



T.C.

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı

**İLERİ BİYOLOJİK ATIK SU ARITMA  
TESİSLERİNDE KOKU KONTROLÜ**

**Muhammet Ali DEMİR**

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Galip CANSEVER

İstanbul, 2023

# İLERİ BİYOLOJİK ATIK SU ARITMA TESİSLERİNDE KOKU KONTROLÜ

**Muhammet Ali DEMİR**

Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

2023

Muhammet Ali DEMİR tarafından hazırlanmış ve 24/04/2023 tarihinde sunulmuş İLERİ BİYOLOJİK ATIK SU ARITMA TESİSLERİNE KOKU KONTROLÜ başlıklı tez Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

---

Prof. Dr. Galip CANSEVER

Danışman

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Galip CANSEVER

Elektrik-Elektronik  
Mühendisliği Bölümü,  
Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sefer KURNAZ

Bilgisayar Mühendisliği  
Bölümü,  
Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Yüksel BAL

Bilgisayar Mühendisliği  
Bölümü,  
Topkapı Üniversitesi

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak bütün şartları sağladığını beyan ederim.

Tezin Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne teslim tarihi: \_\_/\_\_/\_\_

Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışlara uygun olarak edinildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde, bu çalışmada, orijinal olmayan tüm materyalleri ve sonuçları tamamen alıntı yaptığımı ve referans gösterdiğimi de beyan ederim.

Muhammet Ali DEMİR

İmzası

XXXXXX

## İTHAF

Bu çalışmayı annem ve babam başta olmak üzere tüm sevdiklerime ithaf ediyorum.



## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Galip CANSEVER başta olmak üzere Scada sorumlumuz Rıfat CÖMERT Tesis Şefimiz Recep MERAL Bey'e maddi manevi emeği geçen herkese sonsuz şükranlarımı sunarım.



## ÖZET

# İLERİ BİYOLOJİK ATIK SU ARITMA TESİSLERİNDE KOKU KONTROLÜ

DEMİR, Muhammet Ali

Yüksek Lisans, Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Altınbaş Üniversitesi

Danışman: Prof. Dr. Galip CANSEVER

Tarih: Nisan / 2023

Sayfa: 97

Atık sular, özellikle kentleşmenin çoğalması ile beraber ve sanayileşme, globalleşme denklemi ile daha yoğun işlenen bir “alan” olmuştur. Bu “alana” yönelik birçok yöntem ve uygulama maalesef ki istenilen neticeyi tam anlamıyla verememektedir. Her ne kadar sağlık açısından sorunsallar hafifletilse de koku, görüntü ve diğer kötü neticeler ile halen mücadele edilmekte ve yeni metotlar literatüre kazandırılmaktadır. Atık su arıtma tesisleri ile işletmeler buna mühim ölçüde yanıt vermekle beraber şikayetleri de en az düzeye indirmeyi başaramamaktadır. Yalnızca koku kontrol ünitelerinin olmadığı ya da istenen optimum düzeyde sisteme entegre edilemediği durumlar ise maddi ve manevi birçok soruna sebep olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, atık su arıtma tesislerindeki koku kontrol ünitelerinde PLC kontrolü ve SCADA kullanılmasının etkisini analiz etmektir. Her ne kadar literatürde atık su arıtmaya yönelik ve atık su koku kontrol üniteleri bağlamında pek çok çalışma olsa da PLC kontrolü ve SCADA ile çözüm noktasında istenilen düzeyde çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışma literatürdeki bu eksikliği gidermeyi amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık Su, Atık Su Koku, Arıtma, SCADA, PLC.

## ABSTRACT

# ODOR CONTROL IN ADVANCED BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS

DEMİR, Muhammet Ali

M.Sc, Electrical and Computer Engineering Department, Altınbaş University

Supervisor: Prof. Dr. Galip CANSEVER

Date: April / 2023

Pages: 97

Waste water has become a more intensively processed “area”, especially with the increase in urbanization and the equation of industrialization and globalization. Unfortunately, many methods and applications for this "area" cannot give the desired result. Although the problems in terms of health are reduced, odor, appearance and other bad results are still being struggled and new methods are being brought to the literature. With waste water treatment plants, businesses respond to this to a great extent and manage to reduce complaints to a minimum. However, situations where odor control units are not available or cannot be integrated into the system at the desired optimum level cause many material and moral problems. The aim of this study is on PLC control and SCADA in odor control units in wastewater treatment plants. Although there are many studies in the literature regarding wastewater treatment and wastewater odor control units, there are no studies at the desired level at the point of solution with PLC control and SCADA. This study aims to fill this gap in the literature.

**Keywords:** Waste water, Waste water odor, Treatment, SCADA, PLC.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

|                                                                    |      |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                                         | vii  |
| ABSTRACT .....                                                     | viii |
| İÇİNDEKİLER.....                                                   | ix   |
| TABLO LİSTESİ.....                                                 | xiii |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                | xiv  |
| KISALTMALAR.....                                                   | xvii |
| 1. GİRİŞ.....                                                      | 1    |
| 2. ATIK SU ARITMA SİSTEMİ VE KOKU KONTROL MEKANİZMASI              |      |
| KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....                                            | 3    |
| 2.1 ATIK SU OLUŞUM SÜRECİ .....                                    | 3    |
| 2.2 ATIK SU ARITMA SİSTEMİ VE UYGULAMALARI .....                   | 5    |
| 2.2.1 Atık Su Arıtma Sistemi .....                                 | 5    |
| 2.2.2 Atık Su Arıtma Uygulamaları .....                            | 6    |
| 2.2.3 Atık Su Arıtma Uygulamalarının Geri Dönüşleri .....          | 8    |
| 2.3 ATIK SU KOKU OLUŞUMU VE KONTROL SİSTEMLERİ.....                | 10   |
| 2.3.1 Atık Su Oluşum Neden ve Sonuçları .....                      | 10   |
| 2.3.2 Atık Su Arıtma Sistemlerinde Koku Kontrol Mekanizmaları..... | 12   |
| 3. ATIK SU ARITMA TESİSLERİNDEKİ KOKU KONTROL ÜNİTELERİNİN         |      |
| PLC KONTROLÜ VE SCADA YAPILMASI.....                               | 15   |
| 3.1 SCADA SİSTEMLERİ VE GÖREVLERİ .....                            | 16   |
| 3.1.1 İzleme Görevleri.....                                        | 17   |
| 3.1.2 Kontrol Görevleri .....                                      | 17   |
| 3.1.3 SCADA Yapısı.....                                            | 17   |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 3.2 WINCC SCADA SİSTEMİ.....                       | 18 |
| 3.2.1 WINCC Başlıca Fonksiyon Modülleri .....      | 19 |
| 3.2.2 WINCC Kontrol Merkezi.....                   | 19 |
| 3.2.3 WINCC Grafik Dizaynırı .....                 | 23 |
| 3.2.4 Alarm Oluşumu .....                          | 29 |
| 3.2.5 Etiket Oluşumu.....                          | 30 |
| 3.2.6 Rapor Tasarımcısı .....                      | 30 |
| 3.2.7 Genel Düzen.....                             | 30 |
| 3.2.8 Kütüphane .....                              | 31 |
| 3.2.9 Yönetici .....                               | 31 |
| 3.3 STEP 7 MANAGER.....                            | 32 |
| 3.4 SAHA DONANIMLARI.....                          | 32 |
| 3.4.1 PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolör) ..... | 32 |
| 3.4.2 PH Orp Sensörü.....                          | 33 |
| 3.4.3 H <sub>2</sub> S Sensörü.....                | 33 |
| 3.4.4 CH <sub>4</sub> Sensörü .....                | 33 |
| 3.4.5 Ultrasonik Debimetre .....                   | 34 |
| 3.4.6 Basınç Transmitteri .....                    | 34 |
| 3.4.7 Sıcaklık Transmitteri .....                  | 34 |
| 3.4.8 Dozaj Pompası.....                           | 34 |
| 3.4.9 Sirkülasyon Pompası .....                    | 34 |
| 3.4.10 Emiş Fanları .....                          | 34 |
| 3.4.11 Akıllı Cihazlar .....                       | 35 |
| 3.5 ENDÜSTRİYEL VERİ İLETİŞİMİ.....                | 35 |
| 3.5.1 Fieldbus .....                               | 37 |

|                                                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.2 Profibus .....                                                                                                                             | 38        |
| 3.5.3 Ethernet .....                                                                                                                             | 39        |
| 3.5.4 MODBUS.....                                                                                                                                | 40        |
| 3.5.4.1 MODBUS protokolünün genel özellikleri.....                                                                                               | 40        |
| 3.5.4.2 SCADA’da bağlantı tipleri .....                                                                                                          | 41        |
| 3.5.5 CANBUS.....                                                                                                                                | 46        |
| 3.5.6 DeviceNet.....                                                                                                                             | 46        |
| 3.5.7 MPI.....                                                                                                                                   | 47        |
| 3.5.8 AS-I.....                                                                                                                                  | 47        |
| 3.5.9 Interbus-S 64 .....                                                                                                                        | 48        |
| <b>4. ATIK SU ARITMA TESİSLERİNDEKİ KOKU KONTROL ÜNİTELERİNİN<br/>FLOW CHART OLUŞTURULMASI, PROGRAMININ ÇALIŞMASI VE SCADA<br/>ARAYÜZÜ .....</b> | <b>49</b> |
| 4.1 KOKU KONTROL ÜNİTESİ AKIŞ ŞEMASI.....                                                                                                        | 49        |
| 4.1.1 Emiş Fanı Akış Şeması .....                                                                                                                | 49        |
| 4.1.2 Asidik Tank Akış Şeması.....                                                                                                               | 50        |
| 4.1.3 Kaba Bazik Tank Akış Şeması.....                                                                                                           | 51        |
| 4.1.4 İnce Bazik Tank Akış Şeması .....                                                                                                          | 52        |
| 4.1.5 H <sub>2</sub> S Giriş Çıkış Akış Şeması.....                                                                                              | 53        |
| 4.2 KOKU KONTROL PROGRAMI SCADA ARAYÜZÜ .....                                                                                                    | 54        |
| 4.2.1 Yıkama Kuleleri .....                                                                                                                      | 55        |
| 4.2.1.1 Asidik kule T1 .....                                                                                                                     | 55        |
| 4.2.1.2 Kaba bazik kule T2.....                                                                                                                  | 57        |
| 4.2.1.3 İnce bazik kule T3 .....                                                                                                                 | 59        |
| 4.2.2 Kimyasal Tanklar .....                                                                                                                     | 60        |
| 4.2.2.1 Sülfürik asit tankı .....                                                                                                                | 60        |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.2.2 Sodyum hidroksit tankı.....                                                 | 61        |
| 4.2.2.3 Sodyum hipoklorit tankı .....                                               | 61        |
| 4.2.3 Emiş Fanları .....                                                            | 62        |
| 4.2.4 Motorlu Klepeler .....                                                        | 63        |
| 4.2.5 Gaz Ölçüm Sensörleri .....                                                    | 64        |
| 4.2.6 Numune Alma Vanası .....                                                      | 64        |
| 4.2.7 Yıkama Kuleleri Su Doldurma Selenoid Vanaları.....                            | 65        |
| 4.2.8 Dozaj Pompaları.....                                                          | 66        |
| 4.2.9 Kumanda Sistemi .....                                                         | 67        |
| 4.2.10 Koku Kontrol Sisteminin SCADA Sistemi Entegrasi ve Çalışma Modları.....      | 68        |
| 4.2.10.1 Alarmlar.....                                                              | 68        |
| 4.2.10.2 Trend sayfası .....                                                        | 69        |
| 4.2.11 Motorların Çalışma Modları ve Renk Kodları .....                             | 69        |
| 4.2.12 Tesisin Lokal Olarak Çalıştırılması .....                                    | 72        |
| 4.2.13 Tesisin SCADA Manuel Olarak Çalıştırılması .....                             | 72        |
| 4.2.14 Tesisin Otomatik Olarak Çalıştırılması.....                                  | 73        |
| 4.2.15 Pompaların ve Fanların Eř Yaşlandırılma ile Otomatik Olarak Çalıştırılması . | 74        |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                                                   | <b>76</b> |
| <b>REFERANSLAR .....</b>                                                            | <b>80</b> |

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 3.1: En Fazla Kullanılan Veri İletişim Protokolleri ve Pazar Payları Oranı. .... 37



## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                     | <b><u>Sayfa</u></b> |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Şekil 3.1: Tipik Scada Tertibat Tasarımı.....                       | 16                  |
| Şekil 3.2: Scada Mimarisi.....                                      | 17                  |
| Şekil 3.3: Wincc Kontrol Merkezi Ekranı. ....                       | 20                  |
| Şekil 3.4: Kullanıcı Tercihi Ekranı.....                            | 21                  |
| Şekil 3.5: New Project Adlandırma Ekranı. ....                      | 21                  |
| Şekil 3.6: Tag'ların Data Çeşitlerinin Seçilmesi Ekranı.....        | 23                  |
| Şekil 3 7: Grafik Dizayn Ekranındaki İşlevler. ....                 | 24                  |
| Şekil 3.8: Configuration Diyalog Window.....                        | 27                  |
| Şekil 3 9: Tag Connection Window. ....                              | 28                  |
| Şekil 3.10: Dynamic Dialog Window.....                              | 28                  |
| Şekil 3.11: Direct Connection Window.....                           | 29                  |
| Şekil 3.12: Global Scripts Window. ....                             | 31                  |
| Şekil 3.13: Plc Sisteminin Yapısı. ....                             | 33                  |
| Şekil 3.14: Tipik Bir Akıllı Cihaz. ....                            | 35                  |
| Şekil 3.15: Profibus Yapısı.....                                    | 39                  |
| Şekil 3.16: Ethernet Yapısı.....                                    | 40                  |
| Şekil 3.17: Modbus İstek/Cevap Protokolü.....                       | 41                  |
| Şekil 3.18: RS-232.....                                             | 42                  |
| Şekil 3.19: RS-485.....                                             | 44                  |
| Şekil 3.20: Rtu'nun Bilgisayara Dönüştürücüler ile Bağlantısı. .... | 45                  |
| Şekil 3.21: Tek Seri Port (RS-232) Girişli Rtu'nun Bağlantısı.....  | 46                  |
| Şekil 3.22: MPI Haberleşme Mimarisi. ....                           | 47                  |
| Şekil 4.1: Koku Kontrol Ünitesi Emiş Fanı Akış Şeması. ....         | 49                  |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.2: Asidik Tank Akış Şeması.....                         | 50 |
| Şekil 4.3: Kaba Bazik Tank Akış Şeması.....                     | 51 |
| Şekil 4.4: İnce Bazik Tank Akış Şeması. ....                    | 53 |
| Şekil 4.5: H <sub>2</sub> s Giriş Çıkış Akış Şeması. ....       | 54 |
| Şekil 4.6: Scada Arayüzü.....                                   | 55 |
| Şekil 4.7: Asidik Kule Debimetresi. ....                        | 56 |
| Şekil 4.8: Asit Deposu Seviye Sensörü. ....                     | 56 |
| Şekil 4.9: Asidik Kulesi Ph Sensörü.....                        | 57 |
| Şekil 4.10: Kaba Bazik Kule Debimetresi.....                    | 57 |
| Şekil 4.11: Kaba Bazik Kule Seviye Sensörü T2. ....             | 58 |
| Şekil 4.12: Kaba Bazik Kule Ph Sensörü. ....                    | 58 |
| Şekil 4.13: İnce Bazik Kule Debimetresi. ....                   | 59 |
| Şekil 4.14: İnce Bazik Kule T3. ....                            | 59 |
| Şekil 4.15: Emiş Fanları. ....                                  | 62 |
| Şekil 4.16: Motorlu Klepe. ....                                 | 63 |
| Şekil 4.17: Numune Alma Vanası. ....                            | 64 |
| Şekil 4.18: Numune Alma Vanası. ....                            | 65 |
| Şekil 4.19: Yıkama Kuleleri Su Doldurma Selenoid Vanaları. .... | 66 |
| Şekil 4.20: Kimyasal Dozlama Pompası. ....                      | 67 |
| Şekil 4.21: Alarm Sayfası.....                                  | 68 |
| Şekil 4.22: Trend Sayfası. ....                                 | 69 |
| Şekil 4.23: Local Mod. ....                                     | 70 |
| Şekil 4.24: Scada Local Mod.....                                | 70 |
| Şekil 4.25: Deselect Mod. ....                                  | 70 |
| Şekil 4.26: Otomatik Mod. ....                                  | 71 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.27: Renk Kodları Tablosu. ....         | 71 |
| Şekil 4.28: Otomatik Çalıştırma Komutları..... | 74 |
| Şekil 5.1: H <sub>2</sub> S Çıkış Trendi. .... | 78 |



## KISALTMALAR

|         |                                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| AB      | : Avrupa Birliği                                                            |
| ABD     | : Amerika Birleşik Devleti                                                  |
| Bknz    | : Bakınız                                                                   |
| BM      | : Birleşmiş Milletler                                                       |
| Örn     | : Örneğin                                                                   |
| PLC     | : Programmable Logical Control- Programlanabilir Mantıksal Kontrol          |
| SCADA   | : Supervisory Control and Data Acquisition- Merkezi Denetim ve Veri Toplama |
| Vb      | : Ve Benzeri                                                                |
| Vd      | : Ve Diğerleri                                                              |
| WHO-DSÖ | : Dünya Sağlık Örgütü                                                       |
| BOİ     | : Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı                                             |

## 1. GİRİŞ

Koku azaltma, birçok belediye ve endüstriyel atık su arıtma tesisi için güncel ve mühim bir husustur. Koku kontrolüne yönelik yatırımlar yapılmış ve koku emisyonları ile alakalı pek çok iyileştirme düzenlenmiştir. Hâlen bu tesislerin etrafında çalışan veya yaşayan insanlar, farklı atık su arıtma muamelelerinden kaynaklı uçucu organik bileşiklere (VOC'ler) sebep olan kokuya maruz kalmaktadır. Koku oluşumu, kokulu bileşiklerin insan sağlığı için bir tehlike oluşturabileceği kaygısını uyandırmaktadır. İnsanlar diğer taraftan haklarının daha da farkındadır ve hoş olmayan kokudan şikâyet etmeye daha hazırlıklıdır. Hidrojen sülfür konsantrasyonları 0,1 ppm ila 9 ppm arasında değişebilirler, 9 ppm insanların sağlığına zarar verebilir ve göz ve cilt problemlerine sebebiyet verebilir [1]. Atık ve atık su arıtma prosesleri, komşu nüfusa huzursuzluk yaratabilecek ve atmosferik kirliliğe büyük oranda katkı sağlayabilecek kokulu bileşikler üretir [2].

Bu bileşikler, bitki içerisinde başka adımlarda biyolojik formüllerle üretilirler. Atık su arıtma tesisinden kaynaklı havayı kirletici emisyonların rahatsız edici etkisini hafifletmek için, giriş işleri, birincil çöktürme üniteleri, havalandırma tankları, son durultucular, çamur işleme üniteleri ve atık su kanalları gibi açık kokulu emisyon kaynakları kapatılmakta ve kokulu hava ortam atmosferine deşarj edilmeden önce arıtma için taşınmaktadır [3]. Kokular, en önemlileri kükürt bileşikleri, hidrojen sülfür ve merkaptanlar olmak üzere bir dizi başka atık su bileşeni aracılığıyla üretilir. Amonyak, aminler, aldehytler, ketonlar, indol, skatol diğer kokuya sebep olan bileşiklerden birkaçıdır. Hidrojen sülfür, atık sularda yer alan en yaygın kokulu bileşik olarak kabul edilse de her durumda bir koku sorununun yalnızca hidrojen sülfürden kaynaklandığı varsayılmamalıdır [4].

Atık su arıtma tesislerinden, çamur işleme tesislerinden ve endüstriyel süreçlerden yayılan kokulu havayı arıtmak için bir dizi teknoloji mevcuttur. Koku arıtmanın üç ana kategorisi vardır: biyokimyasal (biyofiltreler, biyoyıkayıcılar, aktif çamur), kimyasal (kimyasal yıkayıcılar, termal oksidasyon, katalitik oksidasyon, ozonlama) ve fiziksel (yoğunlaştırma, adsorpsiyon (aktif karbon), absorpsiyon (temiz su yıkayıcılar)). Belirli bir teknolojinin veya teknolojilerin kombinasyonunun seçimi şu faktörlere bağlıdır; işletme ve bakım yetenekleri, arıtma hedefleri, kötü hava akış hızları, kirletici yükleme modelleri ve kokulu havanın özellikleri ve gücü dahil olmak üzere saha özellikleri. Koku oluşumunun atıksu ve çevre koşullarındaki bileşenlerle ilişkili olduğu iyi bilinmektedir [5].

Yukarıda belirtildiği gibi, atık su arıtma tesislerinden kaynaklanan kokulu emisyonların arıtılması için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu çalışma, atık su arıtma tesislerindeki koku kontrol ünitelerinde PLC ve SCADA kontrolü ve etkilerinin ortaya konulmasını amaçlamaktadır.



## **2. ATIK SU ARITMA SİSTEMİ VE KOKU KONTROL MEKANİZMASI KAVRAMSAL ÇERÇEVE**

Çalışmanın bu kısmında atık su oluşum süreci, atık su arıtım sistemi ve atık su koku oluşum ve çözüm sistemlerinden bahsedilmektedir.

### **2.1 ATIK SU OLUŞUM SÜRECİ**

Su kirleticileri noktasal kaynaklardan veya dağınık kaynaklardan kaynaklanabilir. Nokta kaynaklı kirletici, kanalizasyon deşarjı veya tahliye borusu gibi tek bir boru hattı veya kanaldan suya ulaşan kirleticidir. Dağınık kaynaklar, kirleticilerin bir su kütlesine girdiği geniş, sınırlandırılmamış alanlardır. Örneğin çiftliklerden gelen yüzey akışı, hayvan atıkları, gübreler, böcek ilaçları ve alüvyonları yakındaki akarsulara taşıyan dağınık bir kirlilik kaynağıdır [6]. Kum ve diğer kumlu malzemeleri, otomobillerden gelen petrol kalıntılarını ve yol buz çözücü kimyasalları taşıyabilen kentsel yağmur suyu drenajı, yerel akarsulara veya göllere girdiği birçok yer nedeniyle dağınık bir kaynak olarak kabul edilir. Nokta kaynaklı kirleticilerin kontrolü, dağınık kaynaklı kirleticilere göre daha kolaydır, çünkü arıtma proseslerinin onları sudan uzaklaştırabileceği tek bir yere akarlar. Bu tür bir kontrol, genel su kirliliği sorununun büyük bir kısmına neden olan dağınık kaynaklardan gelen kirleticiler üzerinde genellikle mümkün değildir. Dağınık kaynaklı su kirliliği, uygun arazi kullanım planları ve geliştirme standartlarının uygulanmasıyla en iyi şekilde azaltılabilir [6].

Genel su kirletici türleri arasında patojenik organizmalar, oksijen gerektiren atıklar, bitki besinleri, sentetik organik kimyasallar, inorganik kimyasallar, mikroplastikler, tortular, radyoaktif maddeler, yağ ve ısı bulunur. Kanalizasyon, ilk üç türün birincil kaynağıdır. Çiftlikler ve endüstriyel tesisler de bunlardan bazılarının kaynağıdır. Aşınmış üst topraktan gelen tortu, su ekosistemlerine zarar verebileceği için kirletici olarak kabul edilir ve ısı (özellikle enerji santrali soğutma suyundan gelen), nehirler ve göllerdeki çözünmüş oksijen seviyeleri ve su yaşamı üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle kirletici olarak kabul edilir [7].

Üç tür atık su oluşum sürecine neden olan parametreden bahsedilebilir. Bunlar; evsel kanalizasyon, endüstriyel kanalizasyon ve fırtına kanalizasyon. Evsel kanalizasyon, kullanılmış suyu evlerden ve apartmanlardan taşır; sıhhi kanalizasyon da denir. Endüstriyel

kanalizasyon, imalat veya kimyasal işlemlerden gelen sudur. Fırtına kanalizasyonu veya yağmur suyu, bir boru sisteminde veya açık kanallarda toplanan yağıştan gelen akıştır.

Evsel kanalizasyon, ağırlıkça yüzde 99,9'dan biraz daha fazla sudur. Geri kalan, yüzde 0,1'den az, çok çeşitli çözünmüş ve askıda katı madde içerir. Ağırlığa göre kanalizasyonun çok küçük bir kısmını oluşturmalarına rağmen, bu askıda katı madde doğası ve içinde taşındıkları büyük miktarda kanalizasyon, evsel atık suyun bertarafını önemli bir teknik sorun haline getirmektedir. Başlıca kirlilikler çürüten organik maddeler ve bitki besinleridir, ancak evsel atık suların da hastalığa neden olan mikropları içermesi çok muhtemeldir. Endüstriyel atık su, endüstriyel işlemin doğasına bağlı olarak genellikle spesifik ve kolayca tanımlanabilen kimyasal bileşikler içerir. Fırtına kanalizasyonu, organik maddeleri, askıda ve çözünmüş katıları ve zemin üzerinde hareket ederken toplanan diğer maddeleri taşır [8].

#### Başlıca kirleticiler

Atık su oluşumuna neden olan birçok materyal, canlı yaşamında atıklara neden olabilmektedir. Aşağıda bunlara değinilmektedir.

##### i. Organik materyal

Kanalizasyondaki çürüten organik madde miktarı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) ile gösterilir. Kanalizasyonda ne kadar fazla organik madde varsa, mikroorganizmaların kanalizasyondaki organik maddeleri parçalamak için ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı olan BOİ o kadar yüksek olur. Atık su arıtma tesislerinin tasarımı ve işletilmesi için en önemli parametreler arasındadır. Endüstriyel kanalizasyon, evsel kanalizasyonun birçok katı BOİ seviyelerine sahip olabilir. Fırtına kanalizasyonunun BOİ'si, kombine kanalizasyon sistemlerinde evsel kanalizasyonla karıştırıldığında özellikle önemlidir [7].

Çözünmüş oksijen, göller ve nehirler için önemli bir su kalitesi faktörüdür. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu ne kadar yüksek olursa, su kalitesi o kadar iyi olur. Kanalizasyon bir göle veya dereye girdiğinde organik maddelerin ayrışması başlar. Oksijen, mikroorganizmaların metabolizmalarında kullandığı gibi tüketilir. Bu, sudaki mevcut oksijeni hızla tüketebilir. Çözünmüş oksijen seviyeleri çok düştüğünde, alabalık ve diğer su türleri kısa sürede yok olur. Aslında oksijen seviyesi sıfıra düşerse su septik hale gelecektir. Organik bileşiklerin oksijensiz ayrışması, genellikle septik veya kokuşmuş koşullarla ilişkili istenmeyen kokulara neden olur.

## ii. Askıda Katı Maddeler

Kanalizasyonun bir diğer önemli özelliği askıda katı maddelerdir. Bir arıtma tesisinde üretilen çamurun hacmi, kanalizasyonda bulunan toplam askıda katı madde miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Endüstriyel ve fırtına kanalizasyonu, evsel kanalizasyondan daha yüksek konsantrasyonlarda askıda katı madde içerebilir. Bir arıtma tesisinin askıda katı maddeleri ve BOİ'yi ne ölçüde uzaklaştırdığı arıtma sürecinin verimliliğini belirler.

## iii. Bitki Besinleri

Evsel kanalizasyon, bitkilerin büyümesi için gerekli olan temel besin maddeleri olan azot ve fosfor bileşiklerini içerir. Göllerde aşırı miktarda nitrat ve fosfat alglerin hızlı büyümesine neden olabilir. Genellikle kanalizasyon deşarjlarının neden olduğu alg patlamaları, ötrofikasyon adı verilen bir süreçte göllerin doğal yaşlanmasını hızlandırır.

## iv. Mikroplar

Evsel kanalizasyon, galon başına milyonlarca mikroorganizma içerir. Çoğu, insan bağırsak yolundan gelen koliform bakterilerdir ve evsel kanalizasyonun da başka mikropları taşıması muhtemeldir. Koliformlar kanalizasyon kirliliğinin göstergesi olarak kullanılır. Yüksek bir koliform sayısı genellikle son zamanlardaki kanalizasyon kirliliğini gösterir [9].

## 2.2 ATIK SU ARITMA SİSTEMİ VE UYGULAMALARI

### 2.2.1 Atık Su Arıtma Sistemi

Atık su toplama sistemi veya kanalizasyon sistemi, kanalizasyonu çıkış noktalarından arıtma ve bertaraf noktasına ileten pompa istasyonları, borular ve eklentiler ağıdır.

#### a. Kombine sistemler

Hem evsel kanalizasyon hem de fırtına kanalizasyonunun bir karışımını taşıyan sistemlere birleşik kanalizasyon denir. Kombine kanalizasyon, yağışlı hava dönemlerinde taşınması gereken büyük miktarda yağmur suyu nedeniyle tipik olarak büyük çaplı borulardan veya tünellerden oluşur. Eski şehirlerde çok yaygındırlar ancak artık yeni kanalizasyon tesislerinin bir parçası olarak tasarlanmamakta ve inşa edilmemektedirler. Atık su arıtma tesisleri büyük miktarda yağmur suyunu işleyemediğinden, kanalizasyon yağışlı havalarda arıtma tesislerini atlamalı ve doğrudan alıcı suya deşarj edilmelidir. Arıtılmamış evsel atıksu

içeren bu birleşik kanalizasyon taşmaları, tekrarlayan su kirliliği sorunlarına neden olur ve çok zahmetli kirlilik kaynaklarıdır [7].

Bazı büyük şehirlerde, birleşik kanalizasyonun ilk sifonunun büyük bir havzaya veya yeraltı tüneline yönlendirilmesiyle birleşik kanalizasyon taşması sorunu azaltılmıştır. Geçici depolamadan sonra, alıcı bir su kütlesine deşarj edilmeden önce çökeltme ve dezenfeksiyon yoluyla arıtılabilir veya yakındaki bir atık su arıtma tesisinde tesise aşırı yük olmayacak bir oranda arıtılabilir. Kombine kanalizasyonun kontrol edilmesi için başka bir yöntem, girdaplı yoğunlaştırıcıların kullanımını içerir. Bunlar, bir girdap veya girdap etkisi yaratan silindirik şekilli cihazlar aracılığıyla doğrudan kanalizasyon. Girdap, safsızlıkların arıtma için çok daha küçük bir su hacminde konsantre olmasına yardımcı olur [10].

#### b. Ayrık sistemler

Yeni atık su toplama tesisleri ya evsel atıksuyu ya da fırtına kanalizasyonunu taşıyan, ancak ikisini birden taşımayan ayrı sistemler olarak tasarlanmıştır. Fırtına kanalizasyonları genellikle yüzey akışını bir dere veya nehirde bir bertaraf noktasına taşır. Sistemin bir parçası olarak, yağmur suyunu geçici olarak depolayan ve tepe akış hızının büyüklüğünü azaltan küçük gözetli havuzları inşa edilebilir. Sıhhi kanalizasyon ise evsel atık suları bir kanalizasyon arıtma tesisine taşır. Ön arıtılmış endüstriyel atık suların belediye sıhhi kanalizasyon sistemlerine girmesine izin verilebilir, ancak yağmur suyu hariçtir [11].

Fırtına kanalizasyonları genellikle betonarme boru kesitleriyle inşa edilir. Bazı durumlarda oluklu metal borular kullanılabilir. Yağmur suyu girişleri veya toplama havuzları, uygun aralıklarla bir cadde üzerinde veya özel mülkün karşısındaki irtifaklarda bulunur. Boru hatları genellikle yakındaki bir dereye veya bir alıkoyma havuzuna yokuş aşağı yerçekimi akışına izin verecek şekilde yerleştirilir. Aralıklı akışları idare etmek için gerekli olacak çok büyük pompa kapasiteleri nedeniyle mümkünse yağmur suyu pompa istasyonlarından kaçınılır [12].

### 2.2.2 Atık Su Arıtma Uygulamaları

#### Alternatif sistemler

Bazen düşük nüfus yoğunluğu veya yüksek su tablası veya ana kaya gibi saha koşulları nedeniyle geleneksel yerçekimi kanalizasyonlarının maliyeti aşırı derecede yüksek olabilir.

Bu koşullar altında kullanılabilecek üç alternatif atık su toplama sistemi, küçük çaplı yerçekimi kanalizasyonlarını, basınçlı kanalizasyonları ve vakumlu kanalizasyonları içerir [13].

