

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



**SÜT SAĞIM ÜNİTELERİ İÇİN TEMASSIZ ELEKTRONİK SÜT
ÖLÇER TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YASİN AYDIN

BALIKESİR, HAZİRAN - 2016

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



SÜT SAĞIM ÜNİTELERİ İÇİN TEMASSIZ ELEKTRONİK SÜT
ÖLÇER TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YASİN AYDIN

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Metin DEMİRTAŞ (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Seydi DOĞAN

Yrd. Doç. Dr. Tarık KUNDURACI

BALIKESİR, HAZİRAN - 2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

Yasin AYDIN tarafından hazırlanan “SÜT SAĞIM ÜNİTELERİ İÇİN TEMASSIZ ELEKTRONİK SÜTÖLÇER TASARIMI” 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. Metin DEMİRTAŞ

Üye
Prof. Dr. Seydi DOĞAN

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 Sanayii ve Ticaret Bakanlığı Sanayii Araştırma ve Geliştirme Genel M¼d¼rl¼đ¼ tarafından Tam Otomasyonlu S¼t Sağım Ünitesi ve Ölç¼m Takip İstasyonu Geliştirilmesi İsimli 0607.STZ.2013-2 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖZET

**SÜT SAĞIM ÜNİTELERİ İÇİN TEMASSIZ ELEKTRONİK SÜT ÖLÇER
TASARIMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
YASİN AYDIN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. METİN DEMİRTAŞ)
BALIKESİR, HAZİRAN-2016**

Süt; sağılma, toplama, ölçülme ve paketlenme aşamasında hijyen konusuna çok hassas olunması gereken, sağımı ve toplanması çok zahmetli temel bir gıda ürünüdür. Özellikle sağım aşamasında hijyenin sağlanması kritik ve son derece önemlidir. Sağım aşamasında sağılan miktarın sağım hayvanı başına ölçülmek istenmesi ve sağım işleminin en az, günde iki kere yapılma gerekliliği bu durumu daha hassas ve karmaşık hale getirmektedir. Sağım esnasında, süt miktarının ölçülmesindeki en büyük problem sağım işlemi bittikten sonra sistemde bir miktar sütün kalmasıdır. Bu artık süt yapısı gereği çok hızlı bir şekilde bozulmaktadır. Bozulan sütün, yeni sağılacak sütü bozmaması için, her sağım faaliyetinden sonra sistemin temizliğinin çok iyi ve aksatılmadan yapılması gerekmektedir. Temizlik konusunun hassasiyetinin artırılabilmesi için sistemin klasik yöntemle değil tam otomasyonlu sistemlerle yapılması kaçınılmazdır. Kurulan tam otomasyonlu sağım odasının yıkama sistemi PLC kontrolü ile gerçekleştirilmiştir. Sistemde kullanılan ölçü aletlerinin de mümkün olduğu kadar sade ve süte temasının az olması gerekmektedir. Bu çalışmada, sağım esnasında borudan geçen süt miktarının temassız ölçümü için elektronik devre tasarlanmıştır. Sağım esnasında boru içinden geçen süt miktarı mili litre cinsinden hesaplanmaktadır. Bu devre, kullanıcı tarafından kalibre edilecek ve ölçülen miktarlar ekrandan okunacak şekilde bir kap içerisine gömülmüş şekilde hazırlanmıştır. Tam otomasyonlu bir sağım odası kurularak, sistemin ölçüm testleri sağım odasında ve gerçek sağım hayvanlarında yapılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Süt ölçüm takip istasyonu, temassız ölçüm sistemleri, tam otomasyonlu süt sağım odası, süt hayvanı verim takip yöntemi, sürü yönetim sistemi, süt ölçer.

ABSTRACT

MILKING UNIT DESGN WITH COMPLETE AUTOMATION
MSC THESIS
YASIN AYDIN
BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING
(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. METİN DEMİRTAŞ)
BALIKESİR, JUNE 2016

Milk is an elementary kind of food whose milking and collecting both need effort and also hygiene should be observed while unwinding, collecting, measuring and packaging stage. In particular, ensuring hygiene in the milking stage is critical and extremely important. Requesting for milking measurement per animal at milking stage and the necessity that these process has to be done at least twice a day make this process more complex and sensitive. The main problem at a single milking process is that there always remains somewhat milk in the milking apparatus. This remained milk tends to spoil quite fast. In order to not deteriorate freshly milked milk, the milk remained from previous milking process must be removed from the system after each process. To increase the sensitivity of hygiene the manual system must be exchanged by a full automatic system. In addition, the measurement instrument must be simple and be contactless as soon as possible. The full automatic cleaning system installing on milking room is controlled by PLC. To increase the sensitivity, the manual cleaning system has been exchanged by a fully automated system. The measuring instruments used in the system must be simple and contactless as soon as possible. In the study, an electronic circuit has been designed for contactless measurement of the milk passing in a pipe. During milking process, the amount of milk passing is calculated in mili liters. The electronic circuit has been embedded into a container so that measurements displayed via a monitor can be read easily, and it must be calibrated by user. Tests of the new system stored have been carried out in the milking room with real test animals.

KEYWORDS: Milk measurement tracking station, non-contact measurement systems, fully automated milking room, dairy cattle efficiency tracking method, herd management system, milk meter.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ABSTRACT	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Akışkanlar, Genel Özellikleri ve Akışkan Ölçüm Yöntemleri.....	1
1.2 Akış Ölçüm Yöntemleri	1
1.2.1 Hacimsel Akış Ölçerler.....	3
1.2.1.1 Helisel Vidalı Akış Ölçer.....	3
1.2.1.2 Döner Lop Akış Ölçer.....	3
1.2.1.3 Türbin Akış Ölçer	4
1.2.1.4 Çark Sistemli Akış Ölçer	4
1.2.1.5 Diskli Sayaçlar	5
1.2.2 Kütleli Akış Ölçer.....	6
1.2.2.1 Kuvvetler Dengesi İle Kütleli Akış Ölçer.....	6
1.2.2.2 Değişken Alanlı Akış Ölçer	7
1.2.2.3 Anemometre (Gaz Ölçer).....	7
1.2.2.4 Ventürimetre ile Hız Ölçer.....	8
1.2.2.5 Orifis İle Akış Ölçer.....	8
1.2.2.6 Nozul Akış Ölçer.....	9
1.2.3 Elektronik Akış Ölçerler.....	9
1.2.3.1 Ultrasonik Akış Ölçer	10
1.2.3.2 Elektro Manyetik Akış Ölçerler.....	11
2. SÜT MİKTARININ ÖLÇÜLMESİ	13
2.1 Sütün Önemi ve Ölçülmesi.....	13
2.2 Sağım Teknolojileri	13
2.2.1 El ve Makineli Sağım	14
2.2.2 Yarı Otomasyonlu Sağım Sistemleri	16
2.2.3 Robotik Sağım Sistemleri	17
3. ÇİFT FAZLI PULSATİL AKIŞ ÖLÇÜMÜ	20
3.1 Dopler Etkisi ve Ultrasonik Yöntemler.....	21
3.1.1 Ultrasonik Yöntemle Sıvı Ölçümü	22
3.1.2 Ultrasonik Debimetre ile Yapılan Deney Sonuçları	26
3.2 Elektromanyetik Yöntem	29
4. ÇİFT FAZLI PULSATİL AKIŞIN IŞIK ŞİDDETİ İLE ÖLÇÜLMESİ	32
4.1 Optik Yöntem	32
4.2 Optik Ölçüm Sisteminde Ana Yaklaşım	32
4.3 Süt Paketinin Uzunluğunun Hesaplanması	33
4.3.1 Deney Düzenineğin Gerçek Akışta Uygulanması	35
4.4 Süt Paketinin Yüzey Alanının Hesaplanması.....	36
5. KULLANILAN MİKRO DENETLEYİCİLER ve ÖZELLİKLERİ	39
5.1 Arduinio Mega.....	39

5.2	PIC 16F4550.....	41
5.2.1	PIC 18F4550 Giriş/Çıkış Portları ve Özellikleri.....	42
5.2.2	Osilatör Tipleri.....	44
5.3	Ardunio Mega ve PIC 18F4550 İle Yapılan Deneysel Çalışmalar	44
5.4	Yoğunluk Sensörü İle Gerçek Zamanlı Süt Ölçümü.....	49
5.5	Yoğunluk Sensörünün Gerçek Ortamda Denenmesi.....	50
5.6	Yoğunluk Sensörünün Laboratuvar ve Saha Denemeleri	52
5.6.1	Tasarlanan Ölçü Aletinin Sağım Hayvanında Denenmesi	56
5.6.1.1	Kalibre Edilen Ölçü Aletinin Sağım Odasında Denenmesi	58
5.6.1.2	Kalibre Edilen Ölçü Aletinin Sağım Hayvanında Denenmesi	61
5.7	Ölçü Aleti Hassasiyet Testleri	63
5.8	Otomasyonlu Sağım Odasının Kurulumu ve PLC Yazılımı	65
5.8.1	Sağım Odası İçin Kullanılan PLC ve Ek Modül.....	69
5.8.2	Sağım Odası İçin Kullanılan Dokunmatik Ekran	73
5.9	Ölçü Aletinin Miktar Verisinin Bilgisayar Ortamına Aktarılması	78
5.9.1	Temel Sürü Yönetim Sistemleri	78
5.9.2	Sürü Yönetim Sistemi İle Donanımın Entegrasyonu.....	78
5.9.3	Sürü Yönetim Yazılımı	80
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	82
7.	KAYNAKLAR.....	85
8.	EKLER	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Helisel vidalı akış ölçer.	3
Şekil 1.2: Döner lop akış ölçer.	4
Şekil 1.3: Türbin akış ölçer.	4
Şekil 1.4: Çark sistemli akış ölçer.	5
Şekil 1.5: Diskli sayaçlar.	5
Şekil 1.6: Kütleli akış ölçer.	6
Şekil 1.7: Değişken alanlı akış ölçer, (pitot boru).	7
Şekil 1.8: Anemometre.	8
Şekil 1.9: Ventürimetre.	8
Şekil 1.10: Orifis ile akış ölçüm a) Basınç yüzeyleri, b) Kesit görünüş.	9
Şekil 1.11: Nozul akış ölçümü.	9
Şekil 1.12: Ses frekansındaki kayma ve dopler etkisi.	10
Şekil 1.13: Ultrasonik akış ölçer a) Temel bileşenler, b) Sensörler.	11
Şekil 1.14: Elektromanyetik akış ölçer.	11
Şekil 2.1: Makineli sağımın temel çalışma prensibi.	15
Şekil 2.2: Sağım odası ve bileşenleri.	16
Şekil 2.3: Mekanik süt ölçerler a) Puls kaynaklı, b) Kütleli.	17
Şekil 2.4: Robotlu sağım sistemi a) Robot kollar, b) Yemleme sistemi.	18
Şekil 3.1: Dopler etkisi.	21
Şekil 3.2: Ultrasonik yöntemle sıvı akış ölçümü.	22
Şekil 3.3: Ultrasonik ölçü aleti ile lineer akışta miktar ölçümü.	22
Şekil 3.4: Ultrasonik ölçü aleti ile tekfazlı pulsatil akışta miktar ölçümü.	23
Şekil 3.5: Ultrasonik ölçü aleti ile çift fazlı pulsatil akışta miktar ölçümü.	23
Şekil 3.6: Deneyde kullanılan ultrasonik debimetre ve veri kaydedici.	24
Şekil 3.7: Ultrasonik sensörlerin boruya bağlantı şekli.	25
Şekil 3.8: Ultrasonik yöntemle lineer akış ölçümü deney düzeneği.	25
Şekil 3.9: Lineer akışta ölçülen sıvı miktarı.	27
Şekil 3.10: Tek fazlı pulsatil akışta anlık ölçülen sıvı miktarı.	29
Şekil 3.11: Elektromanyetik akış ölçer temel prensip şeması.	30
Şekil 3.12: Elektromanyetik akış ölçer için yapılan deney düzeneği.	30
Şekil 3.13: Giriş ve çıkış sinyal eğrileri a) Primer sargı, b) Sekonder sargı.	31
Şekil 4.1: Deneyde kullanılan optik fareler.	32
Şekil 4.2: Sütün borudan geçişi a) Yandan görünüş, b) Önden görünüş düşük hacim, c) Önden görünüş yüksek hacim.	33
Şekil 4.3: Hız deney düzeneği a) Kurulu sistem, b) Şematik gösterim.	34
Şekil 4.4: Süt paketi uzunluk ölçüm çalışmaları a) Genel görünüm, b) Sensör Konumları.	35
Şekil 4.5: Sensörlerden alınan hız çıkış bilgisi.	36
Şekil 4.6: Borudan geçen sütün yüksekliği.	36
Şekil 4.7: Çeyrek daire ve içinde kalann üçgenin alanı.	37
Şekil 4.8: Açıya göre hacim grafiği.	38
Şekil 5.1: Deneyde kullanılan arduino mega.	40
Şekil 5.2: Arduino mega blok diyagramı.	41
Şekil 5.3: Işığın soğurulması ve miktar ölçümü.	45

Şekil 5.4: Miktar ölçümü için yapılan deney düzeneğinin kalıp çizimleri a)Işık kaynağı yuvaları, b)Kesit görünüm.	45
Şekil 5.5: Deney tüpü içerisine eklenen süt miktarı ve sensör çıkış eğrisi.	48
Şekil 5.6: Analog verinin karşılaştırılması, deney düzeneği a)Sensör kalıbı, b)Saydam boru.	48
Şekil 5.7: Sensörün tekli sağım makinesine bağlanması a)Tekli sağım sistemi genel görünüm, b)Tekli sağım sistemine sensörün montajı.	49
Şekil 5.8: Sensör verilerinden elde edilen sütün sağım simülasyon eğrisi.	49
Şekil 5.9: Gerçek bir sağım hayvanında yapılan test a)Tekli sağım makinesi ve sensör, b)Deney düzeneği ve deney ortamı.	50
Şekil 5.10: Ölçü aleti ve gerçek miktar değerlerinin karşılaştırılması.	51
Şekil 5.11: Tasarlanan ölçü aleti için geliştirilen kalıp çizimleri a)Sistemi oluşturan parçalar, b)Sistemin sökülebilir ligi, c)Sistemin montajı.	53
Şekil 5.12: Ölçü Aletinin laboratuvar ortamında yapılan miktar ölçüm testleri.	54
Şekil 5.13: Ölçü aletinin sağım sistemine takılması ve fonksiyon tuşları.	54
Şekil 5.14: Ölçüm değerleri ve gerçek değerler arasındaki fark.	55
Şekil 5.15: Ölçü aletinin gerçek bir sağım hayvanında test edilmesi.	56
Şekil 5.16: Gerçek ortam verileri a) Tüm değerler, b) Yüzdelik fark.	58
Şekil 5.17: Sağım odası testleri için yapılan ön hazırlık.	59
Şekil 5.18: Prototip cihazın kalibre ayarları.	60
Şekil 5.19: Ölçü aletinin sağım odasında test edilmesi.	60
Şekil 5.20: Kalibre edilen ölçü aletinin sağım hayvanında denenmesi.	61
Şekil 5.21: Gerçek ortamda denenen ölçü aletinin hassasiyet grafiği.	62
Şekil 5.22: Ölçü aleti kalibrasyon çalışması.	63
Şekil 5.23: Işığın bozucu etkisi a)Perspektif görünüş, b)Önden görünüş.	64
Şekil 5.24: Ölçü aleti için kalıp tasarımı.	64
Şekil 5.25: 3D Yazıcıda üretilen sıkı geçme kalıp.	65
Şekil 5.26: Sağım odası temel yapısı ve kullanılan ekipmanlar.	66
Şekil 5.27: Sağım odası PLC yazılımı blok şema.	68
Şekil 5.28: Sağım odası için kullanılan PLC.	70
Şekil 5.29: PLC giriş ve çıkış modül bağlantı şeması.	71
Şekil 5.30: PLC Yazılım için örnek transfer tankı.	71
Şekil 5.31: PLC merdiven diyagramı.	72
Şekil 5.32: DVP-16SP 8 giriş ve 8 çıkışlı ek modül.	73
Şekil 5.33: Sistemde kullanılan dokunmatik ekran.	74
Şekil 5.34: Dokunmatik ekran ilk açılış menüsü.	75
Şekil 5.35: Yıkama modu transfer kazanı boşaltma süresinin ayarlanması.	76
Şekil 5.36: PLC çıkışları için test sayfası.	76
Şekil 5.37: Yıkama süreleri ve deterjan miktarlarının girildiği sayfa.	77
Şekil 5.38: PLC kontrollü sağım odası panosu.	78
Şekil 5.39: Yazılım ve donanım entegrasyon taslak modeli.	79
Şekil 5.40: Arduinio ile ısı ve nem değerlerinin sunucuya aktarılması a)Devre şeması, b)Arduinio ve bilgisayar bağlantısı.	80
Şekil 5.41: Sürü yönetim yazılımı arayüzü.	81

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Lineer akış ölçümünde alınan sıvı ölçüm değerleri.	26
Tablo 3.2: Tek faz pulsatil akış ölçümünde alınan sıvı ölçüm değerleri.....	28
Tablo 5.1: Arduino mega teknik özellikleri.	40
Tablo 5.2: Eklenen süt miktarı ve sensör çıkış değerleri.	47
Tablo 5.3: Yoğunluk sensörü ile mili litre değerlerinin karşılaştırılması.	51
Tablo 5.4: Ölçü aletinin tekli sağım makinasında yapılan test sonuçları.....	55
Tablo 5.5: Gerçek sağım ortamında yapılan süt ölçümü test sonuçları.	57
Tablo 5.6: Sağım odasında test edilen ölçü aleti miktar değerleri.	59
Tablo 5.7: Sağım hayvanında denen ölçü aletinden alınan veriler.	61

SEMBOL LİSTESİ

ADC	: Analog Dijital Çevirici
EEPROM	: Elektronik Silinebilir Programanabilir Salt Okunur Bellek
Eİ	: Elektrik İletkenliği
GND	: Toprak
GSM	: Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
HTML	: Köprü Metni Biçimlendirme Dili
HTTP	: Üst Metin Transfer Protokolü
I/O	: Giriş / Çıkış
ICSP	: Seri Programlama Devresi
ID	: Kimlik Bilgisi
IEEE	: Elektrik Elektronik Enstitüsü
IP	: İnternet Protokol
LED	: Işık Yayan Diyod
LCD	: Sıvı Kristal Ekran
MCLR	: Ana Sıfırlama
PWM	: Darbe Genişliği Modülasyonu
RAM	: Rastgele Erişim Belleği
RF	: Radyo Frekansı
RFID	: Radyo Frekanslı Tanımlama
SRAM	: Statik Rastgele Erişim Belleği
TFT	: İnce Film Transistör
TCP / IP	: Geçiş Kontrol Protokolü
PIC	: Perferik Arayüzey Kontrolör
PLC	: Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
SVM	: Destek Vektör Makinesi
USB	: Evrensel Seri Veriyolu

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması süresinde yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli fikirleri ile bana yol gösteren tez yöneticim ve proje yürütücüsü Doç. Dr. Metin DEMİRTAŞ Hocama, Projede Araştırmacı olarak görev alan Prof. Dr. Seydi DOĞAN Hocama, Doç. Dr. Aylan İSTANBULLUOĞLU Hocama, projede yüksek lisans öğrencisi olarak görev alan, yazılım ve donanımın entegrasyonu konusunda fikirlerini benimle paylaşan ve sahada benimle mesayi harcayan, Okutman Suat Onur'a, projede teknik desteğini ve emeğini gece gündüz esirgemeyen, her türlü bilgiyi benimle paylaşan Mustafa TAŞCI'ya, malzeme ve ekipman temininde yardımlarını esirgemeyen firma yetkilisi ve projede yardımcı personel olarak çalışan Mürşit ÇAKIR'a ve Proje ortağı Cevher Makine firmasının sahibi değerli büyüğümüz Cevdet KELOĞLUN'a teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

1. GİRİŞ

1.1 Akışkanlar, Genel Özellikleri ve Akışkan Ölçüm Yöntemleri

Akış, bir akışkanın hat boyunca sürekli olarak hareketidir. Canlılarda havanın akciğere dolması, suyun musluktan akması, doğal gazın bir boru hattından akması, damarlardaki kan, sütün boru içerisinde taşınması akış sistemlerine birer örnektir [1]. Akış sistemlerinin incelenmesi eski Yunan bilimci Archimet'e kadar dayanmaktadır. Tarih boyunca akışkanların özellikleri ve ölçümü hakkında birçok çalışma mevcuttur [2].

Akış kavramı akışkanlar mekaniği açısından düşünüldüğünde bütün maddeler katı madde ve akışkan madde olarak ikiye ayrılabilir [3]. Akışkanların en temel özelliklerinden biri viskoziteleridir. Viskozite, akışkanın akmaya karşı gösterdikleri dirençtir. Bütün akışkanların belirli bir viskoziteleri vardır. Kalın akışkanlar (örneğin bal) yüksek viskoziteye sahiptir. İnce akışkanlar (örneğin su) düşük viskoziteye sahiptir [4]. Bir akışkan olan sıvılar için bilinmesi gereken ikinci önemli konu ise yüzey gerilimidir. Sıvılar gergin bir zar tabakası içinde kalıyormuş gibi bir davranış sergilerler. Bunun sebebi moleküllerin birbirini çekme eğiliminden kaynaklanmaktadır. Merkezdeki moleküller, bütün yönlere eşit olarak çekilirken, yüzeydeki moleküller sadece merkeze doğru çekilirler. Çünkü diğer yönde olanları merkeze doğru çekecek bir kuvvet yoktur. Yüzeydeki moleküllere uygulanan bu net kuvvet nedeniyle yüzeyde bir gerilim oluşur. Buna yüzey gerilimi denir [4-6].

1.2 Akış Ölçüm Yöntemleri

Akış hızı ve debisinin ölçülmesi, günlük hayatımızda, birçok bilimsel çalışmada ve sanayinin büyük bir bölümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Laboratuvarlardaki birçok deneyler, meteorolojik olaylar, iklimlendirme sistemleri, petrol ve doğalgaz hatları, araçlarda yakıt tüketimleri, hammadde ölçümü, akarsu rejimlerinin belirlenmesi gibi önemli veriler, akış ölçüm prensiplerinden

faydalanmaktadır [7, 8]. Akış ölçümü yapılması için farklı temel prensiplerde çalışan birçok akış ölçer tasarlanmıştır. Akış çeşitleri, akış hızına göre, akışın sürekliliğine göre, akıştaki faz sayısına göre sınıflandırılabilir.

Akış hızlarına göre laminar (düzgün) akış ve türbülanslı (girdaplı) akış olarak ikiye ayrılabilir [9]. Laminar ve türbülanslı akış ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Düzgün akış rejiminden, karmaşık yani türbülanslı akışa geçiş ilk defa Osborne Reynolds tarafından 1883 yılında yapılan boya deneyiyle gözlemlenmiştir [5]. Bir akışın laminar veya türbülanslı akış olup olmadığı Reynold katsayısına bağlıdır. Reynold sayısı yükseldiğinde boru içerisindeki akışlarda girdaplar oluşmaya başlamakta ve düzgün akış rejiminden çıkmaktadır [6].

Akışkan sürekliliği açısından pulsatil akış ve sabit akış olarak ikiye ayrılabilir [10]. Kalp atımı ve bir sütün sağımı esnasındaki akış pulsatil akışa birer örnektir. Değişken olmayan bir devirle pompalanan sıvı sabit akış olarak kabul edilir[11].

Akışkan çoklu akışkan ve tekli akışkan olarak ikiye ayrılabilir. Çoklu akışkan, bir boru içerisinde iki veya üç fazda malzeme varsa, (katı-gaz, gaz-sıvı, katı-sıvı-gaz), bu akışkana çok fazlı akışkan denmektedir [12]. Örneğin çamur çok fazlı bir akışkandır. İçerisinde katı ve sıvı iki madde bulunmaktadır. Sütün sağım esnasında borudan geçmesi çift fazlı bir akışkandır. Sağımın vakumla yapılmasından dolayı, içerisinde hem süt hem hava geçmektedir. Dolayısı ile sağım esnasında sütün akışına çift fazlı akışkan denilebilir. Tek fazlı akışkan, içerisinden sadece bir halde madde geçen (gaz veya sıvı) akışkanlara denir [10, 11]. Verilen bilgilere dayanarak, sütün sağım esnasındaki akışına, çift fazlı pulsatil akış denebilir.

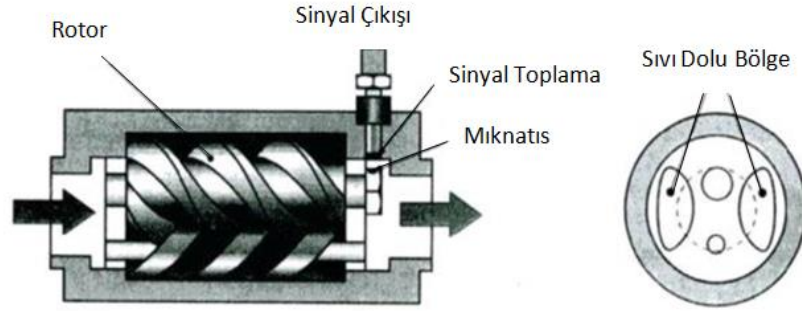
Sektörde kullanılan temel akış ölçerleri, hacimsel akış ölçerler kütleli akış ölçerler ve elektronik akış ölçerler olarak sınıflandırılabilir [1]. Sütün sağımı esnasında kullanılan akış ölçerler kütleli akış ölçerler ve elektronik akış ölçerlerdir.

1.2.1 Hacimsel Akış Ölçerler

Hacim akış ölçerleri; helisel vidalı akış ölçerler, döner lop akış ölçerler, türbinli akış ölçerler, çark sistemli akış ölçer, diskli sayaçlar olarak beş grupta incelenebilir [1, 4, 7, 9, 13].

1.2.1.1 Helisel Vidalı Akış Ölçer

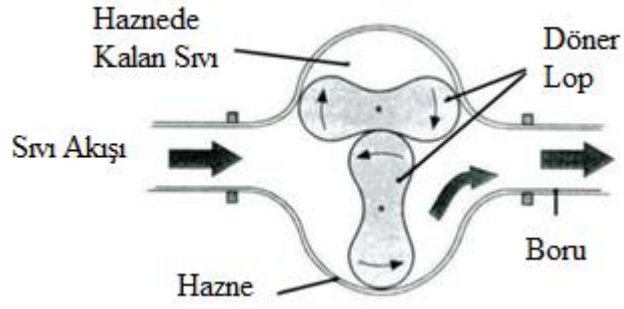
Helisel sistem, sıvı akışkan sayesinde dönme hareketi yapmaktadır. Helisel dişliler arasında dolan sıvı çıkışa doğru yönelmesi dişlilerin dönmesini sağlamaktadır. Helis adımı ve helis aralarının hacimsel değeri, bir tam dönüşte helisin kapasitesi kadar sıvı çıkışına izin vermektedir. Yapılan devir adedi tespit edilerek, devir sayısının akış hacmine orantılanması ile akışkanın ölçümü yapılmaktadır [1, 7, 9, 13, 14].



Şekil 1.1: Helisel vidalı akış ölçer.

1.2.1.2 Döner Lop Akış Ölçer

Sistemde, saat yönünde dönen iki adet lop bulunmaktadır. Akan sıvı yukarıdaki ve aşağıdaki boşluklara dolmak isterken lopları saat yönünde itmektedir. Bir sayıcı vasıtası ile yapılan tur hesaplanarak, akışkanın miktarı hesaplanmaktadır. Mevcut sistem petrokimya sanayilerinde yakıt ölçer olarak kullanılmaktadır [1, 7, 9, 13, 15].



Şekil 1.2: Döner lop akış ölçer.

1.2.1.3 Türbin Akış Ölçer

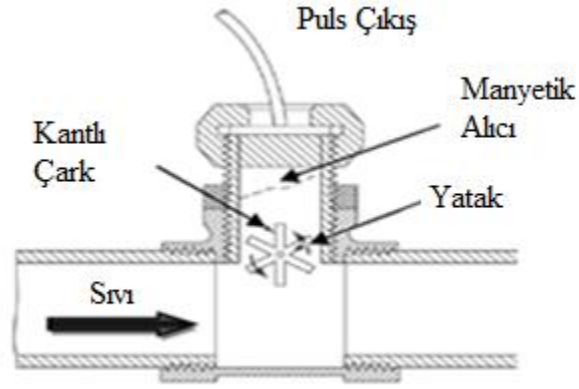
Akışkan türbine çarptıkça hızı ile orantılı olarak kanatçıkları çevirmektedir. Dönen türbin kendisine bağlı mili çevirmektedir. Dönüş hareketi mekanik ve elektriksel sistemler vasıtası ile elektrik sinyaline dönüştürülerek miktar ölçümü yapılmaktadır [1, 4, 7, 9, 13, 15].



Şekil 1.3: Türbin akış ölçer.

1.2.1.4 Çark Sistemli Akış Ölçer

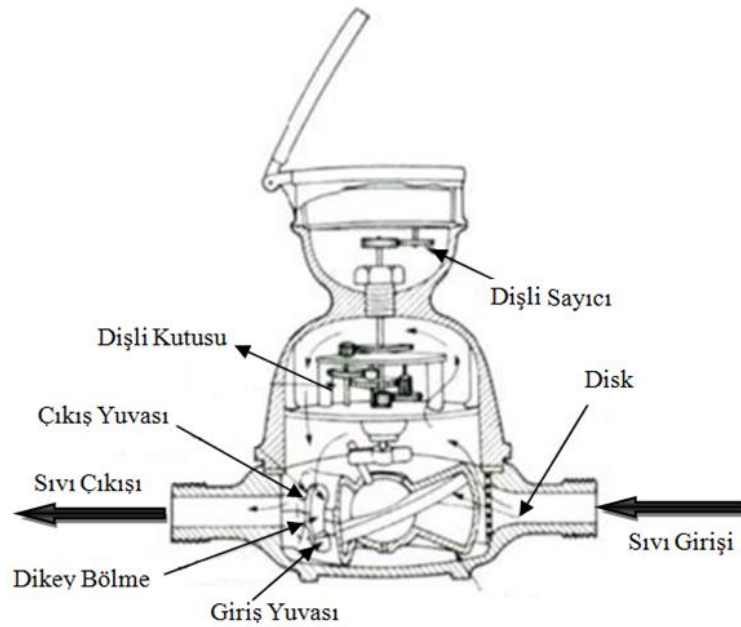
Boru içerisinde akmakta olan sıvı çarkı döndürmektedir. Sıvı akışı ile orantılı dönen çark mekanik veya elektriksel yöntemlerle hacimsel miktarı belirleyebilmektedir [1, 4, 7, 9, 13, 14].



Şekil 1.4: Çark sistemli akış ölçer.

1.2.1.5 Diskli Sayaçlar

Diskli sayaçlar evlerde su ölçümünde kullanılan klasik sayaçlardır. Sayacın içindeki disk yalpalı dönüş yapmaktadır. Tam dönüşte belirli bir hacimde sıvıyı girişten alıp çıkışa göndermektedir. Sıvının akış hızına orantılı olarak bu hareket artmakta veya azalmaktadır. Her salınım dişli çarklara iletilerek hacimsel ölçüm yapılmaktadır [1].



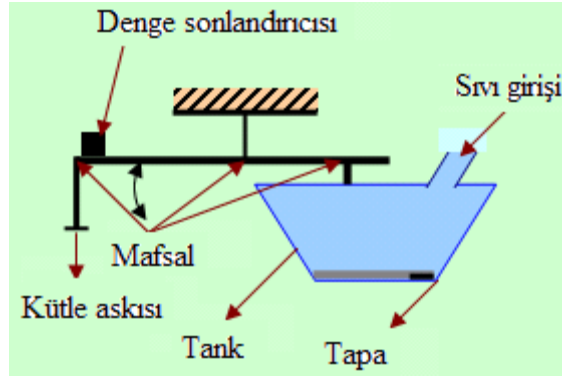
Şekil 1.5: Diskli sayaçlar.

1.2.2 Kütlesel Akış Ölçer

Kütlesel akış ölçerler, kuvvetler dengesi ile kütlesel akış ölçer, değişken alanlı akış ölçer, anemometre, ventüri boru, orifis akış ölçer, nozul akış ölçer olarak altı başlıkta incelenebilir [16].

1.2.2.1 Kuvvetler Dengesi İle Kütlesel Akış Ölçer

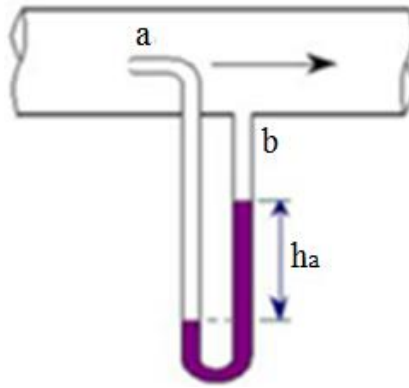
Bu tip ölçümlerde kullanılan en basit yöntem akışkan miktarını direkt ölçmektir. Bir sokak sütçüsünün 1 kg diye verdiği süt (1L süt #1kg süt) yanlış bir ölçüm de olsa kütleli bir ölçümdür. Şekil 1.6'da yer çekimi kuvvetiyle ortasından asılarak dengelenmiş bir çubuğun bir tarafına ölçülmesi gereken ağırlık, diğer tarafına da ölçülecek sıvının kabı konulmaktadır. Kabin içerisine dolan sıvı, ölçülmek istenen karşı ağırlığın değerine ulaştığında çubuk dengelenecek ve bir sensöre temas ederek kütleli olarak akış işlemini sonlandıracaktır. Kap içerisinde akışkan seviyesi azaldığında tekrar sistemin dengesi bozulacaktır. Sensör, bir değer okumayacağı için kap tekrar dolmaya başlayacaktır [1, 4, 7, 9, 13, 15, 17].



Şekil 1.6: Kütlesel akış ölçer.

1.2.2.2 Değişken Alanlı Akış Ölçer

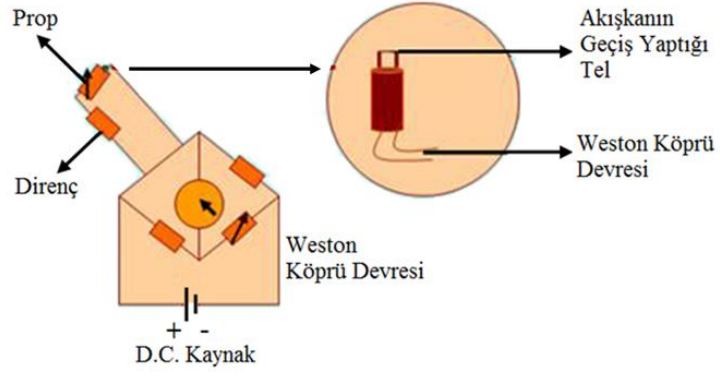
Değişken alanlı akış ölçer, cam bir tüp ve içerisine şamandıra yerleştirilmiş düzenden oluşmaktadır. Sıvı akışkan şamandıra yüzeyine bir basınç uygulamaktadır, bu basınç cam tüp içerisindeki diğer sıvı basınç farkı kadar yukarı doğru çıkarak bir değer gösterir. Birim zamanda geçen kütle miktarı $g/sn.$ olarak boru üzerinde h_a 'da gösterilmektedir [1, 4, 7, 9, 13-15].



Şekil 1.7: Değişken alanlı akış ölçer, (pitot boru).

