

**PLC VE SCADA KULLANARAK BİR BİNA
OTOMASYON SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ,
UZAKTAN KONTROLÜ VE İZLENMESİ**

Fatih ÖZEN

Yüksek Lisans Tezi

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cevat ERDAL

2019

**T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PLC VE SCADA KULLANARAK BİR BİNA OTOMASYON
SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ, UZAKTAN KONTROLÜ
VE İZLENMESİ**

Fatih ÖZEN

**ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

Danışman: Prof. Dr. Cevat ERDAL

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Cevat ERDAL danışmanlığında, Fatih ÖZEN tarafından hazırlanan “PLC ve Scada Kullanarak Bir Bina Otomasyon Sisteminin Gerçeklenmesi, Uzaktan Kontrolü Ve İzlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Cevat ERDAL	<i>İmza:</i>
Üye	: Prof. Dr. Hafız ALİSOY	<i>İmza:</i>
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Korhan CENGİZ	<i>İmza:</i>

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PLC ve SCADA KULLANARAK BİR BİNA OTOMASYON SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ, UZAKTAN KONTROLÜ VE İZLENMESİ

Fatih ÖZEN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr.Cevat ERDAL

Yaşamın olduğu tüm yapılarda hayatı kolaylaştırmak, iş yükünü azaltmak, daha güvenli ve daha kaliteli ortamlar sunabilmek için bina otomasyon sistemleri vazgeçilmezdir. Günümüz otomasyon teknolojisi genellikle bilgisayar destekli otomasyon kullanmaktadır. PLC ve SCADA Sistemleri de en çok tercih edilenlerdir. Teknolojinin gelişimiyle beraber farklı donanımlar ve yöntemlerin bu alanda da kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, bir bina otomasyon sisteminin parametrelerinin izlenmesi, uzaktan kontrolü ve veri toplanması için bir sistem gerçekleştirilmiştir. Sistem PLC ve SCADA tabanlıdır. Geliştirilen model sistem Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nda uygulanmıştır. Ayrıca geliştirilen bu model sistem eğitim materyali olarak da tasarlanmış olup başarısı anketle ölçülmüştür.

Anahtar kelimeler: Bina Otomasyonu, PLC, SCADA, Node-Red.

2019, 56 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

“IMPLEMENTATION, REMOTE CONTROL, AND MONITORING OF
A BUILDING AUTOMATION SYSTEM USING PLC and SCADA”

Fatih ÖZEN

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electronics and Communications Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Cevat ERDAL

Building automation systems are inevitable in every building in order to make life easier, decrease work load, and create safer and higher quality environments. Today's automation technology generally makes use of computer enhanced automation. PLC and SCADA Systems are the most commonly preferred systems. With the developments and technology, various equipment and procedures are found to be in use in this field. In the present study, a system has been implemented in order to monitor and remotely control the parameters of a building automation system and to gather data. The system is a PLC and SCADA based system. The proposed system was applied in Namık Kemal University Vocational School of Technical Sciences Control and Automation Technology Laboratory. Also, this model system was designed as teaching material and its success was evaluated through a questionnaire.

Keywords: Building Automation, PLC, SCADA, Node-Red

2019, 56 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	V
ŞEKİL DİZİNİ	VI
KISALTMALAR	VII
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. OTOMASYON SİSTEMLERİ	4
2.1. Bina Otomasyon Sistemleri.....	4
2.1.1. HVAC sistemleri	5
2.1.2. Güvenlik sistemleri	5
2.1.3. Aydınlatma sistemleri	6
2.1.4. Enerji yönetim sistemleri	6
3. PLC SİSTEMLERİ	7
3.1. PLC Programlama Dilleri	8
3.2. PLC Yapısı	9
3.2.1. Giriş birimi.....	9
3.2.2. Çıkış birimi	10
3.2.3. Merkezi işlemci birimi.....	11
3.2.4. Hafıza elemanları birimi	11
3.3. PLC Çalışması.....	11
4. SCADA SİSTEMLERİ	13
4.1. SCADA Sistemlerinin Yapısı	13
4.2. SCADA Sistemlerinin İşlevleri	14
5. MATERYAL VE METOT	15
5.1. Model Sistem Donanımları	16
5.1.1. Programlanabilir kontrolör (PLC)	16
5.1.1.1. Wago PLC	16
5.1.1.2. Wago PLC işlemcisi (CPU)	17
5.1.1.3. 750-463 RTD analog giriş modülü.....	19
5.1.1.4. 750- 430 dijital giriş modülü	19
5.1.1.5. 750- 530 dijital çıkış modülü.....	20
5.1.1.6. 750- 497 analog giriş modülü.....	21
5.1.1.7. 750- 559 analog çıkış modülü	22
5.1.1.8. 750- 600 sonlandırma modülü.....	22
5.1.2. Sensörler.....	23
5.1.3. Sıcaklık sensörleri	23
5.1.4. Nem sensörü	25
5.1.5. Basınç sensörü	25
5.1.6. Fark basınç anahtarı.....	26
5.1.7. Hareket sensörü	27
5.1.8. Röle	27
5.1.9. Frekans invertörü.....	27
5.1.10. Asenkron Motor	28
5.2. Modül Sistem Yazılımları	29
5.2.1. PLC yazılımı	29

5.2.2. Isıtma ve soğutma otomasyonu yazılımı	29
5.2.3. Nemlendirme otomasyonu yazılımı	32
5.2.4. Basınç otomasyonu yazılımı	34
5.2.5. Aydınlatma otomasyonu yazılımı	36
5.2.6. Alarm yazılımı	38
5.2.7. SCADA yazılımı	40
6. BULGULAR, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
7. KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	56

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 5.1: Wago PLC CPU ve modülleri.	17
Çizelge 5.2: Tez çalışmasında kullanılan CPU'nun teknik özellikleri.	18
Çizelge 5.3: ABB ACS 150-01e-02a4-2 model frekans invertörü teknik özellikleri.	28
Çizelge 5.4: Kullanılan asenkron motorun özellikleri.	28
Çizelge 5.6: Wago HVAC FB_Control_PID fonksiyon blok diyagramına ait parametreler.	32
Çizelge 6.1. Uygulananan anketin soru ve cevapları.	53

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1: Bina otomasyon sistemi bileşenleri.	1
Şekil 2.1: BOS alt sistemleri.	5
Şekil 3.1: PLC genel blok şeması	7
Şekil 3.2: PLC genel yapısı.....	9
Şekil 3.3: 24 VDC gerilimle uyarılan bir giriş birimi devresi.	10
Şekil 3.4: Triyak çıkışlı devre.	10
Şekil 5.1: Çalışmanın genel görünümü.	15
Şekil 5.2: Wago PLC CPU ve modülleri.	17
Şekil 5.3: Tez çalışmasında kullanılan CPU görünüşü.	18
Şekil 5.4: 750-463 RTD analog giriş modülü.	19
Şekil 5.5: 750- 430 Dijital giriş modülü.	20
Şekil 5.6: 750- 530 Dijital çıkış modülü.	21
Şekil 5.7: 750- 497 Analog giriş modülü.	21
Şekil 5.8: 750- 559 Analog çıkış modülü.	22
Şekil 5.9: 750- 600 Sonlandırma modülü.	23
Şekil 5.10: PT100 sıcaklık sensörü.	24
Şekil 5.11: Wago 750 – 852 PLC nin 750 -497 8-AI modülü.	25
Şekil 5.12: Dwyer marka MS – 311 basınç sensörü.	26
Şekil 5.13: Dwyer ADPS serisi fark basınç anahtarları.	26
Şekil 5.14: Model sistemde kullanılan röleler.	27
Şekil 5.15: TNKÜ teknik bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ısıtma ve soğutma kontrolü için yazılan PLC alt programı.	30
Şekil 5.16: Isıtma ve soğutma vanalarının sıcaklık sensöründen gelen bilgi ve referans sıcaklık değerine göre açılma yüzdeleri.	31
Şekil 5.17: Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın nem bilgisini ölçmek ve nem seviyesini istenilen değere getirmek için oluşturulan plc alt programı.	33
Şekil 5.18: Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ortam basınç bilgisini ölçmek ve basınç seviyesini istenilen değere getirmek için oluşturulan plc alt programı.	35
Şekil 5.19: Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ortam aydınlatmasını kontrol etmek için oluşturulan plc alt programı.	37
Şekil 5.20: Sistemde, aşırı ısınma, donma durumu, hepafiltre kirlilik bilgisi, faz hatası ve motor kayış kopma bilgisi için oluşturulan plc alt programı.	39
Şekil 5.21: Scada model sistemde kullanılan noktalar.....	40
Şekil 5.22: Ana sayfa.	42
Şekil 5.23: Kontrol ve otomasyon laboratuvarı sayfası.	43
Şekil 5.24: Aydınlatma ve alarm sayfası.	44
Şekil 5.25: Sıcaklık bilgisinin ölçülüp ayarlanması işlemlerinin yapıldığı “HVAC” sayfası.	46
Şekil 5.26: Ortamın nem değerinin ölçülüp kontrol edildiği nemlendirme sayfası.	47
Şekil 5.27: Ortam basınç değerinin ölçülüp ayarlandığı “basınç programı” sayfası.	48
Şekil 5.28: Aydınlatma sisteminin kontrol edildiği “aydınlata otomasyonu” sayfası.	49

KISALTMALAR

AC	: Alternative Current
AI	: Analog Input
AO	: Analog Output
BOS	: Bina Otomasyon Sistemi
CFC	: Continuous Function Chart
CPU	: Central Processing Unit
DC	: Direct Current
DCS	: Distributed Control System
DI	: Digital Input
DO	: Digital Output
FBD	: Function Block Diagram
FCU	: Fan Control Unit
HVAC	: Heating Ventilating Air Conditioning
IEC	: International Electrotechnical Commission
IT	: Information Technology
LAD	: Ladder Diagram
LAN	: Local Area Network
MTU	: Master Terminal Unit
PLC	: Programlanabilir Lojik Kontrolör
ROM	: Read Only Memory
RTU	: Remote Terminal Unit
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition
SFC	: Sequential Function Chart
ST	: Structured Text
TDK	: Türk Dil Kurumu
IL	: Instruction List

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim süresince bana yol gösterip rehberlik eden danışmanım Prof. Dr. Cevat ERDAL'a, hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek olan aileme, eşim Neriman ÖZEN'e, canım oğlum Mehmet Ömer'e, çalışmalarım boyunca her konuda yardımlarını esirgemeyen meslektaşlarım Mehmet Ali ŞİMŞEK, Emre TAHTABIÇEN, Ertuğrul KARAKULAK, Çetin YAĞCILAR, Tamer TOPRAKTEPE ve Enver ŞİPAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2019

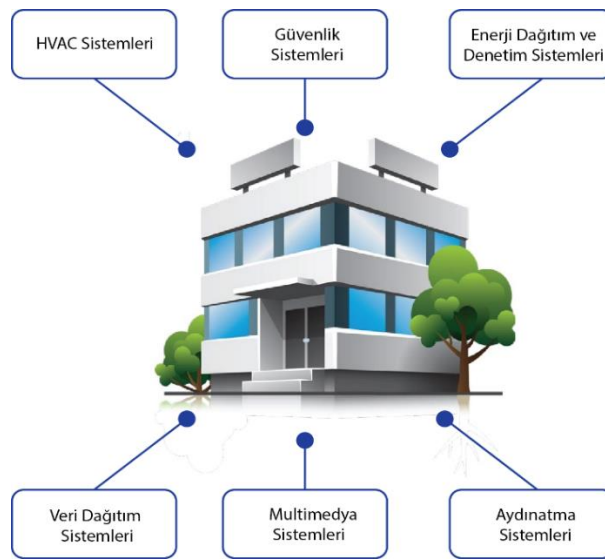
Fatih ÖZEN

1. GİRİŞ

Elektronik sistemlerin hayatımızdaki yaygınlığının arttığı günümüzde yaşam, barınma veya depolama alanlarımız olan binaların da elektronik olarak donanmaması beklenemezdi. Bina otomasyon sistemleri binada barınanların ve bina içerisindeki fiziksel varlıkların güvenliği, hava kalitesi ve konforu, enerji iletiminin kalitesi ve devamlılığı gibi sebeplerle kurulmaktadır.

Kişilerin bina otomasyon sisteminden beklentileri farklılaşabilmektedir. Bina ortamında yaşayan veya orada çalışanlar için konfor beklentisi yüksekken, binayı yönetenler için ise kontrol edilebilirlik ve verimlilik gibi başlıklar öne çıkmaktadır. Bir bina otomasyon sisteminin bu tür beklentilerin tamamını karşılaması beklenir (Myers, 1996). Yeni nesil bina otomasyon sistemleri de hem yaşayan bireylerin hem de bina yöneticilerinin beklentilerine göre geliştirilmektedir. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi yeni nesil bir bina otomasyon sistemi birçok bileşene sahiptir. Bunların ana başlıkları,

- Hava Kalitesi Sistemleri (HVAC - Heating Ventilating Air Conditioning)
- Güvenlik Sistemleri
- Enerji Dağıtım ve Denetim Sistemleri
- Veri Dağıtım Sistemleri (IT -Information Technology)
- Multimedia Sistemleri
- Aydınlatma Sistemleri olarak öne çıkmaktadır (Wong, Heng ve Wang, 2003).



Şekil 1.1: Bina otomasyon sistemi bileşenleri.

HVAC sistemleri bina içerisinde yaşayan kişilerin ve bulunan taşınır, taşınmaz malzemelerin hava kalitesini sağlamak için kurulan sistemlerdir. Binaların boyutları ve kişilerin beklentileri ile doğru orantılı olarak bu sistemlerin boyutları artarken enerji verimliliği ve kontrol bağlamında sistemlerin teknolojik içerikleri de günden güne artmaya devam etmektedir (Wang ve Ma, 2008).

SCADA, süreçleri gerçek zamanlı olarak izlemek ve kontrol etmek için kullanılır. Bu kontrol otomatik olabileceği gibi manuel de olabilir. Sahadaki sensörlerden gelen bilgiler PLC tarafından değerlendirilir (Shankar K.G, 2008). Elde edilen bu sonuçlar PLC çıkışına bağlanan elemanlara gönderilir. Bu süreç SCADA yazılımları üzerinden izlenerek uzaktan kontrol işlemleri gerçekleştirilebilir.

PLC ve SCADA sistemleri bina otomasyon sistemlerinde istenen bileşenlere sahip olmalıdır. PLC ve SCADA sistemleri bir merkez istasyonu, saha istasyonu, haberleşme sistemi ve PLC ve SCADA yazılımına sahiptir. Merkez istasyon, sistemi kontrol ederek verileri depolayan kısımdır. Bina otomasyon bileşenleri bu merkez istasyon üzerindeki yazılım vasıtasıyla kontrol edilebilir. Saha istasyonu, PLC sistemleri aracılığıyla saha elemanlarının denetimini yaparak elde ettiği verileri merkez istasyona gönderir. Haberleşme sistemi, merkez istasyon ve diğerleri ile haberleşmesi sağlar. Yazılım ise bütün verileri kontrol ederek merkez istasyon için veri depolar.

Bu tez çalışmasında PLC ve SCADA kullanılarak, “Model Sistem” adı verilen çok amaçlı bina otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı’nda uygulanmıştır. Tasarlanma aşamasında eğitim materyali olarak da tasarlanan Model Sistem, Proses kontrolü ve Kontrol Sistemleri dersleri için yardımcı materyal olma özelliği de taşımaktadır. Model sistemin eğitim materyali olarak başarısı bir anket aracı ile ölçülmüş ve tezin son bölümünde belirtilmiştir.

Model Sistem, yazılım ve donanım olmak üzere iki temel kısma ayrılmış olup, tezin ilerleyen bölümlerinde ayrıntılı olarak bahsedilmiştir. Donanım kısmı PLC ve saha elemanlarından oluşmaktadır. Yazılım kısmı ise PLC yazılımı ve SCADA yazılımından oluşmaktadır. SCADA yazılımı için iki farklı uygulama geliştirilmiştir. Bunlardan ilki Visu+ SCADA ile diğeri ise Node. JS tabanlı NODE-RED yazılım aracı kullanılarak geliştirilen web ara yüzüdür.

Yapılan literatür taramaları sonucunda pek çok PLC-SCADA uygulamalarıyla karşılaşılmıştır. Fakat SCADA sistemi için NODE-RED yazılım aracıyla geliştirilen bir uygulamaya rastlanmamıştır. Ayrıca Model Sistemin eğitim materyali olarak da tasarlanması projenin diğer özgün değeridir.

Bu tez çalışmasının ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci bölümlerinde daha önce yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemler hakkında genel bilgiler verilmiştir. Altıncı bölümde, kullanılan donanım birimleri ve geliştirilen yazılımlar hakkında bilgi verilmiştir. Son bölümde ise Model sistemin başarısı ve gelecek çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

2. OTOMASYON SİSTEMLERİ

Sözlük anlamı olarak otomasyon kavramı sanayi, bilimsel araştırmalar ve yönetimde insan gücü olmadan otomatik olarak işlerin tamamlanması olarak ifade edilmektedir (TDK, www.tdk.gov.tr, 2019).

