



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**SU SAYAÇLARI İÇİN AKILLI TEST İSTASYONU
TASARIMI VE UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Yunus BATMAZ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Selim ARAS

SAMSUN
2021

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**SU SAYAÇLARI İÇİN AKILLI TEST İSTASYONU
TASARIMI VE UYGULAMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Yunus BATMAZ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Selim ARAS

Bu tez Yavuz Metal San. Tic. A.Ş. tarafından desteklenmiştir.

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Yunus BATMAZ tarafından, **Dr. Öğr. Üyesi Selim ARAS** danışmanlığında hazırlanan “**Su Sayaçları için Akıllı Test İstasyonu Tasarımı ve Uygulaması**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 8.7.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Doç Dr. Önder AYDEMİR Karadeniz Teknik Üniversitesi Biyomedikal Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye (Danışman)	Dr. Öğr. Üyesi Selim ARAS Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektronik Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Cenk GEZEGİN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik Tesisleri Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Dönem Projesi tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

08 / 07 / 2021

Öğrenci Adı SOYADI

Yunus BATMAZ

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : Su Sayaçları için Akıllı Test İstasyonu Tasarımı ve Uygulaması

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 04.06.2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 10

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

İmza

08 / 07 / 2021

Danışman Adı SOYADI

Dr.Öğr.Üyesi Selim ARAS

ÖZET

SU SAYAÇLARI İÇİN AKILLI TEST İSTASYONU TASARIMI VE UYGULAMASI

Yunus BATMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Temmuz/2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selim ARAS

Yeryüzünün en önemli maddelerinden biri olan su, günlük yaşantımızın vazgeçilmezi, doğal kaynakların ise en önemlisidir. Tüm bitki ve hayvanlar hayatta kalabilmek için suya ihtiyaç duyar. Dünya nüfus artışına bağlı olarak suya olan talep her geçen gün artmakta, su kaynakları ise gittikçe azalmaktadır. Bu sebeple su kaynaklarındaki kullanımların ölçülmesi ve sınırlandırılması, su yönetiminin sağlanabilmesi için önemli unsurlar olarak öne çıkmıştır.

Su kullanımının denetimi yaygın olarak su sayacı ile yapılmaktadır. Her ölçü aletine olduğu gibi, su sayacında da ölçme hatalarının belirli sınırlar ve standartlar içerisinde kalması istenir. Su sayacının doğruluğunu ispatlamak için referans bir ölçü aleti ile kalibrasyon yapılır ve ölçme hatası hesaplanır.

Bu çalışmada, su sayaçlarının standartlara uygun bir şekilde üretildiğini denetleyen ve otomatik olarak kalibrasyon yapabilen bir akıllı su sayacı test istasyonu solidworks 3D çizim programı ile tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Su sarfiyatı yapmaksızın kapalı çevrim olarak tasarlanan test istasyonunda gerekli hassasiyeti sağlamak için üç farklı debi hattı oluşturulmuştur. Tüm boru tesisatı ve su tankları paslanmaz malzemeden özel olarak imal edilmiştir. Test istasyonunun bilgisayar tarafından kontrol edilebilmesi ve testleri otomatik olarak gerçekleştirebilmesi için visual studio ile özel dinamik bir arayüz hazırlanmıştır. İstasyonun gerçeği ile birebir aynı olması için her komponentin dinamik görüntüleri photoshop programında düzenlenmiştir. Test istasyonunda kullanılan tüm veri ve kayıtlar lokal bir xampp SQL serverda saklanmaktadır.

Tamamı bu tez kapsamında tasarlanan ve gerçekleştirilen test istasyonunda kullanılan bilgisayar arayüzü; terazi ve debimetreler ile seri haberleşme, oransal vanalar, pompa, sıcaklık ve basınç sensörü ile analog haberleşme, lazer sensör ve diğer cihazlar için sayısal haberleşme sağlanmıştır.

Bu tez çalışması sayesinde su sayaçlarının kalibrasyonunun daha hassas ve kısa zamanda yapılarak test sonuçlarının güvenilirliğinin ve kesinliğinin artması hedeflenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Su sayacı, kalibrasyon, test , test istasyonu, ölçme hatası, Rs232, Rs485, bilgisayar arayüzü

ABSTRACT

INTELLIGENT TEST BENCH DESIGN AND APPLICATION FOR WATER METERS

Yunus BATMAZ

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Electrical – Electronics Engineering

Master, July/2021

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Selim ARAS

Water, one of the most important substances of the earth, is indispensable in our daily life and the most important of natural resources. All plants and animals need water to survive. Depending on the world population increase, the demand for water is increasing day by day, and water resources are gradually decreasing. For this reason, measuring and limiting the use of water resources has emerged as important issue in ensuring water management.,

Control of water usage is commonly measure with a water meter. As with every measuring device, measurement errors in the water meter are required to remain within certain limits and standards. In order to prove the accuracy of the water meter, calibration is made with reference measuring device and the measurement error is calculate.

In this study, an intelligent water meter test bench, which checks that the water meters are produced in accordance with the standards and can calibre automatically, was designed with solidworks 3D drawing software and implemented. Three different flow lines have been created in order to provide the required sensivity in the test bench, which is designed as a closed look without wasting water. All pipes and waters tanks are specially made of stainless material. A special dynamic interface, which designed with visual studio, has been prepared so that the test bench can be controlled by the computer and automatically perform the tests. The dynamic images of each component are arranged in the photoshop software in order to be exactly the same the test bench. All data and records used in the test bench are stored on a local xampp SQL server.

The computer interface used in the test bench, all designed and implemented within the scope of this thesis; It provides serial communication with scales and flow meters, analog communication with proportional valves, pump, temperature and pressure sensor, digital communication for laser sensors and other devices.

Thanks to this thesis work, the calibration of water meters was made more precisely and in a short time, increasing the reliability and precision of the test results.

Keywords: Water meter, calibration, test, test bench, measuring error, Rs232, Rs485, computer interface

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmalarında bana destek olan, yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimini benden esirgemeyen ve ilgi alakasını eksik etmeyen değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Selim ARAS'a teşekkürü borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca her koşulda yanımda olan hiçbir zaman desteklerini eksik etmeyen ve bugüne kadar büyük emek ve çaba harcayan annem Nilgün BATMAZ, babam Muammer BATMAZ ve eşim Emriye ÇAĞIRAN BATMAZ'a çok teşekkür ediyorum.

Tez çalışmamı gerçekleştirmemde maddi manevi destekte bulunan Yavuz Metal San. Tic. A. Ş. ' ye ayrıca teşekkür ediyorum.

Yunus BATMAZ

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	İX
ŞEKİLLER DİZİNİ	Xİ
TABLolar DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	14
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Su Sayacı Tanımı.....	18
3.2. Ölçüm Grupları.....	19
3.2.1. Hacim Esaslı	19
3.2.1.1. Piston Tipi Pozitif Deplasmanlı	19
3.2.1.2. Dişli Tip Pozitif Deplasmanlı.....	19
3.2.2. Hız Esaslı	20
3.2.2.1. Tek Hüzmeli.....	20
3.2.2.2. Çok Hüzmeli	20
3.2.3. Elektromanyetik Esaslı	21
3.2.4. Ultrasonik Esaslı	21
3.3. Yazıcı Grupları	22
3.3.1. Mekanik Yazıcı Grupları	22
3.3.1.1. Kuru Tip Yazıcı Grubu	22
3.3.1.2. Yaş Tip Yazıcı Grubu	23
3.3.1.3. Elektronik Göstergeli Yazıcı Grubu.....	24
3.4. Metroloji ve Kalibrasyon.....	24
3.5. Standartlar	25
3.5.1. OIML R49	25
3.5.2. TS 824.....	25
3.5.3. TS 8221.....	26
3.5.4. TS 10021.....	26
3.5.5. TS EN 14154 + A1	26
3.5.6. TS EN ISO 4064.....	26
3.6. Yönetmelikler	26
3.7. Uygulanan Su Sayacı Deneyleri.....	27
3.7.1. Yapısal Gösterge Hatalarının Belirlenmesi	27
3.7.1.1. Test Debilerinin Hesaplanması	27
3.7.1.2. Hata Sınırlarının Belirlenmesi.....	28

3.7.1.3. Testin Yapılışı	28
3.7.1.4. Hatanın Hesaplanması.....	29
3.8. Test İstasyonu Tasarımı.....	29
3.9. Mekanik Aksamlar	30
3.9.1. Şase ve Boru Tesisatı.....	30
3.9.2. Besleme ve Ölçüm Sistemleri.....	31
3.9.3. Sayaç Bölümü	31
3.9.4. Debi Hat Sistemleri.....	32
3.9.4.1. Küçük Debi Hattı	32
3.9.4.2. Orta Debi Hattı.....	32
3.9.4.3. Büyük Debi Hattı	32
3.10. Pnömatik Aksamlar	33
3.11. Elektronik Aksamlar.....	34
3.11.1. Kontrol Panosu	34
3.11.2. İnvertörlü Pompa Motoru	35
3.11.3. Sınır Şalterleri.....	35
3.11.4. Lazer Sensörler	36
3.11.5. Debimetreler	37
3.11.1. Selenoid Valfler ve Pozisyonerler	37
3.11.2. Terazı Göstergesi	37
3.11.3. Basınç Transmitteri.....	38
3.11.4. PT100 Sıcaklık Transmitteri.....	38
3.11.5. PLC Grubu.....	39
3.11.5.1. MPU	39
3.11.5.2. Analog Çıkış Modülü.....	40
3.11.5.3. Analog Giriş Modülü	40
3.11.5.4. Dijital Giriş/Çıkış Modülleri.....	40
3.11.6. Monitör PC	40
3.12. Yazılımlar	40
3.12.1. PLC Yazılımı	41
3.12.1.1. Sıkıştırma Piston Butonu	41
3.12.1.2. Acil Stop Butonu.....	42
3.12.1.3. Lazer Sensör Okuma	43
3.12.1.4. Rs232 Haberleşmesi.....	44
3.12.1.5. Rs485 Haberleşmesi.....	45
3.12.1.6. Analog Çıkış Modülü.....	45

3.12.1.7. Analog Giriş Modülü	46
3.12.2. Bilgisayar Arayüz Yazılımı	47
3.12.2.1. Sayaç Kaydı Sekmesi.....	48
3.12.2.2. Test İstasyonu Sekmesi.....	52
3.12.2.2.1. Sensör Ayarlama Prosedürü.....	58
3.12.2.2.2. Hava Alma Prosedürü	59
3.12.2.2.3. Test Prosedürü.....	61
3.12.2.3. Test Sonuçları Sekmesi.....	67
3.12.2.4. Veri Tabanı.....	67
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	69
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	72
KAYNAKÇA	74

SİMGELER VE KISALTMALAR

BSP	: British Standart Pipe
ISO	: International Standart Organisation
EAL	: Environmental Analysis Laboratory
U.S.	: United State
m³	: Metreküp
R	: Hassasiyet
DN	: Anma Çapı
KHZ	: Kilohertz
Mbus	: Meter-Bus
Nb-IOT	: NarrowBand-Internet of Things
NFC	: Near Field Communication
RFID	: Radio Frequency Identification
SI	: International System of Units
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
CGPM	: Conférence Générale des Poids et Mesures
CIPM	: Comité International des Poids et Mesures
BIPM	: Bureau International des Poids et Mesures
NMI	: National Measurement Institute
OIML	: Organisation Internationale de Metrologie Legale
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TS	: Türk Standardı
EN	: European Standart
ISO	: International Standart Organisation
AT	: Avrupa Topluluğu
AB	: Avrupa Birliği
Q₄	: Maksimum Debi
Q₃	: Sürekli Debi
Q₂	: Geçiş Debisi
Q₁	: Minimum Debi
°C	: Santigrad Derece
T	: Sıcaklık
V	: Hacim

ξ	: Yüzde Hata
mm	: Milimetre
kg	: Kilogram
h	: Saat
PLC	: Programmable Logic Controller
Rs	: Recommended Standard
RTU	: Remote Terminal Unit
Vdc	: Volts Direct Current
Vac	: Volts Alternative Current
mA	: Miliamper
MPU	: Micro Processing Unit
Ms	: Milisaniye
CR	: Control Register
CH	: Channel
ASCII	: American Standart Code for Information Interchange
MSB	: Most Significant Bit
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
MPE	: Maximum Permissible Error
IP	: Internet Protocol
SQL	: Structured Query Language
ID	: Identifier
HMI	: Human Machine Interface
KW	: KiloWatt

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Su sayacı kesiti.....	18
Şekil 3.2. Piston tipi pozitif deplasmanlı	19
Şekil 3.3. Dişli tipi pozitif deplasmanlı.....	20
Şekil 3.4. Tek hüzmeli gövde kesiti	20
Şekil 3.5. Çok hüzmeli gövde kesiti.....	21
Şekil 3.6. Elektromanyetik gövde kesiti	21
Şekil 3.7. Ultrasonik gövde kesiti	22
Şekil 3.8. Kuru tip yazıcı grup	23
Şekil 3.9. Kadran.....	23
Şekil 3.10. Tasarlanan ve gerçekleştirilen test istasyonu	29
Şekil 3.11. Mekanik tesisat şeması	30
Şekil 3.12. Terazî tankı, su tankı ve pompa	31
Şekil 3.13. Sayaç bölümü.....	31
Şekil 3.14. Debi hattı.....	32
Şekil 3.15. Valf adası	33
Şekil 3.16. Pnömatik bağlantı	33
Şekil 3.17. Elektrik bağlantı şeması.....	34
Şekil 3.18. Kontrol panosu.....	34
Şekil 3.19. Motor bağlantısı	35
Şekil 3.20. Lazer sensör çalışma prensibi	36
Şekil 3.21. Debimetre elektrik bağlantısı.....	37
Şekil 3.22. Selenoid valf çalışma prensibi	37
Şekil 3.23. Basınç transmitteri bağlantı şeması	38
Şekil 3.24. PLC grubu bağlantıları.....	39
Şekil 3.25. Dijital giriş/çıkış bağlantısı.....	39
Şekil 3.26. Sayaç bağlama/sökme ladder diyagramı.....	41
Şekil 3.27. Sayaç bağlama/sökme ladder diyagramı (devam)	42
Şekil 3.28. Acil stop butonu ladder diyagramı.....	42
Şekil 3.29. Lazer sensör pulse sayma ladder diyagramı	43
Şekil 3.30. Lazer sensör data transferi ladder diyagramı	43
Şekil 3.31. Lazer pulse sayıcılarının sıfırlanması ladder diyagramı	44
Şekil 3.32. Rs232 haberleşme parametresi ayarlama ladder diyagramı.....	44
Şekil 3.33. Rs485 RTU haberleşme parametresi ayarlama ladder diyagramı.....	45
Şekil 3.34. Analog çıkış modülü ayarı ladder diyagramı.....	46
Şekil 3.35. Analog giriş modülü ayarı ladder diyagramı	47
Şekil 3.36. Menü buton kodları.....	48
Şekil 3.37. Bilgisayar arayüz yazılımı	48
Şekil 3.38. Sayaç listesi görüntüleme kodları	49
Şekil 3.39. Sayaç modeli kayıt paneli	49
Şekil 3.40. KDM5 ibre katsayı hesaplama.....	49
Şekil 3.41. Sayaç kaydetme ve düzenleme kodları	50
Şekil 3.42. Test noktası ekleme sayfası	51
Şekil 3.43. Test noktası ekleme sayfası açma kodları.....	51
Şekil 3.44. Test noktaları görüntüleme kodları.....	51
Şekil 3.45. Rs485 Modbus sorgu kodları	52
Şekil 3.45. Rs485 Modbus sorgu kodları (devam).....	53
Şekil 3.46. Limit şalteri yazılım görseli	54
Şekil 3.47. Limit şalteri durum okuma kodları	54
Şekil 3.48. Sıkıştırma pistonu yazılım görseli	54

Şekil 3.49. Küresel vana aç kapat komut kodları.....	55
Şekil 3.50. Oransal vana yazılım görseli.....	55
Şekil 3.53. Oransal veri giriş kodları	56
Şekil 3.52. Oransal vana textbox giriş kodu	56
Şekil 3.51. Oransal vana okuma kodları	56
Şekil 3.54. Terazı değeri okuma kodu	57
Şekil 3.55. Taşma koruma kodu.....	57
Şekil 3.56. Debımetre okuma kodu.....	58
Şekil 3.57. Debımetre yazılım görseli.....	58
Şekil 3.58. Sensör ayarlama prosedürü kodu	58
Şekil 3.59. Hava alma prosedürü akış şeması	59
Şekil 3.60. Hava alma prosedürü kodu	60
Şekil 3.61. Test prosedürü akış şeması	61
Şekil 3.61. Test prosedürü akış şeması (devam)	62
Şekil 3.62. Test prosedürü kodu.....	63
Şekil 3.62. Test prosedürü kodu (devam)	64
Şekil 3.62. Test prosedürü kodu (devam)	65
Şekil 3.63. Test ağırlığı hesaplama kodu	66
Şekil 3.64. Test ağırlığı hesaplama arayüz görseli.....	66
Şekil 3.65. Test sonucu gösterimi	67
Şekil 3.66. Test sonuçları sekmesi	67
Şekil 4.1. Hata-Debi grafiği	71
Şekil 5.1. Tasarlanan ve geręeklenen sistemin geręek görüntüsü	72
Şekil 5.2. Tasarlanan ve geręeklenen sistemin lazer sensörü (A), limit şalterli aktüatörlü küresel vanası (B), debi hattı (C), pompası (D).....	73
Şekil 5.3. Tasarlanan ve geręeklenen sistemin arayüz yazılımı(A), kontrol panosu(B)	73
Şekil 5.4. Tasarlanan ve geręeklenen test istasyonu sistemi.....	73

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Su Sayacı model, dış ve bağlantı ölçü tablosu.....	30
Tablo 3.2. Debi hattı ölçüm aralığı	32
Tablo 3.3. Sınır şalterleri kablo kodları	36
Tablo 3.4. PT100 sıcaklık - direnç tablosu	38
Tablo 3.5. Rs232 haberleşme parametresi	44
Tablo 3.6. Rs232 7 bitlik data	45
Tablo 3.7. Rs485 Modbus RTU haberleşme parametresi	45
Tablo 3.8. Analog çıkış modülü çıkış modları.....	46
Tablo 3.9. Analog çıkış modülü kanal ayarı	46
Tablo 3.10. Analog giriş modülü çıkış modları	47
Tablo 3.11. Analog giriş modülü kanal ayarı.....	47
Tablo 3.12. Rs485 Modbus mesajı.....	52
Tablo 3.13. Rs485 Modbus fonksiyonları.....	52
Tablo 3.14. ASCII Ondalık sayı - karakter dönüşümü	57
Tablo 3.15. 32-bit IEEE 754 floating point data.....	58
Tablo 3.16. SQL komutları	68
Tablo 3.17. Sayaç kaydı veritabanı tablosu	68
Tablo 3.18. Sıcaklık-yoğunluk çevrimi veritabanı tablosu	68
Tablo 3.19. Test noktaları veritabanı tablosu.....	68
Tablo 3.20. Test sonuçları veritabanı tablosu	68
Tablo 4.1. Test ağırlığı kontrolü	69
Tablo 4.2. Manuel ve otomatik tekli test işlem süreleri.....	69
Tablo 4.3. Manuel ve otomatik sayaç hata sonuçları	70

1. GİRİŞ

Canlıların yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan su, evrenin varoluşundan beri en önemli temel kaynaklardan biridir. Çeşitli formlarda havada, yüzeyde, yeraltında ve okyanuslarda bulunan su içme, yıkama, ısı alışverişi, gıda işleme, yangın kontrolü, endüstriyel kullanım ve tarım için de önemlidir. Doğal su kaynakları sınırlıdır, bu nedenle suyun daha fazla bulunabilirliği insan dünyasını sürdürmek için önemli bir konudur. Dünyada bulunan suyun % 2.5’luk kısmı tatlı sudan oluşur. Tatlı suların kullanılabilir sular haline dönüşebilmesi için suyun fiziksel ve estetik kalitesinin sağlanması, suda bulunması muhtemel zehirli veya zararlı maddelerin giderilmesi, hastalık yapıcı mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi gerekmektedir.

Dünya genelindeki su kullanımını tarım, sanayi, evsel olmak üzere üç ana kategoriye ayırabiliriz. Tarım alanlarının sulanması, ürünlerin yetiştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Her ürün çeşidi farklı zamanlarda ve farklı miktarlarda sulama gerektirmektedir. Sanayi alanında sayısız alanda su kullanımı yapılmaktadır. Çalışma alanına göre farklılık göstermektedir. Çalışanların temel su ihtiyacının yanı sıra işletme bir baraj ise elektrik üretiminde, halı yıkama firması ise ürün yıkama ve temizliği, Plastik enjeksiyon firması ise makine ve ürün soğutmaları, geri dönüşüm merkezi ise ayrıştırma işlemlerinde kullanılmaktadır.

Evlerimizde ise çamaşırlar ve bulaşıklarımızı yıkamak için makinelerde, günlük ihtiyaçlarımızı karşılamak için lavabo, duş ve tuvaletlerimizde suya ihtiyaç duymaktayız. Su ihtiyacımızı, karların erimesi ve kaynak suların birleşmesi ile elde edilen akarsu ve nehirlerin barajlarda biriktirilmesinden elde etmekteyiz. Barajların hacimsel hesabı yapıldığı için depolanan su miktarı kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Elde bulunan su miktarının taleplere cevap verebilmesi, geleceğe dair planlamaların yapılması herhangi bir su krizi yaşanmaması, günlük hayatın aksamaması için su kullanım yerlerindeki tüketim miktarlarının bilinmesi gerekmektedir.

Yapılan araştırmalar su tüketiminin sürekli olarak arttığını ve depolanan su miktarının insanoğlu için gittikçe yetersiz kaldığını göstermektedir. Yakın gelecekte su krizlerinin yaşanacağı, hatta bu krizlerin devletleri savaşa sürükleyeceği öngörülmektedir (Dilcan, 2018). Bu yüzden hangi alanda olursa olsun su kullanımında verimliliğinin artırılması hayati önem taşımaktadır. Verimliliği artırmanın temel gerekliliklerinden biri de su tüketiminin doğru bir şekilde ölçülebilmesidir. Ölçümleri yüksek hassasiyet ile yapabilen ve standartlaştırılan sayaçlar kullanmak, elde edilen sonuçların güvenilirliğini arttıracak ölçüm belirsizliği miktarını azaltacaktır.

Geçmişten günümüze, farklı yapı ve modellerde üretilen su sayaçları sayesinde suyun tüketimi ölçülmekte ve kullanım oranına göre faturalandırılmaktadır. Hayati neme sahip olan suyun tüketiminin takibini sağlayan su sayaçları için çeşitli standartlar yayınlanmıştır. Bu standartların amacı, sayaçların ölçme hata oranlarının minimum değerlerde kalmasını sağlamaktır.

Bu çalışmada, uluslararası standartlarda su sayaçları üreten Cem Su Sayaçları firması adına çoklu su sayacını ISO4064 standardına göre test eden akıllı bir su sayaç sistemi tasarlanmış, gerçekleştirilmiş, tüm testleri yapılmış ve işletmeye alınmıştır. Üniversite ve sanayi iş birliğinin önemini en güzel şekilde yansıtan ve başarıya ulaşan bu çalışmanın, ülkemiz ihtiyacı olan bu tarz işbirliklerinin önünü açmasını temenni ediyoruz.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Su sayacı, temel olarak bir borudan veya başka bir çıkıştan geçen su miktarını ölçerek kaydeden ve böylece su tüketimini belirleyen bir cihazdır. Su sayacının düzenli olarak okunması, hatta oluşan kaçak su kaybını belirlemeyi veya suyun nasıl tüketildiğini anlamamıza yardımcı olur. Su sayaçlarının ne zaman icad edildiğini net olarak işaret eden bir belge bulunmamasıyla birlikte, bazı araştırmalarda eski mısır tarihinde yapılan sulamalarda su tüketiminin ölçüldüğünü gösteren ifadeler bulunmaktadır (Cowan, 1958).

Su kaynaklarının sınırlı olması ve su tüketim ihtiyacının sürekli artması nedeniyle su korunumunun önemi artmıştır. Yaygın olarak kullanılan suyun en yaygın ölçümü ise su sayaçları ile yapılmaktadır. Su tüketimini ölçme ihtiyacı ve insanlara faturalandırma gereği pozitif deplasmanlı ve hız esaslı su sayacının gelişimini hızlandırmıştır.

19. yüzyılın sonlarına doğru sanayinin gelişmesi, resmi kurumların su kullanım miktarını ölçme gerekliliğine neden olmuştur. 1790 yılında Reinhard Woltman hava ve suyun debisini ölçmek için çok bıçaklı bir fan kullanmıştır. Türbin tipi hız esaslı su sayaçlarının başlangıcı olmuş ve günümüzde hala bu isimle anılmaktadır. Resmi olarak kayıtlı ilk ticari su sayacı üretimi ise 1820’de yapılmıştır. 1850 yılında Siemens, kapalı bir boru içinde woltman sayacı tasarımı yaparak yeni bir dizayn geliştirmiştir. Borunun giriş ve çıkışına türbin şeklinde kanallar yapmış ve ortasına türbin şeklinde bir rotor yerleştirmiştir. 1960 yılında ise dik rotorlu woltman sayacını geliştirmiştir.

1970 yılında fizikçi Giovanni Venturi ölçüm cihazları ile ilgili bir makale yayınlamış ve 1842 ila 1930 yılları arasında Clemens Herschel tarafından Venturi Tüpü icad edilmiş ve 19.yüzyılda Londra su şebekelerinde suyun debisinin ölçülmesinde kullanılmıştır. 1857 yılında Henry Worthington tarafından ilk piston tipi su sayacı icad edilmiştir. İki adet piston ve silindir içeren, giriş ve çıkış portları bulunan bu sayacının bir piston dolarken diğerinin boşalması ise hacimsel ölçüm yapılmıştır. İlk volümetrik ölçüm yapan su sayacı patenti 1884 yılında Lei’vis Hallock Nash tarafından alınmıştır. Günümüzde halen bu tasarım kullanılmaktadır. 1888 yılında yine aynı adam positif deplasmanlı su sayacı patentini de almıştır (U.S. Patent No.562,144, 1896). 1832 yılında Faraday tarafından ilk elektromanyetik sayaç icad edilmiş fakat ilk ticari kullanımı 1950 yılında görülmüştür. 1928 yılında Rutten tarafından ilk ultrasonik sayaç icad edilmiş fakat ticari kullanımı 1970 yılında görülmüştür (PTB, 2019).

Kullanılan su sayaçlarının doğru ölçüm yaptığından emin olmak için birçok method uygulandığı görülmektedir. Harrison ve arkadaşları su şebekesinde oluşan su kayıpları alanında çalışma yaparak kayıpların sebebi ve kaynağını araştırmıştır. Yasadışı kullanım ve sayaçların ölçüm hatalarından kaynaklandığı tespit ettikten sonra şebeke sisteminde bulunan su sayaçlarının karşılaştırmasını yapmıştır. Bir apartman dairesine şebekeden gelen ana sayaç ve dairelere giden alt sayaçlar üzerinde farklı debilerde çalışmalar yaparak sayaç performanslarını elde etmişlerdir. Sayacı sayaçla karşılaştırarak ana sayaç ve alt sayaçların tüketimleri değerlendirildiğinde %18 oranında kayıp olduğunu tespit etmişlerdir (Mutikanga, 2011).

Uluslar arası standart organizasyonu kapalı kaplarda sıvı debisinin ölçülmesi – ağırlık methodu olan ISO 4185 standardını 1980 yılında yayınlamıştır. Yüksek kota sahip bir su kulesinden kapalı bir boru ile cazibeyle akan su hattına yerleştirilen su sayacı ve çıkışında bulunan debi kontrol vanası ile suyun debisi ayarlanmaktadır. Diverter adı verilen ayırıcı sayesinde akan su test başlangıcı ile terazi üzerine yerleştirilen su tankına akıtılarak biriktirilerek su sayacının kalibrasyonu yapılmaktadır. Su kulesi yerine pompa ile suyun basıldığı tasarımda yer almaktadır (ISO 4185, 1980). ISO, kapalı kaplarda sıvı debisinin ölçülmesi – hacim methodu olan ISO 8316 standardını 1987 yılında yayınlamıştır. ISO 4185 ‘ten farklı olarak su hacmi hesaplanmış bilinen bir tank içerisinde biriktirilmekte ve tankın içine yerleştirilen sıvı seviye kontrolörü ile su seviyesi ölçülerek biriktirilen suyun hacmi hesaplanmaktadır (ISO 8316, 1987).