Küçük çaplı yerçekimi sistemlerinde, ilk olarak septik tanklar, atık su bir toplayıcı şebeke ağına akmadan önce (tipik olarak 100 mm veya 4 inç çapında); bu sistemler en çok küçük kırsal topluluklar için uygundur. Gres, kum ve kanalizasyon katıları taşımadıkları için borular daha küçük çapta olabilir ve hendek kazı maliyetlerini en aza indirmek için azaltılmış eğimlere veya eğimlere yerleştirilebilir. Basınçlı kanalizasyonlar en iyi düz alanlarda veya pahalı kaya kazısının gerekli olduğu yerlerde kullanılır. Ögütücü pompalar, her evden atık suyu, zeminin eğimini takip edebilen ana basınçlı kanalizasyona boşaltır. Bir vakumlu kanalizasyon sisteminde, bir veya daha fazla binadan gelen atık su, yerçekimi ile bir hazneye veya tanka akar ve buradan merkezi bir vakum istasyonunda bulunan vakum pompaları tarafından çekilir ve daha sonra bir toplama tankına akar. Vakum toplama tankından atık su bir arıtma tesisine pompalanır [14].

#### i. Pompalar

Pompa istasyonları, kanalizasyonun alçak bir noktadan daha yüksek bir noktaya yükseltilmesi gerektiğinde veya topografyanın yokuş aşağı yerçekimi akışını engellediği durumlarda inşa edilir. Ham kanalizasyonun işlenmesi için özel tıkanmayan pompalar mevcuttur. Asansör istasyonları adı verilen yapılara kurulurlar. İki temel tip asansör istasyonu vardır: kuru kuyu ve ıslak kuyu. Bir ıslak kuyu tesisatında, atık su pompalanana kadar almak ve tutmak için yalnızca bir hazne veya tank bulunur. Özel tasarlanmış dalgiç pompalar ve motorlar, haznenin alt kısmına, su seviyesinin tamamen altına yerleştirilebilir. Kuru kuyu kurulumlarında biri atık suyu almak, diğeri pompaları ve kontrolleri kapatmak ve korumak için olmak üzere iki ayrı oda bulunur. Koruyucu kuru oda, inceleme ve bakım için kolay erişim sağlar. Islak kuyu veya kuru kuyu tipi olsun, tüm atık su terfi istasyonları en az iki pompa içermelidir. Bir pompa, onarım için çıkarılırken diğeri çalışabilir [15].

#### ii. Akış hızları

Bir gün boyunca kanalizasyon debilerinde geniş bir varyasyon vardır. Bir kanalizasyon sistemi bu varyasyona uyum sağlamalıdır. Çoğu şehirde evsel kanalizasyon debileri sabah ve akşam saatlerinde en yüksektir. Gecenin ortasında en düşük seviyedeler. Akış miktarları,

nüfus yoğunluğuna, su tüketimine ve topluluktaki ticari veya endüstriyel faaliyetlerin kapsamına bağlıdır. Ortalama kanalizasyon debisi genellikle toplumdaki ortalama su kullanımıyla hemen hemen aynıdır. Yanal bir kanalizasyonda, kısa vadeli tepe akış hızları, ortalama akış hızının kabaca dört katı olabilir. Bir ana kanalizasyonda, en yüksek akış hızları, ortalamanın iki buçuk katı olabilir [13].

Kanalizasyon akışları konut, ticari ve endüstriyel bağlantılara bağlı olmasına rağmen, kanalizasyon akış hızları, sıhhi kanalizasyon sistemine girişler ve sızma (I&I) sonucunda potansiyel olarak daha yüksek olabilir. Girişler, çatı drenajları, yağmur drenajları, iniş boruları ve karter pompaları gibi uygun olmayan bağlantılardan kanalizasyona giren yağmur suyuna karşılık gelir. Yüksek miktarda yağmur suyu akışı, yağış ve fırtına akışı olayları sırasında veya eriyen buzla dolup taşan nehirlerin mevsimsel bahar taşkınları sırasında kanalizasyon sistemine ulaşabilir. Sızma, arızalı veya bozuk borular yoluyla kanalizasyona giren yeraltı suyunu ifade eder. Her iki durumda da alt tesisler ve arıtma tesisleri, beklenenden daha yüksek akışlarla karşılaşabilir ve hidrolik olarak aşırı yüklenebilir. Bu tür aşırı yüklenmeler sırasında, kamu hizmetleri, sisteme bağlı sakinlerden bulaşık makinesi ve çamaşır makinesi kullanmaktan kaçınmasını isteyebilir ve hatta gerginliği azaltmak için tuvalet sifonunu ve duş kullanımını sınırlayabilir. Bu tür I&I sorunları özellikle eski ve eskiyen su altyapılarında ciddi olabilir [15].

### **2.2.3 Atık Su Arıtma Uygulamalarının Geri Dönüşleri**

Atık su arıtma sistemlerinin boyutu ve kapasitesi, kanalizasyon sistemlerine bağlı konutlar, işletmeler ve endüstrilerden kaynaklanan tahmini atık su hacminin yanı sıra beklenen giriş ve sızma (G ve S) tarafından belirlenir. Belirli parti içi, kümelenmiş veya merkezileştirilmiş arıtma tesisi konfigürasyonlarının seçimi, hizmet verilen müşteri sayısı, coğrafi senaryo, saha kısıtlamaları, kanalizasyon bağlantıları, ortalama ve tepe akışları, atık su özellikleri, düzenleyici atık limitleri gibi faktörlere bağlıdır. Teknolojik fizibilite, enerji tüketimi ve ilgili operasyon ve bakım maliyetleri gibi bir dizi faktör tarafından etkilenmektedir [16].

Büyük şehirlerde ve kasabalarda baskın atık su bertaraf yöntemi, bir yüzey suyu kütlelerine deşarjdır. Banliyö ve kırsal alanlar daha çok yer altı bertarafına önemli oranda odaklanmaktadır. Her iki durumda da hem halk sağlığını hem de su kalitesini korumak için atık su arıtılmalı veya bir dereceye kadar arıtılmalıdır. Askıda kalan partiküller ve biyolojik

olarak parçalanabilen organikler değişen oranlarda uzaklaştırılmalıdır. Patojenik bakteriler yok edilmelidir. Nitratları ve fosfatları (bitki besinleri) uzaklaştırmak ve endüstriyel atıkları ve toksik kimyasalları nötralize etmek veya uzaklaştırmak da gerekli olabilir [14].

Atık suyun arıtılması gereken derece, yerel çevre koşullarına ve hükümet standartlarına bağlı olarak değişir. İki uygun standart türü, akış standartları ve atık standartlardır. Mevcut su kalitesinin bozulmasını önlemek için tasarlanan akarsu standartları, akarsularda, nehirlerde ve göllerde izin verilen belirli kirleticilerin miktarlarına sınırlar koyar. Limitler, suyun “maksimum faydalı kullanımının” sınıflandırmasına bağlıdır. Akış standartları tarafından düzenlenen su kalitesi parametreleri arasında çözünmüş oksijen, koliformlar, bulanıklık, asitlik ve toksik maddeler bulunur. Atık su standartları ise doğrudan bir kanalizasyon arıtma tesisinden deşarj edilen arıtılmış atık suyun kalitesiyle ilgilidir. Bu standartlar altında kontrol edilen faktörler genellikle BOİ, askıda katı maddeler, asitlik ve koliformları içerir [14].

Atıksu arıtmanın üç seviyesi vardır: birincil, ikincil ve üçüncül (veya ileri). Birincil işlem, toplam askıda katı maddelerin yaklaşık yüzde 60'ını ve BOİ'nin yaklaşık yüzde 35'ini giderir; çözünmüş safsızlıklar uzaklaştırılmaz. Genellikle ikincil tedaviden önce ilk adım olarak kullanılır. İkincil işlem hem askıda katı maddelerin hem de BOİ'nin yüzde 85'inden fazlasını giderir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde ve diğer gelişmiş ülkelerde genellikle minimum düzeyde ikincil tedavi gereklidir. Toplam katıların ve BOİ'nin yüzde 85'inden fazlasının uzaklaştırılması gerektiğinde veya çözünmüş nitrat ve fosfat seviyelerinin düşürülmesi gerektiğinde üçüncül arıtma yöntemleri kullanılır. Üçüncül süreçler, neredeyse içme suyu kalitesinde bir atık üreterek, kanalizasyondaki tüm askıda katı maddeleri yüzde 99'undan fazlasını giderebilir. Üçüncül tedavi çok pahalı olabilir ve genellikle ikincil tedavinin maliyetini ikiye katlar. Sadece özel durumlarda kullanılır [17].

Tüm atık su arıtma seviyeleri için, kanalizasyon atıklarının bir yüzey suyu kütlesine boşaltılmasından önceki son adım, atık suda kalan patojenleri yok eden ve halk sağlığını koruyan dezenfeksiyondur. Dezenfeksiyon genellikle atık su ile klor gazı veya hipoklorit kimyasallarının sıvı çözeltileri ile bir temas tankında en az 15 dakika karıştırılarak gerçekleştirilir. Atık sudaki klor kalıntıları sudaki yaşam üzerinde olumsuz etkilere sahip olabileceğinden, atık suyun klorunu gidermek için ek bir kimyasal eklenebilir. Atık suda kalıntı bırakmadan dezenfekte edebilen ultraviyole radyasyon, atık su dezenfektanı olarak klor ile daha rekabetçi hale gelmektedir [14].

## 2.3 ATIK SU KOKU OLUŞUMU VE KONTROL SİSTEMLERİ

Kokular, iki ayrı alt sistemden oluşan koku alma duyu sistemi tarafından bir uyarının alınmasından kaynaklanan duyumlardır; olfaktör epitel ve trigeminal sinir. Koku duyusunu tetikleyen maddeler koku verici maddeler olarak bilinir. Çoğu kokulu maddenin kimyasal ve fiziksel yapıları ve moleküler özellikleri, "koku"dan sorumlu olan koku alma duyu hücrelerine yönelik uyarıları üretir. Bir koku, ağız ve boğazdaki mukoza zarı tarafından emildiğinde de kokulu bileşiklerin tadı alınabilir [14].

Hoş olmayan kokuları ifade eden koku veya kötü koku, önemli bir çevre kirliliği sorunu olarak kabul edilmektedir. Artan sanayileşme ve insanların temiz bir çevreye olan ihtiyacının farkındalığının bir sonucu olarak, çevresel bir rahatsızlık olarak kokuya olan ilgi artmaktadır. Sonuç olarak, çevrenin kalitesini korumak için koku problemlerini azaltmaya yönelik çabalar gereklidir. Bu çerçevede, koku probleminin anlaşılması, kokuların kaynağı ve dağılımı, azaltma ve tespit yöntemleri bu nedenle çevredeki koku kirliliğinin çok önemli yönleridir [18]. Koku kirliliği sorunuyla uğraşırken karşılaşılan zorluklardan biri, koku emisyonlarının tespiti için kullanılan tekniktir. Algılama sonuçları, kokulu maddelerin çevreye salındığının kanıtı olarak kullanılacağından, algılama çevre yönetmeliklerine uyum açısından önemli bir husustur. Başarılı ve mükemmel bir tespit tekniği, hesap verebilir bir veri dizisi ile sonuçlanacaktır. Bu nedenle güvenilir bir enstrüman gereklidir. Endüstride gerçek zamanlı ölçümleri mümkün kılan bir algılama sistemi geliştirmeye yönelik artan bir eğilim söz konusudur. Bu sayede basit ve hızlı bir online izleme sistemi kurulabilir ve zaman alıcı yöntemlerden kaçınılabilir. Kokulu bileşiklerin tespiti ve ölçümü hızlı bir şekilde gerçekleştirilebildiğinden ve sonuçlar talep üzerine sunulduğundan, numune alma ve geleneksel analitik prosedürler artık gerekli değildir.

### 2.3.1 Atık Su Oluşum Neden ve Sonuçları

Evsel atık su toplama ve arıtma işlemlerinden yayılan kokulu maddeler hem inorganik gazları hem de organik gazları ve buharları içerir. İnorganik gazlar arasında hidrojen sülfür ve amonyak bulunur. Her iki bileşik sınıfı da tipik olarak biyolojik aktivitenin bir sonucu olarak üretilse de organik buharlar kimyasal atıkların doğrudan boşaltılmasından da kaynaklanabilir. Bu kokulu maddelerin çoğu, kükürt ve azot içeren organik maddelerin anaerobik bozulmasından kaynaklanır. Bununla birlikte, kokular, ısıl işlemi içeren aerobik

ayırıştırma ve katı işleme yöntemleriyle de üretilebilir. Yaygın olarak kanalizasyon gazı olarak adlandırılan gazlar genellikle hidrojen sülfür, amonyak, karbondioksit ve metan içerir. Bunlardan sadece hidrojen sülfür ve amonyak kokuludur. Çoğu zaman, kanalizasyon gazı, merkaptanlar, organik sülfidler ve indol ve skatol gibi aminler gibi oldukça kokulu bileşikler içerir. Endüstriyel deşarjlarda bulunan kimyasal türlerine bağlı olarak, diğer kokulu bileşikler organik asitleri, aldehytleri ve ketonları içerebilir [19].

Koku özelliklerini anlamak, koku kirliliği kontrol teknolojisinin seçimi için önemlidir. Bir kontrol tekniği seçilmeden önce koku moleküllerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri iyi anlaşılmalıdır. Bazı araştırmacılar, koku kontrolü için fiziksel ve kimyasal ayırma yöntemi arasında bir seçim örneği açıklamışlardır. Bu bağlamda; bileşikler farklı fazlardaysa veya farklı parçacık boyutlarına sahipse yöntem fiziksel olabilir. Bileşikler gazlarda veya sıvılarda çözülürse, ayırma kimyasal olarak yapılmalıdır. Hedef bileşiklerin kimyasal özellikleri ile çözeltideki bileşiklerin kimyasal özellikleri arasındaki fark, bu ayrımı gerçekleştirmek için mevcut yöntemleri belirler. Aşağıda koku özellikleri ve bunların kirlilik kontrolü açısından önemi arasındaki ilişkinin örnekleri verilmiştir [20].

#### a. Buhar basıncı

Buhar basıncı, belirli bir sıcaklıkta saf sıvı faz ile dengede olan gaz fazı konsantrasyonudur. Bir bileşiğin uçuculuğunun bilinmesi, koku ve VOC kontrolü seçeneklerini büyük ölçüde etkiler. Örnek olarak, heksan oldukça uçucudur ve heksan adsorbandan uçtuğundan adsorpsiyon etkisizdir. Bu gibi durumlarda, termal oksidasyon son çare kontrol teknolojisi olabilir.

#### b. Suda çözünürlük

Suda çözünürlük, saf bileşen fazı ile dengede olan sulu fazdaki konsantrasyon olarak tanımlanır. Bir bileşiğin suda çözünme yeteneği, bileşiğin sıvı fırçalama ile kontrol için uygun olup olmadığını belirlemede kritik faktördür. Alandaki numune alma tekniği, koku bileşiklerinin bir kısmının yoğunlaşma suyunda çözüleceği ve numuneden çekileceği bir soğutma aşamasını içerdiğinden, herhangi bir koku bileşiğinin veya koku karışımlarının sudaki çözünürlüğü de dikkate alınmalıdır.

### c. İyonizasyon

Bir koku bileşiği çözeltide iyonlaşırsa, sıvı yıkama sistemlerinin performansı ve ekonomisi genellikle geliştirilebilir. Örneğin, bir gaz akımında amonyak ve hidrojen sülfürün uzaklaştırılması, bu gazların çözelti içinde iyonlaşacağı gerçeğine çok bağlıdır. Asit (amonyak giderimi için) veya kostik (hidrojen sülfür giderimi için) ilavesi, sıvı yıkayıcıların bu bileşikleri giderme kabiliyetini büyük ölçüde artırır [21].

### 2.3.2 Atık Su Arıtma Sistemlerinde Koku Kontrol Mekanizmaları

Koku arıtma yöntemlerinin genel sınıflandırması, atık su yönetimindeki tipik uygulamalarla belirlenmektedir. Koku arıtma yöntemleri, ya atık su akışındaki koku üreten bileşikleri arıtmak veya kirli havayı arıtmak için tasarlanmıştır. Bu yöntemlerin çoğunun kirli havayı tedavi etmek için kullanılması amaçlanmıştır [22]. Başlıca koku arıtma yöntemleri biyokimyasal (biyofiltreler, biyo akıcılar, aktif çamur), kimyasal (kimyasal yıkayıcılar, ısıt oksidasyon, katalitik oksidasyon, ozonlamak) ve fizikî (yoğunlaştırma), adsorpsiyon (aktif karbon), absorpsiyon (temiz su yıkayıcılar) olarak sınıflandırılabilir. Proses seçimini etkileyen faktörler, işletme ve bakım yetenekleri, arıtma hedefleri, dört hava akış hızı, kirletici yükleme modelleri ve kokulu havanın özellikleri ve gücü dahil olmak üzere saha özellikleri olarak sıralanabilir [4].

Birincil işlem, yüzen veya yerçekimi ile kolayca çöken malzemeyi ortadan kaldırır. Eleme, ufalama, kum temizleme ve çökeltme gibi fiziksel süreçleri içerir. Elekler uzun, yakın aralıklı, dar metal çubuklardan yapılmıştır. Boruları veya pompaları tıkayabilecek ahşap, paçavra ve diğer hacimli nesneler gibi yüzen döküntüleri engellerler. Modern tesislerde elekler mekanik olarak temizlenir ve malzeme fabrika arazisine gömülerek derhal bertaraf edilir. Eleklerden geçen kalıntıları öğütmek ve parçalamak için bir parçalayıcı kullanılabilir. Parçalanan malzeme daha sonra çökeltme veya yüzdürme işlemleriyle uzaklaştırılır.

Kum hazneleri, kum, kahve telvesi ve yumurta kabuğu gibi katı maddelerin sudan ayrılması için akışı yavaşlatmak üzere tasarlanmış uzun ve dar tanklardır. Kum, pompalarda ve diğer tesis ekipmanlarında aşırı aşınma ve yıpranmaya neden olur. Kaldırılması, fırtına sırasında sokakları veya araziye yıkayan çok miktarda silt, kum ve çakıl taşıyan birleşik kanalizasyon sistemlerine sahip şehirlerde özellikle önemlidir [23].

Eleklerden ve kum odalarından geçen askıda katı maddeler, çökeltme tanklarında kanalizasyondan uzaklaştırılır. Birincil arıtıcılar olarak da adlandırılan bu tanklar, yerçekimi çökeltmesinin gerçekleşmesi için yaklaşık iki saatlik bekleme süresi sağlar. Kanalizasyon yavaş yavaş akarken, katılar yavaş yavaş dibe çöker. Ham veya birincil çamur olarak bilinen çökelmiş katılar, mekanik sıyrıcılarla tank tabanı boyunca hareket ettirilir. Çamur, tahliye için pompalandığı bir haznede toplanır. Mekanik yüzey sıyırma cihazları, gresi ve diğer yüzen malzemeleri temizler.

İkincil arıtma, birincil arıtmadan kaçan çözünür organik maddeyi uzaklaştırır. Ayrıca askıda katı maddelerin daha fazlasını giderir. Uzaklaştırma genellikle, mikropların organik safsızlıkları gıda olarak tükettiği, onları kendi büyümeleri ve üremeleri için karbondioksit, su ve enerjiye dönüştürdüğü biyolojik işlemlerle gerçekleştirilir. Atık su arıtma tesisi, bu doğal biyolojik süreç için çelik ve beton da olsa uygun bir ortam sağlar. Arıtma tesisinde çözünür organik maddenin uzaklaştırılması, alıcı bir nehir, nehir veya gölün çözünmüş oksijen dengesinin korunmasına yardımcı olur. Üç temel biyolojik arıtma yöntemi vardır; damlatma filtresi, aktif çamur prosesi ve oksidasyon havuzu. Dördüncü, daha az yaygın bir yöntem, dönen biyolojik kontaktördür [23].

Damlama filtresi, derin bir taş yatağıyla dolu bir tanktır. Çöken lağım sürekli olarak taşların üzerine püskürtülür ve daha ileri arıtma için toplandığı yere damlar. Atık su damlarken, bakteriler taşların üzerinde toplanır ve çoğalır. Bu büyümeler üzerinde sürekli kanalizasyon akışı, mikropların çözünmüş organikleri emmesine izin verir, böylece kanalizasyonun BOİ'ni düşürür. Taşlar arasındaki boşluklardan yukarı doğru dolaşan hava, metabolik işlemler için yeterli oksijeni sağlar. İkincil arıtıcılar olarak adlandırılan çökeltme tankları, damlatma filtrelerini takip eder. Bu arıtıcılar, atık su akışıyla kayalardan yıkanan mikropları uzaklaştırır. İki veya daha fazla damlatma filtresi seri olarak bağlanabilir ve arıtma verimini artırmak için atık su yeniden sirküle edilebilir.

Aktif çamur arıtma sistemi, bir havalandırma tankının ardından ikincil bir arıtıcıdan oluşur. İkincil arıtıcıdan devridaim edilen taze çamurla karıştırılan çökeltmiş kanalizasyon, havalandırma tankına verilir. Basıncı hava daha sonra tankın dibinde bulunan gözenekli difüzörler vasıtasıyla karışıma enjekte edilir. Yüzeye kabarırken, yayılan hava oksijen ve hızlı bir karıştırma eylemi sağlar. Tank yüzeyinde bulunan mekanik pervane benzeri karıştırıcıların çalkalama hareketiyle de hava eklenebilir [24].

Bu tür oksijenli koşullar altında, mikroorganizmalar gelişir ve aktif çamur olarak adlandırılan biyolojik katıların (çoğunlukla bakterilerin) aktif, sağlıklı bir süspansiyonunu oluşturur. Havalandırma tankında yaklaşık altı saat bekletme sağlanır. Bu, mikroplara lağım suyundan çözünmüş organikleri emmek için yeterli zaman vererek BOİ'yi azaltır. Karışım daha sonra havalandırma tankından, aktif çamurun yerçekimi ile çökeldiği ikincil arıtıcıya akar. Arıtıcı yüzeyinden temiz su alınır, dezenfekte edilir ve ikincil atık olarak boşaltılır. Çamur, tankın altındaki bir haznedan dışarı pompalanır. Çamurun yaklaşık yüzde 30'u, birincil atık su ile karıştırıldığı havalandırma tankına geri döndürülür. Bu devridaim, aktif çamur prosesinin önemli bir özelliğidir. Geri dönüştürülmüş mikroplar kanalizasyon ortamına iyi alışır ve birincil atık sudaki organik maddeleri kolayca metabolize ederler. İkincil çamurun kalan yüzde 70'i kabul edilebilir bir şekilde arıtılmalı ve bertaraf edilmelidir [23].

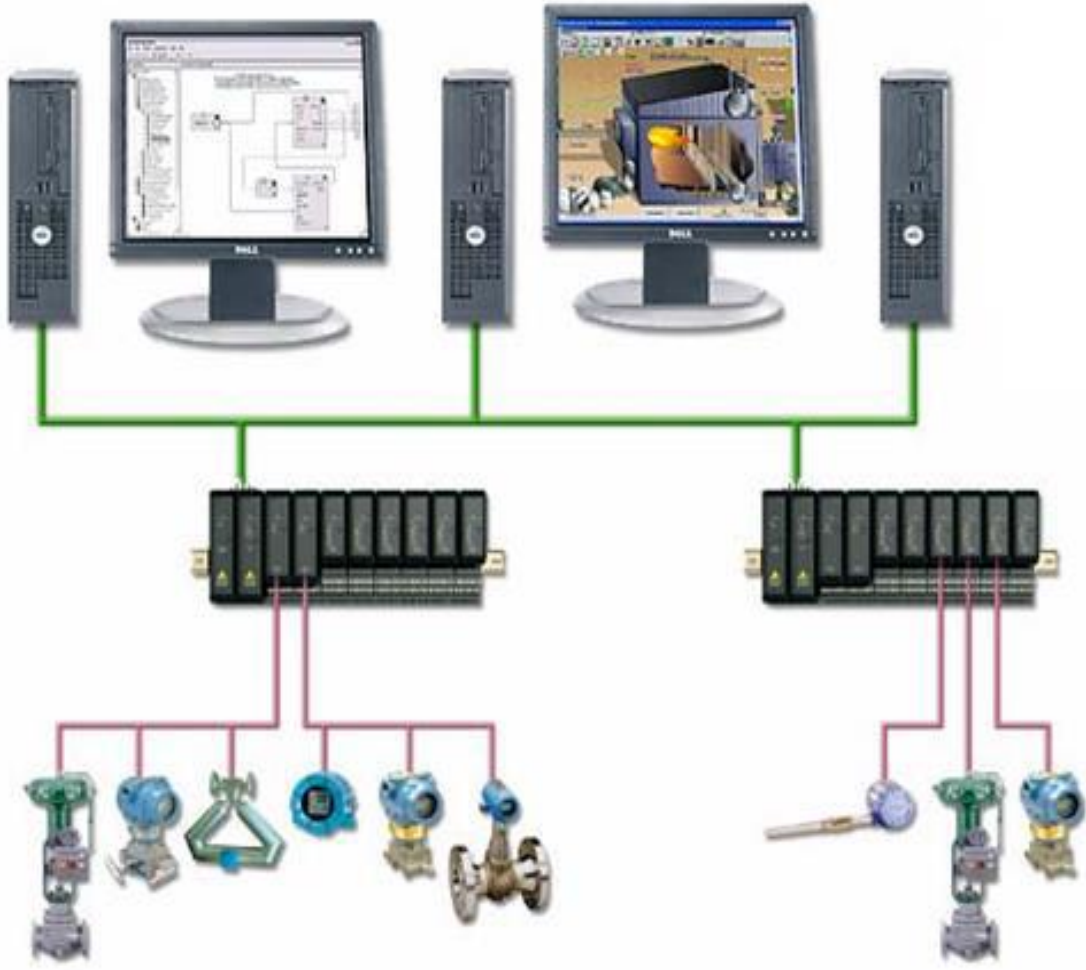
Aktif çamur prosesinin varyasyonları arasında uzun havalandırma, temas stabilizasyonu ve yüksek saflıkta oksijen havalandırması bulunur. Genişletilmiş havalandırma ve temas stabilizasyon sistemleri, birincil çökeltme adımını atlar. Motellerden, okullardan ve diğer nispeten izole atık su kaynaklarından gelen küçük kanalizasyon akışlarını arıtmak için etkilidirler. Bu işlemlerin her ikisi de genellikle paket fabrika adı verilen prefabrik çelik tanklarda sağlanır. Oksijen havalandırma sistemleri, saf oksijeni aktif çamurla karıştırır. Daha zengin oksijen konsantrasyonu, gerekli tank hacmini azaltarak havalandırma süresinin altı saatten iki saate düşürülmesine olanak tanır [25].

### **3. ATIK SU ARITMA TESİSLERİNDEKİ KOKU KONTROL ÜNİTELERİNİN PLC KONTROLÜ VE SCADA YAPILMASI**

SCADA Türkçede manası “Denetim Kontrol Etme ve Bilgi Toplama” manasına gelir. Proses, sanayisel ve yapı otomasyonlarında kullanılır. Programlanabilen denetçiler (PLC), Döngü Denetçileri, Bölünmüş Denetim Düzenekleri (DCS), I/O Düzenekleri ve Akıllı Sensörler (teftiş birimi üstünde yer alan) benzeri türlü aygıtlardan alan bilgilerini devamlı ve doğru sıralı olarak toparlayan, tanıtılan ölçütlere uygun olan verileri değerlemeye bağlı tutarak gerektiği zaman kullananlara ikaz raporları hazırlayan, üretime etki eden türlü faktörlerin merkezî bir noktadan grafiksel halde gözlenmesine yarayan ve alandaki denetim noktalarını yaklaşımadan denetlenmelerine olanak sunmak için kullanılmakta olan ve kurulmuş düzenekler adıyla tanımlanabilmektedir [26].

1960’lı senelerde Bonneville Power Administration tarafınca ileri sürülen “Supervisory Control and Data Acquisition” sözü ilk kez 1973’te PICA (Power Industry Computer Applications) görüşmesinde asıl anlamında yayın yapılmıştır [27].

SCADA düzeneklerinin fazla kullanım alanı vardır. Günlük yaşamımızda çokça alanda fark etmesek de kullanılır. Belli başlı kullanıldıkları kısımlar arasında: petrokimya sanayisi, kimya sanayisi, doğalgaz ve petrol boru kanalları, su dağıtma tertipleri, elektrik üretilmesi ve iletilmesi tertipleri, çimento sanayisi, bina otomasyonu vb. alanlar bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Tipik Scada Tertibat Tasarımı.

### 3.1 SCADA SİSTEMLERİ VE GÖREVLERİ

SCADA tertibatlarının fonksiyonlarını tümel olmak üzere 4 başlıca grupta toplanır. Bu fonksiyonlar;

- i. İzleme (Monitoring) görevleri,
- ii. Kontrol görevleri,
- iii. Bilgi Toplama görevleri,
- iv. Bilgilerin Kaydedilmesi ve Saklanması görevleri [27].

### 3.1.1 İzleme Görevleri

SCADA tertibatı ile teftiş edilebilen bir işletmede alanda mevcut tüm donanımlar anlık gözlemlenebilmektedir. Sahadaki donanımlardan (basınç, ısı vb.) çıkan veriler, SCADA görüntüsünde bulunan göstergeler üstünden operatöre tanıtılmaktadır.

### 3.1.2 Kontrol Görevleri

SCADA isteği ile işletmenin sahip olduğu değişkenler (basınç, ısı, düzey, sürat, titreşim vb. değerler) devamlı izlenilebildiğinden işletme kontrolünü sağlayabilmektedir.

### 3.1.3 SCADA Yapısı

SCADA tertibatının başlıca yapısını üç başlıkta toparlayabiliriz. Birincisi uzaktan teftiş ünitesi diye isimlendirdiğimiz data toplama ve uç teftiş üniteleridir. İkinci ise bölgelerin birbirleri ile etkileşim ve iletişim kurabilmesi için bir iletim tertibatı oluşmalıdır. Üçüncü ise tüm uç noktaların birleştiği bir bilgisayar ile teftişin sağlanabildiği, izlenebildiği ve yönetilebildiği teftiş merkezî düzeneğidir. SCADA tertibatını planlarken kurulabilecek mimariyi istediğiniz şekilde hayal edebilirsiniz [28].

(Şekil 3.2) SCADA mimarisinde görüneceği üzere tertibat neredeyse her çeşit aygıt ile iletişim sağlayabilmektedir.



Şekil 3.2: Scada Mimarisi.

### 3.2 WINCC SCADA SİSTEMİ

Makine İnsan Arabirimi (HMI – Human Machine Interface) olan WinCC, operatörün oluşumu dijital ve grafiksel şekliyle izlenmesini ve gerektiği zamanlarda müdahale edilebilmesini sağlar. Kritik aşamalarda öncesinde belirlenmiş değerlerin aşılması hâlinde alarm özelliği sayesinde uygulama operatörü uyarabilir. Diğer taraftan arşivleşme özelliği ile eskiye dönüş yapılmış derlenen, işlenen veriler dahil data tabanı nda bir daha gözlemlenebilmektedir. Arşivde yer alan ya da var olan değerlerin yazıcı çıktısının derlenebilmesi de bu uygulamanın yine bir özelliğidir. Hardware uyumu hususunda uçsuz bucaksız alanları sayesinde öbür tüm otomasyon aygıtları ile sorunsuz iletişim kurabilmekte ve sisteme basitçe uyum sağlayabilmektedir. WinCC farklı Windows işletim sistemleri uygulanma uygulamaları arasında elastik bir bağ vardır. Böylece öbür uygulamalara data aktarabilme, alabilme ya da altında çalışabilme olanağı verir. Internet Explorer, Excel, Word bu programlara verilebilecek birkaç örnektir. WinCC makine dayanağında otomasyon tertiplerinden süreç otomasyonuna dek oldukça uçsuz bucaksız bir kullanım alanına sahiptir [29].

WinCC sanayisel muamelelerde oldukça güvenilir ve atik olabilmesi kullanım alanını genişletmiştir. WinCC bazlı otomasyon sisteminin muvaffak olabildiği belli başlı tasarruf alanları şöyledir;

- a. Demir- Çelik İmalatı,
- b. Doğal Gaz ve Petrol Boru Kanalları,
- c. Su Toplama, Temizleme ve Dağıtım İşletmeleri,
- d. Elektrik İmalatı, İletimi ve Dağıtılması İşletmesi,
- e. Petrokimya Sanayisi dir.

WinCC tek veya çok sunucu kullanılmasını destekler. WinCC uygulamasının belli başlı işlevleri;

- i. Tüm prosesleri resimlemeyi sağlayan grafik arabirimi,
- ii. Alandan toplanan valörleri raporlamak, arşivlemek,
- iii. Görüntüde gösterilebilecek bildirimleri düzenlemek, bildirim vermek, gelen bildirimleri arşivlemek,

iv. WinCC muamele bölüklerinde kullanılan programlama ara birimi, datalara, işlevlere ulaşım,

v. Microsoft aplikasyonları benzeri tek biçim ara birimleri kullanmak [30].