Otomasyon kavramı uluslararası otomasyon topluluğu tarafından “Ürünlerin ve hizmetlerin üretimi ve ulaştırılması sırasında kontrol ve takip etmek için gerekli teknolojinin yaratılması ve uygulanması” olarak ifade edilmiştir. Burada otomasyon, tanımda ifade edildiği görevlerin sadece insanlar tarafından değil işi yapmak için olaya dahil olan her ayrıntı tarafından yapılmasına yardımcı olan sistemleri ortaya koymaktır (<https://www.isa.org/>).

Otomasyon çok geniş bir kapsama sahiptir. İletişim, robotik sistemler, güvenlik sistemleri, ölçüm sistemleri ve kontrolü, sensörler ve birçok farklı sistem otomasyon sistemlerine dahil edilmektedir (<https://www.isa.org/>).

Yukarıdaki tanımlardan ifade edildiği üzere genel olarak otomasyon kavramı belli bir üretim aşamasında iş ile ilgili verimi arttırabilmek adına geliştirilen otomatik sistemlerdir. Otomasyon iş gücünden tasarruf etmeyi, üretim aşamasında işlerin otomatik olarak yapılmasını sağlamaktadır. Otomasyon, iş maliyetlerinde düşüş, zamandan tasarruf, hata payının minimize edilmesi gibi avantajlar sunmaktadır. Ancak sistem maliyetlerinin fazla olması ve işsizliğe olumlu yönde katkı sağlanması dezavantaj olarak ifade edilmektedir (Elattar, 2008).

Tüm bu olumsuz yönlerine rağmen günümüzde toplu tüketim ve üretim kavramlarının nüfus artışıyla birlikte zorunlu hale gelmesi otomasyon sistemlerinin vazgeçilmez sistemler olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır (Maas ve van Gassel, 2005).

Otomasyon sistemleri, proses otomasyonu, endüstriyel otomasyon, otomotiv sektörü otomasyonları, enerji otomasyonları ve bina otomasyonları gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında bina otomasyon sistemleri incelenmiş olup, bir örneği gerçekleştirilmiştir.

2.1. Bina Otomasyon Sistemleri

Bina Otomasyon Sistemleri (BOS), bina ya da benzeri yapılardaki, ısıtma, soğutma, nemlendirme, basınç, enerji, aydınlatma, yangın alarm, güvenlik gibi sistemlerden oluşmaktadır. Şekil 2.1’de BOS’a ait bazı alt sistemler gösterilmiştir.



Şekil 2.1: BOS alt sistemleri (<https://mekatroniksayfa.com>).

BOS, alt sistemlerin daha hızlı bir şekilde kontrol edilip izlenmesini sağlar. Sistemlerde oluşabilecek olası arızalara karşı erken müdahale edilebilme olanağı, enerji tasarrufu, aydınlatma verimliliği, personel kaynaklı hataların azaltılması, değişen koşullara hızlı uyum sağlama, önleyici bakım maliyetleri, daha düşük işletim maliyetleri ve daha hızlı sorun çözme kabiliyetleri BOS'un en önemli avantajlarından.

2.1.1. HVAC sistemleri

HVAC (Heating, Ventilating, Air Conditioning) ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme olarak adlandırılmaktadır. Bina içerisindeki sıcaklığın optimum koşullarda tutulması ile temiz hava akışının kontrolünü sağlar. Otomatik sıcaklık kontrolü gece gündüz ve mevsimsel koşullar göz önünde tutularak sıcaklık ayarları seçenekleri ile optimum sıcaklığın muhafaza edilmesi sağlanır. Ayrıca bu sistem dış ortam sıcaklığına göre otomatik ayarlama yapabilmektedir. Böylece sürekli bir konfor ortamı sağlanırken, aynı zamanda enerji tasarrufu da sağlanacaktır (Şahin, 2002).

2.1.2. Güvenlik sistemleri

Güvenlik sistemleri, hırsızlık alarm sistemleri, yangın alarm sistemleri, görüntüleme sistemleri, kartlı geçiş sistemleri gibi alt sistemleri barındırır. Bu alt sistemlerden gelen bilgiler BOS ekranlar üzerinden sesli veya görsel olarak bilgilendirilir (Can, 2009).

2.1.3. Aydınlatma sistemleri

Bu sistemler, binaların içini ve çevresini istenilen seviyeye göre aydınlatmak için kullanılır. Aydınlatma sistemleri tamamen mimari yapıya uygun olarak dizayn edilmektedir. Özel üretilmiş olan armatürler ile konsept bütünlüğü de göz önüne alınmaktadır. Aydınlatma sistemleri ile zamana bağlı kontrol sağlanabildiği için mesai başlangıç, mesai sonu saatlerine göre sistem devreye alınarak maksimum enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Bu sebeple enerji tasarrufu için aydınlatma otomasyonu BOS'un önemli bir parçasıdır.

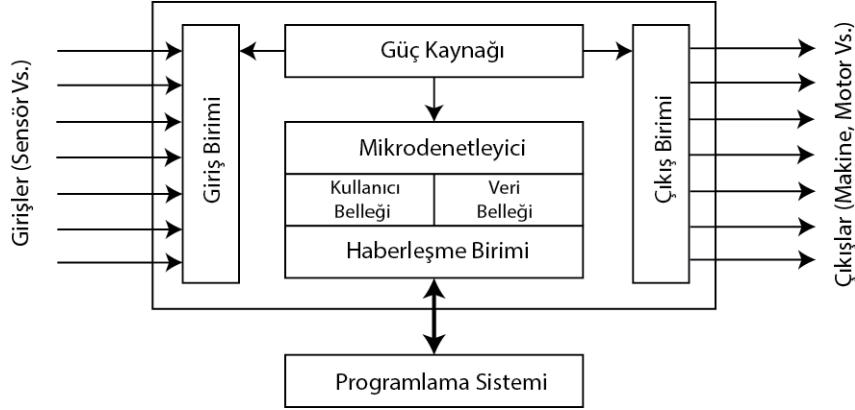
Işık seviye ayar kontrol üniteleri ile kullanıcının ihtiyacına göre odadaki aydınlık seviyesini ayarlama şansı verilmiştir. Aydınlatmalar hem anahtar hem de uzaktan kumanda yardımı ile kontrol edilebilmektedir. Tüm binadaki aydınlatma armatürlerine ait durum bilgileri aynı zamanda kontrol merkezindeki bilgisayardan izlenmektedir. Merkezi bilgisayar üzerinden istenilen gerekli müdahaleler ve buna bağlı izlemeler yapılabilmektedir (Can, 2009).

2.1.4. Enerji yönetim sistemleri

Bu sistemler özel olarak HVAC sisteminin bir parçası olmasına rağmen genel anlamda düşünüldüğünde tüm sistemlerin içinde entegre olarak bulunan bir enerji tasarruf programının uygulanmasını esas alan bir yapıdadır. Bu anlamda binadaki tüm ışıklandırma, güvenlik ve HVAC sistemlerinin enerji tasarrufu yapabilme kabiliyetlerinin yazılım ile gerçekleştirilebilmesi gerekmektedir (Can, 2009).

3. PLC SİSTEMLERİ

Programlanabilir Lojik Kontrolör (Programmable Logic Controller, PLC) endüstriyel otomasyon devrelerinde kumanda ve kontrol işlevini gerçekleştirmek için klasik kumanda elemanlarının yerine kullanılan mikroişlemci tabanlı cihazlardır. Girişlerin kombinasyonuna bağlı olarak, çıkış rölelerinin kontrolünü sağlayarak endüstriyel süreçlerin otomasyonunu sağlamaktadırlar. Bir PLC Şekil 3.1’de görülen kısımlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.1: PLC genel blok şeması

İlk olarak 1968 yılında General Motors mühendisleri tarafından röle kontrol sistemi olarak ortaya konan PLC Modicon adı ile Bedford Associates tarafından üretilmiş ve piyasaya sürülmüştür (Laughton, 2003). Modicon 1977 yılında daha sonra AEG ve Schneider Electric tarafından satın alınacak olan Goulds Electronics adlı firmaya satılmıştır. Bu projede çalışan mühendislerden Dick Morley PLC kavramının isim babası olarak tanımlanmaktadır (Morley, 2008). PLC’ler o dönemde lojik kapılar ile tasarlanan kontrol yapılarının yerini almıştır.

PLC, çok karmaşık ve zor olan kumanda problemlerinin çözülmesinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. PLC içerisindeki kumanda elemanları ayrı ayrı adresler ile ifade edilir. PLC’ye verilen komutlarla elektrik motoru, lamba, valf, kontaktör, oransal vana, röle istenilen ve amaçlanan biçimde kontrol edilebilir. Ayrıca PLC aritmetik ve mantıksal işlemlerde de kullanılmaktadır (Çetin, 2010).

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak piyasada Siemens, ABB, Schneider, Mitsubishi, Omron, Wago, Beckoff başta olmak üzere çeşitli PLC üreticisi firmalar bulunmaktadır. Üretilen PLC’lerin markaları ve yapısal özellikleri farklı olsa da çalışma mantığı hepsinde aynıdır.

PLC ile röleli sistemleri karşılaştırdığımızda en önemli avantajlarından bazıları şunlardır:

- PLC ile kontrol devresi tasarlamak röleli bir devrenin tasarımından daha basittir.
- Herhangi bir sistem değişikliğinde röleli sistemde kumanda kısmının tamamen değişmesi gerekirken PLC’de sadece yazılım değişikliği yeterli olacaktır.
- PLC sistemler röleli sistemlere göre daha az yer kaplarlar ve daha az arıza yaparlar.
- PLC sistemler kötü çevre şartlarından röleli sistemlere göre daha az etkilenirler.
- PLC sistemlerde giriş ve çıkışların durumu izlenebilir (Eminoğlu, 2013).

Yukarıda belirtilen avantajlarından dolayı PLC endüstriyel otomasyon alanının her kademesinin en önemli parçasıdır.

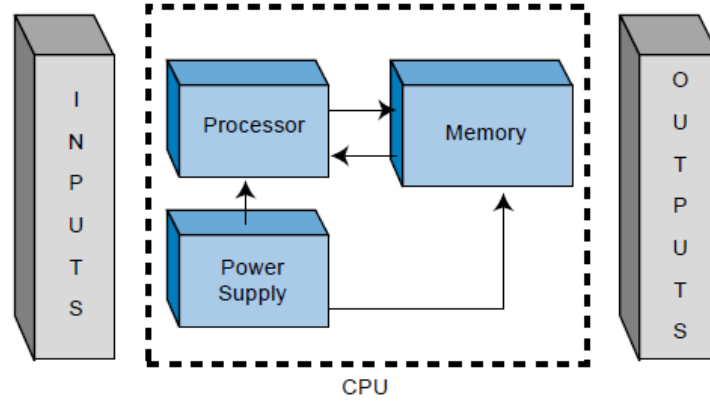
3.1. PLC Programlama Dilleri

Bir prosesin istenen ve amaçlanan biçimde çalışması için günümüz PLC üreten firmaları uluslararası standartlarda her programcının kolayca kullanabileceği modeller üretmektedirler. Gelişen teknolojiye programlama dilleri de ayak uydurmaktadır. PLC kullanıcı programı oluşturulurken kullanılacak olan programlama dili programcının tercihinin bırakılmıştır. IEC 61131-3 standartlarına göre tasarlayan kişilerin kolayca anlayabilecekleri altı farklı programlama dilleri vardır (Kurtulan, 2010). Bunlar:

- IL (Instruction List),
- LD (Ladder Diagram),
- ST (Structured Text),
- SFC (Sequential Function Chart),
- FBD (Function Block Diagram),
- CFC (Continuous Function Chart) programlama dilleridir.

3.2. PLC Yapısı

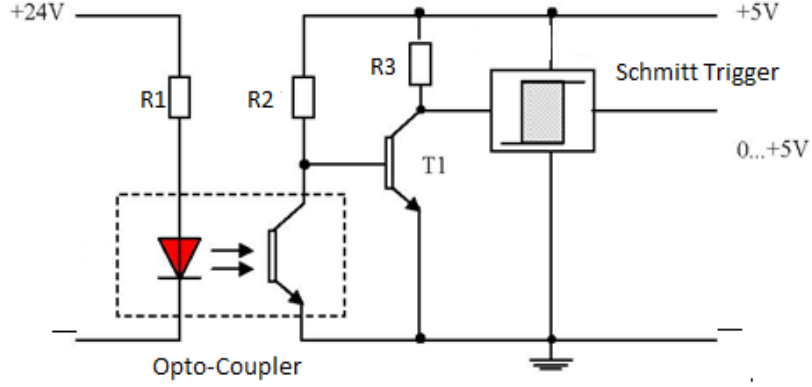
PLC giriş birimi, işlemci birimi, hafıza birimi ve çıkış birimi olmak üzere dört temel birimden oluşmaktadır. Giriş ve çıkış birimleri PLC ve kontrol edilen proses arasında köprü görevi görmektedirler. Merkezi İşlem Ünitesi ise belleğe yüklenmiş olan programı yürüten en önemli birimdir. Şekil 3.2' de PLC' yi oluşturan temel bileşenler gösterilmiştir.



Şekil 3.2: PLC genel yapısı (Bryan ve Bryan, 1997).

3.2.1. Giriş birimi

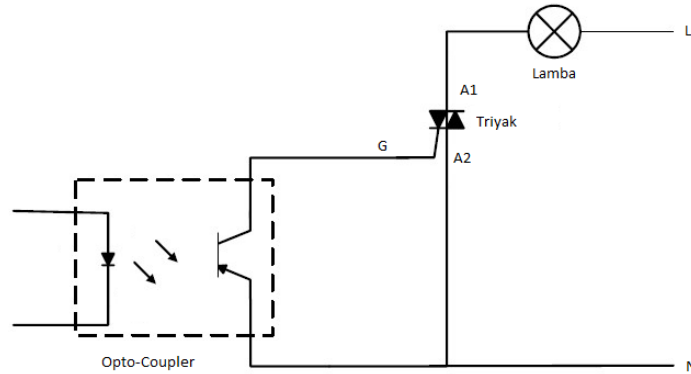
Kontrol edilmek istenen sistemle ilgili algılama ve kumanda elemanlarından gelen elektriksel işaretleri PLC'lerin işleyebilecekleri lojik gerilim seviyelerine dönüştüren giriş birimidir. Kontrol edilen sisteme ilişkin basınç, seviye, sıcaklık algılayıcıları, kumanda düğmeleri ve hareket sensörleri gibi elemanlardan gelen iki değerli işaretler (var-yok, 0 veya 1) giriş birimi üzerinden alınır. Gerilim seviyesi 24 V DC, 48 V DC, 100V-120 V AC veya 200 V-240 V AC değerlerinde olabilir (Kurtalan, 2010). Şekil 3.4'te 24 DC giriş gerilimi ile uyarılan bir giriş birimi devresi verilmiştir. PLC giriş birimi devresine gelen bir işaretin lojik 1 kabul edilebildiği bir alt sınır ve lojik 0 kabul edilebildiği bir üst sınır vardır. Giriş bilgisinin doğru olarak alınabilmesi için işaret gerilim seviyesinin bu değerler arasında olması gerekir.



Şekil 3.3: 24 VDC gerilimle uyarılan bir giriş birimi devresi.

3.2.2. Çıkış birimi

Çıkış birimi, merkezi işlem biriminde işlenmiş olan bilgiyi dijital veya analog sinyal olarak kontrol edilen sistemdeki kontaktör, röle, selonoid valf, oransal vana gibi kumanda elemanlarını sürmeye uygun elektriksel işaretlere dönüştürür. Bu birim transistör, röle veya triyak çıkışlı olabilir. Çok yüksek açma – kapama gerektiren doğru akım çıkışlarında transistör, alternatif akım çıkışlarında triyak, çıkış sinyallerinin çok sık olmadığı ve elektriksel yalıtım gerektiren uygulamalarda ise röle çıkışlı devreler kullanılır (Arslan, 2013). Çıkış birimi için triyak çıkışlı bir devre şekil 3.4’te verilmiştir.



Şekil 3.4: Triyak çıkışlı devre.

3.2.3. Merkezi işlemci birimi

CPU, tüm aritmetik ve mantıksal işlemler ile beraber zamanlama, sayma gibi önemli görevleri gerçekleştiren, sistem ve kullanıcı programlarını yürütüp sonuç değerlerini çıkışa ileten PLC' nin en önemli birimidir (Altın, 2009). CPU, mantık, izleme ve iletişimi kontrol etmek için bir mikroişlemci, bellek yongası ve diğer tümleşik devrelerden oluşur (Bryan ve Bryan, 1997). Proseslerin özelliklerine göre CPU seçimi çok önemlidir. CPU tipini belirlemeden önce yazılacak programda kullanılacak giriş ve çıkış sayısı, fonksiyon modülleri, PID bloklarının belirlenmesi gerekir. Bunlar belirlendikten sonra istenen fonksiyonu uygun şekilde yerine getirebilmesini sağlayacak şekilde CPU'nun işlem hızı ve hafıza kapasitesi dikkate alınarak seçim yapılır (Bolton, 2006).