1.2.2.3 Anemometre (Gaz Ölçer)

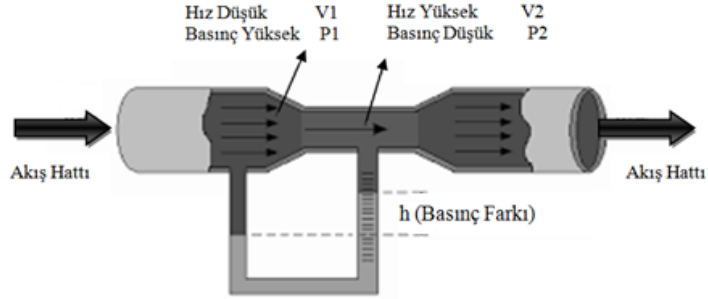
Anemometre gaz ölçümleri için kullanılmaktadır. İletkenin sıcaklıktan etkilenme prensibine dayanmaktadır. Weston köprüsüne bağlanarak kullanılır. Pitot boru ile aynı vazifeyi yapmaktadır. Sensörü türbin şeklinde olan anemometreler de vardır. Bu anemometreler, gaz hızını, türbin devir sayısını ölçerek bulur. [1, 4, 7, 9, 13-15, 17].



Şekil 1.8: Anemometre.

1.2.2.4 Ventürimetre ile Hız Ölçer

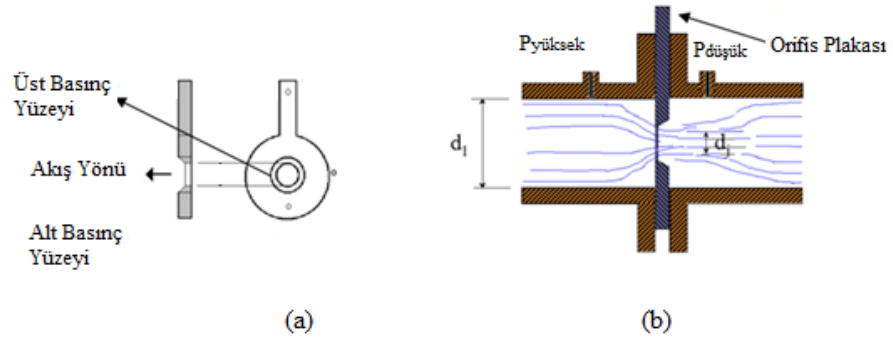
Bu özel sistem, akışkanın aktığı boruya bağlanmakta ve boru çapından daha düşük çaplarda sıvının geçmesi sağlanmaktadır. Girişte ve çıkışta hafif eğimler bulunmaktadır. Geniş ve dar noktadaki basınç farkından faydalanarak, akışkanın hızı ölçülmektedir [1, 4, 7, 9, 13, 14].



Şekil 1.9: Ventürimetre.

1.2.2.5 Orifis İle Akış Ölçer

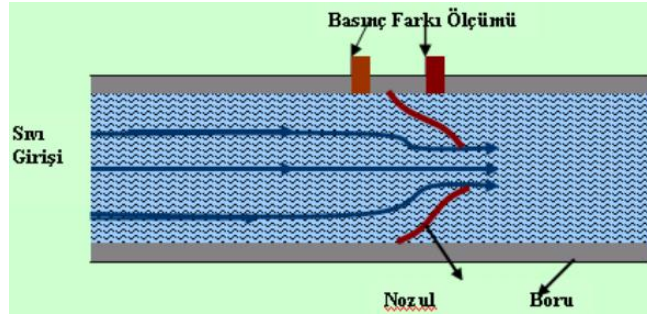
Bu ölçüm yönteminde, akışın daha küçük bir delikten geçirilmesi için oluşturulan engel ile akış sınırlandırılır. Giriş noktasında yüksek basınç çıkış noktasında ise alçak basınç oluşturulur. Bu basınç farkından yararlanarak akış hızı ölçülmektedir. [1, 4, 7, 9, 12-14, 17].



Şekil 1.10: Orifis ile akış ölçüm a) Basınç yüzeyleri, b) Kesit görünüşü.

1.2.2.6 Nozul Akış Ölçer

Orifis ile akış ölçmeye çok benzemektedir. Akışkan giriş ve çıkışlarında basınç farkı oluşturularak bu fark arasındaki ölçüm ile akışkan hızı belirlenmektedir. Gazlarda ve sıvılarda kullanılmaktadır.



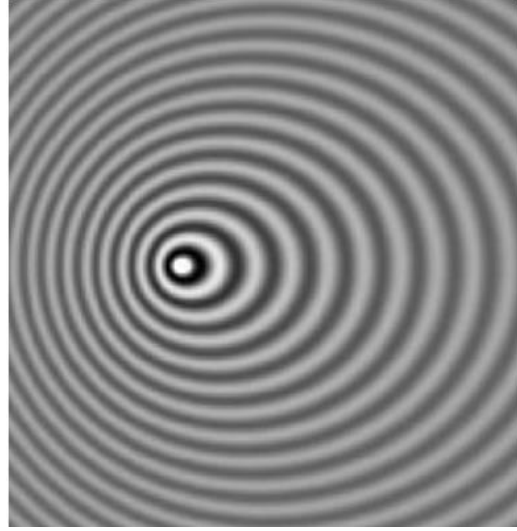
Şekil 1.11: Nozul akış ölçümü.

1.2.3 Elektronik Akış Ölçerler

Elektronik akış ölçerler, akışkana temas etmeden temel fizik prensiplerine dayanarak ölçüm yapan elemanlardır. Mekanik yapılarındaki basitlik, basınç kaybı olmaması, kurulumlarının kolay olması, maliyetlerinin düşük olması ve içerisinde hareketli parça bulundurmamaları, kullanım ömrünün uzun ve yıpranma etkilerinin az olması, yüksek hassasiyet ve doğruluk, elektronik akış ölçerlerin en büyük avantajlarıdır. Dış etkenlerden çabuk etkilenmeleri ise elektronik akış ölçerlerin en büyük dezavantajlarıdır [2]. Uygulamada kullanılan elektronik akış ölçerler Ultrasonik ve Elektromanyetik akış ölçerlerdir.

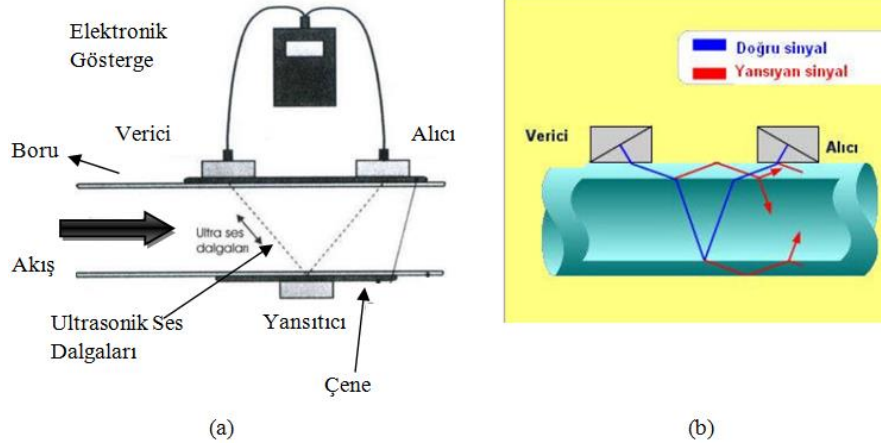
1.2.3.1 Ultrasonik Akış Ölçer

Ultrasonik ölçümün temel prensibi 1842'de Avusturyalı Fizikçi Cristian Doppler tarafından bulunmuştur. Doppler, hareket eden ses kaynağındaki frekans veya dalga boylarında kaymalar gözlemlemiştir. Bu gözlemlere dayanarak Ultrasonik Dopler geliştirilerek, akış ölçer olarak kullanılmaya başlanmıştır [2, 3, 16, 18, 19]. Açık alandaki doğal su kaynakların debilerinin ölçülmesi, tam dolu ve düzgün akış olması koşulu ile kapalı kanallardaki bütün akışkanların ölçümü ve damarlardaki kan akışının ölçümü gibi, birçok yerlerde kullanılmaktadır [20]. Ultrasonik akış ölçerler ile belirlenen akış içerisindeki kayma hızları ve kayma gerilimlerinin oranları yardımı ile sıvının viskozitesi hakkında da bilgi elde edilmektedir [21].



Şekil 1.12: Ses frekansındaki kayma ve dopler etkisi.

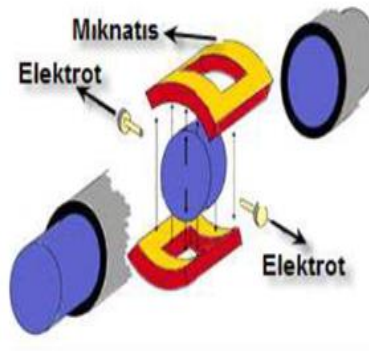
Ultrasonik alıcı ve vericiler belirli bir mesafeden karşılıklı bağlanırlar. Bağlantı şekli Şekil 1.13'de gösterilmiştir.



Şekil 1.13: Ultrasonik akış ölçer a) Temel bileşenler, b) Sensörler.

1.2.3.2 Elektro Manyetik Akış Ölçerler

Manyetik akış ölçerlerin temel prensibi 1830'lu yıllarda İngiliz bilimci Michael Faraday'ın manyetik indüksiyon prensibi çalışmalarına dayanmaktadır [2]. Faraday'ın bu kanuna göre manyetik alanda hareketli bir iletken üzerinde elektriksel gerilim oluşur. Oluşan gerilim akışkan hızı ile doğru orantılıdır [7]. Bu temel prensibe dayanarak akışkan miktarı belirlenebilmektedir.



Şekil 1.14: Elektromanyetik akış ölçer.

Bu bölümde, akışkanların ölçümü için literatürde tasarlanan mekanik ve elektriksel akış ölçerlerle ilgili genel bilgiler verilmiştir. Bundan sonraki bölümde ise sütün sağımı ve ölçümü için kullanılan yöntemler anlatılmıştır.

2. SÜT MİKTARININ ÖLÇÜLMESİ

2.1 Sütün Önemi ve Ölçülmesi

Süt, memeli canlıların doğumdan hemen sonra meme bezlerinden salgılanan kendine has tadı, kokusu ve kıvamı olan beyazımsı bir sıvıdır [22]. Sağım işlemi ise, bir süt işletmesinin ana gelir kaynağı olan sütün sağım hayvanından alınması işlemidir. Sağımın en büyük özelliği sürekliliğinin olmasıdır. Sağım hayvanı süttten kesilene kadar, sağım işlemi aralıksız devam etmektedir [23].

Süt, her yaştaki canlı için temel ve vazgeçilmez bir ana gıda maddesidir. Sütün direk tüketilmesinin yanı sıra, birçok temel yan ürünü bulunmaktadır. Sütün temel bir gıda maddesi olması ve ekonomiye olan katma değerinin yüksek olması nedeni ile sektörde önemli bir yere sahiptir. Türkiye yıllık 10 milyar litre süt üretimi ile dünyanın en büyük 15 süt üreticisi arasındadır. Üretilen sütün %90'ını inek sütü, geri kalanı ise keçi, koyun ve manda sütünden oluşturmaktadır [24]. Aynı zamanda Türkiye'de süt endüstrisi, üretim değerleri açısından gıda sanayiinin %15'ini oluşturmaktadır [25]. Günümüz ekonomik koşulları sütün bu özelliklerinden dolayı rekabeti beraberinde getirmiş ve kaliteli üretim zorunluluğunu ön plana çıkarmıştır [23]. Temel amacın yüksek karlılığa dayandığı bu sektörde, işletme veriminin arttırılabilmesi için, yüksek kalitede ve miktarlarda sütün elde edilmesi ve kayıt altına alınması ihtiyaç haline gelmiştir [26]. Yüksek oranda tüketilen bu süt miktarının tam olarak ölçülmesi, hatta her sağım hayvanından alınan süt miktarının belirlenmesi, hayvan sağlığı, gıda sağlığı ve ekonomik açıdan süttteki miktar ölçme işlemini zorunlu kılmıştır.

2.2 Sağım Teknolojileri

Süt sığırcılığı yapan işletmelerde, süt sağım işlemi işletme içi çalışmaların yaklaşık %65' ini oluşturması nedeniyle oldukça zor ve özen isteyen bir üretim basamağıdır [27, 28]. Sağım işleminin hızlı yapılması işletme maliyeti açısından

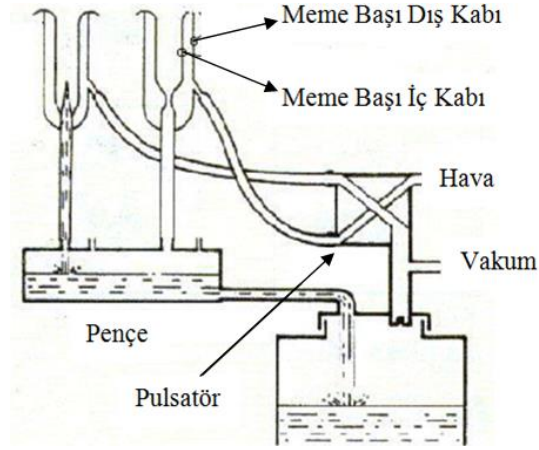
önem arz etmektedir. Aynı zamanda sağım işleminin özensiz yapılması sağım hayvanının sağlığını da önemli derecede etkilemektedir. Sağımın şekli, yöntemi ve teknik açıdan performansı, doğrudan veya dolaylı olarak meme sağlığı ve süt kalitesini etkilemektedir [29]. Sağım işleminin hızlı ve özenli olabilmesi farklı makineli sağım teknolojileri ile mümkündür. Ülkemizde, mevcut hayvan sayısının gelişmiş ülkelerle oransal olarak aynı olmasına rağmen, bu teknolojilerin verimli kullanılmamasından kaynaklanan nedenlerden dolayı, süt verimi oldukça düşüktür [25]. Verimin ve kalitenin artırılabilmesi için, sağım makinaları ve sağım teknolojisindeki gelişmeler takip edilip bu konuda alt yapı ve yatırımlar teşvik edilerek, olumsuzlukların giderilmesi ve daha az insan iş gücü ve daha az enerji tüketimi ile çok sayıda sağım hayvanının sağlıklı ve özenli bir şekilde sağılarak temiz süt elde edilmesi ile düşük olan bu verimin artırılması mümkündür [30].

2.2.1 El ve Makineli Sağım

Süt sağımı, makineli sağım ve el ile sağım olarak ikiye ayrılabilir. El ile yapılan sağımda dikkat edilmesi gereken en önemli husus, sağımcının temizliğe dikkat etmesidir. Bunu yapabilmek için sağıma başlamadan önce meme başlarını temizlemek ve sağım sonunda memede küçük miktarlarda da olsa süt kalmamasını sağlamaktır [22]. Memede kalan bu az miktardaki süt bozularak değişik hastalıklara neden olmaktadır. Bu hastalık hayvandan elde edilen süt miktarının azalmasına veya sütün kesilmesine ve sütün bileşiminin bozulmasına neden olarak büyük ekonomik kayıplara sebebiyet vermektedir [31]. El ile yapılan sağımlarda, memede bir miktar süt kaldığı ve aynı zamanda sağım çok zaman aldığı için sağlıklı ve endüstriyel bir üretim için uygun değildir.

Makineli sağım, günümüzde modern ve ekonomik boyuttaki süt sığırcılığı işletmelerinde vazgeçilmez bir unsur olmasının yanında bu teknolojinin kullanılması, hijyenik sağım ve toplum sağlığı açısından işletmeciye önemli sorumluluklar getirmektedir [32]. Makineli sağımda kullanılan temel prensip vakum teknolojisidir. Vakum yöntemi ile süt memeden çekilmekte ve çekilen süt merkezi kazanda toplanmaktadır.

Makinelı sağımın en büyük avantajı el ile sağıma göre temizliğin daha hassas olması ve sağım sonunda hayvanın memesinde el ile sağıma göre, artık sütün kalma oranının düşük olmasıdır [30]. Meme sağılığına zarar vermeden memedeki sütün tamamının kısa zamanda alınabilmesi, süt veriminin arttırılması, meme deformasyonlarının engellenmesi makinelı sağımlarla mümkündür [33].



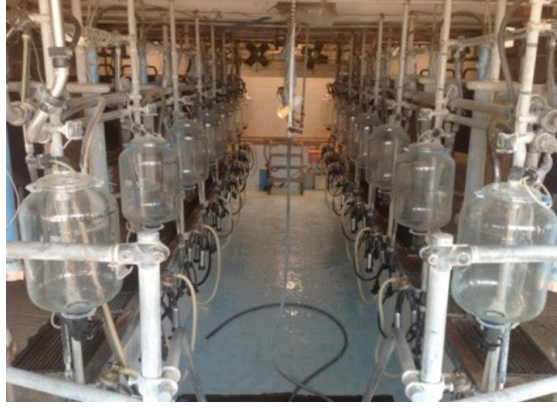
Şekil 2.1: Makinelı sağımın temel çalışma prensibi.

Makinelı sağımın olumsuz yönleri, makina elemanlarının ortamdaki tozdan ve vakumdaki sütün kaynaklanan kaçaqlardan dolayı kullanım ömrüyle birlikte aşınmalara ve yıpranmalara neden olarak sağımı olumsuz etkilemesidir [26]. Bundan dolayı makinelı sağımlarda makine bakımı ve temizliği ihmal edilmemesi gereken önemli bir işlemdir.

Makinelı sağımlar da, meme sağılığını bozucu etkiler üzerinde yapılan araştırmada periyodik hava girişi olan geleneksel sağım sistemlerinin meme üzerindeki zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için, sağım teknolojilerinin geliştirilmesi hala devam etmektedir [34].

2.2.2 Yarı Otomasyonlu Sağım Sistemleri

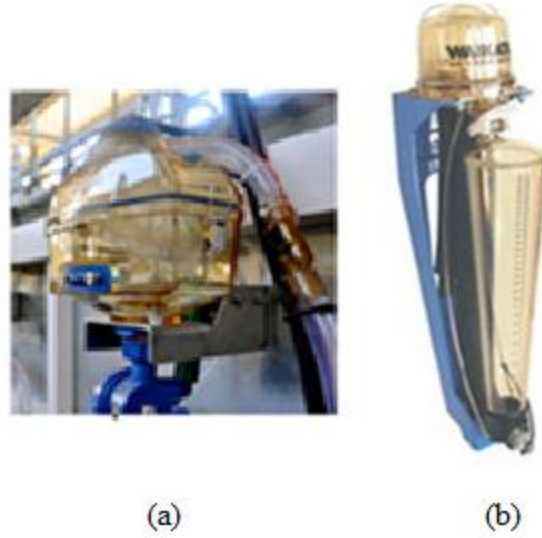
Bu tip sağım sistemlerinde en önemli özellik, hayvanların toplu olarak bir sağım odasına girmesi ve sağılan bütün sütlerin tek merkezde toplanmasıdır. Sağım odası, 8 ila 20 arası hayvanı aynı anda sağabilen içerisinde bütün sağım mekanizasyonunun bulunduğu bir sistemdir. Sağım odasının genel görünümü Şekil 2.2'de görülmektedir.



Şekil 2.2: Sağım odası ve bileşenleri.

Sağım odası kullanmanın en büyük avantajı, hızlı ve ekonomik sağımın yanında, süt miktarının tekil olarak ölçülebilmesi için en uygun ortamın sağlanmasıdır. Miktarın ölçülmesi, sağım bittikten sonra, toplu sağılan sütün miktar ölçümü olabileceği gibi, sağım esnasında her sağım hayvanından alınan sütün ayrı ayrı ölçülmesi de olabilir. Toplu halde yapılan ölçüm ağırlık ölçümü olabileceği gibi, hacim bazında da yapılabilmektedir. Bu ölçüm yöntemleri ile sağım hayvanı başına süt miktarları hesaplanamamaktadır. Her sağım hayvanının ayrı ayrı süt miktarlarının ölçülebilmesi işletme açısından çok önemlidir. Bundan dolayı sağım odasına gelen her sağım hayvanının sütlerinin ayrı ayrı ölçülüp kayıt altına alınması gerekmektedir. Bunun için kullanılan yarı elektronik veya mekanik süt ölçerler mevcuttur. Kullanılan bu süt ölçerler temaslıdır ve süte temas eden her şey tam temizlenmezse, bakteri oluşumu için uygun bir ortam hazırlar. Oluşan bu olumsuz ortam, hijyenik süt üretimi için istenmeyen bir durumdur. Bu tip sütölçerlerin temel çalışma prensipleri, sütün belirli bir orandaki hacmi, ölçü aletine girip çıkarken tartı mekanizması, süt

dolup boşaldıkça, aşağı yukarı hareket etmektedir. Süt ölçer her hareketini bir pals olarak elektronik sisteme aktarmakta ve sistem süt miktarını kaydetmektedir. Aktarılan bu rakam, pals sayısı ve oransal olarak belirlenen rakamla çarpılarak sütün miktarı hesaplanmaktadır [35]. Bahsedilen ölçü aletlerinin sütü ölçerken, süte temas etmesi sütteki üretim kalitesini düşürmektedir. Hayvanların bireysel süt miktarlarının kayıt altına alınması manüel olarak yapılmakta bu da, yanlış veri kayıtları, iş gücü ve zaman kayıplarına neden olmaktadır.



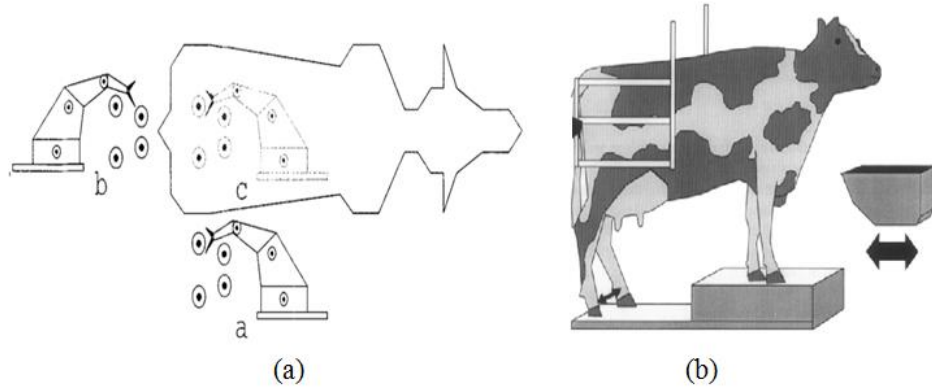
Şekil 2.3: Mekanik süt ölçerler a) Puls kaynaklı, b) Kütlesel.

2.2.3 Robotik Sağım Sistemleri

Robotik sağım, hassas tarım uygulaması başlığı altında incelenmektedir. Hassas tarım uygulaması ise, tarımsal üretimde insan gücünden hayvan gücüne, hayvan gücünden mekanik güce ve son olarak elektronik ve bilişimin kullanıldığı, çevre ile bütünleşik üretim faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır [36]. Robotik sistem ile sağım, hassas tarım uygulamalarının bilincinde olan çiftçilerin kullandığı Avrupa ve Amerika gibi gelişmiş bölgelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Artan iş gücü ve maliyetleri, hassas üretim gerekliliği robotlu sağımın hızlıca yaygınlaşmasını sağlamıştır. Robotlu sağım sistemi, iş gücü olmaksızın birim zamanda, daha fazla ineğin sağılabilmesine olanak tanınması sayesinde bu sistemin pahalı olmasına

rağmen büyük sayıda sağım hayvanı bulunan işletmeler için tercih nedeni olmuştur [23].

İnekler, sağım ünitesinde özgürce hareket etmekte, insan denetimi olmadan gönüllü olarak robot ünitesine girmekte ve istedikleri zamanda kendilerini sağdırmaktadır. Bu durum hayvan refahını da olumlu yönde etkilemektedir [37]. Sağım esnasında süt miktarı otomatik kaydedilmekte, hayvan ağırlıkları ölçülmekte, sağım hayvanının tükettiği yem miktarı belirlenmekte ve süte ait mastitis ve antibiyotik analizleri sağımdan hemen önce belirlenmekte, hayvanın meme temizliği sağımdan önce ve sonra özel solüsyonlarla robot tarafından yapılmaktadır. Robotlu sağım sistemi, bilgisayar, sensörler, sağım bölmesi, robot kol olarak, 4 ana bölümden oluşmaktadır [38].



Şekil 2.4: Robotlu sağım sistemi a) Robot kollar, b) Yemleme sistemi.

Sensörler, robotlu sağım sistemlerinin önemli bir parçasıdır. Meme konumunun belirlenmesi ve sütün miktarının ölçülmesi sensörlerden gelen veriler referans alınarak bilgisayar tarafından yapılmaktadır [39]. İnek memesi sistem tarafından önce taranarak konumları belirlenmektedir. Her meme başına birer vakumlu memelikler takılmaktadır. Temizleme memelikleri ve sağım memelikleri ayrı ayrı takılmaktadır. Yapılan ilk işlem meme başlarının temizlenmesidir. Temizlenen meme başlarından temizlik başlıkları çıkarılarak sağım başlıkları robot tarafından takılmakta ve sağım başlamaktadır. Sağımın yapıldığı esnada süt miktarı da ölçülmektedir. Sağım bittikten sonra sağım başlıkları çıkarılır ve yıkama başlıkları tekrar takılır. Yıkanan meme kurulanıp ilaçlandıktan sonra sağım işlemi biter ve hayvanın kendisi sağım robotunu terkeder [40].

Robotla sağılan inekler kendi sağım saatlerini kendileri tercih ettiklerinden dolayı, sisteme alıştıktan sonra (2-3 haftalık alışma süresi) daha uysal ve sessiz oldukları ve süt verimlerinde artışların olduğu gözlemlenmiştir [41] .

Bu bölümde sütün önemi ve robotlu sağım sistemleri anlatıldı. Budan sonraki bölümde ise süt ölçümü için tasarlanan akış ölçer anlatılmıştır.

3. ÇİFT FAZLI PULSATİL AKIŞ ÖLÇÜMÜ

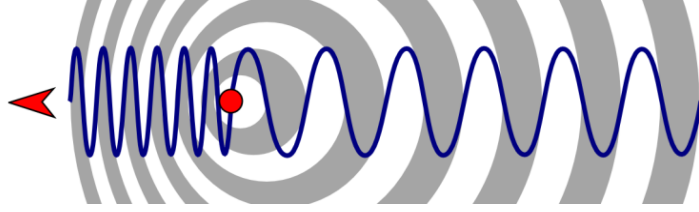
Sütün sağım esnasında ölçülme gerekliliği, her sağım hayvanının tek tek süt miktarlarının belirlenmesi zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Her sağım hayvanından alınan sütün belirlenmesi işletme verimi ve hayvan sağlığı açısından çok önemlidir. Yüksek sayıda sağım hayvanı bulunan işletmelerde, verimsiz hayvanın tespiti oldukça güçtür. Sağım hayvanının veriminin belirlenmesi hayvan başına sağım miktarlarının ölçülmesi ve kayıt altına alınması ile mümkündür.

Sağım yapılırken süt miktarının belirlenmesi, sütün sağım esnasındaki akışkanın özelliğinden dolayı oldukça güç ve karmaşıktır. Süt sağılırken Çift Fazlı Pulsatil akış tanımına giren bir akış yaparak boru içerisinden geçmektedir. Süt memeden vakumla çekildiğinden dolayı, borudan hava ve süt aynı anda geçmekte, ve vakum sağım şartlarını yerine getirebilmek için pulsatörler yardımı ile memeye nabız şeklinde verilmektedir. Bu yöntem sütün boru içerisinden geçerken türbülanslı, köpüklü ve düzgün olmayan çok karmaşık şekillerde (borunun altından, yanlardan ve üstten) geçmesine neden olmaktadır. Hayvan başına sağılan sütün ölçümü için tasarlanacak olan elektronik süt ölçerin depolama veya biriktirme haznesi olmaması, süte temas etmeden doğrudan süt borusu üzerinden ölçüm yapacak şekilde olması, sistemi ve çözümü daha karmaşık hale getirmektedir.

Piyasa da kullanılan süt ölçerler 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 sütü ölçme probleminin çözümü için bir çok yöntem denenmiş ve etkili sonuçlara ışık kaynağı kullanılarak ulaşılmıştır. Aşağıdaki ana başlıklarda, yapılan deney ve testler ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

3.1 Dopler Etkisi ve Ultrasonik Yöntemler

Ultrasonik yöntem ile akışkan ölçümü, en çok sağlık alanında kullanılmaktadır. Kanın akışkan özellikleri, miktarı vb. ile ilgili bilgi almak amacı ile bu yöntem sıklıkla kullanılmaktadır [42]. Deneyde kullanılan Ultrasonik sensör, Doppler prensibine göre çalışmaktadır. Doppler etkisinde, ses kaynağı durağan gözlemciye doğru hareket ettiğinde gözlemci, sesi mesafe değişimi ile daha farklı algılar. Örneğin hareketsizken, hareket halindeki sivrisinek bize yaklaştıkça ses dalgalarının aldığı yol kısalır. Böylece ses dalgaları daha küçük dalga boyları ile yayılır ve daha sık aralıklarla ses dalgalarına maruz kalarak çok tiz bir ses duyulur. Yani sesin frekansı, dolayısıyla yüksekliği arttığı için ses tizleşir [42].



Şekil 3.1: Dopler etkisi.

Dopler frekansı

$$f_D = 2 \cdot (v/\lambda) \quad (3.1)$$

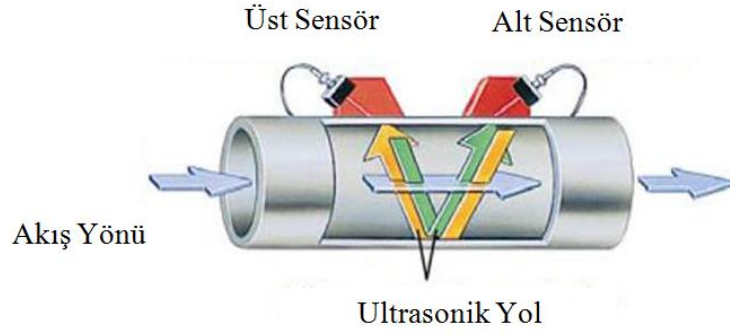
Şeklinde ifade edilir. Bu denklemde;

f_D : Doppler frekansı, (Hz)

λ : Gönderilen sinyalin dalga boyu (m)

v : Hedefin hızı (m/s)

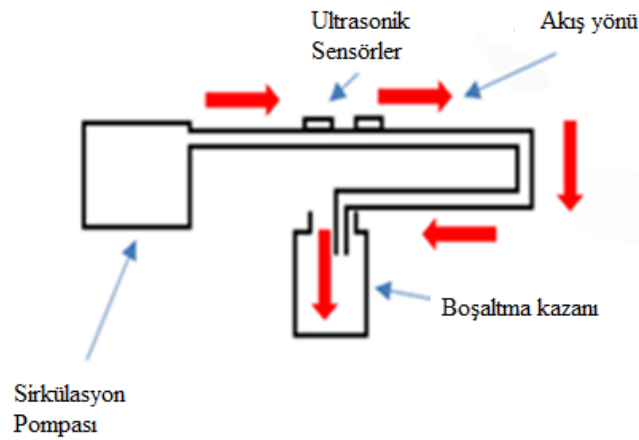
Ultrasonik akış ölçerde sıvı içerisine belirli bir frekansta ses sinyalleri gönderilmektedir. Ses frekansları boru içerisinde akan sıvı tarafından taşınmaktadır. Akış yönüne ve akışın tersi yönüne ilerleyen sinyaller arasındaki faz farkları ölçülerek akışın miktarı belirlenmektedir. Şekil 3.2’de sensörlerin bağlantıları ve ses sinyallerinin akış yönüne ve akışın tersi yönde hareketi görülmektedir. Bu sensörler farklı şekillerde de bağlanabilir.



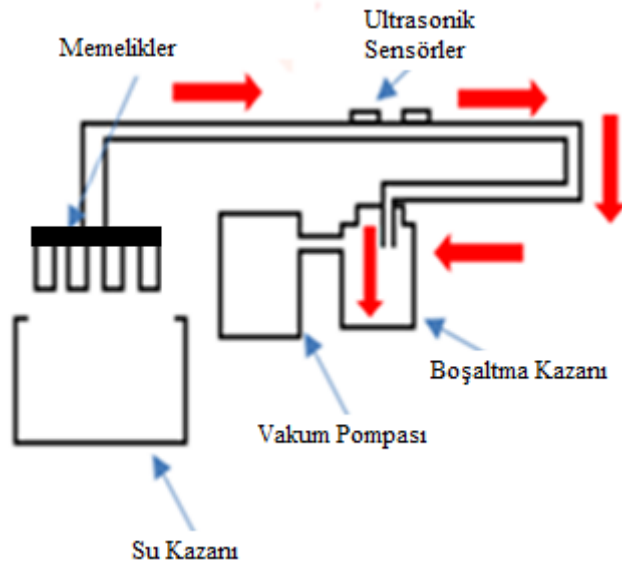
Şekil 3.2: Ultrasonik yöntemle sıvı akış ölçümü.

3.1.1 Ultrasonik Yöntemle Sıvı Ölçümü

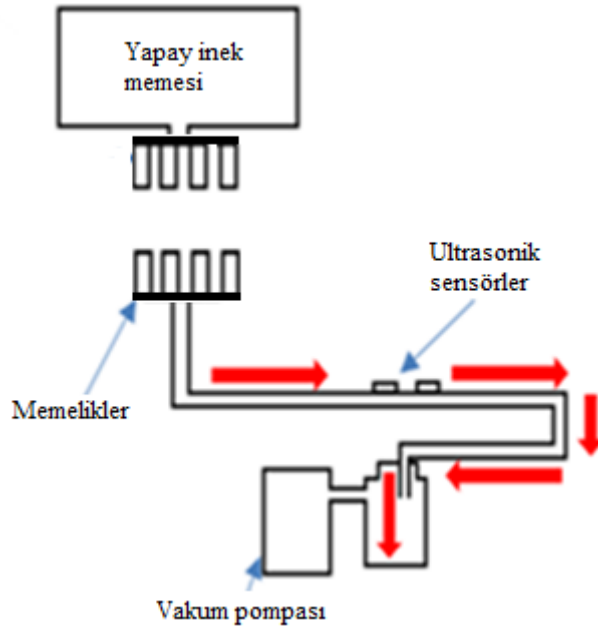
Deneyde sensörler Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'deki gibi bağlanarak, lineer akış, tek fazlı pulsatil akış ve çift fazlı pulsatil akışta ölçümler yapılmıştır. Lineer akış sistemi düz bir pompa ile su çevrimi sağlanarak düz bir akış elde edilmiş ve bu sistemdeki sıvı miktarı ölçülmüştür. Tek fazlı pulsatil akışta ise sağım makinası kullanmış, memelikler tamamen sıvı içerisine daldırılmış ve borudan tek fazda (sadece su) geçirilmiş sıvı miktarı ölçülmüştür. Çift fazlı pulsatil akışta yapay memeliklere su doldurularak sağım makinası çalıştırılmıştır. Boru içerisinden sağım sistemini benzer şekilde, çift fazda pulsatil akış geçirilmesi sağlanmış (hava ve su, nabız şeklinde) ve miktar değerleri alınmıştır. Deney düzeneği bozulmadan üç sistemde ölçülmüş ve ölçü aletinin gösterdiği değerler, mililitrelik deney kablolarıyla ölçülerek değerlerle karşılaştırılarak tablo halinde sunulmuştur.