Bonckus ve arkadaşı, Litvanyada bulunan ve ISO 4185 ve ISO 8316 standardlarına uygun laboratuvarlarda çok hüzmeli klas 2 bir su sayacını 12 farklı laboratuvar da test ederek test sonuçlarını EAL-P07 laboratuvar içi karşılaştırma yaparak En değerlerini belirleyerek laboratuvarların performanslarını değerlendirmiştir (Bonckus, 2019). Salser ve arkadaşları, modüler sıvı ölçer test istasyonu yapmışlardır. Test istasyonları yapı itibariyle yekpare büyük bir yapıdan oluştuğu için kullanılacakları yerde imal edilmek veya kullanıcıları yere girişlerin ebatlara uygun olarak yapılması gerekmektedir. Bu sorunu ortadan kaldırmak ve nakliye, kurulum olanaklarını kolaylaştırmak için puzzle gibi sökülüp takılabilen bir test istasyonu tasarlamış ve patentini almışlardır (U.S. Patent No.9,891,089 B2, 2020).

Roberts, su sayaçları için otomatik test yapabilen tek hatlı bir test istasyonu yapmıştır. Test prosedürlerini oluşturmuş ve performans testlerini otomatik olarak başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmiştir. Fakat patenti alınan bu sistemde sayaç endeksleri manuel okuma ile sisteme girilmektedir (U.S. Patent No.2020/0386589 A1, 2020).

Hsia ve arkadaşları, su sayacının tüketiminin dijital olarak hesaplanabilmesi için kadran kısmına yerleştirilen özel bir devre ile ibre pozisyonlarının değişimlerini algılayarak işlemci üzerinde sürekli olarak tüketim bilgisi oluşturmuşlardır. Doğru çalışan bu sistemde sayaçlar dinamik olarak hızlıca okunabilmekte fakat su sayacının imalat sürecinde bu devrenin yerleştirilmesinin gerekmesi en büyük eksiklik olmaktadır. (Shih, 2013).

Tang ve arkadaşı, su sayacı tüketimini algılamak için alt skalaları dinamik olarak temassız okunması için yüksek hız ve çözünürlükte kamera kullanarak görüntü işleme tekniği uygulamışlardır. İnsan gözü ile okumaya kıyasla 3 kat daha hızlı okunabilmekte ve kalibrasyon zamanında ciddi oranda azalmaktadır. Fakat gölgeler ve ışık yetersizliği görüntü işlemede hatalı ölçümler yapılmasına sebebiyet vermektedir (Tang, 2015).

Yang ve arkadaşları, sayaç kadarında bulunan tambur numarator kısmını kamera ile okuma çalışması yapmıştır. Her tamburda 0 ‘dan 9 ‘a sıralı rakamlar bulunmaktadır. Tamburlu numaratorler döndükçe mevcut numara dönüş yönünde kaybolmakta ve yeni numara görünmeye başlamaktadır. Full katlama yöntemi ile sayacın tüketimin hesaplanması üzerinde algoritma geliştirmişlerdir. Fakat bu sistem hem yüksek hata

oranına sahip hemde minimum çözünürlüğü m^3 olduğundan dolayı kalibrasyon için kullanılamamaktadır (Yang, 2019).

Xiong ve Yun, 140KW inverter, PLC, HMI, 2 ad analog giriş, 2 ad analog çıkış modülü kullanarak otomatik hava basınç kontrol sistemi üzerine çalışma yapmışlardır. Tekli ve çoklu motor kontrolü olmak üzere 2 farklı mod tasarlayarak zeminden 450 metre aşağıda bir lokasyona sabit basınçlı hava gönderen gerçek zamanlı sistemi tasarlamışlar (Xiong, 2010).

Klinachev ve Shaburov, PLC'ye com port üzerinden bağlanarak hazırlamış oldukları görsel modbus arayüz yazılımı sayesinde periyodik olarak PLC datalarını okumuş ve değiştirmiştir. Bu sayede mekanik sistemleri gerçek zamanlı kontrol ederek motor sürmeyi başarmıştır (Klinachev, 2017).

Adityapriatama ve arkadaşları, bir bilgisayar yazılımı ile ethernet protokolü üzerinden PLC ile haberleşerek bir su tankında bulunan suyun pompa yardımı ile su tesisatına gönderilmesi basınç sensörleri ile hat basıncının okunması, debimetre ile debiyi okuyarak fuzzy logic algoritması ile kontrol vanasını kontrol ederek debi ayarlayabilen bir prototip geliştirmiştir (2019).

Tamboli ve arkadaşları, silolarda bulunan ürünlerin saklama sıcaklıkları silolar ile Modbus protokolü ile haberleşerek kontrol ede, belirli oranlarda karıştırılıp pişirme işlemlerini gerçekleştirebilen PLC programı tasarlamıştır (Tamboli, 2015).

Phuyal ve arkadaşları, geleneksel SCADA sistemlerine alternatif olarak C# dilinde kendi kütüphanelerini ve görsel tasarımlarını hazırlayarak endüstriyel düşük maliyetli Modbus arayüzü tasarlamışlar ve sensörlerden elde edilen verileri sql veritabanında kaydedip web servislerine taşımış, Himalayan Snacks firmasında imalatta test edip kullanmıştır (Phuyal 2020).

Haripriya ve arkadaşları, kapasitör üretiminde kullanılan vakumlu ısıtma işlemde sıcaklık değişimlerinin çinko elementi ile prosese olan etkisi gözlemlemek ve sıcaklığı kontrol altında tutabilmek için PT100 sıcaklık sensörlerini PLC ile okuyup Modbus protokolü ile Labview programında hazırlanan arayüz ile gerçek zamanlı gözlemleyip kontrol eden sistemi tasarlamışlardır. (Haripriya 2019).

Bu çalışmanın amacı su tüketimi ölçen su sayaçlarının ölçme hatalarını daha kısa sürede, daha doğru, daha güvenilir ve personele bağımlı olmadan yapabilmektir. Günümüzde genellikle çok hüzmeli kuru tip su sayaçları kullanılmakta ve ultrasonik su sayaç türlerinin geliştirilmesi üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu tezde otomatik test gerçekleştirebilen ve lazer sensör ile maksimum çözünürlüğe sahip ilk hareket ibresi otomatik olarak okunan test istasyonu tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan ve gerçekleştirilen su sayacı test istasyonu yurtiçi ve yurtdışında su sayacı üretim tesislerinde, müşteri şikayetlerini değerlendirmek üzere belediye ve bağımsız su tedarik kuruluşlarında kullanılabilir. (Haripriya 2019).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Su Sayacı Tanımı

Su sayacı, ölçme şartlarında, ölçüm çeviricisinden geçen suyun hacminin ölçülmesi, hafızaya alınması ve görüntülenmesi için tasarlanan ölçü aletidir (Şekil 3.1). Evimizde ellerimizi yıkadığımız, duş aldığımız, bulaşık ve çamaşırlarımızı yıkadığımız ve yemeklerimizin yanında içtiğimiz, üretim tesislerinde ürünlerin arındırılması, makinelerin soğutulması, ortam temizliğinin yapılması, barajlarda enerji elde edilmesi, tarımsal alanlarda bitkilerin sulanması gibi birçok alanda kullanılan suyun miktarının ölçülebilmesi için farklı büyüklüklerde su sayaçları kullanılır.

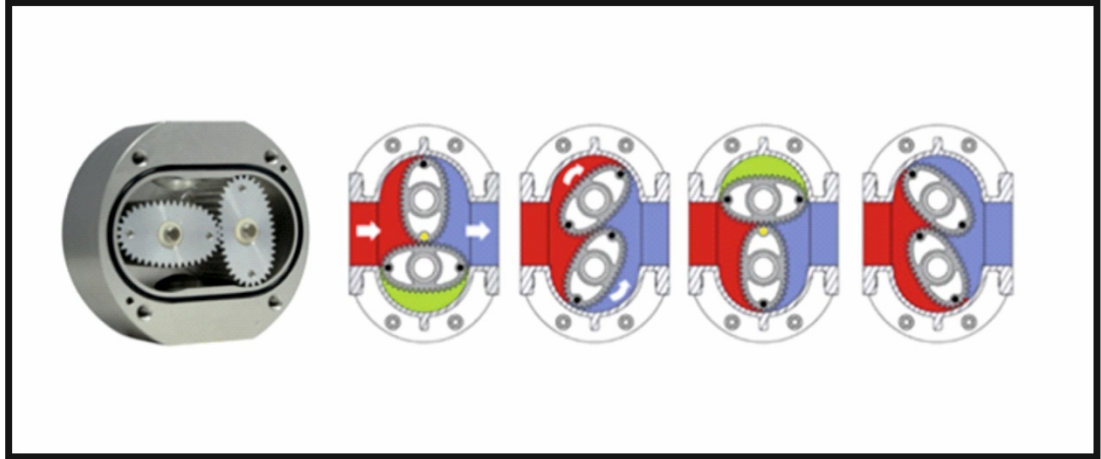


Şekil 3.1. Su sayacı kesiti

Ölçülmek istenen suyun sürekli debisine ve bağlanacak borunun çapına göre su sayaçlarının ebatları değişmektedir. Su sayaçları su geçmeye başladığında çalışmaya başlasa bile her su sayacının doğru ölçüm yaptığı bir debi aralığı bulunmaktadır. Bu da hassasiyet olarak adlandırılmaktadır. Hassasiyet (R) değeri maksimum debinin minimum debiye oranıdır. Genel olarak su sayaçları 16 bar basınca kadar sürekli çalışabilmekte iken 2 katı basınç altında ise 1 dakika dayanabilmektedir.

Bir su sayacı, üst gövde grubu, alt gövde grubu ve mekanizma olmak üzere 3 ana kısımdan oluşur. Üst gövde grubunda kapak, çerçeve, üst gövde gibi parçalar bulunurken, alt gövde grubunda filtre, çekvalf ve alt gövde bulunur. Filtre giriş suyundaki partikülleri süzerken, çekvalf sayacın ters akışta suyun sayaca girmesini engeller. Sayaç mekanizmasının ölçüm grubuna göre alt gövdeler değişmekte, ayarlanabilmesi için ölçüm grubunda veya alt gövdede ayara müsaade eden yapılar veya parçalar bulunabilmektedir.

Mekanizmalar yazıcı grubu ve ölçüm grubu olmak üzere ikiye ayrılırlar. Yazıcı grupları ölçüm grubundan gelen dönüş hızını suyun akış hızına oranlayarak litre ve

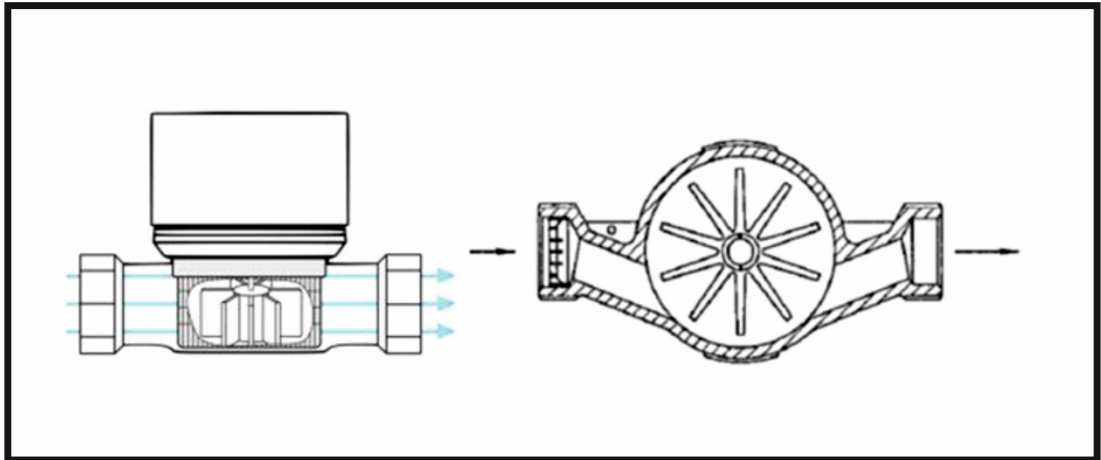


Şekil 3.3. Dişli tipi pozitif deplasmanlı

3.2.2. Hız Esaslı

3.2.2.1. Tek Hüzmeli

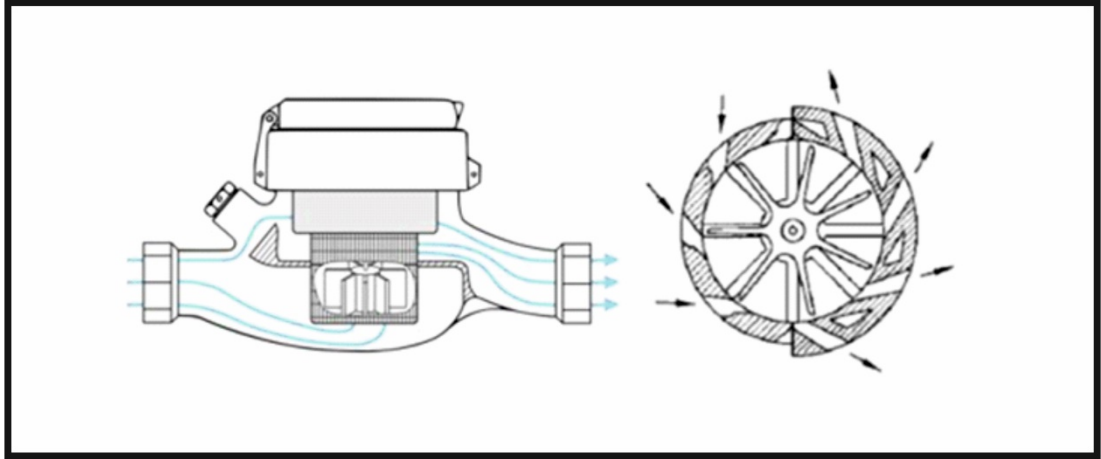
Sayaç gövdesine bir mil ile doğrudan yerleştirilen pervane ve alt akış ayar parçasından oluşan bir sistemdir (Şekil 3.4.). Akan suyun pervaneye çarpması ile birlikte elde edilen dönüş hızının debiye oranı kullanılmaktadır. Sayaç gövdesine sadece alt akış ayar parçasının yönü değiştirilerek sayacın kalibrasyonu yapılmaktadır.



Şekil 3.4. Tek hüzmeli gövde kesiti

3.2.2.2. Çok Hüzmeli

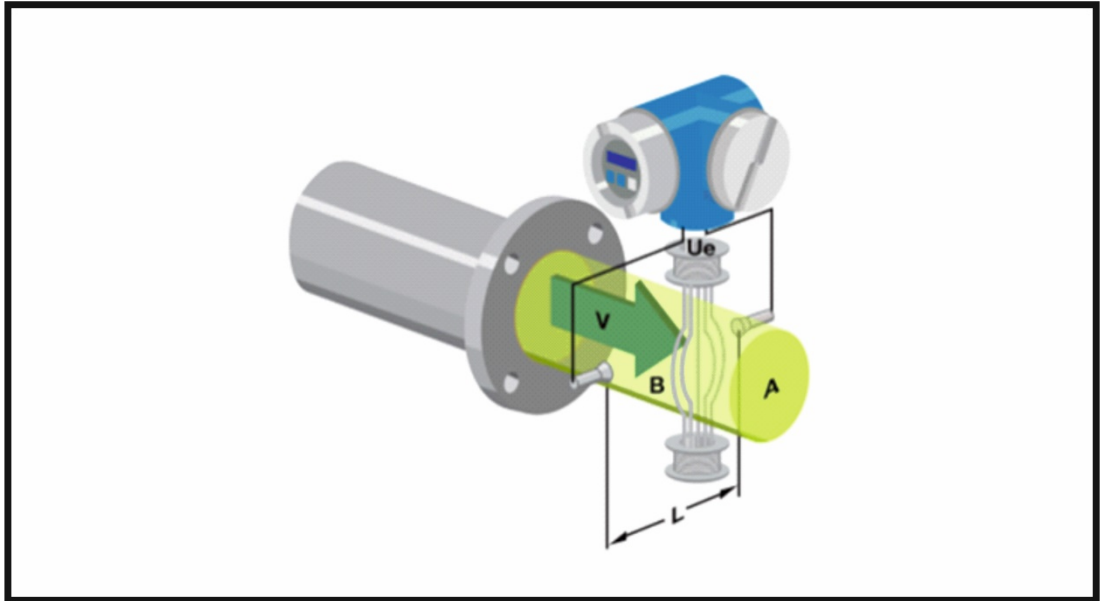
Sayaç gövdesine yerleştirilen pervane ve çok hüzmeli bir çanakdan oluşan sistemdir (Şekil 3.5.). Çanak suyun pervanenin birden çok kanadına aynı anda belirlenen açıda vurmasını sağlar. Çanağın içinde feder adı verilen yükselticilerde suyun akış profilinin değiştirilmesine katkıda bulunur. Akan suyun pervaneye çarpması ile birlikte elde edilen dönüş hızının debiye oranı kullanılmaktadır. Sayaç gövdesinde bulunan by-pass deliği ve ayar vidası sayesinde pervaneye yönlenen suyun artırılıp azaltılması sağlanarak sayacın kalibrasyonu yapılmaktadır.



Şekil 3.5. Çok hüzmeli gövde kesiti

3.2.3. Elektromanyetik Esaslı

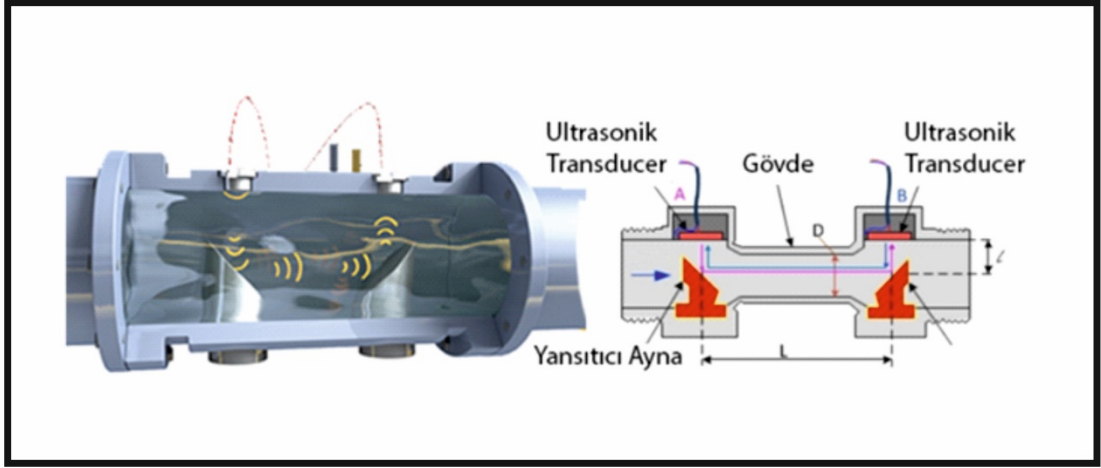
Sayaç gövdesine yerleştirilen manyetik alan üretici ve algılama elektrodlarından oluşan bir sistemdir. Faraday kanunu elektromanyetik indüksiyon prensibi kullanılmaktadır. Sabit bir manyetik alan içerisinde iletken bir cisim olan suyun hareket etmesi ile oluşan değişken manyetik alanın elektrodlar ile algılanması ve debiye oranı kullanılır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Elektromanyetik gövde kesiti

3.2.4. Ultrasonik Esaslı

Sayaç gövdesine yerleştirilen iki adet ultrasonic transducer ve iki adet 45 derece reflektörden oluşan bir sistemdir. 20 kHz üzerindeki ses sinyalinin akan suyun üzerindeki doopler etkisi kullanılmaktadır. Bir transducer yayın yaparken diğer transducer sinyal demetini dinlemektedir (Şekil 3.7.). Akan su debisine göre sinyaldeki gecikmelerin debiye oranı kullanılmaktadır.



Şekil 3.7. Ultrasonik gövde kesiti

3.3. Yazıcı Grupları

Ölçüm grubundan gelen bilginin kaydedilmesi ve gösterilmesini sağlar. Mekanik ve elektronik yazıcı grubu olmak üzere ikiye ayrılır.

3.3.1. Mekanik Yazıcı Grupları

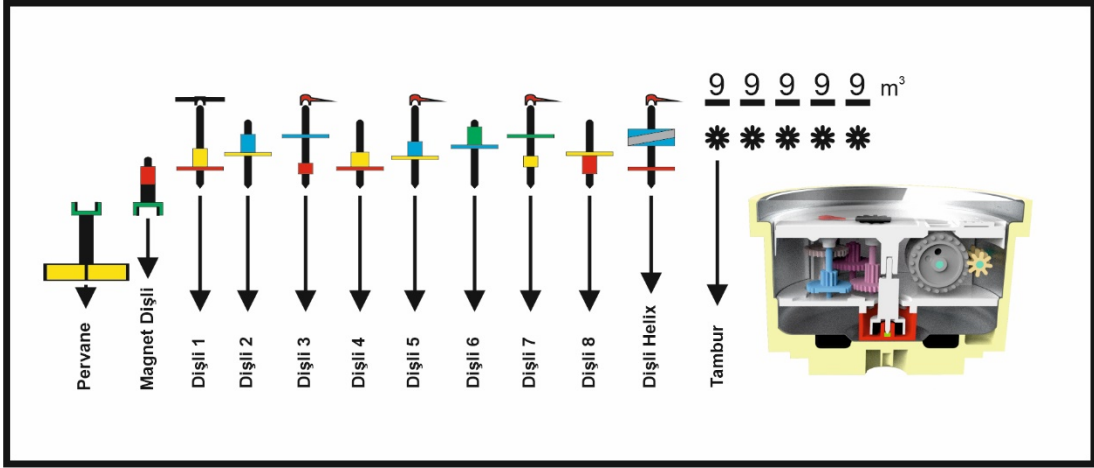
Mekanik yazıcı grupları başlıca aşağıdaki parçalardan oluşur.

- Platform
- Cam
- Kadran
- İbreler
- Tambur
- Yıldız dişli
- Üst yatak
- Alt yatak
- Aktarma dişlileri

3.3.1.1. Kuru Tip Yazıcı Grubu

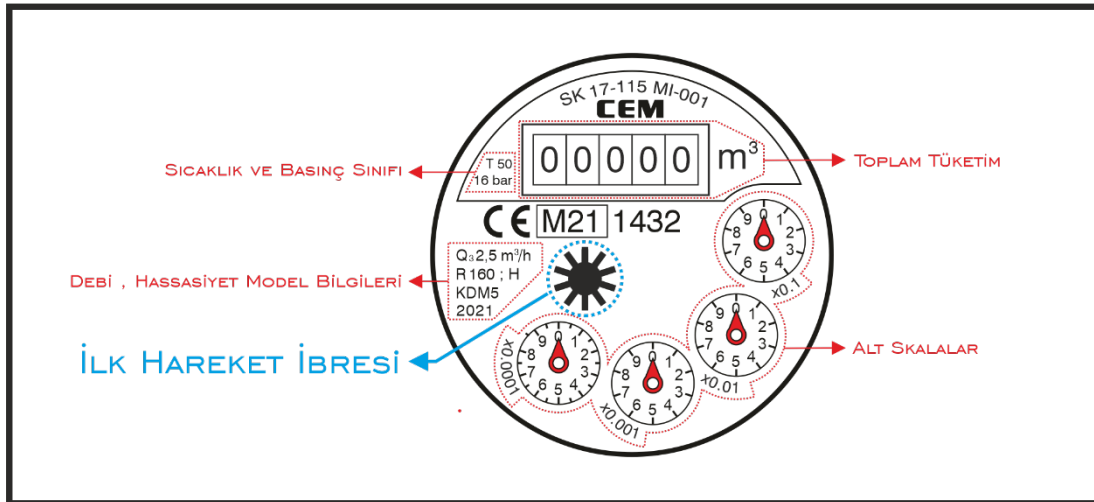
Yazıcı grubunu içine alan platformun alt kısmı kapalıdır (Şekil 3.8.). Pervane ve magnet dişli arasındaki aktarma mıknatıslar sayesinde manyetik kuplaj ile sağlanmaktadır. Yazıcı grubunun içine su giremediği için “kuru tip yazıcı grup” denilmektedir. Vakumlu yapısı sayesinde içindeki nem azaltılabilir ve dış ortamdan etkilenmeden uzun süre çalışabilir. Sıvı temasında kayıtlı olan bilgileri kaybetmez.

Bu çalışmada kuru tip yazıcı grup içeren KDM2, KDM5, KDM8, KDM9 ve KDM10 model Cem marka soğuk su sayaçları kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Kuru tip yazıcı grup

Yazıcı grupta beyaz zemin üzerine tampon baskı yapılmış kadran adı verilen parça bulunur (Şekil 3.9.). Kadran üzerinde sayacın temel bilgileri ve alt skala ölçekleri bulunur. Su tüketimi toplam tüketim olarak gösterilen tambur numaralı üzerinden m^3 cinsinden okunur ve faturalandırılır. Sayacın test edilmesi ve daha çözünürlüklü okunabilmesi için kırmızı radial ibreleri ve siyah ilk hareket ibresi alt skala çözünürlüklerini oluşturur.



Şekil 3.9. Kadran

3.3.1.2. Yaş Tip Yazıcı Grubu

Yazıcı grubunu içine alan platformun alt kısmı açıktır. Magnet dişli bulunmaz . Pervane doğrudan platformun içine kadar uzanarak ilk dişliye temas etmektedir. Yazıcı grubunun içine su girebildiği için “yaş tip yazıcı grup” denilmektedir ve su kalitesi yazıcı grubunun kalitesini ciddi oranda etkilemektedir. Sadece tambur grubu gliserinli korunaklı bir hazne içerisine alınarak su ile teması engellenmiştir.

3.3.1.3. Elektronik Göstergeli Yazıcı Grubu

Yazıcı grubunu içine alan platformun alt kısmı kapalıdır. Magnet ve diğer dişliler bulunmaz. Pervanede bulunan mıknatısın dönüşü manyetik alan sensörleri ile elektronik devre yardımıyla okunur, kaydedilir ve sıvı kristal ekran ile bilgiler gösterilir. Elektronik yazıcı grupları içlerinde bulunan dahili pil ile çalışır. Kablolu olarak pulse çıkışı, Mbus haberleşme çıkışı eklenebilir. Kablosuz olarak Wireless Mbus veya Nb-Iot, NFC - RFID kart haberleşme entegre edilebilmektedir. İlave olarak dahili veya harici vana sistemi su açma-kesme özelliği de eklenebilmektedir. Sıvı temasında kayıtlı olan tüm bilgiler elektronik devre bozulacağı için kaybedilebilir.

3.4. Metroloji ve Kalibrasyon

Metroloji kelime olarak ölçü bilimi, kalibrasyon ise ölçümlene anlamına gelmektedir . Teşhis ve tedavide kullanılan cihazlar ile muayene olduğumuz, pazardan ve marketten aldığımız ürünleri tarttığımız, seyahat ettiğimiz uçakla itirifamızı ölçtüğümüz, elektrik - su ve doğalgaz tüketimimizi ölçtüğümüz cihazların olması gereken değerden fazla veya eksik değer gösterdiğinde nasıl sonuçlar doğuracağını düşünüldüğünde metroloji ve kalibrasyonun önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Bilimsel ve teknolojik alanlarda yapılan araştırma geliştirme ve uygulamalar toplumların yaşamakta olduğu coğrafik şartlar, beklentiler gelenek ve görenekler gibi birçok unsurdan etkilenerek ülkelere özgü ölçüm cihazları ve sistemler oluşmuştur. Bu yönüyle ölçüm sistemlerine bağlı faaliyetler ulusal düzeyde uyumlu olmasına rağmen uluslar arası ilişkilerde karışıklıklara neden olmuştur. Uluslar arası alanda bilimsel, teknolojik ve ticari faaliyetlerde paralelliğin sağlanması amacı ile SI (uluslar arası birim sistemi) kabul edilmiş olup seviye ve sahasına bakılmaksızın ölçme ile ilgili her türlü faaliyet, bir bilim dalı olan metrolojiye kavramı ile tanımlanmıştır. Metroloji, bilimsel, endüstriyel ve kanuni (yasal) metroloji olmak üzere üç dala ayrılır.

Bilimsel Metroloji : Uluslar arası geçerliliği olan primer standardların ülke düzeyinde oluşturulması ile ilgili faaliyetleri kapsamaktadır. Ülkemizde bu konuda TÜBİTAK bünyesinde hizmet veren Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) görevlendirilmiştir.

Endüstriyel Metroloji : Bilimsel metrolojinin faaliyetleri sonucu elde edilen primer standartlara izlenebilirliği sağlamış sekonder standartlarla endüstride kullanılan izleme ve ölçme cihazlarının kalibrasyonlarının yapıldığı hizmet alanını kapsar. 132 sayılı kuruluş kanunu ise TSE endüstriyel alanda kalibrasyonların yürütülmesi konusunda görevlendirilmiştir.