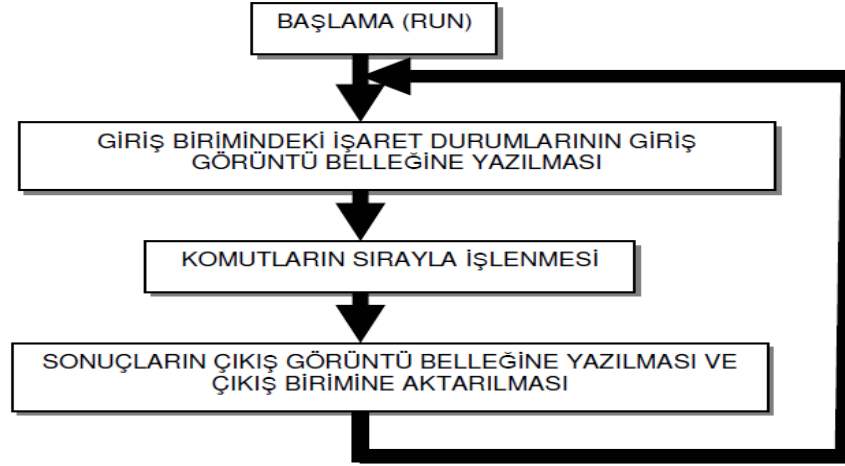
3.2.4. Hafıza elemanları birimi

Hafıza (bellek) birimi, bilgilerin lojik olarak saklandığı yarı iletken elemanlardır. PLC'lerde sistem program belleği, kullanıcı program belleği ve veri belleği olmak üzere farklı bellek alanları bulunmaktadır. Sistem belleği ve PLC'ye ait değiştirilmeyen veriler için kalıcı bellek, kullanıcı program belleği ve veri belleği için ise kalıcı olmayan bellek kullanılır (Kurtulan, 2010).

Sistem belleği alanında giriş ve çıkış görüntü bellekleri bulunur. Program yürütülmesi sırasında giriş elemanlarının durumlarının saklandığı ve program sonucunda elde edilen mantıksal değerlerin saklandığı bellek alanları giriş ve çıkış görüntü bellekleridir (Eminoğlu, 2013). PLC'de işletim sistemi ROM (Read Only Memory) bellek içerisinde, kullanıcı programı EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) bellek içerisinde ve ayrıca rasgele erişilebilir bellek anlamına gelen RAM bellekte bulunmaktadır (Uzam, 2008).

3.3. PLC Çalışması

PLC programlarında birbirlerinin benzeri sistem programları vardır ve kalıcı bellek alanlarına yüklenmişlerdir. Kullanıcı programının yürütülmesi, kesmeli çalışma durumlarının düzenlenmesi sistemin çalışmasının kontrol edilmesi sistem programlarının en temel görevidir. PLC çalışma durumundaki işlem basamakları Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5: PLC işlem basamakları (Kurtulan, 2010).

PLC çalışma durumuna getirildiğinde ilk başta yapılan işlem giriş birimine bağlanan elemanların işaretleri giriş görüntü belleğine yazılır ve bu değerler bir sonraki tarama çevrimine kadar sabit tutulur. Daha sonra program belleğine yazılmış komutlar sırayla gerçekleştirilir. Bu işlem basamakları sonucunda elde edilen çıkış değerleri çıkış görüntü belleğine yazılarak çıkış birimine aktarılır. Bu işlem sırası sürekli olarak tekrarlanır. Bu işlemlerin tamamına bir çevrim süresi denir. Yazılan programların boyutuna göre değişen çevrim süreleri milisaniye mertebelerinde olup, mikro saniye mertebesinde olan PLC modelleride mevcuttur.

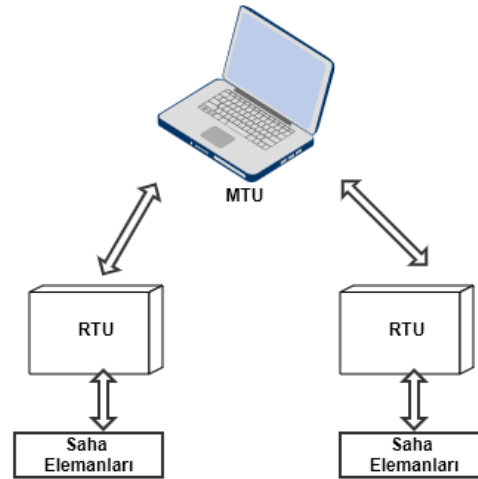
4. SCADA SİSTEMLERİ

SCADA kelimesi Supervisory Control and Data Acquisition kelimelerinin ilk harflerinin birleşmesinden meydana gelmektedir. Türkçe karşılığı “Denetlemeli Kontrol ve Veri Toplama” veya “Haberleşme Tabanlı Kontrol ve Kumanda” sistemi olarak çevrilebilir. SCADA sistemi proseslerde yer alan saha ekipmanlarının, yazılımın yüklü olduğu bilgisayar aracılığı ile gerçek zamanlı olarak izlenmesi, denetlenmesi ve uzaktan kontrolü işlemleri gerçekleştirilebilir.

SCADA yazılımları, farklı haberleşme protokolleri üzerinden birbirine bağlanmış saha ekipmanlarından gelen verileri almaktadır. Verilerin kaydedilmesi, grafiksel araçlarla gösterilmesi, animasyon ile proseslerin görselleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca ayar değerleriyle istenilen referans değerlerinin girilmesi, PID kontrolör parametrelerinin değiştirilebilmesi ve otomatik çalışan sistemlere ekran üzerinden manuel olarak müdahale imkânı SCADA yazılımları ile yapılabilmektedir.

4.1. SCADA Sistemlerinin Yapısı

SCADA sistemi MTU (Master Terminal Unit- Ana Terminal Birimi) , RTU (Remote Terminal Unit-Uzak Terminal Birimi), haberleşme sistemi ve SCADA yazılımı olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır. SCADA sistemi temel bileşenleri Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1: SCADA temel bileşenleri.

MTU, prosesin bilgisayar destekli bir yapıda kontrol edilerek, izlendiği ve yönetildiği kısım olarak tanımlanabilir. SCADA yazılımı MTU içerisindedir.

RTU, saha elemanlarından gelen verilerin depolanmasını sağlayan merkezi kumanda ve kontrol sistemine gönderilmesini sağlayan birimdir. RTU'lar esnek ve modüler yapıya sahip olup mikroişlemci tabanlıdırlar. RTU'ların giriş ve çıkış sayıları artırılabilir.

İletişim, SCADA sistemlerinin omurgasıdır. Ana merkezde bulunan MTU'nun uzak bölgelerde bulunan RTU'larla ve sistemlerle bilgi alışverişı yapması için bir iletişim ortamının olması gerekir. Bu iletişim ortamı kablolu veya kablosuz olabilir.

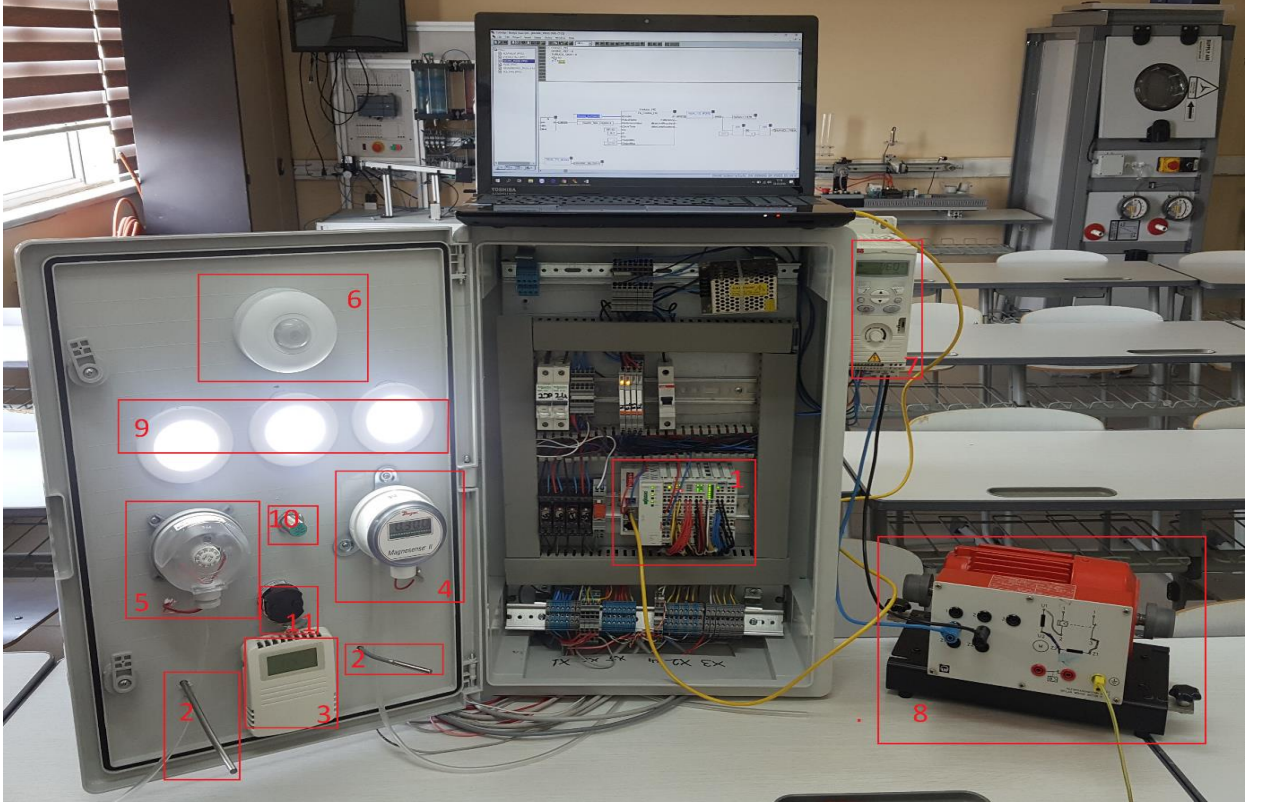
4.2. SCADA Sistemlerinin İşlevleri

SCADA sistem yazılımlarının sahip oldukları işlevler,

- İzleme işlevleri
- Kontrol işlevleri
- Veri toplama
- Verilerin kaydı ve saklanması olarak dört grupta toplanabilir.

5. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışması, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. PLC ve SCADA kullanarak bir bina otomasyonunun gerçekleştirilmesi için oluşturulan model sistem Şekil 5.1'de verilmiştir. Sistem donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.



Şekil 5.1: Çalışmanın genel görünümü.

Şekil 5.1'de görüldüğü üzere 1 numaralı alan Wago 750-852 model PLC'dir. Sistem modeli üzerinde bulunan tüm sensörlerin bağlı olduğu bu model PLC ve bu projede neden seçildiği bölüm 5.1.1'de bahsedilmiştir. 2 numaralı alanlar PT 100 tipinde sıcaklık sensörleridir. 3 numaralı alan DWYER marka RHP-3W44-LCD sıcaklık ve nem sensörüdür. 4 numaralı alan basınç sensörü, 5 numaralı alan fark basınç sensörü, 6 numaralı alan hareket sensörü, 7 numaralı alan frekans invertörü, 8 numaralı alan tek fazlı asenkron motor, 9 numaralı alan aydınlatma için kullanılan ledler, 10 numaralı alan manyetik sensör ve 11 numaralı alan ise pako şalterdir. Şekil 5.1 üzerinde işaretlenmeyen kısımlar ise röleler, bağlantı klemensleri ve güç kaynağıdır.

Sistem modelinin oluşturulan algoritmaya göre PLC üzerinden işletilmesi, gerçek zamanlı olarak sürecin gözlemlenmesi, arıza durumlarının tespiti ve sistemin uzaktan kontrolü için geliştirilen yazılımlar, sisteme bağlı ana bilgisayar üzerinden denetlenmektedir.

5.1. Model Sistem Donanımları

Model sistemin oluşturulmasında kullanılan donanım birimleri PLC, sensörler, frekans invertörü, asenkron motor ve rölelerdir.

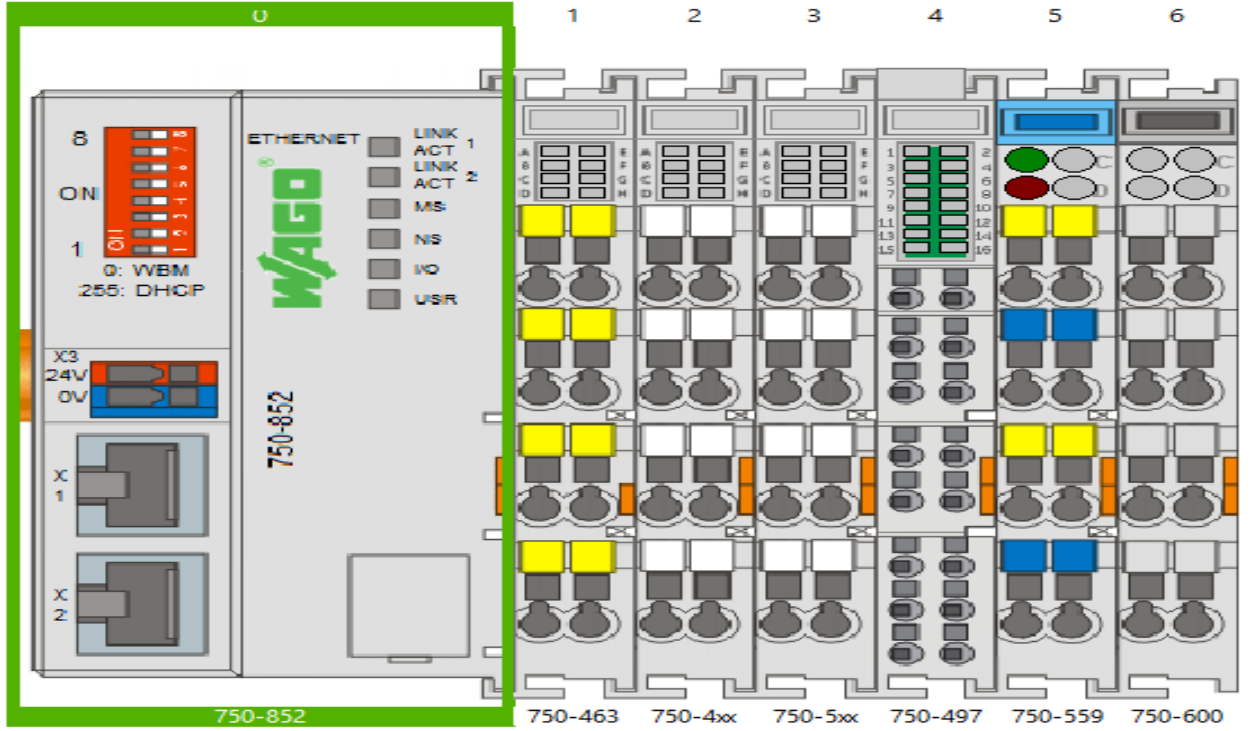
5.1.1. Programlanabilir kontrolör (PLC)

Düşük güç tüketimi, optimum performans, çok sayıda arayüzü, az yer kaplaması, tasarım kolaylığı ve yüksek güvenilirlikleri sayesinde PLC'ler otomasyon çözümlerinin vazgeçilmez unsurlarıdır. Bu tez çalışmasında Wago marka 750-852 model bir PLC tercih edilmiş ve kullanılmıştır.

5.1.1.1. Wago PLC

1951 yılından beri otomasyon alanında faaliyet gösteren Wago, PLC üreten dünyanın önemli markalarından biridir. Maksimum esneklik ve fonksiyon çeşitliliği, artırılabilir I/O modülleri, uzak mesafeler için ideal oluşu, bina otomasyonu için KNX, BACnet, LON, MODBUS TCP/IP haberleşme standartlarını desteklemesi, yazılım kolaylığı ve açık kaynak yazılımına sahiptir. Bu sebeplerden dolayı Wago 750-852 CPU'ya sahip PLC modeli seçilmiştir.

Şekil 5.2 üzerinde Wago PLC CPU ve kullanılan modüller gösterilmiştir. Modüllerin soketler yardımıyla CPU'ya bağlantısı sağlanıp, PLC'nin donanım kurulumu gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.2 üzerinde numaralandırılmış modüller Çizelge 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.2: Wago PLC CPU ve modülleri.

Çizelge 5.1: Wago PLC CPU ve modülleri.

No	Modül Adı	Açıklama
0	750 -852	Wago PLC İşlemcisi (CPU)
1	750-463	4 AI RTD Modülü
2	750-430	8 DI 24V DC 3.0 ms Modül
3	750-530	8 DO 24V DC 0.5 A Modülü
4	750-497	8 AI 0-10 V / +-10V Modül
5	750-559	4 AO 0-10 V DC Modül
6	750-600	Sonlandırma Modülü

5.1.1.2. Wago PLC işlemcisi (CPU)

Bu tez çalışmasında kullanılan Wago 750-852 CPU modüler olup, Ethernet/IP ve modbus ağlarında fieldbus iletişim için tasarlanmıştır. Standart ethernet protokollerinin birçoğunu desteklemesi en önemli avantajlarından biridir. IEC 61131-3 standartlarına uygun olarak PLC programlama dillerini destekler. İki ethernet arayüzü ve entegre switch ile fieldbus hat topolojisinde kablolanmasını switch veya hub gibi ilave ağ gereksinimlerine ihtiyaç olmadan sağlar. CPU üzerinde bulunan DIP anahtarı, IP adresinin son byte'ını konfigüre ederek IP adres atamasını gerçekleştirir. Tez çalışmasında kullanılan CPU Şekil 5.3'te gösterilmiş olup, teknik özellikleri de Çizelge 5.2'de verilmiştir.