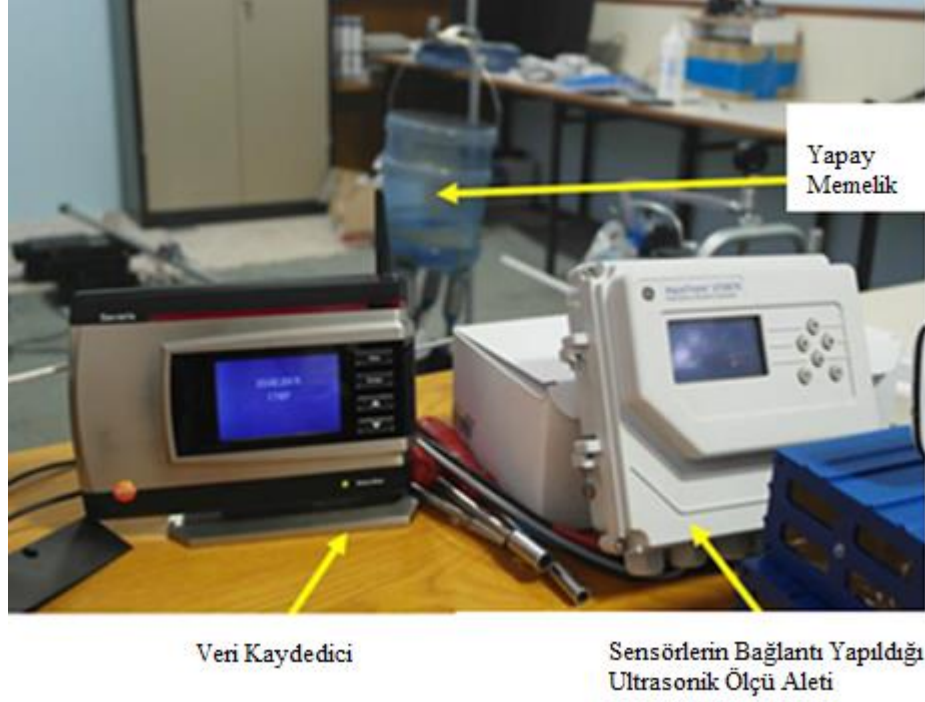
Şekil 3.3: Ultrasonik ölçü aleti ile lineer akışta miktar ölçümü.



Şekil 3.4: Ultrasonik ölçü aleti ile tekfazlı pulsatil akışta miktar ölçümü.

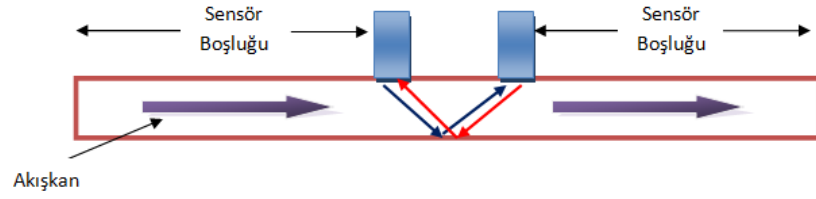


Şekil 3.5: Ultrasonik ölçü aleti ile çift fazlı pulsatil akışta miktar ölçümü.

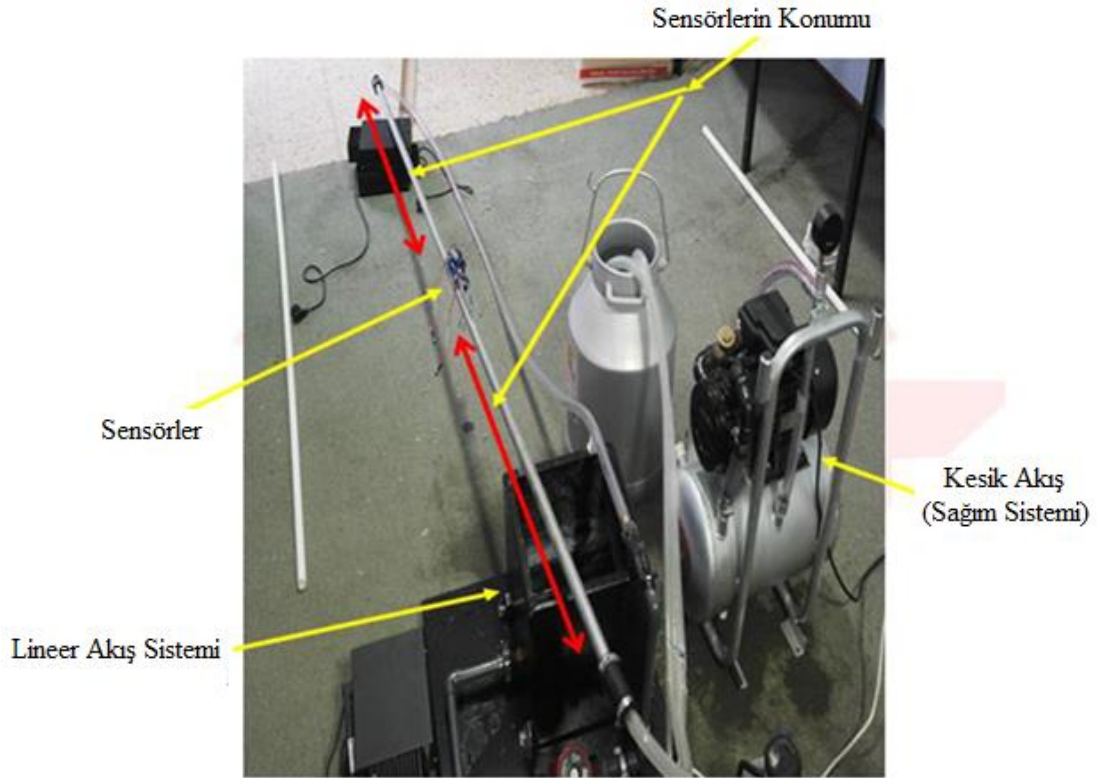


Şekil 3.6: Deneyde kullanılan ultrasonik debimetre ve veri kaydedici.

Deneyde GE UTX878 Marka Ultrasonik debimetre ve Saveres marka data logger kullanılmıştır. Ultrasonik debi metre, data logger'a anlık miktar bilgilerini aktarmaktadır. Ölçüm yapılmadan önce ultrasonik debimetreye bazı parametrelerin girilmesi gerekmektedir. Ölçüm yapılan sıvının cinsi (su, petrol, süt vs.), boru çapı ve et kalınlığı, boru cinsi (PVC, alüminyum vs.) sensörler arası mesafe, sensörlerin duruş pozisyonları gibi bilgiler debimetreye girilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda sensörlerdeki ultrasonik sesin dışarı çıkmaması ve sadece boru içerisine, sinyalin yoğunlaştırılması amacı ile, sensörlerin yüzeyleri ultrasonik jel ile kaplanması gerekmektedir. Deney de sıvı olarak beyaz gıda boyası ile boyanmış su kullanılmıştır. Deney lineer akış, tek fazlı pulsatil akış ve çift fazlı pulsatil akış için 3'er kere tekrarlanmış ve sadece bir deney sonucu tabloya aktarılmıştır.



Şekil 3.7: Ultrasonik sensörlerin boruya bağlantı şekli.



Şekil 3.8: Ultrasonik yöntemle lineer akış ölçümü deney düzeneği.

Debimetrenin sağlıklı çalışabilmesi için parametrelerin doğru girilmesi gerekmektedir. Sensörlerin başlangıç ve bitiş noktasında (kırmızı ok) en az 50 cm borularda mesafe olmalı köşe ve dönüş olmaması gerekmektedir. Deney üç yöntemde de aynı boru üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2 Ultrasonik Debimetre ile Yapılan Deney Sonuçları

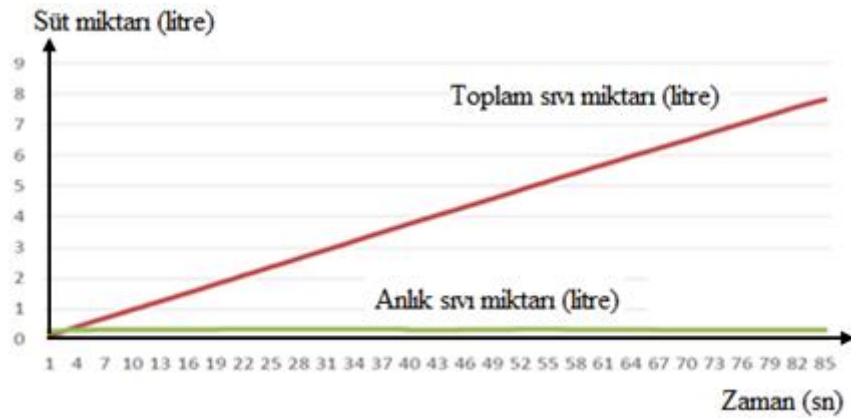
Sensörlerin birbirlerine olan konumları ve sensör boşlukları akışkanın ölçülmesi için önem arz etmektedir. Şekil 3.8'deki sensör boşlukları, boruda bağlantı, köşe ve dönüş noktalarından en az 50 cm sonra ve önce olması gerekmektedir. Sıvıda oluşan her hangi bir türbülans ölçüm hassasiyetini düşürmektedir. Deneyde sensörler aynı hizadan karşılıklı ses frekansı gönderecek şekilde bağlanmıştır. Ses frekansını boru içerisindeki akışkan taşımaktadır. İki sensörde birbirlerine karşılıklı ultrasonik ses göndermekte ve almaktadır. Akışkan yönüne gönderilen sesin iletim hızı ile akışkanın tersi yöne gönderilen iletim hızında fark oluşmaktadır. Ultrasonik debi metre bu iki hız arasındaki farkı, girilen parametreler ile karşılaştırıp net bir debi miktarı göstermektedir. Şekil 3.6'daki sensörlerin bağlı olduğu borudan üç farklı şekilde akışkan geçirilmiştir. Deney düzeneği değiştirilmemiş ve üç akışkan için ölçüm sonuçları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Lineer akış ölçümünde alınan sıvı ölçüm değerleri.

Süre (sn)	Toplam Miktar (litre)	Hız (m/sn)	Süre (sn)	Toplam Miktar (litre)	Hız (m/sn)
1	0,088	0,28	44	4,138	0,32
2	0,211	0,28	45	4,224	0,32
3	0,318	0,31	46	4,316	0,33
4	0,423	0,31	47	4,409	0,33
5	0,516	0,31	48	4,497	0,33
6	0,610	0,33	49	4,590	0,33
7	0,697	0,33	50	4,686	0,33
8	0,790	0,33	51	4,776	0,33
9	0,883	0,33	52	4,870	0,34
10	0,975	0,33	53	4,965	0,34
11	1,061	0,33	54	5,059	0,34
12	1,153	0,33	55	5,146	0,34
13	1,246	0,33	56	5,241	0,34
14	1,334	0,33	57	5,335	0,33
15	1,429	0,33	58	5,241	0,33
16	1,524	0,33	59	5,514	0,33
17	1,612	0,33	60	5,607	0,33
18	1,706	0,33	61	5,694	0,33
19	1,803	0,33	62	5,785	0,33
20	1,892	0,34	63	5,875	0,33
21	1,988	0,34	64	5,966	0,33
22	2,088	0,34	65	6,057	0,33
23	2,172	0,34	66	6,141	0,33
24	2,267	0,34	67	6,230	0,32

Tablo 3.1:(devam)

25	2,363	0,34	68	6,320	0,32
26	2,452	0,34	69	6,409	0,32
27	2,548	0,34	70	6,492	0,32
28	2,643	0,34	71	6,582	0,32
29	2,739	0,34	72	6,673	0,32
30	2,827	0,34	73	6,767	0,32
31	2,923	0,34	74	6,853	0,32
32	3,020	0,34	75	6,943	0,32
33	3,110	0,34	76	7,034	0,32
34	3,206	0,34	77	7,125	0,32
35	3,301	0,34	78	7,211	0,32
36	3,396	0,34	79	7,302	0,32
37	3,492	0,34	80	7,394	0,32
38	3,587	0,94	81	7,485	0,32
39	3,677	0,34	82	7,575	0,32
40	3,772	0,32	83	7,658	0,32
41	3,866	0,32	84	7,743	0,32
42	3,954	0,32	85	7,816	0,32
43	4,046	0,32			



Şekil 3.9: Lineer akışta ölçülen sıvı miktarı.

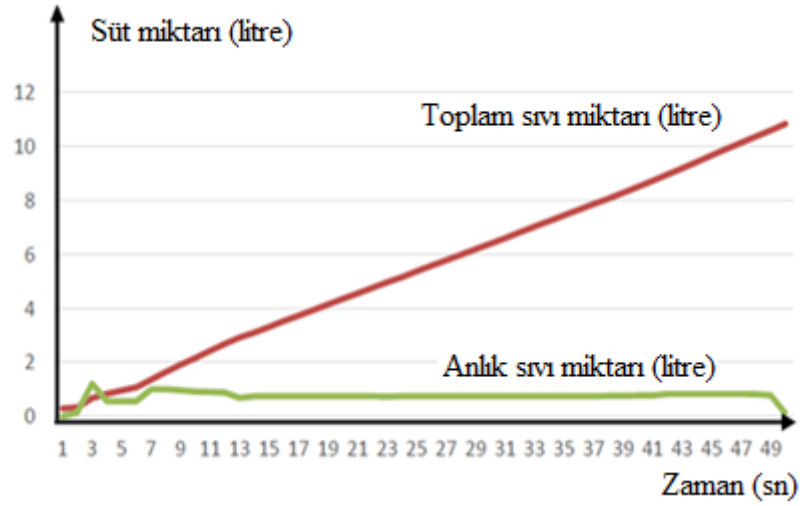
Artış gösteren çizgi toplam sıvı miktarını göstermektedir. Yatay eksen zamanı göstermektedir. Tablo değerleri ve grafikten anlaşılacağı üzere, değerlerde her hangi bir ani sapma olmamaktadır. Ultrasonik debimetre den elde edilen veriler mili litreler ile karşılaştırılmış ve ölçülen değerlerde tutarsızlık görülmemiştir.

Deney düzeneği değiştirilmeden tek fazlı pulsatil akışta ölçümler tekrarlanmıştır. Lineer akıştaki pompa düzeneği yerine, tekli sağım makinesi kullanılarak pulsatil bir akış oluşturulmuştur. Memelikler, su dolu kazana direk

batırılarak sistemde hava boşlukları oluşturulmamış ve akışkanın tek fazlı olması sağlanmıştır. Sensör konumları ve boru bağlantıları değiştirilmeden deney, üç kere tekrarlanmış ve rakamlardaki tutarlılık ve tutarsızlıklar gözlemlenmiştir. Lineer akış deneyinde olduğu gibi sıvı olarak su kullanılmıştır. Boru tipi ve deney düzeneği değiştirilmediğinden, ultrasonik debimetredeki parametreler değiştirilmemiş ve aynı değerler üzerinden ölçüm yapılmıştır. Şekil 3.9’da doğrusal artış gösteren çizgi toplam sıvı miktarını göstermekte, değerlerde küçük sapmalar olmakla birlikte sabit olan çizgi ise akışkan hızını göstermektedir. Toplam sıvı miktarı mili litreler ile ve deney tekrarları ile karşılaştırıldığında, ortalama %30 farklılık görülmüştür. Deney sonuçlarına bakarak ultrasonik debimetrelerin pulsatil akış için hassas ölçüm yapmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3.2: Tek faz pulsatil akış ölçümünde alınan sıvı ölçüm değerleri.

Süre (sn)	Toplam Miktar (litre)	Hız (m/s)	Süre (sn)	Toplam Miktar (litre)	Hız (m/s)
1	0,285	0	26	5,578	0,74
2	0,324	1,14	27	5,775	0,75
3	0,666	1,21	28	5,987	0,75
4	0,825	0,56	29	6,199	0,75
5	0,948	0,56	30	6,397	0,75
6	1,081	0,56	31	6,608	0,75
7	1,357	1	32	6,819	0,75
8	1,640	1	33	7,032	0,75
9	1,911	0,96	34	7,245	0,75
10	2,163	0,92	35	7,446	0,75
11	2,423	0,90	36	7,660	0,75
12	2,680	0,88	37	7,871	0,75
13	2,913	0,68	38	8,070	0,76
14	3,105	0,74	39	8,288	0,76
15	3,315	0,74	40	8,506	0,77
16	3,527	0,75	41	8,727	0,77
17	3,725	0,74	42	8,963	0,83
18	3,934	0,74	43	9,201	0,83
19	4,143	0,74	44	9,434	0,83
20	4,357	0,74	45	9,671	0,83
21	4,548	0,74	46	9,907	0,83
22	4,758	0,74	47	10,144	0,83
23	4,968	0,73	48	10,376	0,82
24	5,160	0,74	49	10,601	0,78
25	5,369	0,74	50	10,836	0,1

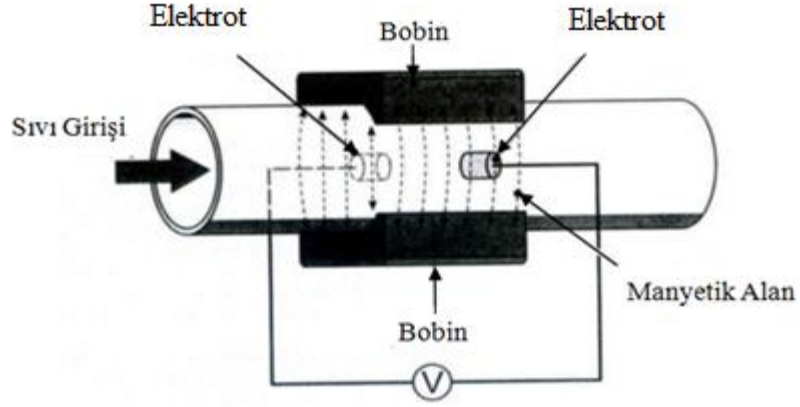


Şekil 3.10: Tek fazlı pulsatil akışta anlık ölçülen sıvı miktarı.

Çift fazlı pulsatil akışta ölçü aletinde veri okunamamış ve ölçüm yapılamamıştır. Ölçümler üçer kere tekrarlanmış ve lineer akışta birbiri ile tutarlı sonuçlar elde edilirken, tek fazlı pulsatil akışta ölçülen değerlerde %30'a yakın hatalı ölçümler gözlemlenmiştir. Çift fazlı pulsatil akışta ölçü aleti bir çok aralıkta hata vermiş, deney sonucunda elde edilen toplam miktar gerçek miktarın ortalama 5 katı kadar çıkmıştır. Sonuç olarak ultrasonik debimetrenin çift faz pulsatil akışa yani sağım sistemlerinde kullanılmaya uygun olmadığı gözlemlenmiştir.

3.2 Elektromanyetik Yöntem

Elektro manyetik akış ölçerlerin temel prensibi Faraday Kanunu'nu esas alır ve sıvıyı iletken olarak kullanır. Bu tip akış ölçerlerde seri bağlı iki adet bobin arasında sıvı geçişi sağlanır. Bobin enerjilendiği zaman, sıvı etrafına akım etkisi ile bir manyetik alan oluşmaktadır. Boru kenarına iki iletken elektrot sıvı akışına ve manyetik alan dik olarak yerleştirilmiştir. Boru içerisindeki sıvı akışkanın hız değişimi, manyetik alanın değişmesine neden olmaktadır. Bu değişimde elde edilen veriler elektrotlar vasıtasıyla ölçü aletine gönderilmektedir. Ölçü aletinin almış olduğu sinyalle göstermiş olduğu tepki, akış hızı ile lineer bir değişim göstermektedir [9].



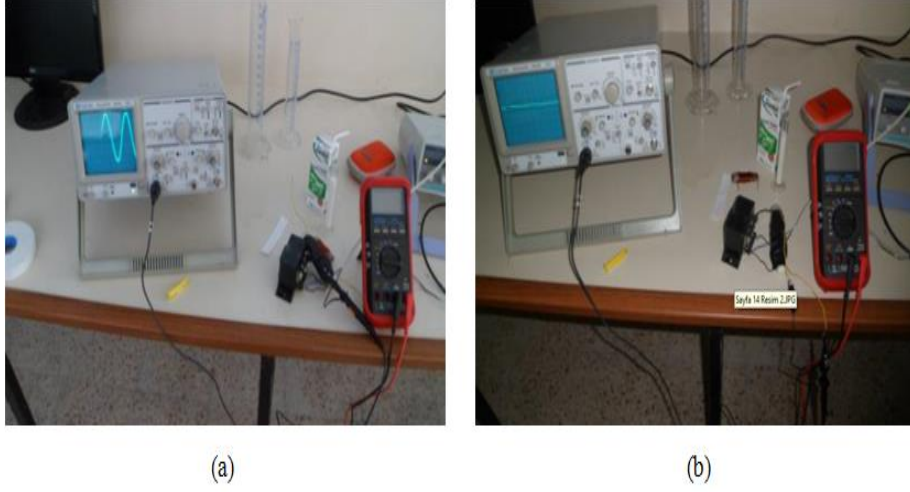
Şekil 3.11: Elektromanyetik akış ölçer temel prensip şeması.

Manyetik akış sistemler için yapılan testte deney tüpü iki bobin arasına yerleştirilmiş ve bobinlerin çıkışları osiloskopa bağlanmıştır. Deney tüpünün boştaki ölçümleri ve içerisine süt eklenerek yapılan ölçümler karşılaştırılmış ve iki eğri arasında farklılık görülmemiştir. Deney tüpünün içerisine demir nüve eklendiğinde sekonder sargısından alınan sinyallerde gözle görülür bir artış gözlenmiştir. Bu sonuçlara dayanarak çift fazlı pulsatil akış ölçümlerinde manyetik alan kullanılarak etkili sonuç alınamayacağı düşüncesi ile bu çalışmaya son verilmiştir.



Şekil 3.12: Elektromanyetik akış ölçer için yapılan deney düzeneği.

Deney tüpündeki çok küçük miktardaki değişikliklerin gözlenebilmesi için primer sargı az spirli, sekonder sargı çok spirli sarılmıştır. Girişe gelen gerilim arttırılarak aradaki farkın gözlenebilir olması amaçlanmıştır.



Şekil 3.13: Giriş ve çıkış sinyal eğrileri a)Primer sargı, b)Sekonder sargı.

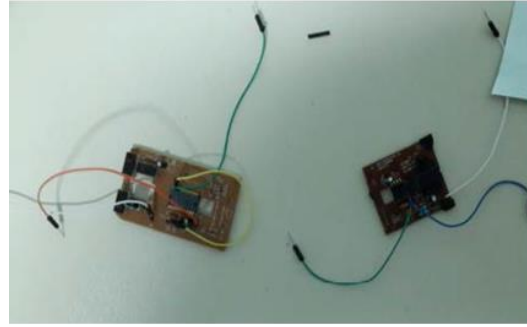
Standart bir manyetik debimetre lineer akışkana bağlanmış ve ölçüm yapılabildiği görülmüştür. Çift fazlı pulsatil akışta manyetik debimetrelerden tutarlı ölçümler alınamamıştır. Manyetik debimetre ile ilgili çalışmalardan verimli sonuçlar elde edilemediğinden bu yöntemle yapılan çalışmalara devam edilmemiştir.

Bu bölümde çift fazlı pulsatil akış ölçer için doppler, ultrasonik ve elektromanyetik yöntemlerle süt akışı ölçümleri yapılmıştır. Bu yöntemlerde başarılı sonuçlar alınamadığından dolayı optik yöntemlerle ilgili çalışmalara geçilmiştir. Optik yöntemlerle yapılan çalışmalar bir sonraki bölümde verilmiştir.

4. ÇİFT FAZLI PULSATİL AKIŞIN IŞIK ŞİDDETİ İLE ÖLÇÜLMESİ

4.1 Optik Yöntem

Çalışmalara, optik fare (mouse)'ların (infrared, görünür ışık) beyaz renkli sıvıya verdikleri tepki ile başlandı. Optik fare'ler üzerinde bulduklarını yüksek hız düşük çözünürlükteki kamera ve DSP (Digital Signal Processor) bloklarıyla, gerçek zamanlı görüntü işleme kullanılarak süt akış hızı ve miktarını ölçebilmesi düşünülmüştür. Bu kameralarla yapılan çalışmalarda renkli sıvıların ve beyaz renkli toz şekerin cam tüp içinden geçiş hızları ölçülmüş, ancak sistem cam boru içinden geçen süte hiçbir tepki vermemiştir. Sütün homojen yapısı ve fare üzerinde kullanılan merceğin ölçümün gerçekleşmesini engellemekte olduğu gözlemlenmiştir. Bilgisayar farelerinde kullanılan temel prensip sıvının hızını ölçmek için uygun olmadığından bu yöntemden vazgeçilmiştir.

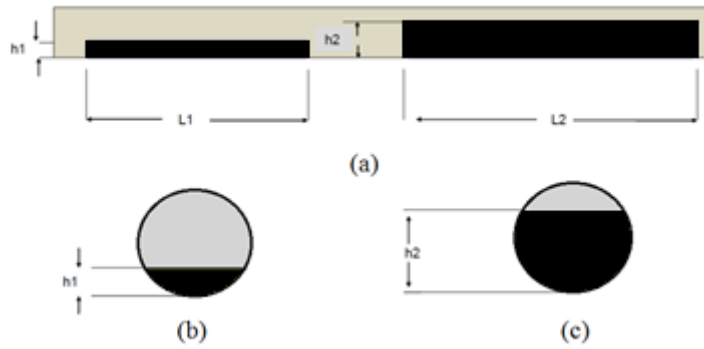


Şekil 4.1: Deneyde kullanılan optik fareler.

4.2 Optik Ölçüm Sisteminde Ana Yaklaşım

Sağım sisteminde boru içerisinden akan süt lineer bir akışa sahip değildir, sütün kesik ve çift fazlı akış özelliğine sahip olmasından dolayı, klasik ölçüm sistemleri ile, sağım esnasında sütün ölçülebilmesi mümkün olmamaktadır. Sağım esnasında süt kesikli olarak gelmektedir. Geçen her parça miktarının hızının ve

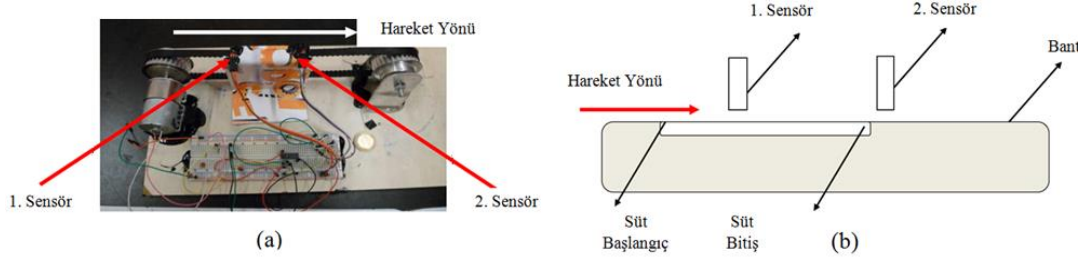
yükseklik değeri bilinmesi ile parça miktarı hakkında bilgilerin elde edilmesiyle sütün paket halinde ölçülmesi denenmiştir. Şekil 3.13'te parti halinde gelen sütün boyutları ve yükseklik farklılıkları görülmektedir. L boru içerisinde parti halinde geçen sütün uzunluğu, h boru içerisindeki sütün yüksekliğidir. Bu iki bilinmeyenlerin hesaplanması, sağım esnasında sütteki miktarın belirlenebilmesi için önemli bir parametre olmaktadır. Bu iki verinin hesaplanması için yapılan deney düzeneği Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Sütün borudan geçişi a)Yandan görünüş, b)Önden görünüş düşük hacim, c) Önden görünüş yüksek hacim.

4.3 Süt Paketinin Uzunluğunun Hesaplanması

Yapılan deneyde, boru içerisinde geçen sütün yerine, siyah bant üzerine boyanmış beyaz boya, bantı hareket ettirebilmek için DC motor kullanılmıştır. Siyah renkli bantın belli bir boyutu, beyaza boyanmış ve sensörün algılayabileceği iki renk farkı oluşturulmuştur. Belirli aralıklarla iki adet sensör yerleştirilmiştir. Şekil 4.3'te deney düzeneği ve prensip şeması görülmektedir.



Şekil 4.3: Hız deney düzeneği a) Kurulu sistem, b) Şematik gösterim.

Sütü temsil eden beyaz renkli boyanın ilk parçasının 1. sensöre geldiği an t_1 ile, 2. sensöre ulaştığı zaman ise t_2 ile gösterilmektedir. Birinci sensörün bulunduğu konum X_1 , ikinci sensörün bulunduğu konum ise X_2 olarak tanımlanmıştır. Zaman ve konum tanımlarından süt parçasının hızı ve boyu hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Bu ifadeler denklem olarak 4.1 ve 4.2 ve 4.3'de verilmiştir. Hız tanımı kullanılarak sütün hızı

$$v_{\text{süt}} = \frac{d_x}{d_t} \quad (4.1)$$

yazılabilir.

$$d_x = X_2 - X_1 \quad (4.2)$$

$$d_t = t_2 - t_1 \quad (4.3)$$

olarak alınmıştır. X_1 konum ($X_1=0$) ve t_1 süresi ($t_1 = 0$) referans olarak alınırsa t_1 ve t_2 süresi arasındaki süt parçasının boyu L ile ifade edilirse,

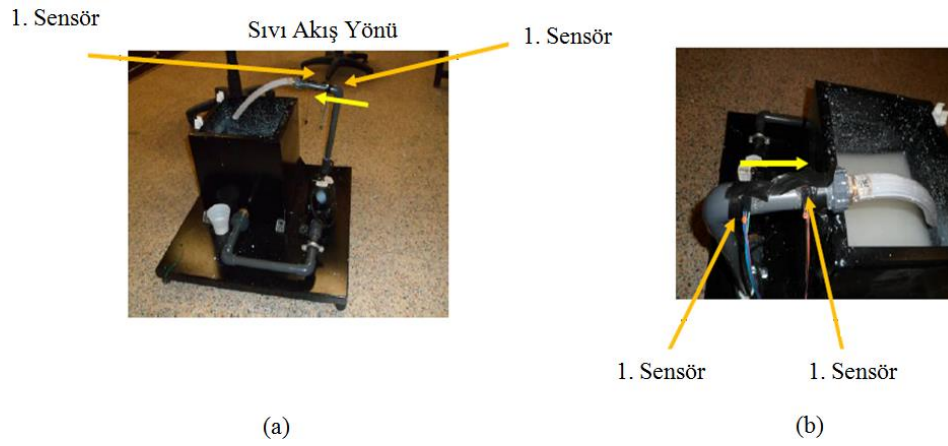
$$L = v \cdot t_2 \quad (4.4)$$

denklemini elde edilir.

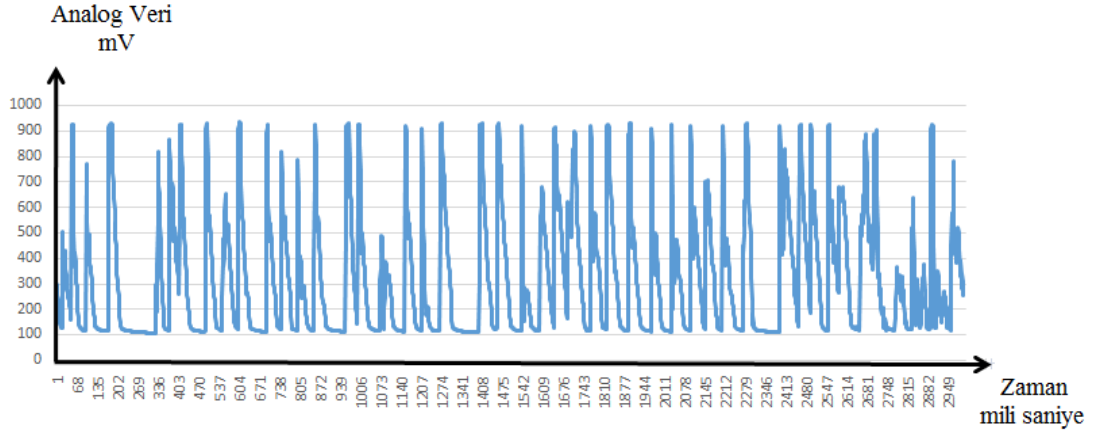
Yukarıdaki yaklaşımlar uygulanarak bant üzerindeki beyaz boyalı kısmın uzunluğu tespit edilmiştir. D.C. motora uygulanan gerilim değiştirilerek hız ayarı yapılmış ve değişik hızlarda da aynı değerlere ulaşılmıştır. Sütün boyutunun bulunması tek başına hacminin bulunması için yeterli değildir. Sütün geçtiği boru çapı bilindiği için, sütün yükseklik değeri bulunduğunda, sütün borudaki kapladığı (dikey kesit) yüzey alanı hesaplanabilmektedir. Yüzey alan ve uzunluk çarpıldığında hacim bilgisi elde edilmektedir.

4.3.1 Deney Düzenine Gerçek Akışta Uygulanması

Sıvının süresinin hesaplanabilirliği ve sensörlerin verdiği tepkiler ölçülmesi amacı ile deney düzeni kurulmuştur. Deneyde sıvı olarak, su içerisinde çözülmüş beyaz gıda boyası kullanılmıştır. Pompa lineer bir akış sistemi sağlamak ve sıvı sonsuz döngü olarak hareket etmektedir. Pompa aralıklı olarak çalıştırılmış ve sıvı da kesintiler meydana getirilerek sıvı hızı ve sıvı paketinin boyu hesaplanmıştır.



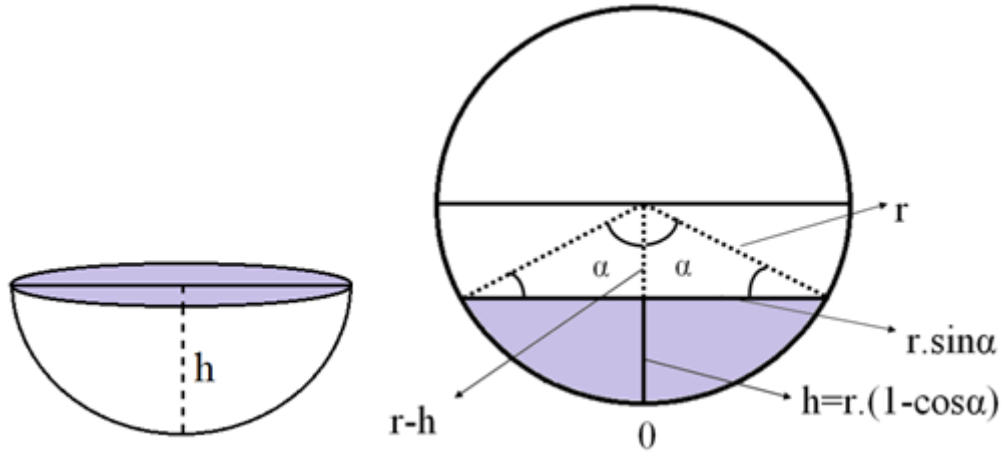
Şekil 4.4: Süt paketi uzunluk ölçüm çalışmaları a) Genel görünüm, b) Sensör Konumları.



Şekil 4.5: Sensörlerden alınan hız çıkış bilgisi.

4.4 Süt Paketinin Yüzey Alanının Hesaplanması

Bölüm 4.3'te süt paketinin hızı ve paket boyları ölçülmüştür. Bu aşamada, borudan geçen süt miktarının kesit alanını hesaplamak ve bu bilgiyi hız ve boy ile çarparak, toplam miktarı bulmak için çalışmalar yapılmıştır. Sensörler kullanılarak sıvı yüksekliğini ölçüp kesit alanını hesaplayabilmek için gerekli olan yaklaşım aşağıda açıklanmıştır.

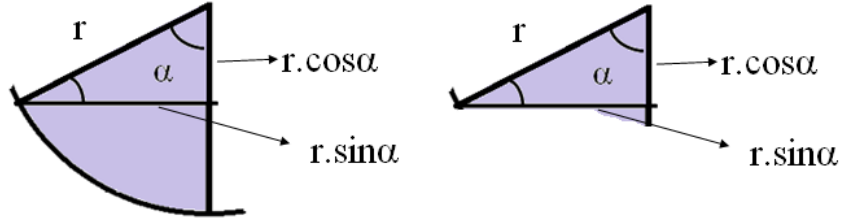


Şekil 4.6: Borudan geçen sütün yüksekliği.

$$\text{Tam dairenin alanı} \quad \pi \cdot r^2 \quad \alpha = 360^0 \quad 2\pi \quad (4.5)$$

$$\text{Yarım dairenin alanı} \quad \frac{\pi \cdot r^2}{2} \quad \alpha = 180^0 \quad \frac{2\pi}{2} \quad (4.6)$$

$$\text{Çeyrek dairenin alanı} \quad \frac{\pi \cdot r^2}{4} \quad \alpha = 90^0 \quad \frac{2\pi}{4} \quad (4.7)$$



Şekil 4.7: Çeyrek daire ve içinde kalan üçgenin alanı

α açısının gördüğü toplam alan)

$$\pi r^2 \cdot \frac{\alpha}{180} \text{ 'dir.} \quad (4.8)$$

Burada α derece cinsinden açıdır.

