Sensör Tabanlı Tanı Destek Sistemi: VET-DEY. 9. *Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu - UYMS 2015*, 794–799 .