### **3.2.1 WINCC Başlıca Fonksiyon Modülleri**

**WINCC Kontrol Ünitesi:** WINCC tertibatının yönetilebildiği alandır. Tertibat içindeki düzeltici ve bölümlere erişim sağlanmaktadır.

**WINCC Grafik Dizayn Edici:** Oluşum irtibatları ve grafiksel görüntülerin yapılandırılması gayesiyle kullanılmaktadır.

**Alarm Logging:** WINCC bildiri tertibidir. Prosese bağlı olan iletileri hazır etmek, ekranda yansıtılması, doğrulanması ve depolanması gayesiyle kullanılmaktadır.

**Tag Logging:** Hesaplanan valörlerin arşivlenmesi ve raporlanması gayesiyle kullanılmaktadır.

**Report Designer:** Bu editör raporlama işlevini yerine getirmektedir. Depolanmış veya bugünkü proses valörlerinin ve iletilerinin rapor edilmesi gayesiyle kullanılmaktadır.

**Global Scripts:** Bu editör, C komutlarının yazımı veya halihazırda standart denklemlerde değişiklik yapılmasında ve düzenlenmesi gayesiyle kullanılmaktadır.

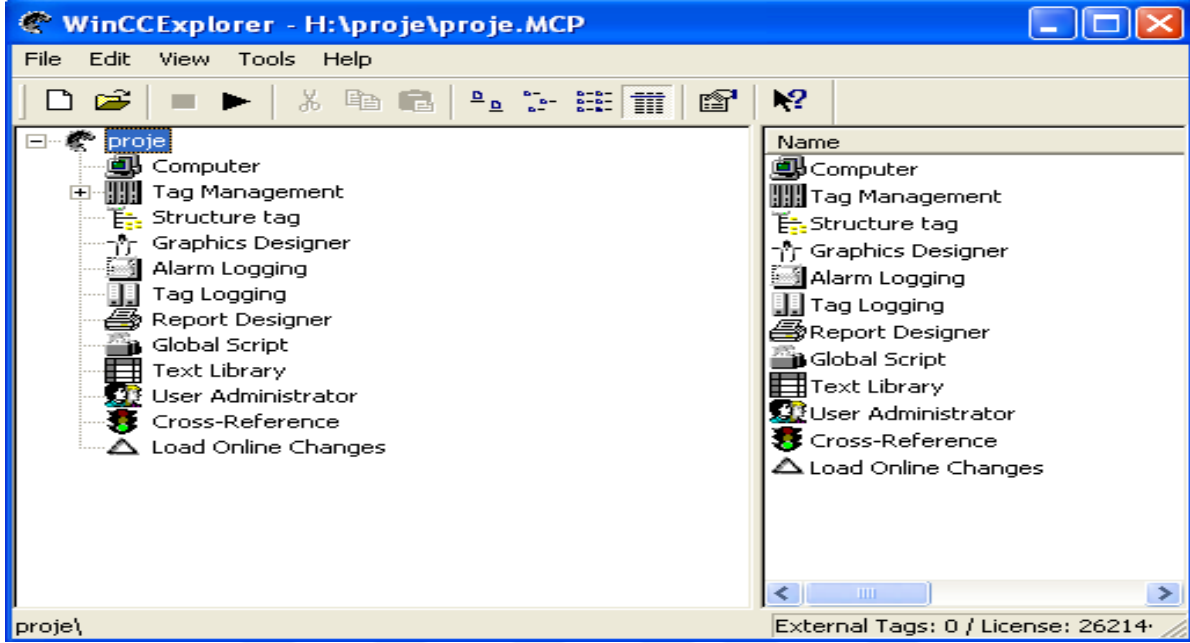
**Text Library:** İleti tertibatında birden çok lisanda yapılandırma sağlama gayesiyle kullanılmaktadır. Belli adette programlama diline yer verilmiştir.

**User Administrator:** Tertibatı kullanabilecek operatörlere yetki verilmesi gayesiyle kullanılmaktadır. Her bir kullanıcıya sisteme giriş ismi ve parolası verilmektedir. Kullanıcıların böylelikle güvenilir halde işlem yapabilmeleri sağlanmaktadır [30].

### **3.2.2 WINCC Kontrol Merkezi**

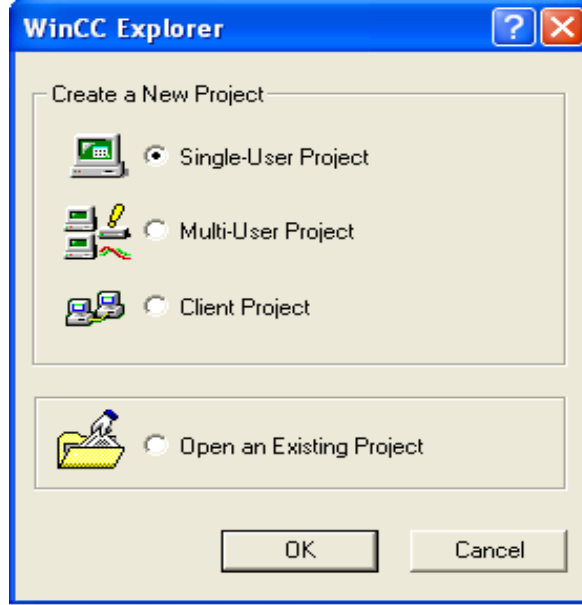
Sistemin esas teftiş fonksiyonudur. WINCC tertibatında tüm işlevlerin ulaşılabilirdiği merkezi ünitedir. Control Center'in belli başlı görevleri; tümel plan projenin idaresi (yeni bir plan proje yapmak, saklamak, adlandırmak, taşımak, kopyalamak, v.b), runtime ve yapılandırma arasında yer alan geçişler, süreç taglerinin oluşturulabilmesi, planlanıp programlanması, bilgisayar ve planlama görevlerinin kesinleştirilmesi, proje haline getirilmiş aşamanın

simülasyon yardımı ile teftiş edilebilmesidir (Şekil 3.3). Kontrol Merkezi'nde herhangi bir plân oluşturabilmek gayesiyle “mcp” (master kontrol uygulama) uzantılı dosyalar kullanılmaktadır.



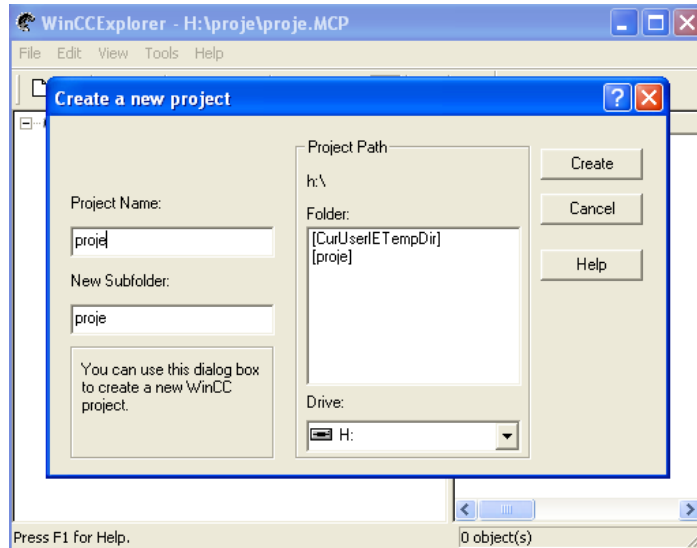
Şekil 3.3: WINCC Kontrol Merkezi Ekranı.

Plan Yapmak: Tertibat çalışırken Dosya menüsünden "Yeni" seçtiğimizde görünüme kullanıcı tercihi ekranı gelmektedir. Bu ekran, tertibatın bir veya birden fazla kullanıcı arasında seçim yapılmasını istemektedir. Kullanıcı tercihinden sonra cazip bulunan iş süresi seçimi de yapılmıca "TAMAM" butonuna basılmaktadır (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4:** Kullanıcı Tercih Ekranı.

Kullanıcı tercih ekranından seçim yapılıncaya yeni ekran açılacak olup; burada hazırlanacak belgeye ad belirlenmesi istenecektir. Belge adı belirlenince dosya “mcp” uzantısı alacak olup kendiliğinden WINCC projeleri ismi verilmiş klasörün içerisine kaydedilecektir (Şekil 3.5). WINCC planında prosesin tüm resimleri, tagleri, iletileri, arşivleri Kontrol Merkezi’ne ilave edilir. Plana isim verilmesiyle planın altında 4 esas bölüm oluşmaktadır. Bunlar Bilgisayar, Management, Tag, Veri Tipleri ve Düzenleyici bölümleridir.



**Şekil 3.5:** New Project Adlandırma Ekranı.

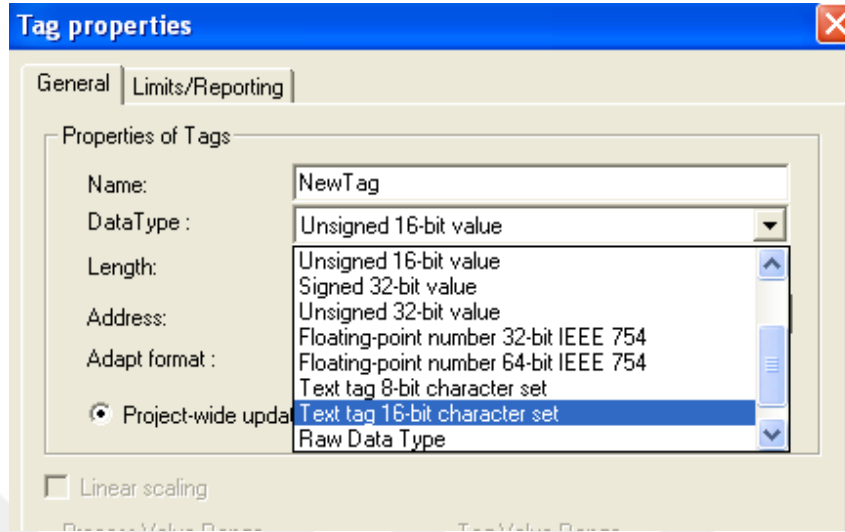
Computer bölümü: Bu bölüm üstünden Genel Bilgi, Başlangıç, Parametreler ve Grafikler, Run time bölümleri olmak üzere 4 farklı bölüme ulaşılabilir. Genel Bilgi bölümü, bilgisayarın adının belirlendiği bölümdür. Projelendirme bölümünden Çalışma-Zamanı pozisyonuna geçildiğinde, kaçınıcı WINCC editörünün çalışacağını gösteren bölüm Başlangıç Bölümüdür. Grafikler sekmesinin içinde – ‘Çalışma zamanı’ da çalışma zamanı pozisyonuna geçtiğinde monitöre yansıyacak birinci resmin ve resmin biçimini belirten bölümdür.

Tag Management bölümü: Tag’e göre; WINCC programınca kullanılabilen bütün verilerin etiket tanımlamasını yapabilir. External ve Internal Tag olarak 2 tür tag bulunur. Tag Management bölümünde tek biçim halinde Internal Tag s klasörü yer almaktadır. Hiçbir adresten bilgi alamayan, yalnızca WINCC programınca kullanılabilen Tag’ ler klasörün içinde oluşur. Ancak, sahadan verileri almak ve göndermek formülleri için External Tag’lar kullanılır. Bu sebeple programa, bilgisayarla endüstriyel iletişim prosedürleri üstünden bağımlı bütün Driver ve PLC ler benzeri otomasyon RTU’ larının tanıtımı gerekir [29]. Tag ler, plânlarda kaos oluşturmama sebebiyle Windows'un klasör düzeneği kullanılarak gruplandırılırlar. Bu sebeple ilk olarak Tag Grup hazırlanır, tag ler, ilişkin gurubun içerisine alınır.

WINCC Tertibinde Yer Alan Data Çeşitleri: WINCC tertibinde kullanılmakta olan data çeşitlerinin seçilmesi amacıyla ekrana gelen window Şekil 3.6’da yer almaktadır. Bu data çeşitlerinin izahı şöyledir:

- a. Binary Tag: Sadece 2 yönergesi olan değişkenler için kullanılan data çeşididir. Bunlar; var-yok, çalışıyor-çalışmıyor gibi yönergelerdir.
- b. Unsigned 8-bit Value: 1 byte işaretli sayılardır.
- c. Unsigned 16-bit Value: 2 byte büyüklüğünde işaretli sayılardır.
- d. Unsigned 32-bit Value: 4 byte büyüklüğünde işaretli sayılardır.
- e. Signed 8-bit Value: 1 byte büyüklüğünde işaretli sayılardır.
- f. Signed 16-bit Value: 2 byte büyüklüğünde işaretli sayılardır.
- g. Signed 32-bit Value: 3 byte büyüklüğünde işaretli sayılardır.
- h. Floating-Point Number 32-Bit IEEE 754: 4 byte büyüklüğünde virgüllü sayılardır.
- i. Floating-Point Number 64-Bit IEEE 754: 8 byte büyüklüğünde virgüllü sayılardır.
- j. Tex Tag 8-bit Character Set: 1 byte büyüklüğündeki değişkenler için kullanılır.

- k. Tex Tag 16-bit Character Set: 2 byte büyüklüğünde karakterin setleri için kullanılır.
- l. Raw Data Type: Bu tarz bir veri türü için sınırlandırma bulunmaz.

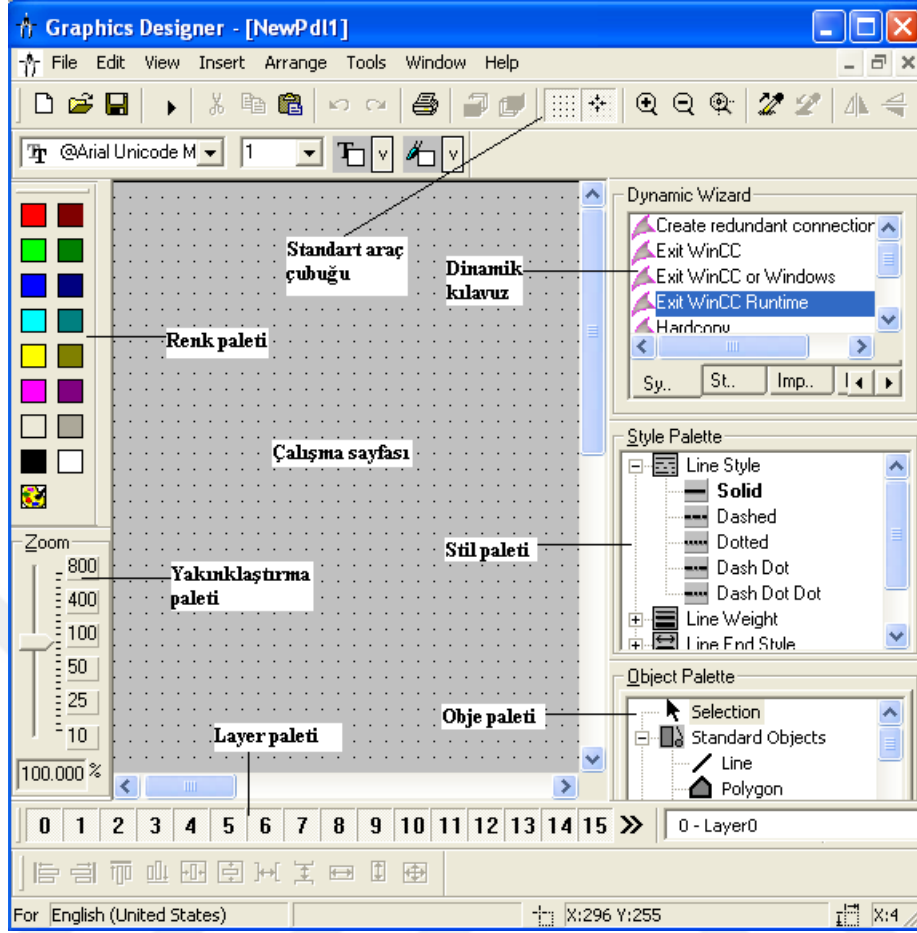


Şekil 3.6: Tag'ların Data Çeşitlerinin Seçilmesi Ekranı.

### 3.2.3 WINCC Grafik Dizaynırı

WINCC sisteminde hazırlanan grafik göstergeleri, otomasyonu hazırlanan proses ve oluşuma dahil olan tüm öğeleri gösterebilmek amacıyla düzenlenmektedir. PLC' lere işaret gönderilebilir ve alınabilir. Bu grafiklerin üstünde ölçüm değeri görüntülenebilir.

Grafik Dizayn aracılığıyla, grafik görüntüleri hazırlanabilir. Bununla beraber bu yayımcı Microsoft Window s çizme uygulamalarının tüm belirtkenlerini bünyesinde barındırır. Çok görüntüyü aynı zamanda yapılayabilir. Tasarlanan görüntülerin ebatı, ölçeğe göre farklılaştırılabilir. Beraberinde düzenleyicide, objeler panoya kopya yapılip istenildiğinde yeniden kullanılabilir. Süreçten alınan değerleri ya da durumları belirten tüm öğeler aktiftir. Bunlar sayısal valörler, bar grafikleri, canlı metinler ve benzeyenleridir. Duruma göre imge ve biçimlerdeki değişimler, görülemeyen durgun öğelerdir. Bununla beraber Grafik Dizayn yayıncısı yönerge yapılandırmasında, durgun ve aktif tüm nesnelerin renginde, ebatlarında, 45 konumunda değişim yapılabilirmeyi sağlar. Grafik Dizayn yayıncısında sayısal valörler, çıkış gösterge si şeklinde tanımlanırsa; prosesten alınmış olan nicelikleri görüntüler. Giriş belirteci şeklinde tanımlanırsa resim üstünden direkt kaynak valörün değiştirilmesine yarar. Grafik Dizayn ikonunu iki kez tıklandığımızda Graphics Designer'ın beraberinde yeni sayfa açılmaktadır. Grafik Dizayn ekranında yer alan araçlar Şekil 3.7'de gösterilmektedir.



Şekil 3 7: Grafik Dizayn Ekranındaki İşlevler.

### Grafik Dizayn Menüleri

**Dinamik Sihirbazı:** Bu seçenekler, objelerin canlı yapılandırılmasında, atamasında tertibin tek biçim işlevlerin kullanılabildiği bölümdür. Sadece işlev tanımlaması yapılır. Bunun dışındaki tüm işlevler Sihirbaz aracılığıyla bir C komutu yazılarak yapılmaktadır. Görüntü üstünde işlev tuşlarının tanımlanma işleminde oldukça pratiklik sağlamaktadır. Dinamik Sihirbazı'nın resimle alakadar işlevleri bunlardır;

- i. Ekranda bulunan resmi değiştirme işlevi.
  - ii. WINCC tertibi için pop-up penceresi açabilme işlevi.
  - iii. Operatörün yol gösterebilmek amacıyla pencere açabilme işlevi.
  - iv. Tertibatta oluşabilecek yanlışlıklara gelecek yanlış mesajı penceresi açabilme işlevi.
- Dinamik Sihirbazı'nın tek biçim dinamikleri bunlardır.
- v. Objeleri ekranın üstünde oynatabilmek.
  - vi. Objelerin özelliklerini dinamikleştirilebilmek.

vii. Herhangi bir WORD uygulamasından farklı bir WORD uygulamasına valör kopyalayabilmek.

viii. Bitleri set / reset edebilmek.

Dinamik Sihirbaz sistemi işlevlerinin yapabildiği görevler şöyledir;

- i. Win CC'den farklı uygulamaya geçebilmek.
- ii. Win CC'den kendiliğinden çıkabilmek.
- iii. Windows ya da run- time işlevinden çıkabilmek.
- iv. Run-Time printer dan çıktı alabilmek.

Dinamik Sihirbazı'nın başka mühim işleviyse arşiv işlevleridir. Kullanıcıların sahip olduğu yeni arşiv objeleri oluşturabilmesi için "WINCC User Archive" opsiyonu kullanılır.

Object palet: Grafik Dizayn yayıncısından seçtiğimiz bu menüde, nesnelerin seçimi görevi sağlanır. Seçilmesi istenen objenin üstüne gelip farenin sol tuşuna basılmalıdır. Sonrasında resmin üstüne gelinerek istediğimiz nokta ya yerleştiririz. Bu menü de 3 tür obje bulunur. Bunlar; standart obje, smart obje ve Windows objeleridir.

Standart obje: Grafik objelerinden çizgi, dik dörtgen, daire benzeri tek biçim nesnelerdir.

Smart obje: Smart obje çeşitleri bunlardır:

Application window: Bu obje, Grafik Dizayn ya da WINCC haricinde yapılandırılmış olan ileti window ları, trend windowları uygulama larının run- time' da görüntü üstünde gösterilebileceği konumu belirtir.

Picture penceresi: Bu obje, ayrı bir görüntü kaynak gösterildiğinde kullanılabilir. Örneğin planda 10 tane silo görüntülenebilir. Fakat tümünün özelliğini tek ekranda göremeyebiliriz. Fakat tek tek siloların üstüne tıklandığında ekrana gelen pencerelerle özellikleri görülebilir.

I/O field: Giriş, çıkış ya da I/O alanı şeklinde kullanabildiğimiz nesneler dir.

Bar göstergesi: Prosesten toplanan valörlerin, analog şeklinde gösterilebilmesine yarayan nesnelerdir.

Grafik objesi: Uzantısı “bmp” “wmf” “emf” olan dosyaların WinCC'ye aktarılmasında kullanılabilen objelerdir.

Status display: Uzantısı “bmp” “wmf” “emf” olan dosyaların göstergelerinden canlı imgeler yapabilmek için kullandığımız objelerdir.

Windows Obje: Windows obje çeşitleri şöyledir;

Buton: Bu obje oluşum olgularına müdahale edebilmek için kullanılır.

Check box: Daha çok alternatfin beraber olduğu işlerde kullanılabilen objedir.

Option group: Check Box objesine benzeyen objedir. Fakat muamele yapacağımız alternatiflerden yalnızca birinin seçiminde kullanılmaktadır.

Slider: Bu obje oluşumdaki analog valörlerde kalibrasyon yapabilmek amacıyla lineer düzenleyici vasfıyla kullanılmaktadır.

Alignmet palette: Gösterge öğelerinin belli düzenin içinde yapılanmasına yardım eder. Ekranın üzerinde yer alan birden çok objenin seçimiyle aktifleşir. Objeleri sağa ya da sola dayama, dikey ya da yatay ortalama benzeri işlev tuşları bulunmaktadır.

Zoom palet: Gösterge ekranının, dizayn modunda küçültülmesi veyahut büyütülmesi görevini gerçekleştirebilen menüdür.

Standart toolbar ve font palette: Windows'un stabil görevleri, font ve renk düzenlemelerini içermektedir.

Style palette: Bu menü hazırlanan objelerin görsel özelliklerinin değişimi amacıyla kullanılmaktadır.

Color palette: Hazırlanılan oluşumların renklendirilmesinde kullanılmaktadır. Pek çok renk alternatifi vardır.

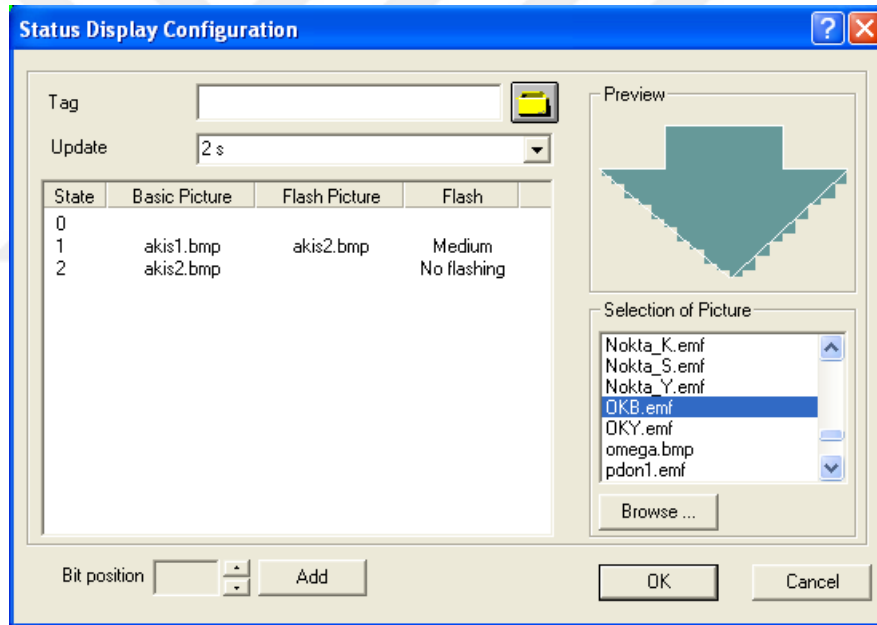
Layer bar: İstediğimiz katmanın aktifleşmesini gerçekleştiren menüdür. Bu menü hazırladığımız oluşum resminin 15 ayrı katmana bölünmesini ve objelerin düzenlenmesini sağlamaktadır.

Status bar: Ekranda farenin olduğu yeri, klavyede hangi kliklerin açık bulunduğunu belirten statüko belirten menüsüdür.

Yapılan oluşum resim objelerinin canlandırılması: Grafik Dizayn' da hazırlanan resim objelerinin, canlandırılması amacıyla altı tane bölüm bulunmaktadır.

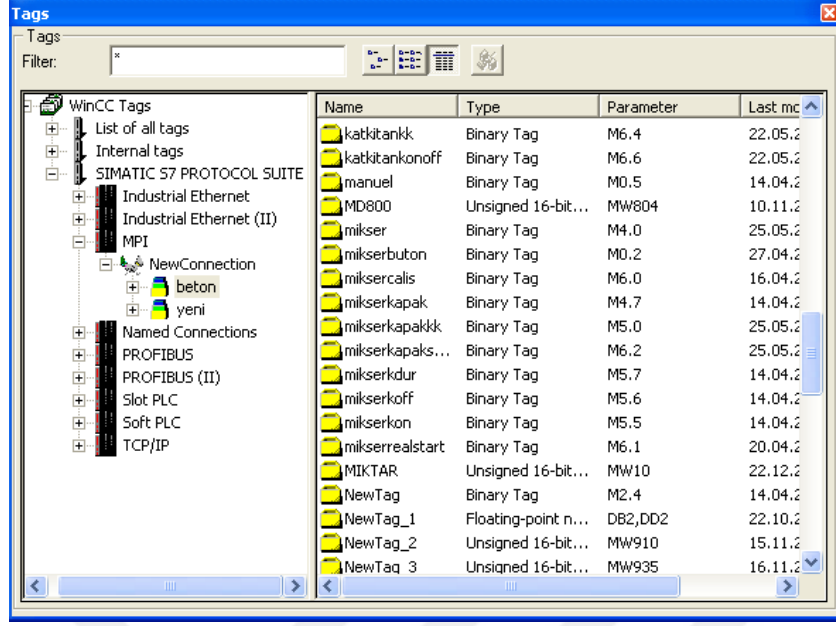
Configuration diyalog: Proses resmindeki bir obje direkt bir tag' e bağlanacak ise, datalar kadrandan belli şart olmadan iletilecek ya da alınacaksa, bu bölüm kullanılmaktadır. Bir bar grafiğinin çizimi ve bir tag' e bağlı olması, bu bölümün kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Bu bölümle alakalı açılmış pencere Şekil 3.8' de yer almaktadır.

- i. Structure Tipleri: Plan hazırlarken talebe göre kullanıcı bizzat data türünü, bu tip bir data sayesinde hazırlayabilir. Tag'in internal veya external olduğu, hangi türde değışim yapabileceğimizi bu window dan öğrenebiliriz.
- ii. Text Reference: Text Kütüphanesi yayıncısında hazırlanan bir satırı gösteren internal tagler amacıyla uygulanan data çeşididir [30].



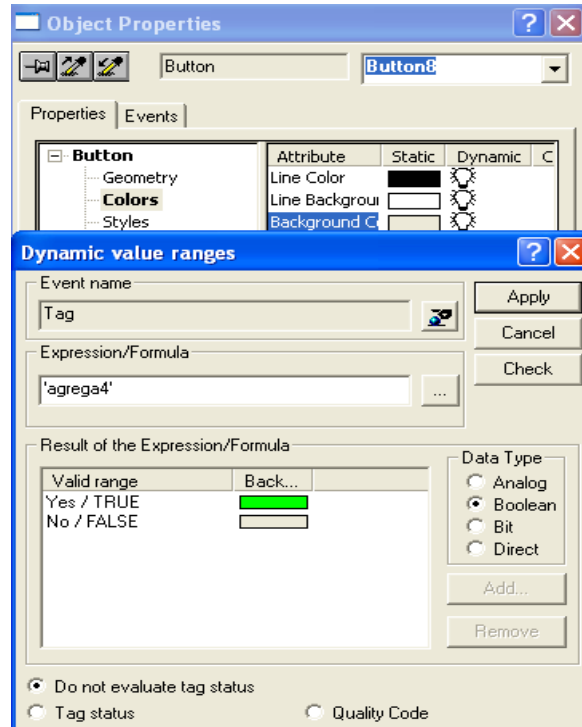
Şekil 3.8: Configuration Diyalog Window.

Tag connection: Bu bölüm, tag' ler bire bir görüntüde gösterimiyle internal ve external tag' lerin dolaysız irtibatında kullanılmaktadır. Bu bölümün bilgisayar penceresinde görülebilen görüntüsü Şekil 3.9'da yer almaktadır.



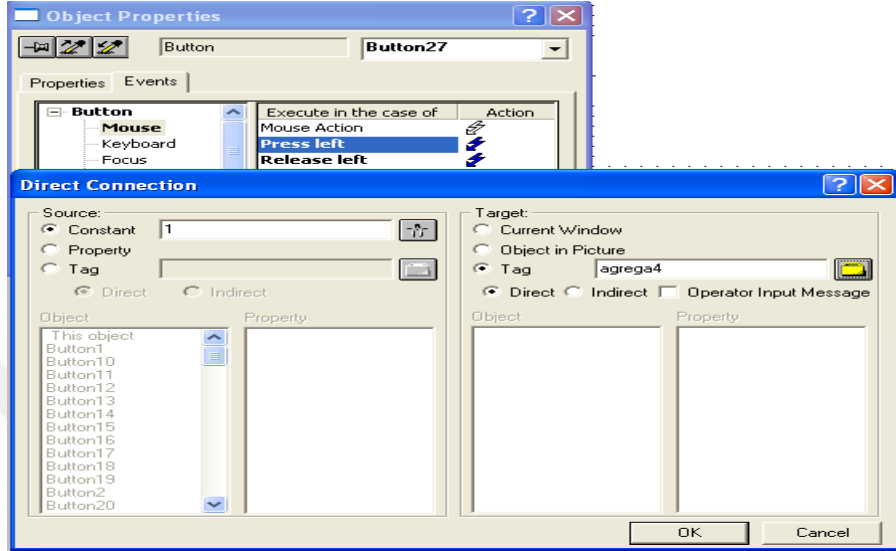
Şekil 3.9: Tag Connection Window.

Dynamic diyalog: Bu bölüm, procesten alınmış valörlerin belli sınırlarında başka direktifler tanıtılmasına imkân sağlamaktadır. Prosesin belli kısmında basınç, ısı, debi vb. valörleri olarak bunların görüntüde gösterilebilen değişik kısımlarında farklılıklar yapabilmemize imkân tanır. Dinamik Diyalogla alakalı window Şekil 3.10'da görüntülenmektedir.



Şekil 3.10: Dynamic Dialog Window.

Direkt connection: Bu bölüm, objelerin tüm işlevlerinin gösterilebilmesine olanak tanır. Ekranda görüntülenip görüntülenemeyeceği, konumları, renkleri vb. özellikleridir. Objeler birbirlerine ve tag' lere bu kısımdan bağlanmaktadır. Direkt Connection penceresi Şekil 3.11'de yer almaktadır.



Şekil 3.11: Direct Connection Window.

ANSI C işlevleri: Bu bölüm, C dilinde yazılmış olan işlevlerle objeleri canlandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu görevi yerine getiren tüm bölümlerin yapabildiği muameleler Win CC'nin C programı ile gerçekleştirilebilir.

Pop-up pencerelerinin hazırlığı: Bu bölüm, grafik görüntüleri hazırlarken, operatörü yönlendirme veya detaylı malumat verebilme amacıyla pencereler oluşturmak için kullanılmaktadır.

### 3.2.4 Alarm Oluşumu

İleti tertibi: Win CC tertibinde bu yayıncı, iletiler amacıyla kullanılmaktadır. İletim yöntemiyle alınabilen işaretler, çalışabilme hâlleri, yanlışlar, alarmlar görüntüde ileti şeklinde gösterilmektedirler. Bu iletiler raporlanır, saklanır, operatörce alınır. Bu nedenle iletiler, ileti grupları yapılarak yapılandırılmaktadır.