Kanuni (Legal) Metroloji : Ticarete esas teşkil eden ölçü ve kontrol aletlerinin kalibrasyonları ile ilgilidir. Bu kategoriye giren tüm cihazlar mecburi olarak kalibre edilmek zorundadır. Ülkemizde 3516 sayılı kanun ve T.C.Sanayi ve Ticaret Bakanlığı bu konuda görevlendirilmiştir.

Doğru ve güvenilir bir ölçme sistemi, ölçme organizasyonu ve farklı seviyeleri belirlemek, ülkeler arasındaki farklı uygulamaları ortadan kaldırmak ve aynı fiziksel büyüklüğü aynı birimle veya eşleştirilebilir birimlerle ölçmeyi sağlayacak kararları almak ve bunları uygulamak üzere 1800'lü yılların ortalarında 50'yi aşkın birçok

ülkenin üye olduğu ve günümüzde birçok komitenin içinde yer aldığı **Metre Konvansiyonu** kurulmuştur.

CGPM : Metre konvansiyonunun en üst karar organıdır. Üye ülkelerin delegelerinden oluşur ve en az altı yılda bir toplanır.

CIPM : CGPM deki katılımcı delegeler arasından seçilen 18 kişilik uzmanların oluşturduğu bir organ olup CGPM’de alınan genel kararların pratik uygulama kriterlerini tayin ederler. En az iki yılda bir kez toplanırlar

BIPM : Merkezi Sevr-Paris’ te bulunan ulusal metroloji enstitüsüdür. Yaklaşık 50 çalışanı bulunan bu kuruluş günümüzde üye ülkelerin metroloji enstitülerinde elde edilen fiziksel birimlere ait etalonların döngülü karşılaştırma faaliyetlerini organize eden idari bir kuruluştur.

NMI : Ulusal metroloji enstitüleri, CGPM tarafından karara bağlanmış fiziksel birimleri realize etmek ve bunları BIPM’nin kapsamındaki uluslar arası karşılaştırmalara dahil ederek elde edilen etalonun (standardın) primer seviyede bir standard olmasının ve dolayısıyla izlenebilirliğinin sağlanabilmesi için kurulmuş ulusal seviyede kuruluşlardır.

Kalibrasyon : Doğruluğundan emin olunan (izlenebilirliği sağlanmış) referans ölçüm cihazı ile doğruluğundan emin olunmayan bir ölçüm cihazını mukayese ederek ölçüm sonuçlarını raporlama işlemidir.

3.5. Standartlar

Bir işin yapımında izlenecek yol, koyulan kural, ölçüt ve temel dokümanlardır.

3.5.1. OIML R49

Soğuk ve sıcak içilebilir su sayaçları için OIML (Uluslar arası yasal metroloji örgütü) tarafından yayınlanan ve uluslar arası düzeyde güncel olarak su sayacı üretimlerinde kullanılan temel standard’tır. 2013 versiyonu bulunmakta ve üç ayrı bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1 : Metrolojik ve teknik gereklilikler,

Bölüm 2 : Deney methodları,

Bölüm 3 : Deney rapor formatı bulunmaktadır.

3.5.2. TS 824

TSE tarafından 01.06.1987 tarihinde kabul edilmiş 19.10.1999 tarihinde yürürlükten kaldırılmış “Su sayaçları, ev tipi (soğuk su için)” standardıdır.

3.5.3. TS 8221

TSE tarafından 29.03.1990 tarihinde kabul edilmiş 10.02.2005 tarihinde yürürlükten kaldırılmış “Su sayaçları-İçme ve kullanma suyu debisinin ölçümü için-Yerleştirme kuralları” standardıdır.

3.5.4. TS 10021

TSE tarafından 17.03.1992 tarihinde kabul edilmiş 12.02.2009 tarihinde yürürlükten kaldırılmış “Soğuk su sayaçları- Kapalı borularda içme ve kullanma suyu debisinin ölçümü- Deney metotları ve aletleri” standardıdır.

3.5.5. TS EN 14154 + A1

TSE tarafından 12.02.2009 tarihinde kabul edilmiş 22.11.2011 tarihinde yürürlükten kaldırılmıştır. Üç ayrı bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1 : Genel özellikler

Bölüm 2 : Tesisata yerleştirme ve kullanım şartları

Bölüm 3 : Deney metotları ve teçhizatı’ndan oluşmaktadır.

22.11.2011 tarihinde İngilizce olarak **TS EN 14154 : 2005+A2:2011** standardı, 13.03.2013 tarihinde Türkçe olarak **TS EN 14154 + A2** kabul edilerek yayınlanmış 18.02.2015 tarihinde yürürlükten kaldırılmıştır.

3.5.6. TS EN ISO 4064

TSE tarafından 18.02.2015 tarihinde İngilizce olarak kabul edilmiş 15.01.2018 tarihinde Türkçeleştirilerek yayınlanmıştır. Beş ayrı bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1 : Metrolojik ve teknik gereklilikler

Bölüm 2 : Deney yöntemleri

Bölüm 3 : Deney rapor formatı

Bölüm 4: ISO 4064-1 in kapsamadığı metrolojik olmayan gereklilikler

Bölüm 5: Kurulum gereklilikleri

Güncel olarak su sayacı üretiminde ulusal düzende bu standart takip edilmektedir.

3.6. Yönetmelikler

Yönetmelik, cumhurbaşkanı, bakanlıklar ve kamu tüzel kişilerinin görev alanlarını ilgilendiren kanunların, tüzüklerin uygulanmasını sağlamak üzere ve bunlara aykırı olmamak koşuluyla çıkardıkları yazılı hukuk kurallarıdır.

Türkiyede su sayaçları 3516 sayılı “Ölçüler ve Ayar Kanunu” kapsamına uygun olarak “Ölçü Aletleri Yönetmeliği”ne göre üretilmekte ve “Ölçü ve Ölçü Aletleri Muayene Yönetmeliği”ne göre de muayene edilmektedir. Başlıca yayınlanan yönetmelikler :

- 75/33/AT “Soğuk Su Sayaçları Yönetmeliği” – 26.04.2002
- 79/830/AT “Sıcak Su Sayaçları Yönetmeliği” – 05.05.2002
- 2004/22/AT “Ölçü Aletleri Yönetmeliği” – 07.08.2008
- 2014/32/AB “Ölçü Aletleri Yönetmeliği” – 29.06.2016

3.7. Uygulanan Su Sayacı Deneyleri

Uluslar arası standart OIML R49 – 2 test metotlarına göre su sayaçlarına aşağıdaki uygulanan deneyler uygulanmaktadır.

- Statik Basınç Testi (Static pressure test)
- Yapısal Gösterge Hatalarının Belirlenmesi (Determination of intrinsic errors of indication)
- Su Sıcaklığı Testi (Water temperature test)
- Aşırı Su Sıcaklığı Testi (Overload water temperature test)
- Su Basıncı Testi (Water pressure test)
- Ters Akış Testi (Reverse flow test)
- Basınç Kaybı Testi (Pressure lost test)
- Akış Bozucu Testleri (Flow disturbance tests)
- Dayanıklılık Testleri (Durability tests)
- Manyetik Alan Testi (Magnetic Field Testing)
- Su Sayacının Yardımcı Cihazlarına Yapılan Testler (Tests on ancillary devices of a water meter)
- Çevresel Testler (Environmental testing)

Yukarıda verilen testler arasında statik basınç testi en önemli testler arasında yer alır. Statik basınç testinin amacı su sayacının basınç altında su kaçırmadan ve zarar görmeden çalışabileceğini tescillemdir. Su kaçıran bir su sayacının doğruluğundan söz etmek mümkün değildir.

3.7.1. Yapısal Gösterge Hatalarının Belirlenmesi

Yapısal gösterge hatalarının belirlenmesi su sayacının ne kadar hatalı ölçüm yaptığını ve montaj açısının hataya etkisini belirlemek için uygulanır. Bir su sayacına test yapılabilmesi için sayacın metrolojik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Sayacın tüm metrolojik özellikleri kadranında belirtilmektedir.

3.7.1.1. Test Debilerinin Hesaplanması

Sayaç kadranında bulunan Q_3 ve R hassasiyet değerinden Q_1 , Q_2 ve Q_4 debi değerleri hesaplanır.

$$Q_4 = 1.25 \times Q_3 \quad (3.1)$$

$$Q_1 = Q_3 / R \quad (3.2)$$

$$Q_2 = 1. \times Q_1 \quad (3.3)$$

Yapısal gösterge hatalarının belirlenmesinde aşağıda verilen (3.4), (3.5) ve (3.8) test debisi için üç tekrar (3.6), (3.7), (3.9) iki tekrar yapılır.

$$Q_1 - 1.1xQ_1 \text{ arası} \quad (3.4)$$

$$Q_2 - 1.1xQ_2 \text{ arası} \quad (3.5)$$

$$0.33x(Q_2 + Q_3) - 0.37x(Q_2 + Q_3) \text{ arası} \quad (3.6)$$

$$0.67x(Q_2 + Q_3) - 0.74x(Q_2 + Q_3) \text{ arası} \quad (3.7)$$

$$0.9xQ_3 - Q_3 \text{ arası} \quad (3.8)$$

$$0.95xQ_4 - Q_4 \text{ arası} \quad (3.9)$$

Kombine sayaçlar için (10) ve (11) test debileri de uygulanır.

$$0.85xQ_{x1} - 0.95Q_{x1} \text{ arası} \quad (3.10)$$

$$1.05xQ_{x2} - 1.15Q_{x2} \text{ arası} \quad (3.11)$$

Not : (3.4), (3.5) ve (3.8) debilerinin uygulanması zorunludur. Tekrarlanabilirlik hesaplamalarının yapılması için yeterlidir.

3.7.1.2. Hata Sınırlarının Belirlenmesi

OIML R49-1'e göre su sayaçlar doğruluk sınıfları Sınıf 1 ve Sınıf 2 olmak üzere ikiye ayrılır.

Sınıf 1 sınıfı için kabul edilebilir maksimum hata:

$$Q_2 < Q < Q_4 \text{ debi aralığında ;}$$

$$0.1 \text{ }^\circ\text{C} < T < 30 \text{ }^\circ\text{C} \text{ arası için } \% \mp 1, 30 \text{ }^\circ\text{C} < T \text{ için } \% \mp 2 \quad (3.12)$$

$$Q_1 < Q < Q_2 \text{ debi aralığında ;}$$

$$\text{Sıcaklık sınıfına bakılmaksızın } \% \pm 3 \text{ 'tir.} \quad (3.13)$$

Sınıf 2 için kabul edilebilir maksimum hata:

$$Q_2 < Q < Q_4 \text{ debi aralığında ;}$$

$$0.1 \text{ }^\circ\text{C} < T < 30 \text{ }^\circ\text{C} \text{ arası için } \% \mp 2, 30 \text{ }^\circ\text{C} < T \text{ için } \% \mp 3 \quad (3.14)$$

$$Q_1 < Q < Q_2 \text{ debi aralığında ;}$$

$$\text{Sıcaklık sınıfına bakılmaksızın } \% \pm 5 \text{ 'tir.} \quad (3.15)$$

3.7.1.3. Testin Yapılışı

Su sayacı mekanik bir su tesisatına bağlanır. Su kulesinden doğal akışla veya bir su deposundan pompa yardımıyla hesaplanan debide tesisattan su akıtılır. Debi garantilendikten ve tesisatın havası alındıktan sonra su çıkışı kapatılarak teste hale gelinir. Su sayacının endeksi okunduktan sonra çıkış vanası açılarak akıtılan su bir terazide toplanmaya başlanır. Test debisine uygun miktarda ve ölçüm belirsizliğine yol açmayacak kadar su toplandıktan sonra çıkış vanası tekrar kapatılır ve su sayacının endeksi tekrar okunur.

3.7.1.4. Hatanın Hesaplanması

İlk okuma ile arasındaki fark hesaplanarak sayacın tüketimi m³ cinsinden hesaplanır.

$$V_i = \text{son endeks} - \text{ilk endeks} \quad (3.16)$$

Terazide toplanan suyun dahili veya harici sıcaklık ölçer vasıtasıyla ölçülür. Suyun terazi ile ölçülen ağırlığı OIML 49 F.1 tablosundaki sıcaklık değerine karşılık gelen yoğunluk değerine bölünerek referans hacim m³ cinsinden hesaplanır.

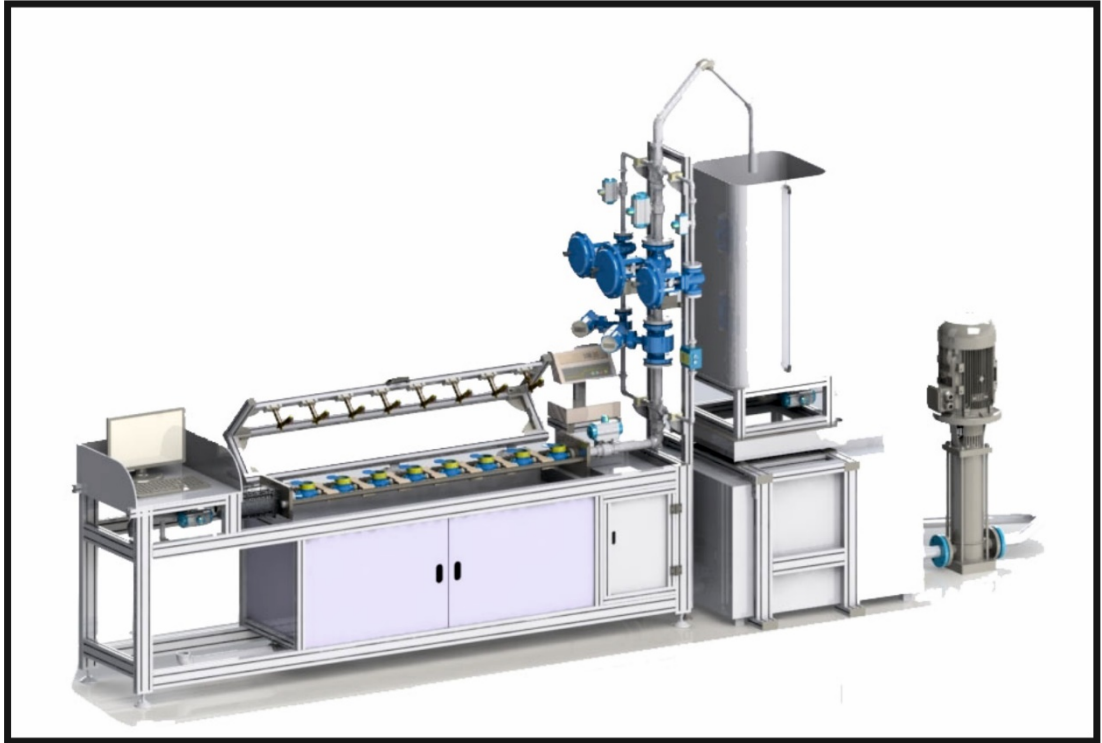
$$V_a = \frac{m_a}{d_a} \quad (3.17)$$

Su sayacının yüzde bağıl gösterge hatası aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\varepsilon = \frac{(V_i - V_a)}{V_a} \times 100 \quad (3.18)$$

3.8. Test İstasyonu Tasarımı

Su sayacının standart şartlar altında test edilmesine olanak sağlayan sistemlere su sayacı test istasyonu denmektedir. Su sayacı test istasyonları mekanik olarak el ile çalıştırılıp istenilen şartlar sağlanıp göz ile okuma yapıp kağıt üzerinde sayaç hatası hesaplanmaktadır. Tasarlanan test istasyonu otomasyon sistemi üzerinden elektronik olarak çalıştırılıp, otomatik olarak sayaçlar okunup, hata değerleri plc ve bilgisayar arayüz yazılımı üzerinden hesaplanabilmektedir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Tasarlanan ve gerçekleştirilen test istasyonu

Test istasyonları mekanik, pnömatrik, elektronik aksamlar ve yazılımlar olmak üzere dört bölümde incelenir.

3.9. Mekanik Aksamlar

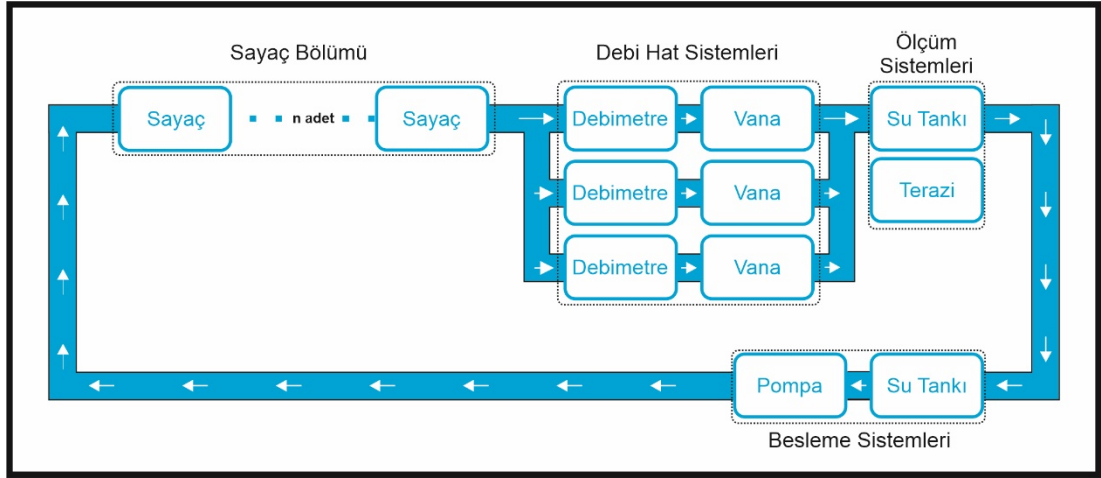
3.9.1. Şase ve Boru Tesisatı

Test istasyonu, temel olarak tüm parçaları bir arada tutan şase ve boru tesisatından oluşmaktadır. Test edilecek su sayacı modeline ve adetine göre istasyon şase ebatı belirlenmektedir. Su sayacı tesisat bağlantı diş ve çapları ISO-228 standardına göre imal edilmektedir (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Su Sayacı model, diş ve bağlantı ölçü tablosu

MODEL	DN Çapı	Sayaç Boyu	Bağlantı Çapı	Dış Çap (mm)	Sayaç Adeti
KDM2	15	165 mm	3/4"	26.9	8
KDM5	20	190 mm	1"	33.7	7
KDM8	25	260 mm	1 1/4"	42.4	5
KDM9	32	260 mm	1 1/2"	48.3	4
KDM10	40	300 mm	2"	60.3	4

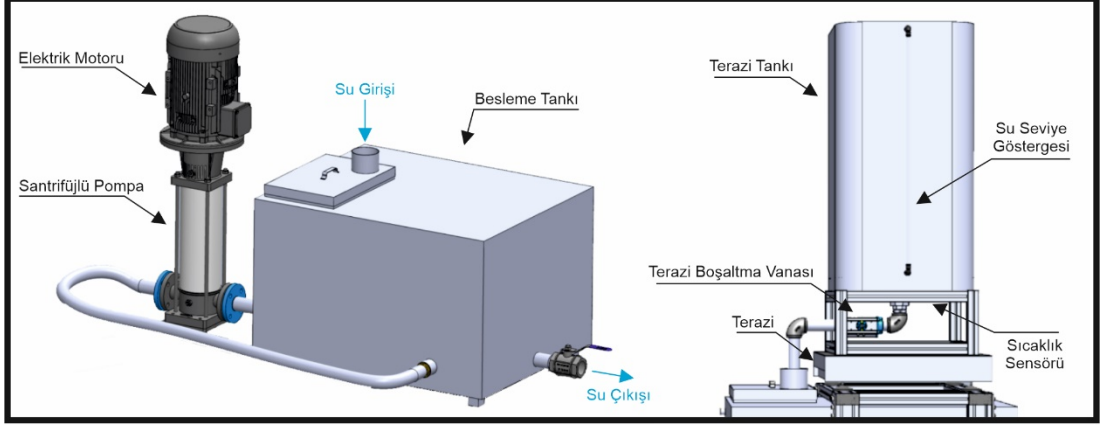
Test istasyonunun ana boru hattı test edilecek en büyük su sayacının nominal çapından bir büyük çap olan DN40 olarak seçilmiştir. Mekanik tesisat şeması verilmiştir (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Mekanik tesisat şeması

3.9.2. Besleme ve Ölçüm Sistemleri

KDM10 su sayacının Q_4 sürekli debisini karşılamak için $20 \text{ m}^3/\text{h}$ debisi olan 8 kademeli santrifüjlü pompa seçimi yapılmıştır. Test hacmini karşılamak için ise 300 kg kapasiteli terazi tankı tasarlanmıştır (Şekil 3.12.).

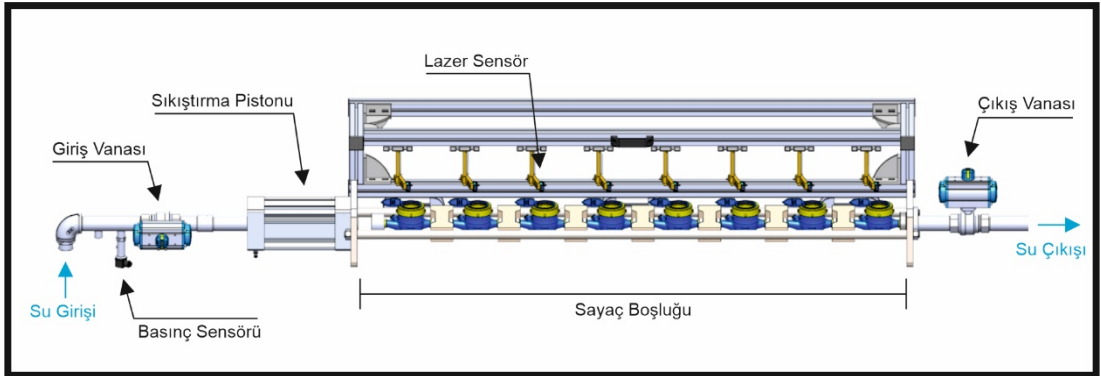


Şekil 3.12. Terazi tankı, su tankı ve pompa

Terazi tankının altına pnömomatik terazi boşaltma vanası yerleştirilerek test süresince kapalı tutularak terazi tankında su biriktirilmesi sağlanmıştır. Biriktirilen suyun sıcaklığını ölçmek için terazi tankının altına sıcaklık sensörü montajlanmış, ağırlığını ölçmek için ise terazi yerleştirilmiştir. Test sonunda biriktirilen su terazi boşaltma vanası açılarak su tankına boşaltılması sağlanmıştır. Tüm boru tesisatı ve terazi tankı hacmi göz önünde bulundurulduğunda 1000 kg kapasiteli paslanmaz su tankı tasarımı yapılmıştır.

3.9.3. Sayaç Bölümü

Sayaçların test istasyonunun boru tesisatına bağlanabildiği bölümdür. Maksimum uzunluğu 1650 mm dir (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Sayaç bölümü

Sayaçların hızlıca takılıp sökülebilmesi için içinden tesisat borusu geçen özel imalat pnömomatik sıkıştırma pistonu yapılmıştır. Sayaç bağlama ve sökme zamanlarında tesisattan ileri ve geri yönde su gelmesi engellemek için küresel giriş ve çıkış vanaları takılmıştır. Giriş vanası kapalı, açık ve test süresince tesisat basıncını algılamak için giriş vanasının önüne basınç sensörü yerleştirilmiştir. Sayaçların test sırasında tüketimlerini otomatik okuyabilmek için sekiz adet lazer sensörü kullanılmıştır.

3.9.4. Debi Hat Sistemleri

Su sayacının test debisinin ölçüldüğü ve ayarlandığı bölümdür. Test edilecek su sayaçlarının test debilerine göre uygun debi hattı kullanılarak test yapılmak üzere 3 ayrı debi hattı tasarlanmıştır (Tablo 3.2.). Debi hatları gösterilmiştir (Şekil 3.14.).

3.9.4.1. Küçük Debi Hattı

Küçük debi hattında DN15 boru tesisatı kullanılmıştır. Hat üzerinde sırası ile birer adet DN3 debimetre, DN15 oransal vana, DN15 küresel vana kullanılmıştır.

3.9.4.2. Orta Debi Hattı

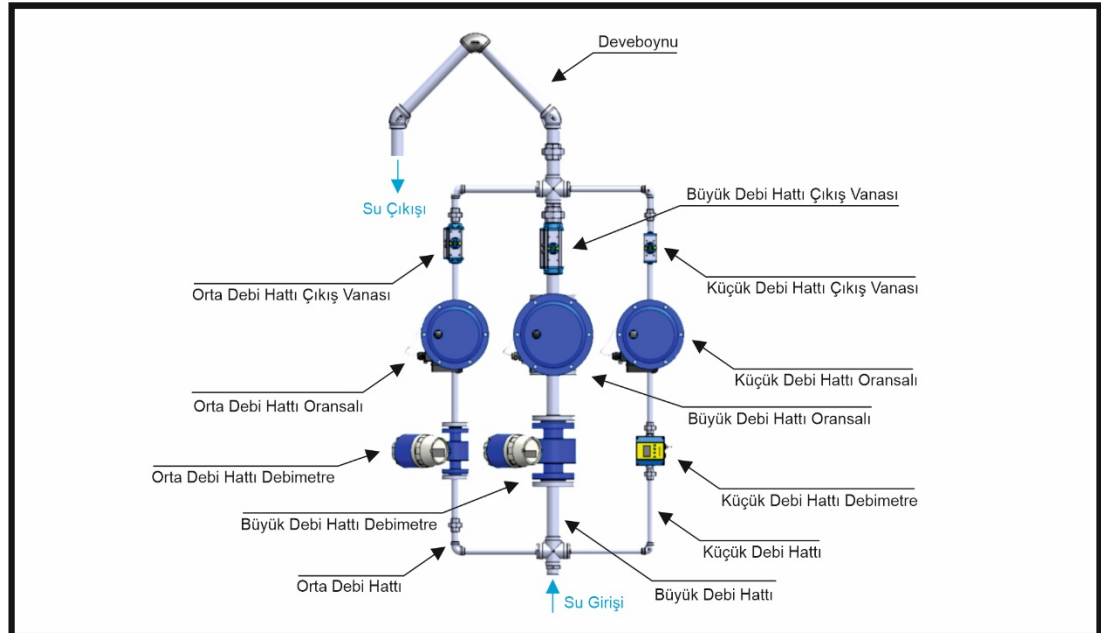
Küçük debi hattında DN20 boru tesisatı kullanılmıştır. Hat üzerinde sırası ile birer adet DN15 debimetre, DN20 oransal vana, DN20 küresel vana kullanılmıştır.

3.9.4.3. Büyük Debi Hattı

Küçük debi hattında DN40 boru tesisatı kullanılmıştır. Hat üzerinde sırası ile birer adet DN40 debimetre, DN50 oransal vana, DN40 küresel vana kullanılmıştır.