Taralı iki parçanın üçgen kısmının alanı

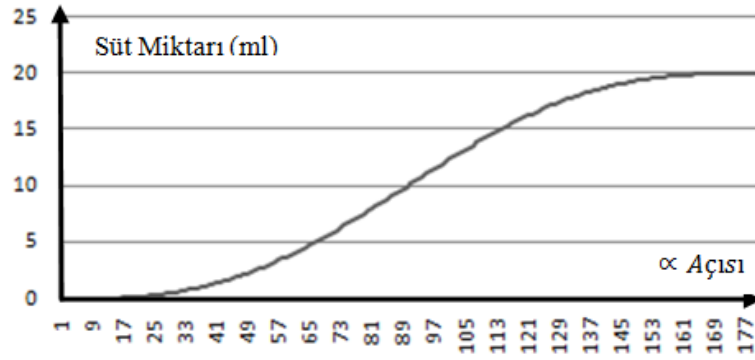
$$r^2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \text{ 'dır.} \quad (4.9)$$

Toplam alanı üçgenin alanından çıkarırsak, sütun yüksekliğine bağlı yüzey alanı A bulunmaktadır.

$$A = \pi r^2 - r^2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha = r^2 \left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180} - \sin\alpha \cdot \cos\alpha \right) \quad (4.10)$$

Kesit alan ve yükseklik formülü kullanılarak alfa'nın 0'dan 180 dereceye kadar aldığı değerler hesaplanmıştır. Bu değerler bize boru içindeki sütün tam boştan, tam doluya kesit alanı ile, yüksekliği arasındaki ilişkiyi vermektedir. Bu ilişkiler tablo olarak Ek A'da sunulmuştur. Grafikteki değerler, çapı 10 mm ve hacmi 20 ml olan boru için alınan değerlerdir.

Ek A'da verilen tablo da, α açısı dikey eksenı sıfır kabul edildiğinde, Şekil 4.6'daki boruya dolan sıvının 180^0 ye kadar olan (tam olarak dolduğunda) hacmin, alfa açısının $0^0 - 180^0$ arasındaki, h yüksekliği, alfa'nın radyan ve derece cinsinden değeri ve toplam alanın birbirleri ile olan bağlantısı gösterilmiştir. Tablodaki bu değerler birbirleri ile karşılaştırılırsa, Şekil 4.8'deki grafik elde edilir.



Şekil 4.8: Açıya göre hacim grafiği.

Işık şiddeti ile çift fazlı pulsatil akışın ölçülebilirliği gözlemlenmiş olup bu noktada çalışmalara devam edilmiştir. Işığın soğurulması ve buna oranla alıcı sensör üzerindeki analog değerlerin değişkenliğinin ölçülebilirliği, deneysel çalışmalarla doğrulanmıştır. Deneyle başarılı sonuçların alınması nedeniyle farklı türlerde ve ışık renklerinde çalışan optik sensörlerle çalışmalara devam edilmiş ve sensör sayılarının ve konumlarının ölçme üzerinde etkileri incelenmiştir.

Bundan sonraki bölümde ise farklı ebatlarda ve malzemelerden kalıplar üretilerek, kalıpların bu kablara yerleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Ölçüm değerlerinin kaydedilmesi için arayüz tasarımları ve gerekli yazılımlar bundan sonraki bölümlerde anlatılmıştır.

5. KULLANILAN MİKRO DENETLEYİCİLER ve ÖZELLİKLERİ

Deneyde temel olarak analog giriş özelliği olan, ve hızlı analog veri okuyabilen mikro denetleyiciler kullanılmıştır. İlk deneyler hazır yazılımları ve donanımları içinde barındıran Arduino mikro denetleyicisi ile yapılmıştır. Arduino mikro denetleyicisinden alınan veriler, bilgisayar yardımı ile okunabilirliği sağlanmıştır. Çalışmalardan olumlu sonuçlar alınması neticesinde, daha profesyonel olan PIC18F45550 mikro denetleyicisi ile deneyler yapılmıştır.

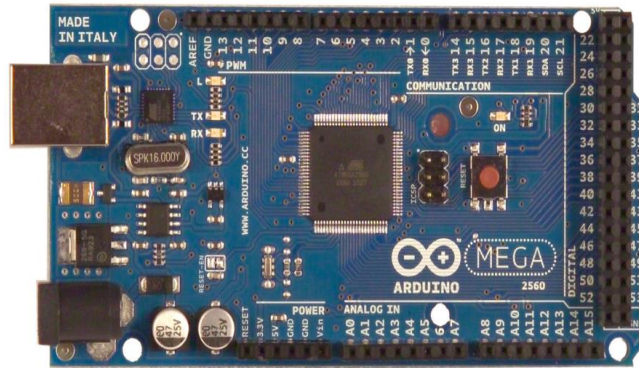
5.1 Arduino Mega

Arduino birçok işletim sistemlerinde çalışabilen, zengin bir kütüphaneye ve çalışma alanına sahip uygulama geliştirmek için tasarlanmış bir mikro denetleyicidir [43]. Arduino kullanımı, benzerlerine göre programların daha hızlı çalışması, hemen hemen bütün sensör çeşitlerine bağlanma imkanının olması ve maliyetinin düşük olması nedeni ile son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. [44].

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi, Arduino Mega, Atmega 2560 mikroişlemci tabanlı tümleşik bir sistemdir. 54 adet/giriş çıkış pini (I/O) vardır. 16 analog giriş-çıkışın'ın 14 tanesi PWM (Pulse With Modulation) olarak kullanılabilir. 4 adet seri portu ile birlikte kristal osilatörü, USB bağlantısı, adaptör girişi ICSP (In Circuits Serial Programming) çıkış ve bir reset butonu bulunmaktadır [45, 46]. USB veya harici bir adaptör ile beslenebilmektedir. Analog, digital haberleşme ve PWM pinleri Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Karta güç sağlayan pin $V_{in} +5$ değerindedir. GND ise topraktır. Karttan sabit +5 V çıkış almak için ise 5 V pini kullanılır. Mikro denetleyicinin teknik özellikleri Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1: Arduino mega teknik özellikleri.

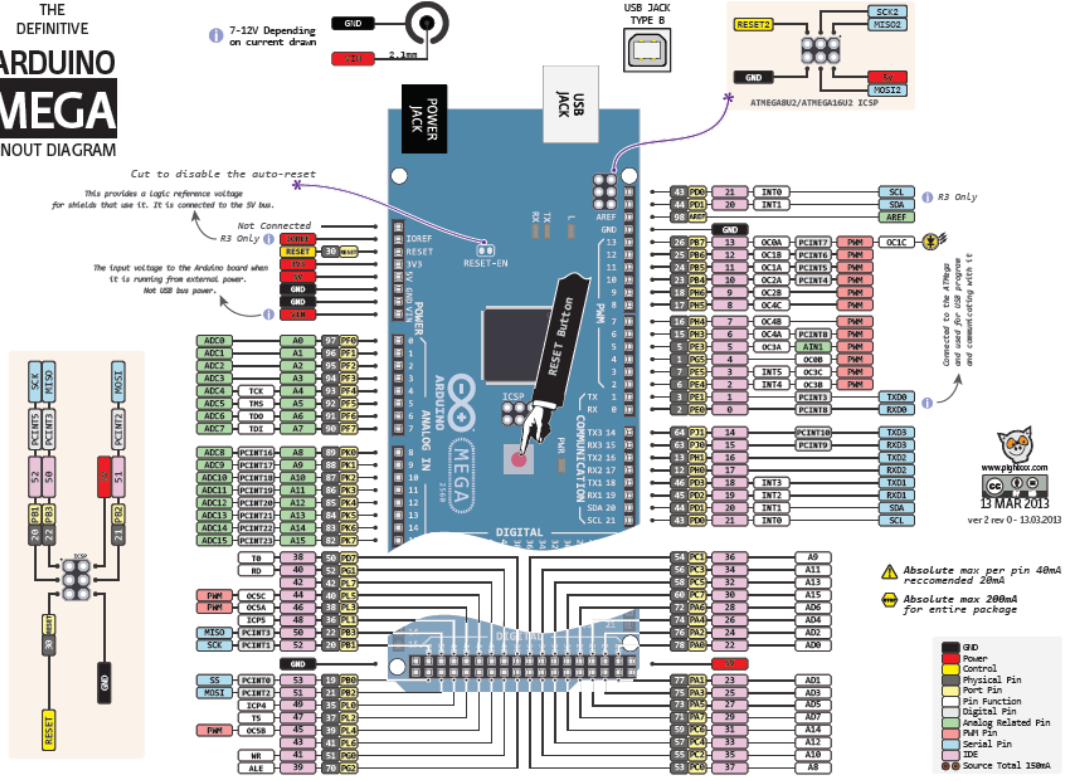
Mikro Denetleyici	Atmega 2560
Çalışma Gerilimi	5 V
Besleme Gerilimi (Önerilen)	7-12V
Besleme Gerilimi (Limit)	6-20V
Sayısal I/O Pinleri	54 (14 ü PWM çıkışı)
Analog Giriş Pinleri	16
I/O Pinlerinin Akımı	40 mA
3.3 V pini Akımı	50 mA
Flash Bellek	256 KB (8kb'ını bootloader kullanır)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Frekansı	16 MHZ



Şekil 5.1: Deneyde kullanılan arduino mega.

Arduino Mega'nın 16 tane analog girişinden her biri 10 bitlik çözünürlük sağlayan ADC ye sahiptir. AREF pini Analog girişler için referans sağlar RESET pini Mikro denetleyiciyi resetlemek için kullanılır [43].

THE
DEFINITIVE
**ARDUINO
MEGA**
PINOUT DIAGRAM



Şekil 5.2: Arduinio mega blok diyagramı.

Arduino prototip mikro kontrolörlerin çıkışları transistör veya roleler ile güçlendirilerek farklı tipte kontrol yapıları oluşturulabilmektedir [47]. Aynı zamanda analog girişleri ile değişik ortamlardaki sıcaklık, nem, hız gibi verilerin takibi yapılabilmekte ve kayıt altına alınabilmektedir [48]. Arduino ile yapılan deneyimizde bir adet analog giriş kullanılmış ve foto transistör üzerine düşen analog sinyal, bilgisayarın ekranından çıkış olarak gösterilmiştir. Değerler EXCEL tablosuna otomatik olarak atılmış ve analog veriler ölçülerek mililitre karşılılığı belirlenmiştir.

5.2 PIC 16F4550

Microchip Technology firması tarafından üretilmiştir. Çevresel Arabirim Denetleyicisi olarak adlandırılmaktadır. Programlanabilen arabirim kontrolörü olarak görev yapmaktadır. PIC' ler ilk olarak 1994 yılında 16 ve 32 bitlik büyük işlemcilerin giriş ve çıkışlarındaki yükü azaltmak ve denetlemek amacıyla hızlı ve bir çözüme ihtiyaç duyulduğu için geliştirilmiştir [49]. PIC'lerin diğer mikro denetleyicilere göre

bazı avantajları vardır. Bu avantajlar, kod verimliliği, güvenilirlik, komut seti, statik işlem, yazılım gibi teknik avantajlarının yanı sıra, kolay bulunabilmeleri, ucuz olmaları, geniş bir kullanıcı kitlesinin bulunması ve bol miktarda uygulama paylaşımlarının olması diğer avantajları olarak sıralanabilir [49].

Deneyde kullanılan PIC18F4550, PIC ailesinin en gelişmiş üyelerinden biridir. PIC18F ailesi hız ve performans açısından oldukça başarılıdır. 18F4550 ise 18F ailesi içinde kullanılan en hızlı denetleyicidir. Endüstriyel uygulamalar, medikal uygulamalar, otomotiv uygulamaları, tüketici elektroniği gibi bir çok uygulamada, başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

PIC18F4550 mikro denetleyicisinin bazı özelliklerini sıralanacak olursa, USB 2,0 versiyonu ile uyumlu, düşük hız ve tam hız desteği, kontrol, kesme, eş zamanlı ve yığın tipi veri transferleri, USB için çift erişimli 1Kbayt'lık RAM gibi birçok özelliğe sahiptir [50].

5.2.1 PIC 18F4550 Giriş/Çıkış Portları ve Özellikleri

PIC18F4550, 5 adet giriş/çıkış portuna sahiptir. Bacaklar giriş ve çıkış portu olarak kullanılabilir. A, B, C, D, E portu olmak üzere 5 adet port bloğu bulunmaktadır. Port A, 8 bitlik kapasitede, hem giriş hem de çıkış özelliğine sahip iki-yönlü bir porttur. Portun giriş çıkış olacağı TRIS A kaydedicisi tarafından belirlenir. TRISA 1 olursa giriş, TRISA 0 olursa çıkış olarak A portlarını ayarlamaktadır. Yeni veri gönderilene kadar eski veriler PORT A'da tutulmaktadır. A portunun 4. bacağı Timer 0 girişi olarak kullanılabilir. A portunun 4. bacağı aynı zamanda USB modülü olarak ta kullanılabilir. A portunun 6. bacağı ana osilatör girişi olarak ta kullanılmaktadır. A portunun 0,1,2,3 ve 5. bacakları analog/dijital çevirici olarak ta kullanılabilir. Mikro denetleyicinin genel görünüşü ve bacak bağlantıları Ek G'de gösterilmiştir [50].

Port B, 8 bitlik kapasiteye, hem giriş hem de çıkış özelliğine sahip bir porttur. TRISB kaydedicisi 1 olursa giriş, TRISB kaydedicisi 0 olursa çıkış olarak belirlenir.

Port B'nin bacaklarından dördü (4, 5, 6 ve 7 bacaklar) giriş olarak seçildiklerinde kesme ve değiştirme özelliklerine sahip olurlar. 2. ve 3. bacakları harici USB vericileri için de kullanılabilir. 4. bacağı aynı zamanda Paralel Port için yonga seçim fonksiyonu (CSSPP) olarak kullanılabilir [50].

Port C 8 bit kapasiteye sahiptir. Hem giriş hemde çıkış olarak kullanılabilir. Port C'nin giriş olarak kullanılabilmesi için, TRISC1 fonksiyonu aktif olmalıdır. Port C'nin çıkış olarak kullanılabilmesi için TRISC0 fonksiyonu aktif olmaktadır. Port C' nin 4. ve 5. bacakları USB modül olarak ta kullanılabilir. 4 ve 5. bacaklar diğer C portları gibi TRISC bitleriyle durum değiştirmezler. Dijital portlar gibi sadece dijital giriş olarak kullanılırlar. Harici bir USB alıcı-verici kullanılmışsa, 4. ve 5. bacaklar her zaman giriş olarak işlev görürler [50].

Port D, 8 bit kapasiteye sahiptir. İki yönlü bir porttur. TRISD kaydedicisi hangi bitin giriş ve çıkış olacağını belirler. Her bacak giriş ve çıkış olarak ayrı ayrı yapılandırılabilir. Giriş tamponları TTL dir [50].

Port E, 4 bit kapasiteye sahiptir. 0,1 ve 2. bacaklar ayrı ayrı giriş ve çıkış olarak yapılandırılabilir. Bu üç bacak analog giriş olarak seçildiklerinde '0' ları okuyabilmektedir. TRISE bitlerin giriş ve çıkış olacaklarını belirlemektedir. TRISE aynı zamanda bacakları analog girişler olarak kullanıldıklarında yönlerini kontrol eder. Port E nin 3. bacağı sadece giriş bacağıdır. Bu bacağın işlevi MCLRE kontrol biti tarafından ayarlanabilir. MCLRE 0 olursa bu bacak dijital giriş olur ve TRIS veya LAT kaydedicilerinin bitlerine sahip olmaz. MCLRE=1 seçildiğinde ise görevi cihazın Master Clear (Ana Temizleme) girişi olur. E portunun 3. bacağı aynı zamanda programlama esnasında programlama voltaj giriş olarak görev yapar [50].

Her port kendi içinde üç ayrı kaydedici barındırmaktadır. Port Kaydedici denetleyicinin bacaklarındaki seviyeleri okur, TRIS kaydedici veri yönünü (giriş veya çıkış), LAT kaydedicisi (çıkış mandalı). Giriş ve çıkış portlarının tipleri analog, digital, TTL veya Schmitt Trigger (ST) yapıda olabilmektedir. Transistör transistör lojik(TTL) ile Schmitt Triger yapı arasındaki farklar, ST yapılı uçlarda 0-1 ve 1-0 geçiş süreleri daha kısadır. Bu nedenle yüksek frekanslı kullanımlara uygundur. ST yapılı uçlarda 0-1' i belirleyen gerilim aralıkları birbirinden uzaktır. 0-1 volt

arasındaki gerilimler "0", 4 ve 5,5 Volt arasındaki gerilimler "1" olarak algılanır. TTL yapılı uçlarda '0' dan '1' e veya '1' den '0' a geçiş süresi daha uzundur ve 0 ve 1 i belirleyen aralıklar daha yakındır. 0-2 Volt "0" olarak algılanırken, 2 ve 5,5 Volt arasındaki gerilimler "1" olarak algılanmaktadır [50, 51].

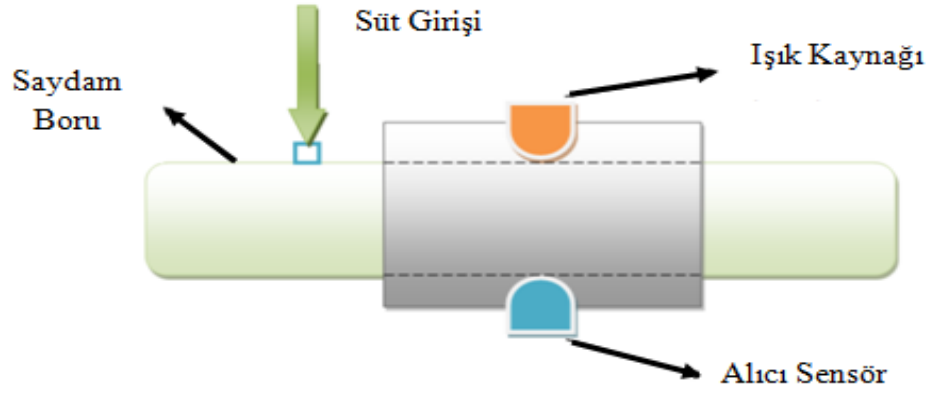
5.2.2 Osilatör Tipleri

PIC18F4550 on iki farklı osilatör modunda çalıştırılabilir. FOSC3:FOSC0 konfigürasyon bitleri ayarlanarak bu on iki osilatör tipinden biri seçilebilir [49]. PIC18F4550'de bir çok farklı resetleme yöntemi vardır. Resetleme işleminde en çok kullanılanlar MCLR ile sıfırlama ve POR (Enerji verildiğinde sıfırlama) dır. Diğer bilinen bütün sıfırlama işlemleri bu iki resetleme işlemlerinden türetilmiştir [49].

5.3 Arduinio Mega ve PIC 18F4550 İle Yapılan Deneysel Çalışmalar

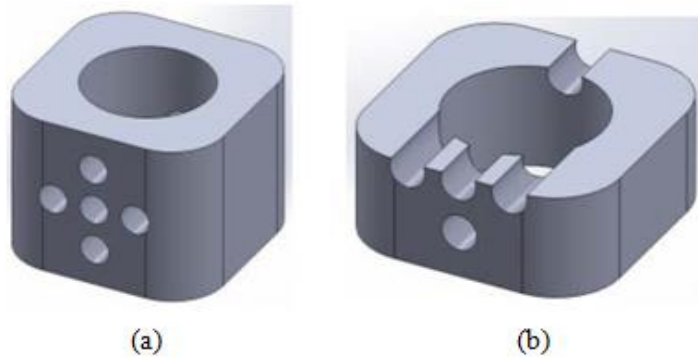
Sütün hızının ve yüksekliğinin hesaplanabilmesi Bölüm 4'te yapılan çalışmalar ile elde edilmiş ve miktar hakkında bilgi toplanabilmiştir. Fakat sağımın hızlı olması ve miktar hesabında fazlaca işlem yapılması mikro denetleyicinin iş yükünü arttıracığı için daha pratik çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Miktarın direk bulunabilmesi için, tıp alanında kan akışı ölçümlerinde kullanılan ve kanın yoğunluğuna göre bir analog sinyal veren parmaktan nabız ölçer pulse oksimetre lerin çalışma prensiplerinden yararlanılmıştır. Sistemin çalışmasındaki ana prensip, alıcı sensöre düşen ışığın kan ile soğrulması prensibine dayanmaktadır [52]. Deneysel düzeneği, saydam boru etrafına yerleştirilmiş ışık kaynağı ve ışık şiddetinden etkilenen bir sensörden oluşmaktadır. Prototip ölçü aletinin boru giriş ve çıkışları tamamen kapatılmış ve saydam borunun üst kısmına açılan süt girişinden mikro litreler ile belirlenen hacimde süt aktararak ışığın soğrulması oranında fototransistör üzerine düşen analog veri değerleri alınmış ve alıcı sensör üzerene düşen analog değer değişmiştir. Aktarılan süt miktarı ile alıcı sensör arasında oluşturulacak formül mikro denetleyiciye aktararak miktar ve analog veri arasında bir ilişki kurulmuştur. Sensörlerden alınan veriler EXCEL programına aktararak. Bu değerler kullanılarak Tablo 5.2'deki ADC sütunu oluşturulmuştur.

Işığın soğurulması ve süt miktarının ölçümü için hazırlanan sistemin yapısı Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3: Işığın soğurulması ve miktar ölçümü.

Süt miktarının ölçülmesinde kullanılacak olan ve LED' lerin üzerine monte edildiği kalıplar Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4: Miktar ölçümü için yapılan deney düzeneğinin kalıp çizimleri a)Işık kaynağı yuvaları, b)Kesit görünüm.

Ölçülen değerler, ölçüm miktarına göre x-y düzleminde grafiksel olarak Şekil 5.5'de sunulmuştur. Bu grafikten sensör yanıtının borunun fiziksel şeklinden dolayı, logaritmik olduğu görülmüştür. Analog değer ve ölçülen mili litre değerlerinin birbirleri ile bağımlı olduğu gözlenmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında Regresyon analizi yapılarak temel bir formül oluşturulmuştur.

Regresyon analizi, iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan analiz metodudur. Eğer tek bir değişken kullanılarak analiz yapılıyorsa buna tek değişkenli regresyon, birden çok değişken kullanılıyorsa çok değişkenli regresyon analizi denir [53].

Örneğin, bir ziraatçı buğday verimi ve gübre miktarı arasındaki ilişkiyi, bir mühendis, basınç ve sıcaklık, bir ekonomist gelir düzeyi ve tüketim harcamaları, bir eğitimci öğrencilerin devamsızlık gösterdiği gün sayıları ve başarı dereceleri arasındaki ilişkiyi Regresyon analizi yaparak görebilir. Regresyon, iki (ya da daha çok) değişken arasındaki doğrusal ilişkinin fonksiyonel şeklini, biri bağımlı diğeri bağımsız değişken olarak bir doğru denklemi olarak göstermekle kalmaz, değişkenlerden birinin değeri bilindiğinde diğeri hakkında kestirim yapılmasını sağlar. Genellikle bu iki (veya çok) değişkenlerin hepsinin niceliksel ölçekli olması zorunluluğu vardır [54].

Regresyonda, değişkenlerden biri bağımlı diğerleri bağımsız değişken olmalıdır. Eşitliğin solunda yer alan değişken sağında yer alan değişkenlerden etkilenmektedir. Sağda yer alan değişkenlerse diğer değişkenlerden etkilenmemektedir. Burada etkilenmemek matematiksel anlamda bu değişkenleri bir doğrusal denkleme koyduğumuzda etki yapması anlamındadır.

Deneyde bağımlı ve bağımsız değişkenlerden elde edilen veriler ile regresyon analizi yapılarak, denklem 5.1 elde edilmiştir. Bu denklemde bağımlı değişken olan y bağımsız değişken olan x 'tir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında logaritmik bir fonksiyon ortaya çıkmıştır. Sistem yanıtı tabloya girilerek verilerin yakınlığı karşılaştırılmış ve sensör çalışma eğrisi için aşağıdaki fonksiyon elde edilmiştir. Tablo 5.2'den alınan veriler Excel'e aktarılarak otomatik regresyon analizi yaptırılarak denklem 5.1 elde edilmiş ve doğruluk oranı denklem 5.2'de %98,04 olarak bulunmuştur.

$$y = 67,696 \ln(x) + 809,95 \quad (5.1)$$

$$R^2 = 0,9804 \quad (5.2)$$

Deney düzeneğine mikro litreler yardımı ile eklenen süt, sensöre (foto transistör) düşen ışık miktarını soğurmuş ve foto transistör üzerine düşen analog değeri değiştirmiştir. Eklenen miktar ve foto transistör üzerine düşen gerilim değeri Tablo 5.2 ve Şekil 5.5'de gösterilmiştir.

Denklem (5.3) ve denklem (5.4) 'de bağımlı değişkenler ve bağımsız değişkenler verilmiştir.

$$y = \beta_0 \ln(x) + \beta_1 \quad (5.3)$$

Denklem 5.3'de x değeri çekilirse

$$x = e^{\frac{y - \beta_1}{\beta_0}} \quad (5.4)$$

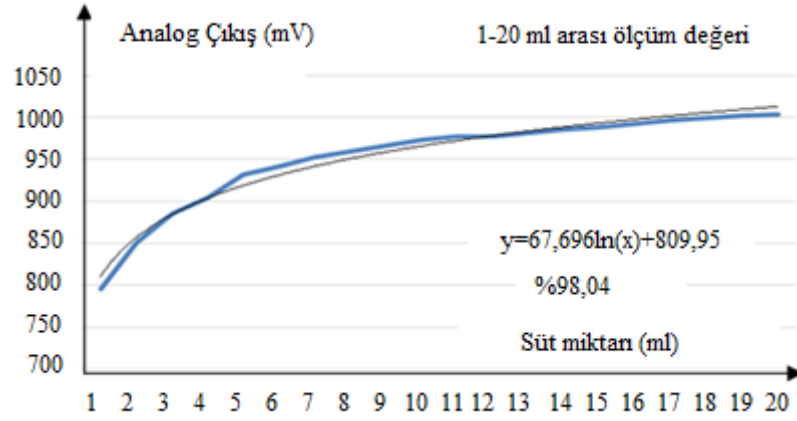
Tablo 5.2'deki değerler grafik olarak Şekil 5.5'de gösterilmiştir. Açık renkli olan çizgi regresyon analizi yapılarak elde edilen formül referans alınarak elde edilmiştir. Aynı eksen üzerinde bulunan koyu renkli Tablo 5.2'deki değerler grafiğe dökülerek elde edilmiştir. İki şekilde üst üste çakıştırılmış ve elde edilen denklem ve Tablo 5.2'den elde edilen verilerin %98,04 güvenilirlikte olduğu görülmüştür.

Tablo 5.2: Eklenen süt miktarı ve sensör çıkış değerleri.

Miktar (ml)	Ölçülen ADC	Sistem Yanıtı
0	104	-
1	795	795,7
2	850	849,6
3	885	884,1
4	905	908,1
5	932	925,8
6	941	939,3
7	952	950,0
8	960	958,7
9	967	965,9
10	973	971,9
11	978	977,1
12	977	981,6
13	982	985,4

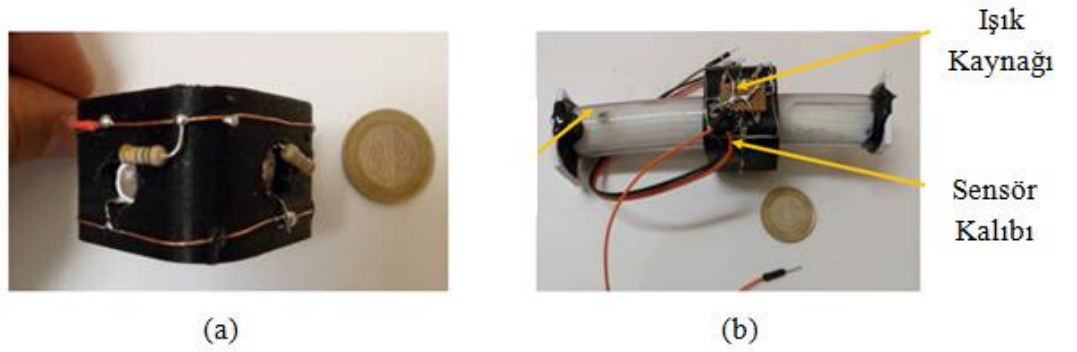
Tablo 5.2: (devam)

14	985	988,8
15	989	991,8
16	993	994,5
17	996	997,0
18	999	999,13
19	1002	1001,1
20	1004	1002,9



Şekil 5.5: Deney tüpü içerisine eklenen süt miktarı ve sensör çıkış eğrisi.

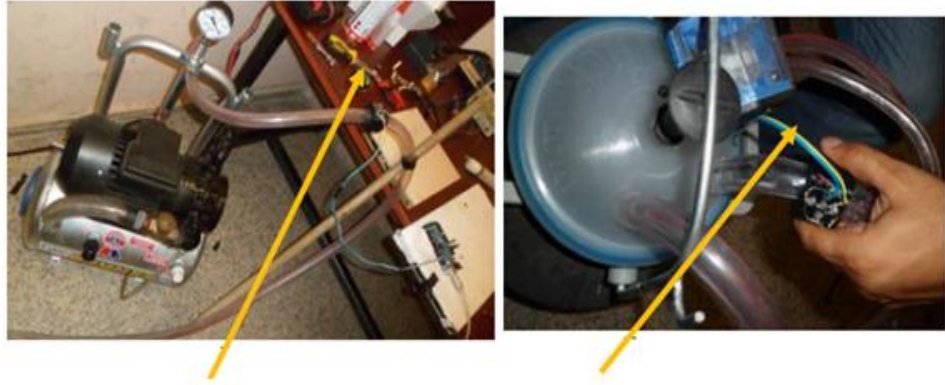
Analog verilerin karşılaştırılması için hazırlanan sensör kalıpları ve deney düzeneği Şekil 5.6’da verilmiştir.



Şekil 5.6: Analog verinin karşılaştırılması, deney düzeneği a)Sensör kalıbı, b)Saydam boru.

5.4 Yoğunluk Sensörü İle Gerçek Zamanlı Süt Ölçümü

Tasarlanan ölçü aleti, tekli süt sağım makinası üzerine yerleştirilerek mikro denetleyici ile bağlantıları yapıldıktan sonra, sensörden alınan verilerin belirlenen bir zaman aralıklarında EXCEL'e aktarılması için, mikro denetleyiciye bu işlevi yapan program yüklenmiştir. 10 ms ve 100 ms örnekleme beşer dakikalık kayıtlar sonucunda süt akış simülasyonu Şekil 5.8'deki gibi elde edilmiştir. Sistemdeki yazılım ve donanım değiştirilmeden, gerçek sağım ortamında da deneyerek verilerdeki uyum incelenmiştir. Tekli bir sağım makinesi gerçek bir sağım hayvanına bağlanmış ve elde edilen değerler mili litrelik ölçüm yapan kaplarla karşılaştırılmıştır. Tekli süt sağım makinasına yerleştirilen sensör, sensör kalıbı Şekil 5.6 ve Şekil 5.7'de görülmektedir.

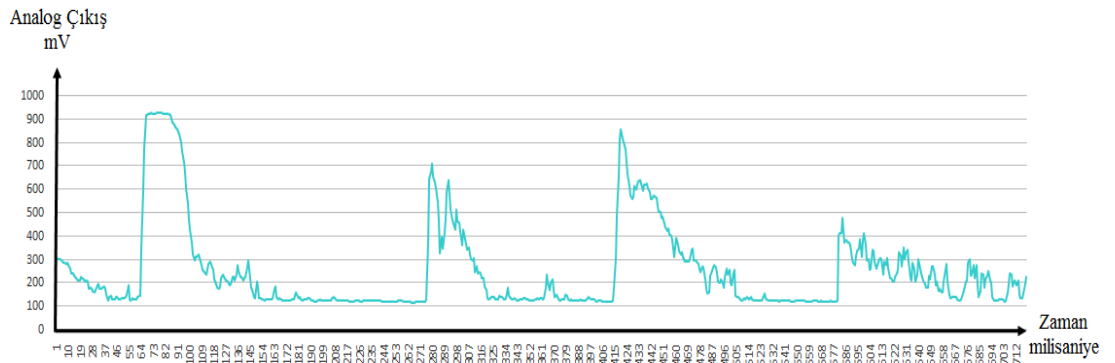


Tekli Sağım Sistemine Yerleştirilen Sensör Kalıbı

(a)

(b)

Şekil 5.7: Sensörün tekli sağım makinesine bağlanması a)Tekli sağım sistemi genel görünüm, b)Tekli sağım sistemine sensörün montajı.

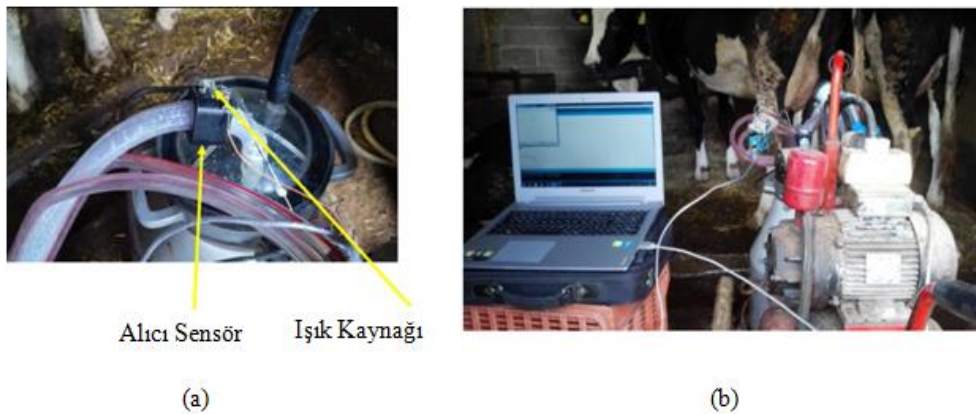


Şekil 5.8: Sensör verilerinden elde edilen sütün sağım simülasyon eğrisi.

Tekli sađım sistemine bađlanan sensörden 10 ms'de veri alınmıř ve bu veriler kaydedilmiřtir. Sütun borudan geđerken oluřturduđu yođunluđa göre analog veride artıř ve azalmalar olmaktadır. Tekli sađım makinesinden sađılan sütler boru iđerisinde nabız hareketi yaparak ve hava ve sıvı aynı anda geđtiđi iđerin verilerde ani dūřuř ve ani yükselmeler olmaktadır. řekil 5.8'de deđerler grafik olarak gösterilmiřtir. Grafikte yükselen tepe deđerleri sütun boru iđerisinden çok yođun geđtiđi zamandaki analog deđerini göstermekte, dūřuk deđerler sütun borudan geđmediđi veya çok dūřuk yođunlukta geđtiđi zamandaki analog deđerlerini göstermektedir.

5.5 Yoğunluk Sensörünün Gerçek Ortamda Denenmesi

Sağım simülasyonlarında yapılan denemelerde (yapay memelikler) alınan yaklaşık sonuçların gerçek bir sağımda yapılması ve deney sonuçlarının değerlendirilmesi için, Manisa İli, Kırkağaç ilçesi Yağmurlu Köyü'nde 10 gün sağım yapılarak ölçme denemeleri gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan devre ve ölçülen süt miktarı hassas mekanik ölçü aletleri ile karşılaştırılmış, sonuçların birbirine yakın olduğu, küçük ölçüm hataları olsa bile tutarsızlıkların olmadığı gözlenmiştir. Sağım hayvanı ile yapılan deneyler ve kullanılan sistem şekil 5.9'da resimlerde gösterilmiştir.