İleti penceresi: İleti penceresine ait olan özelliğin belli olduğu ileti bölümü olup; bu bölüme farklı ulaşma yöntemi "Message Window Wizard" yardımcı programıdır. Window şekline

verilmiş ad, seçilmiş ileti satırı, değişkenler ve durum çubuğu ve araç bar işlevlerinden hangisinin aktifleştireceği bu bölüm yardımıyla değiştirilir.

### **3.2.5 Etiket Oluşumu**

Bu yayıncı, PLC aracılığıyla ölçülebilen valörlerin Win CC tertibinde grafik ve tablolar statüsünde gösterilebilmesi işlevlerinde kullanılmaktadır.

### **3.2.6 Rapor Tasarımcısı**

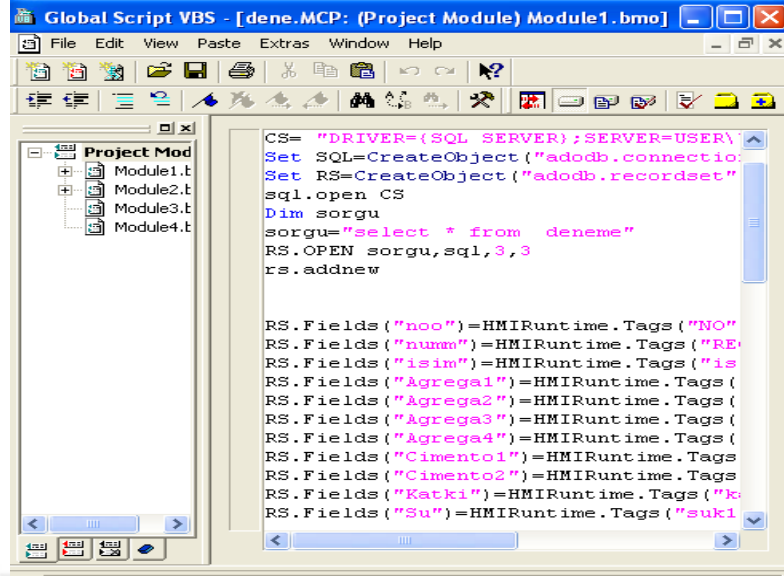
Raporlamayı gerçekleştirebilmek amacıyla Reports bölümü üstünden farenin sağ kliğiyle pop-up kısmı açılmaktadır. Bu bölümden “Add/Remove...” seçildiğinde “Assigning Report Parameters” window açılmaktadır. Burdan 2 çeşit rapor seçimi yapılabilir. “Message Sequence Report Active” and “Archive Report Active” rapor etme türleridir.

Eğri ekranı: Tertibatta kısa ya da uzun dönemli arşivlemeden alınmakta olan valörler görüntüde trend eğriler şeklinde gösterilebilmektedir. Bunun için Graphics Designer yayıncısında oluşum resmi üstünde bir uygulama penceresi oluşturulmaktadır. Oluşturulmuş window Tag Logging editörüne bağlanmaktadır. Oluşumdan alınmış valörlerin eğriler şeklinde, belli halde görüntüye yansıtılması “trend windows template” bölümünde belirlenmektedir. Beraberinde hangi tag'den eğri alacağı, X ve Y apsislerinin hangi şekliyle kullanılacağı, dataların hangi şekilde görüntüde gösterileceği yeniden bu bölümde belirlenmektedir.

### **3.2.7 Genel Düzen**

Bu yayıncı, Win CC tertibi içinde C komut ve işlevlerinin genel adıdır.

Global Script görünümünde C diliyle yazılmış olan irtibat bileşenlerine bir örnek Şekil 3.12’de gösterilmektedir.



Şekil 3.12: Global Scripts Window.

### 3.2.8 Kütüphane

Win CC tertibinde bir den fazla dil kullanmaya yarayan yayımcıdır. Çok uluslu işletmelerde; ileti, görüntü ve alarm üstündeki bilgilere daha fazla dilde erişmeye de olanak sağlar. Options bölümünden “Add language” seçilirse “Select Language” window açılmaktadır. Bu window dan kullanmak istediğimiz dil veya diller seçilmelidir, Win CC tertibince seçilmiş dil kabul edilmektedir [30].

### 3.2.9 Yönetici

Win CC tertibinde kullanıcılara belli nispette yetki verebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Birden çok kullanıcının olduğu tertiplerde, operatörü parolalar kullanılarak yetkilendirmektedir. Burada new kullanıcı ya da grup adı ilave etmek mümkün olmamaktadır. Bu sebeple Add User yönergesi seçilmelidir. Bu yönerge tertibe yeni eklenmek istenen kullanıcının hangi ad ve parolayla sisteme dahil olacağını "Establish New User" window ile sorgulamaktadır. Bu pencerede, kullanıcı ismi (Login), parola (password) ve yine parola (Verify password) girilmesi istenmektedir. Böylece tertip güvenirliliği şifrenmesi new kullanıcı ismiyle sağlanmaktadır [30].

### 3.3 STEP 7 MANAGER

STEP 7 Siemens AG'nin ürettiği S7 serisi PLC'leri ayarlayabilmek ve programlayabilmek amacıyla kullanılmakta olan ileri seviye bir yazılımdır. Esas olarak S5 mantığı kullanılmıştır, ama sistem değişkenleri yardımıyla gereken işlemler ve ortama göre ince ayarlamalar yardımıyla sistem daha aktif kullanılabilir. Genel olarak kullanım yerine göre birçok standart programlar bulunur. PLC ile PC arasında haberleşmeyi sağlamak, PLC'ye program yüklemek, program çekmek STEP 7 ile düzenlenebilir. Programlama dillerinden Statement List, Ladder diyagramı ve Fonksiyon Blok diyagramı daima kullanılabilir, ayrıca bu dillerin birbirlerine dönüştürülmeleri de gerçekleştirilebilmektedir [31].

SİMATİC Manager endüstriyel yazılımda şu özellikler bulunur.

Parametreler oluşturulduktan sonra program her kısımda kullanılabilir.

- i. Projede kullanılmak istenen ekipmanlar sembol tablosunda liste şeklinde yer alır.
- ii. Otomasyon sanayisinde; proje yönetilmesi, kontrol öğelerinin koordinasyonu ve kullanıcı programının yönetilmesini sağlamaktadır.
- iii. Açıklamalı olan yardım dosyaları Step 7 programına ait direktif, ekipman, iletişim gibi bilgilerinin kullanımında kolaylık sağlamaktadır.
- iv. Siemens tarafından oluşturulan özel bloklarla programlamada kolaylık sağlamaktadır.
- v. Sisteme ait olan kontrol öğelerinin bir arada gösterilebildiği yazılımlar ile kolaylıklar sağlamaktadır [31].

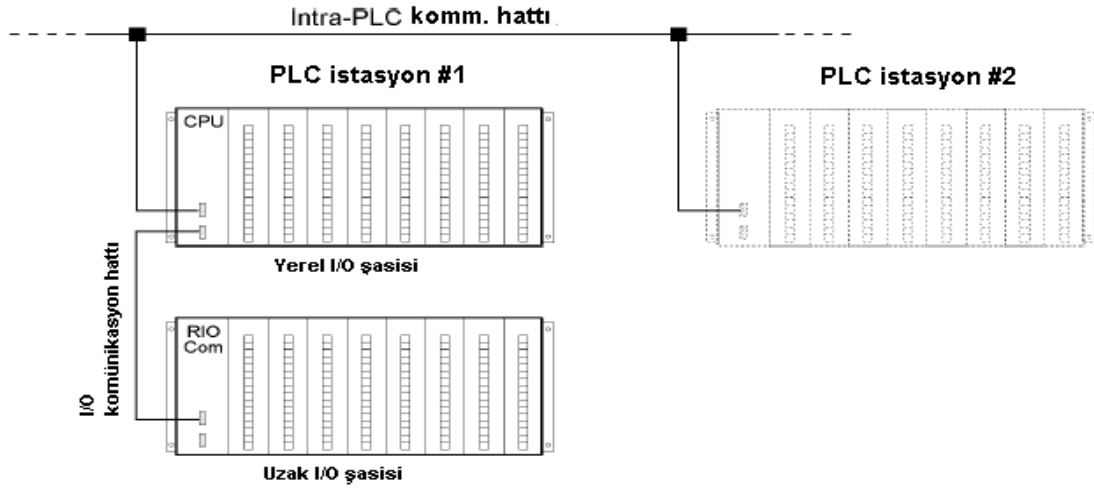
### 3.4 SAHA DONANIMLARI

#### 3.4.1 PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolör)

PLC'ler işlemin neticesi olarak ortaya çıkan direktifleri iş öğelerine aktarabilen mikro işlemci tabanlı cihazlar olup, içinde bulunulan programa göre sensörlerden (algılayıcılardan) aldıkları verileri işlemektedir.

1970'lerden itibaren PLC'ler, fiziki bağlantılı röle, merdiven / basamak lojisi yazılımı ve katı durum elektronik girdi ve çıktı bölümleri kombinasyonu ile yer değiştirir (Şekil 3.13).

Genel itibariyle, ekonomik olarak tek biçim ekipman çareleri sunan PLC'ler, RTU elemanı olarak SCADA tertibi içinde kullanılmaktadır [32].



Şekil 3.13: Plc Sisteminin Yapısı.

### 3.4.2 PH Orp Sensörü

PH, bir çözeltinin asitlik ya da bazlık seviyesini gösteren ölçü birimidir. Açılımı "Power of Hydrogen" (hidrojenin gücü veya potansiyel hidrojen) dir.

Kimyasal süreçlerin izlenmesi: pH veya ORP değerlerini hızla değiştiği H<sub>2</sub>S gibi elektrot zehirlerinin yüksek oranda olduğu yıkama kulelerindeki ph ve orp devasallığını ya da dönüşümünü tek biçim bir elektriksel değere çeviren ekipmanlardır [33].

### 3.4.3 H<sub>2</sub>S Sensörü

Gaz sensörleri sanayide ve farklı uygulama alanlarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Hidrojen sülfür, çürük yumurta kokusunda ve renksiz zehirleyici bir gazdır. Sisteme giren ve çıkan hava akımı içerisindeki H<sub>2</sub>S devasallığını ya da dönüşümünü tek biçim bir elektriksel değere çeviren ekipmanlardır [34].

### 3.4.4 CH<sub>4</sub> Sensörü

Metan, kimyasal formülü (Karbon ve 4 Hidrojen atomu) olan bileşiktir. Normal sıcaklık ve basınçlarda gaz halinde bulunan metan, kokusuzdur. Doğalgazın bir bileşenidir ve önemli bir yakıttır. Sisteme giren ve sistemden çıkan hava akımı içerisindeki CH<sub>4</sub> büyüklüğünü veya

değişimini standart bir elektriksel değere çeviren ekipmanlardır. CH<sub>4</sub> sensörleri hava kalitesi ölçümüyle ilgili çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır [34].

#### **3.4.5 Ultrasonik Debimetre**

Ultrasonik debimetrelerde, ses hızından faydalanarak debi ölçümleri hesaplanmaktadır. Ses üstü (yüksek) frekanslı ses dalgalarının değişim zamanlarının (transit-times) ölçümüne bağlı olan gaz akış hızlılığını indirekt yoldan ölçebilen ekipmanlardır [35].

#### **3.4.6 Basınç Transmitteri**

Basınç transmitterler, kulelerde boru kanalları üstünde yer alıp ölçülebilen basıncın dönüşümünü ya da büyüklüğünü tek biçim bir elektriksel değere çevirebilen ekipmanlardır [36].

#### **3.4.7 Sıcaklık Transmitteri**

Sıcaklık transmitterler, kulelerde boru kanalı üstünde yer alıp ve ölçülebilen sıcaklığın dönüşümünü ya da büyüklüğünü tek biçim bir elektriksel değere çevirebilen ekipmanlardır [37].

#### **3.4.8 Dozaj Pompası**

Bir proseste, bir katkı maddesinin akışkanın içerisine belirli bir zaman diliminde belirli bir oranda eklenmesi işlemine genel olarak dozajlama denilmektedir. Bu işlemin yapılması için kullanılan ekipmanlar ise dozaj pompası olarak adlandırılmakta olup dozaj pompaları ile kulelerdeki kimyasallar dozlanmaktadır [38].

#### **3.4.9 Sirkülasyon Pompası**

Sirkülasyon pompası, kapalı devre çalışan sistemde sıvının deveranı için kullanılan pompa modeli olup kulelere gelen havanın yıkanması için suyun devir daimini sağlar [39].

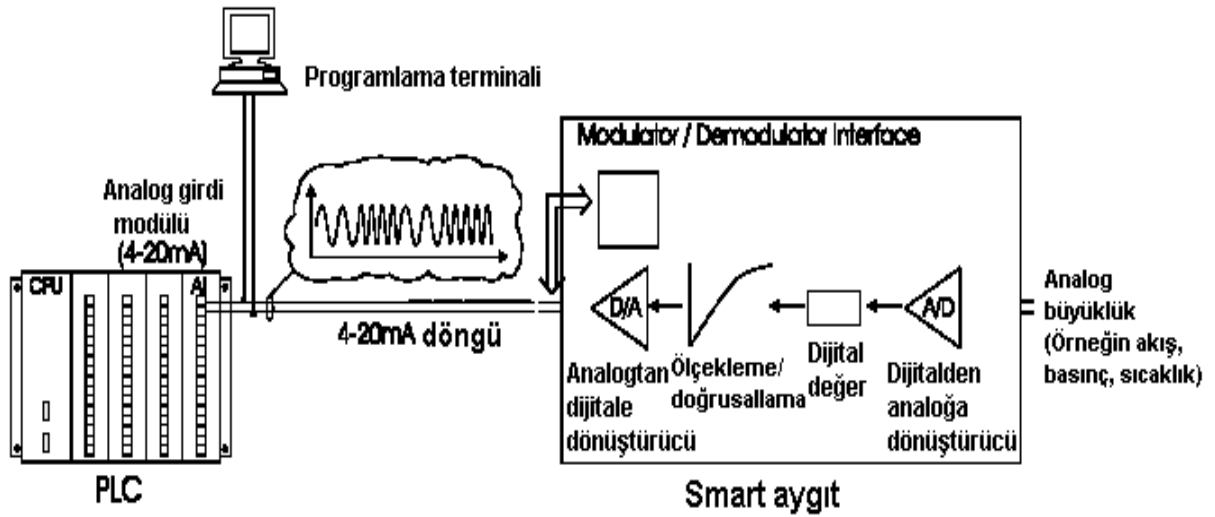
#### **3.4.10 Emiş Fanları**

Emme fanı, ortamdaki havayı emer çalıştıkları ortamların basıncını düşürür ve kötü kokunun yıkama kulelerine taşınmasını sağlar. Bu fanlar, havanın uygun miktarda iklimlendiren

mahalde dolaşımını sağlar. En uygun miktarda daha fazla dış hava alımı halinde, fazla basınç olmasına engel olur [40].

### 3.4.11 Akıllı Cihazlar

Akıllı aygıtlar anlama ve teftiş muameleleri için kendi işlemcilerini kullanmaktadırlar. Bu terim çoğu zaman yanlış kullanılıyor olmasına rağmen, anlamı bilgisayar köklü tertiplere sağlanmakta olan doğrusal data yolu teknolojisine sahip, akıllı (mikroişlemci bazlı) sayısal ölçüm sensörüdür. Akıllı cihazlar sayesinde I/O modülleri gibi ekipmanlara ihtiyaç duyulmamaktadır (Şekil 3.14). Tipik bir akıllı cihaz [32].



Şekil 3.14: Tipik Bir Akıllı Cihaz.

## 3.5 ENDÜSTRİYEL VERİ İLETİŞİMİ

İletişim; bilginin verici ile alıcı arasında uygun taşıma yöntemi (kanal) kullanılarak transferi olarak tanımlanabilir. Protokol, bu süreçte farklı dillere sahip cihazların uygun senkronizasyonunu sağlamak üzere tanımlanan ortak dili temsil eder. Endüstriyel tasarımlarda merkezi işlem sistemlerince oluşturulan datalar (bilgiler) kodlanarak, söz konusu protokol ağı aracılığı ile çevre birimlere aktarılır ve bu birimler söz konusu kodları uygun tanımlar ile çözerek arzu edilen mekanik hareketi gerçekleştirir [41].

Otomasyon sistem senkronizasyonlarında; röle, algılayıcı ve valf birimleri gibi araçlar, bilgisayar ya da programlanabilir lojik kontrolörler (PLC) aracılığı ile iletişimi meydana getirebilir. Bu sayede söz konusu elemanlarda dataların alınıp işlenmesi, saklanması ya da

işlemden geçirilerek ayıklanması sağlanabilir. Günümüzde teknolojik birimlerin gün geçtikçe daha fazla beklentiye karşılık vermek üzere tasarlanması, bu sistemlerin daha profesyonelce kullanımını gerektirmiştir. Endüstriyel sistemlerde söz konusu donanımsal ağlar, bilgisayar ya da donanımsal aygıtları senkronize etmek üzere bir iletişim ağının kurulmasını sağlamaktadır. Tümleşik bir altyapı mimarisi ile oluşturulan bu sistemler, birbiri ile anlık veri transferini sağlayabilmektedir [41]. Kontrolörler arası iletişimin sıklıkla görüldüğü alanlar; bant sistemleri, robotik sistemler ve üretim tezgâhları gibi alanlardır. Bir elektronik cihaz üzerinden kontrol sistemleri istenen yerde ve zamanda gerçekleştirilebilir. Endüstriyel sistemlerde genellikle bilgisayar arayüzü üzerinden cihazların ve enerji izleme sistemlerinin kontrolü sağlanabilmektedir [42].

Endüstriyel haberleşmenin avantajlarına bakıldığında aşağıdaki genellemeler yapılabilir;

- a. Yatırım bedeline oranı ile çok yüksek verim.
- b. Sistem durdurulmadan bakım yapılır arıza aranabilir.
- c. Yeni bir aygıtın sisteme eklenilip sistemden çıkartılması kolaydır.
- d. Dış etkenlerden daha az etkilenir.
- e. Arıza takip, uyarı ve alarm tanımlamaları daha kolaydır.
- f. Sistemlerin kurulması, devreye sokulması hızlı, hesaplı ve yalındır.

Aygıtların birbiriyle daha güvenli, daha hızlı ve daha az iletici kullanılarak senkronizasyonu ile haberleşmenin sağlanması, endüstriyel haberleşme sistemlerinde/ağlarında temel hedeflerin başında gelmektedir [43]. Bu bağlamda özellikle endüstriyel iletişim protokolleri olan; Modbus, Devicenet, Profibus, Canbus, Ethernet ve Fieldbus gibi iletişim protokolleri sisteme dahil edilebilmektedir.

Zamanımızda en çok tercih edilen iletişim yöntemleri ve pazar payları tablo 3.1’de verilmiştir [41].

**Tablo 3.1:** En Fazla Kullanılan Veri İletişim Protokolleri ve Pazar Payları Oranı.

| İletişim Protokolü | Pazar Payı | Uygulama Alanları     | Sponsorları                |
|--------------------|------------|-----------------------|----------------------------|
| CANBus             | 25%        | Otomotiv              | CiA,OVDA, Honeywell, Bosch |
| Profibus           | 26%        | Proses kontrol        | Siemens, ABB               |
| LON                | 6%         | Bina otomasyonu       | Echelon, ABB               |
| Ethernet           | 50%        | Fabrika içi veri yolu | Bütün şirketler            |
| Interbus           | 7%         | Üretim                | PhoenixContact             |
| Fieldbus           | 7%         | Kıyma endüstrisi      | Fisher-Rosemount, ABB      |
| ASI                | 9%         | Bina otomasyonu       | Siemens                    |
| Modbus             | 22%        | Noktalar arası        | Birçok şirket              |
| ControlNet         | 14%        | Fabrika içi veri yolu | Rockwell                   |

### 3.5.1 Fieldbus

Fieldbus Foundation, dağıtılmış süreç kontrolörü olarak dünyada kullanılan otomasyon sistemlerin neredeyse %80'ine sahip 140 şirket tarafından dizayn edilmiş bir iletişim protokolüdür. Kullanıcı katmanı (user layer), haberleşme çatısı (communication framework) ve fiziksel katman (physical layer) şeklinde 3 ara birim tarafından oluşturulan (Web 5) Fieldbus haberleşme protokolünün avantajları;

- Yüksek güvenilirlikle iletişimin gerçekleşmesi,
- Sistemin kendini test etmesi,
- Kurulum bedeline nispeten yüksek verim,
- Veri yuvarlama kaybı yok,
- Sisteme eleman ekleme sistemden eleman çıkarma kolay,
- Bakım yapılması ve arızanın giderilmesi için sistemin durdurulmaması,
- Sistem dış koşullardan pek etkilenmez,
- Arıza tespiti ve takibatı basit,
- Sistemin devreye alınması ve bakımı pratik, hızlı, ucuz şeklinde ifade edilebilir [41].

### 3.5.2 Profibus

Aralarında Bosch ve Siemens gibi küresel aktörler tarafından da desteklenen Profibus, küresel bağlamda endüstriyel haberleşme altyapısı için kullanılan önemli iletişim protokollerinin başında gelmektedir. Karmaşık ve yüksek hızlı uygulamaları çözümleyebilen veri iletim sistemine sahip Profibus, farklı firmaların ürettiği aygıtlar arasında haberleşme mekaniğini sağlayabilmektedir [41].

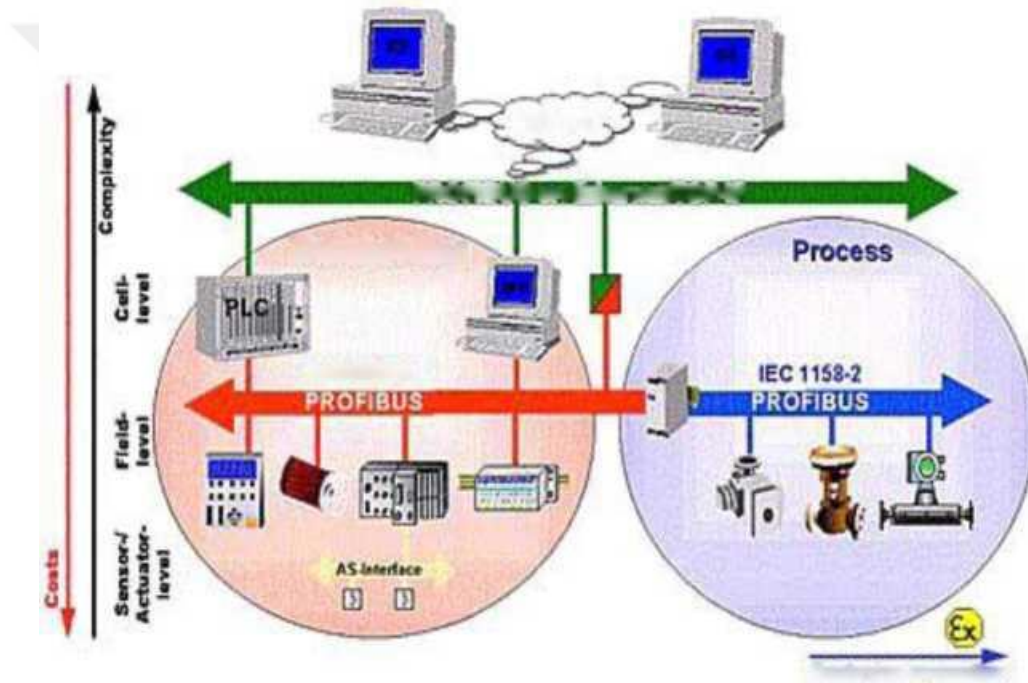
Otomasyon sistemleri çalışıyor olsa dahi çevre birimlerinin sisteme dahili ya da sistemden çıkarılması söz konusu olabilmektedir. Profibus bu bağlamda özellikle arıza belirleme ve hata algılama kabiliyeti ile söz konusu çevre birimlerinden doğabilecek hasarları önceden haber vererek gereken müdahaleyi yapma imkânı vermektedir. Farklı amaçlar için gerçekleştirilen profibus sistemleri vardır [41].

Profibus FMS; SCADA ve otomasyona dönük iletişim protokolü olarak üretim işletmeleri ve devasa otomasyon sistemleri için kullanılabilmektedir. Geniş veri altyapısı da dahil programlara ve değişkenlere erişimi mümkün hale getirebilmektedir. Sistemin uygulama fonksiyonelliği tepki verme hızına göre ön plandadır.

Profibus PA; özellikle ekstra güvenlik gerektiren riskli ve devasa otomasyon üretim alanları için tercih edilen bir iletişim protokolüdür. Saha ekipmanlarının çalışma esnasında demontasyonu için de önemli avantaj sağlar. Profibus PA; sıcaklık, basınç ve seviye transmitterleri gibi saha ekipmanlarına ek proses kontrolör ve otomasyon sistemi arasında bir köprü görevi görür. Her ne kadar Profibus ailesinin yeni aktörlerinden olsa da son derece dinamik bir veri akışı ve kullanışlı arayüzü sayesinde, önemli bir iletişim protokolü varyansızdır (Şekil 3.15). Analog 4-20 mA aralıkları için tercih edilebilecek bir teknoloji olmaya aday PA teknolojisi, bakım, devreye alma, kablolama ve planlama gibi bir dizi süreç yönetimi için %40 daha fazla verim sağlayabilmektedir. Buna ek olarak güvenlik ve işlevsellik de optimum düzeydedir. Patlama tehlikesi olan alanlarda (Ex-alanlarda) da işlevi yüksektir [44].

Profibus DP (Decentrale Peripheral), merkez konumda bulunan PLC ekipmanları ile merkez konumda yer almayan aygıtlar arasında güvenilir, hızlı ve en az maliyetle veri transferi sağlayabilen bir profibus varyasyonudur. Bu sayede iletim hatlarında kayda değer bir rahatlık sağlayabilir. Buna ek olarak sistemsel özellikleri şu şekildedir;

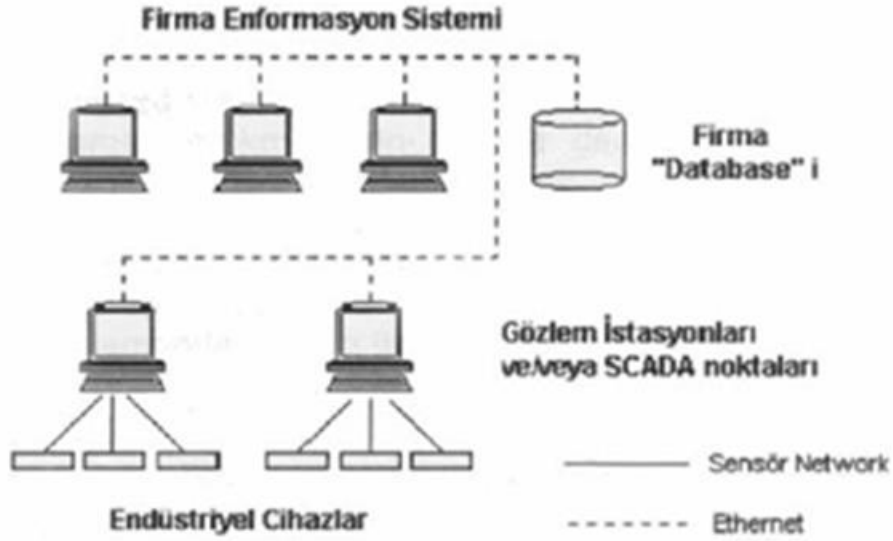
- a. Tek kabloyla otomasyon aygıtına (PLC) doğrudan doğruya bağlanılabilir.
- b. Modüler değiştirme ve cihazların değiştirilmesi mümkündür.
- c. Elektrik kablolarında 12 kilometre, fiber optik kablolarında 90 kilometreye kadar bilgi alışverişi yapılabilir.
- d. İçinde iki damarın olduğu blendajlı kablo veya fiber optik kablo ile bilgi alışverişi gerçekleştirilmektedir.
- e. Saha donanımları ile çevre birimleri sistem çalışırken çıkartılıp takılabilir.
- f. Her bir bus alanına 32, toplamda 126 katılımcı dahil olabilir.



Şekil 3.15: Profibus Yapısı.

### 3.5.3 Ethernet

Ethernet Data Acquisition; daha çok ev tipi veri aktarımı olarak bilinen ethernet özellikle endüstriyel ortamlarda daha güçlü veri iletimini hızlı bir şekilde sağlayan; makinaların veri elde edilmesi de dahil süreç yönetimine, cihaz kontrolüne ve testlerin yapılmasına imkân tanıyan bir iletişim alt yapı protokolüdür (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Ethernet Yapısı.

### 3.5.4 MODBUS

MODBUS, en eski iletişim protokollerinden biri olarak endüstriyel alan tasarımlarında veri transferi için dizayn edilmiş bir sistemdir. Özellikle PLC sektöründe önemli bir aktör olarak bilinen Modicon firması tarafından geliştirilen bu protokol, kendi ürünleri arasındaki veri transferini kolaylaştırmak gayesiyle geliştirilmiştir. Zamanla bu alanda bir standardizasyon haline gelen Modbus, her ne kadar diğer iletişim protokolü ağını tercih eden firmalar tarafından birincil protokol olmasa da her zaman en fazla güven duyulanların başında gelmiştir [45].

AEG-Medicon ve Gould-Modicon gibi markalar ile tasarlanırsa da 1979 yılından itibaren Schneider Group tarafından satın alınması sonrasında endüstriyel arenaya Schneider Electric's protokol isim hakkıyla devam etmiştir. Modbus'un yerine her ne kadar daha üstün teknolojili ve hızlı iletişim protokolleri hayata geçirilmişse de marka güvenilirliği ve güvenli arayüzünden dolayı halen en çok kullanılanlar arasında yer almaktadır [46].

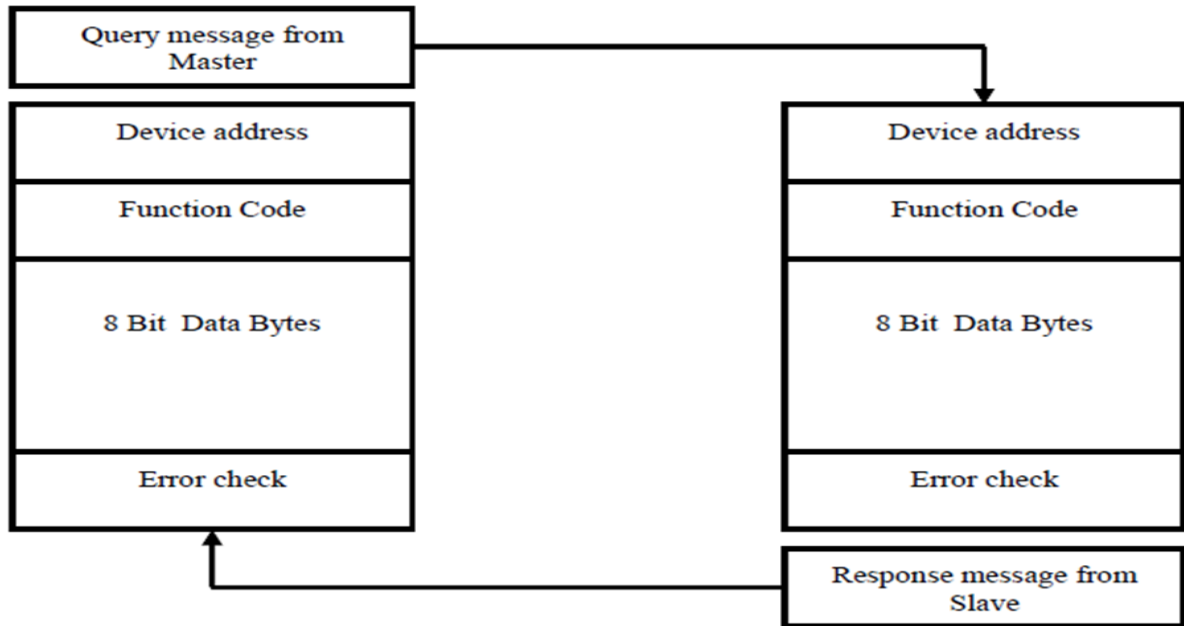
#### 3.5.4.1 MODBUS protokolünün genel özellikleri

Modicon PLC, kendi arasında ve diğer aygıtlar ile özel bir ağ üzerinden haberleşebilmektedir. Modicon programlanabilir kontroller, kendileriyle ve diğer aygıtlarla çok türlü ağlar üstünden haberleşebilirler (Şekil 3.17). MODBUS, haberleşme protokolünün

OSI modelinin 7'nci seviyesindeki uygulama katmanıdır ve network üzerindeki çeşitli cihazlar arasındaki client/server veri transferini sağlar [45].