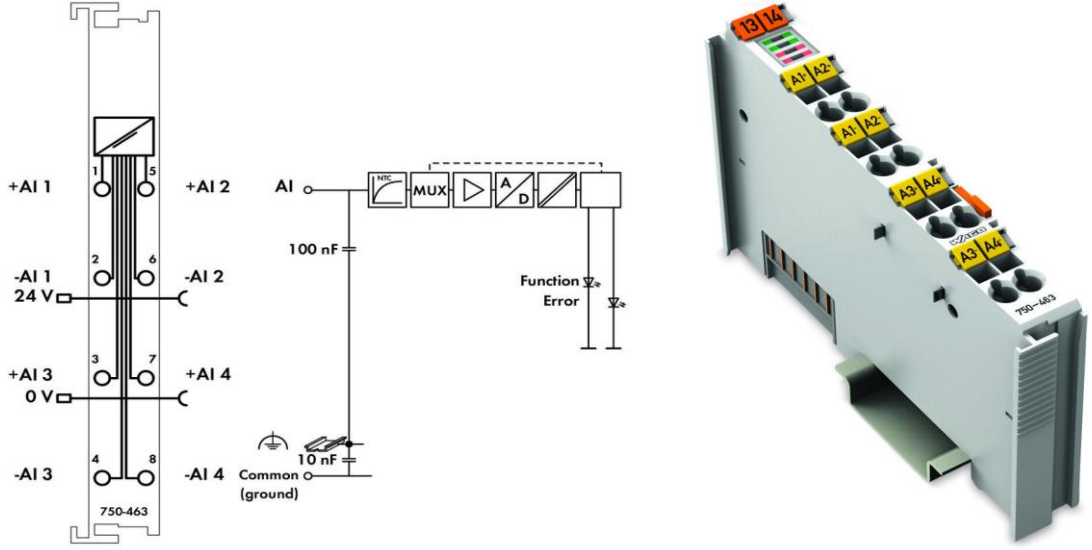
Şekil 5.3: Tez çalışmasında kullanılan CPU görünüşü.

Çizelge 5.2: Tez çalışmasında kullanılan CPU'nun teknik özellikleri.

İletişim	EtherNet/IP, Modbus TCP, Ethernet
Protokoller	HTTP, BootP, DHCP, DNS, SNTP, FTP
Visualization	Web server
CPU	32 bits
IEC 61131-3	IL, LD, FBD, CFC, ST, SFC
Programlama	Codesys 2.3
Program Belleği	512 kByte
Veri Belleği	256 kByte
Bağlanabilen I/O	250
Led Göstergeler	Led (LINK ACT) Yeşil Ağ Bağlantısı Port 1 ... 2; LED (MS/NS) kırmızı,yeşil Ağ Durumu LED (I/O, USR) kırmızı /yeşil/turuncu very hatlarının durumu , kullanıcı program durumu
Beslemesi	24 V DC
Anma Yükünde Giriş Akımı	300 mA
Nominal Yükte Güç Kaynağı Verimi	90%
İzolasyon	500V sistem/besleme

5.1.1.3. 750-463 RTD analog giriş modülü

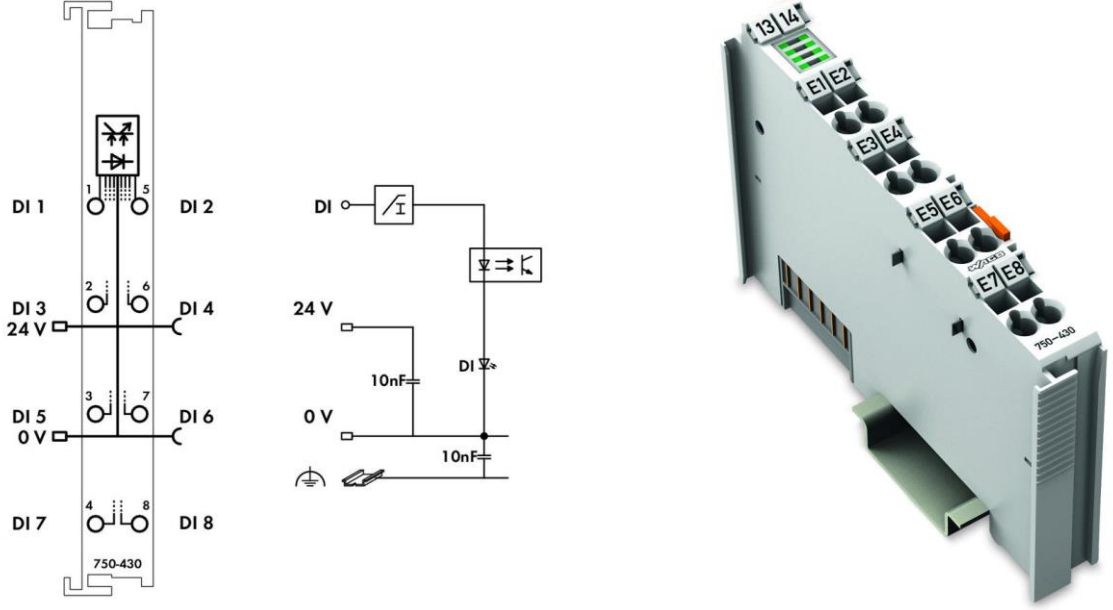
Bu analog giriş modülüne sadece Pt veya Ni tipinde sıcaklık sensörleri bağlanabilir. Dört kanallı olan bu modül sadece -30 °C ile 150 °C arasında ölçüm yapmaktadır. Modül tüm sıcaklık değerlerini doğrusallaştırarak ölçme işlemini gerçekleştirmektedir. Sensör hatası kırmızı bir LED ile gösterilir. Modül, WAGO-I/O-CHECK ile konfigüre edilebilir. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.4: 750-463 RTD Analog giriş modülü.

5.1.1.4. 750- 430 dijital giriş modülü

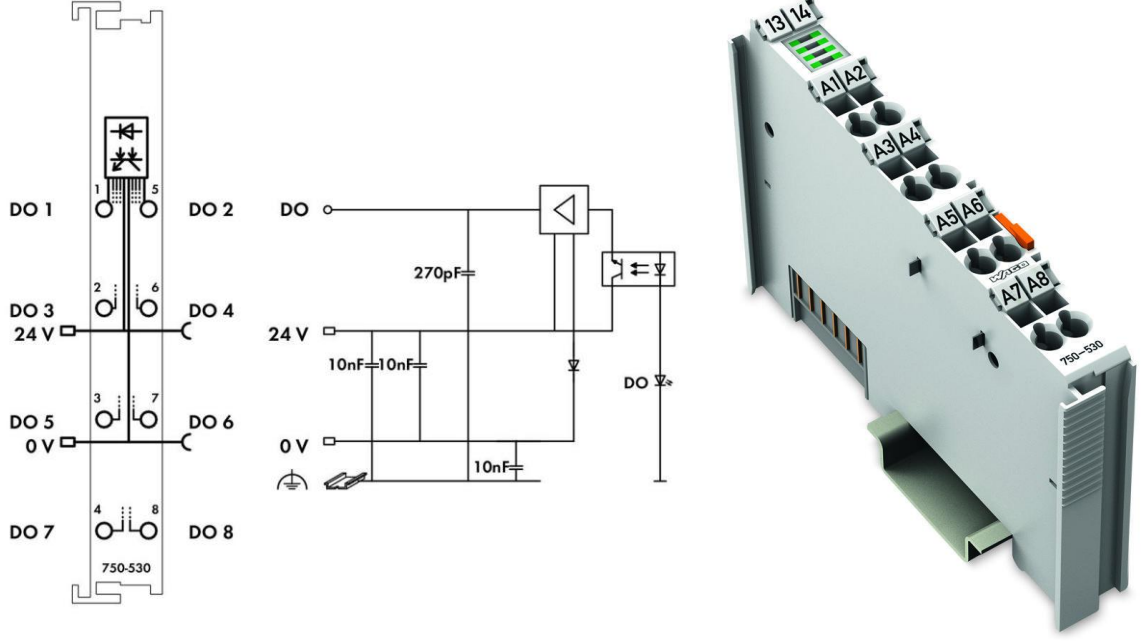
Bu dijital giriş modülü sekiz kanallı olup 24 V DC gerilime göre 1 veya 0 çıkışı vermektedir. Sensörler üzerinden gelen gerilim seviyesi 0–5 V DC arasında ise çıkış sinyalinin sayısal değeri “0”, gerilim seviyesi 15-24 V DC arasında ise çıkış sinyalinin sayısal değeri “1” olmaktadır. Bu modülün her giriş modülünde bir gürültü bastırma filtresi bulunmaktadır ve bu filtre farklı zaman sabitleriyle kullanılabilir. Modül, WAGO-I/O-CHECK ile konfigüre edilebilir. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 5.5'te verilmiştir.



Şekil 5.5: 750-430 Dijital giriş modülü.

5.1.1.5. 750- 530 dijital çıkış modülü

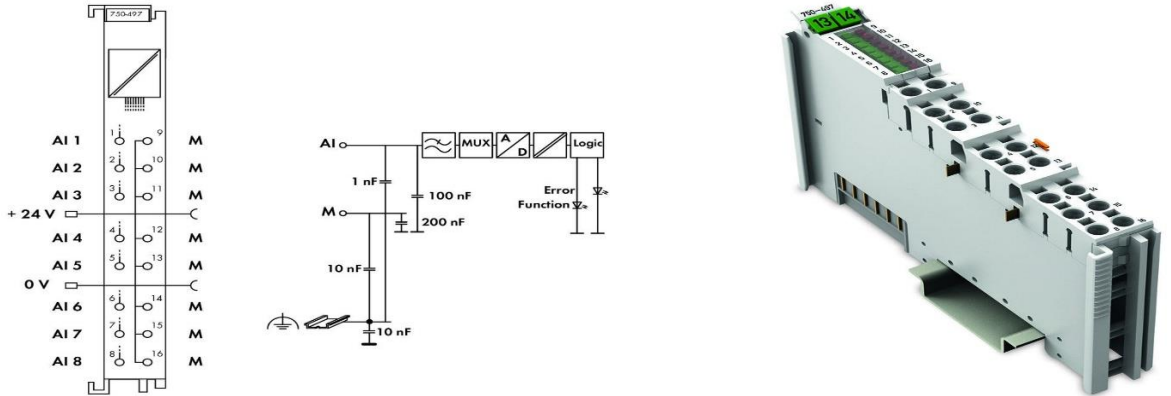
Bu dijital çıkış modülü sekiz kanallı olup 24 V DC ve 0.5 A çıkış vermektedir. Tüm çıkışlar kısa devreye karşı korumalıdır ve optik bağlayıcılar ile modül ve çıkışlar izole edilmiştir. Model sistemde bu modülün tüm çıkışlarına 24 V DC röle bağlanmıştır. Modül, WAGO-I/O-CHECK ile konfigüre edilebilir. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.6: 750- 530 Dijital çıkış modülü.

5.1.1.6. 750- 497 analog giriş modülü

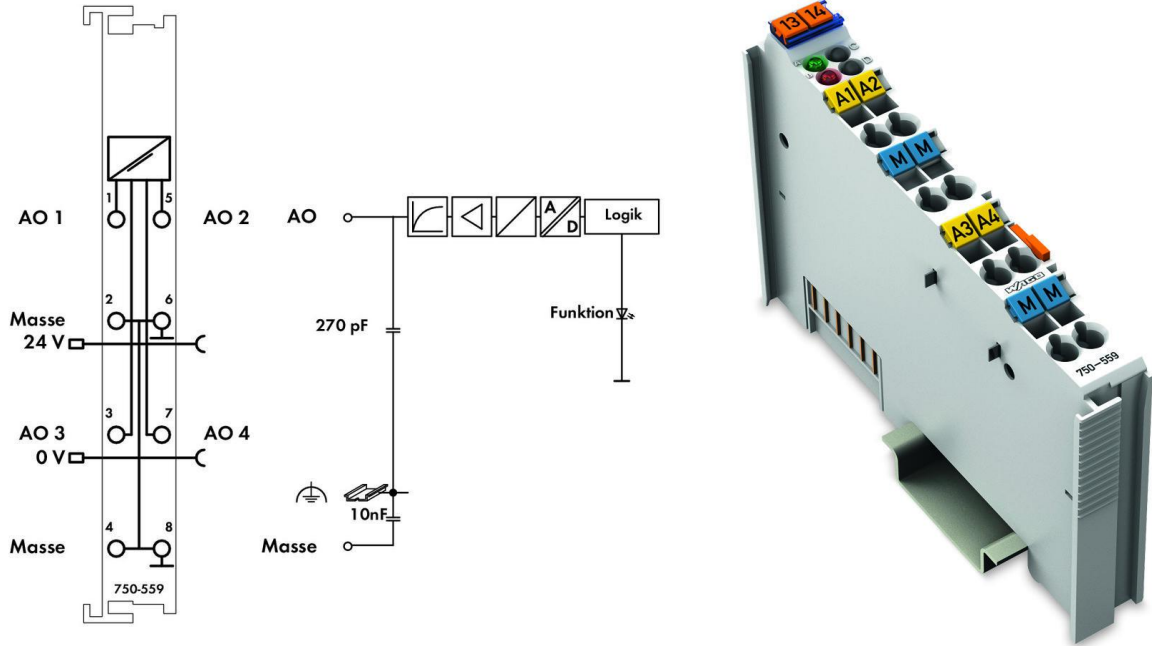
Bu modül sekiz kanallı olup; 0–10 V DC ve +/- 10 V DC sinyallerini işleyebilme özelliğine sahiptir ve ölçüm dışı bir değerde modül üzerinde bulunan kırmızı LED ile uyarı verilmektedir. Giriş sinyali optik bağlayıcılar ile elektriksel olarak izole edilmiştir ve 12 bit çözünürlükte iletilmektedir. Bu modül düşük hata toleransı ile işlem yapmaktadır. Modül, WAGO-I/O-CHECK ile konfigüre edilebilir. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.7: 750- 497 Analog giriş modülü.

5.1.1.7. 750- 559 analog çıkış modülü

Bu modül dört kanallı olup 0-10 V çıkış vermektedir. Çıkış sinyali optik bağlayıcı ile elektriksel olarak yalıtılmış olup 12 bit çözünürlükle iletilmektedir. Modül, WAGO-I/O-CHECK ile konfigüre edilebilir. Bu modül ve elektriksel şeması Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.8: 750- 559 Analog çıkış modülü.

5.1.1.8. 750- 600 sonlandırma modülü

Wago ile kurulan bütün PLC sistemlerinde dahili veri çevriminin tamamlanması ve doğru veri akışı sağlanması için sonlandırılması gerekir. Haberleşme ağları sonlandırma modülü veya direnç kullanılarak sonlandırılabilir. Değişken bus modülleri olan PLC’de parazitsiz bir haberleşme sağlamak için kalıcı sonlandırma gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda 750-600 sonlandırma modülü kullanılmaktadır.



Şekil 5.9: 750- 600 Sonlandırma modülü.

5.1.2. Sensörler

Bina Otomasyonunda ısıtma, soğutma, aydınlatma, nemlendirme ve basınç kontrolü için kullanılan sensörlerin özellikleri ve Wago PLC nin hangi modüllerine bağlantılarının yapıldığı bu bölümde verilmiştir.

5.1.3. Sıcaklık sensörleri

Model sistemde iki adet PT 100 ve bir adet Dwyer marka RHP-3W44-LCD sıcaklık sensörü kullanılmıştır.

Sıcaklıkla direnç değeri değişen RTD tipinde PT 100 sıcaklık sensörü uygulamalarda kararlı çıkış vermesi ve yüksek hassasiyet katsayısından dolayı öncelikli olarak tercih edilmektedir. PT 100 sıcaklık sensörünün 0°C 'deki direnç değeri $100\ \Omega$ olup, her 1°C lik artış veya azalışta direnç değeri $0,39\ \Omega$ değişmektedir. İki, üç veya dört telli tipleri vardır. Yüksek doğruluk gerektiren yerlerde dört telli olan tipleri tercih edilir. PT 100 sıcaklık sensör Şekil 5.10'da gösterilmiş olup, kısa mesafelerde iki telli olan tipleri kullanıldığından dolayı bu model sistemde tercih edilmiştir.



Şekil 5.10: PT 100 sıcaklık sensörü.

Model sistemde kullanılan iki adet PT100 sıcaklık sensörlerinden biri 750 – 463 4-AI RTD modülünün birinci kanalına bağlanmış olup, ısıtma–soğutma otomasyonu kısmında üfleme sıcaklık değerini ölçmek için kullanılmıştır.

Diğer PT 100 tipinde kullanılan sıcaklık sensörü ise 750 – 463 4-AI RTD modülünün üçüncü kanalına bağlanmış olup, ısıtma–soğutma otomasyonu kısmında dönüş sıcaklık değerini ölçmek için kullanılmıştır.

Model sistemde kullanılan diğer bir sıcaklık sensörü ise Dwyer marka RHP-3W44-LCD sıcaklık sensörüdür. Bu sensör hem sıcaklık hem de nem ölçümü yapabilmektedir. Nem ölçümüne ait özellikleri bölüm 5.1.2.2’de bahsedilmiştir. Bu sensör RTD tipinde olup -40°C ile $+60^{\circ}\text{C}$ arasında ölçüm yapmakta ve ölçmüş olduğu sıcaklık değerini LCD ekranda göstermektedir. Bu sensör 24 V DC besleme gerilimi ile çalışmakta ve DIP anahtar ile ayarlanabilir akım veya gerilim çıkışı vermektedir. Şekil 5.11’de gösterilen bu sıcaklık sensörü yüksek doğruluk ve yüksek duyarlılık özelliklerinden dolayı bu model sistemde tercih edilmiştir.