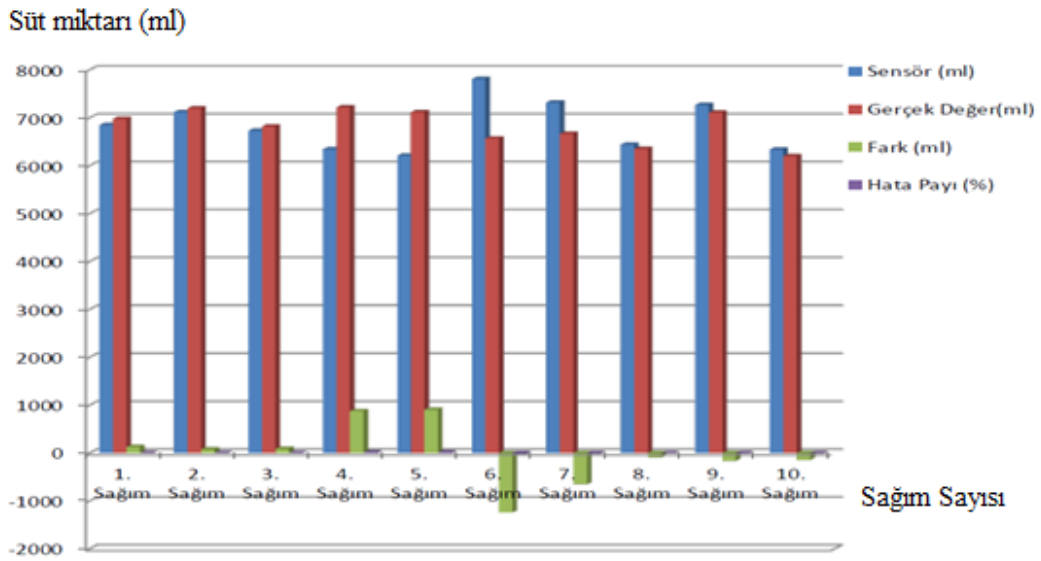


şekil 5.9: Gerçek bir sağım hayvanında yapılan test a)Tekli sağım makinesi ve sensör, b)Deney düzeneği ve deney ortamı.

Gerçek sağım da sütün ilk anda daha yoğun ve kesintisiz geğtiği, sağım sonlarına doğru yoğunlukta azalma ve kesintide artış olduğu gözlemlenmiştir. Sağım esnasında, sensörde oluşan analog veriler Arduino mikro denetleyici kullanılarak işlenmiş ve USB bağlantısı ile, veriler anlık olarak bilgisayara aktarılmıştır. Sağım bittikten sonra toplanan sütünler, mili litrelik kaplarla hassas olarak ölçölmüştür. Ölçölen değerler bilgisayarda kaydedilen değerler ile karşılaştırılarak Tablo 5.3 ve şekil 5.10'daki grafik elde edilmiştir.

Tablo 5.3: Yoğunluk sensörü ile mili litre değerlerinin karşılaştırılması.

	Sensör Değer (ml)	Gerçek Değer (ml)	Fark (ml)	Hata Payı (%)
1. Sağım	6850,4	6980	129,6	1,85
2. Sağım	7120,3	7200	79,7	1,10
3. Sağım	6732,9	6820	87,1	1,27
4. Sağım	6342,7	7220	877,3	12,15
5. Sağım	6211,4	7120	908,6	12,76
6. Sağım	7810,4	6570	-1240,4	-18,87
7. Sağım	7320,6	6667	-653,6	-9,80
8. Sağım	6440,8	6350	-90,8	-1,42
9. Sağım	7270,4	7110	-160,4	-2,25
10. Sağım	6341,8	6200	-141,8	-2,28



şekil 5.10: Ölçü aleti ve gerçek miktar değerlerinin karşılaştırılması.

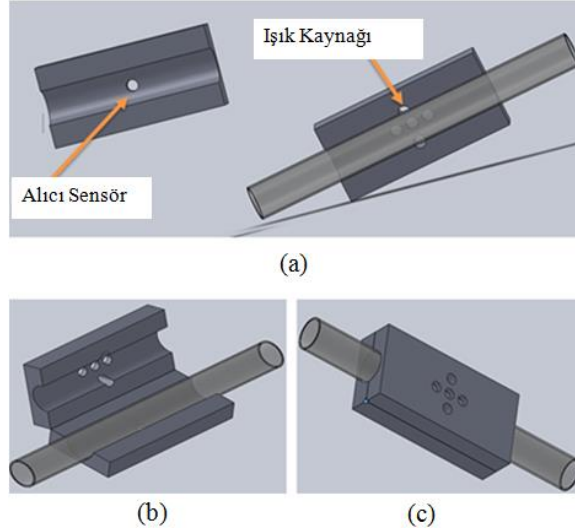
Şekil 5.10'da 4. ve 5. günlerde yapılan sağımlardaki sapmanın nedeni, foto transistörün ışık kaynaklarından birinin arızalanmış olmasıdır. Ledlerden birinin arızalanması, ortamdaki ışık şiddetini azaltarak sağıım değerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur. 6. gün ve 7. günlerdeki sağıımda, arızalanan led diyot değiştirilerek, bağlantı noktaları silikonla kaplanmıştır, fakat ışık şiddeti ilk tasarım anındaki ışık şiddetinden fazla olduğu için değerler ters yönde sapma göstererek sağıılan sütlerin değerlerinin düşük çıkmasına neden olmuştur.

Şekil 5.10'daki grafikten anlaşılacağı üzere ışık şiddetinin, kalibrasyonunun önemi, bu deneyle tespit edilmiş oldu. 8. gün, 9. gün ve 10. günlerdeki sağıımlarda, ışık şiddeti sabitlenmiş ve ölçülen değerlerdeki hata oranları düşmüştür. Işık şiddetinin kalibrasyonu, sağıım esnasındaki ölçümün sağlıklı yapılması için gereklidir. Ölçü aletinin geliştirilmesi aşamasında, mutlaka ışık şiddetinin sabit tutulması ve bir kalibre düzeneğinin eklenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda bir sonraki aşamada tasarlanacak olan prototip ölçü aletinin üzerine bilgisayardan bağımsız çalışması için gösterge, gömülü devre, pil, bilgisayara veri atacak kablo veya kablosuz düzenek ve mekanik tasarımın daha ergonomik hale getirilmesi çalışmaları yapılmış ve yapım aşamaları bölüm 5.6'da anlatılmıştır. Sensörden alınan analog veriyi işleyen Arduinio Mikro denetleyici için yazılan program EK B verilmiştir.

5.6 Yoğunluk Sensörünün Laboratuvar ve Saha Denemeleri

Bölüm 5.4 de prototip olarak tasarlanan ölçü aleti ile yapılan ölçümlerde foto transistörlerden alınan, analog veriler bilgisayar tarafından yorumlanıp ekrana aktarılmaktadır. Mikro denetleyici olarak Arduinio hazır deney kitleri kullanılmış ve ölçüm prensibinin yakalanması ve ölçü aletinden alınan verilerin istenen aralıklarda olması ile birlikte ölçü aletinin, bilgisayardan bağımsız çalışan yeni bir tasarımının geliştirilmesi aşamasına geçilmiştir. Işık kaynağı olarak 5 adet görünür ışık sağlayan led diyot kullanılmıştır. Bölüm 5.4' deki temel prensibe dayanılarak geliştirilen ölçü aletinde saydam borudan geçen sütün, led diyottaki ışığın geçirgenliğini azaltarak foto transistörün üzerine düşen ışık şiddetini soğurması ile farklı değerlerde analog

veri çıkışı elde edilmiştir. Tasarlanan ölçü aleti için geliştirilen kalıplar Şekil 5.11'de sunulmuştur.



Şekil 5.11: Tasarlanan ölçü aleti için geliştirilen kalıp çizimleri
a)Sistemi oluşturan parçalar, b)Sistemin sökülebilir ligi, c)Sistemin montajı.

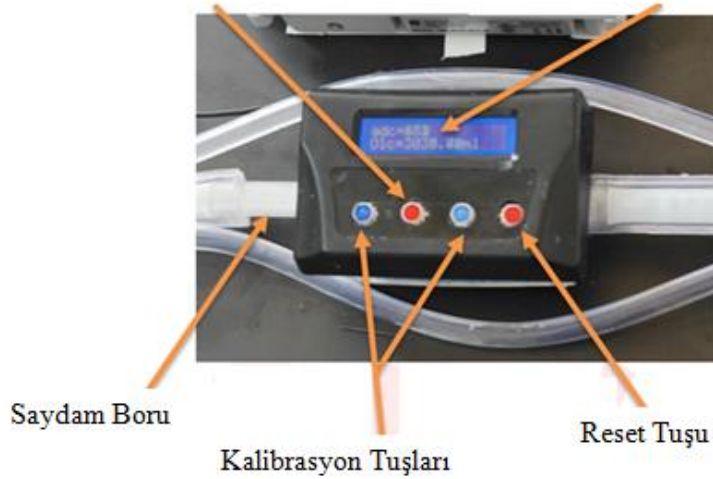
Önceki çalışmalarda, Arduino mikro denetleyicisi tarafından alınan analog veriler, bilgisayar dan bağımsız okunamamakta idi. Yapılan değişiklikte, PIC mikro denetleyici kullanılarak, verilerin ölçü aletinin ekranına ml cinsinden yazılması sağlanmıştır. Geliştirilen PIC programı Ek C'de, tasarımı yapılan ölçü aletinin devre şeması ise Ek D'de verilmiştir. Yapılan ölçü aleti laboratuvar ortamında test edilmiştir. Tekli sağım makinesi ve yapay memeliklerde, alınan değerlerin istenilen aralıklarda çıkması sonucu, ölçü aleti gerçek bir sağım ortamında denenerek doğruluk testleri yapılmıştır. Tasarlanan ölçü aleti Şekil 5.12'de gösterilmiştir.



Şekil 5.12: Ölçü Aletinin laboratuvar ortamında yapılan miktar ölçüm testleri.

Miktar Sıfırlama Tuşu

Çarpan Değeri ve Ölçülen ml Değeri



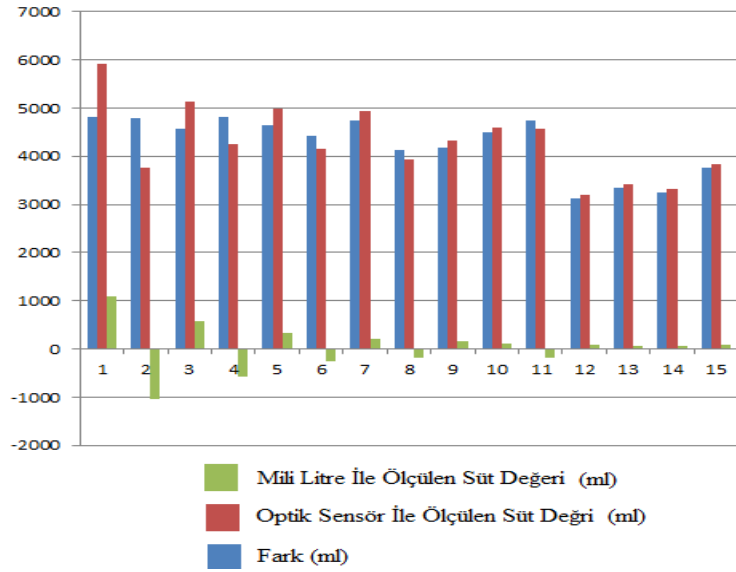
Şekil 5.13: Ölçü aletinin sağım sistemine takılması ve fonksiyon tuşları.

Tekli sağım makinesinde yapılan her testte, ölçü aletinden alınan veriler, başka bir ölçü aleti (ml hassasiyetinde) ile karşılaştırılmış ve sonuçları Tablo 5.4'te ve Şekil 5.14'te gösterilmiştir. Çarpan değeri foto transistörden alınan analog değeri mili litreye dönüştürürken kullanılmaktadır. Ölçü aletini kalibre etmek amacı ile kullanıcı yazılıma girmeden tuş takımları üzerinden ölçü aletinin değerlerini kalibre edebilmektedir. Çarpan değeri 3 haneli girilebilmektedir. Ölçülen değerlere bakıldığında bu değerın sistem hassasiyetini arttırmak için dört haneli yapılması

gerekmektedir. Bu deneyde %2,5 civarında ölçme hassasiyetine erişilebilmiştir. Ölçü aleti hassasiyetinin arttırılabilmesi için PIC yazılımında kullanılan formülün tekrar revize edilip çarpan değerinin, 4 veya 5 haneli olarak değiştirilmesi gerektiği gözlenmiştir.

Tablo 5.4: Ölçü aletinin tekli sağım makinasında yapılan test sonuçları.

Gerçek Süt Değeri (ml)	Optik Sensör ile Ölçülen Süt Değeri (ml)	Fark(ml)	Yüzdellik Fark(%)
4820	5912,4	1092,4	22,66390041
4780	3750,3	-1029,7	-21,541841
4560	5135,2	575,2	12,61403509
4820	4250,3	-569,7	-11,81950207
4650	4975,8	325,8	7,006451613
4420	4152,7	-267,3	-6,047511312
4750	4948,7	198,7	4,183157895
4120	3926,8	-193,2	-4,689320388
4180	4332,5	152,5	3,648325359
4490	4599,9	109,9	2,44766147
4750	4565,2	-184,8	-3,890526316
3120	3195,3	75,3	2,413461538
3350	3420,8	70,8	2,113432836
3240	3314,3	74,3	2,293209877
3760	3840,8	80,8	2,14893617



Şekil 5.14: Ölçüm değerleri ve gerçek değerler arasındaki fark.

5.6.1 Tasarlanan Ölçü Aletinin Sağım Hayvanında Denenmesi

Günlük bir adet sağım yapılmış ve sağımlar 20 gün tekrarlanmıştır. Elde edilen sütler, hassas mililitrelik kaplar ile karşılaştırılmıştır. Ölçü aletinin kalibre değerleri tekli sağım makinasında yapılan testler sonucu belirlendiği için ilk sağımlarda çok fazla fark çıkmamıştır. İlk üç günlük sağımda küçük de olsa, ölçü aleti hafif sapmalar göstermiş ve bu değer sonraki günlerde ölçü aleti kalibre edilerek daha da düşürülmüştür. Son 17 gün bu kalibre değerleri ölçü aletinin stabil çalışıp çalışmadığını değerlendirme adına değiştirilmemiştir. Ölçü aletinin gerçek bir sağım ortamında yapılan test işlemi Şekil 5.15’de gösterilmiştir.



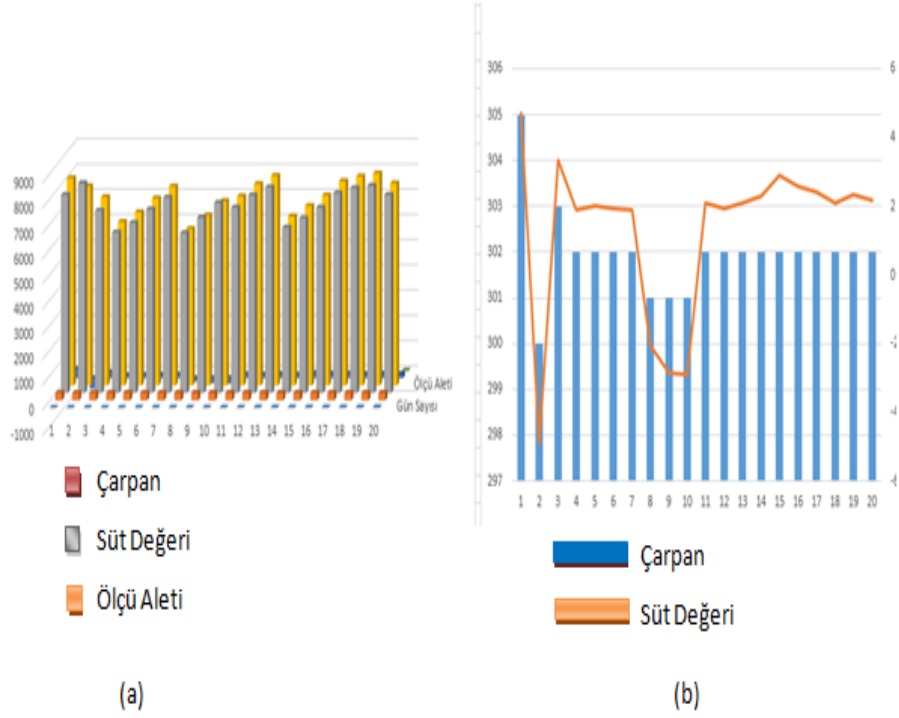
Şekil 5.15: Ölçü aletinin gerçek bir sağım hayvanında test edilmesi.

Gerçek sağım ortamında 20 gün boyunca yapılan sağım sonuçları Tablo 5.5’de sunulmuştur. En büyük farkların ilk sağımlarda meydana geldiği gözlemlenmiştir. Tabloda, çarpan değerleri değiştikçe ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki farkın değiştiği gözlemlenmiştir. Hata oranı minimum %2 civarında yakalanabilmiştir. Ölçü aletinin tutarlı sonuçlar verip vermediğini görmek amacı ile, çarpan değeri sabit tutulmuş ve sonuçlarda her hangi bir sapma olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 5.5: Gerçek sağım ortamında yapılan süt ölümü test sonuçları.

Sağım Sayısı	arpan Değeri	Süt Değeri (ml)	l Aleti (ml)	Fark	Yüzdelik Fark
1	305	7850	8220,5	370,5	4,719745223
2	300	8320	7910,7	-409,3	-4,919471154
3	303	7230	7470,8	240,8	3,330567082
4	302	6370	6490,4	120,4	1,89010989
5	302	6740	6875,8	135,8	2,014836795
6	302	7280	7420,9	140,9	1,93543956
7	302	7750	7895,2	145,2	1,873548387
8	301	6340	6210,8	-129,2	-2,03785489
9	301	6950	6750,8	-199,2	-2,86618705
10	301	7540	7320	-220	-2,917771883
11	302	7350	7502,9	152,9	2,080272109
12	302	7840	7990,8	150,8	1,923469388
13	302	8150	8320,5	170,5	2,09202454
14	302	6560	6710,8	150,8	2,298780488
15	302	6920	7120,9	200,9	2,903179191
16	302	7350	7540,8	190,8	2,595918367
17	302	7920	8110,2	190,2	2,401515152
18	302	8120	8290,8	170,8	2,103448276
19	302	8220	8410,5	190,5	2,317518248
20	302	7850	8020,7	170,7	2,174522293

l aletinin kalibrasyonu, analog değeri mili litre değerine eviren formasyondaki çarpan değeri ile sağlanmaktadır. Her lm gerçek değerler ile l aletinin gösterdiği değerler karşılaştırılmış ve en yakın değer bulunana kadar çarpan değeri değiştirilmiştir. Çarpan değeri 3 hanelidir. Formasyondaki revize ile çarpan değerinin 4 haneli yapılması lmdeki hassasiyeti daha da arttıracaktır. Tablo 5.5'e ait değerler, Şekil 5.16'da grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 5.16: Gerçek ortam verileri a) Tüm değerler, b) Yüzdellik fark.

5.6.1.1 Kalibre Edilen Ölçü Aletinin Sağım Odasında Denenmesi

Sağım odasında yapılan bu çalışmada kalibre edilen 5 adet ölçü aleti sağım odasına kurulmuş ve ayrı ayrı ölçü aletlerinde süt miktarını ölçme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yapay memeliklere, her sağım periyodu için, sağımdan önce belirlenen miktarlarda süt eklenerek, temassız süt ölçerin gösterdiği değerler ile karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışma ortamı Şekil 5.17'de sunulmuştur.



Şekil 5.17: Sağım odası testleri için yapılan ön hazırlık.

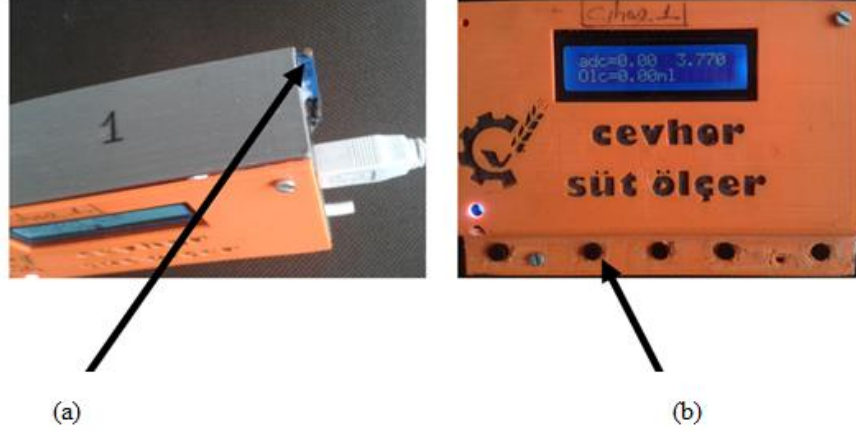
Ölçü aletleri ilk sağımda farklı değerler göstermiştir. Belirlenen bu hata ölçü aletinin kalibre edilmemesi ve dış ortamdaki ışığın bozucu etkisinden kaynaklanmaktadır. 3. sağımdan sonra fark edilen ışığın bozucu etkisinin azaltılması için saydam boru etrafına ışığı geçirmeyen siyah bant sarılmıştır. Ölçü aleti istenen aralıklarda değer gösterene kadar kalibrasyonu yapılarak deneyler tekrarlanmıştır. Alınan sonuçlar aşağıdaki Tablo 5.6'da gösterilmiştir.

Tablo 5.6: Sağım odasında test edilen ölçü aleti miktar değerleri.

1. Ölçü Aleti			2. Ölçü Aleti			3. Ölçü Aleti			4. Ölçü Aleti			5. Ölçü Aleti		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
3	2,55	-15	3	2,64	-12	3	2,49	-17	3	2,58	-14	3	2,61	-13
4	3,56	-11	4	3,72	-7	4	3,44	-14	4	3,52	-12	4	3,56	-11
5	5,6	12	5	5,785	15,7	5	5,715	14,3	5	5,65	13	5	5,625	12,5
3	3,228	7,6	3	3,192	6,4	3	3,159	5,3	3	3,171	5,7	3	3,177	5,9
2	2,104	5,2	2	2,074	3,7	2	2,072	3,6	2	2,076	3,8	2	2,062	3,1
3	3,0651	2,17	3	3,0375	1,25	3	3,0345	1,15	3	3,0339	1,13	3	3,0354	1,18
3	2,9364	-2,12	3	2,9238	-2,54	3	2,9301	-2,33	3	2,9265	-2,45	3	2,9349	-2,17
6	6,057	0,95	6	6,0588	0,98	6	6,0564	0,94	6	6,0582	0,97	6	6,051	0,85
4	4,0296	0,74	4	4,0272	0,68	4	4,0252	0,63	4	4,0248	0,62	4	4,0244	0,61
5	5,0285	0,57	5	5,0235	0,47	5	5,0265	0,53	5	5,022	0,44	5	5,018	0,36

A: Kaba eklenen süt miktarı (ml)
B: Ölçü aletinin gösterdiği değer (ml)
C: Yüzdellik fark

Ölçü aletindeki değerlerin gerçek değerlere yaklaştırmak için her sağımdan sonra cihaz tekrar kalibre edilmektedir. Cihazın kalibrasyonu ışık şiddetinin azaltılıp artırılması veya cihazın yazılımındaki çarpan değerinin değiştirilmesi ile mümkündür. Şekil 5.18'de bu iki özelliğe gösterilmektedir.



Şekil 5.18: Prototip cihazın kalibre ayarları.

Sağım odasında yapılan bu deneyde; yapay sağım memeliklerinin hepsine önceden ölçülmüş sütler konulmuştur ve her sağım bütün ölçü aletleri için 10 defa tekrarlanmıştır. Sağıma başlandığında, ölçü aletinin ölçtüğü değerler ile önceden miktarı belirlenmiş sütler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 5.6'da verilmiştir. Tasarlanan sağım odası Şekil 5.19'da verilmiştir.



Şekil 5.19: Ölçü aletinin sağım odasında test edilmesi.

5.6.1.2 Kalibre Edilen Ölçü Aletinin Sağım Hayvanında Denenmesi

Kalibre edilen süt ölçüm cihazı, gerçek bir hayvanın sağılmasında, kullanılan sağım makinasına bağlanarak ölçme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sistemin görüntüsü Şekil 5.20'de verilmiştir.



Şekil 5.20: Kalibre edilen ölçü aletinin sağım hayvanında denenmesi.

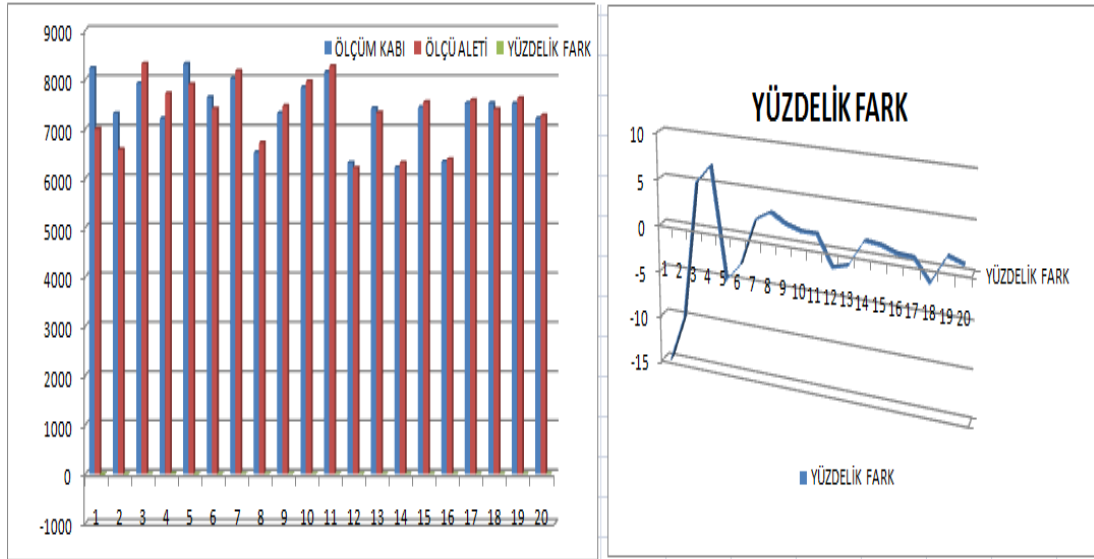
Yapılan deneyde, laboratuvar ortamında ve prototip sağım odasında testleri gerçekleştirilmiş ölçü aleti, tekli sağım makinasına bağlanarak gerçek bir sağım hayvanında denenmiş ve ölçülen değerlerin doğruluğu test edilmiştir. Yapılan deney düzeneğinden elde edilen veriler Tablo 5.7'de sunulmuştur. Tablo 5.7'de verilen değerler, Şekil 5.21'de grafik olarak verilmiştir.

Tablo 5.7: Sağım hayvanında denen ölçü aletinden alınan veriler.

Sağım No	Sağılan Miktar (Ölçüm Kabı) (ml)	Ölçü Aleti Ölçülen değer (ml)	Yüzdelik fark
1. Sabah	8230	6995	%-15
1. Akşam	7310	6579	%-10
2. Sabah	7920	8316	%5
2. Akşam	7210	7715	%7
3. Sabah	8315	7899	%-5
3. Akşam	7635	7405	%-3
4. Sabah	8015	8175	%2
4. Akşam	6520	6715	%3
5. Sabah	7315	7461	%2
5. Akşam	7840	7958	%1,5
6. Sabah	8150	8272	%1,5

Tablo 5.7: (devam)

6. Akşam	6315	6207	%1,7
7. Sabah	7415	7326	%1,2
7. Akşam	6215	6314	%1,6
8. Sabah	7435	7539	%1,4
8. Akşam	6330	6380	%0,8
9. Sabah	7525	7578	%0,7
9. Akşam	7520	7399	%-1,6
10. Sabah	7510	7615	%1,4
10. Akşam	7210	7267	%0,8



Şekil 5.21: Gerçek ortamda denenen ölçü aletinin hassasiyet grafiği.

Yapılan deneyde, ölçü aletinden alınan değerler mililitrelik ölçüm yapan kap ile karşılaştırılmıştır. İlk üç günlük sağımları farklı çıkmasının nedeni ölçü aletinin kalibrasyonunun yapılmamış olmasıdır. Işık şiddetinin bozucu etkisi olduğu belirlenmiştir. Rakamların bir sonraki sağımlarda gerçeğe değere yaklaştığı görülmektedir. Sağım yapılan ortamda sütün gerçek ölçüm kapları ile ölçülmesindeki sorunlardan kaynaklanabilen (insan hatalı kaynaklar) ölçüm hataları yüzdelik oranı arttırmaktadır. Sağımlar günde iki kere gerçekleştirilmiştir. Toplam 10 günlük sağımda 20 adet ölçüm değeri alınmıştır. Cihaz kalibre edildikten sonra 5

sağım için alınan değerler %1 civarında değişmektedir. Yeni ölçü aleti için yazılan PIC programı Ek C'de verilmiştir.

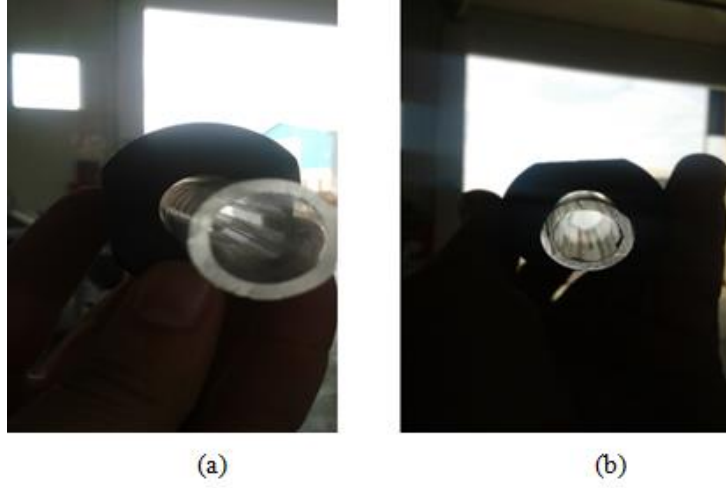
5.7 Ölçü Aleti Hassasiyet Testleri

Aynı şartlarda tasarlanmış, 4 farklı ölçü aletlerinin benzer değerleri gösterebilmesi için Şekil 5.22' de deney düzeneği kurulmuştur. Yapılan deneyde, prototip ölçü aletlerinin aynı şartlarda, aynı değerde miktar ölçüp ölçmedikleri kontrol edilmiştir. Ölçü aletine bağlı olan, saydam borudan, mikro litreler ile süt aktarılmış ve ölçü aletlerindeki değerler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Hata oranlarının %1 den daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir.



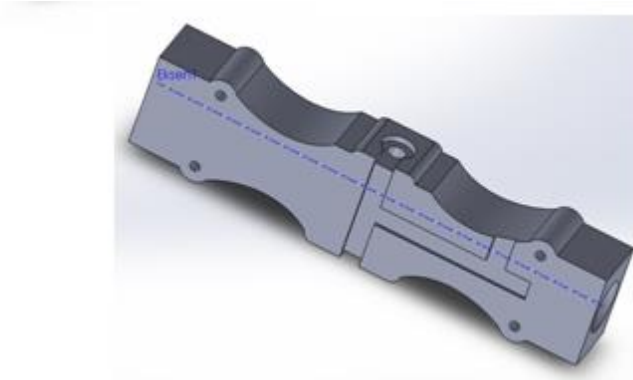
Şekil 5.22: Ölçü aleti kalibrasyon çalışması.

Ölçü aletini etkileyen en büyük bozucu etkilerden biri dışarıdan kaynaklanan ışık şiddetidir. Bozucu etkiyi sınırlandırmak için saydam boru aşağıdaki şekildeki gibi bir siyah plastik malzeme içine sıkı geçme olarak yerleştirilmiştir. Bütün denemelerde ölçü aletinde sapmalar oluşmuş ve hatanın yapılan kalıpların sıkı geçme olmadığı için ölçü aleti içindeki sensöre dışarıdan giren ışık kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Bu hata laboratuvar ortamında tespit edilememiş, sağım odası test ve denemelerde bu hatanın meydana geldiği gözlemlenmiştir.



Şekil 5.23: Işığın bozucu etkisi a) Perspektif görünüş, b) Önden görünüş.

Şekil 5.23'deki kalıplarda, yapılan deneyler dış ortamda ölçüm yaparken hatalı sonuçlar vermiştir. Bu hataları en aza indirmek için önceki kalıpların yerine Şekil 5.24 ve Şekil 5.25'de 3D yazıcı da tasarımı gerçekleştirilen sıkı geçme kalıplar kullanılmıştır. Dış ortamdaki ışığın bozucu etkisi, büyük oranda azaltılmış ve ölçü aletinin sağım odasındaki deneylerinde başarılı sonuçlar alınmıştır. Tasarlanan yeni kalıp Şekil 5.24 ve Şekil 5.25'de gösterilmiştir.



Şekil 5.24: Ölçü aleti için kalıp tasarımı.

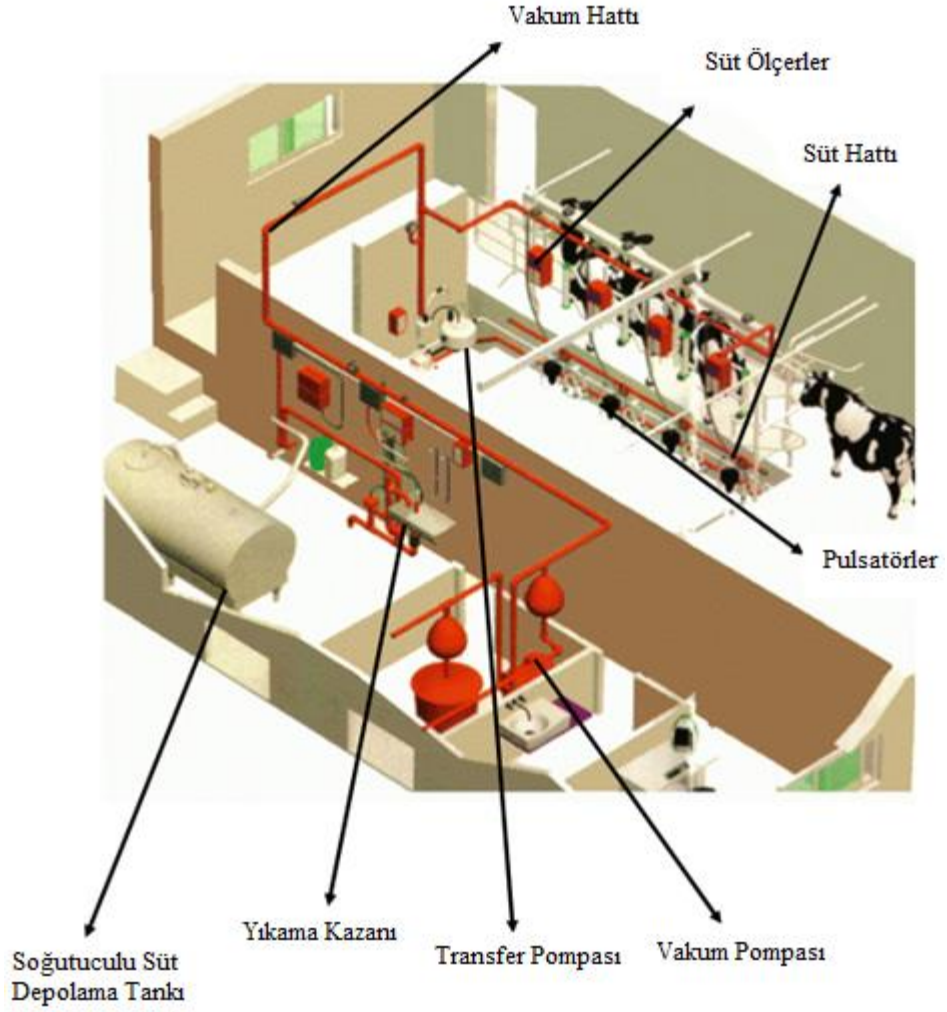


Şekil 5.25: 3D Yazıcıda üretilen sıkı geçme kalıp.