Standart MODBUS ağlarında haberleşme işlemini üç veri iletim modu ile gerçekleştirirler (ASCII, RTU ile TCP). Cihazlarda seri (RS-232, RS-485) ile Ethernet (TCP/IP) portu bulunmaktadır. Bu seri portlar; bağlanmak için kullanılır, Ethernet portu ise haberleşme noktasında devreye sokulur. Seri portu (ASCII veya RTU) modunu, Ethernet portu ise (TCP/IP) modunu kullanmaktadır [47].

MODBUS, istek/cevap prosedürüdür ve fonksiyon kodları tarafınca özelleştirilmiştir. MODBUS fonksiyon kodları istek/cevap birimi PDU'nun bir birimidir. MODBUS, farklı ağ tiplerinde birbirleri arasında bağlanıp istek/cevap haberleşme sağlayan mesaj protokolünün uygulama katmanıdır. Kolay haberleşme altyapısı için önemli bir protokol olan MODBUS, ağ mimarilerinin tüm alt varyanslarında kullanılabilmektedir [46].



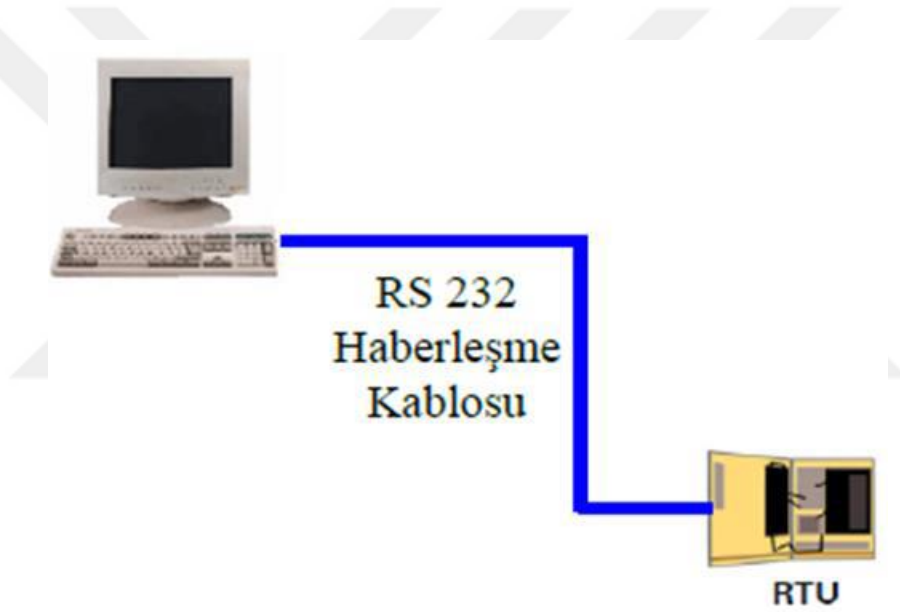
Şekil 3.17: Modbus İstek/Cevap Protokolü.

#### 3.5.4.2 SCADA'da bağlantı tipleri

##### a. RS-232

RS-232 farklı iki aygıt arasındaki veri transferini sağlamak üzere geliştirilmiş; 15-30 m mesafeli veri aktarımı sağlayan bir porttur. Bit hızı ve kablo tipi, veri iletim hız ve kalitesini etkileyebilmektedir. Bir adaptör yardımı ile başka tipte arabirime çevrilebilir (Şekil 2.18). Basit bir devre kullanarak bir RS-232 portu, birçok aygıtı bağlanabilen ve daha uzun mesafelerde çalışabilen bir RS-485'e çevirmek mümkündür [48].

RS-232 linklerde dengesiz (unbalanced) hatlar kullanılır. Dengesizlik, hatlardaki sinyallerin elektriksel karakteristiklerine bağlıdır. Sinyalin, sinyal voltajının tek bir tele uygulandığı ve tüm sinyal gerilimlerinin tek bir toprağı referans aldıkları hat dengesiz bir hatır. Bu tip bir arabirime tek-uçluda denilmektedir. Dengeli ya da fark (differential) hatlarında her bir sinyal için, biri diğerindeki sinyalin tersini (inverse) taşıyan iki tel kullanılır [49].



Şekil 3.18: RS-232.

RS-232 özellikleri

RS-232 bazı noktalarda avantajlar içermektedir. Bunlar;

- i. 2 yollu bir link için sadece üç tele ihtiyaç olmaktadır. Paralel linkte sekiz adet data hattıyla iki ve daha fazla kontrol sinyali ve birkaç da toprak hattı bulunur. Kablolama maliyeti yanında bir de konnektör sorunu bulunmaktadır.
- ii. Linkler 15 ya da 30 metre uzunlukta olabilir. Çoğu cihazlardaki arabirimler uzun mesafelere yönelik değildirler. USB linkler yaklaşık 5 metre (16 feet), PC paralel arabirimi 3 metre ile 4,5 metre arası (10-15 feet) ve IEEE-1284 tip B sürücülerle ise 9 metre (30 feet)

olabilmektedir. Oysa RS-232 çok daha uzun kablolarla da iş görebilir. Her RS-232 bir modeme bağlanırsa, bu durumda telefon şebekesini tüm dünyaya iletim amacıyla kullanmak mümkündür.

iii. Mikro kontrolörde, arabirim yongaları bir 5 V seri portu RS-232 ye çevirebilirler.

iv. Her PC’de bir ve daha fazla bulunur. Yeni PC’ler USB gibi arabirimleri desteklemesine rağmen RS-232 USB ile gerçekleştirilmesi zor birçok işlemi gerçekleştirebilir.

Bunlara ek olarak bazı dezavantajlardan da bahsedilebilir. Bunlar;

i. Çok uzun linklerde farklı arabirim gerekebilir. Daha yüksek hız, daha uzun link ve daha çok düğüm olması halinde RS-485 dengeli arabirimi bir çözüm olabilir. (Şekil 2.18)

ii. Belirlenen en yüksek hız 20,000 bps (bit per second)’dir. Birçok arabirim 20,000 bps nin üzerindeki hızlarda kullanılmaktadır.

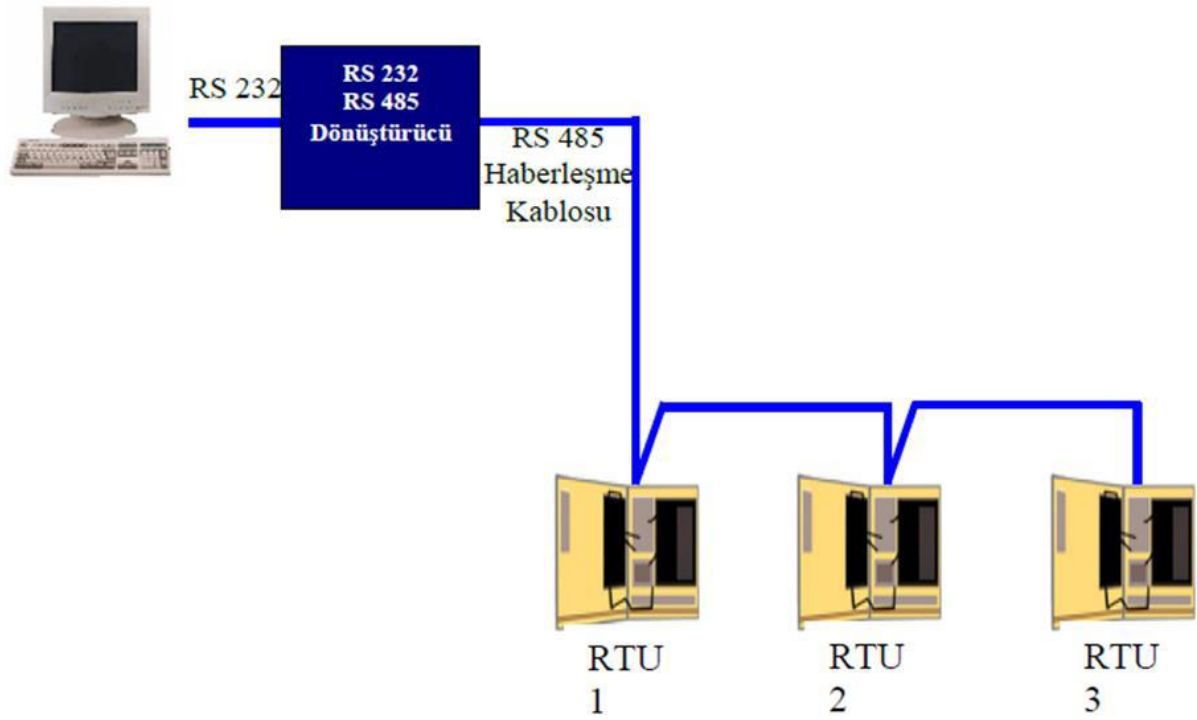
iii. Bir linkte ikiden fazla cihaz bulunmayabilir.

iv. PC’lerde çok sayıda seri port bulunmasına rağmen her biri için bir kesme istek hattı tahsis edilmez. Mikro kontrolör donanımında genelde bir tane seri port bulunmaktadır.

v. Linkin karşı ucu paralel veri gerektiriyorsa, gelen veri paralel veri haline dönüştürmek için UART kullanılması gerekir [49].

b. RS 485

RS-232 de gereken yüksek hızlara erişilmediğinde ya da bazı uzak mesafeler söz konusu olduğunda veri transfer çözümü için RS-485 portu devreye girebilmektedir. İki cihaz ile sınırlı olmayan RS-485’li linkler; bit hızına, arabirim yongalarına ve mesafeye bağlı olarak sayıları 256’ ya varabilen düğüm bir linkle bağlanabilir. Şekil-3.19 ’da RS-485 görülmektedir [50].



Şekil 3.19: RS-485.

RS 485'in özellikleri

RS-485, standartta TIA/EIA-485 olarak geçer. RS-232'ye nazaran şu şekilde bazı ekstra avantajlarından söz edilebilir;

- i. RS-485, seri arabirimlemede kullanıldığı gibi farksal SCSI gibi hızlı paralel arabirimlemede de kullanılabilir [50].
- ii. Sürat. Saniyede 10 Mega bit hız mümkün olup kablo boyu bit hızıyla ilişkilidir.
- iii. Uzun Linkler. Link uzunluğu 4000 feet'e çıkabilir. RS-232'de bu limit 50-100 feet'tir.
- iv. Ağ Kapasitesi. İki cihazla sınırlı olmayışı RS-485'nin çok sayıda sürücüsü ve alıcısı olmasını sağlar. Yüksek empedanslı sürücülerle bir RS-485 256 düğümlü olabilir.
- v. Maliyeti düşüktür. Sürücüler ve alıcıları pahalı değildir. +5V ya da daha düşük güç kaynağıyla çalışırlar. Böyle bir kaynakla, farksal çıkışlarda gereken minimum 1.5 V'luk farkı üretebilirler. RS-232'nin  $\pm 5V$ 'luk minimum çıkışı,  $\pm$  gerilimli bir güç kaynağını ya da bunları türeten daha pahalı bir arabirim yongası gerektirir.

RS 485'te dengeli ve dengesiz hatlar

RS-485'te dengeli hatların varlığı, onların uzun mesafelerde de veri transferi sağlayabilmelerine olanak tanımaktadır. Sinyaller için her portun üzerinde birer çift tel gerekmektedir. Bir teldeki voltaj, diğer teldeki tamamlayıcısıyla, negatif voltajla, aynı büyüklüktedir. Alıcı, voltajlar arasındaki farka tepki verir. Dengeli hatların avantajlarının başında yüksek gürültü bağışıklıkları gelir. Bu transferin bir diğer adı farksal iletimdir.

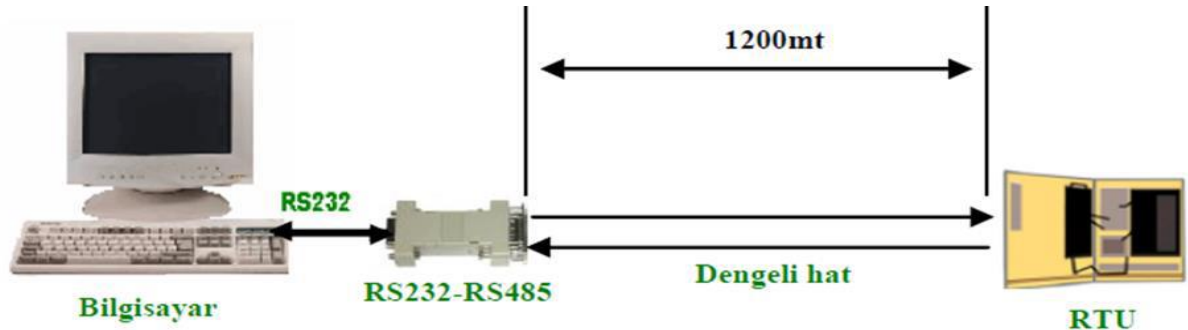
RS-232 dengesiz, ya da tek-uçlu, hatlarla çalışır. Burada alıcı, sinyal voltajıyla ortak toprak hattı arasındaki farka tepki verir. Dengesiz bir artı biriminde çok sayıda toprak hattı olabilir. Ancak bunların hepsi bir noktadan bağlanırlar.

#### RS 485'nin dönüştürmesi

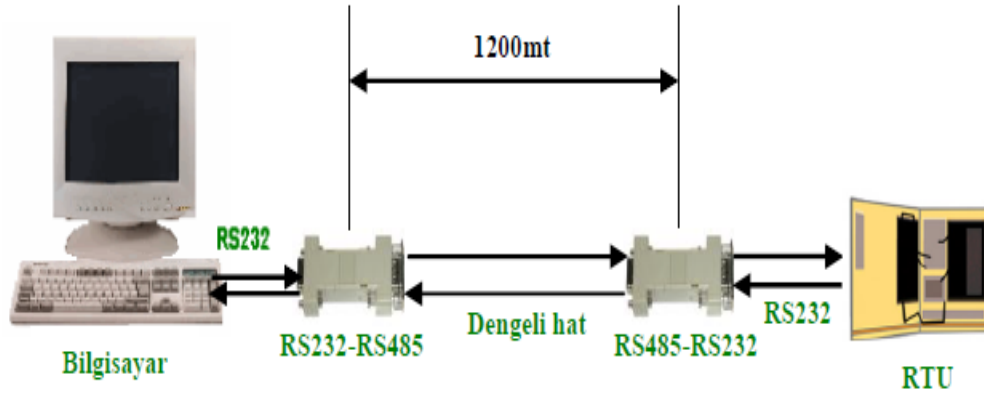
Bilgisayar seri portları RS-232 çıkışlıdır. Birden fazla RTU'ye bağlanmak ve uzun mesafeli seri haberleşmede RS-485 daha fazla avantaj sağlar. RS-485 ile iki tel üzerinde 1200 metreye kadar veri transferi sağlanabilir. Şekil 3.20'de RTU'nun bilgisayara dönüştürücüler ile bağlantısı görülmektedir [45].

RS-232'nin halledebileceğinden yüksek hızlarda ve uzak mesafelerde veri transferi gerektiğinde çözüm RS-485 olacaktır.

Aşağıda Şekil 2.20'de görüldüğü gibi birden fazla cihazın kontrolü yapılacaksa bunların tek bir dönüştürücüye paralel bağlanması yeterli olacaktır. Speed dome kamera/zoom kamera/Pan-tilt motor üzerindeki adresleme switchleri farklı adreslere ayarlanarak hepsinin ayrı ayrı kontrolü yapılabilir. Fakat bazı RTU'larda tek seri port girişi (RS-232) bulunması durumunda, RTU'nun girişine bir RS232-RS485 dönüştürücü ilave edilmelidir. Buda şekil 3.21'de görülmektedir [45].



Şekil 3.20: Rtu'nun Bilgisayara Dönüştürücüler ile Bağlantısı.



Şekil 3.21: Tek Seri Port (RS-232) Girişli Rtu'nun Bağlantısı.

### 3.5.5 CANBUS

Controller Are Network (CAN) protokolü, Bosch firmasınca özellikle otomotiv sektörüne dönük olarak geliştirilen bir veri iletim protokolüdür. Kısa sürede standardizasyonu sağlanabilmiş bu protokol herhangi bir abone ya da kullanıcı adrese sahip olmamasına rağmen işlem önceliğine göre veri transferi sağlayarak güven, hız ve ardışıklık bağlamında avantajlar sağlar [41]. CANBUS, özellikle otomotiv sektöründe sıklıkla tercih edilen bir protokol sistemidir ve otomotiv sektörünün ihtiyaç duyduğu ekstra performans güvenilirliğini sağlamak üzere doğru ve hızlı veri aktarımını sağlar. Bütün haberleşme birimlerine eşit veri transferi imkânı sunan CANBUS, öncelik içermediğinden kısmen veri iletim çatışmasına neden olabilmektedir. Bu da kimi zaman boş veri transferi ya da hatalı veri salınımına neden olabilmektedir. Ancak özellikle son yıllarda senkronize edilen birimlerin nitelik bakımından öncelik sıralamasına alınması sayesinde kısmen de olsa bu sorun ortadan kaldırılmıştır [41].

CAN-BUS, otomotiv elektroniği, akıllı motor kontrolü, asansörler, akıllı sensörler, makine kontrol birimleri, akıllı binalar, kaymayı engelleyici sistemler, trafik sinyalizasyon sistemleri ve laboratuvar otomasyonu gibi uygulama alanlarında maksimum 1Mbit/sn'lik bir hızda veri iletişimi sağlar [52].

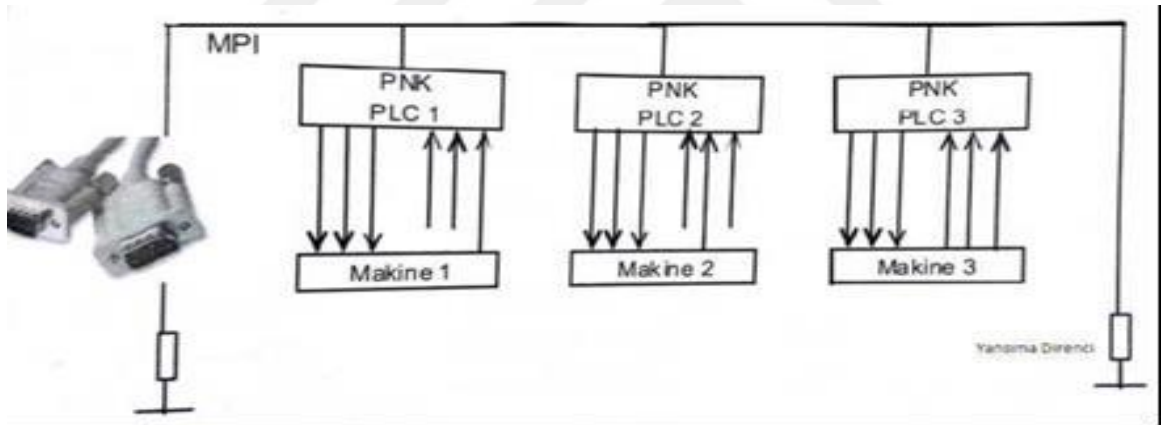
### 3.5.6 DeviceNet

DeviceNet, Allen-Bradley tarafından aktüatörler ve akıllı algılayıcılar için geliştirilmiş profesyonel arayüze sahip hızlı, güçlü ve güvenilir veri aktarımı sağlayan bir veri iletim

protokolüdür. DeviceNet ile limit switch, fotoelektrik algılayıcı, barkod okuyucu ve motor starterleri gibi düşük seviyeli aygıtlara bağlanılabilir ve PC veya PLC gibi daha üst seviyeli aygıtlarla haberleşme sağlanabilir [52].

### 3.5.7 MPI

MPI (MultipointInterface), Siemens tarafından geliştirilmiş bir bus sistemi olarak sensörleri, aktüatörleri, kumanda sistemlerini ve iletim ağlarını provoke eden bir iletim protokolüdür (Şekil 2.22). Maksimum 32 adet slave (istemci) blendajlı iki damarlı kablo ile birbirine bağlanan MPI sisteminde; Master ve Slave arasındaki mesafe maksimum 50 metre olmalıdır. 50 metreden daha uzun mesafelerde ise RS 485 tekrarlayıcılar (repeater) kullanılır. Ardı ardına 10 tane kullanılabilen bu tekrarlayıcılar arasındaki mesafe 1000 metreye kadar çıkarılabilir. Haberleşme hattını yansılardan korumak için hattın başında ve sonunda sonlama dirençleri devreye sokulur. Dirençler MPI fişi üzerindeki anahtarın aktif/pasif durumuna göre devreye alınır [41].



Şekil 3.22: MPI Haberleşme Mimarisi.

### 3.5.8 AS-I

AS-I (Aktüatör-Sensör Arayüzü), en alt seviye otomasyon düzeyinde son derece basit bir algoritma ile oluşturulan ve algılama elemanları ile tahrik unsurlarınca kolay bir şekilde algılanabilen bir protokol sistemidir. Paralel kablolama esasına göre dizayn edilen AS-I, sektördeki 11 farklı işletme tarafından finanse edilerek üretimi sağlanmıştır. Her ne kadar bir standardizasyon altyapısı olmasa da bu alanda önemli sertifikasyon edinme sürecine girmiştir. Son zamanlarda geliştirilen aygıtların senkronizasyonunda kullanılmaya başlanan

AS-I, merkezi kontrolör ve buna entegre 31 alt düzey kontrol mekanizmasına bağlanabilmektedir. AS-I denetleyicisi doğrudan ana otomasyon sistemine bağlanabildiği gibi bir başka sistemin alt sistemi olan mantıksal komponent grubu olarak da bulunabilir. Özel veri dönüştürücüleri ile Profibus DP sinyalleri AS-I formatına çevrilerek kullanılabilir.

AS-I sisteminde temel olarak algılayıcılardan gelen sinyaller işlenir ve aktüatörleri kumanda eden valfler kontrol edilir. Bu amaca hizmet eden standart giriş/çıkış modülleri vardır.

### **3.5.9 Interbus-S 64**

Açık sistem konsepti şeklinde uyarlanan bu iletişim teknolojisi, Fieldbus altyapısını kullanmaktadır. Bir halka sistemi olan Interbus, kapalı cihazların senkronizasyonu için önemli bir parametreye sahiptir. Tüm aygıtlar içinden bir kablo aracılığı ile veri iletimi sağlayan sistem, veri gönderme yolu ve çıkış yolu belirler. 256 cihaz ile Interbus Master/Slave sistemine bağlanabilen protokol, son cihaz için ise otomatik olarak 50 halkayı kullanır. Sonlandırma dirençlerine gereksinim duymayan protokol, seri bağlantı metodunu aynı zamanda farklı mekanlarda yer alan aygıtların diğer bus sistemlerinde gerekli olduğu şekilde bir bus adresi tayin etmesini de zorunluluktan çıkarır. Bunun nedeni sistemdeki cihazların fiziksel konumu ile otomatik olarak belirlenmektedir. Bu kullanıma hazır özelliği, sistemin başlangıcında, izlenmesinde ve arıza teşhisinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Gelecekte otomasyon teknolojisinde, fiber optik, endüstriyel ağ için iletim ortamı olacaktır [53].

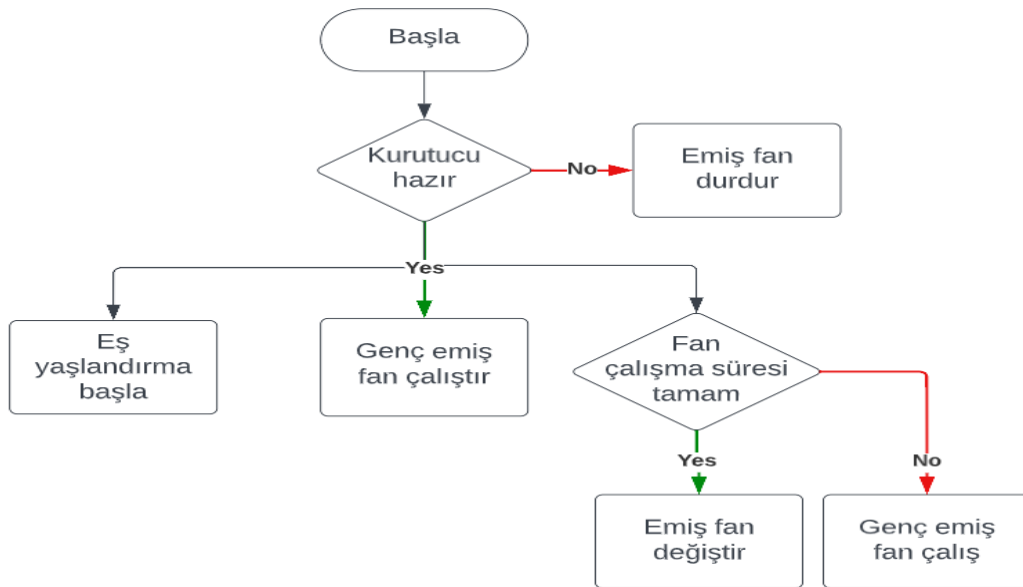
## 4. ATIK SU ARITMA TESİSLERİNDEKİ KOKU KONTROL ÜNİTELERİNİN FLOW CHART OLUŞTURULMASI, PROGRAMININ ÇALIŞMASI VE SCADA ARAYÜZÜ

### 4.1 KOKU KONTROL ÜNİTESİ AKIŞ ŞEMASI

İleri biyolojik koku kontrol üniteleri biyolojik koku kirliliğine göre ihtiyaç dahilinde modellenenbilmekte; yıkama kule sayıları, emiş fan büyüklüğü ve sayısı, sirkülasyon pompaları sayısı, kulelerde kullanılan kimyasal maddeler değiştirilebilmektedir.

#### 4.1.1 Emiş Fanı Akış Şeması

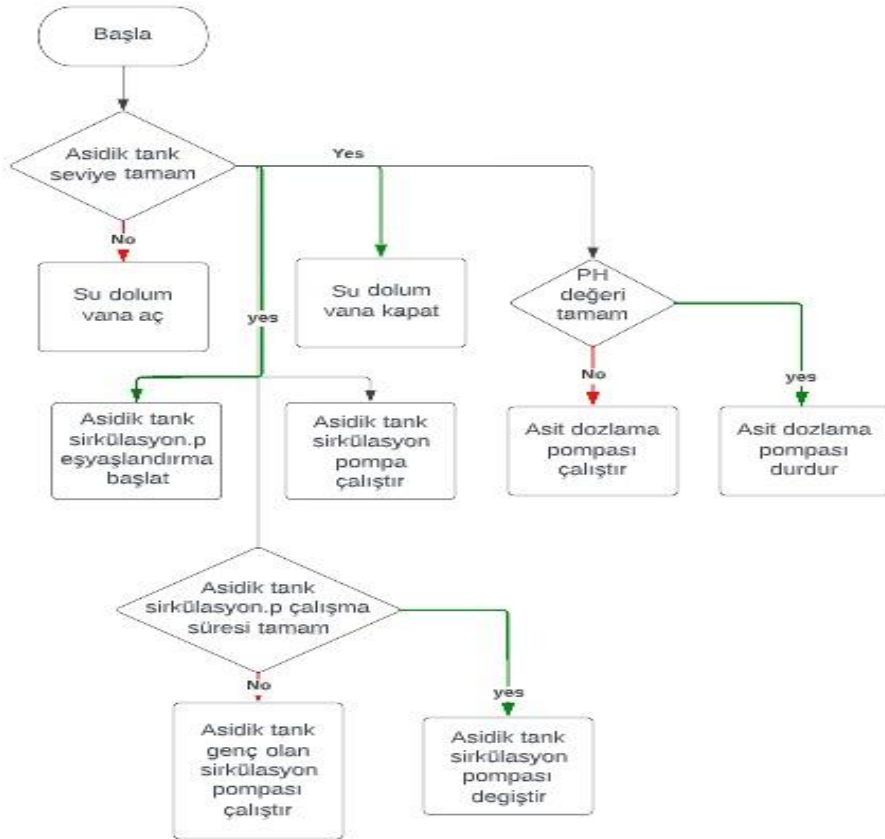
Emiş fanı akış şemasında ilk önce koku kontrol ünitesi tarafından verilen “Başla” sinyali ile kurutucunun hazır olup olmadığının bilgisi kontrol edilmektedir. Buna göre kurutucu hazır değil ise emiş fanı durdurulmakta, kurutucu hazır ise koku kontrol ünitesi emiş fanı eş yaşlandırma başlatılmaktadır. Aynı zamanda; genç olan emiş fanı da çalıştırılmakta ve fanın çalışma süresi kontrol edilmektedir. Fanın çalışma süresi tamamlanmadı ise genç fan çalışmaya devam etmekte, tamamlandı ise fan değiştirme komutu devreye girmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Koku Kontrol Ünitesi Emiş Fanı Akış Şeması.

#### 4.1.2 Asidik Tank Akış Şeması

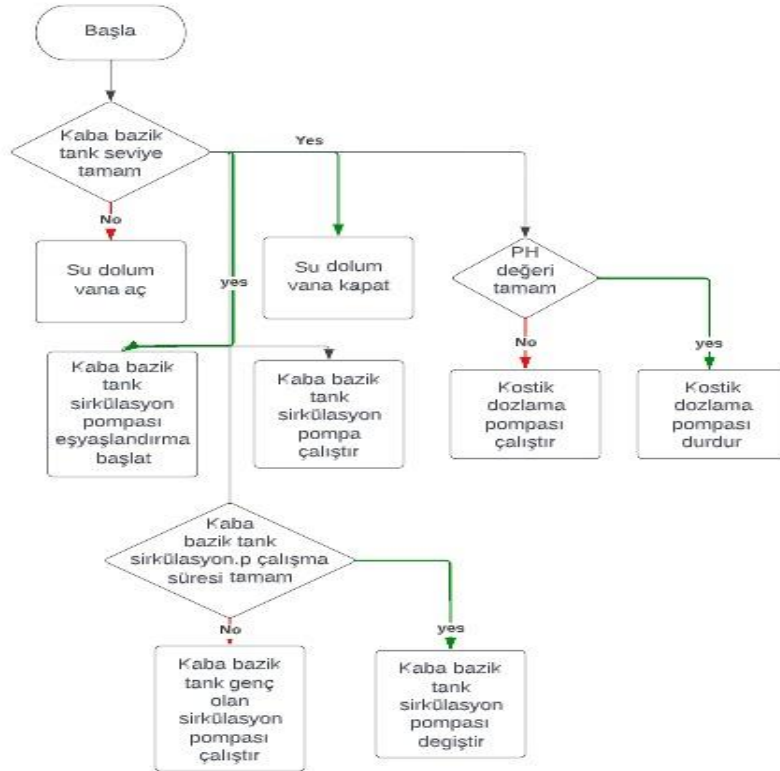
Asidik tank akış şemasında ilk önce koku kontrol ünitesi tarafından verilen “Başla” sinyali ile Asidik tank seviyesinin hazır olup olmadığının bilgisi kontrol edilmektedir. Asidik Tank seviye sensöründeki su seviye verisi yeterli değil ise su dolum vanası açılarak tank su ile doldurulmaya başlanmakta, tank seviye sensöründeki su seviye verisi yeterli ise su dolum vanası kapatılmaktadır. Vananın kapatılması ile beraber asidik sirkülasyon pompası eş yaşlandırmayı başlatmaktadır. Aynı zamanda; genç olan asidik sirkülasyon pompası çalıştırılmakta ve pompanın çalışma süresi kontrol edilmektedir. Pompanın çalışma süresi; tamamlanmadı ise genç asidik tank sirkülasyon pompası çalışmaya devam etmekte, tamamlandı ise sirkülasyon pompası değiştir komutu devreye girmektedir. Asidik tank seviyesinin tamamlanması ile beraber tank içerisindeki PH sensörü tankın içindeki suyun PH değerini kontrol etmektedir. Ölçülen PH değeri yeterli değil ise kostik dozlama pompası çalıştırılmakta, PH değeri yeterli ise kostik dozlama pompası durdurulmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Asidik Tank Akış Şeması.