Tablo 3.2. Debi hattı ölçüm aralığı

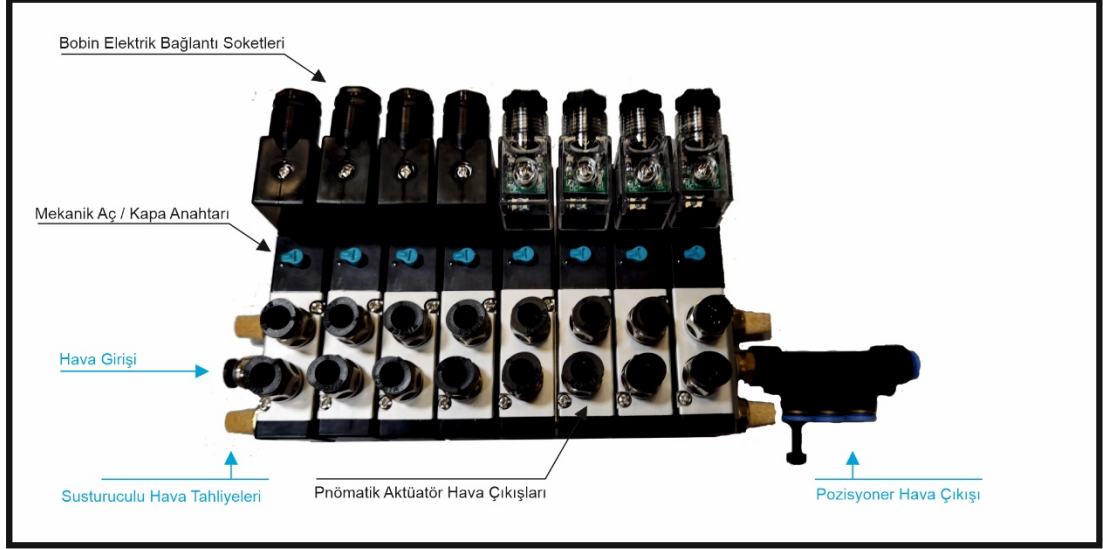
Debi Hattı	DN Çapı	Debimetre	Oransal Vana
Küçük	15	0.008 - 0.254 m ³ /h	0.005 - 0.200 m ³ /h
Orta	20	0.177 - 6.361 m ³ /h	0.150 - 2.5 m ³ /h
Büyük	40	0,71 - 70,68 m ³ /h	1 - 22 m ³ /h



Şekil 3.14. Debi hattı

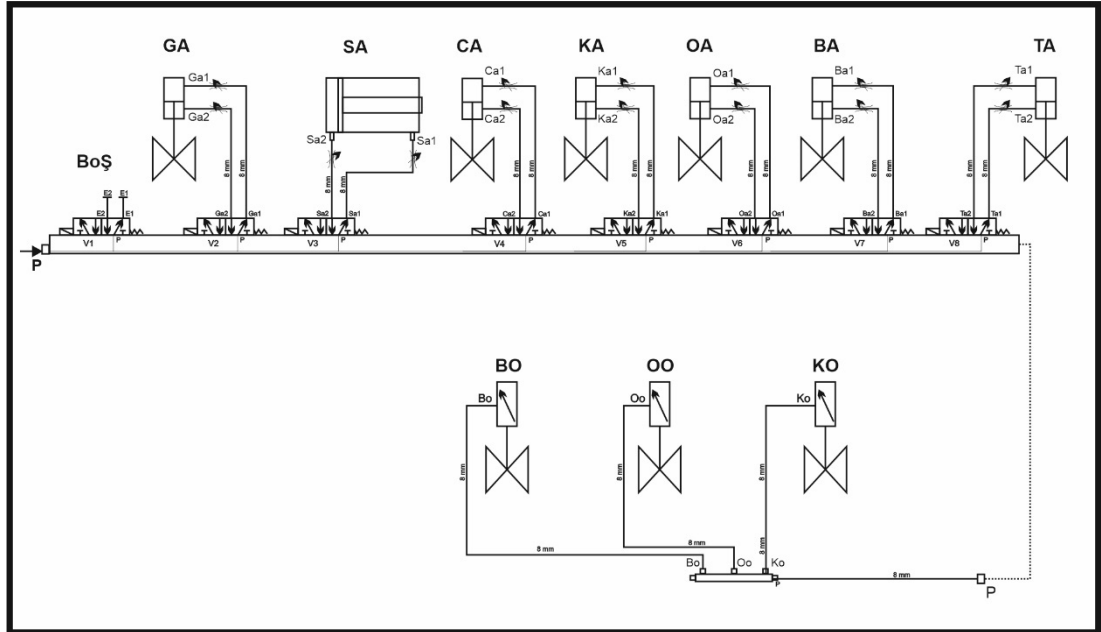
3.10. Pnömatik Aksamalar

Küresel ve oransal vanaların otomasyon sistemi üzerinden kapanıp açılması pnömatik aktüatörler ve pozisyonerler kullanılmıştır. Pnömatik aktüatörlerin hava girişlerinin yönlendirilmesi için selenoid valfler 8 li pleyt üzerine yerleştirilerek valf adası oluşturulmuştur(Şekil 3.15.). 6 – 8 bar arası hava basıncı ile sistem çalışmaktadır.



Şekil 3.15. Valf adası

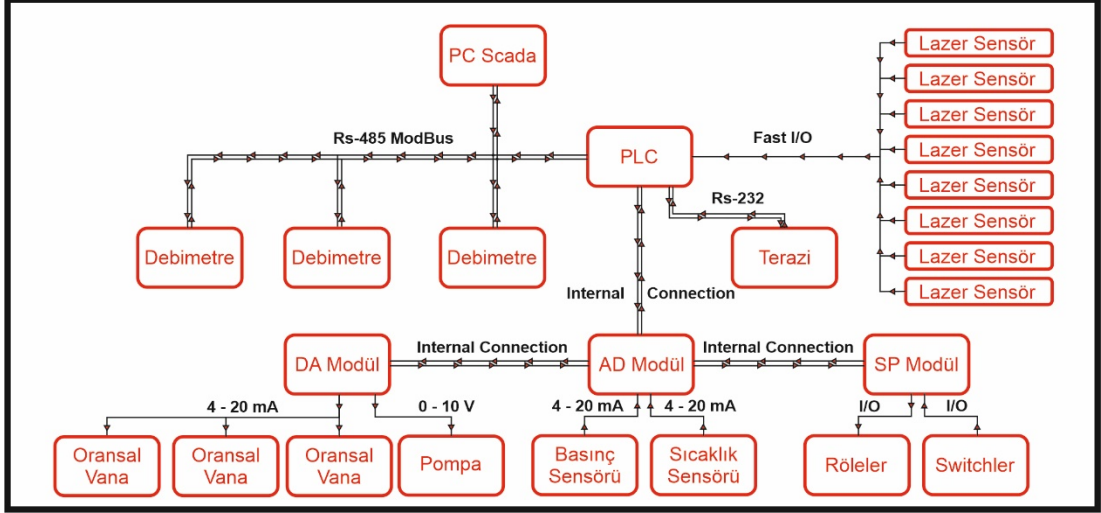
Giriş basınç regülatörü ve 8 mm hortum kullanılmıştır. Tek bobinli 5/2 selenoid valfler tercih edilmiştir. GA, SA, CA, KA, OA, BA küresel vanaları normalde kapalı, TA küresel vanası normalde açık pozisyonda bağlanmıştır. BO, OO ve KO pozisyonerlerin direkt beslemesidir (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Pnömatik bağlantı

3.11. Elektronik Aksamlar

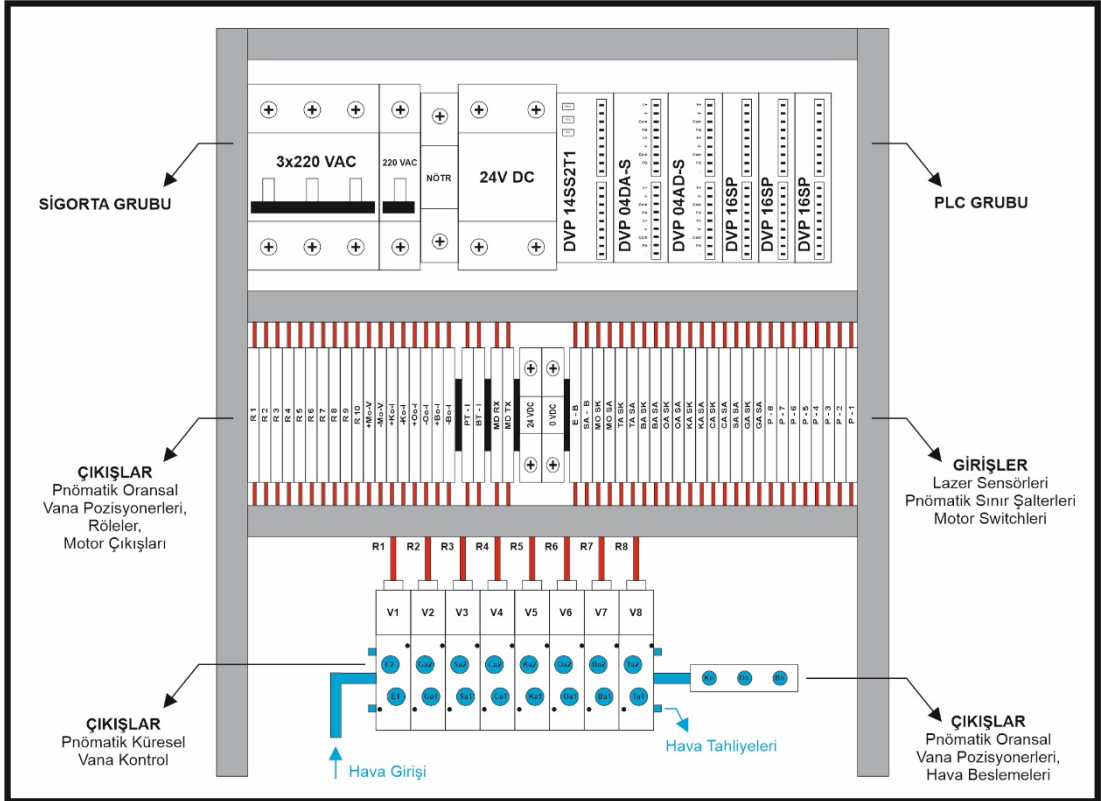
Test istasyonu su pompa motoru, pnömatik aktüatörler ve pozisyonerlerin kontrolörü, debimetreler, terazi ve göstergesi, lazer sensörler, bilgisayar gibi elektronik aksamardan oluşmaktadır. Tüm bu elektronik aksamaların enerji ihtiyacının karşılayacak, elektronik aksamalar arası haberleşme ve kontrol edilmesini sağlamak için kontrol panosu tasarlanmıştır. Elektrik bağlantı şeması verilmiştir (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Elektrik bağlantı şeması

3.11.1. Kontrol Panosu

Kontrol panosunda sigortalar, PLC, DA modül, AD modül, SP modüller, röleler ve pnömatik selenoid valfler bulunmaktadır.



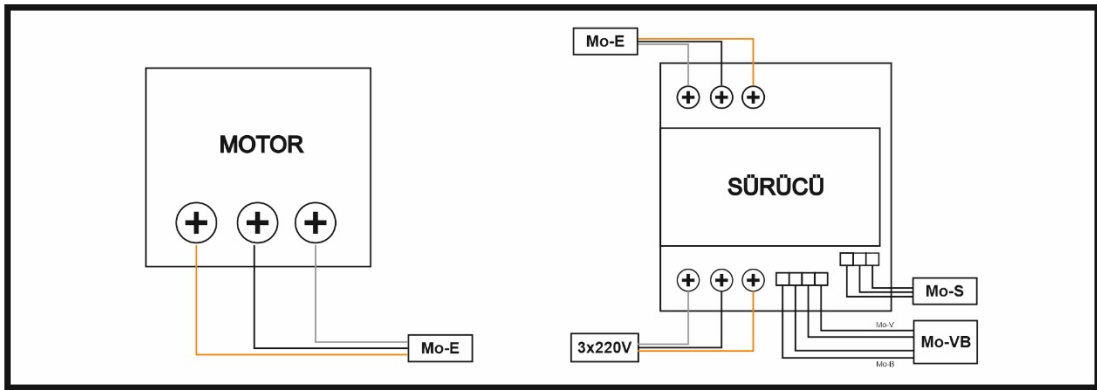
Şekil 3.18. Kontrol panosu

Geleneksel kontrol panolarının aksine elektrik ve pnömatik sistem kontrol panosunun içinde birlikte kullanılarak kompakt bir tasarım yapılmıştır (Şekil 3.18.). Tüm kablolar ve hava hortumları kodlanmıştır.

Kontrol panosunda ana sigorta ve pompa motoru için bir adet 40A üç faz sigorta, terazi göstergesi ve doğru akım güç kaynağı beslemesi için bir adet 10A tek faz sigorta, PLC,röleler ve pnömatik sınır şalterinin beslemesi için bir adet 5A 24V doğru akım güç kaynağı, pnömatik aktüatörler ve pozisyonerler için harici 8 bar hava beslemesi kullanılmıştır.

3.11.2. İntertörlü Pompa Motoru

Test istasyonunda bulunan santrifüjlü pompanın döndürülerek su tesisatına su basılmasında kullanılmak üzere 11 kW gücünde motor seçimi yapılmıştır.



Şekil 3.19. Motor bağlantısı

Asenkron motorun devir kontrolünü yapmak için 15 kW gücünde frekans invertörlü sürücü kullanılmıştır. Sürücü ve pompa arasındaki mesafeyi kısa tutmak için sürücü motorun en yakın noktasına montajlanmıştır. Sürücüyü aktif – pasif yapmak için kontrol panosundan Mo-B kodlu, sürücünün çalışıp çalışmadığını algılamak için sürücü üzerinde bulunan durum rölesi Mo-S kodlu elektrik bağlantısı ile kullanılmıştır. Sürücü harici 0 – 10V kontrol modunda çalıştırılarak PLC üzerinden Mo-V kodlu elektrik bağlantısı ile kontrol edilmiştir (Şekil 3.19.).

3.11.3. Sınır Şalterleri

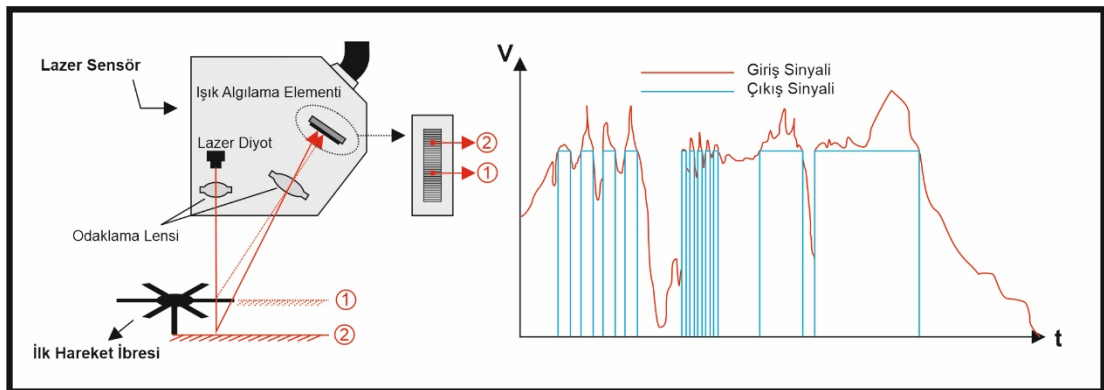
Küresel vanaların konumlarını algılamak için her bir küresel vana aktüatörü üzerine sınır şalteri, sıkıştırma pistonunun açık olduğuna dair konum bilgisini algılamak için sıkıştırma pistonu üzerine reed röle yerleştirilmiştir (Tablo 3.3.). 24V doğru akım ile beslenerek PLC nin girişlerine ilgili kodlu kablolar ile bağlanmaktadır.

Tablo 3.3. Sınır şalterleri kablo kodları

Küresel Vana / Piston	Kablo Kodu	Konum Bilgisi
Giriş	GA-SA	Giriş vanası açık
Giriş	GA-SK	Giriş vanası kapalı
Sıkıştırma pistonu	SA-SK	Sıkıştırma pistonu açık
Çıkış	CA-SA	Çıkış vanası açık
Çıkış	CA-SK	Çıkış vanası kapalı
Küçük debi hattı çıkış	KA-SA	Küçük debi hattı çıkış vanası açık
Küçük debi hattı çıkış	KA-SK	Küçük debi hattı çıkış vanası kapalı
Orta debi hattı çıkış	OA-SA	Orta debi hattı çıkış vanası açık
Orta debi hattı çıkış	OA-SK	Orta debi hattı çıkış vanası kapalı
Büyük debi hattı çıkış	BA-SA	Büyük debi hattı çıkış vanası açık
Büyük debi hattı çıkış	BA-SK	Büyük debi hattı çıkış vanası kapalı
Terazi boşaltma	TA-SA	Terazi boşaltma vanası açık
Terazi boşaltma	TA-SK	Terazi boşaltma vanası kapalı

3.11.4. Lazer Sensörler

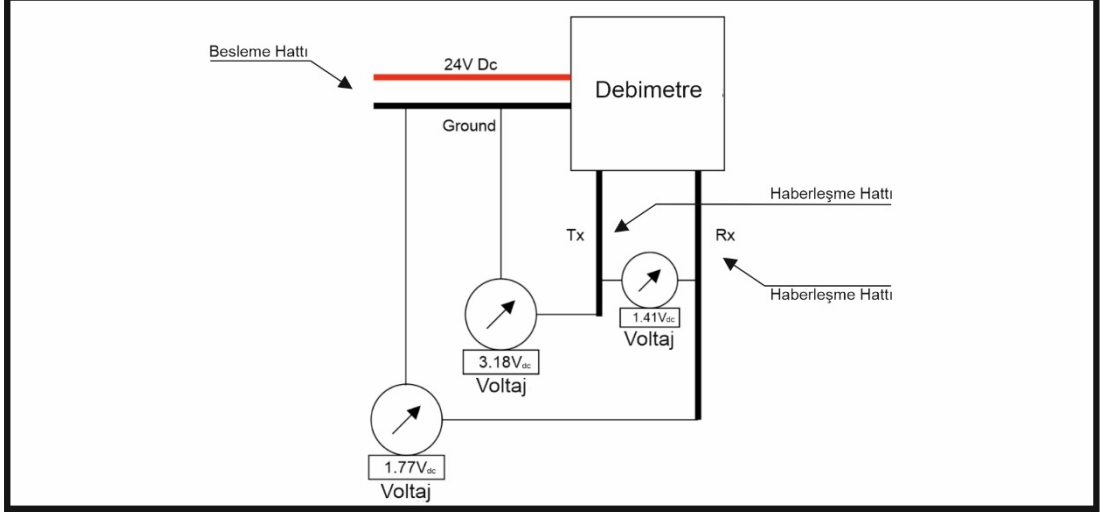
Sayaç bölümünde bulunan sayaçların tüketimlerini algılamak için kullanılmıştır. Lazer sensörler bir adet lazer diyot, iki adet odaklama lensi, bir adet ışık algılama elementinden oluşur. Lazer diyotta oluşturulan ve birinci odakla odaklanmış lazer ışını karşısındaki cisme çarpıp geri ışına yapar. Geri ışın ışın sensörün içine yerleştirilen ikinci odaklama lensi ile açılı ışık algılama elementi üzerine ışın düşürülür. Cismin sensöre uzaklığına göre gelen ve yansıyan ışın arasında oluşan açı sebebiyle ışın, ışık algılama elementi üzerinde farklı bölgelere düşer. Elde edilen analog sinyale eşik değeri atayarak dijital olarak on – off çıkış elde edilir. 24 V doğru akım ile beslenerek PLC ye P1 - P8 arası kablo kodlu kablolar ile bağlanmaktadır (Şekil 3.20.).



Şekil 3.20. Lazer sensör çalışma prensibi

3.11.5. Debimetreler

Su tesisatından geçen suyun debisini ölçmek için kullanılmıştır. Elektromanyetik ölçüm grubu ile hassas olarak ölçüm yapmaktadır. Ölçülen değer dijital ekranda gösterilmektedir. Debimetreler 24 Vdc ile çalışmakta ve haberleşme için 2 telli haberleşme protokolü olan Rs-485 Modbus RTU çıkışı kullanılmıştır (Şekil 3.21.).

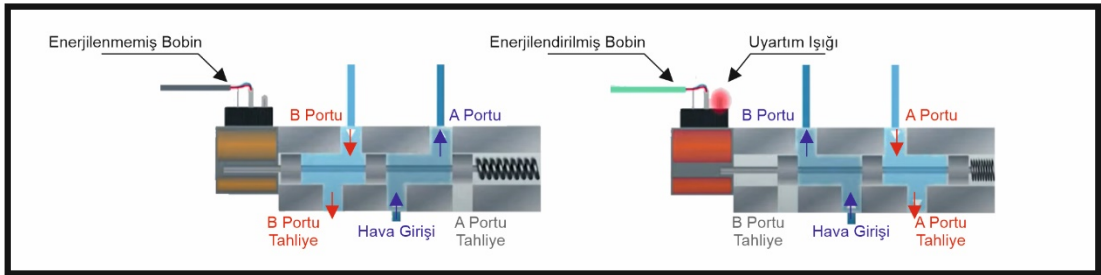


Şekil 3.21. Debimetre elektrik bağlantısı

Kontrol panosundan MD-TX ve MD-RX kodlu klemens üzerinden tüm debimetre haberleşme kabloları paralel bağlantı yapılmıştır. Sırası ile küçük, orta, büyük debimetreler Kd-MDE, Od-MDE, Bd-MDE kodlu kablolar ile enerji ve haberleşme kablosu bağlantı sağlanmıştır. Debimetrelerin Rs485 Modbus cihaz adresleri sırası ile orta, büyük, küçük debimetre 02, 03, 04 olarak ayarlanmıştır.

3.11.1. Selenoid Valfler ve Pozisyonerler

Selenoid valfler V1 den V8 e kadar sırası ile R1 den R8 röleleri ile bağımsız olarak kontrol edilmektedir. Selenoid bobinlere 24 V dc uygulandığında enerjilendirilen valfin pozisyonu değişmektedir (Şekil 3.22.).



Şekil 3.22. Selenoid valf çalışma prensibi

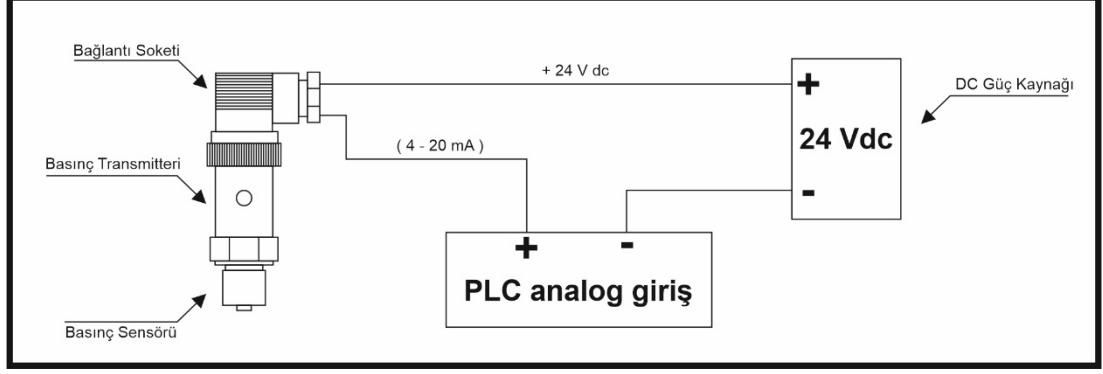
Pozisyonerler 4 - 20 mA akım uygulanarak oransal valfe gönderilecek hava miktarı değiştirilerek %0 - %100 aralığında açıklığı değiştirilebilmektedir.

3.11.2. Terazi Göstergesi

Su terazisinde biriktirilen suyun ağırlığını ölçmek için kullanılmıştır. Ölçülen değer terazi dijital göstergesinde gösterilmektedir. Terazi 220 Vac ile çalışmakta ve haberleşme için 3 telli haberleşme protokolü Rs-232 çıkışı kullanılmıştır.

3.11.3. Basınç Transmitteri

Boru tesisatında akan suyun basıncını ölçmek için 0 – 40 bar basınç transmitteri kullanılmıştır. Basınç sensörü kısmında bulunan piezo elektronik komponent ile algılanan basınç değerine karşılık gerilim elde edilmektedir (Şekil 3.23.). Transmitterin üzerinde bulunan potansiyometre yardımı ile sıfır değere ayarı yapılabilmektedir. 10- 30 V dc ile çalışmakta ve haberleşme için 2 telli 4 – 20 mA akım çıkışı kullanılmıştır BT-I kodlu kablo ile bağlantısı yapılmıştır.



Şekil 3.23. Basınç transmitteri bağlantı şeması

3.11.4. PT100 Sıcaklık Transmitteri

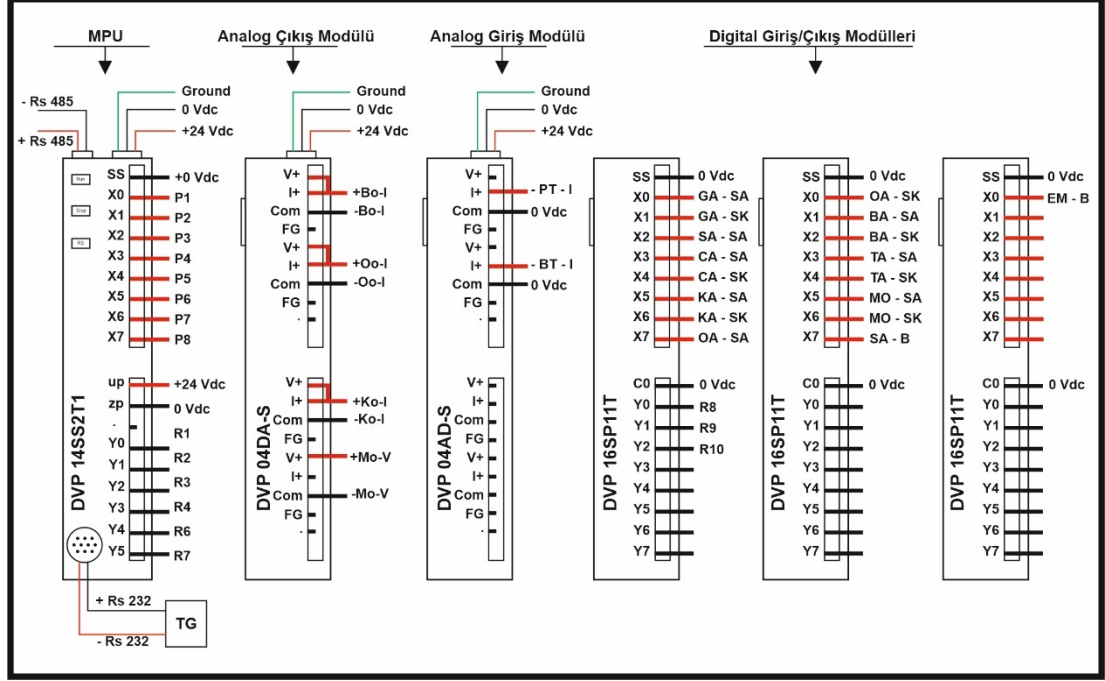
Su tankında biriktirilen suyun sıcaklığını algılamak için -200°C ile 850°C arasında ölçüm yapabilen PT100 sıcaklık transmitteri kullanılmıştır. Platinyum dan imal edilen dirençsel termometrede 100 ohm 0°C ye karşılık gelmektedir (Tablo 3.4.). Platinyum direnç ile algılanan sıcaklık değerine karşılık direnç değeri elde edilmekte, üzerinde bulunan transmitter devresi ile 4 – 20 mA analog çıkışa çevrilmektedir. 10- 30 V dc ile çalışmakta ve haberleşme için 2 telli 4 – 20 mA akım çıkışı kullanılmıştır BT-I kodlu kablo ile bağlantısı yapılmıştır.

Tablo 3.4. PT100 sıcaklık - direnç tablosu

Sıcaklık [°C]	Sıcaklık [°F]	Direnç [Ohm]
-200.00	-328.00	18.5201
-100.00	-148.00	60.2558
0.00	32.00	100.0000
100.00	32	138.5055
200.00	212.00	175.8560
300.00	572.00	212.0515

3.11.5. PLC Grubu

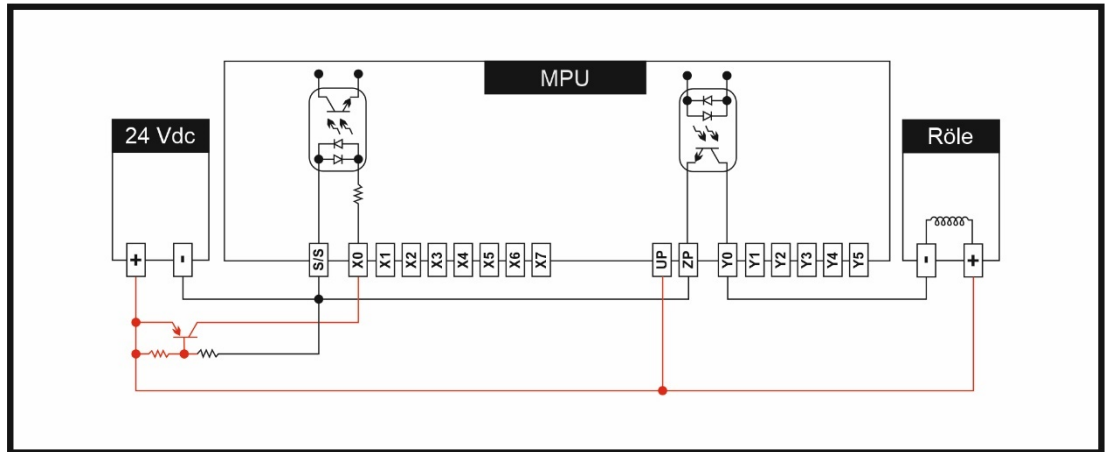
Debimetreler hariç tüm sistem plc üzerinden çalıştırılmaktadır. Sistemde 25 adet dijital giriş, 10 adet dijital çıkış, dört adet analog çıkış, iki adet analog giriş, iki adet seri haberleşme kanalı bulunmaktadır. Tüm bu ihtiyacı karşılamak için PLC grubu bir adet MPU, bir adet analog çıkış modülü, bir adet analog giriş modülü ve üç adet dijital giriş/çıkış modülünden oluşmaktadır (Şekil 3.24.).