5.8 Otomasyonlu Sağım Odasının Kurulumu ve PLC Yazılımı

Şekil 5.26'da sağım odası için gerekli ekipmanlar gösterilmektedir. Sağım odası sistemi, sağılan sütlerin toplandığı soğutma tankı, sütlerin sağılması için ve yıkamanın sağlanması için gerekli vakumu sağlayan vakum pompası, sağılan sütleri, vakum hattından ayırıp soğutma tankına transfer eden transfer pompası, sağım bittikten sonra sistemin temizliğini yapan yıkama kazanı, deterjan pompası ve atık su pompası, sağımda nabız hareketi veren pulsatörler ve süt ölçerlerden oluşmaktadır.

Sistemde, yıkama ve sağım olmak üzere iki ana çalışma bulunmaktadır. Sağım modunda, vakum pompası direk devreye girer, sağım için hazır olan sağım hayvanlarına memelikler takılarak sağım başlar. Pulsatörler ikili nabız hareketi vererek, sütün daha verimli çekilmesini sağlar. Vakum hattından çekilen süt transfer kazanına dökülür. Transfer kazanı dolduğunda, sütü direk soğutma tankına aktarır. Sağım esnasında transfer kazanı sağılan hayvan sayısına bağlı olarak ortalama, 10-12 defe dolar ve boşalır. Bu işlem sağım bitene kadar devam eder. Sağım işlemi bittikten sonra sağım hayvanları dışarı çıkarılır.

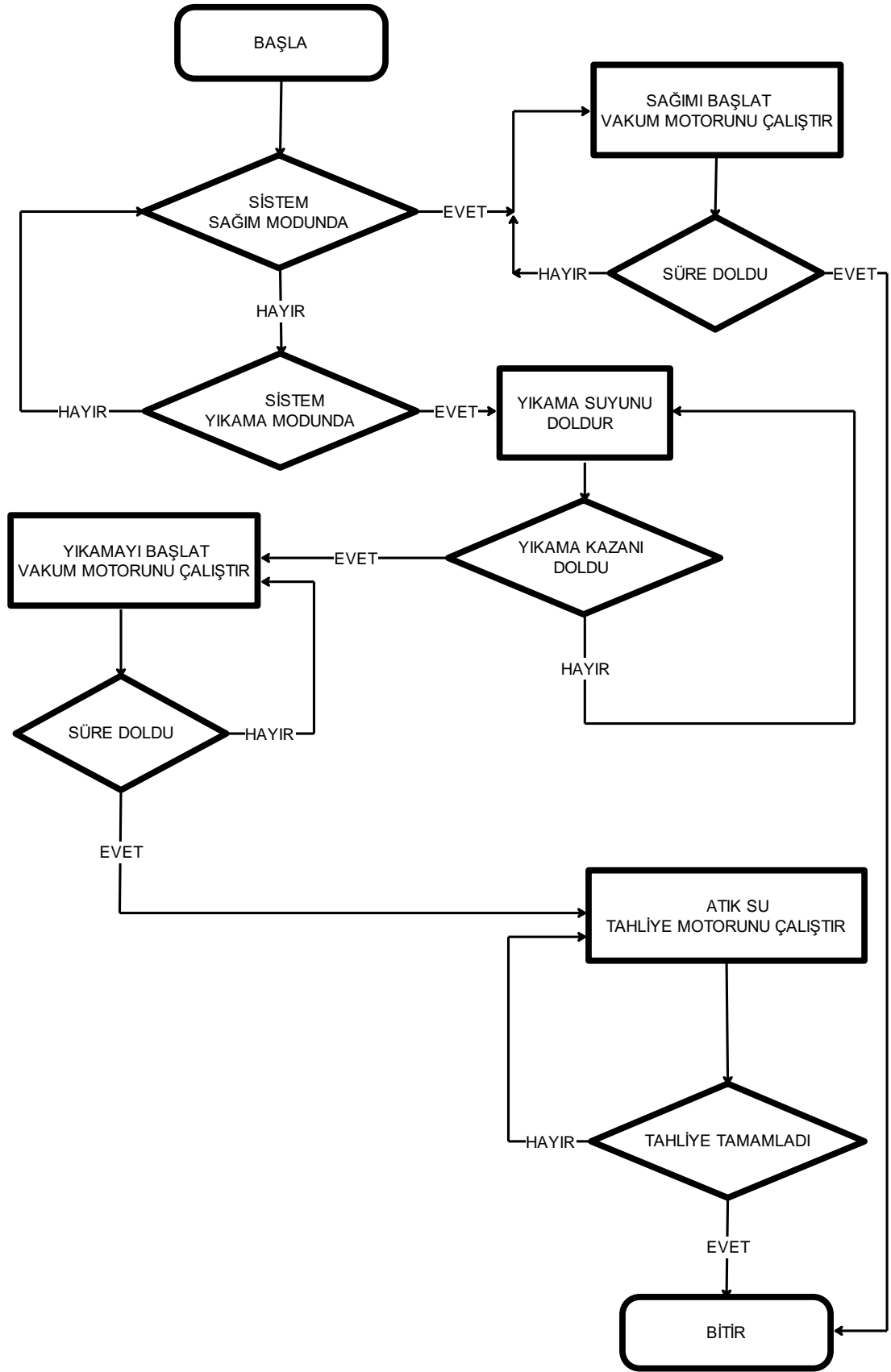


Şekil 5.26: Sağım odası temel yapısı ve kullanılan ekipmanlar.

Sağım işleminden sonra yapılması gereken en önemli konu sistemin temizliğidir. Sistem temizliği, sağım taklidi yapılarak gerçekleştirilir. Yani sağım başlıkları sağım hayvanına değil bu sefer yıkama kazanına bağlı yapay memelilere takılır. Sistem yıkama modunda çalıştırıldığında, süt yerine borulardan deterjanlı ve durulama suları geçirilir.

Yıkama modu, sağım moduna göre biraz karmaşıktır. Fiziksel olarak yapılması gereken öncelikle sağım başlıklarının, yıkama hattında bulunan yapay memelilere takılması, transfer motoru ile soğuksu tankı arasındaki borunun yıkama kazanına bağlanması ve panoda anahtarın yıkama moduna geçirilmesi gerekmektedir. Yıkama başladığında ilk önce yıkama kazanına soğuk su dolmaya başlar. Yıkama kazanı dolduğunda sisteme bağlı olan sensör, PLC'ye gönderdiği

sinyal ile vakum motorunu devreye sokar ve su girişi kapatılır. Vakum motoru sistemden soğuk su çekerek vakum hattından suyu döndürmeye başlar. Sağımda olduğu gibi su tekrar transfer kazanına boşalır, transfer kazanı dolduğunda, PLC'ye gönderdiği sinyal ile bünyesinde barındırdığı suyu tekrar yıkama kazanına gönderir (sağım esnasında bu hat soğuk su tankına bağlıdır ve sağılan sütler bu tanka boşalır). PLC ekranından girilen süre miktarı kadar bu döngü devam eder. Soğuk su sistemdeki bütün katı atıkları toplamaktadır. Verilen yıkama süresi dolduğunda vakum motoru durur, transfer kazanı boruda kalan bütün suyu, deposunun dolmasını beklemeden yıkama kazanına aktarır. Yıkama kazanına biriken kirli su, atık su pompası vasıtası ile, sistemden uzaklaştırılır, kanalizasyon veya uygun bir atık su bölgesine gönderilir. Bu çalışmanın sonlanması ile birlikte birinci yıkama gerçekleştirilmiştir. Birinci yıkamada soğuk su dolaştırılmasının nedeni, katı atıkların yumuşayarak boru içerisine yapışmasını engellemektir. Soğuk su ile yapılan ilk duruluma bu süt artığı katı atık maddelerinin de sistemden uzaklaştırılmasını sağlar. İkinci yıkama deterjanlı ve sıcak su ile olmaktadır. Birinci yıkama sonlandıktan sonra PLC yazılımı, ikinci yıkamaya otomatik olarak geçer. İlk önce sıcak su ve deterjan pompası aynı anda devreye girer. PLC ekranına girilen miktar kadar, deterjan yıkama kazanına döküldüğünde, deterjan motoru durur ve sıcak su yıkama kazanı dolana kadar açık kalır. Yıkama kazanı deterjanlı ve sıcak su ile dolduğunda, sensör tekrar PLC'ye komut göndererek PLC'nin vakum motorunu tekrar devreye sokmasını sağlar, bir önceki yıkamadan tek fark, sistemde soğuk su yerine sıcak su ve deterjan dolaştırılmasıdır. Deterjanın en büyük özelliği sütü çürütmesi ve bakteri oluşumunu engelleyici kimyasal bir yapısının olmasıdır. Sistemde belirlenen süre bittiğinde, vakum motoru durur ve transfer pompası sistemde kalan bütün deterjanlı suyu yıkama kazanına aktarır. Atık su pompası kalan kirli suyu sistemden uzaklaştırır. Üçüncü yıkama ılık su ile durulamadır. Sistemdeki deterjanın durulanması gerekmektedir. Duruluma işlemi, atık su motoru deterjanlı suyu sistemden uzaklaştırır uzaklaştırmaz başlar. Yıkama kazanına sıcak su ve soğuk su aynı anda akmaya başlar. Yıkama kazanı dolduğunda, vakum motoru devreye girer, sıcak ve soğuk su girişleri kapanır. Yıkama döngüsü aynen tekrarlanır. Son olarak bir durulama işlemi daha gerçekleştirilmektedir. Sadece soğuk su dolaştırılarak sistemin son yıkama döngüsü tamamlanır. Bütün döngü bittiğinde, transfer kazanı son olarak sistemden süzülerek gelen suyu yıkama kazanına aktarır. Atık su pompası kalan bu suyu sistemden tahliye eder. PLC yazılım blok şeması Şekil 5.27'de görülmektedir.



Şekil 5.27: Sağım odası PLC yazılımı blok şema.

Yapılan tüm bu yıkama işlemi sadece bir tuşa basılarak başlatılır. İşletmecinin yıkama işlemi yapılırken sağım odasının başında durmasına gerek yoktur. Deterjan, sıcak su, soğuksu girişleri, vakum motorunun devreye girip çıkması, yıkama kazanının dolması ve boşalması, atık suyun devreye girip sistemden uzaklaştırılması tamamen PLC kontrollü olmaktadır.

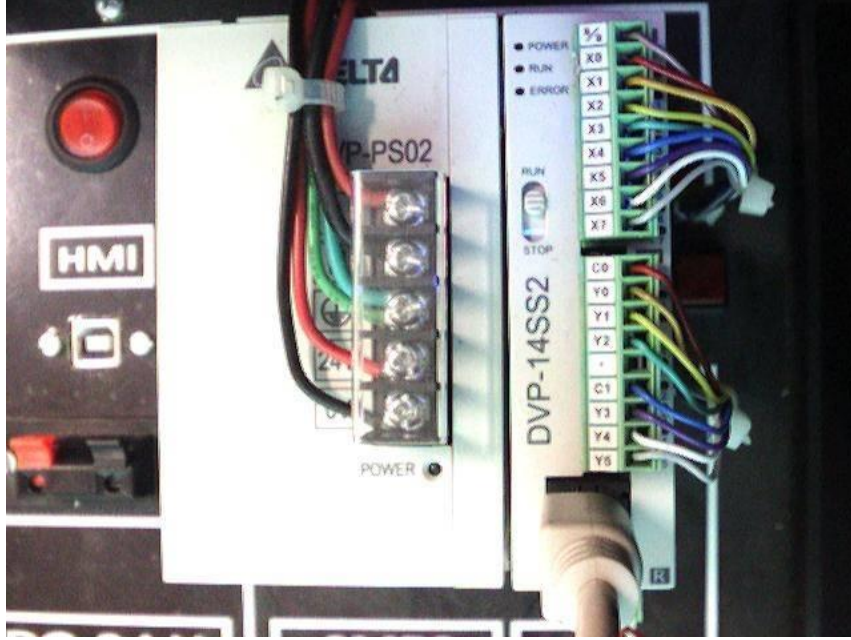
Sağım hayvanlarının memeliklerinin takılması ve çıkarılması gerekliliği, sağım işleminde oluşabilecek olumsuzluklar, yıkamanın aksine sağımın PLC kontrollü yapılmasına rağmen, ana kontrolün işletmecide olmasını zorunlu kılmaktadır. Sağım işlemi bitene kadar işletmecinin sağım odasından ayrılmaması gerekmektedir. Yıkama işleminde ise bu zorunluluk yoktur. Her yıkama işlemi özenli ve uzun sürmektedir. Ortalama 45 dk ile 90 dk arasında süren bu yıkama işleminde, işletmeci bu süre zarfında sağım odasını beklemek zorunda değildir. Sağım bittikten sonra butonu yıkama moduna getirmesi, soğutma tankına bağlı olan boruları yıkama kazanına yönlendirmesi ve memelikleri yıkama başlıklarına takması yeterlidir. Yıkama işlemi günde iki kere yapıldığı düşünüldüğünde PLC kontrollü bir sağım odası, işletmeciye ortalama 2-3 saat zaman kazandırmaktadır. PLC kontrollü bir sağım odasında, yıkama işlemi hassas ve uzun yapıldığı için bir sonraki sağıma temiz bir oda hazırlanmış ve bir sonraki sağımda, toplanan sütün kalitesinin düşmesinin önüne geçilmiş olur.

Aynı zamanda, PLC kontrollü sağım odası, tasarlanan ölçü aleti ile kullanıldığında, ölçme işleminin, temassız olması, sağım odasının temizliğinin kalitesini de arttırmaktadır. Temaslı ölçü aletleri, sağım odası PLC kontrollü olsa bile, temizlenememekte ve süte temas eden yerlerde yoğun yağ tabakası oluşmaktadır. Temassız ölçü aletinde bu tip olumsuzluklar ortadan kalkmaktadır.

5.8.1 Sağım Odası İçin Kullanılan PLC ve Ek Modül

Sistemde Delta SS2 serisi PLC, Delta DVP-16SP ek modül ve Delta DOP-B07S415 model renkli dokunmatik ekran kullanılmıştır. Tasarlanan sağım odasının otomatik yıkama sistemi için 7 giriş ve 7 çıkışa ihtiyaç vardır. Bu PLC de 8 giriş ve 6 çıkış vardır. Kullanılan PLC'de giriş ve çıkış sayıları yetmediği için, ek modül kullanılmıştır. Dokunmatik ekran sağım süresi, deterjan miktarı, sağım ve yıkama

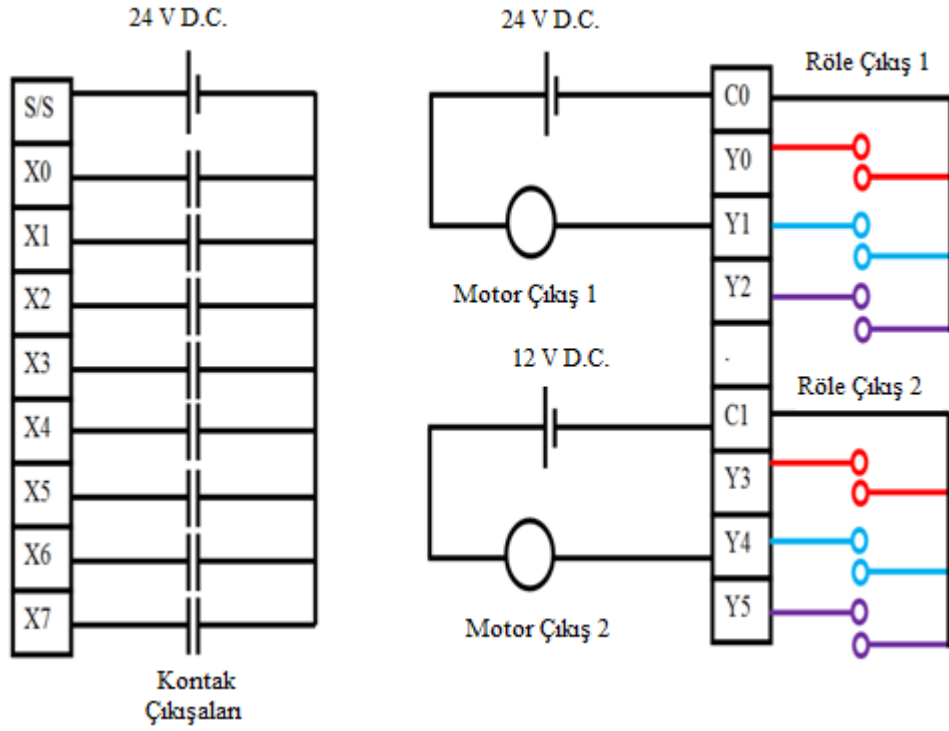
fonksiyonu seçimi gibi kullanıcının isteğine göre değişkenlik gösteren içeren parametrelerin girilmesinde kullanılmaktadır. Sağım odasında kurulan sistemin blok şeması ek E'de gösterilmiştir.



Şekil 5.28: Sağım odası için kullanılan PLC.

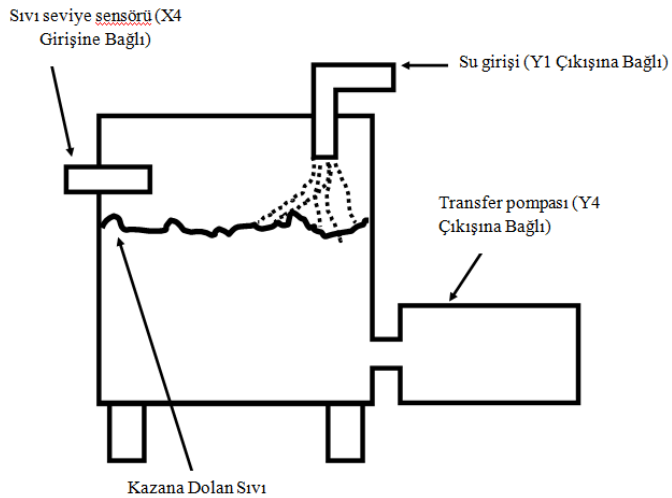
PLC, CPU üzerinde, 8 dijital giriş, 6 dijital çıkış ve dahili RS-232 ve RS-485 haberleşme portu bulunmaktadır. Çıkış portları transistörlü ve röle çıkışlı olmaktadır. Kullandığımız PLC röle çıkış özellikli bir PLC'dir.

Şekil 5.28'de PLC giriş ve çıkış portları ve bağlantı şeması görülmektedir. Giriş bağlantısında, PLC SS girişine güç kaynağının (-) girişi ve diğer buton ve kontakların girişlerine ise güç kaynağını (+) girişleri bağlanmaktadır. Kontaklar veya butonlar aktif olduğunda ilgili girişe sinyal gelecek ve yapılan yazılıma göre sistem çıkışları aktif olacaktır. Çıkış portlarında, iki ayrı röle bulunmaktadır. İki ayrı rölenin kullanılmasının avantajı, şekilde görüldüğü gibi birbirlerinden bağımsız gerilim kaynakları kullanılabilmesidir. PLC'nin Y1 çıkışı aktif olursa, 24 V'luk güç kaynağının (+) ucu Y1 klemensi üzerinden motor1'e ve oradan da güç kaynağının (-) ucuna bağlanmaktadır. Y4 çıkışı aktif olursa motor2'ye 12 V D.C. güç kaynağı bağlanmış olacaktır.



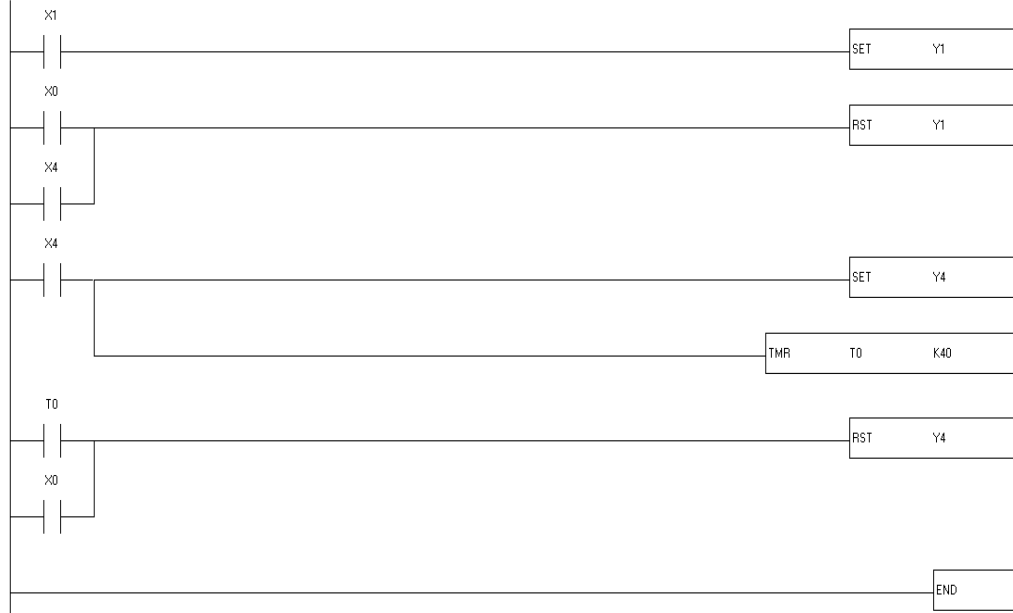
Şekil 5.29: PLC giriş ve çıkış modül bağlantı şeması.

Şekil 5.29' daki bağlantıya göre, transfer kazanının dolum yazılımı yapılacak olursa, X0 girişi stop butonu, X1 girişi start butonu, X4 girişi ise kazanın dolduğunu gösteren sensör çıkış kontağı olarak tanımlanmış olsun. Motor çıkış 1 su girişi ve motor çıkış 2 transfer kazanı pompası olarak kabul edildiği bir durum, fiziksel olarak Şekil 5.30'da gösterilmiştir. Yazılan problem aşağıdaki prensip şemada açıklanmıştır.



Şekil 5.30: PLC Yazılım için örnek transfer tankı.

Şekil 5.29'daki PLC giriş bağlantısına göre yapılacak yazılımda, start butonuna basıldığında, Şekil 5.30'daki su girişi aktif olmakta, su seviyesi istenen seviyeye geldiğinde, su girişi durmakta ve transfer motoru devreye girmektedir.



Şekil 5.31: PLC merdiven diyagramı.

X1 girişi aktif olduğunda, Y1 çıkış vermekte, yani su vanası açılmakta ve sisteme su dolmaya başlamaktadır. X0 girişi bütün sistemi durdurmaya yarayan stop girişidir. X0 aktif olduğunda, Y1 ve Y4 çıkışları pasif olmakta ve bütün sistem duracaktır. Su istenen seviyeye ulaştığında X4 girişi aktif olacak ve su girişini (Y1 çıkışını) pasif hale getirip, transfer motorunu (Y4 çıkışını) aktif ederek suyu tahliye etmektedir.

Sağım odası yazılımında start, stop, transfer kazanı seviye sensörü, yıkama kazanı seviye sensörü, yıkama yön butonu, sağım yön butonu, acil stop butonu olmak üzere 7 adet giriş kullanılmıştır. Vakum pompası, transfer pompası, atık su pompası, soğuk su valf, sıcak su valf, deterjan pompası, acil stop çıkışı olmak üzere 7 adet çıkış kullanılmıştır. PLC deki çıkışlar yetmediği için, PLC'ye DVP-16SP model 8 girişi ve 8 çıkışlı ek modül takılmıştır. Ek modül Şekil 5.32'de gösterilmiştir.

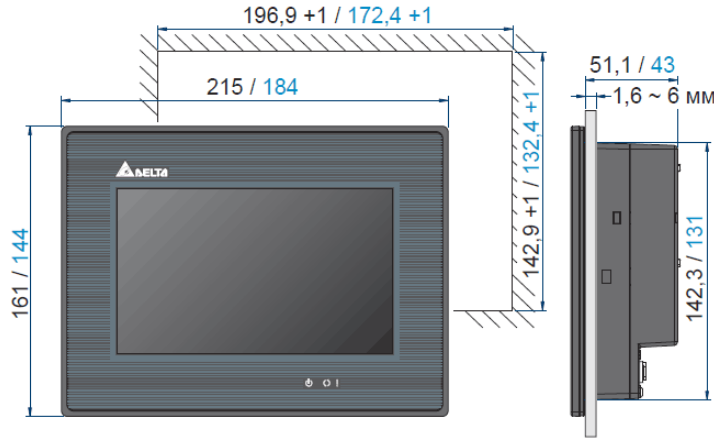


Şekil 5.32: DVP-16SP 8 giriş ve 8 çıkışlı ek modül.

Ek modül giriş ve çıkış bağlantıları, PLC bağlantıları ile aynıdır. PLC' deki giriş ve çıkışların yetmediği yerlerde, CPU'nun, izin verdiği sayıda, ek modül takılabilir. PLC'nin X7 son girişten sonra, ek modül başlangıç girişi X20 den başlamaktadır. PLC'deki Y6 son çıkıştan sonra, ek modül Y20 den başlamaktadır. Yazılımları yaparken bunlara dikkat edilmiştir. Sağım odasında kullanılan ana yazılım Ek F de verilmiştir.

5.8.2 Sağım Odası İçin Kullanılan Dokunmatik Ekran

USB, COM1(RS232), COM2&COM3 (RS-485/RS-422/RS-232) bağlantı özellikleri, ARM9 32-bit RISC işlemci, birçok PLC ile haberleşme özelliği, aritmetik mantık işlemleri, USB ve RS232 den download/upload, 65536 renk TFT LCD, LED arka ışık, yazıcı bağlanabilme fonksiyonu, etiket yazıcı bağlanabilme fonksiyonu, online/offline simülasyon, alarm, takvim ve gerçek zaman saati gibi bir çok özelliği olan ve PLC deki değişken verilerini atamaya yarayan, giriş birimidir. Sistemde kullanılan dokunmatik ekran Şekil 5.33'de gösterilmiştir.



Şekil 5.33: Sistemde kullanılan dokunmatik ekran.

PLC yazılımında, deterjan miktarını ve yıkama süresini ayarlama, yıkama sürelerinin birbirinden bağımsız değerlendirme ve süre atama gibi özellikler dikkate alınmıştır. Aynı zamanda sağım ve yıkama opsiyonlarını, ayrı ayrı ekranda göstererek, sistemin başlama ve durdurma işlemleri de ekrandan yapılabilmektedir. Ekranda aynı zamanda bir test sayfası bulunmaktadır. Bu sayfa, kullanıcının sistemdeki bütün birimlerin çalışıp çalışmadığını, manuel olarak kontrol edebilmesi ve sistemi otomasyondan bağımsız çalıştırabilmesi için eklenmiştir. Deterjan süreleri ve diğer değişken değerler PLC de D değişkenleri içine atılmaktadır. PLC deki değişken adresleri ekrandaki değişken girişleri ile eşleştirilerek PLC ve ekranın birbiri ile uyumlu çalışması sağlanmaktadır. Dokunmatik ekranın ilk açılış menü sayfası Şekil 5.34'de gösterilmiştir, Yıkama moduna ait görüntü ise Şekil 5.35'da gösterilmiştir.

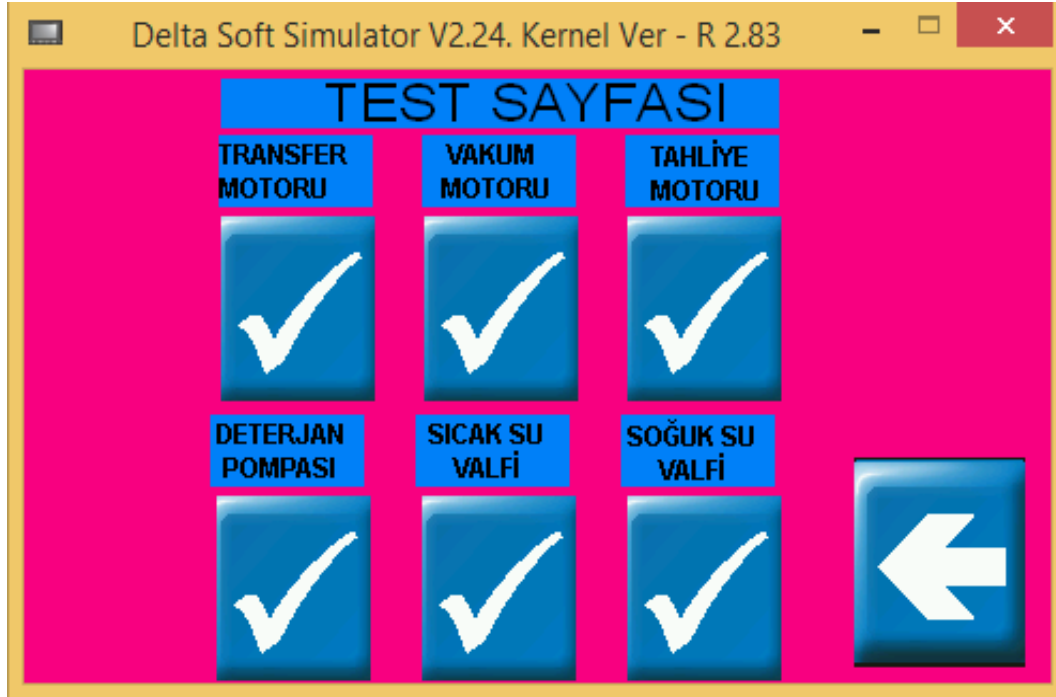


Şekil 5.34: Dokunmatik ekran ilk açılış menüsü.

Sağım menüsüne geçildiğinde ve pano üzerindeki mekanik mandal butonu sağım moduna aldığımızda, pano üzerindeki start butonu aktif olursa sistem sağım modunda çalışmaktadır. Yıkama modu transfer kazanı boşaltma süresinin ayarlandığı ekran görüntüsü Şekil 5.35’de, PLC çıkışlarının test edilmesi için tasarlanan ekran görüntüsü ise Şekil 5.36’da gösterilmiştir.



Şekil 5.35: Yıkama modu transfer kazanı boşaltma süresinin ayarlanması.



Şekil 5.36: PLC çıkışları için test sayfası.

Şekil 5.36'da test sayfası verilmiştir. Kullanıcı bu sayfada PLC çıkışlarını manuel olarak kontrol edebilmektedir.



Şekil 5.37: Yıkama süreleri ve deterjan miktarlarının girildiği sayfa.

Yıkama süreleri ve detarjan miktralarının girildiği PLC görüntüsü Şekil 5.37'de verilmiştir. Kullanıcı bu arayüzde Soğuksu ile yıkama sürelerini belirlenmesi ve yıkama tiplerinin belirlenmesi işlemlerini yapabilmektedir. Verilen ekranla senkronize çalışan PLC yazılımı EK F'de verilmiştir. Sağım odasına kurulan PLC ve Dokunmatik ekranın bağlandığı pano Şekil 5.38'de verilmiştir.



Şekil 5.38: PLC kontrollü sağım odası panosu.

5.9 Ölçü Aletinin Miktar Verisinin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Tasarımı yapılan temassız ölçü aleti, Yardımcı araştırmacı Doç. Dr. Ayhan İSTANBULLU ve Yüksek Lisans öğrencisi Suat Onur Tarafından geliştirilen, yazılım ile entegre edilerek verilerin internet ortamından bilgisayar ortamına aktarılması sağlanmıştır. Aşağıdaki konu başlıklarında proje kapsamından hazırlanan yazılım hakkında kısa bir bilgi verilmiştir.

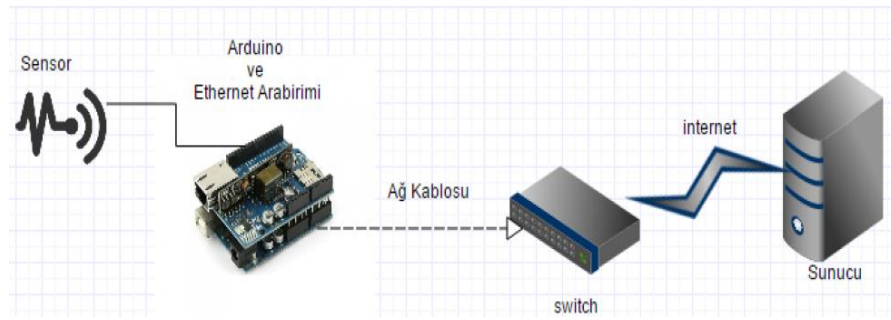
5.9.1 Temel Sürü Yönetim Sistemleri

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının “*Sığır cinsi hayvanların tanımlanması, tescili ve izlenmesi yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 02.12.2011 Resmi Gazete Sayısı: 28130)*” incelenerek geliştirilecek yazılımda olması gereken bilgiler tasarımda dikkate alınmıştır.

5.9.2 Sürü Yönetim Sistemi İle Donanımın Entegrasyonu

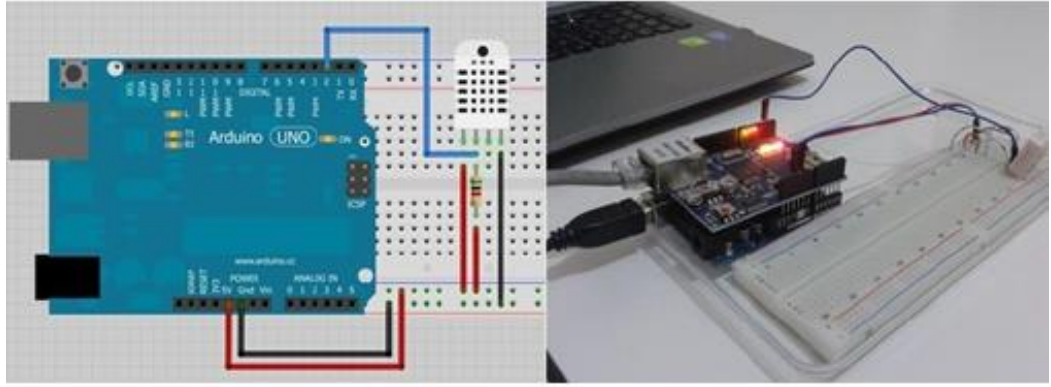
İşletmede günlük olarak toplam sağılan süt miktarının hesaplanması ve aynı zamanda her hayvanın günlük süt verilerinin takip edilmesi amacıyla, sürü yönetim programı içerisinde, veri tabanı tabloları oluşturulmuş ve bu veri tabanına bilgi girişinin geliştirilmekte olan otomasyon sistemi üzerinden yapılabilmesi için bir

model oluşturulmuştur. Veri iletimi için gerekli olan donanım da ilk aşamada sensörden gelen veriler mikro denetleyici tarafından yorumlanıp ağ kablosu vasıtası ile switch, oradan sunucuya ulaştırılarak internet ortamına aktarılmıştır. Ölçü aletinden gelen veriler mikro denetleyici tarafından değerlendirilerek sunucuya gönderilmesi sağlanmıştır. Mikro denetleyici üzerindeki program, ölçülen değerlerin sunucudaki programın alabileceği şekilde biçimlendirilmesini sağlamakta, mikro denetleyiciye bağlı ethernet arayüzü ile sunucu arasında TCP/IP bağlantısı kurularak HTTP protokolü üzerinden GET metodu ile web sunucusuna gönderilmektedir. Sistemin blok şeması Ek H'da verilmiştir.



Şekil 5.39: Yazılım ve donanım entegrasyon taslak modeli.

Veri tabanında bulunan bilgilerin değerlendirilmesi ve analiz edilmesini kolaylaştırmak için grafikler oluşturulmuş, bilgilerin aylık yada haftalık olarak izlenmesi, değişimlerin grafik üzerinden daha kolay anlaşılabilmesi, sağlanmaya çalışılmıştır. Grafik üzerinden istenen tarihler arasındaki günlük süt verim değerleri, ortam ısı ve nem değerleri takip edilebilmektedir. Isı ve nem değeri için aktarım yapılan bir ön çalışma Şekil 5.39'da gösterilmiştir. Arduinio ve Bağlantı devresi Şekil 5.40'da verilmiştir.