#### 4.1.3 Kaba Bazik Tank Akış Şeması

Kaba bazik tank akış şemasında ilk önce koku kontrol ünitesi tarafından verilen “Başla” sinyali ile kaba bazik tank seviyesinin hazır olup olmadığının bilgisi kontrol edilmektedir. Kaba bazik tank seviye sensöründeki su seviye verisi yeterli değil ise su dolum vanası açılarak tank su ile doldurulmaya başlanmakta, tank seviye sensöründeki su seviye verisi yeterli ise su dolum vanası kapatılmaktadır. Vana kapatılması ile beraber kaba bazik sirkülasyon pompası eş yaşlandırmayı başlatmaktadır. Aynı zamanda; genç olan kaba bazik sirkülasyon pompası çalıştırılmakta, pompanın çalışma süresi kontrol edilmektedir. Pompanın çalışma süresi; tamamlanmadı ise genç kaba bazik tank sirkülasyon pompası çalışmaya devam etmekte, tamamlandı ise sirkülasyon pompası değiştir komutu devreye girmektedir. Kaba bazik tank seviyesinin tamamlanması ile beraber tank içerisindeki PH sensörü tankın içindeki suyun PH değerini kontrol etmektedir. Ölçülen PH değeri yeterli değil ise kostik dozlama pompası çalıştırılmakta, PH değeri yeterli ise kostik dozlama pompası durdurulmaktadır (Şekil 4.3).

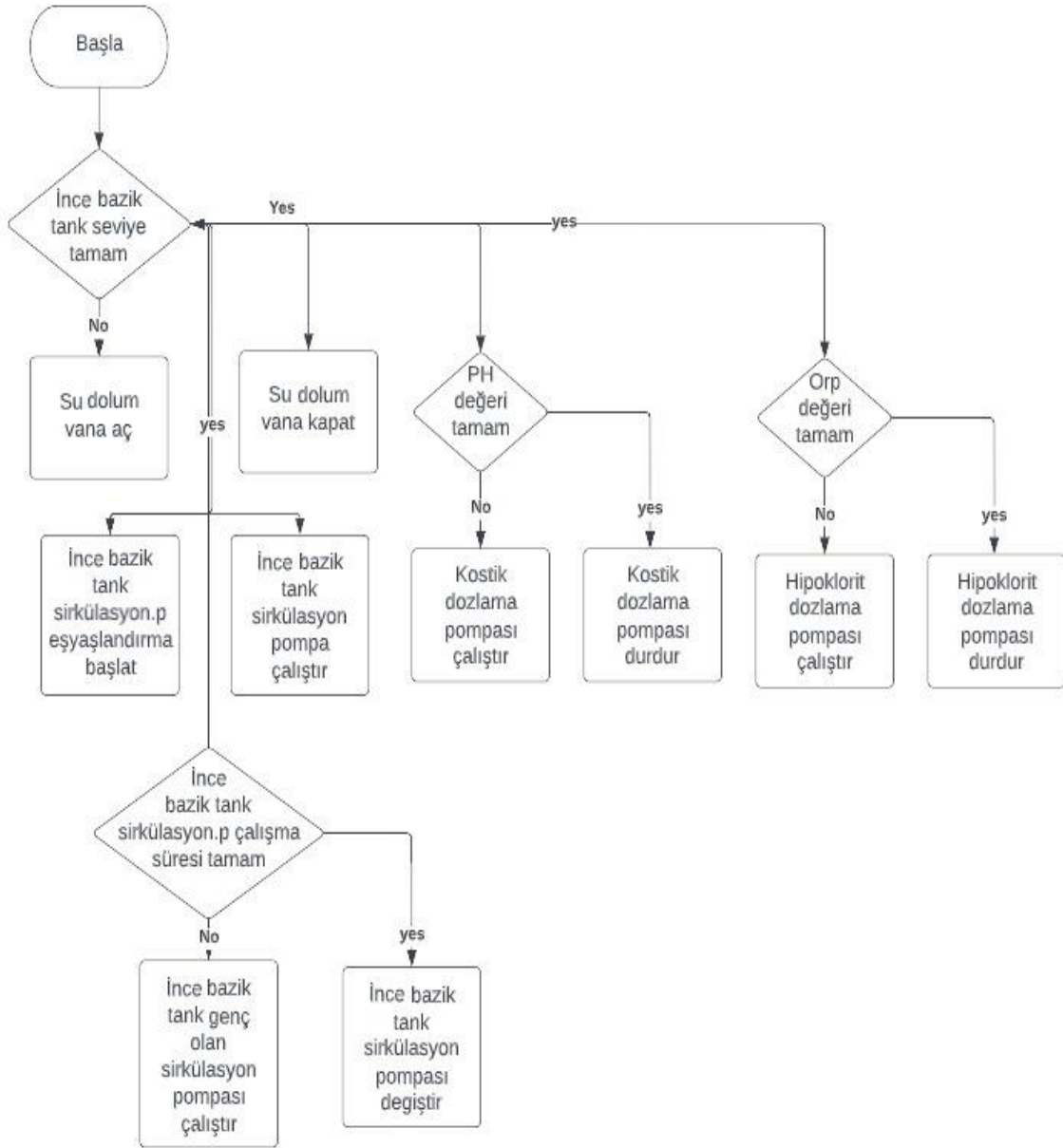


Şekil 4.3: Kaba Bazik Tank Akış Şeması.

#### 4.1.4 İnce Bazik Tank Akış Şeması

İnce bazik tank akış şemasında ilk önce koku kontrol ünitesi tarafından verilen “Başla” sinyali ile ince bazik tank seviyesinin hazır olup olmadığının bilgisi kontrol edilmektedir. Kaba bazik tank seviye sensöründeki su seviye verisi yeterli değil ise su dolum vanası açılarak tank su ile doldurulmaya başlanmakta, tank seviye sensöründeki su seviye verisi yeterli ise su dolum vanası kapatılmaktadır. Vananın kapatılması ile beraber ince bazik sirkülasyon pompası eş yaşlandırmayı başlatmaktadır. Aynı zamanda; genç olan ince bazik sirkülasyon pompası çalıştırılmakta, pompanın çalışma süresi kontrol edilmektedir. Pompanın çalışma süresi; tamamlanmadı ise genç ince bazik tank sirkülasyon pompası çalışmaya devam etmekte, tamamlandı ise sirkülasyon pompası değiştir komutu devreye girmektedir. İnce bazik tank seviyesinin tamamlanması ile beraber;

- i. Tank içerisindeki PH sensörü tankın içindeki suyun PH değerini kontrol etmektedir. Ölçülen PH değeri yeterli değil ise kostik dozlama pompası çalıştırılmakta, PH değeri yeterli ise kostik dozlama pompası durdurulmaktadır.
- ii. Tank içerisindeki ORP sensörü tankın içindeki suyun ORP değerini kontrol etmektedir. Ölçülen ORP değeri yeterli değil ise Sodyum Hipoklorit dozlama pompası çalıştırılmakta, ORP değeri yeterli ise Sodyum Hipoklorit dozlama pompası durdurulmaktadır (Şekil 4.4).

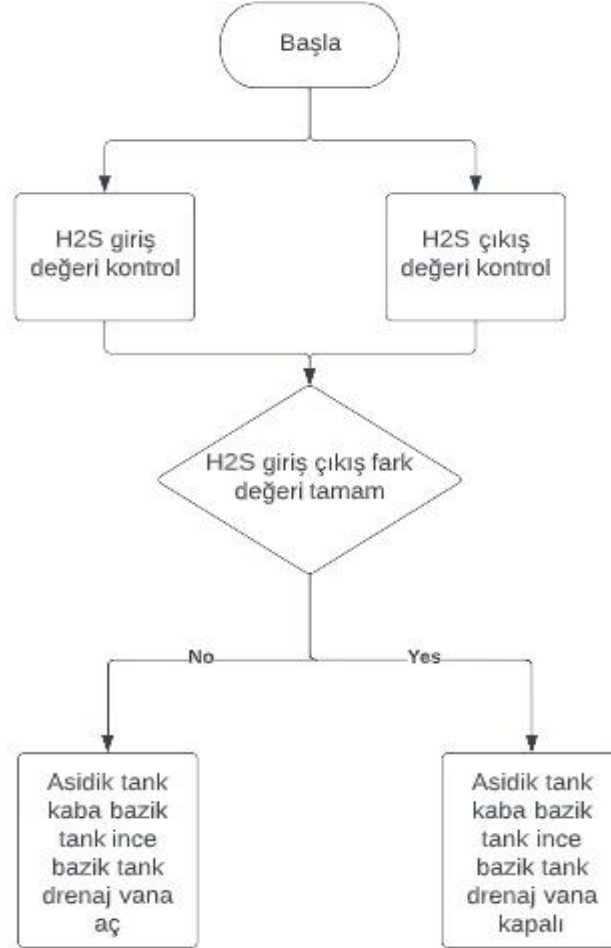


**Şekil 4.4:** İnce Bazik Tank Akış Şeması.

#### 4.1.5 H<sub>2</sub>S Giriş Çıkış Akış Şeması

H<sub>2</sub>S giriş çıkış akış şemasında ilk önce koku kontrol ünitesi tarafından verilen “Başla” sinyali ile H<sub>2</sub>S giriş değeri ve H<sub>2</sub>S çıkış değeri kontrol edilmektedir. H<sub>2</sub>S giriş çıkış fark değeri belirlenen değerin (10 PPM) üzerinde ise; asidik tanktaki, kaba bazik tanktaki, ince bazik tanktaki drenaj vanaları açılmakta, tanklardaki kirli su karışımı tahliye edilmekte ve koku kontrol ünitesi akış şemasının başına dönmektedir. H<sub>2</sub>S giriş çıkış fark değeri belirlenen

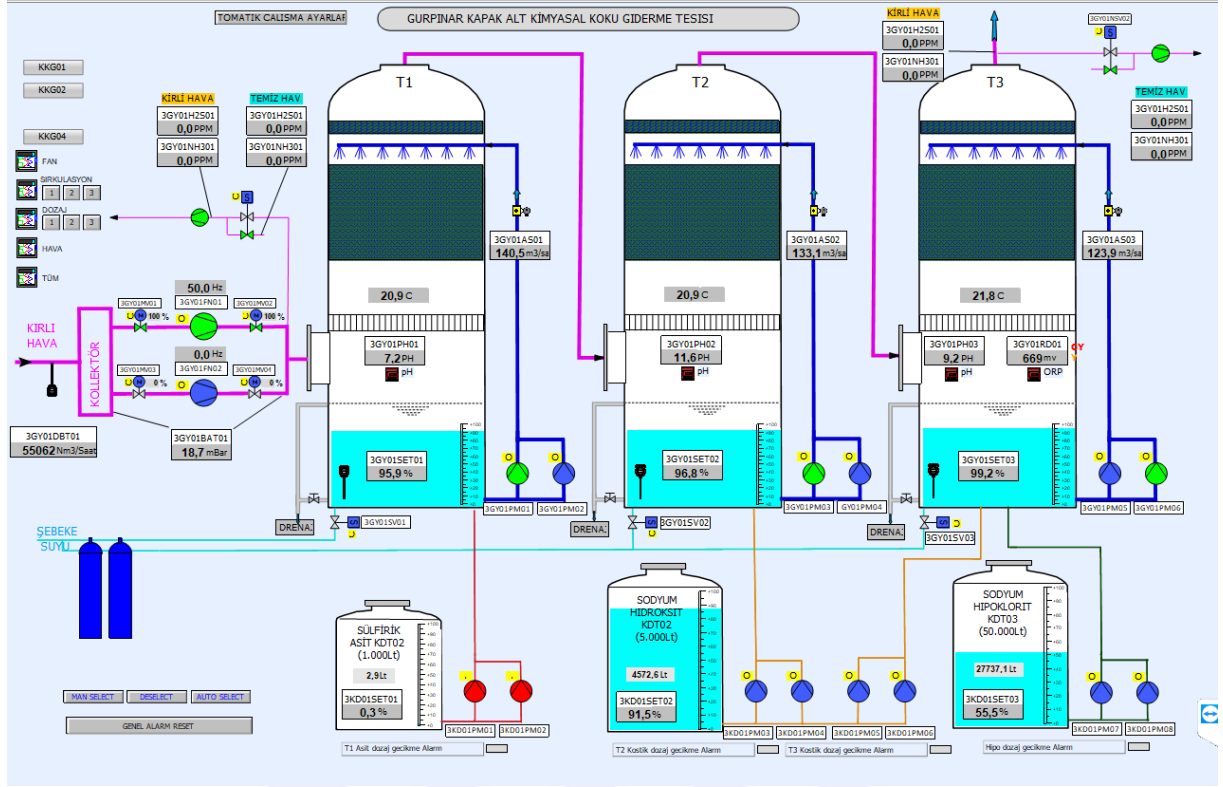
değerin (10 PPM) altında ise asidik tanktaki, kaba bazik tanktaki, ince bazik tanktaki drenaj vanası kapalı kalmaktadır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: H<sub>2</sub>S Giriş Çıkış Akış Şeması.

#### 4.2 KOKU KONTROL PROGRAMI SCADA ARAYÜZÜ

SCADA sistemi üzerinde kimyasal koku giderme sistemini gösteren ana menü bulunmakta ve bu menü üzerinde hangi sekmeye tıklanırsa o bölüm ile ilgili sayfa açılmaktadır (Şekil 4.6).



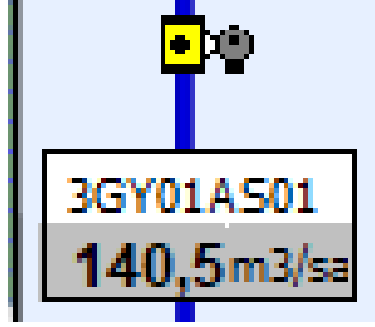
**Şekil 4.6:** Scada Arayüzü.

Kimyasal koku giderme sistemlerinin SCADA arayüzü dizaynında ilk olarak büyük, güçlü ve yedekli bir fan ile ortamdaki emilen kirli hava üç adet yıkama kulesinden geçirilmektedir. Bunlar asidik kule T1, Kaba bazık kule T2, İnce bazık kule T3'tür. Fan ve sirkülasyon motorları eş yaşlandırma programı ile yedekli olarak çalıştırılmaktadır. Kuleleri besleyen 3 adet de kimyasal tank bulunmaktadır. Bunlar; sülfirik asit tankı (KDT01), kostik tankı (sodyum hidroksit) (KDT02) ve sodyum hipoklorit tankı (KDT03)'dür.

## 4.2.1 Yıkama Kuleleri

### 4.2.1.1 Asidik kule T1

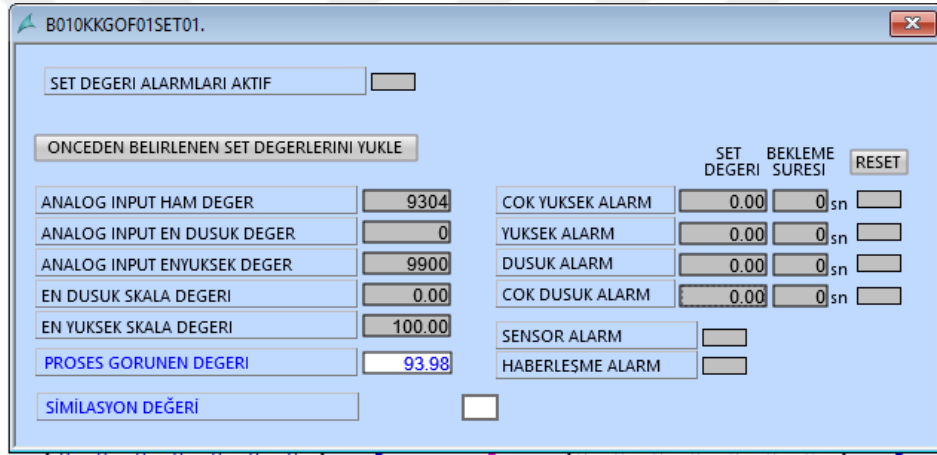
Kirli hava ilk olarak asidik T1 kulesine girmekte ve bu kulede asitli su bulunmaktadır. Sirkülasyon pompaları asitli suyu devamlı olarak aşağıdan çekerek yukarıdan püskürtmekte ve kirli hava bu kuleden geçerken asitli su ile yıkanmaktadır. Kirli havadaki amonyaklı bileşikler bu kulede giderilmektedir. Asidik kulenin sirkülasyon pompaları hattı üzerinde debi bilgisini ölçen bir debimetre yer almaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Asidik Kule Debimetresi.

Asidik kule pompaları motor hız kontrolü (inverter control) ile debimetrenin ölçtüğü debi bilgisi ile girilen debi ayarında su sirkülasyonu yapmaktadır.

Asidik kule üzerinde su seviyesini gösteren seviye sensörü bulunmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Asit Deposu Seviye Sensörü.

Asidik kule seviyesi SCADA sistemi üzerinde görülebilmektedir. SCADA sisteminde sensör sekmesi tıklandığında açılan pencerede asidik kulede su seviye bilgisi izlenmekte ve izlenen proses değerinin minimum ve maksimum su seviyeleri SCADA sistemine girilebilmektedir. Bu seviyelere göre; su doldurma vanasına açma ve kapama komutu iletilmekte ve vana kontrolü ile SCADA sistemine girilen minimum ve maksimum su seviyelerinde çalıştırılmaktadır.

Asidik kulesi üzerinde PH seviyesini gösteren PH sensörü bulunmaktadır (Şekil 4.9).

The screenshot shows a SCADA window titled "B010KKGOF01PH02". It contains several control elements:

- A checkbox labeled "SET DEGERI ALARMLARI AKTIF" (Set Value Alarms Active).
- A button labeled "ONCEDEN BELIRLENEN SET DEGERLERINI YUKLE" (Load Previously Determined Set Values).
- A table of input and output values:
 

| Parameter                   | Value |
|-----------------------------|-------|
| ANALOG INPUT HAM DEGER      | 12    |
| ANALOG INPUT EN DUSUK DEGER | 0     |
| ANALOG INPUT ENYUKSEK DEGER | 14    |
| EN DUSUK SKALA DEGERI       | 0.00  |
| EN YUKSEK SKALA DEGERI      | 14.00 |
| PROSES GORUNEN DEGERI       | 11.63 |
| SIMILASYON DEĞERİ           |       |
- A table of alarm settings:
 

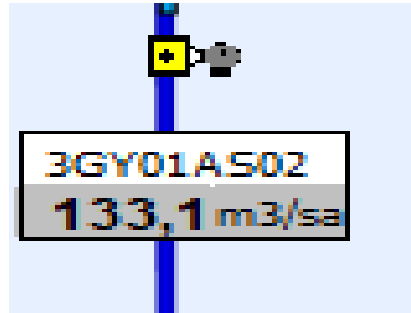
| Alarm Type       | Set Value | Wait Time | Reset |
|------------------|-----------|-----------|-------|
| COK YUKSEK ALARM | 95.00     | 5 sn      |       |
| YUKSEK ALARM     | 90.00     | 10 sn     |       |
| DUSUK ALARM      | 0.00      | 3 sn      |       |
| COK DUSUK ALARM  | 0.00      | 4 sn      |       |
| SENSOR ALARM     |           |           |       |
| HABERLESME ALARM |           |           |       |
- A "RESET" button.

**Şekil 4.9:** Asidik Kulesi Ph Sensörü.

Asidik kule PH seviyesi SCADA sistemi üzerinde görülebilmektedir. SCADA sisteminde PH sensörü sekmesi tıklandığında açılan pencerede PH seviye bilgisi izlenmekte ve izlenen proses değerinin minimum ve maksimum PH seviyeleri SCADA sistemine girilebilmektedir. Bu seviyelere göre; asit dozlama pompalarına başlama komutu iletilmekte ve otomatik kontrolde SCADA sistemine girilen minimum ve maksimum PH seviyelerinde çalıştırılmaktadır.

#### 4.2.1.2 Kaba bazik kule T2

Kaba bazik kulede kostikli su yer almaktadır. Sirkülasyon pompaları kostikli suyu sürekli olarak aşağıdan çekerek yukarıdan püskürtmekte, sistemdeki kirli hava bu kuleden geçerken kostikli su ile yıkanmaktadır. Kirli havadaki sülfürlü bileşikler bu kulede giderilmektedir. Kaba bazik kulenin sirkülasyon pompaları hattı üzerinde debi bilgisini ölçen bir debimetre yer almaktadır (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10:** Kaba Bazik Kule Debimetresi.

Kaba bazik kule pompaları motor hız kontrolü (inverter control) ile debimetrenin ölçtüğü debi bilgisi ile girilen debi ayarında su sirkülasyonu yapmaktadır.

Kaba bazik kulesi üzerinde su seviyesini gösteren seviye sensörü bulunmaktadır (Şekil 4.11).

| SET DEGERI ALARMLARI AKTIF               |                          |
|------------------------------------------|--------------------------|
| ONCEDEN BELIRLENEN SET DEGERLERINI YUKLE |                          |
| ANALOG INPUT HAM DEGER                   | 6568                     |
| ANALOG INPUT EN DUSUK DEGER              | 0                        |
| ANALOG INPUT ENYUKSEK DEGER              | 24900                    |
| EN DUSUK SKALA DEGERI                    | 0.00                     |
| EN YUKSEK SKALA DEGERI                   | 100.00                   |
| PROSES GORUNEN DEGERI                    | 26.38                    |
| SIMULASYON DEGERI                        | <input type="checkbox"/> |
| COK YUKSEK ALARM                         | 0.00 0 sn                |
| YUKSEK ALARM                             | 0.00 0 sn                |
| DUSUK ALARM                              | 0.00 0 sn                |
| COK DUSUK ALARM                          | 0.00 0 sn                |
| SENSOR ALARM                             | <input type="checkbox"/> |
| HABERLESME ALARM                         | <input type="checkbox"/> |

Şekil 4.11: Kaba Bazik Kule Seviye Sensörü T2.

Kaba bazik kule seviyesi SCADA sistemi üzerinde görülebilmektedir. SCADA sisteminde sensör sekmesi tıklandığında açılan pencerede su seviye bilgisi izlenmekte ve izlenen proses değerinin minimum ve maksimum su seviyeleri SCADA sistemine girilebilmektedir. Bu seviyelere göre; su doldurma vanasına açma ve kapama komutu iletilmekte ve vana kontrolü ile SCADA sistemine girilen minimum ve maksimum su seviyelerinde çalıştırılmaktadır.

Kaba bazik kulesi üzerinde PH seviyesini gösteren PH sensörü bulunmaktadır (Şekil 4.12).

| SET DEGERI ALARMLARI AKTIF               |                          |
|------------------------------------------|--------------------------|
| ONCEDEN BELIRLENEN SET DEGERLERINI YUKLE |                          |
| ANALOG INPUT HAM DEGER                   | 12                       |
| ANALOG INPUT EN DUSUK DEGER              | 0                        |
| ANALOG INPUT ENYUKSEK DEGER              | 14                       |
| EN DUSUK SKALA DEGERI                    | 0.00                     |
| EN YUKSEK SKALA DEGERI                   | 14.00                    |
| PROSES GORUNEN DEGERI                    | 11.56                    |
| SIMULASYON DEGERI                        | <input type="checkbox"/> |
| COK YUKSEK ALARM                         | 95.00 5 sn               |
| YUKSEK ALARM                             | 90.00 10 sn              |
| DUSUK ALARM                              | 0.00 3 sn                |
| COK DUSUK ALARM                          | 0.00 4 sn                |
| SENSOR ALARM                             | <input type="checkbox"/> |
| HABERLESME ALARM                         | <input type="checkbox"/> |

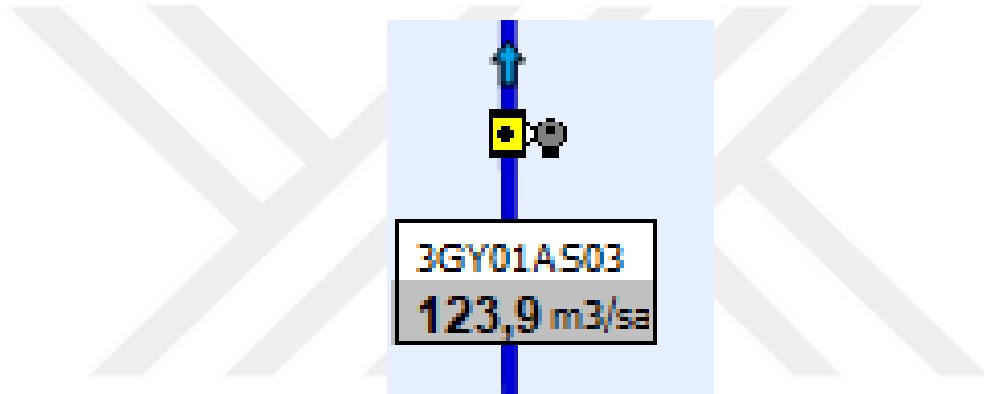
Şekil 4.12: Kaba Bazik Kule Ph Sensörü.

Kaba bazik kule PH seviyesi SCADA sistemi üzerinde görülebilmektedir. SCADA sisteminde PH Sensörü sekmesi tıklandığında açılan pencerede PH seviye bilgisi izlenmekte ve izlenen proses değerinin minimum ve maksimum PH seviyeleri SCADA sistemine girilebilmektedir. Bu seviyelere göre; kostik (sodyum hidroksit) dozlama pompalarına

başlama komutu iletilmekte ve otomatik kontrolde SCADA sistemine girilen minimum ve maksimum PH seviyelerinde çalıştırılmaktadır.

#### 4.2.1.3 İnce bazık kule T3

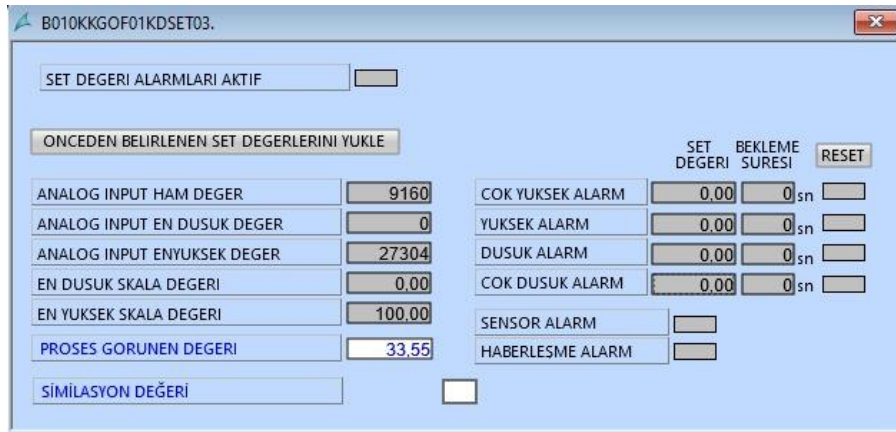
İnce bazık kulede kostikli su ile beraber sodyum hipokloritli su yer almaktadır. Sirkülasyon pompaları sodyum hipokloritli suyu sürekli olarak aşağıdan çekerek yukarıdan püskürtmekte, sistemdeki kirli hava bu kuleden geçerken sodyum hipokloritli su ile yıkanmaktadır. Kirli havadaki sülfürlü bileşikler bu kulede giderilmektedir. İnce bazık kulenin sirkülasyon pompaları hattı üzerinde debi bilgisini ölçen bir debimetre yer almaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: İnce Bazık Kule Debimetresi.

İnce bazık kule pompaları motor hız kontrolü (inverter control) ile debimetrenin ölçtüğü debi bilgisi ile girilen debi ayarında su sirkülasyonu yapmaktadır.

İnce bazık kulesi üzerinde su seviyesini gösteren seviye sensörü bulunmaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14: İnce Bazık Kule T3.

İnce bazik kule seviyesi SCADA sistemi üzerinde görülebilmektedir. SCADA sisteminde sensör sekmesi tıklandığında açılan pencerede su seviye bilgisi izlenmekte ve izlenen proses değerinin minimum ve maksimum su seviyeleri SCADA sistemine girilebilmektedir. Bu seviyelere göre; su doldurma vanasına açma ve kapama komutu iletilmekte ve vana kontrolü ile SCADA sistemine girilen minimum ve maksimum su seviyelerinde çalıştırılmaktadır.

İnce bazik kulesi üzerinde PH seviyesini gösteren PH sensörü ve ORP seviyesini gösteren ORP sensörü bulunmaktadır.

İnce bazik kule PH seviyesi SCADA sistemi üzerinde görülebilmektedir. SCADA sisteminde PH Sensörü sekmesi tıklandığında açılan pencerede PH seviye bilgisi izlenmekte ve izlenen proses değerinin minimum ve maksimum PH seviyeleri SCADA sistemine girilebilmektedir. Bu seviyelere göre; kostik (sodyum hidroksit) dozlama pompalarına başlama komutu iletilmekte ve otomatik kontrolde SCALA sistemine girilen minimum ve maksimum PH seviyelerinde çalıştırılmaktadır.

İnce bazik kule ORP seviyesi SCADA sistemi üzerinde görülebilmektedir. SCADA sisteminde ORP Sensörü sekmesi tıklandığında açılan pencerede ORP seviye bilgisi izlenmekte ve izlenen proses değerinin minimum ve maksimum ORP seviyeleri SCADA sistemine girilebilmektedir. Bu seviyelere göre; sodyum hipoklorit dozlama pompalarına başlama komutu iletilmekte ve otomatik kontrolde SCALA sistemine girilen minimum ve maksimum ORP seviyelerinde çalıştırılmaktadır.

#### **4.2.2 Kimyasal Tanklar**

Koku kontrol sistemi için gereken kimyasal maddelerin depo edildiği korunaklı tanklardır.

##### **4.2.2.1 Sülfürik asit tankı**

Asidik kule için gereken sülfürik asidin depo edildiği tank sülfürik asit tankı olarak adlandırılmaktadır. Depo seviyesi seviye sensörü ile ölçülmekte ve SCADA sistemi üzerindeki tank görselinde yüzde linki bulunmaktadır. Bu yüzde linki üzerinden seviye alarmı ayarı yapılabilir. Kimyasal seviyesi girilen alarm set değerine indiğinde kimyasal dozlama pompaları çalışmamakta ve SCADA sistemine alarm gelmektedir.

Sülfürik asidin deposunda iki adet kimyasal dozlama pompası bulunmaktadır. Bu pompalar otomatik kontrol ile sıralı çalışmaktadır. Asidik kule PH sensöründen gelen veri ile otomatik olarak devreye girmektedirler.

#### **4.2.2.2 Sodyum hidroksit tankı**

Kaba bazik kule için gereken sodyum hidroksitin depo edildiği tank Sodyum Hidroksit Tankı olarak adlandırılmaktadır. Depo seviyesi seviye sensörü ile ölçülmekte ve SCADA sistemi üzerindeki tank görselinde yüzde linki bulunmaktadır. Bu yüzde linki üzerinden seviye alarmı ayarı yapılabilmektedir. Kimyasal seviyesi girilen alarm set değerine indiğinde kimyasal dozlama pompaları çalışmamakta ve SCADA sistemine alarm gelmektedir.

Sodyum Hidroksit deposunda dört adet kimyasal dozlama pompası bulunmaktadır. Bu pompalar otomatik kontrol ile sıralı çalışmaktadır. Kaba bazik kule ve ince bazik kule PH sensörlerinden gelen veri ile otomatik olarak devreye girmektedirler.

Sodyum hidroksit deposunun yanında soğuk havalarda sodyum hidroksitin donmaması için özel olarak dizayn edilmiş bir Polyester ısı kontrol panosu bulunmaktadır. Bu ısı kontrol panosunun içinde sodyum hidroksit tankı ve hatlarının emniyetli şekilde ısıtılmasını sağlamak için sodyum hidroksit tankı şamandırası ve termostatu bulunmaktadır.

Sodyum hidroksit tankı şamandırasından doluluk bilgisi alınır ve hava sıcaklığı 15 derecenin altına düşerse kendinden regüleli ısıtıcı kablo sistemi ile sodyum hidroksit tankı ve hattı ısıtılmaktadır.

#### **4.2.2.3 Sodyum hipoklorit tankı**

İnce bazik kule için gereken sodyum hipokloritin depo edildiği tank Sodyum Hipoklorit Tankı olarak adlandırılmaktadır. Depo seviyesi seviye sensörü ile ölçülmekte ve SCADA sistemi üzerindeki tank görselinde yüzde linki bulunmaktadır. Bu yüzde linki üzerinden seviye alarmı ayarı yapılabilmektedir. Kimyasal seviyesi girilen alarm set değerine indiğinde kimyasal dozlama pompaları çalışmamakta ve SCADA sistemine alarm gelmektedir.

Sodyum hipoklorit deposunda iki adet kimyasal dozlama pompası bulunmaktadır. Bu pompalar otomatik kontrol ile sıralı çalışmaktadır. İnce bazik kule ORP sensörlerinden gelen veri ile otomatik olarak devreye girmektedir.