Şekil 3.24. PLC grubu bağlantıları

3.11.5.1. MPU

Sistemde kullanılan MPU 24 V dc ile çalışmakta, üzerinde sekiz adet dijital giriş, altı adet dijital çıkış, bir adet Rs485 ve bir adet Rs232 seri haberleşme kanalı bulunmaktadır (Şekil 3.25.).



Şekil 3.25. Dijital giriş/çıkış bağlantısı

Sekiz adet dijital giriş lazer sensörlerden gelen yüksek hızda pulse sinyalinin okunabilmesi için, altı adet dijital çıkış sırası ile selenoid valf bobinlerini enerjilendirmek için kullanılan R1 den R7 kadar altı röle için kullanılmıştır. Rs232 seri

haberleşme kanalı teraziden gelen ağırlık bilgisinin okunması, Rs485 seri haberleşme kanalı ise bilgisayar ve debimetrelerin haberleşmesinde kullanılmıştır. MPU üzerinde bulunan analog giriş ve çıkış bulunmadığı ve bulunan dijital giriş ve çıkış sayılarının sistemin ihtiyacını karşılamadığı için ek modüller kullanılmıştır. MPU'ya ek modül takılırken sırası ile önce analog modüller sonra dijital modüller takılmıştır. Çünkü dijital modüllerden sonra takılan analog modüller MPU tarafından algılanmamaktadır.

3.11.5.2. Analog Çıkış Modülü

PLC grubunda kullanılan ek analog çıkış modülü 24 V dc ile çalışmakta ve üzerinde 12 bit çözünürlüğe sahip 0 ~ 10V, 2 ~ 10V, 4 ~ 20mA, 0 ~ 20mA olmak üzere 4 adet seçilebilir çıkış kanalı bulunmaktadır. İlk üç kanal 4 ~ 20mA akım çıkışı olarak V+,I+ çıkışları köprülenerek pozisyonerlerin çalıştırılması için kablo kodu Bo-I büyük oransal vana pozisyoneri, Oo-I orta oransal vana pozisyoneri, Ko-I küçük oransal vana pozisyoneri çıkışı olarak kullanılmıştır. Son kanal 0 ~ 10V gerilim çıkışı olarak V+ çıkışı ile kablo kodu Mo-V pompa motoru invertör çıkışı olarak kullanılmıştır.

3.11.5.3. Analog Giriş Modülü

PLC grubunda kullanılan ek analog giriş modülü 24 V dc ile çalışmakta ve üzerinde 14 bit çözünürlüğe sahip -10 ~ +10V, -6 ~ +10V, 13 bit çözünürlüğe sahip -12 ~ +20mA, -20 ~ +20mA olmak üzere 4 adet seçilebilir giriş kanalı bulunmaktadır. İlk iki kanal 4 ~ 20mA akım girişi olarak kablo kodu PT-I PT100 sıcaklık transmitteri, BT-I basınç transmitteri girişi olarak kullanılmıştır.

3.11.5.4. Dijital Giriş/Çıkış Modülleri

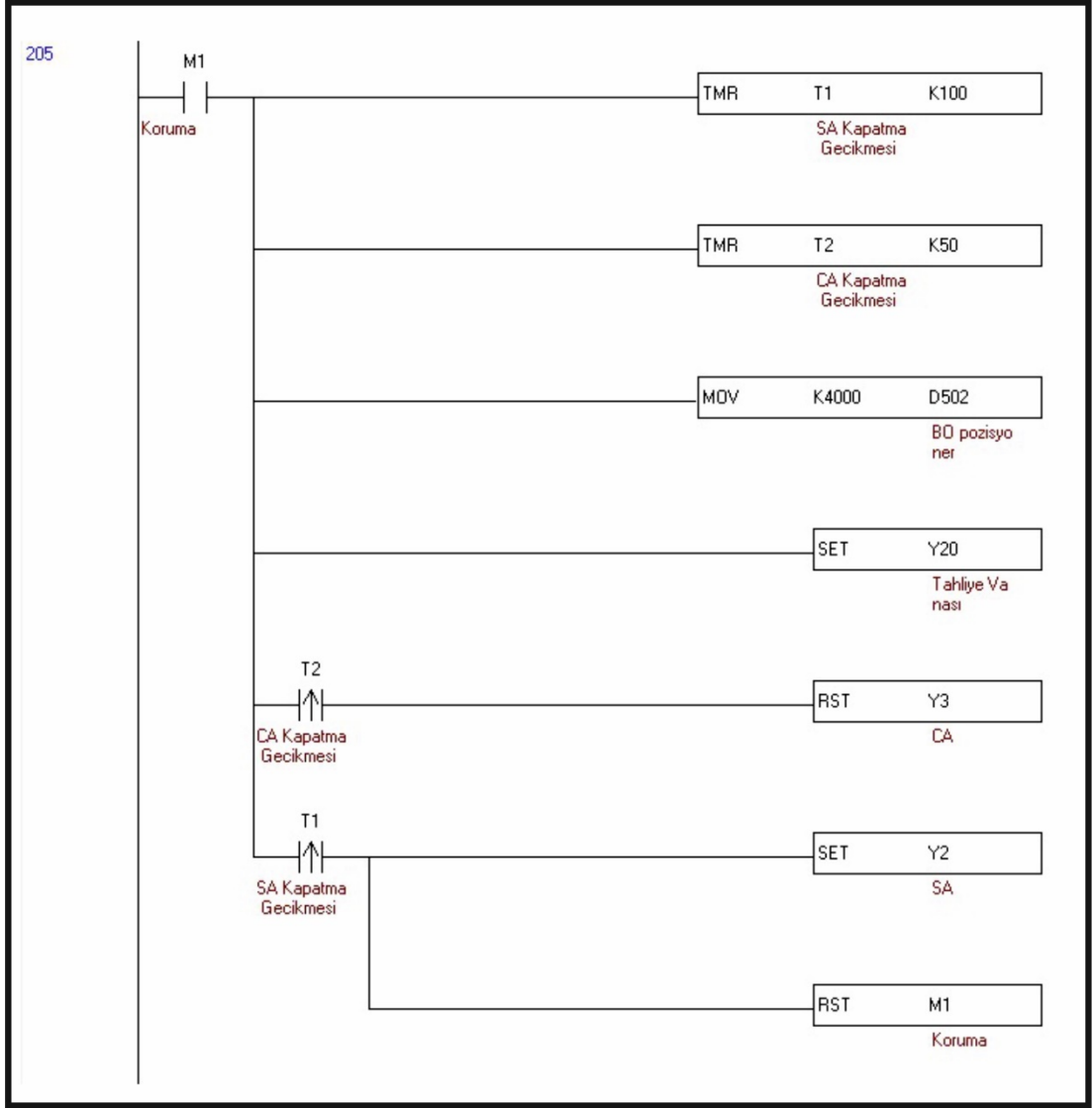
PLC grubunda kullanılan dijital giriş/çıkış modüllerinin herhangi bir besleme gerilimine ihtiyacı yoktur. Enerji ihtiyacını dahili bağlantı soketi ile MPU üzerinden karşılamaktadır. Kullanılan her bir dijital giriş/çıkış modülü üzerinde sekiz adet dijital giriş, sekiz adet dijital çıkış bulunmaktadır. Birinci modülden başlayarak Tablo 4-3 'te gösterilen kablo kodları sırasına göre dijital giriş bağlantıları Şekil 4.15'e gösterildiği gibi yapılmıştır. Devamında Mo-SA kodlu kablo ile pompa motoru aktif, Mo-SK kodlu kablo ile pompa motoru pasif, Sa-B kodlu kablo ile sıkıştırma pistonu butonu, Em-B kodlu kablo ile acil stop butonu bağlantısı yapılmıştır. Birinci modülden sırası ile üç adet dijital çıkış selenoid valf bobinlerini enerjilendirmek için kullanılan R8 den R10 kadar üç röle için kullanılmıştır.

3.11.6. Monitör PC

PLC grubunda bulunan MPU ile Rs485 Modbus RTU ile haberleşerek kullanıcı arayüzünden test istasyonunun durumunun görüntülenmesi ve kontrolünün sağlanması için kullanılmıştır. 220 V ac gerilim ile çalışmakta olup anakart, ram, harddisk gibi tüm donanımları monitörün arkasında bulunan monitör pc modeli kullanılmıştır.

3.12. Yazılımlar

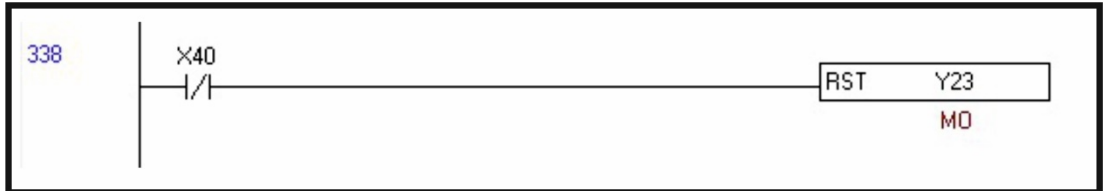
Tüm mekanik, pnömatik ve elektrik aksamaları manuel ve otomatik olarak kontrol edebilmek için PLC ve bilgisayar arayüz yazılımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. PLC yazılımı ile test istasyonunda bulunan debimetreler hariç tüm elektronik aksamlardan bilgi toplanabilmekte ve kontrol edilebilmekte iken görselleştirme işlemleri yapılamamaktadır. İnsan makine arabiriminin sağlanması için en önemli kısım olan bilgisayar arayüz yazılımına ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3.276. Sayaç bağlama/sökme ladder diyagramı (devam)

3.12.1.2. Acil Stop Butonu

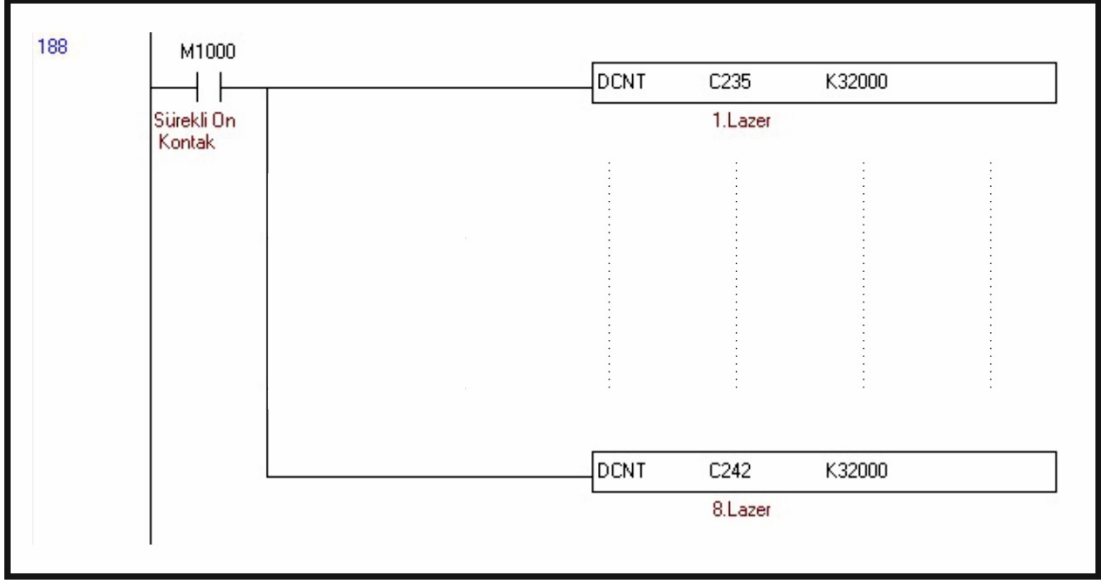
Oluşabilecek acil durumlar için acil stop butonu uygulaması yapılmış olup acil stop butonuna basılması durumunda pompa motoru pasif duruma geçirilmektedir (Şekil 3.27.).



Şekil 3.287. Acil stop butonu ladder diyagramı

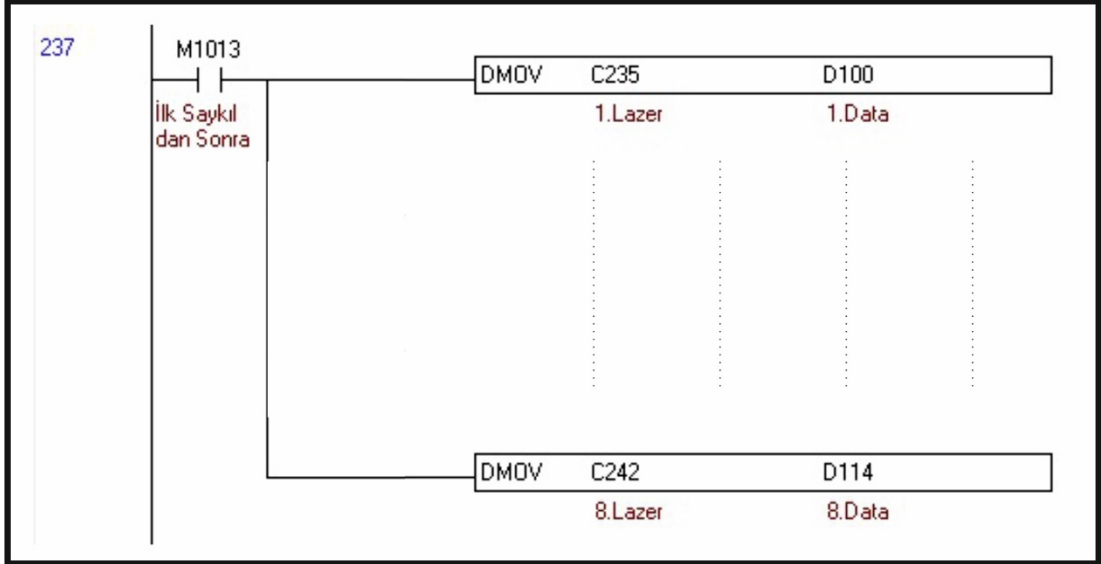
3.12.1.3. Lazer Sensör Okuma

Sekiz adet lazer sensöründen farklı zamanlarda gelen pulse sinyalleri sırası ile C235 den C242 kalıcı 32 bitsayıcılığı ile sayılmaktadır (Şekil 3.28.).



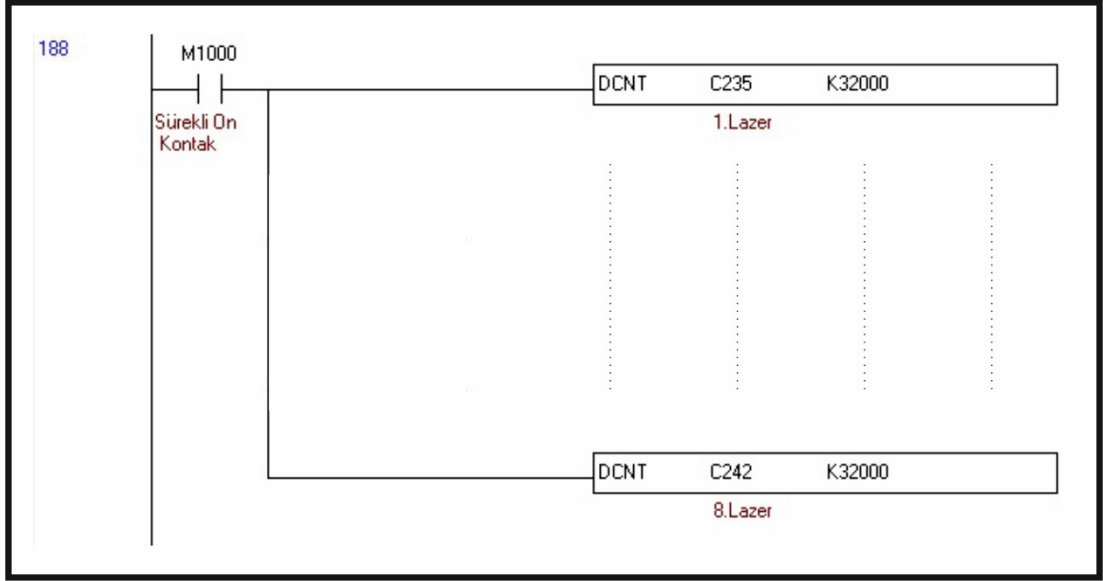
Şekil 3.298. Lazer sensör pulse sayma ladder diyagramı

Sayılan pulse bilgileri sırası ile D100, D102, D104, D106, D108, D110, D112, D114 belleklerine M1003 kontağı ile 100 ms de bir 32 bit olarak transfer edilmektedir (Şekil 3.29.).



Şekil 3.309. Lazer sensör data transferi ladder diyagramı

Teste başlamadan önce daha önce sayılmış olan pulse değerini sıfırlamak için M235 kontağı kullanılmıştır. C235 den C242 arası kalıcı sayıcılar ve M235 kontağı tekrar kullanılmak üzere resetlenmektedir (Şekil 3.30.).



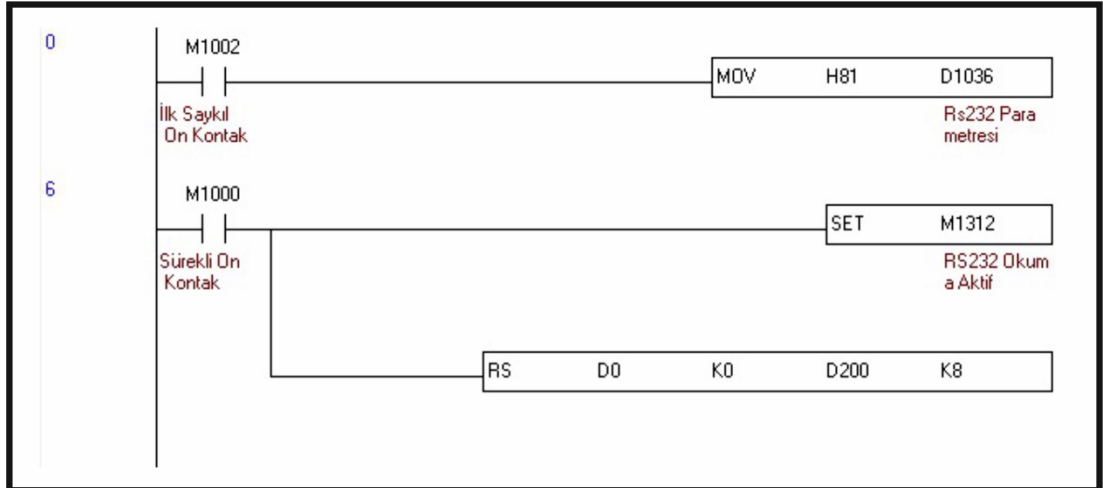
Şekil 3.310. Lazer pulse sayıcılarının sıfırlanması ladder diyagramı

3.12.1.4. Rs232 Haberleşmesi

Terazi MPU tarafından Rs232 protokolü ile M1000 kontağı ile sürekli olarak okunmaktadır. Rs232 haberleşme kanalı parametresi (Tablo 3.5.) MPU içerisindeki D1036 data değeri 0x0081 olarak değiştirilerek ilk çalıştırmada sadece bir saykıl aktif olan M1002 kontağı ile ayarlanmıştır.

Tablo 3.5. Rs232 haberleşme parametresi

Mod	Baudrate	Data Bit	Stop Bit	Parity
ASCII	9600	7	1	Even



Şekil 3.321. Rs232 haberleşme parametresi ayarlama ladder diyagramı

M1312 kontağı ile Rs232 haberleşmesi aktif yapılmıştır (Şekil 3.31). RS komutu Rs232 haberleşme kanalı ile gönderilecek data başlangıcı D0, gönderilecek data adeti K0, alınan data kayıt yeri başlangıcı D200, kayıt edilecek data sayısı K8 olmakta ve elde edilen 7 bitlik data sırası ile D200 den D206 adreslerinde saklanmaktadır. D207 anlamsızdır çünkü terazi 7 bit data göndermektedir (Tablo 3.6.).

Tablo 3.6. Rs232 7 bitlik data

D200	D201	D202	D203	D204	D205	D206
FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

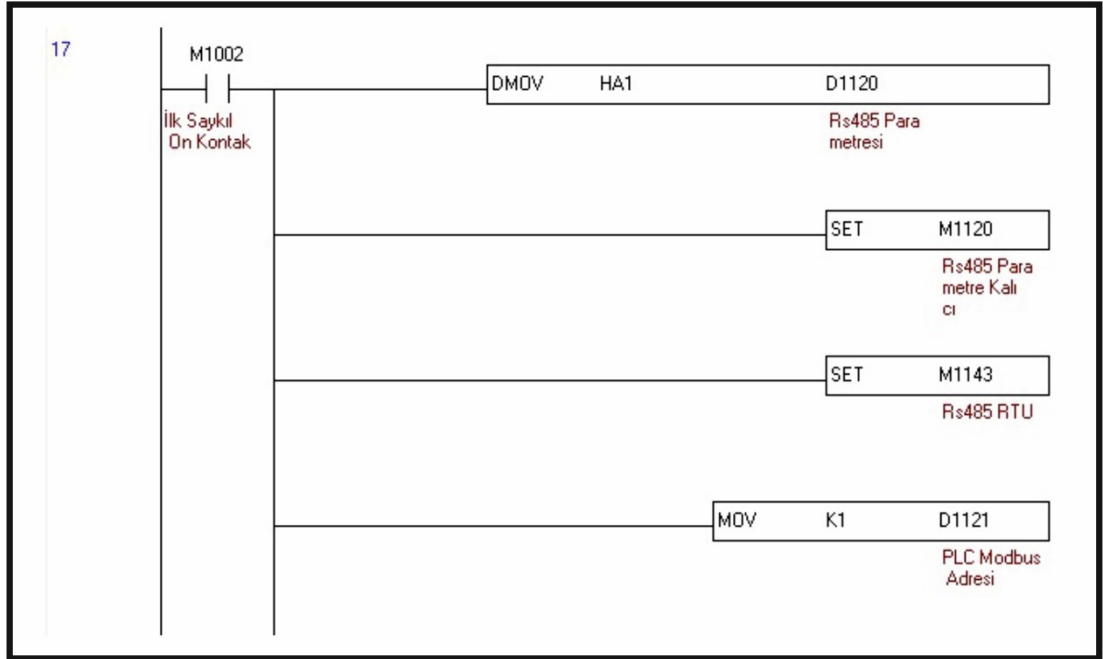
3.12.1.5. Rs485 Haberleşmesi

PLC grubunun bilgisayar arayüz yazılımı ile haberleşebilmesi için tablo 3.7.'de gösterilen Rs485 haberleşme kanalı parametresi MPU içerisindeki D1120 data değeri 0x0HA1 atanarak, M1143 kontağı aktif edilerek RTU mod olarak ilk çalıştırmada sadece bir saykıl aktif olan M1002 kontağı ile ayarlanmıştır.

Tablo 3.7. Rs485 Modbus RTU haberleşme parametresi

Mod	Baudrate	Data Bit	Stop Bit	Parity
RTU	38400	8	1	None

MPU Rs485 cihaz adresini 01 yapmak için D1121 belleğine K1 değeri gönderilmiştir (Şekil 3.32.).



Şekil 3.332. Rs485 RTU haberleşme parametresi ayarlama ladder diyagramı

3.12.1.6. Analog Çıkış Modülü

TO komutu ile modüllerin CR belleklerindeki tüm datalar değiştirilmekte ve modül yönetimi yapılmaktadır. Analog çıkış modülü, MPU'nun sağına takılan ilk analog modül olduğu için K0 olarak MPU tarafından algılanacaktır. Analog çıkış modülü çalışma modları (Tablo 3.8.) ve kanal ayarı verilmiştir (Tablo 3.9.).

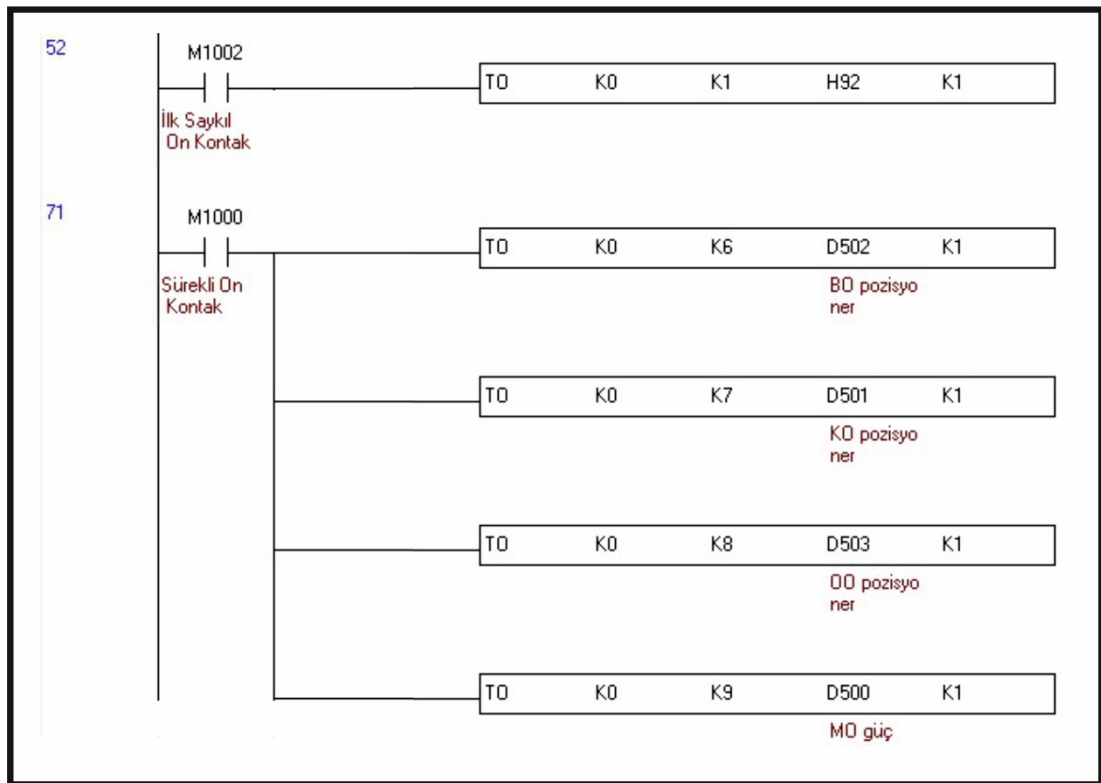
Tablo 3.8. Analog çıkış modülü çıkış modları

Mod No	Mod Açıklaması	B2	B1	B0
0	0 ~ 10 V	0	0	0
1	2 ~ 10 V	0	0	1
2	4 ~ 20 mA	0	1	0
3	0 ~ 20 mA	0	1	1
4	kullanılmaz	1	0	0

Tablo 3.9. Analog çıkış modülü kanal ayarı

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Rezerve			CH4			CH3			CH2			CH1			
			0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0

K0 modülü içerisindeki CR#1 datası H92 olarak değiştirilmiştir (Şekil 3.33.).



Şekil 3.343. Analog çıkış modülü ayarı ladder diyagramı

3.12.1.7. Analog Giriş Modülü

TO komutu ile modüllerin CR belleklerindeki tüm datalar değiştirilmekte ve modül yönetimi yapılmaktadır. Analog giriş modülü takılan ikinci analog modül olduğu için K1 olarak MPU tarafından algılanacaktır. Analog giriş modülü çalışma modları (Tablo 3.10.) ve kanal ayarı verilmiştir (Tablo 3.11.).

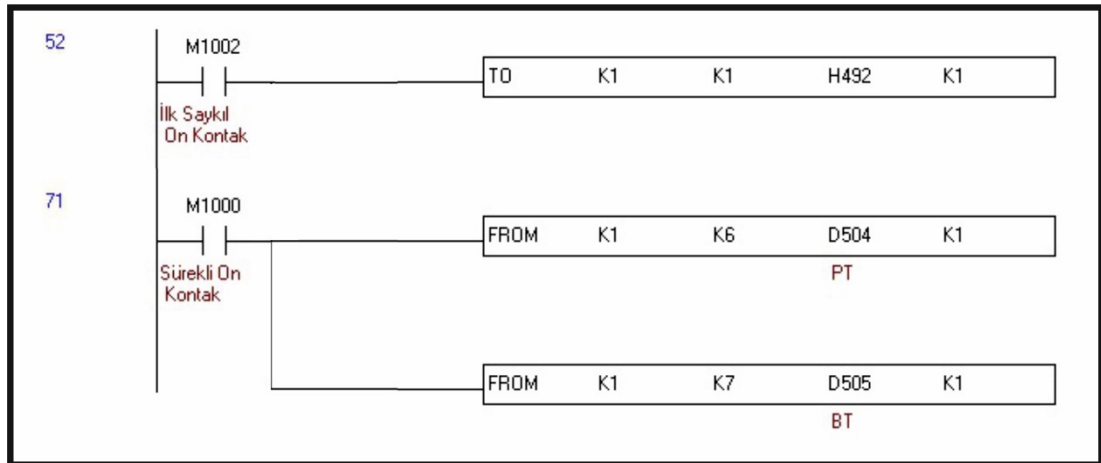
Tablo 3.10. Analog giriş modülü çıkış modları

Mod No	Mod Açıklaması	B2	B1	B0
0	-10 ~ 10 V	0	0	0
1	-6 ~ 10 V	0	0	1
2	-12 ~ 20 mA	0	1	0
3	-20 ~ 20 mA	0	1	1
4	kullanılmaz	1	0	0

Tablo 3.11. Analog giriş modülü kanal ayarı

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Rezerve			CH4			CH3			CH2			CH1			
			0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0

K1 modülü içerisindeki CR#1 datası H492 olarak değiştirilmiştir (Şekil 3.34.).