(a)

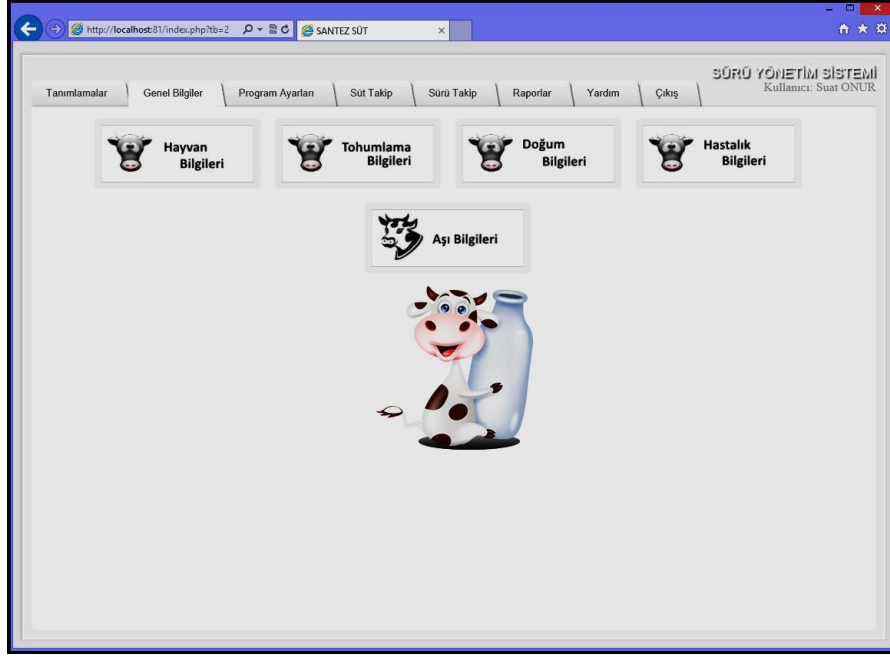
(b)

Şekil 5.40: Arduino ile ısı ve nem değerlerinin sunucuya aktarılması a)Devre şeması, b)Arduinio ve bilgisayar bağlantısı.

Veri tabanında toplanan değerlerin analiz edilmesi ile süt verimliliğine etki eden faktörlerin ve hayvan hastalıklarının belirlenmesi, belirtilerin önceden fark edilerek program üzerinden gerekli uyarıların yapılabilmesi mümkün olabilir.

5.9.3 Sürü Yönetim Yazılımı

Sürü yönetim yazılımının genel taslağı hazırlanmış olup modüler bir yapıda çalışması düşünülerek, gerekli programlama teknikleri kullanılmıştır. Kullanıcı adı ile programa giriş yapıldığında, kullanıcı adına tanımlı olan ve yetkili olduğu ekranlar gösterilmekte, yetkisiz olduğu kısımlara girişine ise izin verilmemektedir. Program içerisinde hangi kullanıcının hangi ekranları görme ve değiştirme yetkisi olduğu program içerisinde sadece tam yetkili kullanıcı tarafından tanımlanmaktadır. Sürü yönetim yazılımı arayüz tasarımı Şekil 5.41'de görülmektedir.



Şekil 5.41: Sürü yönetim yazılımı arayüzü.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nüfus artışı nedeniyle gıda ihtiyacındaki yükseliş, tarım sektöründe endüstrileşmeyi mecbur kılmıştır. Tarımın ana kalemlerinden olan süt hayvancılığı sektörü de, klasik sağım sisteminden, endüstriyel sisteme geçmiş ve hızla gelişimine devam etmektedir.

Süt, temel gıda maddesi olması ve birçok alanda kullanılması nedeni ile yatırımcıların bu sektöre olan ilgisini arttırmıştır. Endüstrinin en önemli amaçlarından biri, az zamanda çok sayıda kaliteli mal çıkartarak karlılığı en üst düzeyde tutmaktır. Bu durum yatırımcıların, sanayii sektöründeki gibi tam otomasyonlu sistemler kullanarak çiftliklerini yönetmeyi zorunlu kılmıştır.

Çiftliklerdeki sağım hayvanının sayısı arttıkça, sağım işletmesini yönetmek daha da karmaşıklaşmakta ve sağımdaki zorluklar artmaktadır. Çiftlik verimini arttırabilmenin en etkili yolu, verimi düşük olan sağım hayvanı tespit edilip sistemden çıkarmaktır. Sistem tarafından tespit edilen düşük verimli sağım hayvanı aynı oranda tüketim yapan fakat daha fazla süt verimi olan, sağım hayvan ile değiştirilerek genel işletme veriminin arttırılabilmesi çok etkili bir yöntemdir. Tekil sağım hayvanının verimini hesaplayabilmenin tek yolu, teknolojik yöntemlerle sağım uygulamalarıdır.

Çiftliklerde sağım hayvanı sayısı arttıkça hijyenik şartlarda üretim de zorlaşmaktadır. Sağılan süt miktarının fazlalığı ve sağım sisteminin büyük olması, temizlik konusunu güçleştirmektedir. Bu durum sağımın yanında temizliğinin de otomasyonlu yapılabilirliğini zorunlu kılmıştır. Temizliğin otomasyonlu olması, PLC veya başka kontrolörlü sistemlerle gerçekleştirilebilmektedir.

Sağım sisteminin mekanizasyonunun sade olması sistemin temizliği açısından son derece önemlidir. Sağım hayvanlarının tekil verimliliklerini ölçebilmek için kullanılan ölçü aletlerinin, sistemden kolay sökülebilir, temizlenebilir, sade ve temassız olması, sağım sisteminin temizlenebilmesi için gerekli önemli kriterlerdendir.

Bu çalışmada bir sağım sistemi için gerekli olan, ölçü aleti tasarımı yapılmış, tasarım aşamaları ve test sonuçları yazılmıştır.

Çift fazlı pulsatil akışı temassız ölçülebilmesi için, elektromanyetik ve ultrasonik debimetreler kullanılmış, fakat başarılı sonuçlar elde edilmemiştir. Bu yöntemlerle ölçüm yapabilmek için akışın lineer ve tek fazda olması gerekmektedir. Kan basıncına göre nabız ölçümü yapan Puls Oksimetrelerin çalışma prensibinden esinlenerek süt miktarı ölçümleri denenmiş ve etkili sonuçlar alınmıştır. Deneyler laboratuvar ortamında, tekli sağım makinalarında ve gerçek sağım hayvanında ayrı ayrı denenmiş ve her deneme sonucunda ölçü aleti geliştirilerek, en iyi sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Tasarımı gerçekleştirilen prototip ölçü aleti sağım esnasında sütün temassız olarak miktar ölçümünü yapabilmektedir. Mili litre hassasiyetindeki ölçüm kapları ile karşılaştırıldığında hata oranları %1 civarındadır. Hata oranları testler sonucu elde edilmiş ve farklı testlerde grafikler ile gösterilmiştir. Prototip ölçü aleti piyasa şartları kullanımı için uygun değildir. Kullanılan ölçü aletinin geliştirilmesi ve hassasiyetlerinin artırılabilmesi hata oranlarının belgelendirilmesi gerekmektedir. Hata oranlarının belgelendirilebilmesi için prototip ölçü aletinin kalibrasyon testlerine sokulması gerekmektedir. Bu çalışmada cihaza ait ölçme ve kalibrasyon belgeleri alınması amacı ile çalışmalar yapılmamıştır. Deneylerde cihazın kalibrasyonunun dan bahsedilmektedir. Bu özellik cihazın ölçüm hatalarının en aza indirilmesi amacı ile yapılan bir çalışmadır ve kalibrasyon belgelendirilmesi ile ilgili bir çalışma değildir.

Cihazdaki veri okuma ve veri gönderme işlemleri RFID haberleşme modülü ve Xbee marka kablosuz haberleşme modülü ile gerçekleştirilmektedir. RFID haberleşme modülü ile sağılan hayvanın kimliklendirilip, kimlik bilgisi ve miktar bilgisini ölçü aletinin içine entegre edilmiş olan Xbee kablosuz haberleşme modülü sayesinde bilgisayar üzerinden internet ortamına gönderebilmektedir. Verilerin internet ortamında ve işletmenin istekleri doğrultusunda, arayüzlerin hazırlanmasını ve verilerin işlenmesi ile ilgili çalışmalar, aynı proje kapsamında ikinci bir yüksek lisans tezi olarak gerçekleştirilmiştir. İlgili tezde çalışmalar detaylı olarak verilmiştir.

Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar tasarlanan sistemin tam otomasyonlu hayvan sağım çiftliklerine uygun olduğu, lme ve arayüz tasarımlarında iyileştirmelere yönelik çalışmalara yarayabileceği bir konudur.

l aletinin kullanımı ve temizliğinin kolaylığı, ltğu verileri bilgisayar ortamına aktarabilme özelliği, ilerideki çalışmalarla daha da geliştirilebilir bir alt yapıya sahip olması tam otomasyonlu sağım odaları için oldukça verimli olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- [1] *Kimya Teknolojisi Enstrümantasyon Ders Notları*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, (2012).
- [2] Ertaş, E., "Geçiş Zamanlı Esaslı Bir Ultrasonik Akış Ölçerin Tasarımı ve Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, *Mühendislik-Mimarlık Fakültesi*, Ankara, (2007).
- [3] Bilgili, H., "QCM Akış Ölçer Tasarımı ve Üretimi", Yüksek Lisans Tezi, *Başkent Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2013).
- [4] *Akışkanlar Mekaniği Ders Notları*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, (2008).
- [5] Bayındır, C., "Akışkan Görüntüleme Teknikleri", *Bilim ve Teknik Dergisi*, (543), 67-70, (2013).
- [6] Beşergil, B., "Akma Olayı [online]" (20 Mayıs 2016), http://www.bayar.edu.tr/besergil/2_akma_olayi.pdf, (2008).
- [7] Aktacir, A., "Akış Ölçümleri [online]", (25 Mayıs 2016), <http://eng.harran.edu.tr/~hbulut/5akis.pdf>, (2010).
- [8] Feng, C. C., Lin, W. T., and Yang, C. T., "Laminar flow meter with straight glass capillary", *Mapan*, 26(3), p. 237-245, (2011).
- [9] *Endüstriyel Otomasyon Teknolojilerinde Akış Ölçümü*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı (2010).
- [10] Yılmaz, S., Arslan, N., Toker, O. and Sedef, H., "In vitro pulsatile flow waveform simulation and comparison using AC pump and proportional pneumatic valve", *Biomedical Engineering Meeting (BIYOMUT), 2010 15th National*, 4(1), p. 1-5, (2010).

- [11] Nishimura, F.R., Kawashima, S.K., and Kagawa, T.T., "Analysis of laminar flow meter with flute-type cross section laminar elements", *System Simulation and Scientific Computing, 2008. ICSC 2008. Asia Simulation Conference-7th International Conference on*, 4(1), p. 1110-1114, (2008).
- [12] Kaçur, G., "A Low-Cost Microcontroller Based Gas Flowmeter Using a Specially Designed Parabolic Airway Resistor", Yüksek Lisans Tezi, *Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Enstitüsü, İstanbul, (2005)*.
- [13] *Proseste Akış ve Seviye Ders Notları*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, (2013).
- [14] Heinz, G., "Akış Ölçümü, Kontrolü, Harmanlama, Dozlama, İzleme ve Kayıt Etme [online]", (15 Mayıs 2016),
<http://www.tuncell.com/userfiles/Flow%20Metering%20Controlling%20Batching%20Monitoring%20and%20Reconrding-OVAL-GEAR-METER.pdf>.
- [15] Haydar, E., Çıtlak, A., ve Yıldız, Ş., "Pervaneli Tip Akış Ölçerlerin Diferansiyel Basınç Ölçer Prensibi ile Debi Ölçümünde Kullanılabilirliği", *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 5(1), p. 63-68, (2006).
- [16] İskender, İ., Emre, E., ve Naci, G., "Tasarım ve Uygulaması Yapılan Bir Ultrasonik Akış Ölçerinin Kalibrasyonu", *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(4), p. 759-767, (2007).
- [17] Ergelen, C., "Volimetrik Esaslı Bir Akış Ölçerinin Dizaynı İmalî ve Kalibrasyonu" Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü*, Ankara, (1988).
- [18] Demirci, A., "Taşınabilir, Düşük Güçlü, 10MHZ Sürekli Dalga Ultrasonik Dopler Kan Akış Ölçer", *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü*, Ankara, (2008).

- [19] Akyazı, H., Güzel, İ., Çataklı, T. ve Karadurmuş, E., "Açık Kanalarda ve Akarsularda Ultrasonik Yöntemlerle Debi Ölçülmesi", *Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü*.
- [20] Ardıçlıoğlu, M., Gemici, E., ve Özden, S., "Doğal Akarsularda Debinin Belirlenmesi", *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4 (2), 73-77, (2011).
- [21] Uludağ, Y., "Ultrasound Doppler Hız Ölçümü Yöntemi İle Kompleks Akışkanların Viskozitelerinin Ölçülmesi", *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu*, 232, (2004).
- [22] Göncü, S., "Sığır Yetiştiriciliğinde Sağım [online]", (7 Mayıs 2016), <http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/ohm1qSE5-2342013-58.pdf>.
- [23] Alıç, D., Yener, M., "Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemi", *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(4), 369-380, (2006).
- [24] Demir, C., Gönülol, E., ve Ülger, P., "Merkezi Köy Süt Sağım Tesislerinin Uygulanabilirliği", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(1), 13-18, (2012).
- [25] Sağlam, C., Kuş, Z.A., ve Yılmaz, S., "Orta Anadolu Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki Değişimin Sağım Tesis ve Makineleri Açısından Değerlendirilmesi", *Türk Tarım, Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(2), 63-66, (2014).
- [26] Özer, A. S., "Seyyar Süt Sağım Makinasının Gömülü Sistem İle Otomasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, (2014).
- [27] Demir, B., Öztürk, İ., "Robotlu Sağım Sistemleri", *Alınları Zirai Bilimler Dergisi*, 19(2), 21-27, (2010).

- [28] Numan, S., Kadir, Y., "Yerli Yapım Süt Sağma Makinalarının Yapısal ve İşlevsel Özelliklerinin Saptanması", Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 592 (1997).
- [29] Hülya, Ö., Bilgen, H., "Kovalı Süt Sağma Makinalarında Yaş (Suyla) Deneme Düzeni", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2), 123-131, (2004).
- [30] Işık, E., Ünal, H., "Yerli Yapım Süt Sağma Makinasının Performans Değerlerinin Saptanması", 15(1), 79-93, (2003).
- [31] Nedret, A. ve Tülay, B., "Mastitis İle Mücadele Programının Uygulanması Üzerinde Çalışmalar", Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 989, (1997).
- [32] Tümer, S., "Makineli Sağımın Kuralları [online]", (5 Mayıs 2016), <http://arastirma.tarim.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/108-ciftcibro.pdf>.
- [33] Korkmaz, Z., "Süt sağım makinelerinde kullanılabilir lojik modül tabanlı elektronik nabız aygıt kontrol düzeni geliştirilmesi" Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, (2008).
- [34] Öz, H., Meierhofer, S. R., Ströbel, U. and Ammon, C., "Comparison of the Vacuum Dynamics of Conventional and Quarter Individual Milking Systems", *Journal of Agricultural Sciences*, 16(3), 162-168, (2010).
- [35] Ordolff, D., "Introduction of electronics into milking technology", *Computers and Electronics in Agriculture*, 30(1), 125-149, (2001).
- [36] Tekin, A.B., Değirmencioğlu, A., "Tarımsal Bilişim: İleri Tarım Teknolojileri", *Akademik Bilişim Konferansı*, 9(1), Muğla, Muğla Üniversitesi, 351-359, (2010).

- [37] Mundan, D., Selçuk, H., Orçin, K., Karakafa, E. ve Akdağ, F., "Modern Süt Sığırı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemlerinin Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi", *Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 7(1), 42-48, (2014).
- [38] Rossing, W., Hogewerf, P.H., "State of the art of automatic milking systems", *Computers and electronics in agriculture*, 17(1), 1-17, (1997).
- [39] Artmann, R., "Sensor systems for milking robots", *Computers and electronics in agriculture*, 17(1), p. 19-40, (1997).
- [40] Spahr, S.L., Maltz, E., "Herd management for robot milking", *Computers and electronics in Agriculture*, 17(1), 53-62, (1997).
- [41] Türkyılmaz, M.K., "Süt Sığırcılık İşletmelerinde Sağım Robotu Kullanımı", *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 4(1), 61-65, (2005).
- [42] Takeda, Y., "Ultrasonic Doppler Method for Velocity Profile Measurement in Fluid Dynamics and Fluid Engineering", *Experiments in fluids*, 26(3), 177-178, (1999).
- [43] Kayıkçıoğlu, T., "Wireless Kantar Teknolojisi İle Kilo Takip Sistemi [online]", (10 Mayıs 2016), <http://elektronikprojem.com/resimler/projeresim/c80ad46e8d.pdf>.
- [44] Monk, S., "Programming Arduino [online]", (20 Mayıs 2016), <http://simonmonk.org/programming-arduino-ed1/>.
- [45] Sheet, D., "Arduinio Data Sheet", (11 Mayıs 2016), https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-mega2560_R3-schematic.pdf.

- [46] Çobanoğlu, B., Şentürk, A.İ., "Kalibrasyon Laboratuvarları İçin Sayısal Sıcaklık-Nem Ölçer Kayıt Cihazının Tasarım Ve Gerçekleştirimi", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 371-375, (2015).
- [47] Teikari, P., Najjar, R. P., Malkki, H., Knoblauch, K., Dumortier, D., Gronfier, C. and Cooper, H. M., "An inexpensive Arduino-based LED stimulator system for vision research", *Journal of neuroscience methods*, 211(2), 227-236, (2012).
- [48] Doruk, A., Buluş, H. N., Moralar, A., Çelen, S., Uzun, E., "Fiziksel Programlama Platformları Kullanarak Elektrikli Taşıtların Hız, Batarya ve Sıcaklık Verilerinin Takibi", *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 5(4), 48-56, (2015).
- [49] Kiremitçi, A.F., "PIC18F4550 Mikrodenetleyici ile USB-PC veri aktarım arabirimi gerçekleştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü*, Erzurum, (2007).
- [50] Sheet, A.D., "Microchip Sheet [online]"(15 Mayıs 2006)
<http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=PIC18F4550&sField=4.>
- [51] Yüksek, M., "Manyetik Askı Sisteminin Tasarımı ve Kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, (2011).
- [52] Shokouhian, M., Morling, R., and Kale, I., "Interference Resilient Sigma Delta-Based Pulse Oximeter", *IEEE Transactions On Biomedical Circuits and Systems*, 8(1), 623-631, (2016).
- [53] Introductory Econometrics A Modern Approach, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi İktisat Bölümü,(2002).
- [54] Gujarati, D., "Regresyon Analizi", (25 Haziran 2016),
https://tr.wikipedia.org/wiki/Regresyon_analizi.

EKLER

8. EKLER

EK A Boru kesit alan dönüşüm tablosu.

Derece	Radyan	Alan	Mililitre Dönüşüm	h yüksekliği
1	0,01745	0,000354417	2,25629E-05	0,001523048
2	0,03491	0,002834817	0,00018047	0,00609173
3	0,05236	0,009564593	0,000608901	0,013704652
4	0,06981	0,02266196	0,001442705	0,024359497
5	0,08727	0,044237377	0,002816239	0,038053019
6	0,10472	0,076390971	0,0048632	0,054781046
7	0,12217	0,121209984	0,007716467	0,074538484
8	0,13963	0,180766225	0,011507935	0,097319313
9	0,15708	0,257113549	0,016368357	0,123116594
10	0,17453	0,352285354	0,022427182	0,15192247
11	0,19199	0,468292101	0,029812401	0,183728166
12	0,20944	0,60711887	0,038650388	0,218523993
13	0,22689	0,770722936	0,049065746	0,256299352
14	0,24435	0,961031389	0,061181158	0,297042737
15	0,2618	1,17993878	0,075117236	0,340741737
16	0,27925	1,42930482	0,090992371	0,387383041
17	0,29671	1,71095211	0,108922594	0,43695244
18	0,31416	2,026663921	0,129021432	0,489434837
19	0,33161	2,378182022	0,15139977	0,544814244
20	0,34907	2,767204556	0,176165713	0,603073792
21	0,36652	3,195383974	0,203424462	0,664195735
22	0,38397	3,664325021	0,233278176	0,728161454
23	0,40143	4,175582779	0,265825856	0,794951465
24	0,41888	4,730660774	0,301163219	0,864545424
25	0,43633	5,331009144	0,339382583	0,93692213
26	0,45379	5,978022872	0,380572756	1,012059537
27	0,47124	6,673040085	0,424818926	1,089934758
28	0,48869	7,417340428	0,472202557	1,170524071
29	0,50615	8,2121435	0,522801293	1,253802929
30	0,5236	9,058607371	0,576688856	1,339745962
31	0,54105	9,957827169	0,633934967	1,428326993
32	0,55851	10,91083375	0,69460525	1,519519038
33	0,57596	11,91859243	0,75876116	1,613294321
34	0,59341	12,98200184	0,826459906	1,709624274
35	0,61087	14,10189278	0,897754377	1,808479557

36	0,62832	15,27902726	0,972693085	1,909830056
37	0,64577	16,51409753	1,051320101	2,0136449
38	0,66323	17,80772526	1,133675	2,119892464
39	0,68068	19,16046079	1,219792819	2,228540385
40	0,69813	20,57278243	1,309704007	2,339555569
41	0,71558	22,04509589	1,403434393	2,452904198
42	0,73304	23,57773382	1,501005153	2,568551745
43	0,75049	25,17095532	1,602432785	2,686462984
44	0,76794	26,82494574	1,707729085	2,806601997
45	0,7854	28,53981634	1,816901138	2,928932188
46	0,80285	30,31560424	1,929951307	3,053416295
47	0,8203	32,15227233	2,046877229	3,180016399
48	0,83776	34,04970933	2,16767182	3,308693936
49	0,85521	36,00772991	2,292323282	3,43940971
50	0,87266	38,02607495	2,420815118	3,572123903
51	0,89012	40,10441182	2,553126152	3,70679609
52	0,90757	42,24233479	2,689230556	3,843385247
53	0,92502	44,43936556	2,829097879	3,981849768
54	0,94248	46,69495379	2,972693085	4,122147477
55	0,95993	49,00847782	3,119976599	4,264235636
56	0,97738	51,37924538	3,27090435	4,408070965
57	0,99484	53,80649448	3,425427827	4,55360965
58	1,01229	56,2893943	3,583494139	4,700807358
59	1,02974	58,82704622	3,745046078	4,849619251
60	1,0472	61,41848493	3,91002219	5
61	1,06465	64,06267956	4,078356848	5,151903798
62	1,0821	66,758535	4,249980335	5,305284372
63	1,09956	69,50489316	4,424818926	5,460095003
64	1,11701	72,30053445	4,602794978	5,616288532
65	1,13446	75,14417922	4,783827027	5,773817383
66	1,15192	78,03448936	4,967829885	5,932633569
67	1,16937	80,97006987	5,154714745	6,092688715
68	1,18682	83,94947061	5,344389287	6,253934066
69	1,20428	86,97118807	5,536757795	6,416320505
70	1,22173	90,03366716	5,731721269	6,579798567
71	1,23918	93,13530313	5,929177548	6,744318455
72	1,25664	96,27444353	6,129021432	6,909830056
73	1,27409	99,44939022	6,331144817	7,076282953
74	1,29154	102,6584014	6,535436815	7,243626442
75	1,309	105,8996939	6,741783902	7,411809549
76	1,32645	109,171445	6,950070047	7,580781044
77	1,3439	112,4717951	7,160176857	7,750489457
78	1,36136	115,7988495	7,371983721	7,920883092
79	1,37881	119,1506812	7,585367957	8,091910046
80	1,39626	122,525333	7,80020496	8,263518223

81	1,41372	125,9208197	8,016368357	8,43565535
82	1,43117	129,3351309	8,233730158	8,60826899
83	1,44862	132,7662331	8,452160912	8,781306566
84	1,46608	136,2120726	8,671529867	8,954715367
85	1,48353	139,6705775	8,891705128	9,128442573
86	1,50098	143,1396606	9,112553816	9,302435263
87	1,51844	146,6172218	9,333942234	9,476640438
88	1,53589	150,1011505	9,555736026	9,651005033
89	1,55334	153,5893286	9,777800341	9,825475936
90	1,5708	157,0796327	10	10
91	1,58825	160,5699368	10,22219966	10,17452406
92	1,6057	164,0581149	10,44426397	10,34899497
93	1,62316	167,5420436	10,66605777	10,52335956
94	1,64061	171,0196047	10,88744618	10,69756474
95	1,65806	174,4886878	11,10829487	10,87155743
96	1,67552	177,9471927	11,32847013	11,04528463
97	1,69297	181,3930322	11,54783909	11,21869343
98	1,71042	184,8241345	11,76626984	11,39173101
99	1,72788	188,2384457	11,98363164	11,56434465
100	1,74533	191,6339324	12,19979504	11,73648178
101	1,76278	195,0085841	12,41463204	11,90808995
102	1,78024	198,3604159	12,62801628	12,07911691
103	1,79769	201,6874703	12,83982314	12,24951054
104	1,81514	204,9878203	13,04992995	12,41921896
105	1,8326	208,2595715	13,2582161	12,58819045
106	1,85005	211,5008639	13,46456318	12,75637356
107	1,8675	214,7098751	13,66885518	12,92371705
108	1,88496	217,8848218	13,87097857	13,09016994
109	1,90241	221,0239622	14,07082245	13,25568154
110	1,91986	224,1255982	14,26827873	13,42020143
111	1,93732	227,1880773	14,4632422	13,5836795
112	1,95477	230,2097947	14,65561071	13,74606593
113	1,97222	233,1891955	14,84528526	13,90731128
114	1,98968	236,124776	15,03217011	14,06736643
115	2,00713	239,0150861	15,21617297	14,22618262
116	2,02458	241,8587309	15,39720502	14,38371147
117	2,04204	244,6543722	15,57518107	14,539905
118	2,05949	247,4007304	15,75001966	14,69471563
119	2,07694	250,0965858	15,92164315	14,8480962
120	2,0944	252,7407804	16,08997781	15
121	2,11185	255,3322191	16,25495392	15,15038075
122	2,1293	257,8698711	16,41650586	15,29919264
123	2,14675	260,3527709	16,57457217	15,44639035
124	2,16421	262,78002	16,72909565	15,59192903
125	2,18166	265,1507875	16,8800234	15,73576436

126	2,19911	267,4643116	17,02730691	15,87785252
127	2,21657	269,7198998	17,17090212	16,01815023
128	2,23402	271,9169306	17,31076944	16,15661475
129	2,25147	274,0548535	17,44687385	16,29320391
130	2,26893	276,1331904	17,57918488	16,4278761
131	2,28638	278,1515354	17,70767672	16,56059029
132	2,30383	280,109556	17,83232818	16,69130606
133	2,32129	282,006993	17,95312277	16,8199836
134	2,33874	283,8436611	18,07004869	16,9465837
135	2,35619	285,619449	18,18309886	17,07106781
136	2,37365	287,3343196	18,29227092	17,193398
137	2,3911	288,98831	18,39756722	17,31353702
138	2,40855	290,5815315	18,49899485	17,43144825
139	2,42601	292,1141695	18,59656561	17,5470958
140	2,44346	293,5864829	18,69029599	17,66044443
141	2,46091	294,9988046	18,78020718	17,77145961
142	2,47837	296,3515401	18,866325	17,88010754
143	2,49582	297,6451678	18,9486799	17,9863551
144	2,51327	298,8802381	19,02730691	18,09016994
145	2,53073	300,0573726	19,10224562	18,19152044
146	2,54818	301,1772635	19,17354009	18,29037573
147	2,56563	302,2406729	19,24123884	18,38670568
148	2,58309	303,2484316	19,30539475	18,48048096
149	2,60054	304,2014382	19,36606503	18,57167301
150	2,61799	305,100658	19,42331114	18,66025404
151	2,63545	305,9471219	19,47719871	18,74619707
152	2,6529	306,7419249	19,52779744	18,82947593
153	2,67035	307,4862253	19,57518107	18,91006524
154	2,68781	308,1812425	19,61942724	18,98794046
155	2,70526	308,8282562	19,66061742	19,06307787
156	2,72271	309,4286046	19,69883678	19,13545458
157	2,74017	309,9836826	19,73417414	19,20504853
158	2,75762	310,4949403	19,76672182	19,27183855
159	2,77507	310,9638814	19,79657554	19,33580426
160	2,79253	311,3920608	19,82383429	19,39692621
161	2,80998	311,7810833	19,84860023	19,45518576
162	2,82743	312,1326014	19,87097857	19,51056516
163	2,84489	312,4483132	19,89107741	19,56304756
164	2,86234	312,7299605	19,90900763	19,61261696
165	2,87979	312,9793266	19,92488276	19,65925826
166	2,89725	313,198234	19,93881884	19,70295726
167	2,9147	313,3885424	19,95093425	19,74370065
168	2,93215	313,5521465	19,96134961	19,78147601
169	2,94961	313,6909733	19,9701876	19,81627183
170	2,96706	313,80698	19,97757282	19,84807753

171	2,98451	313,9021518	19,98363164	19,87688341
172	3,00197	313,9784991	19,98849206	19,90268069
173	3,01942	314,0380554	19,99228353	19,92546152
174	3,03687	314,0828744	19,9951368	19,94521895
175	3,05433	314,115028	19,99718376	19,96194698
176	3,07178	314,1366034	19,99855729	19,9756405
177	3,08923	314,1497008	19,9993911	19,98629535
178	3,10669	314,1564305	19,99981953	19,99390827
179	3,12414	314,1589109	19,99997744	19,99847695
180	3,14159	314,1592654	20	20

EK B Arduino Yazılım

```
//udoaktarim
#include<math.h>
intbutton=2;
constintanalogInPin = A0; // Analog giriş
doublefrm;
doubledonusum;
double total;
inthpf=200;
intadc = 0;
intbuttonState=0;
voidsetup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(button,INPUT);
  delay(1000);
}
voidloop()
{
  buttonState=digitalRead(button);
  if(buttonState== LOW) {
    total=0;
    Serial.println("Miktar = sifirlandi" );
  }
  adc = analogRead(analogInPin);
  delay(10);
  if(adc<hpf) donusum=0;
  else
  {
    frm=((adc+20.776)/247.91)*0.2+1.2;// Gelen Analog veri Dönüşüm Formülü
    donusum=exp(frm)/5.54;
    total=total+donusum;
    Serial.print("Miktar = " );
```

```
Serial.print(total);  
Serial.println(" ml");  
}  
}
```

EK C PIC 18F4550 Prototip Yazılım

```
#include <16f873A.h>
#device adc=10
#include <math.h>
#fuses
HS,NOWDT,NOPROTECT,NOBROWNOUT,NOLVP,NOPUT,NOWRT,NODEB
UG,NOCPD
#use delay(clock=20M)
#use fast_io(b)
#include <my_lcd1.c>
int deger1,deger2,deger3,deger4;
int32 sayac,deger,sayyi=1980,deneme;
int32 k=0,k_old,ip_by=1,i_old=0;
#bit led0=0x07.0
#bit led1=0x07.1
#bit led2=0x07.2
#bit led3=0x07.3
#bit bt_art=0x05.2
#bit bt_ent=0x05.1
#bit bt_az=0x05.5
#bit bt_kes=0x05.3
#bit qrdsol=0x07.6
#bit qrdsag=0x07.5
#define min 100
int1 z=1;
int j=0,bln=1,kts=0,kts0=1;
int16 zaman=0,value; // 16 bitlik değişken tanımlanıyor
float adc,miktar=0,mik_old=100,olcm,aaa,kk,kts2,kts1,frm1,frm2;
int16 olc(int kanal)
{
set_adc_channel (kanal);
```



```

delay_us(100);
value=read_adc();
return(value);
}
void sow()
{
led0=1; delay_ms(1000);
led1=1; delay_ms(1000);
led2=1; delay_ms(1000);
led3=1; delay_ms(2000);
led0=0;led1=0;led2=0;led3=0;
}
void kaydet (int gelen)
{
write_eeprom(0,gelen);
}
int32 oku()
{
deger=read_eeprom(0);
return(deger);
}
void blink()
{led0=1;led1=1;led2=1;led3=1;delay_ms(300);led0=0;led1=0;led2=0;led3=0;
delay_ms(300);}
/***** katsayı girilen menü*****/
void menu()
{
led0=1;led2=1;
kts= oku();
printf (LCD_PUTC, " \fKATSAYI GiR");
printf (LCD_PUTC, " \nK=%u",kts);
while(bt_ent==1)
{

```

```

        if(kts<min)kts=min;
if(bt_art==0){delay_ms(100);while(bt_art==0);kts++;if(kts>250)kts=250;}
        else                if(bt_az==0){delay_ms(100);while(bt_az==0);kts--
;if(kts<min)kts=min;}
        if(kts!=kts0) printf (LCD_PUTC, "\nK=%u    ",kts);
kts0=kts;
}
kaydet(kts);
while(bt_ent==0);delay_ms(100);
printf (LCD_PUTC, " \fadc=%f %f",adc,kts2);
        printf (LCD_PUTC, " \nOlc=%fml",miktar);
        led0=0;led2=0;
        blink();blink();blink();blink();
        miktar=0;
        kts1=kts;
        kts2=kts1/100;
}
void main()
{
    setup_spi(SPI_SS_DISABLED); // SPI birimi devre dışı
    setup_timer_1(T1_DISABLED); // T1 zamanlayıcısı devre dışı
    setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1); // T2 zamanlayıcısı devre dışı
    setup_adc_ports(AN0);
        setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
    setup_CCP1(CCP_OFF); // CCP1 birimi devre dışı
    setup_CCP2(CCP_OFF); // CCP2 birimi devre dışı
    set_tris_c(0b01100000);
    set_tris_a(0b11111111);
    output_b(0);
    set_tris_b(0x01);
    ext_int_edge(H_TO_L); // INT_EXT kesmesinin düşen kenarda aktif
olacağını belirtir
    disable_interrupts(INT_EXT); // INT_EXT kesmesini aktif yapar
    enable_interrupts(GLOBAL); // Aktif edilen kesmelere izin ver