Şekil 5.11: Wago 750 – 852 PLC nin 750 -497 8-AI modülü.

Bu sıcaklık sensörü Wago 750 – 852 PLC nin 750 -497 8-AI modülünün ikinci kanalına ortam sıcaklık değerinin ölçülmesi amacıyla bağlanmıştır.

5.1.4. Nem sensörü

Model sistemde kullanılan Dwyer marka RHP-3W44-LCD sıcaklık ve nem sensörü ayarlanabilir akım veya gerilim çıkışı vermektedir. Kararlı çıkış vermesinden dolayı tercih edilmiştir.

Bu nem sensörü Wago 750 – 852 PLC nin 750 -497 8-AI modülünün üçüncü kanalına ortam nem değerinin ölçülmesi amacıyla bağlanmıştır.

5.1.5. Basınç sensörü

Model sistemde Dwyer marka MS – 311 basınç sensörü kullanılmıştır. Bu sensörün ölçüm aralığı 0–500 Pa arasında olup 0 -10 V analog çıkış vermektedir. 750-497 AI modülünün birinci kanalına bağlanan bu sensör, ortamın basınç kontrolünü istenilen değere getirmek için sensörden gelen değer ile ayarlanan değer arasındaki farka göre invertör frekansı değiştirerek asenkron motorun çalışmasına kumanda etmektedir. Model sistemde kullanılan basınç sensörü Şekil 5.12’de gösterilmiştir.



Şekil 5.12: Dwyer marka MS – 311 basınç sensörü.

5.1.6. Fark basınç anahtarı

Dwyer ADPS serisi fark basınç anahtarları iki kanal girişli olup, kanallar arasında ayarlanan fark basınç değerine göre çıkış işareti üretir. Model sistemimizde hepafiltre kirlilik bilgisi bu sensör üzerinden alınmaktadır. Wago 750 - 852 PLC'nin 750- 430 DI modülünün yedinci kanalına bağlanmıştır. Model sistemde kullanılan fark basınç anahtarı Şekil 5.13'te gösterilmiştir.



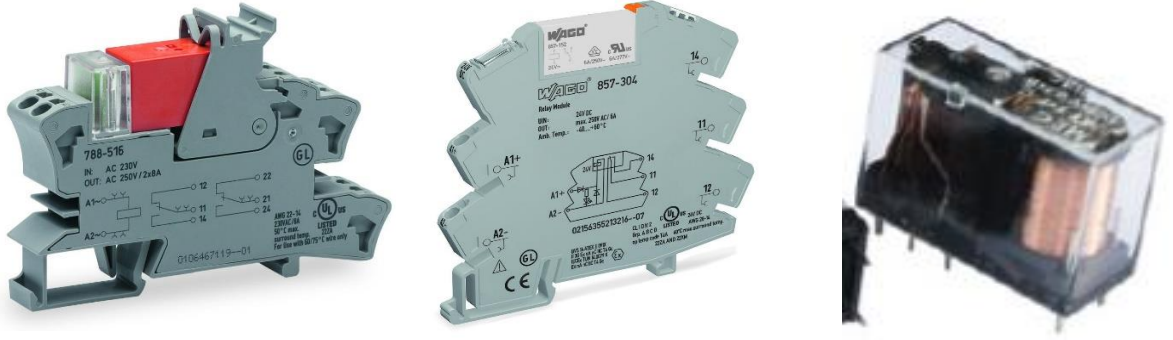
Şekil 5.13: Dwyer ADPS serisi fark basınç anahtarları.

5.1.7. Hareket sensörü

Fresnel mercekle yardımcıyla üzerine düşen infrared ısıyı odaklayıp film sensör üzerindeki piroelektrik elemanlardan bir veya yanyana olan bir grup üzerine düşürerek çıkış sinyali üreten hareket sensörü 220 V AC ile çalışmaktadır. Bu sensör röle üzerinden 750-430 DI modülünün sekizinci kanalına bağlanmıştır. Model sistemde kullanılan hareket sensörü Şekil 5.1’de 6 numaralı alanda gösterilmiştir.

5.1.8. Röle

Model sistemde toplam dört adet Wago 857 -304 model 24 V DC röle, dört adet Weiller SC – 42 model 24 V DC röle ve bir adet Wago 788-516 model 230 V AC röle kullanılmıştır. Wago 857–304 ve Weiller C-42 model röleler PLC 750-530 DO modülüne bağlanmıştır. Kullanılan röleler Şekil 5.14’te gösterilmiştir.



Wago 788 – 516

Wago 857 – 304

Weiller SC -42

Şekil 5.14: Model sistemde kullanılan röleler.

5.1.9. Frekans invertörü

Elektrik motorlarını ideal yükteki hızına ulaştırmak için yeterli akımı sağlamak ve yol vermek için çeşitli metodlar geliştirilmiştir. Elektrik motorlarına yol vermek için en fazla kullanılan yöntemler, tam gerilimle yol verme, azaltılmış gerilimle yol verme ve frekans invertörleri ile yol vermedir. Bu metodlar birbirleriyle mukayese edildiklerinde avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (<https://www.emtas.com/>).

Uygun maliyetleri ve hızlı teknolojik gelişmeler nedeniyle frekans konvertörü kullanımı 2000’li yıllardan itibaren artarak devam etmektedir. IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

teknolojisi ile beraber PWM (Pulse Width Modulation) teknolojisi frekans invertörleri için çok önemlidir.

Frekans invertörleri, doğrultucu, doğru akım dağıtım barası ve inverter olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Doğrultmaç devresi AC gerilimi DC gerilime çevirmek amacıyla kullanılmaktadır. Doğrultucu'dan gelen gerilim DC baralarda depolanır.

Bu çalışmada motor hız ayar sürücüsü olarak ABB ACS 150-01E-02A4-2 model frekans invertörü kullanılmış olup teknik özellikleri Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3: ABB ACS 150-01E-02A4-2 model frekans invertörü teknik özellikleri.

ÖZELLİKLER	DEĞER
Akım Değeri	2,4 A
Çalışma Sıcaklığı	-10 °C - +40°C
IP Değeri	IP20
Seri	ABB ACS150
Faz	1
Güç Değeri	0,37 kW
Besleme Gerilimi	230 V
Çıkış Frekans Aralığı	0 - 500Hz

5.1.10. Asenkron Motor

Model sistemde istenilen basınç değerini sağlayabilmek için frekans invertörü üzerinden tek fazlı asenkron motor kullanılmıştır. Asenkron motorlar çok farklı endüstriyel uygulamalarda kullanıldıklarından dolayı, kontrolleri için değişik yöntemler mevcuttur. Enerji ve zaman tasarrufunun öneminin arttığı günümüz endüstrisinde, çeşitli endüstriyel süreçlerde kullanılan elektrik motorlarının ve özellikle asenkron motorların kontrolü önem kazanmıştır. Kullanılan asenkron motorun özellikleri Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4: Kullanılan asenkron motorun özellikleri.

Tipi	1 ~ Asenkron motor
Gerilim	220 V
Anma Akımı	2.85 A
Güç Katsayısı	0,69
Frekansı	50 Hz.
Motor Gücü	0,3 kW
Koruma Tipi	IP 54

5.2. Modül Sistem Yazılımları

Model sistemin yazılım alt yapısı temelde PLC yazılımı ve SCADA yazılımı olarak iki ana başlıkta incelenmiştir.

5.2.1. PLC yazılımı

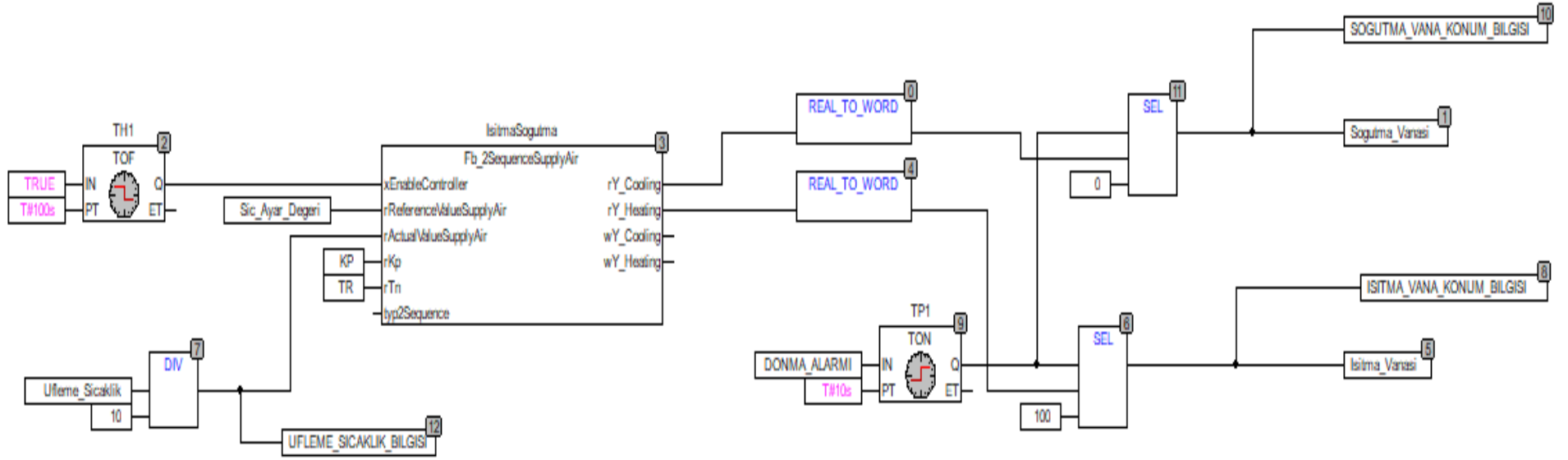
Model sistemde kullanılan Wago 750-852 PLC'yi programlamak için Codesys (Controller Development System) 2.3 editörü kullanılmıştır. 3SMART isimli firma tarafından geliştirilmiş olan Codesys, açık kaynak kodlu bir programlama editörüdür. Wago, ABB, Schneider, Beckhoff, Mitsubishi gibi PLC üreten firmaların ortak PLC yazılım geliştirme editörüdür. Çok sayıda PLC programlama dilini desteklemesi, çok fazla eğitim materyaline erişebilmesi, yazılımın açık kaynak olması ve yukarıda belirtilen faydalardan dolayı bu tez çalışmasında tercih edilmiştir.

Desteklediği PLC programlama dillerinden biri olan CFC (Continuous Function Chart) model sistemin PLC yazılımında kullanılmıştır. Sistem modeldeki PLC yazılımı, ısıtma soğutma otomasyon (HVAC) yazılımı, nemlendirme otomasyon yazılımı, aydınlatma otomasyon yazılımı, basınç kontrol otomasyon yazılımı, alarm sistem otomasyon yazılımı ve bu alt yazılımları kontrol eden sistem ana yazılımından oluşmaktadır.

5.2.2. Isıtma ve soğutma otomasyonu yazılımı

HVAC (Heating Ventilating and Air Conditioning) ısıtma, soğutma, havalandırma kontrollerini kapsayan, farklı yaşam merkezlerinde geniş bir uygulama alanları bulunan sistemlerin genel adıdır. Yaşam merkezlerinde HVAC sistemlerinin harcamış olduğu enerji toplam harcanan enerjinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu sebeple HVAC sistemlerinin iyi bir şekilde kontrol edilmesi enerji verimliliği bakımından çok önemlidir. Model sistemde TNKÜ Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ısıtma ve soğutma kontrolü için yazılan PLC alt programı Şekil 5.15'te verilmiştir.

Sistemin aktif olabilmesi için pako şalterin bir konumuna getirilmesi gerekmektedir. Ortamın ısıtma ve soğutma kontrolü için Wago HVAC Fb_2SequenceSupplyAir fonksiyon blok diyagramı (FBD) kullanılmış olup, Şekil 5.15'te 3 numara ile gösterilmiştir. Wago HVAC Fb_2SequenceSupplyAir fonksiyon blok diyagramına ait parametreler Çizelge 5.5'te verilmiştir.

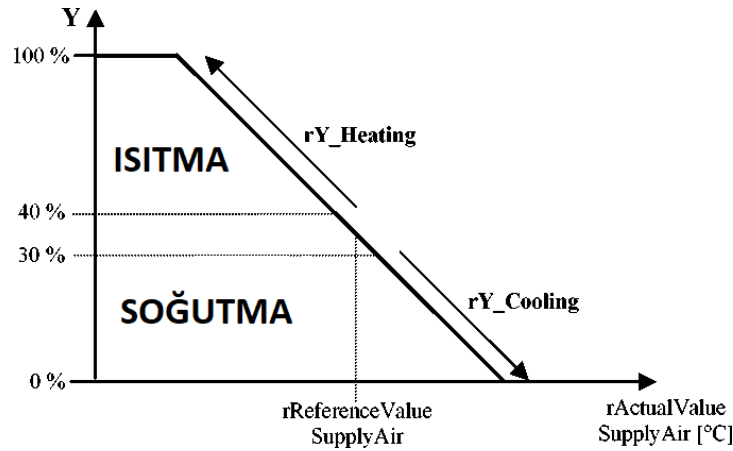


Şekil 5.15: TNKÜ Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ısıtma ve soğutma kontrolü için yazılan PLC alt programı.

Çizelge 5.5: Wago HVAC Fb_2SequenceSupplyAir fonksiyon blok diyagramına ait parametreler.

Giriş Parametreleri	Veri Tipi	Açıklama
xEnableController	BOOL	Anahtar aktif olduğunda Varsayılan Değer = TRUE
rReferenceValueSupplyAir	REAL	Sıcaklık Ayar Değeri [°C] Varsayılan Değer = 22 °C
rActualValueSupplyAir	REAL	Sıcaklık Sensöründen Okunan değer (IW0)
rKp	REAL	Oransal Katsayı Varsayılan Değer = 2
rTn	REAL	Integral Zaman Sabiti [s] Varsayılan Değer = 250 s
typ2Sequence	typ2 Sequence	Kontrolör çıktısının dizi bölünmesi
rY1_Cooling	REAL	Min. Soğutma Vanası çıkış değeri. [%] Varsayılan Değer = 0 %
rW2_Cooling	REAL	Mak. Soğutma Vanası çıkış değeri. [%] Varsayılan Değer = 30 %
rY1_Heating	REAL	Min. Isıtma Vanası çıkış değeri. [%] Varsayılan Değer = 40 %
rW2_Heating	REAL	Mak. Isıtma Vanası çıkış değeri. [%] Varsayılan Değer = 100 %

FBD, referans değer ile sıcaklık sensöründen (IW0) gelen değeri karşılaştırır. Aradaki sıcaklık farkına göre, çıkışa bağlanan ısıtma vanası (QW1) ve soğutma vanasına (QW2) 0-10 Volt arası bir değer göndererek ortamın ısıtma veya soğutma kontrolünü yapar. Isıtma ve soğutma vanalarının sıcaklık sensöründen gelen bilgi ve referans sıcaklık değerine göre açılma yüzdeleri Şekil 5.16'da gösterilmiştir.



Şekil 5.16: Isıtma ve soğutma vanalarının sıcaklık sensöründen gelen bilgi ve referans sıcaklık değerine göre açılma yüzdeleri.

Bu alt programda FBD'nin varsayılan oransal ve integral zaman sabiti değerleri istenilen değere minimum sürede ulaşamadığından oransal değer 1, integral zaman sabiti ise 5 olarak ayarlanmıştır. Herhangi bir zamanda donma alarmı (IX12.0) geldiğinde Şekil 5.15'de 6 ve 11 numara ile gösterilen "SEL" blokları ile soğutma vanası % 0 ve ısıtma vanası %100 oranlarında açılır.