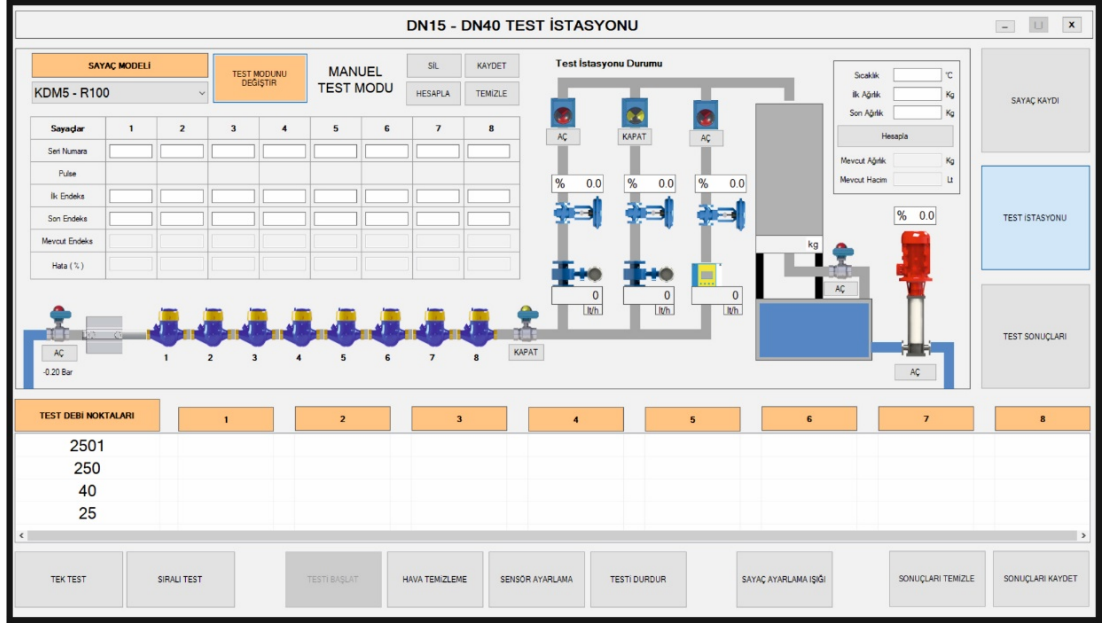


Şekil 3.354. Analog giriş modülü ayarı ladder diyagramı

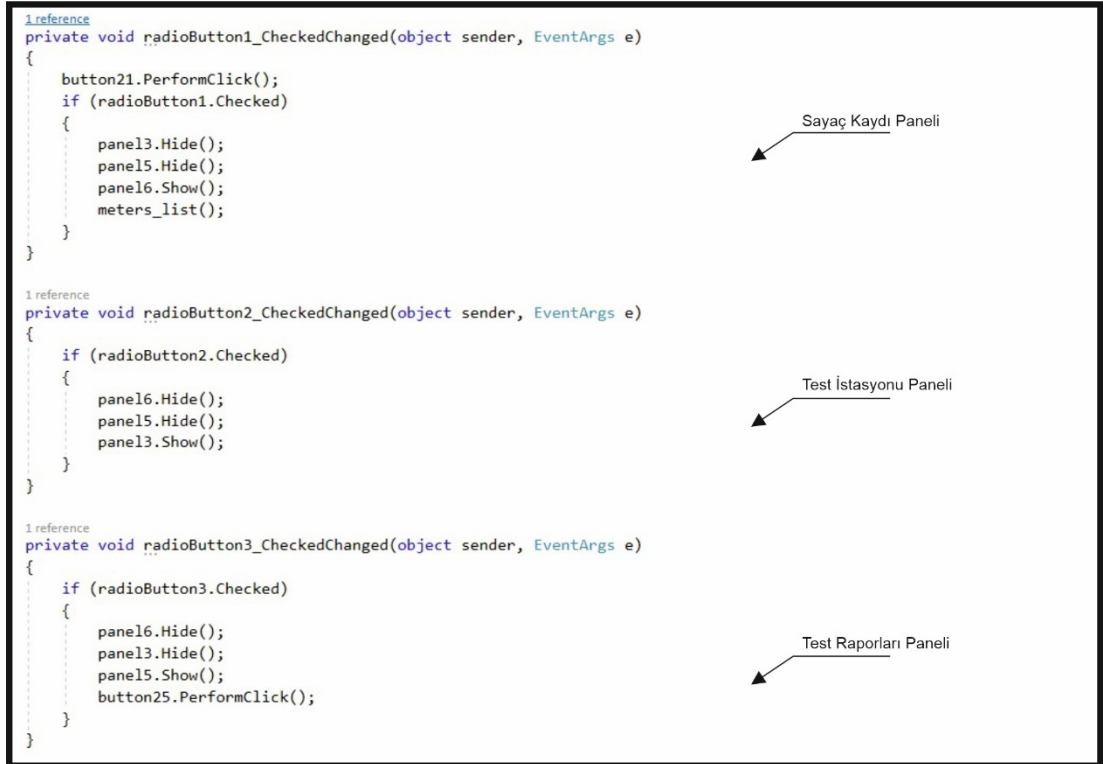
3.12.2. Bilgisayar Arayüz Yazılımı

Test istasyonunu anlık durumunun görüntülenmesi, kontrol edilmesi, testlerin uygulanması ve sonuç hesaplamalarının yapılması için bilgisayar arayüz yazılımı hazırlanmıştır (Şekil 3.35.). Hazırlanan arayüz C# dilinde yazılmıştır. PLC ile haberleşmek için DMT.dll kütüphanesi kullanılmıştır. Görsel tasarımda öğeler hazırlanırken mekanik aksamaların solidworks programında değişken durumlarına karşılık renkli çizimler yapılmıştır.

Sayaç kaydı, test istasyonu ve test sonuçları radiobutton olarak tanımlanmış menü butonlarıdır ve ayrı ayrı paneller hazırlanmıştır. Herhangi biri seçilmesi durumunda o panel ön plana gelmekte ve arkasında test yapılmakta ise kesintisiz olarak devam edebilmektedir. Menü buton kodları verilmiştir (Şekil 3.36.).



Şekil 3.375. Bilgisayar arayüz yazılımı



Şekil 3.36. Menü buton kodları

3.12.2.1. Sayaç Kaydı Sekmesi

Teste başlamadan önce test edilecek sayacın test istasyonuna kaydedilmesi gerekmektedir. İbre katsayısının önceden doğru hesaplanmış olması veya biliyor gerekmektedir. KDM5 model su sayacının hesaplama cetveli verilmiştir (Şekil 3.37.). Üreticiden temin edilebileceği gibi sayacın yazıcı grubu içerisinde bulunan dişli gruplarının aktarma katsayıları üzerinden hesaplanabilir.

KDM5 MEKANİZMA DİŞLİ AKTARMA ORANLARI													
İLK HAREKET			DEŞİ LİTRE			LİTRE			DEKALİTRE			HEKTALİTRE KİLOLİTRE	
Pervane	Magnet Dişli	Dişli 1	Dişli 2	Dişli 3	Dişli 4	Dişli 5	Dişli 6	Dişli 7	Dişli 8	Helix Dişli	Tambur		
Alma Dişlisi	7	1	30	31	31	30	30	30	30	30	36	10	
Aktarma Dişlisi	1	12	9	9	9	10	9	10	9	12	1	1	
	1	0,4	0,29	0,29	0,30	0,33	0,30	0,33	0,30	0,33	0,10		
KATSAYI		0,08429											

Şekil 3.407. KDM5 ibre katsayı hesaplama

Sayaç kaydı butonuna basıldığında daha önce test noktası ekleme kısmında bırakılmış ise otomatik olarak bir önceki sayfaya dönerek sayaç kayıt sekmesi (Şekil 3.38.) ve ekli olan sayaç listesi görüntülenir (Şekil 3.39.).

DN15 - DN40 TEST İSTASYONU						
SAYAÇ BİLGİLERİ						
SAYAÇ MODELİ	KDM5 - R100					
DN ÇAPİ	25					
SÜREKLİ DEBİSİ	2500,00					
HASSASİYET	100					
İBRE KATSAYISI	0,008429					
<input type="button" value="SİL"/> <input type="button" value="DÜZENLE"/> <input type="button" value="KAYDET"/>						
ID	SAYAÇ MODELİ	DN ÇAPİ	SÜREKLİ DEBİ	HASSASİYET	İBRE KATSAYISI	
1	KDM5 - R100	25	2500,00	100	0,008429	
2	KDM2	15	25	100	0,008429	
7	Idm2	15	250	24	0	
<input type="button" value="SAYAÇ KAYDI"/> <input type="button" value="TEST İSTASYONU"/> <input type="button" value="TEST SONUÇLARI"/>						

Şekil 3.398. Sayaç modeli kayıt paneli

```

4 references
private void meters_list()
{
    MySqlConnection Con = new MySqlConnection(str);
    MySqlCommand veri_cek = new MySqlCommand("SELECT * FROM meters order by ID", Con);
    Con.Open();
    MySqlDataReader alindi = veri_cek.ExecuteReader();
    listView1.Items.Clear();
    while (alindi.Read())
    {
        ListViewItem lv = new ListViewItem(alindi.GetInt32(0).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(1).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(2).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(3).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(4).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(5).ToString());
        listView1.Items.Add(lv);
    }
    Con.Close();
}

```

Şekil 3.389. Sayaç listesi görüntüleme kodları

Sayaç bilgileri bölümü eksiksiz doldurduktan sonra KAYDET butonuna basarak yeni sayaç modeli ekleyebilir, görüntülenen listeden seçimle DÜZENLE butonuna

basarak mevcut bilgileri düzenleyip güncelleyebilir veya seçili olan model silinebilmektedir (Şekil 3.40.).

```
1 reference
private void button19_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (checkBox2.Checked)
    {
        ListViewItem item = listView1.SelectedItems[0];
        if (textBox21.Text != "" && textBox22.Text != "" && textBox23.Text != ""
            && textBox24.Text != "" && textBox25.Text != "")
        {
            MySqlConnection Con2 = new MySqlConnection(str);
            try
            {
                Con2.Open();
                MySqlCommand veri_yaz2 = new MySqlCommand(
                    "update meters set    metername=" + textBox21.Text + "," +
                    "                    dnsiz=" + textBox22.Text + "," +
                    "                    nominalflowrate=" + textBox23.Text + "," +
                    "                    meterratio=" + textBox24.Text + "," +
                    "                    needleratio=" + textBox25.Text.Replace(".", ",") +
                    " WHERE ID=" + item.SubItems[0].Text + "", Con2);

                MySqlDataReader yazildi2 = veri_yaz2.ExecuteReader();
                Con2.Close();
                checkBox2.CheckState = CheckState.Unchecked;
                textBox21.Clear();
                textBox22.Clear();
                textBox23.Clear();
                textBox24.Clear();
                textBox25.Clear();
                meters_list();
            }
            catch (Exception eb2)
            {
                MessageBox.Show(eb2.Message);
            }
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Lütfen Bilgileri Eksiksiz Doldurunuz", "UYARI");
        }
    }
    {
        && textBox24.Text != "" && textBox25.Text != ""
        MySqlConnection Con = new MySqlConnection(str);
        try
        {
            Con.Open();
            MySqlCommand veri_yaz = new MySqlCommand(
                "Insert into  meters (metername,dnsiz,nominalflowrate,meterratio,needleratio) " +
                "            values ('" + textBox21.Text + "','" + textBox22.Text + "','" +
                "            '" + textBox23.Text + "','" + textBox24.Text + "','" +
                "            '" + textBox25.Text.Replace(".", ",") + "'", Con);

            MySqlDataReader yazildi = veri_yaz.ExecuteReader();
            Con.Close();
            textBox21.Clear();
            textBox22.Clear();
            textBox23.Clear();
            textBox24.Clear();
            textBox25.Clear();
            meters_list();
        }
        catch (Exception eb)
        {
            MessageBox.Show(eb.Message);
        }
    }
    else
    {
        MessageBox.Show("Lütfen Bilgileri Eksiksiz Doldurunuz", "UYARI");
    }
}
}
```

Şekil 3.410. Sayaç kaydetme ve düzenleme kodları

Sayaç listesine çift tıkladığında test debi ekleme sayfası açılmaktadır (Şekil 3.41.). Eklenmiş test noktaları görüntülenmektedir (Şekil 3.42.).

```

1 reference
private void listView1_DoubleClick(object sender, EventArgs e)
{
    ListViewItem item = listView1.SelectedItems[0];
    listView2.Show();
    groupBox29.Show();
    textBox31.Text = item.SubItems[1].Text;
    test_point_list(item.SubItems[0].Text);
}

```

Şekil 3.431. Test noktası ekleme sayfası açma kodları

MID	TEST DEBİSİ	DEBİ HATTI	ORANSAL AÇIKLIĞI	POMPA GÜCÜ	TEST AĞIRLIĞI	MPE
1	2501	Büyük Debi Hattı	20.00	54.00	11.00	2.00
1	250	Orta Debi Hattı	30.00	30.00	10.00	2.00
1	40	Orta Debi Hattı	30.00	30.52	4.85	2.00
1	25	Küçük Debi Hattı	39.00	45.00	5.00	5.00

Şekil 3.42. Test noktası ekleme sayfası

Test noktaları bölümü eksiksiz doldurduktan sonra KAYDET butonuna basarak yeni test noktası ekleyebilir, görüntülenen listeden seçimle DÜZENLE butonuna basarak mevcut bilgileri düzenleyip güncelleyebilir veya seçili olan test noktası silinebilmektedir (Şekil 3.43.). Debi hattı seçimi testin hangi hatta yapılacağını belirlemekte, oransal açıklığı ve motor gücü test istasyonunun istenilen debiyi erken bulması için ön ayar olarak girilmektedir. Maksimum müsaade edilebilir hata ise mevcut test noktasında sayacın hatasının \pm olarak sınır değerinin içinde olması gereken sınır değeri belirler.

```

4 references
private void test_point_list(string ID)
{
    MySqlConnection Con = new MySqlConnection(str);
    MySqlCommand veri_cek = new MySqlCommand(
        "SELECT * FROM testpoints Where MID='" + ID + "' order by flowrate desc", Con);
    Con.Open();
    MySqlDataReader alindi = veri_cek.ExecuteReader();
    listView2.Items.Clear();
    while (alindi.Read())
    {
        ListViewItem lv = new ListViewItem(alindi.GetInt32(0).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(1).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(2).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(3).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(4).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(5).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(6).ToString());
        lv.SubItems.Add(alindi.GetString(7).ToString());
        listView2.Items.Add(lv);
    }
    Con.Close();
}

```

Şekil 3.443. Test noktaları görüntüleme kodları

3.12.2.2. Test İstasyonu Sekmesi

Test istasyonu sekmesinde ana döngünün bulunduğu istasyon gözlem ve kontrolünün otomatik ve manuel olarak yapılabildiği yerdir. Arayüz yazılımı USB-Rs485 çeviricisi üzerinden PLC ve debimetreler ile haberleşmektedir. 100 ms çevrimle Modbus sorgu komutları ile PLC ve debimetrelerin dataları okunmakta, işlenmekte ve görüntülenmektedir. Modbus mesajında cihaz adresi ve fonksiyon değeri ve okunacak data sayısı değiştirilerek sorgu yapılır ve gelen cevap mesajındaki data bölümü okunur. Rs485 modbus mesajı (Tablo 3.12.), fonksiyonları (Tablo 3.13.) yazılım kodları verilmiştir (Şekil 3.44.).

Tablo 3.12. Rs485 Modbus mesajı

	Açılış	Cihaz Adresi	Fonksiyon	Data	CRC	Kapanış
Bit Uzunluğu	28	8	8	nx8	16	28

Tablo 3.13. Rs485 Modbus fonksiyonları

Fonksiyon Kodu	İşlem Açıklaması	Cevap Türü
01	Dijital çıkışların ON/OFF durumlarını sorgulama	1 veya 0
02	Dijital girişlerin ON/OFF durumlarını sorgulama	1 veya 0
03	Bellekte saklanan veri kaydını sorgulama	Data
04	Bellekteki girişlerin veri kaydını sorgulama	Data
05	Dijital bir çıkışın ON/OFF durumunu değiştirme	1 veya 0
06	Bellekteki verilerin kaydını değiştirme	Data

```
private void sorgu()
{
    string strReq = "";
    string strRes = "";
    ActStatus.Text = "";
    Com_Status = "";
    DelegateClose CloseModbus = CloseSerial;
    int conn_num = 5;
    int baud_rate = 38400;
    int data_len = 8;
    char parity = 'N';
    int stop_bits = 1;
    int modbus_mode = 2;
    int status = 0;
    int comm_type = 0;
    CloseModbus = CloseSerial;
    status = OpenModbusSerial(conn_num, baud_rate, data_len, parity, stop_bits, modbus_mode);
    if (status == -1)
    {
        ActStatus.Text = "Haberleşme Başarısız";
        return;
    }
    ReqData.Text = "";
    for (int j = 0; j < 8; j++)
    {
        Rxdeger[j] = "0";
    }
}
```

Şekil 3.454. Rs485 Modbus sorgu kodları

```

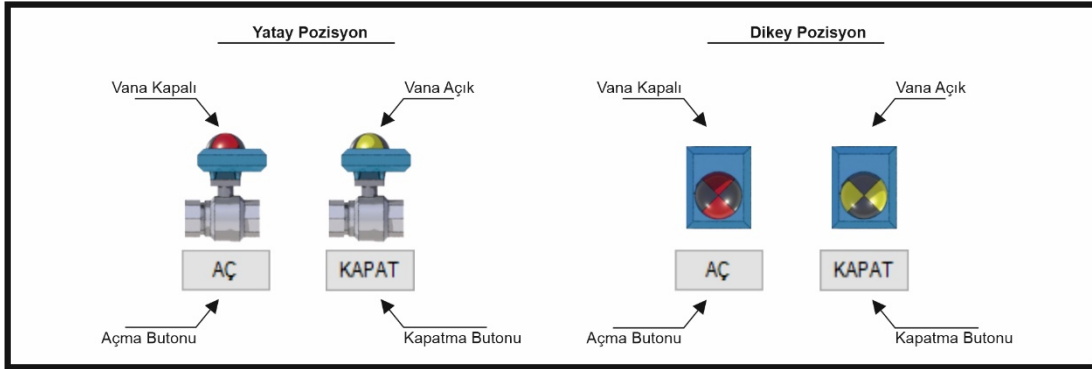
StringBuilder req = new StringBuilder(1024);
StringBuilder res = new StringBuilder(1024);
uint[] data_from_dev = new uint[aygit_adeti];
data_from_dev[0] = 0u;
uint[] data_to_dev = new uint[1]
{
    Convert.ToInt32(Txdeger)
};
string strProduct = "DVP";
string strDev = aygit;
switch (addr)
{
    case -1:
        ActStatus.Text = "Geçersiz DVP Aygıt Serisi";
        break;
    case -2:
        ActStatus.Text = "Geçersiz Aygıt";
        break;
    case -3:
        ActStatus.Text = "Aşırı Tanımlı Bellek Okuma Hatası";
        break;
    default:
        {
            int ret = 0;
            switch (fonksiyon)
            {
                case 0:
                    ret = ReadCoilsW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_from_dev, req, res);
                    break;
                case 1:
                    ret = ReadInputsW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_from_dev, req, res);
                    break;
                case 2:
                    ret = ReadHoldRegsW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_from_dev, req, res);
                    break;
                case 3:
                    ret = ReadHoldRegs32W(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_from_dev, req, res);
                    break;
                case 4:
                    ret = ReadInputRegsW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_from_dev, req, res);
                    break;
                case 5:
                    ret = WriteSingleCoilW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, data_to_dev[0], req, res);
                    break;
                case 6:
                    ret = WriteSingleRegW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, data_to_dev[0], req, res);
                    break;
                case 7:
                    ret = WriteSingleReg32W(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, data_to_dev[0], req, res);
                    break;
                case 8:
                    ret = WriteMultiCoilsW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_to_dev, req, res);
                    break;
                case 9:
                    ret = WriteMultiRegsW(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_to_dev, req, res);
                    break;
                case 10:
                    ret = WriteMultiRegs32W(comm_type, conn_num, slave_addr, addr, dev_qty, data_to_dev, req, res);
                    break;
            }
            ReqData.Text = req.ToString();
            Response = res.ToString();
            int num = ret;
            int num2 = num;
            if (num2 == -1)
            {
                ActStatus.Text = "Sorgu Başarısız";
                break;
            }
            Com_Status = "OK";
            ActStatus.Text = "Sorgu Başarılı";
            if (fonksiyon < 5)
            {
                for (int i = 0; i < data_from_dev.Length; i++)
                {
                    Rxdeger[i] = data_from_dev[i].ToString();
                }
            }
            break;
        }
    }
}
CloseModbus(conn_num);
}

```

Şekil 3.464. Rs485 Modbus sorgu kodları (devam)

PLC datasheetinde belirtilen modbus data adresleri üzerinden dahili giriş çıkışların ve daların bilgilerini okuma ve değiştirme işlemi yapılmaktadır.

Küresel vanaların limit şalterlerinin yatay ve dikey montajları olduğu için her montaj için iki adet görsel bir adet buton hazırlanmıştır. Arkaplanda pozisyon bilgisinde sarı renk "AÇIK", kırmızı renk "KAPALI" olarak adlandırılmış olup görsellerin altına yerleştirilen buton ile AÇ/KAPA işlemleri yapılmıştır (Şekil 3.45.).



Şekil 3.475. Limit şalteri yazılım görseli

İki görsel uygulamada görseller iki katman olarak üst üste bulunmaktadır. Limit şalterin konumu değişmesi ile üstte bulunan görsel görünmez olarak altta kalan görsel görünmektedir. Buton yazısı ve rengi duruma göre değiştirilmektedir. Limit şalteri durum okuma kodları verilmiştir (Şekil 3.46.).

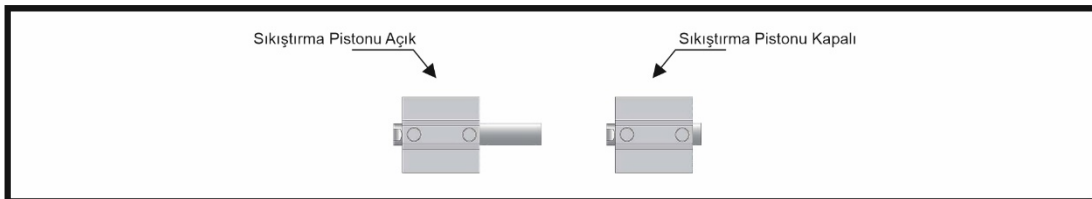
```

fonksiyon = 1;
aygit = "X20";
cihaz = 1;
aygit_adeti = 8;
sorgu();
if (Rxdeger[0] == "1")
{
    label1.Text = "AÇIK";
    pictureBox1.Show();
    button1.Text = "KAPAT";
    label1.BackColor = Color.Green;
}
if (Rxdeger[1] == "1")
{
    label1.Text = "KAPALI";
    pictureBox1.Hide();
    button1.Text = "AÇ";
    label1.BackColor = Color.Red;
}

```

Şekil 3.486. Limit şalteri durum okuma kodları

Sıkıştırma pistonu test istasyonu üzerinde bulunan mekanik buton ile PLC yazılımı ile kontrol edilmekte olduğu için bilgisayar arayüz yazılımdan kontrol edilmemektedir. Sadece durum bilgisi limit şalterler gibi okunup gösterimi sağlanmaktadır (Şekil 3.47.).



Şekil 3.497. Sıkıştırma pistonu yazılım görseli

Vana limit şalterinin durumuna göre kapalı ise buton yazısı “AÇ” olmakta ve tıklandığında vana açma komutu gönderilmekte, açık ise buton yazısı “KAPAT” olmakta ve tıklandığında vana kapatma komutu gönderilmektedir (Şekil 3.48.).

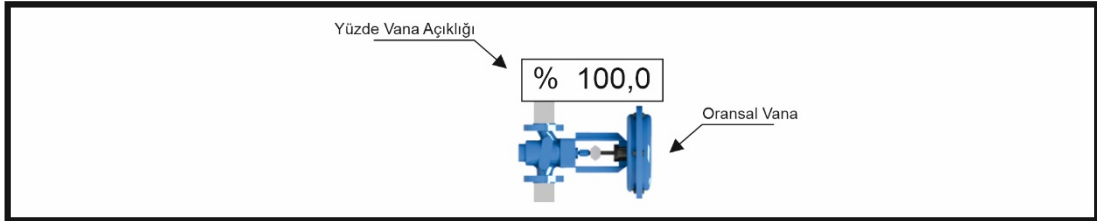
```
1 reference
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (label1.Text == "AÇIK")
    {
        GA_KAPA();
    }
    if (label1.Text == "KAPALI")
    {
        GA_AC();
    }
}

4 references
private void GA_AC()
{
    fonksiyon = 5;
    aygit = "Y1";
    Txdeger = "1";
    cihaz = 1;
    aygit_adeti = 1;
    sorgu();
}

2 references
private void GA_KAPA()
{
    fonksiyon = 5;
    aygit = "Y1";
    Txdeger = "0";
    cihaz = 1;
    aygit_adeti = 1;
    sorgu();
}
```

Şekil 3.508. Küresel vana aç kapat komut kodları

Oransal vanaların pozisyonelerine PLC üzerinden gönderilen açıklık değeri yüzde olarak okunmakta ve gösterimi yazılan textbox üzerinden değiştirilmektedir (Şekil 3.49.). Textboxa veri girişi olarak sadece rakam, silme, virgül kullanılabilen yazılımsal sınırlama yapılmıştır. Herhangi bir görsel hareketlilik bulunmamaktadır.



Şekil 3.49. Oransal vana yazılım görseli

PLC den okunan değer double sayı türüne dönüştürülüp 40 a bölündükten virgülden sonra bir haneli yüzde olarak görüntülenmektedir. Oransal vana okuma kodları verilmiştir (Şekil 3.50.).

Oransal vananın değerinin textbox'a girildiğinde geçici belleğe alınıp textbox'ın temizlenmesi, klavyeden rakam, silme ve virgül ile sınırlandırılmış giriş izni ile yüzde formatta yazılması (Şekil 3.51.) ve mevcut değer PLC'ye gönderilmesi (Şekil 3.52.) olmak üzere iki ayrı kod ile yapılmaktadır .

```

fonksiyon = 2;
aygit = "D500";
cihaz = 1;
aygit_adeti = 6;
sorgu();
if (pompayaz == 0)
{
    textBox47.Text = (Convert.ToDouble(Rxdeger[0]) / 40.0).ToString("0.0");
}
if (kucukoransalyaz == 0)
{
    textBox42.Text = (Convert.ToDouble(Rxdeger[1]) / 40.0).ToString("0.0");
}
if (buyukoransalyaz == 0)
{
    textBox41.Text = (Convert.ToDouble(Rxdeger[2]) / 40.0).ToString("0.0");
}
if (ortaoransalyaz == 0)
{
    textBox40.Text = (Convert.ToDouble(Rxdeger[3]) / 40.0).ToString("0.0");
}

```

Şekil 3.530. Oransal vana okuma kodları

```

1 reference
private void textBox40_MouseClick(object sender, MouseEventArgs e)
{
    ortaoransalyaz = 1;
    ortaoransal = textBox40.Text;
    textBox40.Text = "";
}

```

Şekil 3.521. Oransal vana textbox giriş kodu

```

1 reference
private void textBox40_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    char ch = e.KeyChar;
    if (!char.IsDigit(ch) && ch != '\b' && ch != ',')
    {
        e.Handled = true;
    }
    if (Convert.ToInt32(e.KeyChar) == 13)
    {
        if (textBox40.Text != "")
        {
            decimal deger = Convert.ToDecimal(textBox40.Text);
            if (deger > 100m)
            {
                deger = 100m;
                textBox40.Text = "100,0";
            }
            OA_ORANSAL((deger * 40m).ToString("0"));
            ortaoransalyaz = 0;
        }
        else
        {
            textBox40.Text = ortaoransal;
        }
    }
    if (Convert.ToInt32(e.KeyChar) == 27)
    {
        textBox40.Text = ortaoransal;
    }
}

```

Şekil 3.512. Oransal veri giriş kodları

Sıcaklık ve basınç sensörlerinin PLC üzerinden ölçülen değerleri okunmakta ve ekranda gösterilmektedir. Offset ve katsayı değerleri ile kalibre edilmiştir.