```

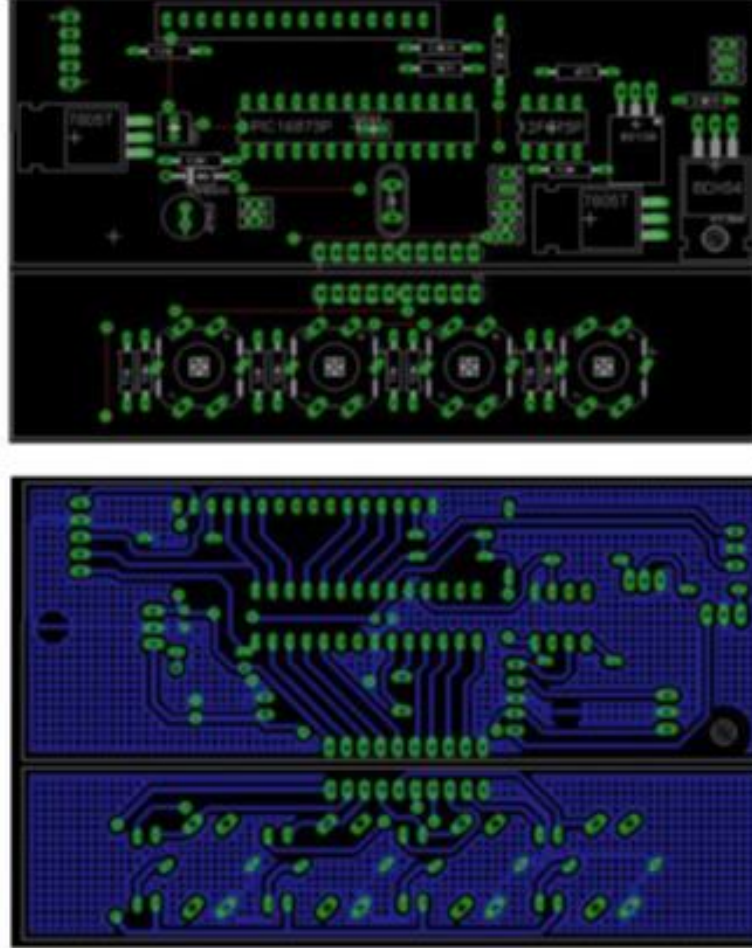
```

led0=0;led1=0;led2=0;led3=0;
  lcd_init();
  delay_ms(300);
  printf(LCD_PUTC, "\f TEMASSIZ SAGIM ");
  printf(LCD_PUTC, "\n  SENSORU");
  delay_ms(1000);
  sow();
kts= oku();
kts1=kts;
kts2=kts1/100;
  while(true)
  {
if(bt_ent==0){delay_ms(100);while(bt_ent==0);menu();}
if(bt_kes==0) {delay_ms(100);while(bt_kes==0);miktar=0;}
adc=olc(0);
//if(adc>940) adc>940;
if(adc<150) adc=0;
if(adc>825) adc=825;
if(adc>150){
//olcm =((exp((adc-135.43)/220.05))+(adc/350))/kts2;
frm1=(exp((adc-135.43)/220.05))*0.5;
//frm2=frm1+(adc/350);
olcm=frm1/kts2;
miktar=miktar+olcm;
}
  delay_ms(100);
if(mik_old!=miktar)
  {
    printf (LCD_PUTC, "\fadc=%f %f",adc,kts2);
    printf (LCD_PUTC, "\nOlc=%fml ",miktar);
    //delay_ms(500);
    mik_old=miktar;
  }
}

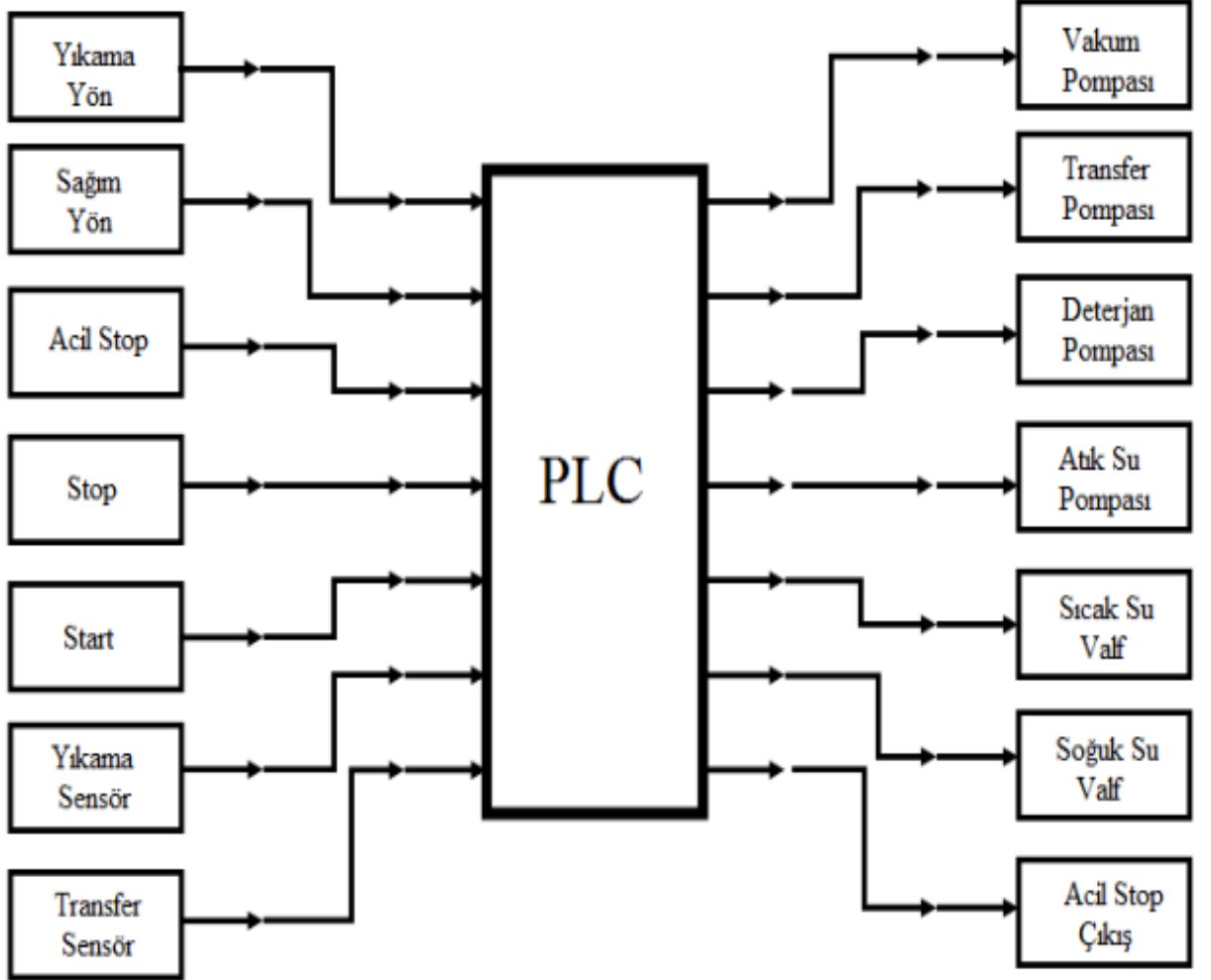
```

}

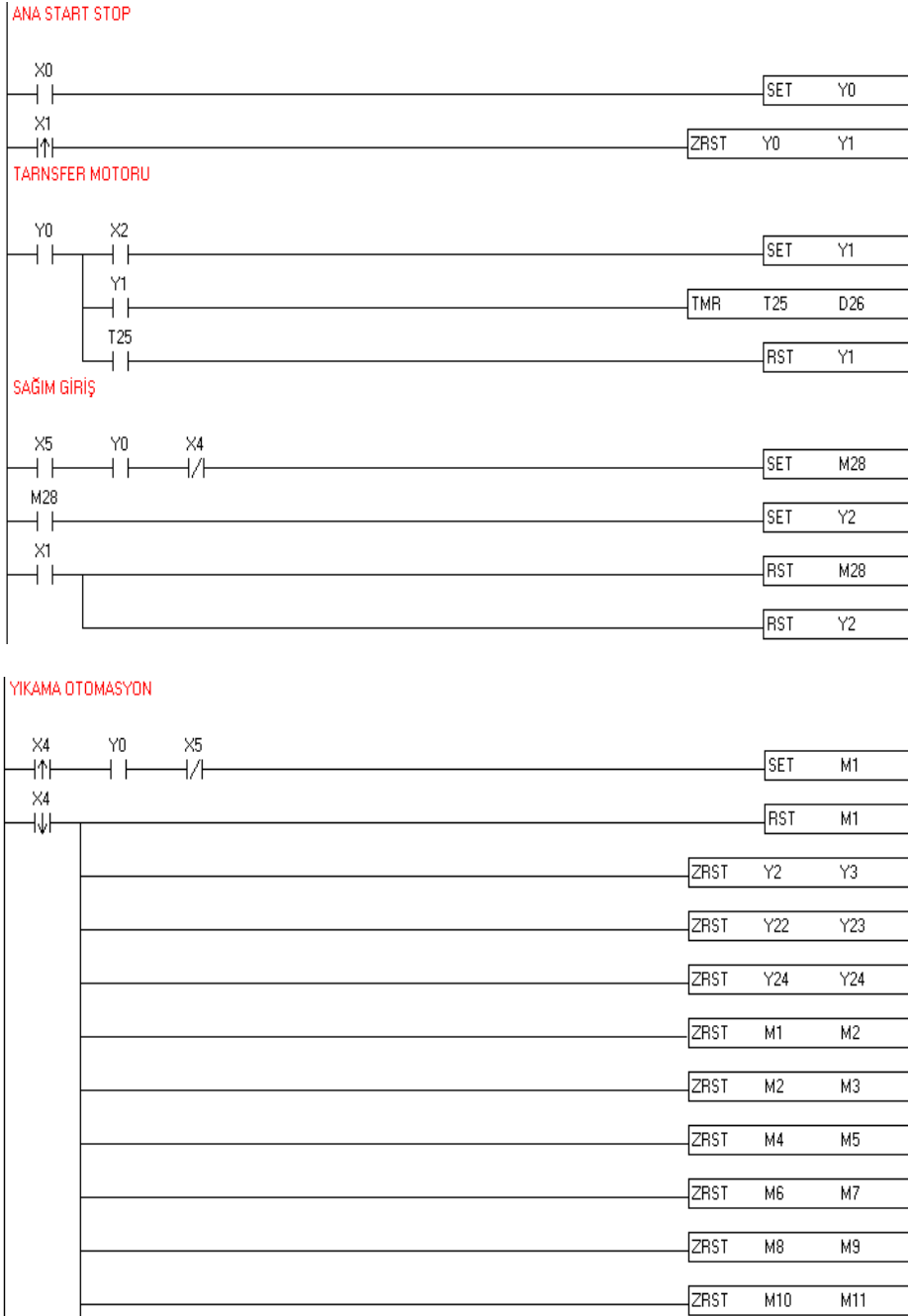
Ek D Prototip Ölçü Aleti Baskı Devre Şeması

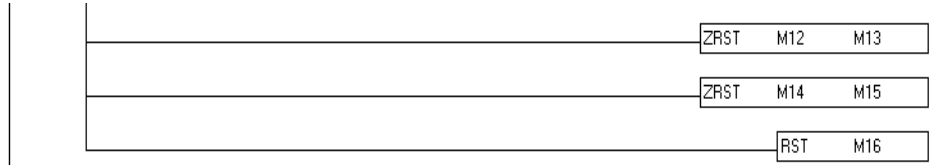


Ek E Sağım Odası Blok Şema

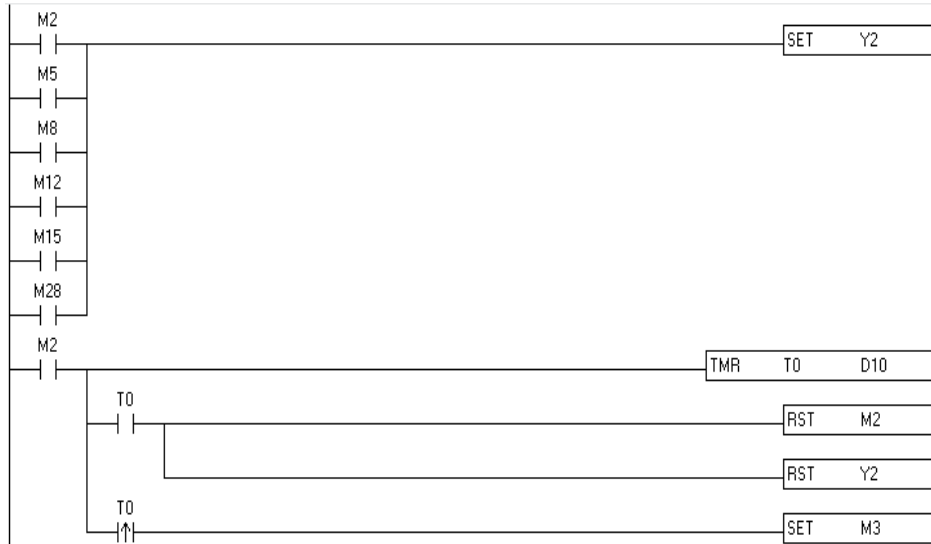
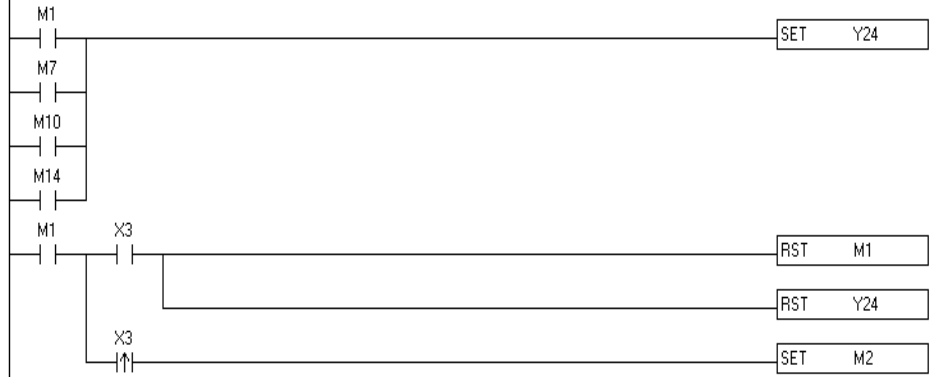


EK F Sağım Odası PLC Yazılımı

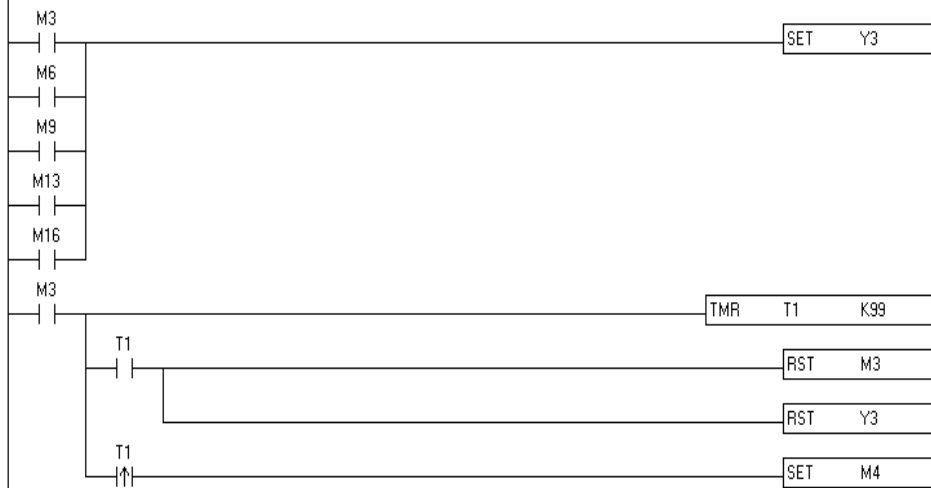




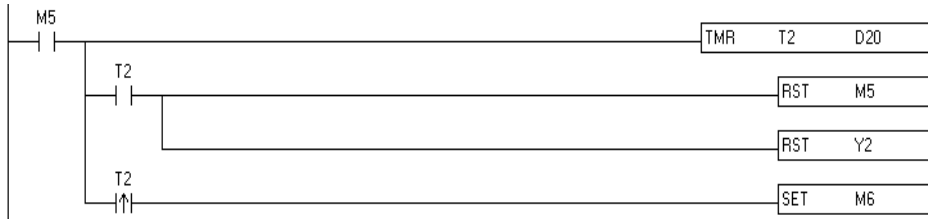
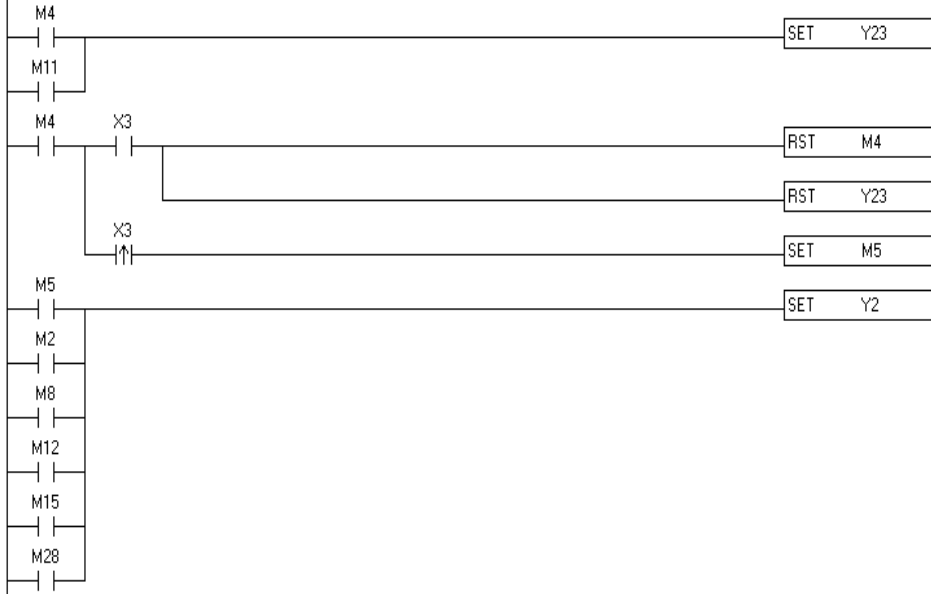
SÖĞÜK SU SİRKÜLASYON ZAMANI M1 BİTİ İLE BAŞLIYOR



SÖĞÜK SU ATIK BOŞALTMA SÜRESİ M3 BİTİ İLE BAŞLIYOR



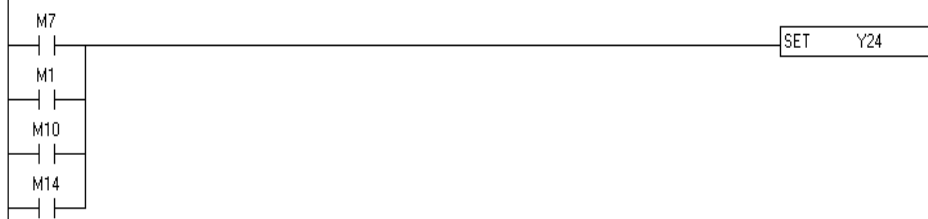
SICAK SU SİRKÜLASYON ZAMANI M4 BİTİ İLE BAŞLIYOR

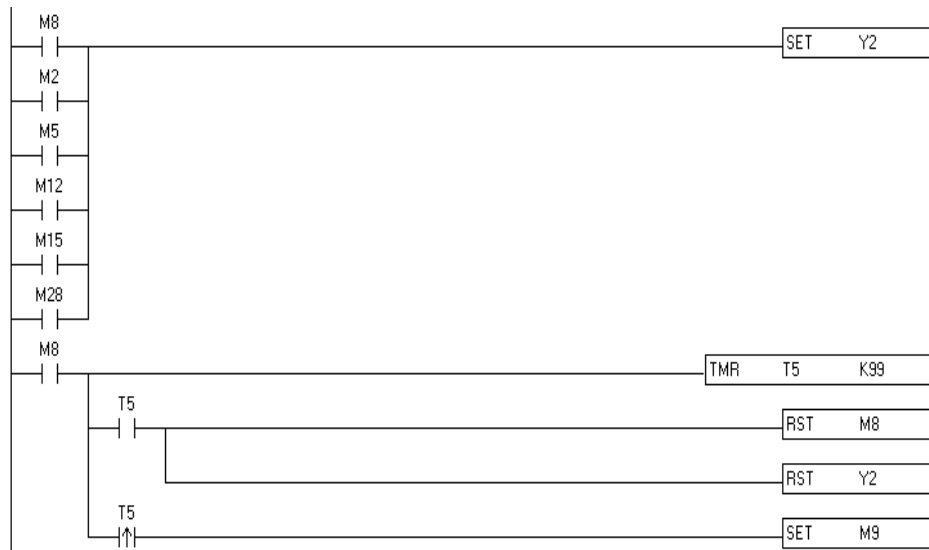


SICAK SU ATIK BOŞALTMA ZAMANI M6 BİTİ İLE BAŞLIYOR

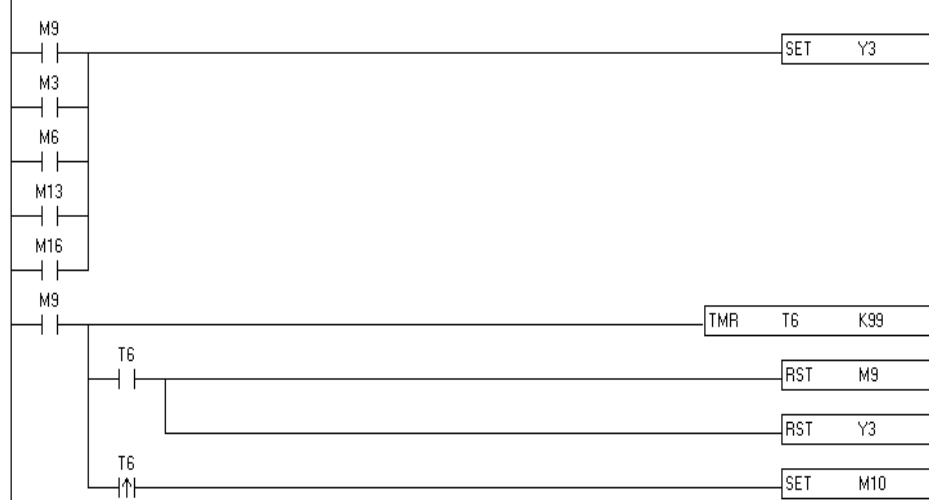


DETERJANLI SU SİRKÜLASYON ZAMANI M7 BİTİ İLE BAŞLIYOR

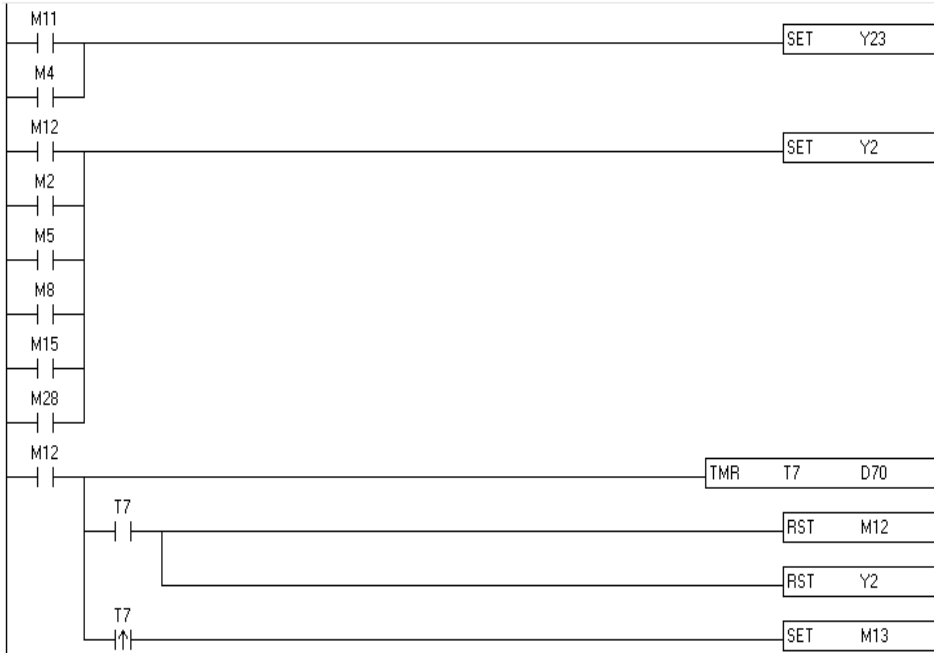
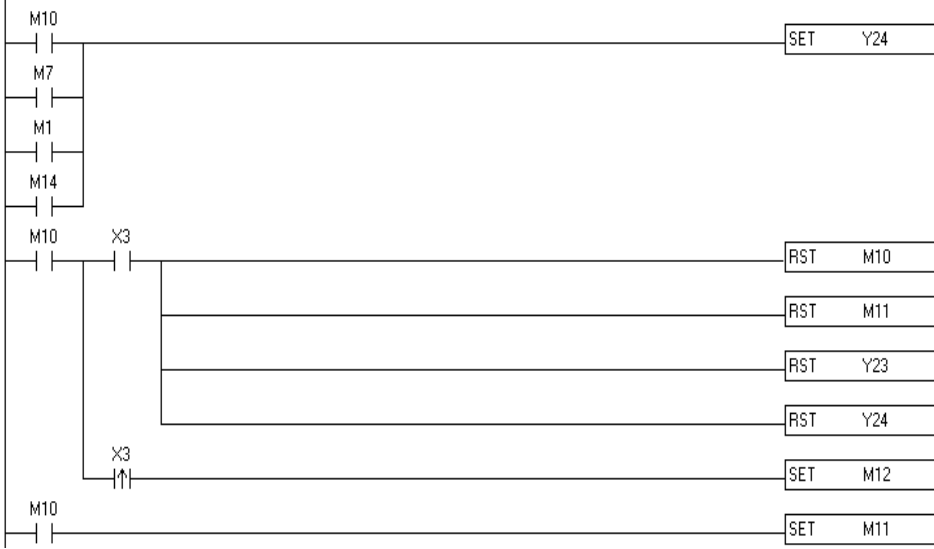




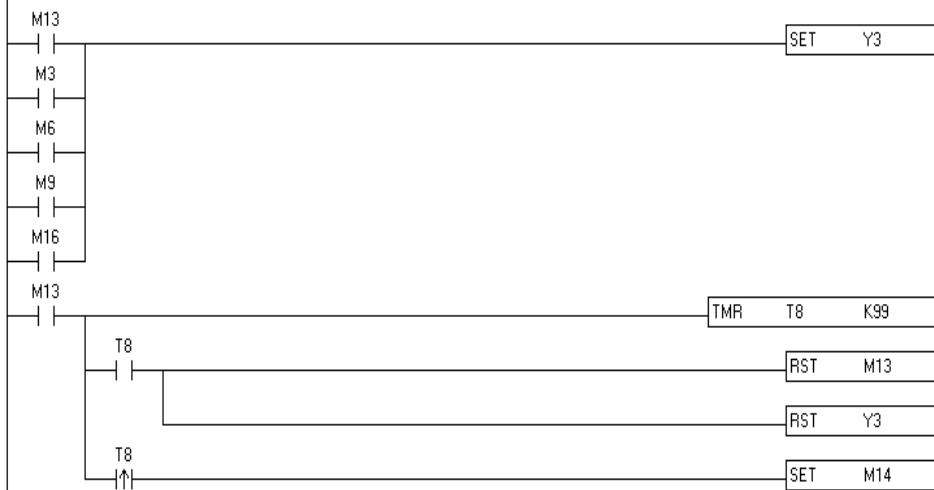
DETERJANLI SU ATIK BOŞALTIMA ZAMANI M9 BİTİ İLE BAŞLIYOR



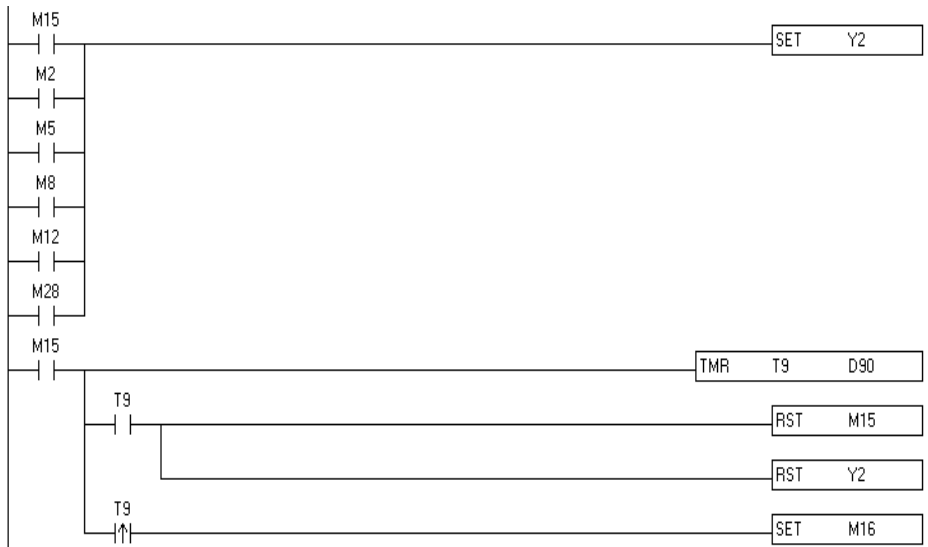
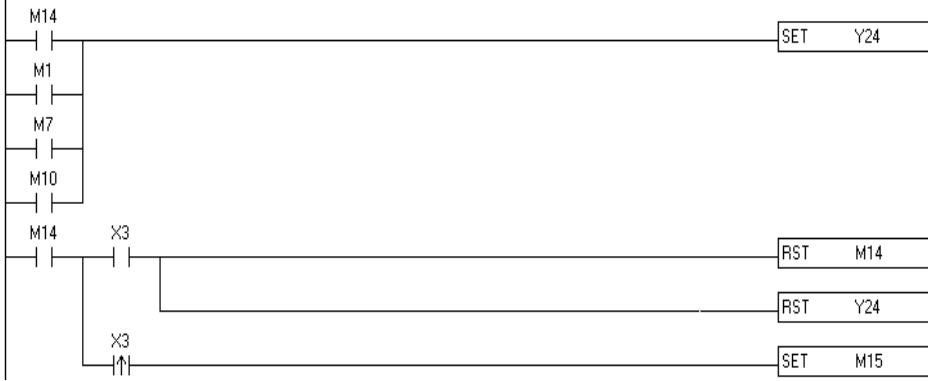
ILIK SU SİRKÜLASYON ZAMANI M10 BİTİ İLE BAŞLIYOR



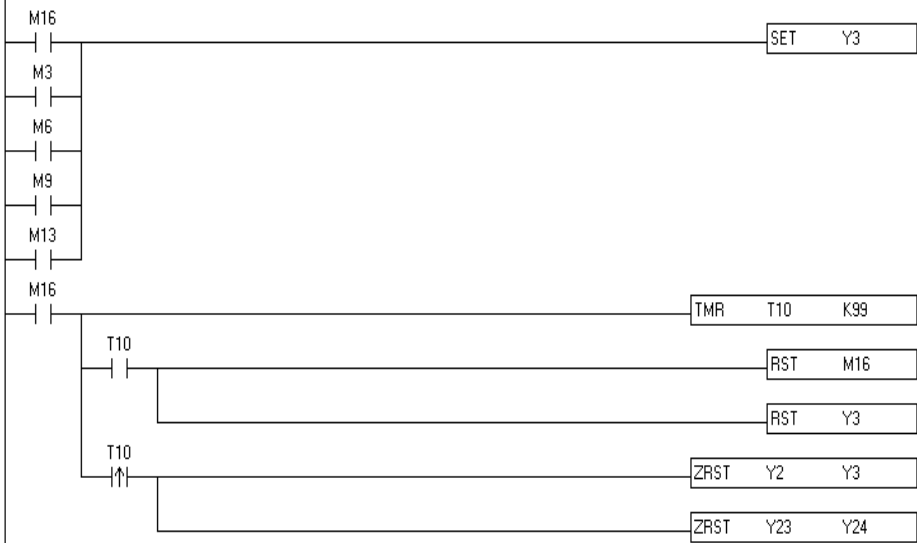
ILIK ATIK SU BOŞALTMA ZAMANI M13 BİTİ İLE BAŞLIYOR



SON DURULAMA ZAMANI M14 BİTİ İLE BAŞLIYOR

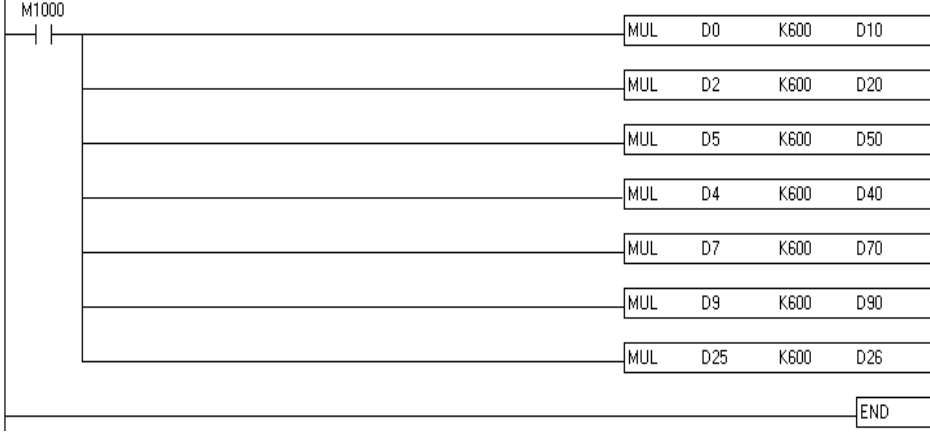


DURULAMA SUYU ATIK BOŞALTMA SÜRESİ M16 BİTİ İLE BAŞLIYOR

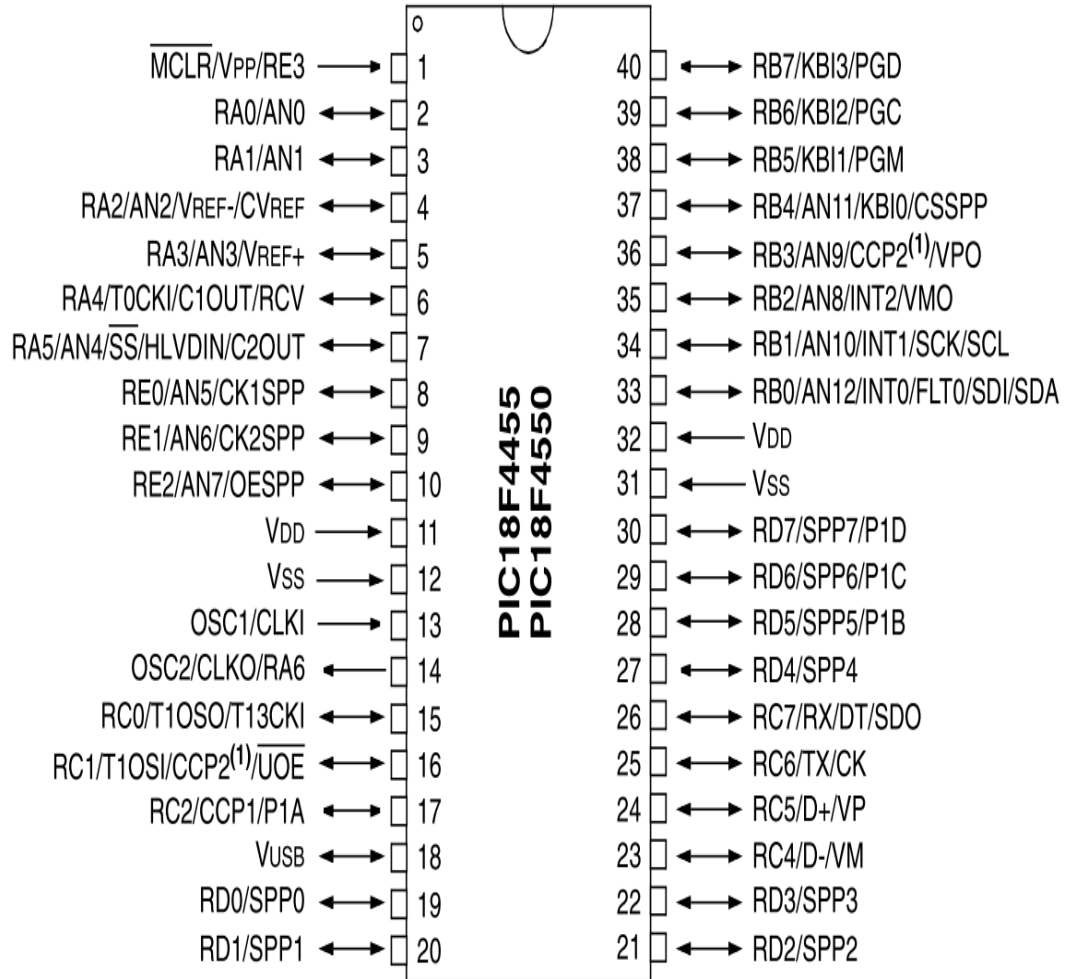


EKRAN TIMER VERİ AKTARIMI MOV KOMUTLARI

EKRANDAN GELEN VERİLERİ 600 İLE ÇARP TIMER/A VERİ (DAKİKAYA ÇEVİR)



EK G PIC18F4550 Bacak Bağlantıları



EK H Sağım Odası Haberleşme Blok Şeması