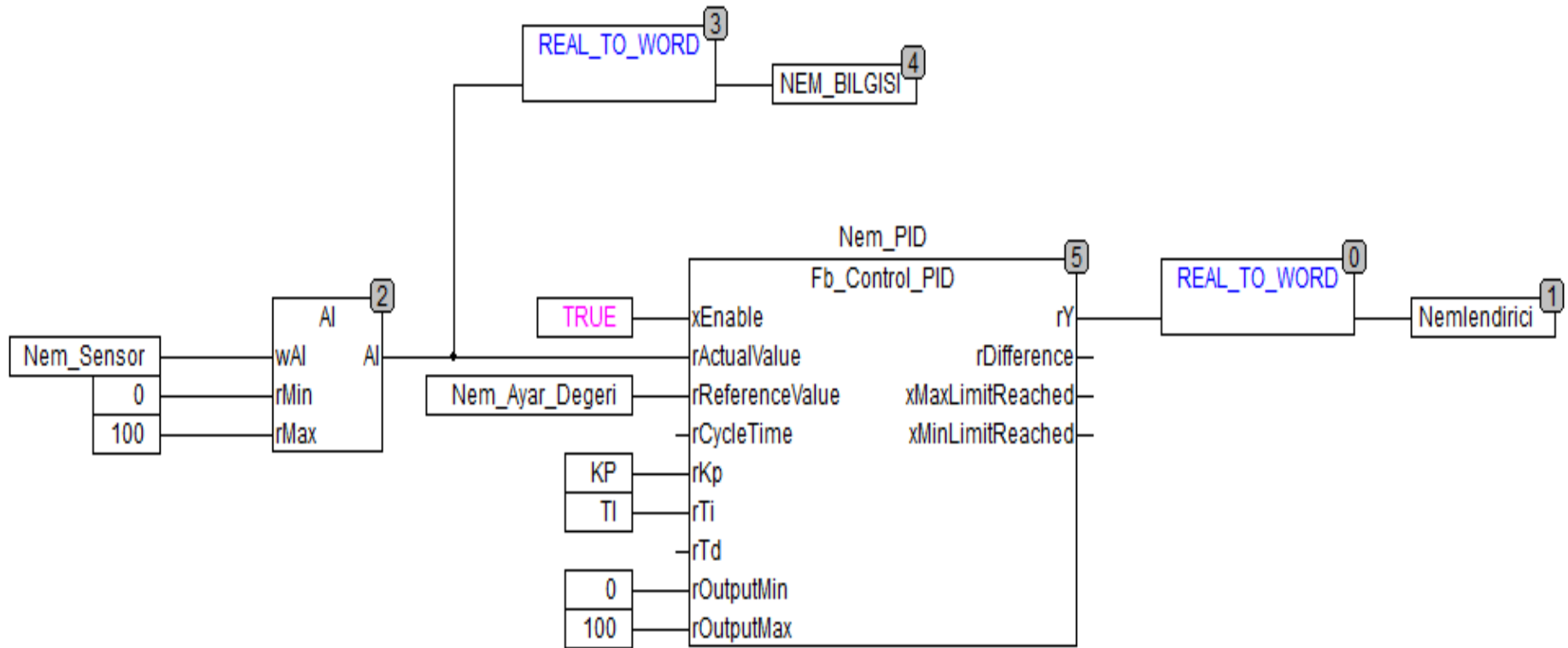
5.2.3. Nemlendirme otomasyonu yazılımı

Model sistemde TNKÜ Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın nem bilgisini ölçmek ve nem seviyesini istenilen değere getirmek için oluşturulan PLC alt programı Şekil 5.17'de verilmiştir.

Nem sensöründen gelen analog değeri 0 ile 100 arasına dönüştüren blok, Şekil 5.17'de 2 numara ile gösterilmiştir. Ortamın nem değerini istenilen değere getirebilmek için Wago HVAC Fb_Control_PID fonksiyon blok diyagramı (FBD) kullanılmış olup, Şekil 5.17'de 5 numara ile gösterilmiştir. Wago HVAC Fb_Control_PID fonksiyon blok diyagramına ait parametreler Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6: Wago HVAC Fb_Control_PID fonksiyon blok diyagramına ait parametreler.

Giriş Parametreleri	Veri Tipi	Açıklama
xEnable	BOOL	PID aktif Varsayılan Değer = TRUE
rActualValue	REAL	Nem sensöründen gelen değer (IW6)
rReferenceValue	REAL	Nem Ayar Değeri (MW2)
rCycleTime	REAL	Çevrim Süresi [s] Min.Değer = 0.01 [s] Varsayılan Değer = 0.1 s
rKp	REAL	Oransal Katsayı Varsayılan Değer = 10
rTi	REAL	İntegral Zaman Sabiti[s] Varsayılan Değer = 60 s
rTd	REAL	Türevsel Parametre [s]
rOutputMin	REAL	Çıkış Min. Değer (rY)
rOutputMax	REAL	Çıkış Mak. Değer (rY) Varsayılan Değer = 100
rY	REAL	PID Çıkış Değeri



Şekil 5.17: Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın nem bilgisini ölçmek ve nem seviyesini istenilen değere getirmek için oluşturulan PLC alt programı.

PID bloğu aktif olduğunda, nem sensöründen gelen değer (IW6) ile nem referans ayar değeri (MW2) arasındaki farka göre hata sinyali elde edilir. Bu hata sinyaline, önce kademe kademe artış, daha sonra hızlandırıcı faktör uygulanır. Nem değerinde kalıcı durum hatası, üst ve alt aşımara karşı da türevsel etki de uygulanır. Elde edilen kontrolör çıkışına göre, QW3'e bağlanan nemlendirici ünite %0 ile %100 arasında çalıştırılmaktadır.

Bu alt programda FBD'nin varsayılan oransal ve integral zaman sabiti değerleri istenilen değere minimum sürede ulaşamadığından oransal değer 1, integral zaman sabiti ise 5 olarak ayarlanmıştı.

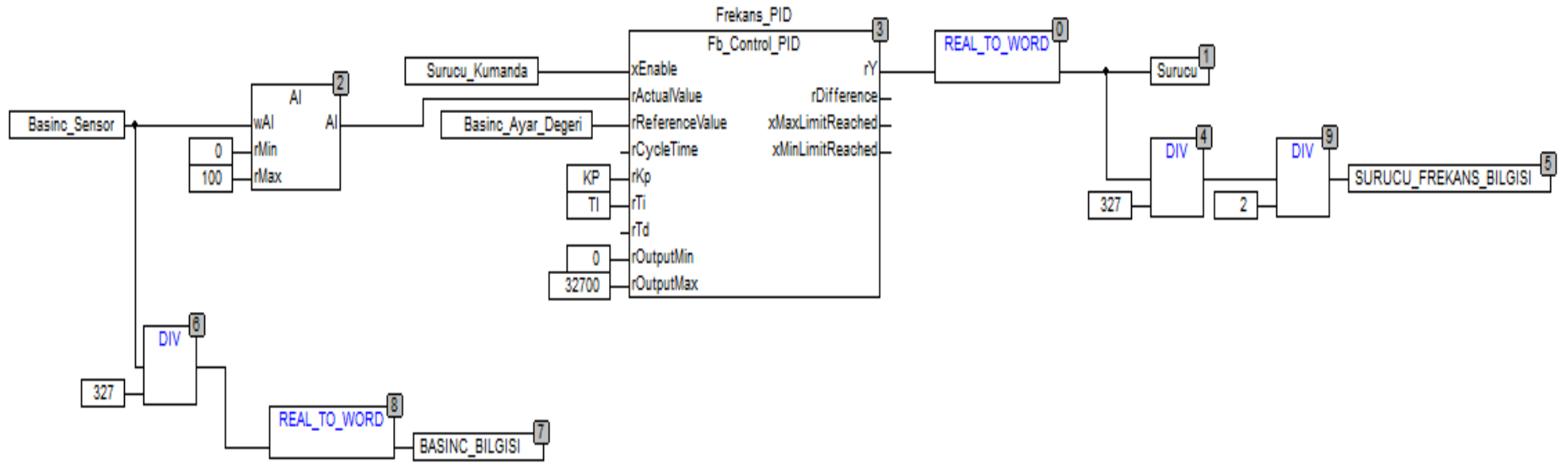
5.2.4. Basınç otomasyonu yazılımı

Model sistemde TNKÜ Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ortam basınç bilgisini ölçmek ve basınç seviyesini istenilen değere getirmek için oluşturulan PLC alt programı Şekil 5.18'de verilmiştir.

Basınç sensöründen gelen analog değeri 0 ile 100 Pa değerleri arasına dönüştüren blok, Şekil 5.18'de 2 numara ile gösterilmiştir. Ortamın basınç değerini istenilen değere getirebilmek için Wago HVAC Fb_Control_PID fonksiyon blok diyagramı (FBD) kullanılmış olup, Şekil 5.18'de 3 numara ile gösterilmiştir.

PID bloğu aktif olduğunda, basınç sensöründen gelen değer (IW4) ile basınç referans ayar değeri (MW3) arasındaki farka göre hata sinyali elde edilir. Bu hata sinyaline, önce kademe kademe artış, daha sonra hızlandırıcı faktör uygulanır. Basınç değerinde kalıcı durum hatası, üst ve alt aşımara karşı da türevsel etki uygulanır. Elde edilen kontrolör çıkışına göre, QW0'a bağlanan frekans invertörüne 0-10 Volt arası bir analog değer gönderilmektedir. Gelen bu değere göre frekans invertörüne bağlanan asenkron motorun hızı kontrol edilerek istenilen basınç değeri sağlanmaktadır.

Bu alt programda FBD'nin varsayılan oransal ve integral zaman sabiti değerleri istenilen değere minimum sürede ulaşamadığından oransal değer 1, integral zaman sabiti ise 5 olarak ayarlanmıştır.

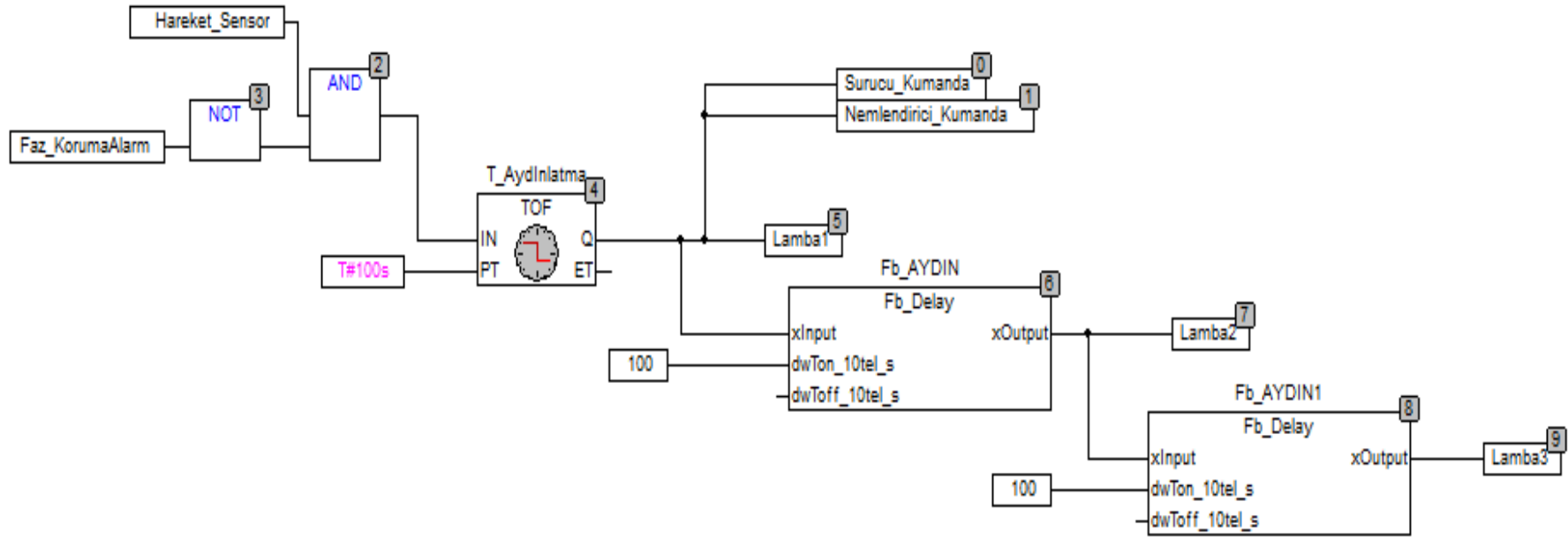


Şekil 5.18: Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ortam basınç bilgisini ölçmek ve basınç seviyesini istenilen değere getirmek için oluşturulan PLC alt programı.

5.2.5. Aydınlatma otomasyonu yazılımı

Akıllı bina uygulamalarının en önemli kısımlarından biriside aydınlatma otomasyonudur. Bu otomasyonun en önemli amacı harcanan enerjiyi azaltmaktır. Wago PLC modüllerinden biri olan DALI master modül 64 balast ve 64 sensör değişkenini aynı anda kontrol edebilmektedir.

Model sistemde TNKÜ Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ortam aydınlatmasını kontrol etmek için oluşturulan PLC alt programı Şekil 5.19'da verilmiştir. Hareket sensöründen (IX12.7) bilgi geldiği zaman Wago 750-530 DO modülünün QX4.4 ,QX4.6 ve QX4.7 çıkışlarına bağlanan üç adet 220V AC Led lambayı aralarında gecikme olacak şekilde sırasıyla çıkış vermektedir. Aydınlatma otomasyonuna istenilen gecikmeyi ayarlamak için Wago Fb_Delay fonksiyon blok diyagramı (FBD) kullanılmış olup, Şekil 5.19'da 5 ve 8 numaralar ile gösterilmiştir.



Şekil 5.19: Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ortam aydınlatmasını kontrol etmek için oluşturulan PLC alt programı.

5.2.6. Alarm yazılımı

TNKÜ Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nın ısıtma-soğutma, basınç, nem ve aydınlatma kontrolü için oluşturulan model sistemin korunması amacıyla çeşitli alarmlar oluşturulmuştur. Sistemde, aşırı ısınma, donma durumu, hepafiltre kirlilik bilgisi, faz hatası ve motor kayış kopma bilgisi için oluşturulan PLC alt programı Şekil 5.20'de gösterilmiştir.

Wago 750- 463 RTD AI modülünün üçüncü kanalında (%IW2) bulunan dönüş sıcaklık sensöründen gelen değer 100 saniye süresince 30°C'den büyük olduğunda %MX10.0'dan aşırı ısınma alarm bilgisi gelmektedir.

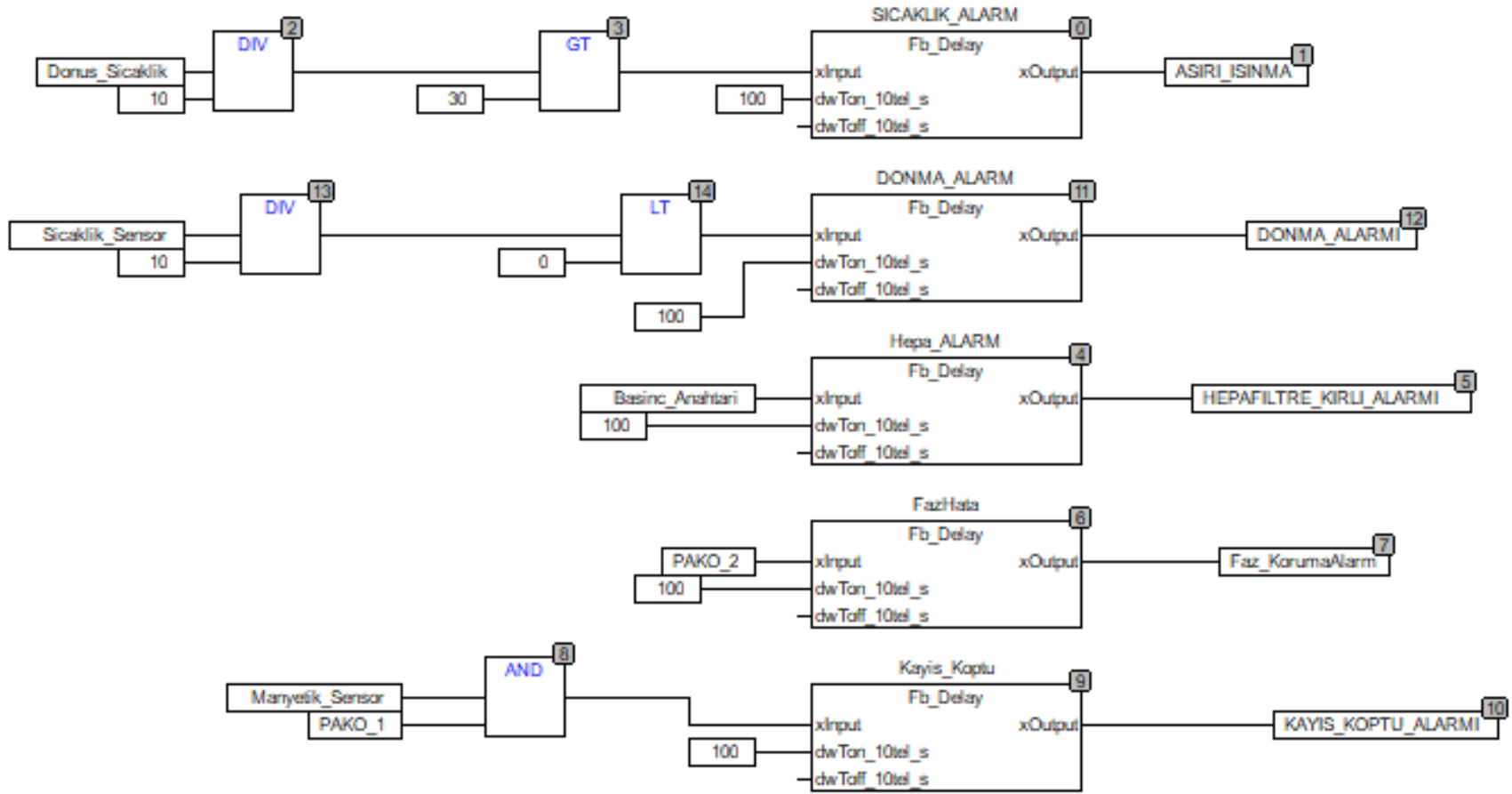
Wago 750- 497 AI modülünün ikinci kanalında (%IW5) bulunan sıcaklık sensöründen gelen değer 100 saniye süresince 0°C'den küçük olduğunda %MX10.1'den donma alarm bilgisi gelmektedir.