Teraziden gelen ve PLC de saklanan 7 byte data okunmakta ve ASCII ondalık sayıdan karaktere çevrilerek gerçek değeri görüntülenmektedir (Tablo 3.14.). Terazi 7 bit data ile pozitif değerde 300.000 kg gösterebilirken negatif değerde -99.999 kg gösterebilmektedir. MSB bitini negatif değerde işaretçi olarak kullanmaktadır. Pozitif değerler gösterilirken 100.000 kg altındaki değerlerde MSB biti ondalık olarak 32 sayısı ile geldiğinde karaktere dönüştürülünce boşluk olarak geldiği için yazılımda MSB nin 32 sayısı gelmesi durumuna karşılık yazılımsal hata olmaması için koruma yapılmıştır (Şekil 3.53.).

Tablo 3.14. ASCII Ondalık sayı - karakter dönüşümü

Ondalık	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Karakter	,	-	.	/	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

```

fonksiyon = 2;
aygit = "D201";
cihaz = 1;
aygit_adeti = 7;
sorgu();

if (Rxdeger[0] == "32")
{
    label31.Text = char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[1])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[2])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[3])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[4])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[5])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[6]));
}
else
{
    label31.Text = char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[0])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[1])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[2])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[3])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[4])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[5])) +
char.ConvertFromUtf32(Convert.ToInt32(Rxdeger[6]));
}

```

Şekil 3.543. Terazi değeri okuma kodu

Terazide ölçülen, su tankında biriktirilen su ağırlığının 250 kg'ı geçmesi durumunda taşma koruması yapılarak motor gücü "0" a düşürülüp motor pasif duruma geçirilmektedir (Şekil 3.54.).

```

if (label31.Text != "")
{
    if (Convert.ToInt32(label31.Text.Substring(0, 3)) >= 250)
    {
        MA_KAPA();
        MA_GUC("0");
    }
}

```

Şekil 3.554. Taşma koruma kodu

Debimetrelerin ölçüğü ve lcd ekranlarında gösterilen debi değeri okunduğunda IEEE754 floating point standardına göre 32 bitlik data elde edilmektedir.

Tablo 3.15. 32-bit IEEE 754 floating point data

0x1010 (4113)		0x1011 (4114)	
Bit 24 -31	Bit 16 - 23	Bit 8 -15	Bit 0 - 7
S EEEEEEE	E MMMMMMM	MMMMMMMM	MMMMMMMM

Elde edilen 32 bit data da 0-22 bitleri mantissa, 23-30 bitleri exponent, 31. biti ise mantissa sembolü olarak adlandırılmaktadır (Tablo 3.15.). Mantissa sembolü sayının pozitif ve negatif olduğunu belirtirken aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (3.19).

$$V = (-1)^S 2^{(E-127)} (1 + M) \quad (3.19)$$

Debimetre okuma kodları verilmiştir (Şekil 3.55.).

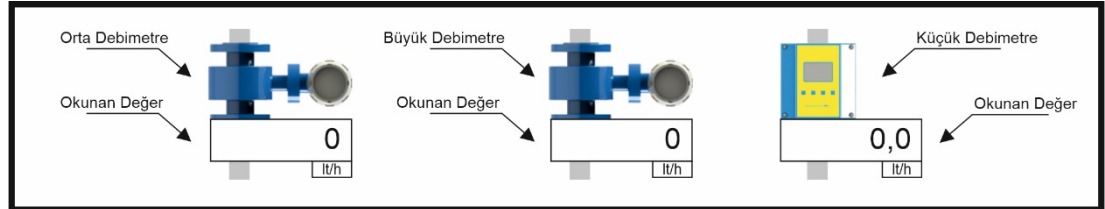
```

fonksiyon = 4;
aygit = "D16";
cihaz = 2;
aygit_adeti = 2;
sorgu();
if (Rxdeger[aygit_adeti] != null && Com_Status == "OK")
{
    int Intrep = int.Parse(Response.Substring(6, 8), NumberStyles.AllowHexSpecifier);
    float f = BitConverter.ToSingle(BitConverter.GetBytes(Intrep), 0);
    label35.Text = f.ToString("0");
}

```

Şekil 3.565. Debimetre okuma kodu

Hesaplanan değerler arayüz yazılımda test istasyonu sekmesinde gösterilmektedir (Şekil 3.56.).



Şekil 3.576. Debimetre yazılım görseli

3.12.2.2.1. Sensör Ayarlama Prosedürü

```

if(sensor_ayarla==1 && hava_al==0 && testet==0)
{
    label18.Text = "Sensör Ayarlama Başlatıldı. Ayarlama İşlemi Tamamlandığında Durdurunuz..!!";
    label18.ForeColor = Color.Black;
    GA_AC();
    CA_AC();
    TA_AC();
    KA_ORANSAL("4000");
    BA_ORANSAL("0");
    OA_ORANSAL("0");
    KA_AC();
    BA_KAPA();
    OA_KAPA();
    MA_AC();
    MA_GUC("1200");
}

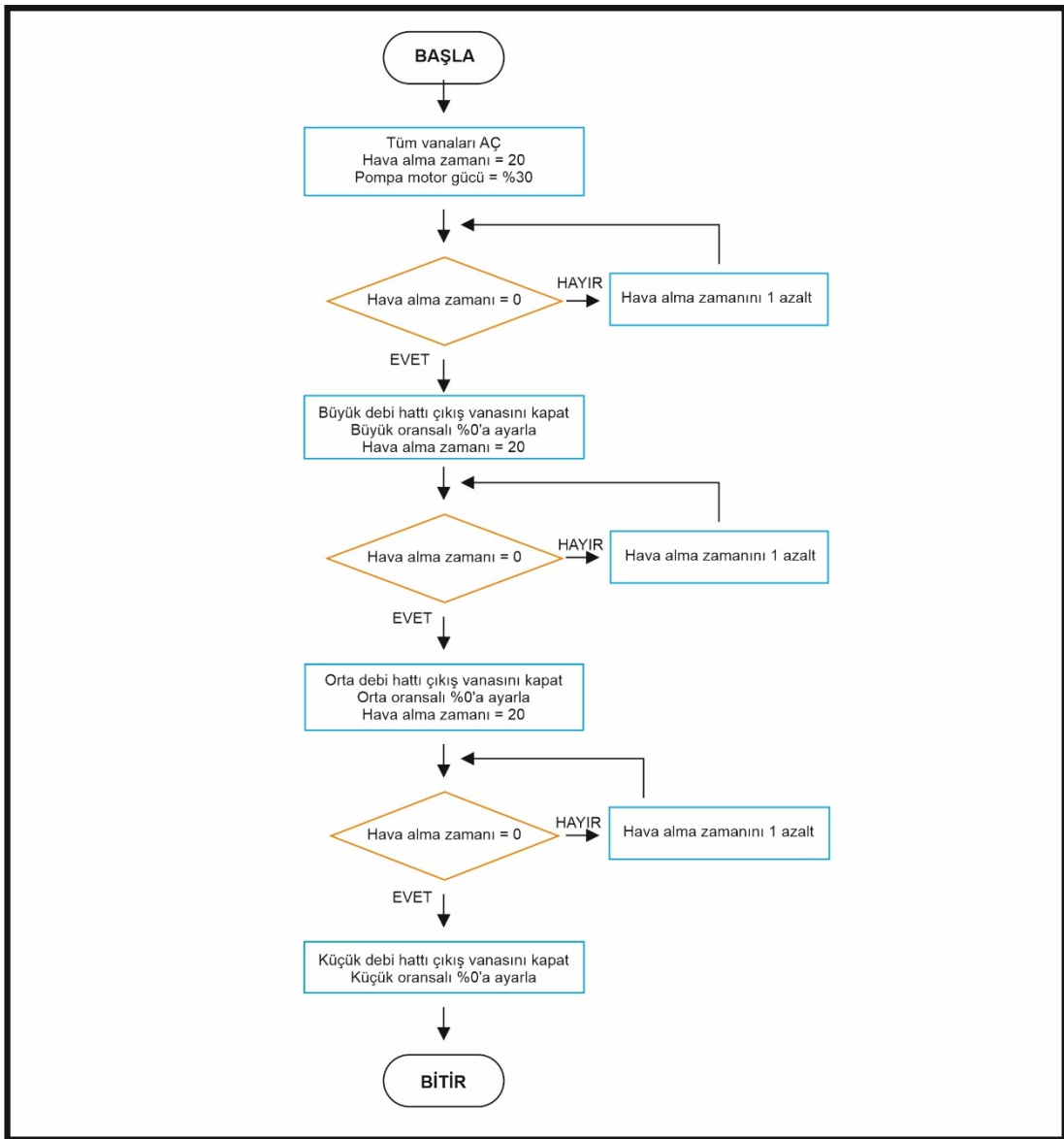
```

Şekil 3.587. Sensör ayarlama prosedürü kodu

Tesisata yeni bir sayaç modeli bağlandığında lazer sensörlerin konum ayarının yapılması ve kontrol edilmesi için sensör ayarlama prosedürü hazırlanmıştır. Sensör ayarlama butonuna basıldığında tüm vanalar açılırken büyük oransal, büyük hat çıkış vanası, orta oransal, orta hat çıkış vanası açık ise kapatılır pompa motoru %30'a set edilir. Sensör ayarlama işlemi tamamlandığında testi durdur butonunu ile sonlandırılır. Sensör ayarlama prosedürü kodları verilmiştir (Şekil 3.57.).

3.12.2.2.2. Hava Alma Prosedürü

Sayaçlar test istasyonuna bağlandığında teste başlamadan önce boru tesisatında bulunan havanın alınması ve test sonuçlarına etkisinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu sebeple hava alma prosedürü hazırlanmıştır. Hava alma butonuna basıldığında hava alma prosedürü devreye girerek otomatik olarak boru tesisatının havası alınarak kolayca teste başlamaya hazır hale getirilir. Hava alma prosedürü akış şeması verilmiştir (Şekil 3.58.).



Şekil 3.598. Hava alma prosedürü akış şeması

Hava alma prosedürü başladığında test istasyonunda bulunan vanaların hepsi tamamiyle açılır. Pompa motoru gücü %30'a set edilir. 20 saniye hava alma gecikmesinin ardından büyük debi hattı çıkış vanası kapanır ve büyük oransal %0'a set edilir. Tekrar 20 saniye hava alma gecikmesinin ardından orta debi hattı çıkış vanası kapanır ve orta oransal %0'a set edilir. Tekrar 20 saniye hava alma gecikmesinin ardından küçük debi hattı çıkış vanası kapanır ve küçük oransal %0'a set edilir. Pompa test öncesi hazırda bekler ve böylece hava alma prosedürü tamamlanmış olur. Hava alma prosedürü testi durdur butonu ile istenildiği zaman durdurabilir. Prosedür durdurulduğunda pompa motor gücü %0'a set edilir ve pasif duruma alınır. Hava alma prosedürü kodları verilmiştir (Şekil 3.59.).

```

if (hava_al == 1 && testet == 0 && sensor_ayarla==0)
{
    switch (hava_al_durum)
    {
        case 0:
            label18.Text = "Hava Alma Başlatıldı ve Tüm Vanalar Açıldı";
            label18.ForeColor = Color.Green;
            GA_AC();
            CA_AC();
            TA_AC();
            KA_ORANSAL("4000");
            BA_ORANSAL("4000");
            OA_ORANSAL("4000");
            KA_AC();
            BA_AC();
            OA_AC();
            MA_AC();
            MA_GUC("1200");
            sayac = hava_alma_zamani;
            hava_al_durum = 1;
            break;

        case 1:
            if (sayac == 0)
            {
                label18.Text = "Büyük Debi Hattı Vanaları Kapatıldı";
                label18.ForeColor = Color.Black;
                BA_KAPA();
                BA_ORANSAL("0");
                sayac = hava_alma_zamani;
                hava_al_durum = 2;
            }
            break;

        case 2:
            if (sayac == 0)
            {
                label18.Text = "Büyük ve Orta Debi Hattı Vanaları Kapatıldı";
                label18.ForeColor = Color.Black;
                OA_KAPA();
                OA_ORANSAL("0");
                sayac = hava_alma_zamani;
                hava_al_durum = 3;
            }
            break;

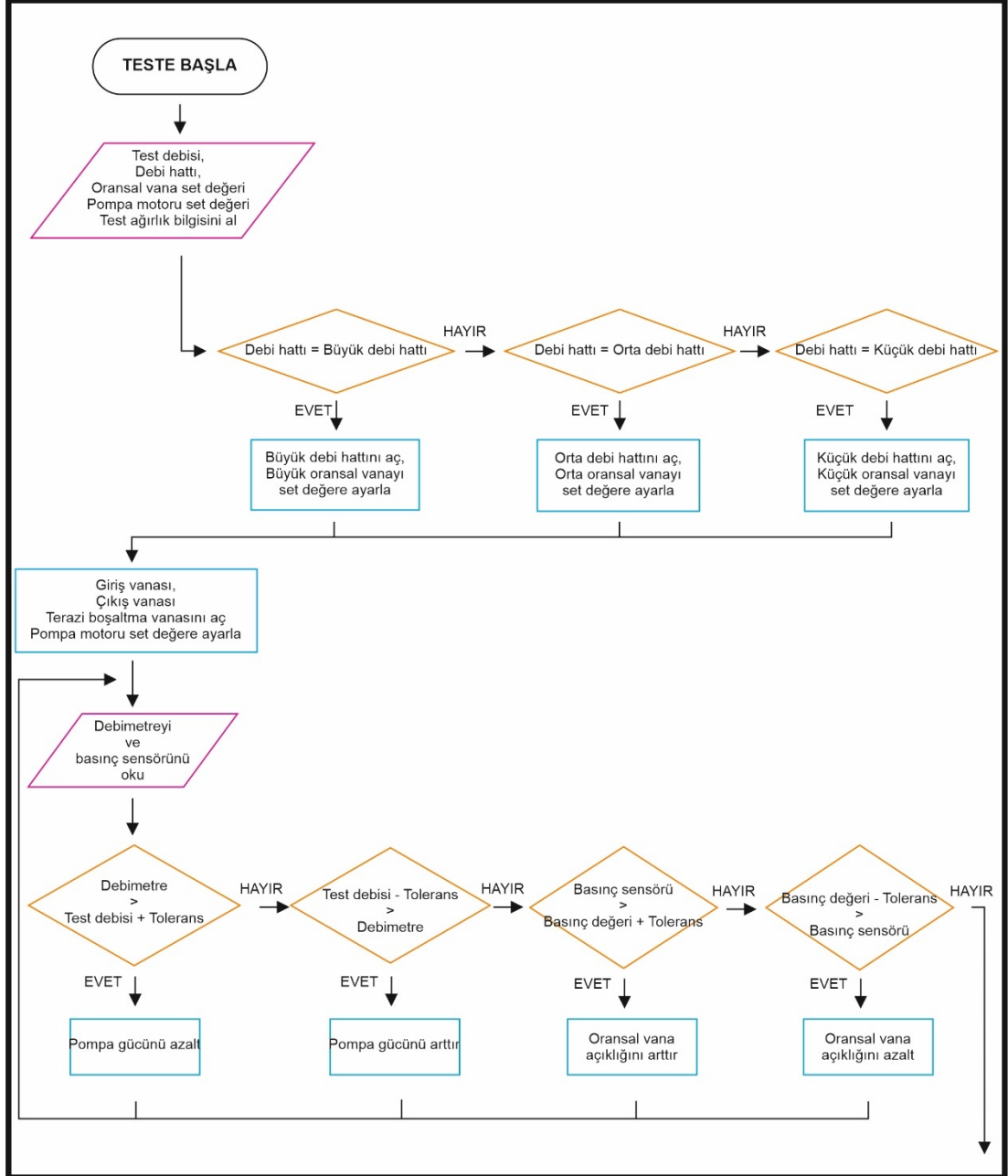
        case 3:
            if (sayac == 0)
            {
                label18.Text = "Hava Alma Tamamlandı ve Teste Hazır";
                label18.ForeColor = Color.Green;
                KA_KAPA();
                KA_ORANSAL("0");
                hava_al = 0;
            }
            break;
    }
}

```

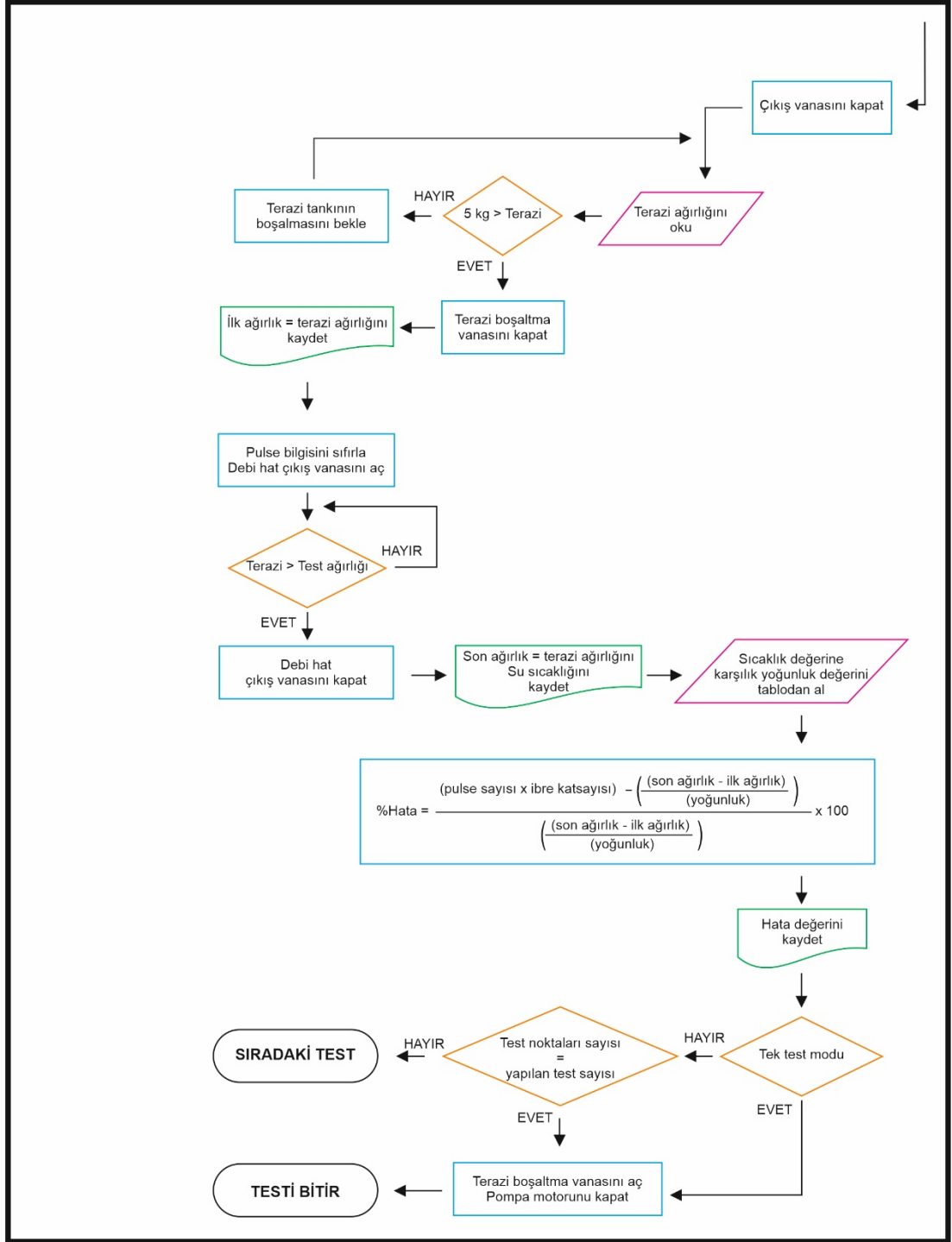
Şekil 3.609. Hava alma prosedürü kodu

3.12.2.2.3. Test Prosedürü

Testi başlat butonu ile test prosedürü başlatıldığında test edilecek sayaç bilgileri veritabanından alınır. Test debisine göre test edilecek debi hattı seçimi yapılır ve vanaları açılır. Debi elde edilene kadar pompa motoru hızı arttırıp azaltılırken, basınç değeri elde edilene kadar oransal vana kısılmaya başlanır. Bir dakika içinde test şartları sağlanamadığında uyarı mesajı belirterek teste devam edilebilmesi için manuel onay talep edilir. 30 sn içinde mesaja cevap verilmez ise test prosedürü sonlandırılır. Test şartları sağlandığında hat çıkış vanası kapatılır, terazinin 5 kg altına inme şartı beklenir. Test prosedürü akış şeması verilmiştir (Şekil 3.60.).



Şekil 3.610. Test prosedürü akış şeması



Şekil 3.620. Test prosedürü akış şeması (devam)

Test prosedürü kodları verilmiştir (Şekil 3.61.).

```

if (testet == 1 && hava_al == 0 && sensor_ayarla==0)
{
    switch (testdurumu)
    {
        case 0:

            GA_AC();
            CA_AC();
            MA_AC();
            TA_AC();
            clear();
            MySqlConnection Con = new MySqlConnection(str);
            MySqlCommand veri_cek = new MySqlCommand("");
            if (radioButton4.Checked)
            {
                veri_cek = new MySqlCommand("SELECT * FROM testpoints
                where ID='" + listView3.SelectedItems[c].SubItems[0].Text + "'", Con);
            }

            if (radioButton5.Checked)
            {
                veri_cek = new MySqlCommand("SELECT * FROM testpoints
                where ID='" + listView3.Items[c].SubItems[0].Text + "'", Con);
            }
            Con.Open();
            MySqlDataReader alindi = veri_cek.ExecuteReader();
            listView1.Items.Clear();
            while (alindi.Read())
            {
                testdebisi = Convert.ToInt32(alindi.GetString(2));
                testline = alindi.GetString(3).ToString();
                valvevalue = alindi.GetString(4).ToString();
                pumpvalue = alindi.GetString(5).ToString();
                testvolume = alindi.GetString(6).ToString();
            }
            Con.Close();
            if (testline == "Büyük Debi Hattı")
            {
                label18.Text = "Büyük Debi Hattı Oransalı ve Çıkış Vanası Açıldı";
                label18.ForeColor = Color.Black;
                BA_AC();
                BA_ORANSAL((Convert.ToDouble(valvevalue) * 40).ToString("0"));
                OA_KAPA();
                OA_ORANSAL("0");
                KA_KAPA();
                KA_ORANSAL("0");
            }

            if (testline == "Orta Debi Hattı")
            {
                label18.Text = "Orta Debi Hattı Oransalı ve Çıkış Vanası Açıldı";
                label18.ForeColor = Color.Black;
                BA_KAPA();
                BA_ORANSAL("0");
                OA_AC();
                OA_ORANSAL((Convert.ToDouble(valvevalue) * 40).ToString("0"));
                KA_KAPA();
                KA_ORANSAL("0");
            }

            if (testline == "Küçük Debi Hattı")
            {
                label18.Text = "Küçük Debi Hattı Oransalı ve Çıkış Vanası Açıldı";
                label18.ForeColor = Color.Black;
                BA_KAPA();
                BA_ORANSAL("0");
                OA_KAPA();
                OA_ORANSAL("0");
                KA_AC();
                KA_ORANSAL((Convert.ToDouble(valvevalue) * 40).ToString("0"));
            }
            MA_GUC((Convert.ToDouble(pumpvalue) * 40).ToString("0"));
            testdurumu++;
            break;
        }
    }
}

```

Şekil 3.631. Test prosedürü kodu

```

case 1:
label18.Text = "Test Debisi Ayarlanıyor";
label18.ForeColor = Color.Green;
if (Convert.ToDouble(label35.Text) >= (testdebisi - (testdebisi / 10))
    || Convert.ToDouble(label30.Text) >= (testdebisi - (testdebisi / 10))
    || Convert.ToDouble(label5.Text) >= (testdebisi)
    || manualflowconfirm==1)
{
    sayac = 5;
    testdurumu++;
    label18.Text = "Test Debisi Ayarlandı";
    label18.ForeColor = Color.Black;
    testdebihata = 0;
    manualflowconfirm = 0;
}
else
{
    if (sayac==0 && testdebihata == 0)
    {
        sayac = 20;
        testdebihata = 1;
        manualflowconfirm = 0;
    }

    if(sayac == 15 && testdebihata == 1 && manualflowconfirm==0)
    {
        Frm2 = new Form2(sayac);
        Frm2.Show();
    }

    if (sayac == 0 && testdebihata == 1 )
    {
        manualflowconfirm = 0;
        button26.PerformClick();
        Frm2.Close();
    }
}
break;
case 2:
if (sayac == 0)
{
    label18.Text = "Çıkış Vanası Kapatıldı";
    label18.ForeColor = Color.Black;
    if (testline == "Büyük Debi Hattı")
    {
        BA_KAPA();
    }

    if (testline == "Orta Debi Hattı")
    {
        OA_KAPA();
    }

    if (testline == "Küçük Debi Hattı")
    {
        KA_KAPA();
    }
    testdurumu++;
}
break;
case 3:
if (label31.Text != "")
{
    label18.Text = "Su Tankı Boşaltılıyor ve Stabilizasyon Bekleniyor";
    if (Convert.ToInt32(label31.Text.Substring(0, 3)) <= 5)
    {
        TA_KAPA();
        sayac = 5;
        testdurumu++;
    }
}
break;

```

Şekil 3.641. Test prosedürü kodu (devam)

```

case 4:
    if (sayac == 0)
    {
        label18.Text = "Test Başladı ve Test Ağırlığı : " + testvolume + " kg";
        label18.ForeColor = Color.Green;
        testvolume = (Convert.ToDecimal(testvolume) +
            Convert.ToInt32(label31.Text.Substring(0, 3))).ToString("0");
        reset();
        textBox4.Text = label31.Text.Replace('.', ',');
        if (testline == "Büyük Debi Hattı")
        {
            BA_AC();
        }

        if (testline == "Orta Debi Hattı")
        {
            OA_AC();
        }

        if (testline == "Küçük Debi Hattı")
        {
            KA_AC();
        }
        testdurumu++;
    }
    break;
case 5:
    if (label31.Text != "")
    {
        if (Convert.ToInt32(label31.Text.Substring(0, 3)) >= Convert.ToDecimal(testvolume))
        {
            label18.Text = "Test Bitti. Stabilizasyon Bekleniyor";
            label18.ForeColor = Color.Black;
            BA_KAPA();
            OA_KAPA();
            KA_KAPA();

            sayac = 10;
            testdurumu++;
        }
    }
    break;

    if (sayac == 0)
    {
        label18.Text = "Test Tamamlandı";
        label18.ForeColor = Color.Red;
        textBox43.Text = label31.Text.Replace('.', ',');
        button5.PerformClick();
        hata_hesapla();
        save();
        MA_GUC("0");
        MA_KAPA();
        TA_AC();

        if (radioButton5.Checked && testadeti > 1)
        {
            label18.Text = "Sıradaki Test Başlatılıyor";
            label18.ForeColor = Color.Green;
            testdurumu = 0;
            testadeti--;
            c++;
        }
        else
        {
            testet = 0;
            BA_ORANSAL("100");
            BA_AC();
        }
    }
    break;
}
}

```

Şekil 3.651. Test prosedürü kodu (devam)

Terazi boşaltma vanası kapatıldıktan sonra terazi değerinin stabil durması beklenir ve tüm şartlar tamamlandığında pulse data değeri sıfırlanır, teraziden ilk ağırlık değeri okunup kaydedildikten sonra hat çıkış vanası açılarak test suyu biriktirmeye başlanır. Biriktirilen su ağırlığı ilk ağırlık ve test ağırlığının toplamını geçtiğinde hat çıkış vanası kapatılır, terazinin tekrar stabil olması beklenir. Teraziden son su ağırlığı ve su sıcaklığı okunup kaydedilir (Şekil 3.62.). Son ağırlık değerinde ilk ağırlık değeri çıkartılarak mevcut su ağırlığı elde edilir. Mevcut su ağırlığı OIML R49-2 F.1 Havasız Damıtılmış Su Yoğunluğu tablosundaki yoğunluk değerine bölünerek mevcut su hacmi hesaplanır (Şekil 3.63.).

```

1 reference
private void buton5_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (textBox43.Text != "" && textBox4.Text != "")
    {
        textBox45.Text = (Convert.ToDecimal(textBox43.Text) - Convert.ToDecimal(textBox4.Text)).ToString("0.000");
    }

    if (textBox45.Text != "" && textBox3.Text != "")
    {
        var density = "";
        MySqlConnection Con = new MySqlConnection(str);
        try
        {
            MySqlCommand veri_cek = new MySqlCommand("SELECT * FROM temperature
                                                    where temperature='" + textBox3.Text + "'", Con);

            Con.Open();
            MySqlDataReader alindi = veri_cek.ExecuteReader();
            while (alindi.Read())
            {
                density = alindi.GetString("density");
            }
            Con.Close();
        }
        catch
        {
        }

        if (density != "")
        {
            textBox44.Text =
                (Convert.ToDecimal(textBox45.Text) / (Convert.ToDecimal(density) / 1000)).ToString("0.000");
        }
    }
}

```

Şekil 3.662. Test ağırlığı hesaplama kodu

Manuel Hesaplama Butonu

Sıcaklık	25	°C
İlk Ağırlık	3,54	Kg
Son Ağırlık	36,84	Kg
Hesapla		
Mevcut Ağırlık	33.300	Kg
Mevcut Hacim	33.399	Lt

Şekil 3.673. Test ağırlığı hesaplama arayüz görseli

Test boyunca elde edilen sayaçlara ait pulse değeri ibre katsayısı ile çarpılarak sayaç test hacmi hesaplandıktan sonra sayacın yüzde hatası hesaplanır. Tekli test seçeneği seçilmiş ise seçilen test debisi için test prosedürü tamamlandığında terazi boşaltma vanası açılır, pompa motoru pasif duruma alınır, hat basıncı boşaltılır ve sayaçlar sökülmeğe hazır duruma getirilir. Çoklu test seçeneği seçilmiş ise tüm test debileri için test prosedürü tekrar başlar ve her debi için sayaç hatası hesaplanıp gösterilir. Sayaç kaydında test noktaları kaydı oluşturulurken belirlenen MPE sınırları içinde ise yeşil, dışında is kırmızı arkaplan ile hata gösterimi yapılır (Şekil 3.64.).