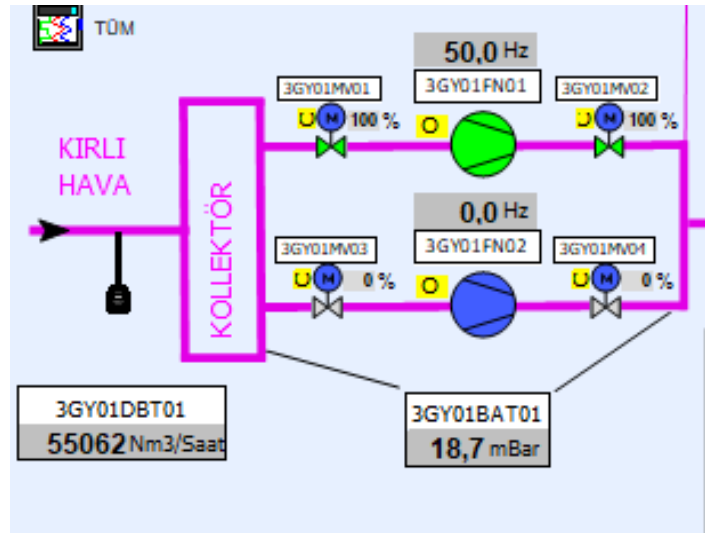
Sodyum hipoklorit deposunun yanında soğuk havalarda sodyum hipokloritin donmaması için özel olarak dizayn edilmiş bir Polyester ısı kontrol panosu bulunmaktadır. Bu ısı kontrol panosunun içinde sodyum hipoklorit tankı ve hatlarının emniyetli şekilde ısıtılmasını sağlamak için sodyum hipoklorit tankı şamandırası ve termostatu bulunmaktadır.

Sodyum hipoklorit tankı şamandırasından doluluk bilgisi alınır ve hava sıcaklığı 15 derecenin altına düşerse kendinden regüleli ısıtıcı kablo sistemi ile sodyum hipoklorit tankı ve hattı ısıtılmaktadır.

#### 4.2.3 Emiş Fanları

Emiş fanları, koku kontrol ünitesinin emiş fanının emme ve basma hattı klepleri açılması ile çalışabilir konuma gelmektedir. Otomatik kontrolde ise emiş yaptığı sistemden hazır olduğu bilgisi gelmesi gerekmektedir.

Emiş fanları birbirlerinin yedekleri oldukları için eş yaşlandırma ile çalışmakta ya da fanlarının birinde arıza olması durumunda otomatik olarak çalışmaya başlamaktadır. Çalışmaya başlamadan önce motorlu hava yönlendirme klepleri otomatik olarak açılıp kapanmaktadır. Bu durumda SCALA sistemi kendini test etmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Emiş Fanları.

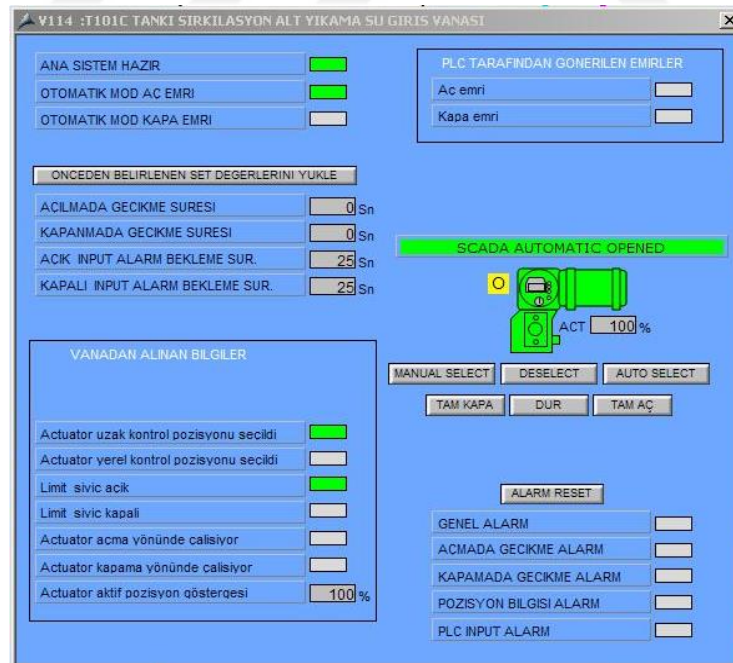
Emiş fanları giriş kollektöründe bir debimetre bulunmaktadır. Bu debimetrede debi bilgisi SCADA sistemi üzerinden okunabilmektedir. Emiş fan motorları hız kontrollü (inverter control) olup, otomatik çalıştırmada girilen debi bilgisine göre emiş fan motorlarında hız

ayarı yapılmaktadır. Bu sayede hat üzerindeki hava emişi sabit kalmakta ve fazla hava emme riskinin önüne geçilmektedir.

#### 4.2.4 Motorlu Klepeler

Motorlu klepeler, koku kontrol sisteminde fanların giriş ve çıkışında yer almakta ve koku kontrol sistemine alınan havanın fan hattını açıp kapatmayı sağlamaktadır.

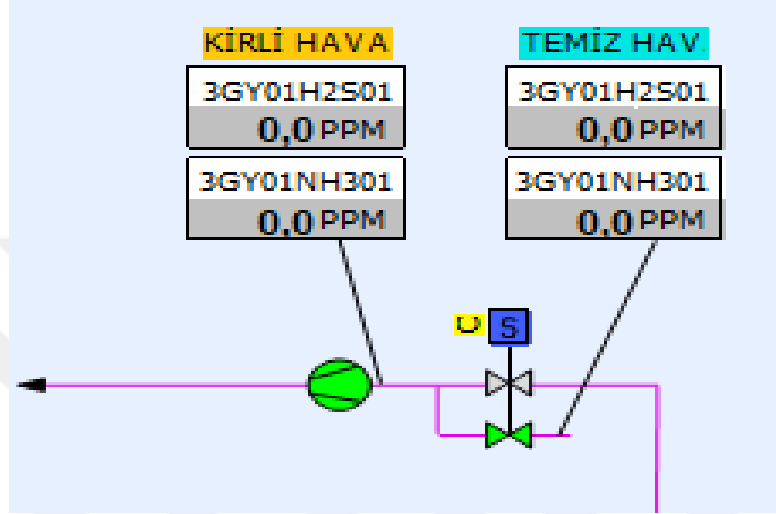
Motorlu klepelerin SCADA sistemi üzerindeki klepe motor linki seçildiğinde mod seçimleri sağ tarafta bulunan “Manuel” ve “Otomotik” ekran butonları vasıtasıyla yapılmaktadır. “Manuel” ve “Otomotik” tercihleri değiştirilmeden önce “deselect” butonu tıklanmakta, sonrasında da seçim yapılmaktadır. Manuel modu seçimi yapıldığında “Tam Kapa”, “Tam Aç”, “Dur”, “Aç” ve “Kapa” komutları ile motorlu klepeler çalıştırılıp durdurulabilmektedir. Motorlu klepede alarm oluşursa önce alarm kapatılmakta sonrasında ise “Alarmları Sil” butonuyla alarmlar silinmektedir. Önceden belirlenen set değerlerini yüklemek için “Önceden Belirlenen Set Değerlerini Yükle” butonu kullanılmaktadır. Otomatik kontrol modu seçili durumda ise vananın bulunduğu bölgedeki fonksiyonuna göre otomatik olarak açılıp kapanmaktadır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Motorlu Klepe.

#### 4.2.5 Gaz Ölçüm Sensörleri

Koku giderme sistemi giriş ve çıkışında gaz ölçüm sensörleri ile H<sub>2</sub>S ölçümü yapılmaktadır. Bu sensörler uzun süre kirli hava ölçtüklerinde kalibrasyonları bozulmaktadır. Gaz ölçüm sensörlerinin ömrünü uzatmak ve kalibrasyonlarını koruyabilmek için numune alma motorlu vanaları kullanılmaktadır (Şekil 4.17).

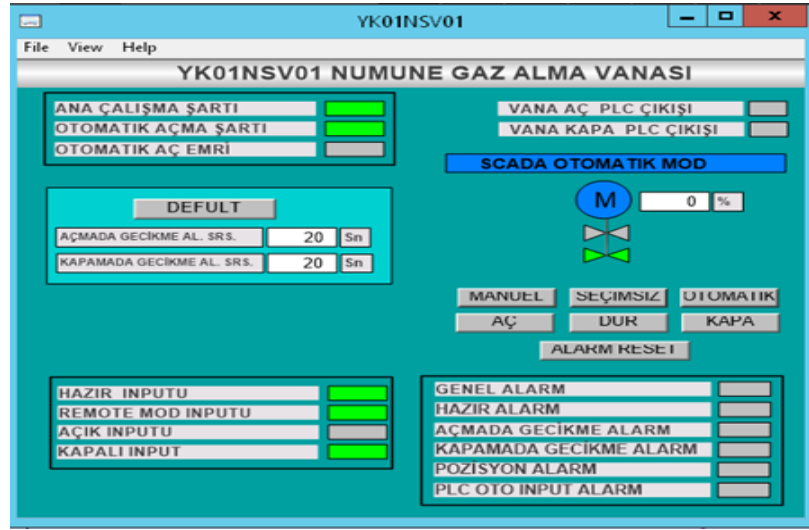


Şekil 4.17: Numune Alma Vanası.

Gaz ölçüm sensörlerine gelen havayı yönlendirmek için 3 yollu motorlu vana kullanılmaktadır. Bu vanaların iki girişi bir çıkışı bulunmaktadır. Bir girişine temiz hava atmosfer hattı diğer girişine kirli hava hattı bağlandığında motorlu vana açılırsa temiz hava hattı kapanmakta ve kirli hava hattı açılmakta olup vanadan çıkan H<sub>2</sub>S gazı sensöre gitmektedir. Motorlu vana kapandığında ise kirli hava hattı kapanmakta ve temiz hava hattı açılmakta olup temiz hava H<sub>2</sub>S sensörüne gitmektedir. Bu şekilde uzun süreli temiz hava, kısa süreli kirli hava sensörlere verilmektedir. Böylece sensörün kirlenmesi engellenmiş olup kalibrasyonu korunmuş olmaktadır. SCADA sistemi üzerinden vana linkini seçtiğimiz zaman açılan pencerede vana yüzdesi izlenebilmektedir. Otomatik çalışma ayarlarında her numune alma motorlu vanasının açık ve kapalı kalma süreleri ayarlanabilmektedir. Bu sayede ne aralıkla H<sub>2</sub>S gazı ölçümü yapılacağı ayarlanmış olmaktadır.

#### 4.2.6 Numune Alma Vanası

Koku kontrol sisteminin yıkama kulelerinin giriş ve çıkışındaki havanın H<sub>2</sub>S gazını ölçmek için iki adet numune alma vanası (Şekil 4.18) ve iki adet H<sub>2</sub>S sensörü kullanılmaktadır.



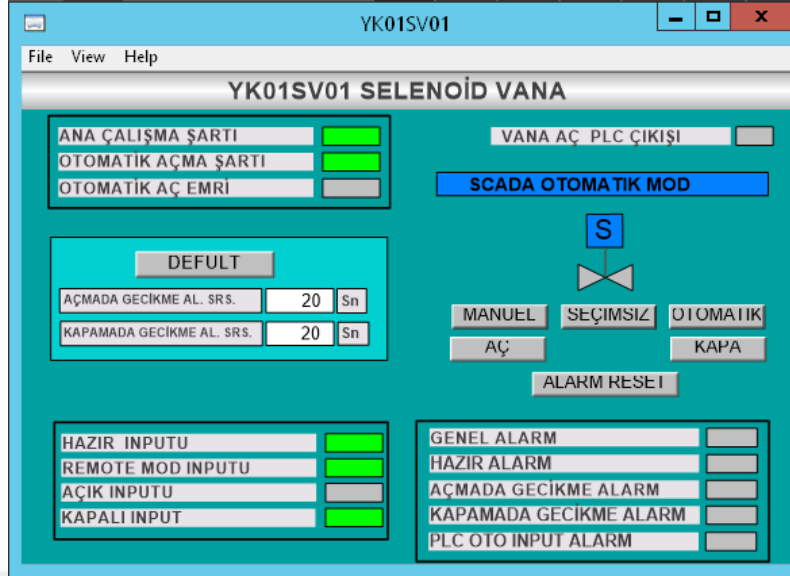
**Şekil 4.18:** Numune Alma Vanası.

Koku kontrol sisteminde otomatik kontrolde kulelerin giriş çıkış  $H_2S$  değerlerinin farkı kayıt edilmektedir. Fark değeri SCADA sistemine girilen değerin altına düştüğünde kulelerdeki sirkülasyon sularını değiştirmek için asidik tank, kaba bazik tank, ince bazik tank drenaj hatlarındaki selenoid vanaları açılarak sirkülasyon sularını boşaltılmakta ve sistem tekrar temiz su ve kimyasallar dozlayarak kulelerdeki sirkülasyon sularını yenilemektedir. Bu durumda koku kontrol sisteminden çıkan atık hava kalitesini en iyi seviyede tutmaktadır.

#### 4.2.7 Yıkama Kuleleri Su Doldurma Selenoid Vanaları

Koku kontrol sisteminde otomatik olarak yıkama kulelerinin su seviyesi belirlenen değerin altına düştüğü zaman selenoid vana otomatik olarak çalışıp su hattını açarak kuleye su doldurmaya başlamakta ve belirlenen seviyeye ulaştığında selenoid vana otomatik olarak kapanmaktadır (Şekil 4.19).

Koku kontrol sisteminde manuel çalıştırmada ise ön koşul bulunmamaktadır. Yani belirlenen bir kontrol değeri yoktur.



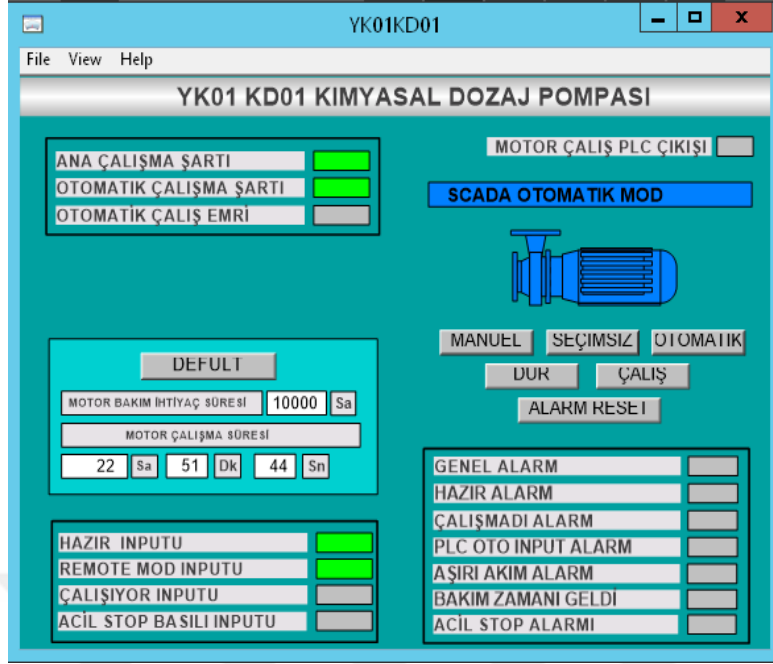
Şekil 4.19: Yıkama Kuleleri Su Doldurma Selenoid Vanaları.

#### 4.2.8 Dozaj Pompaları

Koku kontrol sistemi otomatik ve manuel olarak yıkama kulelerinin su seviyesi belirlenen değerin üstünde olup sirkülasyon pompaları çalışıyor ve diğer yedek pompa çalışmıyorsa dozaj pompası çalışabilmektedir. Dozaj pompası ilgili kimyasal sirkülasyon hattı üzerinden sisteme eklemektedir. Bu nedenle; dozaj pompasının çalışabilmesi için sirkülasyon pompasının çalışıyor olması gerekmektedir.

Dozaj pompası çalışmaya başladıktan sonra ayarlanabilen dozaj gecikmesi alarm süresine ulaşmadan pompanın otomatik olarak durması gerekmektedir.

Dozaj pompası hattı üzerindeki tıkanmalara karşı dozaj pompası çalışmaya başladıktan sonra ayarlanan süre içinde sirkülasyon suyu belirlenen kimyasal değere ulaşmamış ise dozajlamada gecikme alarmı oluşmakta ve pompa durmaktadır (Şekil 4.20).



**Şekil 4.20:** Kimyasal Dozlama Pompası.

#### 4.2.9 Kumanda Sistemi

Koku kontrol sisteminin yanındaki MCC pano kapaklarında da (PLC, 0, LOCAL konumları olan) seçim şalteri, start, stop, kilitli acil stop butonu bulunmaktadır. MCC panosundaki seçim şalteri lokal konuma alındığı zaman panodan start stop butonlarına basarak motor çalıştırılabilecektir. Seçim şalterleri MCC panosundan da PLC konumuna alındığı zaman SCADA merkezinden çalıştırılabilecek aynı zamanda koku kontrol sistemi yanında SCADA sistemini yansıtan dokunmatik panel üzerinde manuel ya da otomatik olarak kontrol edilebilecektir. Sahadaki tüm klepeler kendi üzerinden manuel olarak veya MCC panosunda lokal olarak yönetilebilmektedir.

Sahadaki motorlardan aşağıdaki sinyal bilgileri alınmaktadır.

- Konum bilgisi Sahadan “PLC 0 Lokal”,
- Termik manyetik şalter koruma veya hazır bilgisi- Tüm motorlarda
- Hız bilgisi hız kontrol cihazlı motorlarda
- PLC input alarm tüm motorlarda (Motor SCADA üzerinden otomatik çalışırken PLC input bilgisi kesilirse)

Sahadaki Klepelerden aşağıdaki sinyal bilgileri alınmaktadır.

- a. Konum bilgisi Sahadan “PLC 0 Lokal”,
- b. Açık bilgisi
- c. Kapalı bilgisi
- d. PLC input alarm tüm motorlarda (Klepe SCADA üzerinden otomatik çalışırken PLC input bilgisi kesilirse)
- e. Oransal çalışan klepeler de açıklık bilgisi

#### 4.2.10 Koku Kontrol Sisteminin SCADA Sistemi Entegrasyonu ve Çalışma Modları

##### 4.2.10.1 Alarmlar

Koku kontrol sistemi tesisinde oluşan tüm alarmlar sistemin ana kontrol ekranındaki alarm sekmesinden takip edilebilmektedir. Alarm sekmesindeki alarmların geliş gidiş saatleri tarih ve saat olarak kayıt edilmektedir. İstenildiği takdirde geçmişe yönelik rapor alınabilmektedir. Alarm sayfasındaki alarmlar çeşitli renkler ile birbirinden ayrılmakta olup o an aktif olan alarmlar kırmızı satır rengi üzerinde beyaz renkte yazmaktadır. Yeni bir alarm geldiğinde SCADA ekranında yeni bir alarm geldiğini gösteren bir simge yanıp sönmekte (blink), alarm reset butonuna basıldığında da bu alarm kapatılmamış bile olsa bu simge eski durumuna dönmektedir. (Şekil 4.21).

| Number | Priority | Date     | Time        | Point of error                                      | WinCC Message text                             | Status                              | Acknowledgment Status               |
|--------|----------|----------|-------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1      | 4437     | 22/10/11 | 04:26:04 PM | BWPP010 SOĞUTMA SUYU HAT BASINCI                    | DUSUK DIKKAT                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2      | 4438     | 22/10/11 | 04:26:04 PM | BWPP010 SOĞUTMA SUYU HAT BASINCI                    | DUSUK ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3      | 4611     | 25/10/11 | 08:59:01 AM | bwpl300 SOĞUTMA SUYU POMPA İSTASYONU TASHİN SENSÖRÜ | SOĞUTMA SUYU POMPA İSTASYONU SU BASKINI ALARMI | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4      | 1167     | 31/10/11 | 03:42:56 PM | pspq130 PRIMER POMPA İSTASYONU BULANIKLIK 2         | ÇOK DUSUK ALARM                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5      | 3592     | 31/10/11 | 03:47:47 PM | nk6H050 SON ÇOKTURME HAVUZU 5 ÇALIŞ                 | HAZIR ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6      | 1164     | 31/10/11 | 03:55:24 PM | pspq130 PRIMER POMPA İSTASYONU BULANIKLIK 2         | DUSUK DIKKAT                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7      | 1165     | 31/10/11 | 04:02:53 PM | pspq130 PRIMER POMPA İSTASYONU BULANIKLIK 2         | DUSUK ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8      | 265      | 31/10/11 | 04:07:03 PM | sd410 KUM TUTUCU GEZER KOPRU                        | HAZIR ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9      | 3600     | 31/10/11 | 04:25:01 PM | nk6H060 SON ÇOKTURME HAVUZU 6 ÇALIŞ                 | HAZIR ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10     | 3648     | 31/10/11 | 04:25:01 PM | nk6H120 SON ÇOKTURME HAVUZU 12 ÇALIŞ                | HAZIR ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 11     | 1156     | 31/10/11 | 04:33:04 PM | pspq110 PRIMER POMPA İSTASYONU BULANIKLIK 1         | DUSUK DIKKAT                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 12     | 1157     | 31/10/11 | 04:33:29 PM | pspq110 PRIMER POMPA İSTASYONU BULANIKLIK 1         | DUSUK ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 13     | 1158     | 31/10/11 | 04:45:13 PM | pspq110 PRIMER POMPA İSTASYONU BULANIKLIK 1         | ÇOK DUSUK DIKKAT                               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 14     | 273      | 31/10/11 | 04:45:37 PM | sd410 KUM TUTUCU GEZER KOPRU                        | HAZIR ALARM                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 15     | 1900007  | 31/10/11 | 04:46:35 PM | bwpl020 SOĞUTMA SUYU POMPA HAZNESİ SEVİYESİ         | DUSUK DIKKAT                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 16     | 1166     | 31/10/11 | 04:47:12 PM | pspq130 PRIMER POMPA İSTASYONU BULANIKLIK 2         | ÇOK DUSUK DIKKAT                               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 17     |          |          |             |                                                     |                                                |                                     |                                     |
| 18     |          |          |             |                                                     |                                                |                                     |                                     |

Şekil 4.21: Alarm Sayfası.

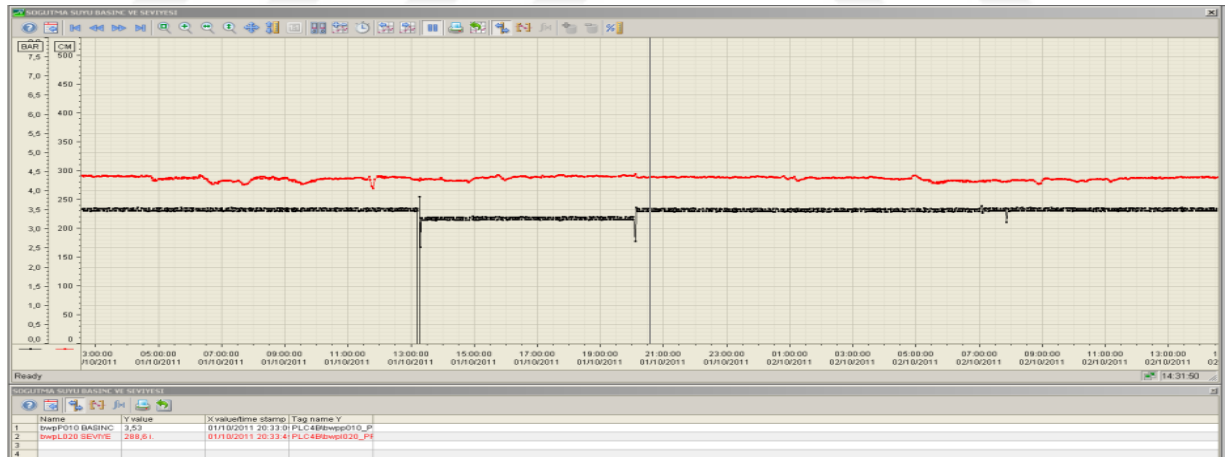
Herhangi bir ekipmanda alarm oluştuğunda o ekipmana ait ikon kırmızı zemin üstüne beyaz renkte yanıp sönmek olup; alarm reset butonuna basıldığında alarm kapatılmışsa ikon normal rengine dönmekte, alarm kapatılmamışsa ikonun rengi kırmızı olarak kalmaya devam etmektedir. Alarm gelen ekipmanın ikonuna tıklandığında o ekipmana ait pencere açılmakta ve bu pencereden hangi arıza sinyallerinin geldiği hangi alarmların aktif olduğu

görülebilmektedir. Alarm gelen ekipmanın alarm sinyali alarm reset yapılmadan kapanmış bile olsa o ekipmanın alarmı alarm reset butonuna basılmadan devreden çıkmamaktadır.

Herhangi bir ekipman çalışırken alarm geldiğinde o ekipman durmakta, alarm resetlendiğinde tekrar operatör tarafından çalıştırılana kadar çalışmamaktadır. Tesiste otomatik modda çalışan sistemler elektriğin kesilip tekrar gelmesi durumlarında otomatik moddan çıkmakta ve operatörün tekrar otomatik moda almasından sonra çalışmaktadır.

#### 4.2.10.2 Trend sayfası

SCADA ana ekranı üzerindeki enstrümanlardan biri seçildiği zaman o enstrümana ait trend sayfası açılmaktadır (Şekil 4.22). Koku kontrol sistemindeki birkaç ekipmanın trend değerleri üst üste eklenip tek sayfa üzerinden de görülebilmektedir. Bu sayede birden fazla farklı bilginin kıyaslaması yapılabilmektedir. Trend sayfaları üzerinden geçmişe yönelik bilgiler görülebildiği gibi istenilen zaman aralığındaki trend bilgileri de izlenebilmektedir. Ayrıca trend bilgileri döküm olarak yazıcıdan yazdırılabilmektedir. SCADA üzerinden set değerleri girilebilen tüm sayfalarda, operatörün set değerlerini unutması veya karıştırması durumlarını önlemek için önceden belirlenen set değerlerini yükle seçeneği bulunmaktadır.

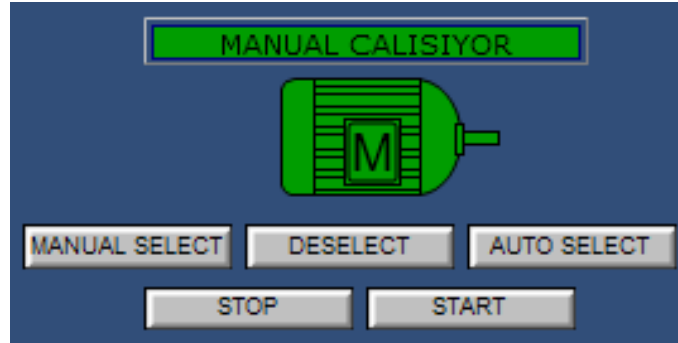


Şekil 4.22: Trend Sayfası.

#### 4.2.11 Motorların Çalışma Modları ve Renk Kodları

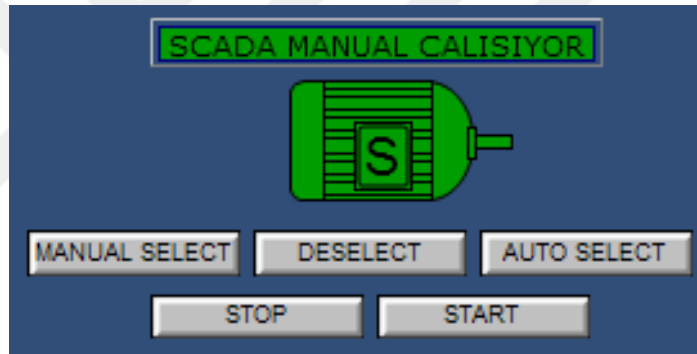
Koku kontrol SCADA sistemi üzerindeki motor ve aktüatörlerin linklerinin renk seçimleri ilgili ekipmanın durumunu bildirmektedir.

Local Mod: Ekipman, sahadan bölgesel olarak operatör kontrolünde çalıştırılmaktadır (Şekil 4.23).



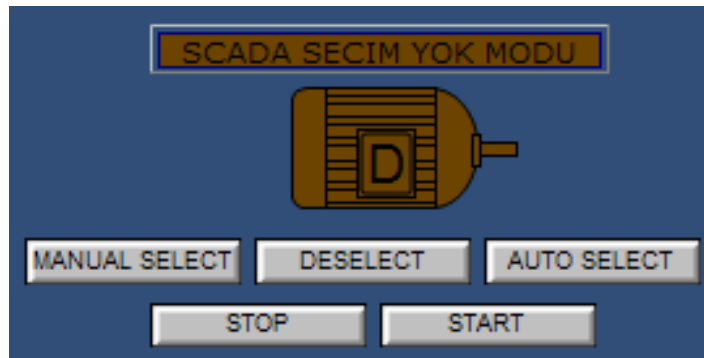
Şekil 4.23: Local Mod.

SCADA Local Mod: Ekipman, SCADA sistemi üzerinden SCADA operatörü kontrolünde çalıştırılıp durdurulabilmektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24: Scada Local Mod.

Deselect Mod (Seçim Yok Mod): Bu mod seçili olduğu zaman ekipmanlar SCADA sistemi üzerinden çalışmamaktadır. Yani ekipman kapalı durumda olup, yerel operatör kontrolünde çalıştırılamamaktadır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25: Deselect Mod.

Otomatik Mod: Bu mod seçili olduğu zaman ekipman, SCADA sistemindeki PLC yazılımında yer alan fonksiyon tanımına göre otomatik olarak çalışıp durmaktadır (Şekil 4.26).



Şekil 4.26: Otomatik Mod.

Aşağıdaki Şekil 4.27’de bulunan tablo SCADA sistemindeki ekipmanların renklerine göre durumlarını açıklamaktadır.

| RENK KODLARI           |                                  |
|------------------------|----------------------------------|
| MOTOR RENK KODLARI     | AUMA RENK KODLARI                |
| HABERLEŞME YOK         | HABERLEŞME YOK                   |
| MANUAL MOD             | LOCAL MOD KAPALI                 |
| UZAK MANUAL MOD        | SCADA MANUAL MOD KAPALI          |
| MCC MANUAL MOD         | SCADA DESELECT MOD KAPALI        |
| SCADA MANUAL MOD       | SCADA OTOMATİK MOD KAPALI        |
| SCADA SEÇİM YOK MODU   | LOCAL AÇIK                       |
| SCADA OTOMATİK MOD     | SCADA MANUEL AÇIK                |
| OTOMATİK CALIŞIYOR     | SCADA DESELECT AÇIK              |
| SCADA MANUAL CALIŞIYOR | SCADA OTOMATİK AÇIK              |
| MANUAL CALIŞIYOR       | LOCAL MOD ORTA POZİSYON          |
| UZAK MANUAL CALIŞIYOR  | SCADA MANUAL MOD ORTA POZİSYON   |
| MCC MANUAL CALIŞIYOR   | SCADA DESELECT MOD ORTA POZİSYON |
| ALARM                  | SCADA OTOMATİK MOD ORTA POZİSYON |
|                        | ALARM                            |

Şekil 4.27: Renk Kodları Tablosu.

#### i. Auma Renk Kodları

Beyaz renk, haberleşme yok; sarı renk, local mod kapalı; turkuaz renk, SCADA manuel mod kapalı; kahverengi renk, SCADA deselect mod kapalı; mavi renk, SCADA otomatik mod kapalı; yeşil renk, local açık, SCADA manuel açık, SCADA deselect açık; açık yeşil renk, SCADA otomatik açık; koyu yeşil renk, local mod orta pozisyon, SCADA manuel mod orta pozisyon, SCADA deselect mod orta pozisyon, SCADA otomatik mod orta pozisyon; kırmızı renk, alarm anlamına gelmektedir.

## ii. Motor Renk Kodları

Beyaz renk, haberleşme yok; sarı renk, manuel mod, uzak manuel mod, MCC manuel mod; turkuaz renk, SCADA manuel mod; kahverengi renk, SCADA seçim yok modu; mavi renk, SCADA otomatik mod; açık yeşil renk, otomatik çalışıyor; yeşil renk, SCADA manuel çalışıyor, manuel çalışıyor, uzak manuel çalışıyor, MCC manuel çalışıyor; kırmızı renk, alarm anlamına gelmektedir.

### 4.2.12 Tesisin Lokal Olarak Çalıştırılması

Sahadaki tüm ekipmanlar, bakım amaçlı olarak ya da PLC sisteminde arıza durumunda elektrik panosu ve sahadaki bölgesel kontrol kutuları üzerinden buton ve kontrol düğmeleri vasıtasıyla operatör kontrolüyle bölgesel olarak çalıştırılabilmektedir. Bölgesel çalıştırmalarda emniyet kilitlemeleri bulunmaktadır. Örneğin PLC sisteminde arıza oluşması durumunda tesisi lokal çalıştırmak gerekiyorsa otomatik çalışmada olduğu gibi fan motorunun önündeki ve arkasındaki klepeler açılmakta, fan motoruna çalıştırma komutu verilmektedir. Yıkama kulelerine, selenoid vanalar açılarak su alınmakta ve pompaların çalışması için SCADA sistemine girilen minimum seviyede su olması gerekmektedir. Her kuleye ait bir sirkülasyon pompası çalıştırılmaktadır. Kimyasal dozaj pompaları isteğe bağlı çalıştırılıp durdurulabilmektedir. Sürekli çalıştırılmak isteniyorsa basma hızı en düşük seviyeye alınabilmektedir. Ph ve Orp sensörleri lokal ekranlar üzerinden izlenebilmektedir. H<sub>2</sub>S dedektörlerinin yanma odasından bağımsız bir ekranı bulunmakta ve buradan takip edilebilmektedir.