Wago 750- 430 DI modülünün yedinci kanalında (%IX12.6) bulunan fark basınç sensöründen çıkış geldiğinde 100 saniye beklenir ve çıkış devam ediyorsa %MX10.2'den hepa filtre kirlilik alarm bilgisi gelmektedir.

Wago 750- 430 DI modülünün ikinci kanalında (%IX12.1) bulunan faz koruma rölesinden çıkış geldiğinde 100 saniye beklenir ve çıkış devam ediyorsa %MX10.3'den faz koruma hatası alarm bilgisi gelir ve aydınlatma kontrol kısmını devre dışı bırakır.

Wago 750- 430 DI modülünün ikinci kanalında (%IX12.1) bulunan faz koruma rölesinden çıkış geldiğinde 100 saniye beklenir ve çıkış devam ediyorsa %MX10.3'den faz koruma hatası alarm bilgisi gelir ve aydınlatma kontrol kısmını devre dışı bırakır.

Wago 750- 430 DI modülünün birinci kanalında (%IX12.0) bulunan pako1 ve üçüncü kanalına (%IX12.2) bağlanan manyetik sensörden aynı anda 100 saniye süresince bilgi sinyali gelirse %MX10.4'den asenkron motor kayış koptu alarm bilgisi gelir ve basınç kontrol devresini devre dışı bırakır.

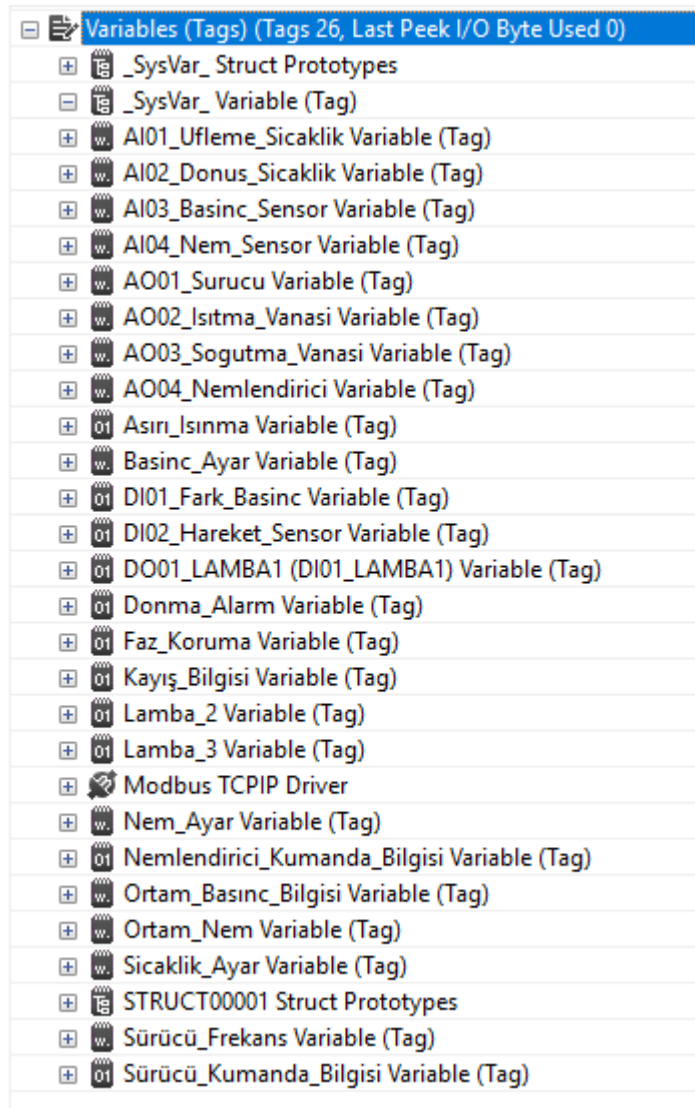


Şekil 5.20: Sistemde, aşırı ısınma, donma durumu, hepa filtre kirlilik bilgisi, faz hatası ve motor kayış kopma bilgisi için oluşturulan PLC alt programı.

5.2.7. SCADA yazılımı

Oluşturulan model sistemin; gerçek zamanlı olarak kontrol işlemlerini gerçekleştirmek, verileri sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplamak, değerlendirmek ve kumanda etmek için iki farklı SCADA yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılımlardan birincisi Visu+ SCADA editörü ile oluşturulmuş olup, ikinci yazılım ise Node Js kütüphanesi kullanılarak web arayüz üzerinden sağlanmıştır.

Visu+ SCADA editörü ile geliştirilen yazılımında ilk olarak Şekil 5.21’de görüldüğü gibi model sistemde kullanılan noktalar Modbus protokolüne göre oluşturulmuştur.



Şekil 5.21: SCADA model sistemde kullanılan noktalar.

Model sistemin SCADA yazılımını toplam üç sayfadan oluşmaktadır. İlk ekranda diğer sayfaların seçiminin yapılabildiği scada sayfasının ismi, “Ana Sayfa”dır. Sıcaklık, nem ve basınç kontrolünün yapıldığı SCADA sayfasının ismi “Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı Sayfası”dır. Aydınlatma kontrolünün ve sistemde oluşabilecek durumlara karşı oluşturulan alarmların gözlemlenmesi için oluşturulan SCADA sayfasının ismi “Aydınlatma ve Alarm Sayfası”dır.

Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı Sayfası” ve “Aydınlatma ve Alarm Sayfası”nı görüntülemek için gerekli olan “Ana Sayfa” Şekil 5.22’de gösterilmiştir.

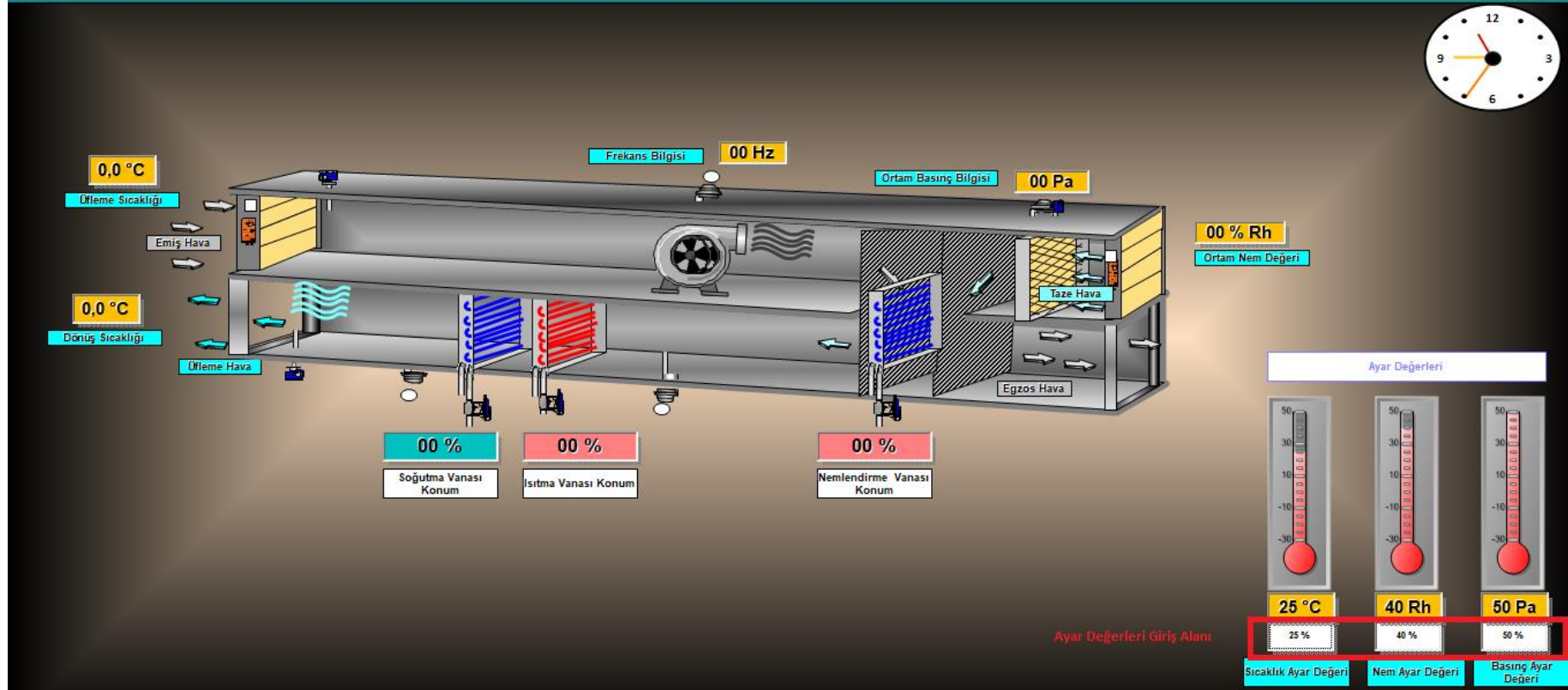
Sıcaklık, nem ve basınç kontrolünün yapıldığı scada sayfası olan “Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı Sayfası”nın ekran görüntüsü Şekil 5.23’te verilmiştir. Şekil 5.24 üzerinde gösterilen alan üzerinden; nem, sıcaklık ve basınç ayar değerleri girilebilir.

Aydınlatma kontrolünün ve sistemde oluşabilecek durumlara karşı oluşturulan alarmların gözlemlenmesi için oluşturulan SCADA sayfası olan “Aydınlatma ve Alarm Sayfası”nın ekran görüntüsü Şekil 5.24’de verilmiştir.



Şekil 5.22: Ana sayfa.

Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı HVAC Sistemi



Şekil 5.23: Kontrol ve otomasyon laboratuvarı sayfası.



Şekil 5.24: Aydınlatma ve alarm sayfası.

Model sistem için geliştirilen ikinci SCADA yazılımı ise Node JS ile çalışan Node-Red isimli bir yazılım aracı ile geliştirilmiştir.

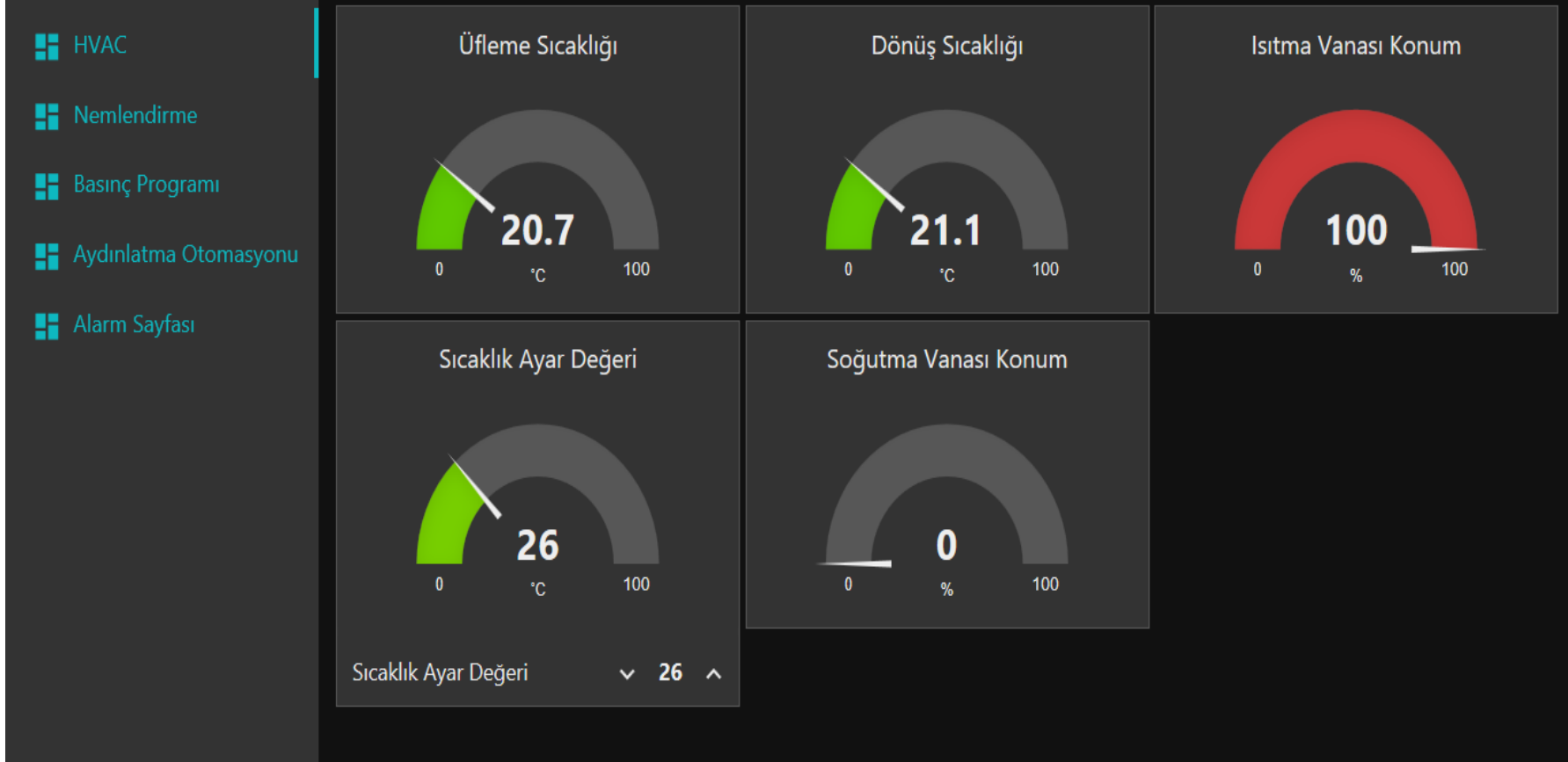
Node. JS, JavaScript dilini kullanarak sunucu tarafında çalışan, hızlı ve ölçeklenebilir, gerçek zamanlı (real time) uygulamalar geliştirmemizi sağlayan web soket teknolojisidir. Google'ın Open Source olarak geliştirdiği V8 JavaScript Engine alt yapısını kullanmaktadır. Server taraflı JavaScript betikleri asenkronize veri akışları için kolaylık sağlamaktadır (Filiz ve ark., 2013).

Node-Red, sistem üzerinde giriş ve çıkışları sürükle bırak yöntemi ile tanımlanmasına izin veren, verileri görsel araçlar ile gösterilip web sayfası oluşturulmasına olanak sağlayan, Android, Arduino, Raspberry Pi, PLC, IoT, bulut teknolojileri gibi pek çok teknolojiye alt yapı sağlayan bir web yazılım aracıdır.

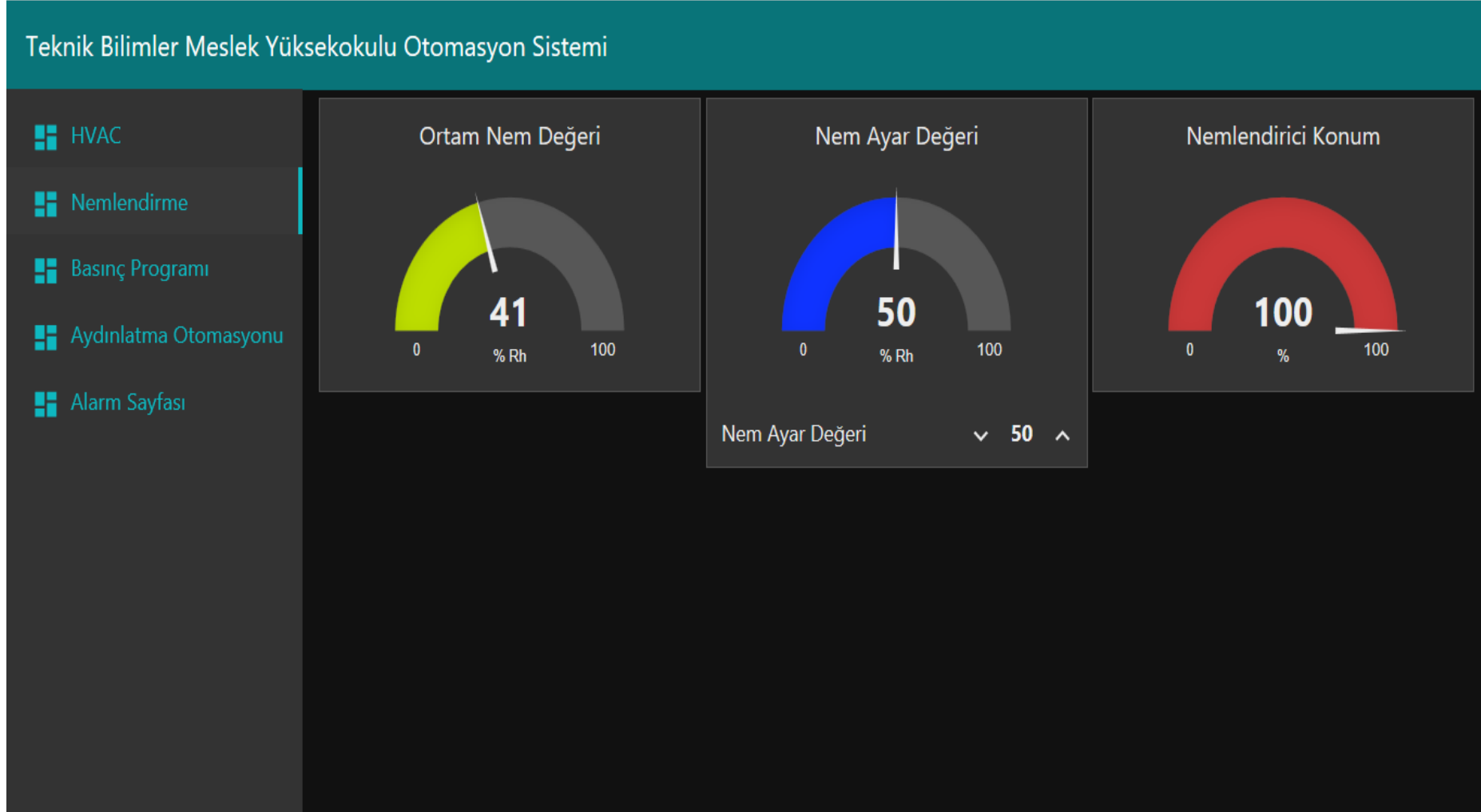
Tüm mobil cihazlara uyumlu olarak çalışan bu web yazılımı; “HVAC”, “Nemlendirme”, “Basınç Programı”, “Aydınlatma Otomasyonu” ve “Alarm” sayfalarından oluşmaktadır.