TEST DEBİ NOKTALARI	1	2	3	4	5	6	7	8
2501	%-0.33	%1.72	%-2.46	%-1.64	%0.89	%-0.78	%3.18	%0.74
250								
40								
25								

TEK TEST SIRALI TEST TESTİ BAŞLAT HAVA TEMİZLEME SENSÖR AYARLAMA TESTİ DURDUR SAYAÇ AYARLAMA İŞİĞİ SONUÇLARI TEMİZLE SONUÇLARI KAYDET

Şekil 3.684. Test sonucu gösterimi

Test prosedürü tamamlandıktan sonra test sonuçları kaydet butonuyla sonuçlar veritabanına kaydedilir veya sonuçları temizle butonuyla gösterim tablosu yeni testler için temizlenir.

3.12.2.3. Test Sonuçları Sekmesi

Veri tabanına kaydedilen test sonuçları bu sekmede gösterilmektedir. Sayaç modeli, seri numarası, test raporu veya tarihe göre veritabanına kaydedilmiş test sonuçları görüntülenebilmektedir (Şekil 3.65.).

MODEL	SERİ NUMARA	TEST DEBİSİ	HATA	MPE	SICAKLIK	BASINÇ	TARİH & SAAT
15. Test Reports							
KDM5 R100	9678011	25	%0.97	±1.5	21.522	2.86 Bar	2.02.2021 10:32:41
KDM5 R100	9678011	40	%-0.37	±1.2	21.556	3.15 Bar	2.02.2021 10:26:30
KDM5 R100	9678011	250	%-0.12	±1.2	21.538	1.57 Bar	2.02.2021 10:23:45
KDM5 R100	9678011	2500	%-0.20	±1.2	21.544	1.41 Bar	2.02.2021 10:20:58

RAPOR ARAMA: SAYAÇ MODELİ, SERİ NUMARA, TEST RAPORU (15), TARİHSEL ARAMA (14/05/2021), SİL, SORGULA, SAYAÇ KAYDI, TEST İSTASYONU, TEST SONUÇLARI

Şekil 3.695. Test sonuçları sekmesi

Test sonuçları üzerinde düzenleme yapmak mümkün olmayıp olası durumlara karşı erişim kodu ile silinebilmektedir.

3.12.2.4. Veri Tabanı

Test istasyonundaki kullanılan tüm verilerin kalıcı olarak kayıt edilebilmesi ve görüntülenebilmesi için 127.0.0.1 IP adresine xampp mysql server sunucusu localhost olarak kurulmuştur. Sayaçlar (Tablo 3.17.), sıcaklık-yoğunluk çevrimi (Tablo 3.18.), test noktaları (Tablo 3.19.) ve test sonuçları olmak üzere dört farklı veri tablosu oluşturulmuştur (Tablo 3.20.).

Tablo 3.16. SQL komutları

Veritabanı Tablosu İşlemi	Komut
Veri ekleme	INSERT INTO 'tablo adı' ('sütun1',...) VALUES ('değer1',...);
Veriyi güncelleme	UPDATE 'tablo adı' SET 'sütun1'='değer1',... WHERE ID='değer';
Tüm veriyi okuma	SELECT * FROM 'tablo adı' WHERE ID='değer';
Veriyi silme	DELETE FROM 'tablo adı' WHERE ID='değer';

Sql komutları kullanılarak veritabanı tablolarına veri ekleme, eklenmiş veriyi güncelleme, eklenmiş veriyi okuma ve silme işlemleri yapılmıştır (Tablo 3.16.). Veri eklendikçe her satıra birbirini ile aynı olmayan sıradaki yeni ID verilerek hangi satıra işlem yapılacağı ayırt edilmiştir.

Tablo 3.17. Sayaç kaydı veritabanı tablosu

ID	Model	DN Çapı	Sürekli Debi	Hassasiyet	İbre Katsayısı
1	KDM5 – R100	20	2500	100	0.008429

Tablo 3.18. Sıcaklık-yoğunluk çevrimi veritabanı tablosu

ID	Sıcaklık	Yoğunluk
1	0	999,84

Tablo 3.19. Test noktaları veritabanı tablosu

ID	SID	Debi	Test Hattı	Oransal	Pompa	Test Ağırlığı	MPE
1	1	2500	Büyük Debi Hattı	50.00	50.00	30.00	2.00
3	1	40	Orta Debi Hattı	35.00	40.00	10.00	2.00
4	1	25	Küçük Debi Hattı	25.00	30.00	5.00	5.00

Tablo 3.20. Test sonuçları veritabanı tablosu

ID	TID	Model	Seri No	Debi	Hata	MPE	Sıcaklık	Basınç	Tarih&Saat
1	15	KDM5 – R100	9678011	25	%0,97	±%5	21,522	2,86	2021-02-02 10:32:41
2	15	KDM5 – R100	9678011	40	%-0,37	±%2	21,556	3,15	2021-02-02 10:26:30
4	15	KDM5 – R100	9678011	2500	%-0,20	±%2	21,544	1,41	2021-02-02 10:20:58

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hayatımızdaki en önemli temel kaynaklardan biri olan suyun tasarrufunun sağlanması için su sayaçlarının daha doğru ölçüm yapabilmesi için sayaç kalibrasyonlarının daha hassas yapılması gerekmektedir.

Sayaç kalibrasyonunu hassas yapabilmek için testin yapılacağı istasyonun ölçüm belirsizliğinin az olması gerekmektedir. Test istasyonunda kullanılan terazi, debimetre, sıcaklık sensörü gibi referans cihazların çözünürlüklerinin yüksek olması, kalibrasyonlarının yüksek çözünürlüklü referans cihazlarla yapılmış olmasının yanı sıra bu cihazlarda elde edilen verilerin maksimum çözünürlükte alınması ve hatasız hesaplanması gerekmektedir. Uygulanan testlerin aynı koşullar altında aynı şekilde tekrarlanabilir olması ve bu tekrarlanabilirlik ölçüm belirsizliğinin düşük olması gerekmektedir.

Manuel kontrol ile yapılan testler firma bünyesinde bulunan tecrübeli test personelleri tarafından gerçekleştirilmiştir.

Test istasyonunda kullanılan terazi dijital ekrana sahip olduğu stabil halde iken okunduğu için gözle okumada hata okuma yapılmadığı görülmüştür. Bilgisayar arayüzü terazi ile seri haberleşme yaptığı için herhangi hatalı okuma yapılmamıştır.

Manuel ve otomasyon yazılımı ile çıkış vanası kontrol edildiğinde terazi tankında biriktirilen su ağırlığı gözlemlenmiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Test ağırlığı kontrolü

Test Debisi (lt/h)	Test Ağırlığı (kg)	Manuel kontrol (kg)	Arayüzde kontrol (kg)
2500	50,000	53,154	51,780
40	5,000	5,344	5,104
16	1,000	1,062	1,012

Test istasyonunda kullanılan debimetreler dijital ekrana sahip olduğu için gözle okumada herhangi bir sorun yaşanmamıştır. Bilgisayar arayüzü debimetreler ile seri haberleşme yaptığı için herhangi hatalı okuma yapılmamıştır.

Tablo 4.2. Manuel ve otomatik tekli test işlem süreleri

İşlem Adı	Manuel Kontrol Süresi (sn)	Otomatik Kontrol Süresi (sn)
Sayaç bağlama	25	25
Lazer sensör ayarlama	0	60
Hava alma	90	65
İlk endeks okuma	60	1
Test debi ayarlama	120	35
Son endeks okuma	60	1
Veri toplama ve hata hesaplama	65	3

Manuel ve otomatik kontrol yapılarak 8 sayaca gerçekleştirilen testlerin ortalama işlem süreleri ölçülmüştür. Terazide biriktirilen su için geçen zaman test debisine bağlı olduğu için hesaplanmamıştır (Tablo 4.2.).

CEM marka KDM5 model DN20 su sayacı referans alınarak istasyonda gerçekleştirilen manuel ve otomatik testler sonucu hata değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Manuel ve otomatik sayaç hata sonuçları

	Q1		Q2		Q3		Q4	
	Man.	Otomasyon	Man.	Otomasyon	Man.	Otomasyon	Man.	Otomasyon
Test 1	2.55	3.27	0.18	0.76	0.38	0.74	0.41	0.57
Test 2	3.81	3.42	1.02	1.08	1.44	0.78	0.90	0.71
Test 3	4.32	3.68	1.57	0.84	0.83	0.91	1.27	0.64
Ort.	3.56	3.46	0.92	0.89	0.88	0.81	0.86	0.64
Std. Sapma	0.91	0.21	0.7	0.17	0.53	0.09	0.43	0.07

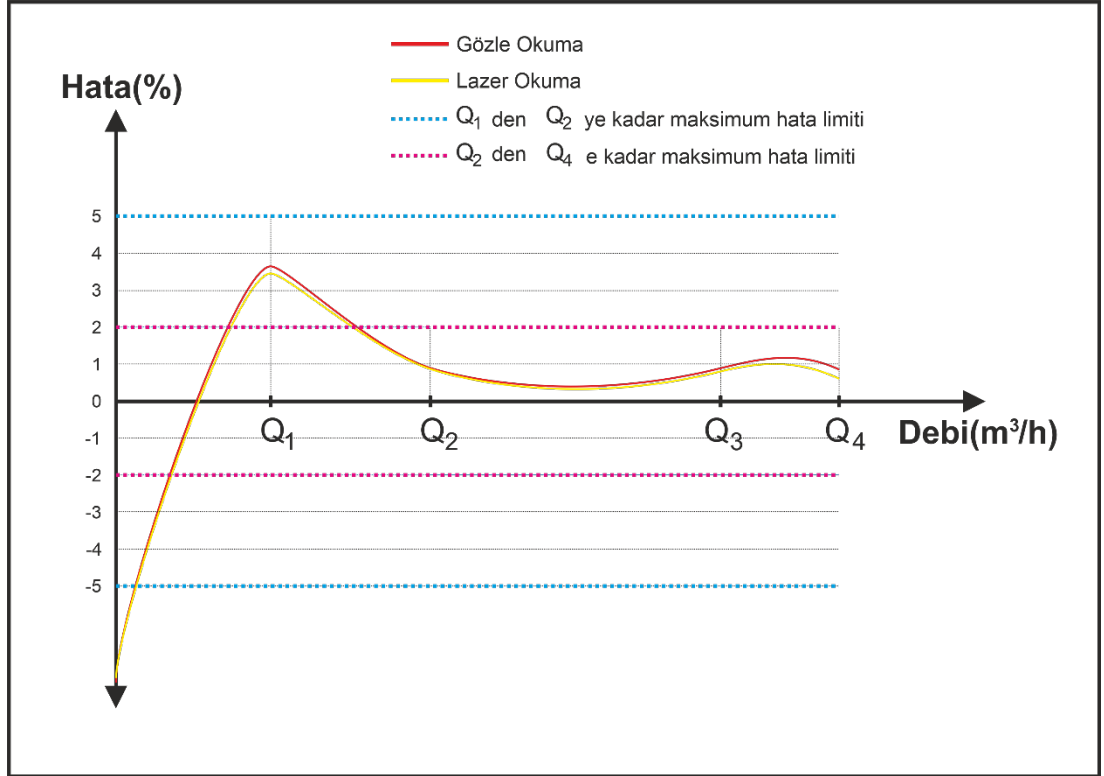
Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde otomasyon sistemini manuel kontrole göre hat çıkış vanasını hedeflenen ağırlığa ulaştığında daha erken kapattığı istenilen test ağırlığına en yakın değerde su topladığı ve tekrarlanan deneylerde de standart sapmasını düşük olduğu görülürken, manuel kontrol ile personelin deney takibine, hızı ve dikkatine bağlı olarak biriktirilen su miktarının sürekli değişkenlik gösterdiği, standart sapmasının otomasyon sistemine göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Test süreleri bakımından değerlendirildiğinde terazide biriktirilen su ağırlığı süresine bakılmaksızın tekli test yapıldığında otomasyon sisteminde lazer sensör ayarlama gibi fazladan bir işlem gelmek olduğu, fakat sayaçtan endeks okuma zamanlarından bu sadece ciddi anlamda zaman kazanıldığı görülmektedir. Hava alma işleminde tüm vanaları açmak, hatları tahmini ve değişken bir hava alma zamandan sonra kapatmak, otomasyon sisteminin tüm vanaları saniyeler içinde açması ve sabit hava alma zamanları ile vanaları sırası ile kapatması tüm hava alma işlemlerinin aynı ve daha kısa sürede tamamlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca manuel olarak yapılan debi ayarlama işleminde debiyi ayarlamak için sürekli değer pompa ve oransal vana için değer girmek, vanaları açıp kapatmak zaman alırken, otomasyon sistemi ön ayar ile başlamakta ve çok daha kısa sürede istenilen debiye ulaşmaktadır. Test bitiminde sıcaklık değerinin okunması, hacmin hesaplanması, sayaçlardan elde edilen endeks farkları ile hata hesabının yapılması için harcanan zaman otomasyon sistemi ile çok daha kısa sürelerle indirgenmiştir. Tek test manuel kontrol ile ortalama 420 saniye sürerken, otomasyon sisteminde bu süre ortalama %54.7 azaltılarak 190 saniyelere indirgenmiştir. 3 debi noktası bulunan çoklu testlerde ise 1030 saniye sürerken, otomasyon sistemi ile % 73.8 azaltılarak 270 saniyeye indirgenmiştir.

Tablo 4.3.'e bakıldığında, Q_1 debisi için yapılan gözle okuma test sonuçları %2.55, %3.81, %4.32, sonuçların ortalaması %3.56 ve standart sapması %0,91 iken lazer okuma ile test sonuçları %3.27, %3.42, %3.68, sonuçların ortalaması %3.46 ve standart sapması 0.21'dir. Q_2 debisi için gözle okuma test sonuçları %0.18, %1.02, %1.57, sonuçların ortalaması %0.92 ve standart sapması %0.7 iken lazer okuma ile test

sonuçları %0.76, %1.08, %0.84, sonuçların ortalaması %0.89 ve standart sapması %0.17'dir. Q_3 debisi için gözle okuma test sonuçları %0.38, %1.44, %0.83, sonuçların ortalaması %0.88 ve standart sapması %0.53 ilen lazer okuma ile test sonuçları %0.74, %0.78, %0.91, sonuçların ortalaması %0.81 ve standart sapması %0.09'dur. Q_4 debisi için gözle okuma test sonuçları %0.41, %0.90, %1.27, sonuçların ortalaması %0.86 ve standart sapması %0.43 ilen lazer okuma ile test sonuçları %0.57, %0.71, %0.64, sonuçların ortalaması %0.64 ve standart sapması %0.07'dir. Standart sapma ne kadar az ise sonuçların kesinliği ve doğruluğu o kadar fazladır.

Tablo 4.3.'deki her bir debi değeri yatay eksen, ortalama yüzde hata değerleri ise dikey eksen oluşturularak hata-debi grafiği elde edilir (Şekil 4.1.). Sayaç başlangıçta durağan halde iken debi artmaya başladığında dönmeye başladığı için grafik $-\infty$ dan başlayarak debi artışı ile sayacın hatası doğru orantılı değişmediği için koordinat noktaları üzerinden geçecek şekilde yumuşatılmış bir grafik çizilir ve sayacın karakteristik eğrisi oluşturulmuş olur. Debi noktaları arttırılarak grafiğin kesinliği ve doğruluğu arttırılabilir. Sınıf 2 bir su sayacı için Q_1 debisinden Q_2 debisine kadar (Q_2 debisi hariç) maksimum hata limiti ± 5 iken Q_2 debisinden Q_4 debisine kadar (Q_4 debisi dahil) maksimum hata limiti ± 2 dir. Hata limiti içerisinde olan her sayaç doğru kabul edilmektedir.



Şekil 4.1. Hata-Debi grafiği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sayaç test sonuçları ele alındığında manuel olarak yapılan testlerin sonuçlarına bakıldığında otomasyon sisteminin tüm testler için standart sapması ortalama %80 göre daha az olduğu bu da otomasyon sisteminin test sonuçlarının daha güvenilir olduğunu ispatlamaktadır.

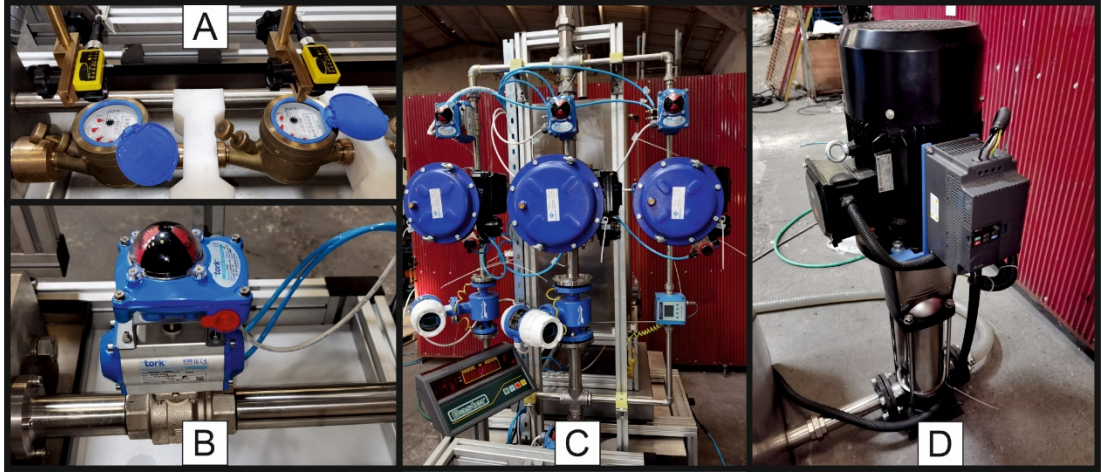
Yapılan bu çalışmadan elde edilen olumlu sonuçlar neticesinde amacına ulaşmış su sayaçlarının testlerini daha hassas ve kısa sürede yapabilecek bir test istasyonu gerçekleştirilmiştir.

Tasarlanan ve gerçekleştirilen test istasyonu ile test edilen su sayaçları sayesinde tesisat girişine yerleştirilen ana sayaç ile alt sayaçlar arasındaki tüketim farkları azalacaktır (Mutikanga, 2011). Birim zamanda daha fazla su sayacının test edilmesine olanak sağlamış, personele bağımlılığı azaltmış ve bir personelin birden fazla test istasyonu kullanabilmesi ile birim başına düşen iş gücü azaltarak üretimde verimliliği arttırmıştır. Daha önce yapılan istasyonlardan farklı olarak otomatik sayaç okuma yapılmış, hata değerleri hesaplanmış, test sonuçları veritabanına kayıt edilmiş ve hızlı erişim sağlanmıştır (Roberts, 2020).

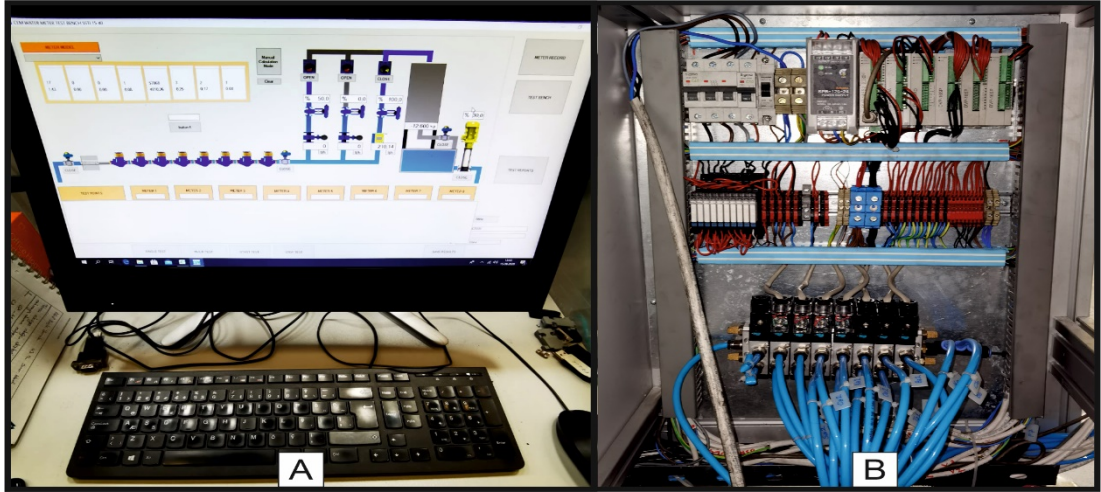
İlerideki çalışmalarda lazer sensörleri ayarlamak için harcanan zamanı minimize etmek için otomatik olarak kendini ayarlayabilen lazer sistemi geliştirebilir veya bugüne kadar geliştirilen kamera ile okuma sisteminin okuma çözünürlüğünü arttırmak için otomatik odaklanabilen ve ilk hareket ibresini de okuyabilen kamera sistemi geliştirilerek sayaç okuma işlemi daha kısa sürede ve aynı çözünürlükte yapılabilir.



Şekil 5.1. Tasarlanan ve gerçekleştirilen sistemin gerçek görüntüsü



Şekil 5.2. Tasarlanan ve gerçekleştirilen sistemin lazer sensörü (A), limit şalterli aktüatörlü küresel vanası (B), debi hattı (C), pompası (D)



Şekil 5.3. Tasarlanan ve gerçekleştirilen sistemin arayüz yazılımı(A), kontrol panosu(B)



Şekil 5.4. Tasarlanan ve gerçekleştirilen test istasyonu sistemi

KAYNAKÇA

- Gazete, Resmi. "2014/32/AB Ölçü Aletleri Yönetmeliği." Başbakanlık Basımevi 29757 (2016).
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/06/20160629-22.htm>
- Adityapriatama J., Wijaya S.K., Prajitno P. (2019). PLC-Based Fuzzy Logic Controller for Flow Rate Control In Water Pipelines. 2019 International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)
DOI: 10.1109/ICEEIE47180.2019.8981464
- Baran M. (2017). Dünyanın Mevcut Su Potansiyeli ve Deniz Suyu Arıtımı. Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi Vol. 45, pp. 71-84.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/abmyoder/issue/46645/584842>
- Bonckus A., Zygmantas G. (2009). Vandens Skaitikliu Patikros Irenginiai Ir Ju Kalibravimo Reultatai. Science – Future of Lithuania Vol. 1
ISSN : 2029-2341(print)
ISSN : 2029-2252 (online)
- Cowan H.J. (1958). Time and Its Measurement : From the Stone Age to the Nuclear Age.
ISBN : 9781258365561
- Dilcan Ç. C., Çapar G., Korkmaz A., İritaş Ö., Karaaslan Y., Selek B. (2018). İçme Suyu Şebekelerinde Görülen Su Kayıplarının Dünyada ve Ülkemizdeki Durumu.
<http://suyonetimi.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/88/2018/10/Anahtar-Dergisi-%C4%B0%C3%87ME-SUYU-%C5%9EEBEKELER%C4%B0.pdf>
- HariPriya M., Saravanan S., Rejul M. (2019). IOT ENABLING OF VACUUM HEAT TREATMENT CHAMBERS FOR DATA ACQUISITION AND ANALYTICS Proceedings of the Third International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC 2019)
DOI: 10.1109/ICCMC.2019.8819829
- Hsia S.C., Sheu M.H., Y.J. (2013). Arrow-Pointer Sensor Design for Low-Cost Water Meter.
DOI : 10.1109/JSEN.2012.2232038
- IEEE 754 (2019). Standart for Floating-Point Arithmetic.
DOI: 10.1109/IEEESTD.2019.8766229
- ISO 4185 (1980). Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits – Weighing Method.
- ISO 8316 (1987). Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits – Method by Collection of the Liquid in a Volumetric Tank.
- Klinachev N.V., Shaburov P.O. (2017). Technique for Debugging of the Data Exchange between the PC and Microprocessor-Controlled Electromechanical Systems based on the Modbus RTU Protocol 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)

DOI: 10.1109/ICIEAM.2017.8076475

Modicon Modbus Protocol Reference Guide (June 1996).

https://modbus.org/docs/PI_MBUS_300.pdf

Mutikanga E. H., Sharma K. S., Vairavomoorthy K. (2011). Investigating Water Meter Performance in Developing Countries: A Case Study of Kampala, Uganda.

Journal of Water SA Vol. 37, No. 4, pp. 567-574.

DOI: 10.4314/wsa.v37i4.18

Nash L.H. (16 June 1896). Water-Meter.

Patent No : US 562,144.

OIML-R49 (2016). Water Meters Intended for the Metering of Cold Potable Water and Hot Water.

OIML-R46 (2012). Active Electrical Energy Meters.

OIML-R137 (2012). Gas Meters.

OIML-R75 (2002). Heat Meters.

Ölçü ve Ölçü Aletleri Muayene Yönetmeliği (1994).

<https://www.mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=6381&MevzuatTertip=5>

PTB (2019). History of Water Measurement and Water Meters.

Phuyal S., Bista R., Izykowski J., Bista D. (2020). Performance Analysis of New SCADA Interface Developed in C# Environment

2020 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science

DOI: 10.1109/SCEECS48394.2020.209

Roberts P. (2020). Automated Measuring System for Meter Test Bench.

Patent No : US 2020/0386589 A1.

Salser F. S., Mastic M. L., Zook D. A., Jenkinson A. D. (2018). Modular Fluid Meter Test Bench.

Patent No : US 9,891,089 B2.

Tamboli S., Rawale M., Thoraiet R., Agashe S. (2015). Implementation of Modbus RTU and Modbus TCP Communication using Siemens S7-1200 PLC for Batch Process

2015 International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM),

DOI: 10.1109/ICSTM.2015.7225424

Tang S. M., Zhao J. Y. (2015). A Novel Water Meter Calibration Method Based on Machine Vision Technology.

Acta Metrologica Sinica Vol. 11, No. 2 pp. 57-62.

DOI: 10.3969/j.issn.1000-1158.2015.01.12

TIA-232 (1997). Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange.

Xiong Y.J., Yun Z. F. (2010). Application of PLC in Constant Air Pressure Control

2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation

DOI : 10.1109/ICICTA.2010.549

Yang F., Jin L., Lai S., Gao X., Li Z. (2019). Fully Convolutional Sequence
Recognition Network for Water Meter Number Reading.

IEEE Access Vol. 7

DOI : 10.1109/ACCESS.2019.2891767

ÖZ GEÇMİŞ

Yunus BATMAZ, Trabzon Tevfik Serdar Anadolu Lisesi'ni bitirdikten sonra Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nden 2015 yılında mezun oldu. 2018 yılında OMÜ LEE Elektrik-Elektronik Mühendisliği Yüksek Lisans programına girdi.

İletişim Bilgileri

E mail : 19211844@stu.omu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0003-3088-4137

Yayınlanmış Çalışmalar:

Batmaz Y., Aras S. (2021). Akıllı Elektronik Entrümantasyon Yöntemi ile Su Sayacının Ölçme Hatasının Belirlenmesi. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar ve Yenilikçi Çalışmalar Sempozyumu (ISSRIS'21). ISBN : 978-625-44365-7-4 , pp 615-629.