### 4.2.13 Tesisin SCADA Manuel Olarak Çalıştırılması

Koku kontrol tesislerindeki ekipmanlar istenirse dokunmatik ekran ve SCADA sistemi üzerinde tek tek SCADA manuel modda çalıştırılabilmektedir. Tesis otomatik modda çalışırken de herhangi bir ekipman SCADA manuel modda çalıştırılabilmektedir. Otomatik moddaki emniyet kilitlemeleri SCADA manuel modda da geçerli olmaktadır. Otomatik çalışma şartı bulunmuyorsa ekipman çalışmamaktadır.

#### 4.2.14 Tesisin Otomatik Olarak Çalıştırılması

Koku kontrol sistemleri, dokunmatik ekran ve SCADA sistemi üzerinde tek tek ya da toplu olarak otomatik moda alınabilmektedir. Otomatik moddaki tüm ekipmanlar fonksiyon tanımına göre otomatik olarak çalışıp durmaktadırlar. Otomatik çalışma modundaki bir ekipman çalışmak için otomatik çalışma şartını ve otomatik çalış emrini beklemektedir. Otomatik çalış emri, her ekipman için ayrı ayrı otomatik çalışma senaryosuna göre oluşmaktadır.

Otomatik çalışma şartı oluşması için gerekli koşullar;

- a. Sirkülasyon pompasının emiş yaptığı tankın dolu olması ve yedek olan diğer ekipmanın o an için çalışmaması,
- b. Dozaj pompasına ilave olarak basma hattındaki sirkülasyon pompasının çalışıyor olması,
- c. Fanın önündeki ve arkasındaki klepenin açık olması,
- d. Motorlu klepeyi kapatmak için ilgili fan motorunun durması,
- e. Motorlu numune alma vanasını açmak için fan motorunun çalışıyor olması,
- f. Selenoid vana yıkama kulesindeki su seviyesi belirlenilen başlama seviyesine düştüğünde otomatik olarak açılması, durdurma seviyesine ulaştığında kapanması, gerekmektedir.

Otomatik çalışma ayarları:

Otomatik moddaki tüm ekipmanlar fonksiyon tanımına göre otomatik olarak çalışıp durmaktadırlar. Kimyasal koku giderme sayfasındaki otomatik çalışma ayarları butonuna basıldığında otomatik çalışma ayarları sayfası açılmaktadır. Sistemdeki ekipmanların seçim anahtarı, MCC panosu üzerinde PLC konumunda ise SCADA veya dokunmatik panelden teker teker ya da ayarlar sayfasından hepsi toplu olarak otomatik moda alınabilmektedir. SCADA operatörünün set değerlerini unutması durumunda önceden belirlenen set değerlerini yükle düğmesine tıkladığında yandaki pencere açılmakta, operatör bu pencere üzerinde önceden belirlenen set değerlerini görmektedir. Tekrar bu sayfa üzerinde önceden belirlenen set değerlerini yükle düğmesine tıklarsa önceden belirlenmiş set değerleri yüklenmiş olmaktadır (Şekil 4.28).

**KKGOF01 OFF GAZ KİMYASAL KOKU GİDERME SİSTEMİ OTOMATİK ÇALIŞMA AYARLARI**

MAIN INT ■

OTOMATİK ÇALIŞIYOR ■

|           | DEFULT |     |    | SET  |     |    | AKTIF |     |    |
|-----------|--------|-----|----|------|-----|----|-------|-----|----|
|           | Saat   | Dak | Sn | Saat | Dak | Sn | Saat  | Dak | Sn |
| DF01FM01  | 24     | 0   | 0  | 24   | 0   | 0  | 5     | 37  | 9  |
| DF01FM02  | 6      | 0   | 0  | 6    | 0   | 0  | 3     | 3   | 44 |
| DF01FM03  | 6      | 0   | 0  | 6    | 0   | 0  | 2     | 12  | 2  |
| DF01FM04  | 6      | 0   | 0  | 6    | 0   | 0  | 2     | 31  | 25 |
| DF01PM05  | 0      | 2   | 0  | 0    | 3   | 15 | 0     | 0   | 0  |
| DF01PM06  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01PM07  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01PM08  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01MV01  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01MV02  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01MV03  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01MV04  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01SV01  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01SV02  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01SV03  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01SV04  | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01NMV01 | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |
| DF01NMV02 | 0      | 2   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0     | 0   | 0  |

ACIK KAPALI

DF01FM01 ■ ■

DF01FM02 ■ ■

DF01FM03 ■ ■

DF01FM04 ■ ■

DF01PM05 ■ ■

DF01PM06 ■ ■

DF01PM07 ■ ■

DF01PM08 ■ ■

DF01MV01 ■ ■

DF01MV02 ■ ■

DF01MV03 ■ ■

DF01MV04 ■ ■

DF01SV01 ■ ■

DF01SV02 ■ ■

DF01SV03 ■ ■

DF01SV04 ■ ■

DF01NMV01 ■ ■

DF01NMV02 ■ ■

|                             | DEFULT   | SET      | AKTIF    |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| T1 DOLUM START SEVİYE       | 85 %     | 75 %     | 85 %     |
| T1 DOLUM STOP SEVİYE        | 95 %     | 80 %     | 95 %     |
| T2 DOLUM START SEVİYE       | 85 %     | 75 %     | 85 %     |
| T2 DOLUM STOP SEVİYE        | 95 %     | 80 %     | 95 %     |
| T3 DOLUM START SEVİYE       | 85 %     | 75 %     | 85 %     |
| T3 DOLUM STOP SEVİYE        | 95 %     | 80 %     | 95 %     |
| PH01 SET Asit Dozaj Start   | 4.00 pH  | 4.00 pH  | 3.00 pH  |
| PH01 SET Asit Dozaj Stop    | 3.00 pH  | 3.50 pH  | 3.50 pH  |
| PH02 SET Kostik Dozaj Start | 12.00 pH | 11.50 pH | 11.50 pH |
| PH02 SET Kostik Dozaj Stop  | 12.50 pH | 12.00 pH | 12.00 pH |
| PH03 SET Kostik Dozaj Start | 9.00 pH  | 9.50 pH  | 9.50 pH  |
| PH03 SET Kostik Dozaj Stop  | 9.50 pH  | 10.00 pH | 10.00 pH |
| ORP SET HPO Dozaj Start     | 550 mv   | 550 mv   | 570 mv   |
| ORP SET HPO Dozaj Stop      | 600 mv   | 600 mv   | 600 mv   |
| T1 Asit Dozaj Gecikme Al    | 1200 Sn  | 1200 Sn  | 1200 Sn  |
| T2 Kostik Dozaj Gecikme Al  | 3000 Sn  | 3000 Sn  | 3000 Sn  |
| T3 Kostik Dozaj Gecikme Al  | 2400 Sn  | 2400 Sn  | 2400 Sn  |
| Hipo Dozaj Gecikme Al       | 1200 Sn  | 3000 Sn  | 3000 Sn  |
| TANK 1 DÜŞÜK SEVİYE         | 78 %     | 65 %     | 65 %     |
| TANK 2 DÜŞÜK SEVİYE         | 78 %     | 65 %     | 65 %     |
| TANK 3 DÜŞÜK SEVİYE         | 78 %     | 65 %     | 65 %     |
| Asit Tankı DÜŞÜK SEVİYE     | 10 %     | 10 %     | 10 %     |
| Kostik Tankı DÜŞÜK SEVİYE   | 10 %     | 10 %     | 10 %     |
| Hipo Tankı DÜŞÜK SEVİYE     | 5 %      | 5 %      | 5 %      |

T1 Asit Dozaj Gecikme Alarm ■

T2 Kostik Dozaj Gecikme Alarm ■

T3 Kostik Dozaj Gecikme Alarm ■

Hipo Dozaj Gecikme Alarm ■

SET AKTIF

FM01 FREKANS 0.00 Hz 0.00 Hz

FM02 FREKANS 20.00 Hz 50.00 Hz

ÖNCEDEN BELİRLENEN SET DEĞERLERİNİ YÜKLE

MAIN SELECT DESELECT AUTO SELECT

GENEL ALARM RESET

KKGOF01 KKGOK01 KKGDD01 KKGKY01

OF01 AYARLAR OK01 AYARLAR GD01 AYARLAR KY01 AYARLAR

Şekil 4.28: Otomatik Çalıştırma Komutları.

#### 4.2.15 Pompaların ve Fanların Eş Yaşlandırılma ile Otomatik Olarak Çalıştırılması

Tesiste bir bölgede yedekli olarak otomatik modda çalışan pompalar arasında eş yaşlandırma bulunmaktadır. Eş yaşlandırma süresi SCADA sistemi üzerinden ayarlanabilmektedir. Eş yaşlandırma periyodu içerisinde pompanın geçmiş çalışma saatleri dikkate alınmamakta sıralı nöbet tutma mantığına göre hareket edilmektedir (Bir pompanın geçmişte bir arızadan dolayı uzun süre çalışmamış olması durumunda arıza giderilip nöbet sistemine dahil olduğunda diğer pompa ile aynı miktarda çalışacaktır). Eş yaşlandırma sistemine göre otomatik modda çalışan pompalardan biri arızalandığında otomatik modda bekleyen sıradaki diğer bir pompa çalışmaya başlayacaktır. Elektrik kesilip tekrar gelmesi durumlarında çalışan sistemler duracak, operatörün tekrar çalıştırmasından sonra çalışacaktır. Operatör set değerlerini bu sayfa üzerinden önceden belirlenen DEFAULT düğmesini tıklarsa önceden belirlenmiş set değerleri yüklenmiş olacaktır. Sistemdeki ekipmanların seçim anahtarı, MCC panosu üzerinde PLC konumunda ise SCADA veya dokunmatik panelden teker teker veya ayarlar sayfasından hepsi toplu olarak otomatik moda alınabilmektedir. MCC panosu üzerinden lokal çalıştırma bakım amaçlı olup, herhangi bir çalıştırma koşulu bulunmamaktadır. Örneğin yıkama kulesinde suyun bitmesi halinde dahi sirkilasyon

pompası çalıştırılabilmektedir. Bu sebeple MCC panoları üzerinde sadece arıza ve bakım durumlarında deneme amaçlı kısa süreli çalıştırma yapılmaktadır.

Otomatik çalıştırma sayfasında tüm ekipmanların kodları yazılı olup kodların yanlarındaki pencerelerde ilgili ekipmanın otomatik konumda olup olmadığını, çalışıyor olup olmadığını, vanaların açık ya da kapalı pozisyonda olduğunu gösterir yeşil renk yanmaktadır.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ileri biyolojik atık su arıtma tesislerinde koku kontrolü için PLC ve SCADA uygulamalarının etkinliğini ölçmek amaçlanmıştır. Bu bağlamda PLC ve SCADA ile kontrol mekanizmasının nasıl sağlandığı ve bu sistemlerin süreç yönetimi detaylı şekilde ele alınmış ve sonuç olarak endüstriyel ve biyolojik atık su arıtma için elverişli yöntemler olduğu görülmüştür.

Verimli ve hassas su ve atık su izleme sistemlerini kullanmak, insanlara uygun fiyatlı, temiz su sağlamak için çok önemlidir. Her gün kullanılan su, kaynaktan musluğa ve giderden tekrar kaynağa kadar, genel su kalitesinin tutarlı ve ülkedeki düzenlemelere uygun olmasını sağlamak için titiz bir izlemeden geçer. Daha eski atık su ve su izleme sistemleri, operasyonların devam etmesi için çok fazla personel, zaman ve kaynak gerektiriyordu. Artık özellikle artırım sürecinin her adımını izleyen dijital ağları görmek yaygın hale geldiğinden endüstride doğal olarak bunları kullanmanın yollarını aramaktadır. Denetleyici kontrol ve veri toplama (SCADA), gerçek zamanlı verileri toplayan ve analiz eden bu dijital ağlar ve bilgisayar sistemleri için kullanılan standart terimdir. Su ve atık su yönetimi şirketleri, kamu hizmeti departmanları ve diğer üreticiler, sistem operatörlerine sağladığı kontrol ve sağladığı tutarlı otomatik veriler için SCADA'yı kullanmaktadır. Bu sektörlerdeki kilit personel, çeşitli veri kayıt noktaları aracılığıyla sistemlerinde gerçek zamanlı sorunların nerede meydana geldiğini görebilir.

SCADA, son birkaç on yılda istikrarlı bir şekilde gelişti, ancak bugün gördüğümüz mevcut veri entegrasyonu ve analiz sistemlerini elde etmek uzun yıllar süren teknolojik evrimi aldı. SCADA'dan önce, endüstriyel, hizmet ve üretim operasyonları, ekipmanı izlemek ve çalıştırmak için ellerinde bulunan işçilerle sınırlıydı. Bu operasyonların ölçeği büyüdükçe, ağ oluşturma yeteneklerine olan ihtiyaç, su ve atık su arıtma şirketlerini 50'li ve 60'lı yıllarda endüstriyel kontrol bilgisayarları ve telemetri kullanmaya yöneltmeye başladı. Bilgisayar teknolojisi geliştikçe, endüstriyel alanlardaki uygulamaları da arttı. Mikroişlemciler ve programlanabilir mantık denetleyicileri (PLC), daha iyi otomatikleştirilmiş sistemlere yol açtı. Kamu hizmetleri yerel alan ağlarını (LAN) uygulamaya koydukça ve güncellenen insan-makine arayüzü yazılımının okunması daha kolay hale geldikçe, otomatik izleme süreçleri 80'lerde ve 90'larda daha karmaşık hale geldi. Bu sistemler eski teknolojiden üstün

olsa da üçüncü taraf yazılımların mevcut su ve atık su yönetim sistemlerine entegre edilmesi genellikle zor veya imkansızdı.

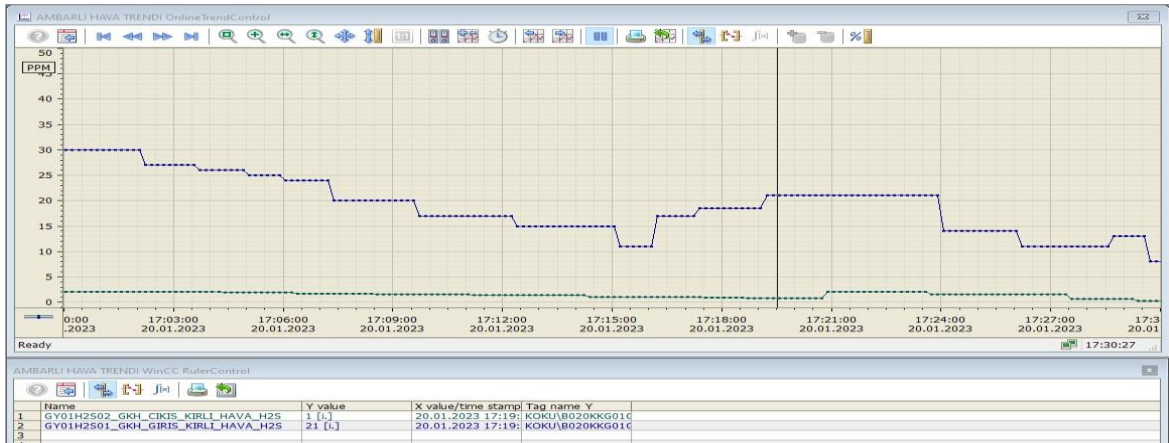
Açık kaynaklı SCADA sistemleri nihayet 2000'lerde norm haline geldi ve yapılandırılmış sorgu dili (SQL) gibi modern bilgi teknolojilerini benimsedi. Artık gelişmiş sistemler, uzak konumlardaki tabletler gibi akıllı cihazlara güvenli sunucular aracılığıyla bağlanabilir. Bu iyileştirmeler, dünyanın dört bir yanından 7/24 veri entegrasyonunu ve akışını mümkün kılmaktadır. Bu gelişmelerin kamu hizmetleri ve endüstriyel tesisler için büyük etkileri oldu.

Bilgiye anında erişim, operatörlerin kararlar almasına ve verileri segmentler yerine düzenli olarak analiz etmesine olanak tanımaktadır. Dijital izleme, aldıkları verileri daha doğru ve güncel hale getirir. Debimetreler, uzaktaki terminal birimlerine veri göndermek ve ardından toplanan verileri arıtma tesisi operatörlerine göndermek için stratejik konumlara kurulan veri kaydedicilerdir. Operatörler bu verilerle sızıntı, taşma, koku veya kimyasal dengesizlik gibi sorunları görme fırsatına sahip olurlar. Bu potansiyel sorunlarla ilgili güncel bilgilere erişim, su operasyonlarına bu sorunları önceden düzeltme şansı vererek makinelerin çalışmama süresini azaltır. Güvenlik aynı zamanda endüstriyel şirketler için devam eden bir önceliktir. Su hizmetleri altyapısının savunmasız kısımları için SCADA ağı, bu alanlara daha fazla gönül rahatlığı ve güvenlik sağlamak için uzaktan erişilebilen bağlantılı kamera sistemlerine izin vermektedir. Bu tür bir denetim, yönetim personelinin onarım veya destek için kaynakların sistem genelinde daha verimli bir şekilde dağıtılmasına olanak tanır.

Bazı SCADA sistemleri, su ve atık su operatörlerinin geçmişleri boyunca uğraştığı sorunların çoğunu hafifletmeye yardımcı olan otomasyona izin verir. Su tesisleri hala mükemmel saha ve tesis operatörlerine ihtiyaç duyarken, SCADA günlük operasyonlardaki en küçük tutarsızlıkları tespit etmeye yardımcı olur. Gelişmiş problem çözmeye ek olarak, su ve atık su sistemleri de artık otomatik sistemlerle daha verimli bir süreç yönetimi söz konusu hale gelmiştir.

Taşma gibi sorunlar endüstriyel kural düzenlemesi ihlallerine ve maliyetli para cezalarına neden olabileceğinden, atık su arıtma tesisleri için verimli ve doğru otomatik izleme çok önemlidir. Bu senaryoda, otomatik veya bulut bağlantılı bir SCADA sistemi, arıtılması gereken atık su akışını yönetmek için onarımlar veya değişiklikler yapması için operatörleri uyarabilir. SCADA ayrıca, operatörlerin hangi kritik sistemlerin daha fazla optimize edilmesi ve önceliklendirilmesi gerektiğini görmesine izin vererek, atık su arıtma tesislerinin

su dağıtım veya arıtma tesisini işletme maliyetini düşürmeye yardımcı olabilir. SCADA, operatörlerin sistem verilerini özümseme ve bunlarla etkileşim kurma şeklini büyük ölçüde iyileştirerek kamu hizmetlerinin çalışma şeklini değiştirdi. Artık her sektördeki su ve atık su arıtma tesisleri, mevcut işgücünü nerede ve ne zaman kullanacaklarına dair ayrıntılı bir anlayışa sahip olabilir.



Şekil 5.1: H<sub>2</sub>S Çıkış Trendi.

Sonuç olarak, bu çalışmada gözlemlenen, koku kontrol sistemimizin emiş yaptığı ortamdaki kirli havanın giriş H<sub>2</sub>S değerinin SCADA sistemimizde 30 ppm civarlarında olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte kulelerimizde yıkandıktan sonra çıkan H<sub>2</sub>S değerinin 2 ppm'in altına düştüğü gözlemlenmiştir. Bu gözlem sayesinde SCADA sistemimizde tam otomasyon ve otomatik kontrol ile yıkama kulelerinden geçirdiğimiz havanın PH ve ORP kontrolü ile yıkama suyunun sülfürik asit, sodyum hidroksit, sodyum hipoklorit dengelerinin istenilen düzeyde olduğu izlenmiştir. SCADA sistemimize eklediğimiz trend sayfasında giriş H<sub>2</sub>S değerimizin 30 ila 20 ppm arasında seyretse bile çıkış H<sub>2</sub>S değerimizin 2 ppm civarlarına düştüğü, zaman içerisinde sabit bir şekilde seyrettiği gözlemlenmiştir. Bu çıkarım bize sistemimizin koku kontrolünün sürdürülebilirliğini, işlevselliğini göstermekte ve aynı zamanda endüstriyel çözümün bir parçası olabileceğini kanıtlamaktadır. Buna ek olarak sistemde kullandığımız sülfürik asitli su, sodyum hidroksit, sodyum hipokloritli yıkama suyunun debi kontrolünün sağlandığı gözlemlenmektedir. Asıl işlevi olan koku kontrolünü sürdürülebilir şekilde yapmakta olduğunu ve görece daha fazla sayıda işleme müsait olduğu da görülmektedir.

PLC ve SCADA hem maliyetleri azaltma hem güçlü birer koku önleme mekanizması sağlama hem de haberleşme protokolleri aracılığı ile veri iletme sürecini kontrol edilebilir

ve hızlı bir süreç yönetimine evirebilir hale getirmesi bağlamında önemli birer çözüm aktörüdür. Bu çalışmada geniş bir şekilde algoritma, sistem senkronizasyonu, arayüz dahil olmak üzere kullanımı ve diğer tüm süreçleri detaylı bir şekilde incelenen PLC ve SCADA sistemlerinin etkinliği test edilmiş ve endüstriyel atık su arıtma tesisleri için kullanılabilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır. İşletmeler bu sistemler sayesinde daha hızlı, güvenilir ve optimum sonuçlar alabilir.



## REFERANSLAR

- [1]J. Nykänen and A. Veijanen, "Airborne Chemical Impurities In Waste Water Treatment Plants," in *In: Proc. Seventh Finnish Conf. Environmental Sci.*, Finland. 2005, pp. 287–290.
- [2]J. E. Burgess, S. A. Parsons ve R. M. Stuetz, "Koku Kontrolünde ve Atık Gaz Arıtma Biyoteknolojisindeki Gelişmeler: Bir İnceleme", s. 35–63, 2001.
- [3]Koe, L. C. C. and F. Yang. 2000. A bioscrubber for hydrogen sulphide removal. *Water Science and Technology* Vol. 41 No. 6 pp. 141-145.
- [4]A. Kerç, "Odour Control In Istanbul Wastewater Treatment Plants Using Ozonation And Chemical Scrubbing," in *Io3 / 17 Th World Congr. Exhib. Ozone Related Oxidants Innovative&current Technol.*, Starasbourg, France, Aug. 22, 2005.
- [5]Nurul Islam A.K.M., Hanaki K., Matsuo T.; Fate of dissolved odorous compounds in sewage treatment plants. *Water Science and Technology*, Vol.38, 1998; pp.337-344
- [6]P. Amirhor and A. K. Geoffrey, "Performance Evaluation Of Biofilter At Dartmouth, Ma, Biosolids Composting Facility," in *Proc. 67th Annu. Conf. & Expo. Water Environmental Federation*, Chicago. 2017, pp. 665–676.
- [7]M. B. Rands, D. E. Cooper, C.-P. Woo, G. C. Fletcher ve K. A. Rolfe, "H<sub>2</sub>S'nin anaerobik çürütme ve işleme egzozundan uzaklaştırılması için kompost filtreleri", s. 185–189, Şubat 1981.
- [8]B. M. Converse, E. D. Schroder, R. Iranpour, H. H. J. Cox, and M. A. Deshusses, "Odor and voc removal from wastewater treatment plant headworks ventilation air using a biofilter," in *Accepted water environ. res.*, Atlanta.
- [9] H. Türkmenler, "Atık Su Arıtma Tesislerinde Enerji Verimliliği," Jun. 2017, Art. no. 20.
- [10]H. E. Azman, "Evsel Atıksuların Arıtılmasında Arıtma Verimi – Enerji İlişkisinin İncelenmesi," Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2005.

- [11] Henze, M., Van Loosdrecht, M.C.M., Ekama, G.A., Brdjanovic, D. (2008). *Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design*. pp. 33-52, IWA Publishing, London, ISBN: 1843391880 <https://doi.org/10.2166/9781780401867>
- [12] R. Baird and L. Bridgewater. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2017.
- [13] M. Sperling, *Wastewater Characteristics, Treatment And Disposal*.
- [14] B. Yılmaz, "Evsel Atık sulardaki Koi, Boi, Tok ve Akm Parametreleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi," Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2018.
- [15] D. Orhon, E. Ateş, S. Sözen, and E. U. Çokgör, "Characterization and COD fractionation of domestic wastewaters," *Environmental Pollut.*, vol. 95, no. 2, pp. 191–204, 1997. Accessed: Mar. 25, 2023. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/s0269-7491\(96\)00111-x](https://doi.org/10.1016/s0269-7491(96)00111-x)
- [16] M. M. Özçiloğlu ve B. Durmuş, "Atık Su Arıtma Tesislerindeki Ekipmanlarda Bulunan Asenkron Motorlar ve Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemlerinin İncelenmesi," s. 80–85, Mart 2021.
- [17] İ. Gülsoy, "Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinin Online İzlenmesi ile Enerji Etüt Ve Optimizasyonu," Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 2017.
- [18] Heidari M., Kianinezhad R., Seifossadat G., Monadi M. Effects of distribution network unbalance voltage types with identical unbalance factor on the induction motors simulation and experimental, *Int. Rev. Electr. Eng.*, 2011; (6-1): 223–228.
- [19] W. E. Federasyonu, *Atıksu Arıtma Tesislerinden Kaynaklanan Koku ve Emisyonların Kontrolü (Uygulama Kılavuzu, No. 25) (Uygulama Kılavuzu, No. 25.)*. Su Çevresi Federasyonu, 1995.
- [20] A. Yuwono and P. Lammers, "Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumentation," in *Agricultural Eng. International: Cigr J. Scientific Res. Develop.* 2004, p. 6.

- [21]M. N. Sepehr, M. Zarrabi, H. Kazemian, A. Amrane, K. Yaghmaian ve H. R. Ghaffari, "Removal Of Hardness Agents, Calcium And Magnesium, By Natural And Alkaline Modified Pomice Stones In Single And Binary Systems," Ekim 2019.
- [22]G. Tchobanoglous, F. Burton, and H. D. Stensel, "Wastewater Engineering: Treatment And Reuse," May 2003.
- [23]M. İ. İpek, "Bir Atıksu Arıtma tesisinde Kullanılan Yüksek Gerilimli Elektrik Motorlarına Yol Verme Yöntemlerinin İncelenmesi," Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Ünivesitesi, İstanbul, 2002.
- [24]H. Toprak, *Aktif Çamur Sürecinin Tasarım Uygulamaları*, 3rd ed. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları:320, 2017.
- [25]P. A. Vesilind, *Atıksu Arıtma Tesisi Tasarımı*. IWA Yayıncılık, 2016
- [26]*Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri, SCADA Sistemlerine Giriş*. Ankara: Millieğitim Bakanlığı, 2014.
- [27] MEGEP, "Elektrik Elektronik Teknolojisi SCADA Sistemleri, 2007.
- [28]O. Okay, "Endüstriyel Bir Doğal Gaz Kompresör İstasyonu İçin Scada Sisteminin Geliştirilmesi," Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 2019.
- [29]M. Tosuner, "Scada Projelerinde Mimik Panonun Uygulanabilirliğinin İncelenmesi," Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 2007.
- [30]A. Yücel, "Elektrik Dağıtım Şebekeleri İçin Scada Sistemlerinin İncelenmesi ve Bir Bölge İşletmen Bilgisayar Ortamında Yapılması," Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2005.
- [31]E. Altın, *Step7 ile s7300, s7400 Plc programlama*. İstanbul: Celisa Tanıtım ve Reklam Hizmetleri Tic. Ltd. Şti, 2009.
- [32]A. Bodur, *Pratik DCS Dağıtılmış Kontrol Sistemleri*. İstanbul: BİLEŞİM YAYINLARI, 2006.

- [33]"PH ve ORP sensörleri | hach Türkiye- genel bakış | hach." Su Kalitesi Testi ve Analitik Aletler & Reaktifler üretir | Hac Türkiye. <https://tr.hach.com/ph-ve-orp-sensorleri/family?productCategoryId=25117555446> (erişim tarihi: 25 Mart 2023).
- [34]Ü. Kızıl, S. Aksu "Hava Kalitesi Ölçüm Amaçlı Kullanılan Metal-oksit Gaz Sensörlerinin Sıcaklık ve Nem Etkileşimlerinin Belirlenmesi". ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 6 (2018): 91-97 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/comuagri/issue/38357/409457>
- [35]"Debimetre, debimetreler, fiyat, debimetre çeşitleri | gentek elektronik." Gentek Elektronik. <https://www.gentekelektronik.com.tr/debimetre> (erişim tarihi 25 Mart 2023).
- [36]"Basınç" Gentek Elektronik. <https://www.gentekelektronik.com.tr/basinc> (erişim tarihi 25 Mart 2023).
- [37]"Göstergeli Sıcaklık Nem Transmitteri." Gentek Elektronik. <https://www.gentekelektronik.com.tr/sicaklik-nem/gostergeli-sicaklik-nem-transmitteri> (erişim tarihi 25 Mart 2023).
- [38]"Suya Kimyasal Dozajı-Burkut Su Tekniği A.Ş."- Burkut Su Tekniği A.Ş. <https://www.burkut.com.tr/-suya-kimyasal-dozaji> (25 Mart 2023 tarihinde erişildi).
- [39] M. Eşer, "Sirkülasyon Pompası Uygulamalarında Kalıcı Mıknatıslı Senkron Motorun Vektör Kontrol ve Eei Optimizasyonu," Yüksek Lisans Tezi, TOBB Etü, 2020.
- [40]Ü. Matkap, "Eş Eksenli Kanal Tipi Radyal Vantilatör Tasarımı ve Geliştirilmesi," Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006.
- [41]A. Özer, "Endüstriyel Sistemlerde Plc ve Scada Uygulaması," Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2016.
- [42]R. Bayındır, S. Vadi ve N. Güler, "Endüstriyel Alanlarda Kullanılan Veri İletim Tekniklerinin Karşılaştırılması," s. 181–188, 2004.
- [43]Y. Eminoğlu, *PLC Programlama ve S7-300/400*. İstanbul: Birsen Yayınevi, 2013.

- [44] G. Salğar, "Doğal Gaz Scada Otomasyon Uygulamalarında Ana Kontrol Merkezi İle Haberleşmeyi Sağlayan Scada – Otomasyon Sistemlerinin; Scada Ve Plc Programlarındaki Mevcut Parametreler Yardımı İle Bilgisayar Destekli Yeni Görünürler Oluşturulması," Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi 20, Kahramanmaraş.
- [45] M. H. İbrahim, "Scada Sistemi Kullanarak Petrol Depolama ve Dağıtım Hatlarının Kontrolü ve Otomasyonu," Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2010.
- [46] C. Queiroz, A. Mahmood, J. Hu, Z. Tari ve X. Yu, "Building a SCADA Security Testbed", 2009 Üçüncü Uluslararası. Konf. Ağ Sistem Güvenli., Gold Coast, Queensland, Avustralya, 19–21 Ekim 2009. IEEE, 2009. Erişim Tarihi: 25 Mart 2023. [Çevrimiçi]. Mevcut: <https://doi.org/10.1109/nss.2009.82>
- [47] P. Daogang, Ç. Hao, W. Jiannian, L. Hui, and X. Fei, "Design And Development Of Modbus/rtu Master Monitoring System Based On Embedded Power pc Platform," 2009.
- [48] J. Axelson, Her Yönüyle Seri Port. İstanbul: Era Bilgi Sistemleri ve Yayıncılık, 2000.
- [49] S. Kaya, "Endüstriyel Otomasyon Sistemlerinde Saha Veri Yolu Teknolojisi," Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2010.
- [50] D. Bailey and E. Wright, "Background to SCADA," in *Practical SCADA for Industry*. Elsevier, 2003, pp. 1–10. Accessed: Mar. 25, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/b978-075065805-8/50001-5>
- [51] M. Yurdabak ve M. Şekkeli, "Elektrik Dağıtım Şebekelerinde Scada/Dms Sistemlerinin İncelenmesi ve Uygulanması," 2014.
- [52] F. Aslan, Y. N. Sevgen, Y. Ateş ve O. Yıldırım, "Endüstriyel Tip Makinalarda Verimliliği Arttırmak İçin Optimizasyon," s. 355–362, Ağustos 2021.
- [53] M. Tutucu, "Endüstriyel Otomasyon Sistemleri ve Bir Pompana Uygulaması," Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 2007.