Sıcaklık bilgisinin ölçülüp ayarlanması işlemlerinin yapıldığı “HVAC” sayfası Şekil 5.25'te, ortamın nem değerinin ölçülüp kontrol edildiği nemlendirme sayfası Şekil 5.26'da, ortam basınç değerinin ölçülüp ayarlandığı “Basınç Programı” sayfası Şekil 5.27'de, aydınlatma sisteminin kontrol edildiği “Aydınlatma Otomasyonu” sayfası Şekil 5.27'te ve model sistemde oluşacak alarm durumlarının gözlemlendiği “Alarm Sayfası” Şekil 5.28'da gösterilmiştir.

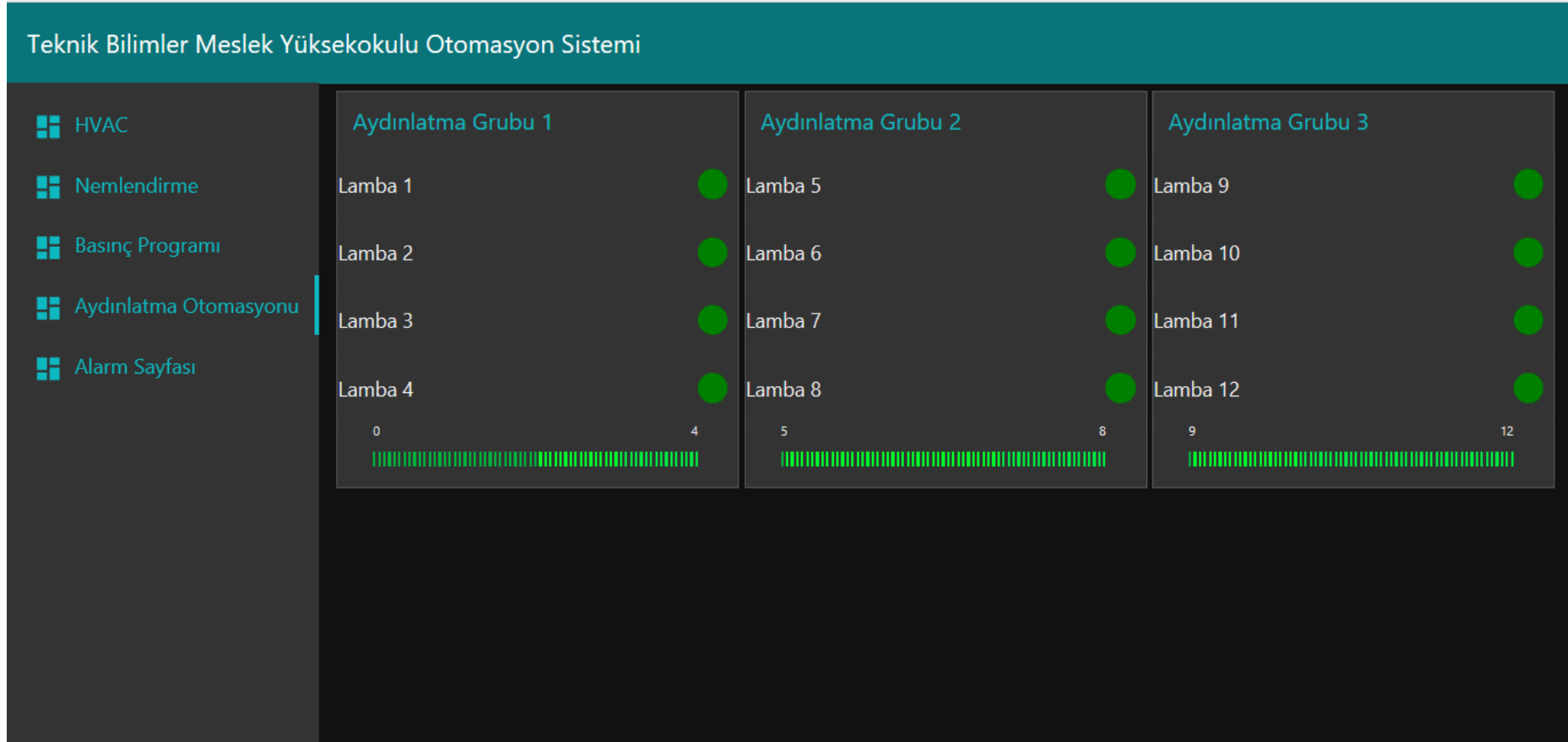
Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Otomasyon Sistemi



Şekil 5.25: Sıcaklık bilgisinin ölçülüp ayarlanması işlemlerinin yapıldığı “HVAC” sayfası.



Şekil 5.26: Ortamın nem değerinin ölçülüp kontrol edildiği nemlendirme sayfası.



Şekil 5.27: Ortam basınç değerinin ölçülüp ayarlandığı “Basınç Programı” sayfası.



Şekil 5.28: Aydınlatma sisteminin kontrol edildiği “Aydınlatma Otomasyonu” sayfası.

6. BULGULAR, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bina otomasyonu, aydınlatma, asansör, yangın, alarm, güvenlik vb. sistemlerin bir sistem içinde izleme-kumanda ve kontrolünün gerçekleştirilmesidir. Önceden belirlenmiş acil durum senaryolarına karşın önlemler almak, enerji tasarrufu sağlamak, yaşam konforunu artırmak, hava kalitesi ve konforu sağlamak ve güvenlik seviyesini üst düzeye çıkarmak bina otomasyon sistemlerinin temel amacıdır. Yapılan literatür çalışmalarında, büyük yapılarda kontrol edilecek nokta sayısının fazla olmasından dolayı PLC sistemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Bu sistemlerin kontrolü ve kullanıcı tarafından yönetimi için görsel uygulamalara ihtiyaç vardır. Bu sebepten dolayı SCADA sistemleri geliştirilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında “Model Sistem” adı verilen bir sistem tasarlanmıştır. Model sistem, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı’nda uygulanmıştır.

Ayrıca bu Model Sistem, Proses Kontrol ve Kontrol Sistemleri derslerinde yardımcı ders materyali olarak kullanılmış olup, dersin verimliliği hakkında bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Model Sistem donanım ve yazılım birimleri olmak üzere iki temel kısımdan oluşmuştur. Donanım kısmında PLC ve PLC’ye bağlı giriş çıkış elemanlarından oluşmaktadır. Bunlar nem sensörü, basınç sensörü, sıcaklık sensörü, hareket sensörü, fark basınç anahtarı, frekans invertörü, asenkron motor, röleler ve lambalardır.

Model Sistemin yazılım kısmı ise PLC yazılımı ve SCADA yazılımı olarak iki bölüme ayrılmıştır. Model Sistemde kullanılan Wago 750-852 PLC yazılımı için CodeSys editörü kullanılmıştır. Bu editörün tercih edilme sebebi ise, açık kaynak kodlu oluşu, çok sayıda PLC programlama dilini desteklemesi ve çok fazla eğitim materyaline erişilebilmesidir.

Model sistem, ısıtma-soğutma otomasyon yazılımı, nemlendirme otomasyon yazılımı, aydınlatma otomasyon yazılımı, basınç kontrol otomasyon yazılımı ve alarm sistem otomasyon yazılımı ve bu alt yazılımları kontrol eden sistem ana yazılımından oluşmaktadır.

Model Sistemin gerçek zamanlı olarak kontrol işlemlerini gerçekleştirmek, verileri sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplamak, değerlendirmek ve kumanda etmek için iki farklı SCADA yazılımı gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımlardan birincisi Visu+ SCADA editörü ile

oluşturulmuştur. İkinci SCADA yazılımı ise Node.JS kullanılarak oluşturulan web ara yüzü üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Literatür çalışması sonrasında PLC ve SCADA kullanılarak yapılan bina otomasyon sistemleri örneklerine rastlanmıştır. Bu çalışmaların ortak yönü, sensörlerle donatılmış binaların PLC ve SCADA üzerinden kontrolü ve izlenmesidir.

İlter (2005) tarafından yapılan tez çalışmasında SCADA'nın bina otomasyonundaki bir uygulaması incelenip, uygulamanın işlevselliği gösterilmiştir. Karaçor ve Keleş (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, zamanın otomasyon algısından bahsedilmiş ve otomasyon sistemlerinin temelini oluşturulan temel bileşenlerden, SCADA da ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Aydoğdu (2008) ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada bir entegre et tesisinin hayvan sulama-yemleme kısmının PLC ve SCADA ile otomatik kontrolü ve takibi amaçlanmıştır. Özcan (2013) tarafından yapılan bir tez çalışmasında akıllı bina otomasyonlarında kullanılan bazı sistemlerin tasarlanmasından bahsedilmiştir. Figueiredo ve Costa (2012) tarafından yapılan bir çalışmada SCADA merkezli platformunun üzerine önceden tahmin edebilen bir kontrol sistemi uygulanmıştır. Geniş odalarda sıcaklık ve ışık kontrolüne uygulanan testler sunulmaktadır. Zheng ve Reddy (2017) tarafından yapılan bir çalışmada fiziksel saldırılara karşı bir sistem geliştirilmiştir. SCADA sistemlerindeki veri bütünlüğünün korunması yanlış kod gönderimi gibi durumların önüne geçmek gibi durumların tespitinin yapılması maliyetin düşürülerek SCADA ağlarının güvenilirliğinin artırılması amaçlanmıştır. Geliştirilen bina otomasyon uygulaması üzerinde detaylı analizler yapılmış ve yayınlanmıştır. Jain (2018) ve ark. tarafından, mevcut SCADA sistemlerine dahil etmek için gerçek zamanlı tahmin ve gelişmiş kontrol sağlayan entegre bir çözüm geliştirilmiştir. Doğru tahmin ve gelişmiş kontrol için Gaussian Processes kullanılmıştır.

Bu çalışmanın yapılan çalışmalardan farkı ise farklı iki SCADA sistem yazılımının kullanılmış olmasıdır. Node.JS ile yapılan web ara yüzü çalışmanın özgün değerini göstermektedir. Tüm mobil cihazlara uyumlu web ara yüzü sayesinde uzaktan kontrol edilebilen Model Sistem ayrıca sanal laboratuvar özelliği taşımaktadır. Eğitimsel materyali olarak da tasarlandığından dolayı, ilgili derslerde kullanılması da diğer çalışmalardan farklı bir yönünü göstermektedir.

Eğitim aracı olarak da kullanılan Model Sistemin başarısı için yapılan anket çalışmasının soruları ve sorulara verilen cevaplar Çizelge 6.1'de verilmiştir. Bu çalışmaya ait sorular Küpçüoğlu (2008) tarafından yapılan yüksek lisans tezi çalışmasından derlenmiştir.

İlgili anket çalışması online olarak tasarlanmış olup ilgili bağlantıdan erişilebilir (Anonim, 2019).

Bu Model Sistem Gıda Mühendisliği, Kontrol ve Otomasyon Teknolojisi Programı ve Elektronik Teknolojisi Programında ilgili derslerde yardımcı materyal olarak kullanılmış ve anket çalışması bu dersleri alan öğrenciler üzerinde uygulanmıştır. Çizelge 6.1’de görüldüğü gibi Model Sistemin Proses Kontrol ve Kontrol Sistemleri ile ilgili derslerde konuların anlaşılmasında yararlı olduğu görülmüştür.

Modüler yapıda tasarlanan Model Sisteme alt sistemler eklemek ve nokta sayısını çoğaltmak oldukça kolaydır. Bu yüzden ilerleyen çalışmalarda yapılması planlanan eklemeler aşağıda listelenmiştir:

- Web ara yüzü sayesinde sanal laboratuvar olma özelliği taşıyan bu sisteme bir kamera sayesinde gerçek zamanlı görsel kontrol sağlanması,
- Diğer elektronik araçlar ile haberleşmesi sağlanıp nesnelerin interneti alanında çalışma yapılmasının sağlanması,
- Yangın alarm sisteminin eklenmesi,
- Güvenlik kamera sisteminin uzaktan kontrol edilmesi ve izlenmesi,
- SCADA yazılımlarına grafiklerin eklenmesi,
- Enerji dağıtım ve denetim sisteminin alt yapısının oluşturulması.

Çizelge 6.1. Uygulananan anketin soru ve cevapları.

Sorular	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1-Öğrenme hızında artış sağlar.	6	2	6	31	50
2-Farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerde uygulanabilir.	4	1	8	51	31
3-Öğrencilere öğrenmeyi öğretir.	4	3	6	44	38
4-Öğrenme zamanını kısaltır.	5	6	11	40	33
5-Öğrencilere uzun süreli hatırlama sağlar.	3	2	6	37	47
6-Eğitim materyali öğretici ve pekiştirici niteliğe sahiptir.	5	1	2	36	51
7-Uygulamalar öğrenimi kolaylaştırıyor.	6	1	1	27	60
8-Öğrencinin devamlı tekrar etmesine imkan sağlar.	5	4	18	35	33
9-Pratik yapma imkanı sağlar.	5	3	8	38	41

7. KAYNAKLAR

- Altın E (2009).Step 7 ile S7300,S7400 PLC Programlama. İstanbul, Türkiye.
- Anonim, <http://www.celkaraman.com/>, 2013, Erişim Tarihi: 15.04.2019
- Anonim,<https://docs.google.com/forms/d/1qKocgOyi4C5CC019Ho9hVHIqy1djsFAjLhXt2nyHpz4/edit#responses>,2019, Erişim Tarihi: 11.05.2019
- Arslan F (2013).Codesys ile PLC Programlama. İstanbul, Türkiye.
- Aydoğdu Ö, Hasırcı M.G, Akçay H. (2008). Bir Entegre Et Tesisinde Scada Tabanlı Endüstriyel Kontrol Uygulaması, ELECO'08, Bursa.
- Bryan L.A.,Bryan E.A (1997). Programmable Controllers Theory and Implementation book,Atlanta.
- Bolton W, (2015). Programmable logic controllers. Newnes.
- Can Ö, (2009). Aydınlatma kontrol sistemleri, Best Dergisi, 91, 128.
- Carter Myers, (1996), “Intelligent Buildings, A Guide for Facility Managers” Upword Publishing, Newyork.
- Çetin R. (2010). S7-200 PLC’lerle Otomasyon Temel Seviye, Ankara, Türkiye
- Detlef Westphalen And Scott Koszalinski, (2003). “Energy Consumption Characteristics of Commercial Building HVAC Systems” scientific report, U.S. Department of Energy.
- Elattar SMS, (2008). Automotion and Robotics in Construction: Opportunities and Challenges, Emirates Journal for Engineering Reserarch, 13(2), 21-26.
- Eminoğlu Y,(2013). PLC Programlama ve S7-300/400 -1-.Birsen Yayınevi, İstanbul,1-10.
- Figueiredo J, Costa J.(2012). A SCADA system for energy management in intelligent buildings, Technical University of Lisbon, Portugal.
- Filiz G, Maktav D., Kalkan K., Özer O. (2013). Mobil Platformlar Üzerinden Gerçek Zamanlı Ekip Takip Sistemi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2013, Ankara.
- <https://www.isa.org/>, Erişim Tarihi: 05.04.2019
- <https://mekatroniksayfa.com/> , Erişim Tarihi: 05.01.2019
- İlter C. (2005). SCADA Sisteminin Bina Güvenliğine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Jain A., Nong D, Nghiem TX, Mangharam R. (2018). Digital Twins for Efficient Modeling and Control of Buildings an Integrated Solution with Scada Systems. 2018 Building Performance Modeling Conference and SimBuild co-organized by ASHRAE and IBPSA-USA. Chicago 2018.

- Karaçor M, Keleş K. (2007). Otomasyon Sistemlerinin Bileşenleri. VI. Otomasyon Sempozyumu, Samsun.
- Kurtulan S, (2010). PLC İle Endüstriyel Otomasyon, İstanbul.
- Küpçüoğlu E.(2008). Bilişim Teknolojileri Temelleri Eğitiminin Ortaöğretime İnteraktif Yöntemlerle Verilmesi. Yüksek Lisans, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Laughton M. A.,Warne D. J. (2003). Electrical Engineer's Reference book, 16th edition,Newnes, Chapter 16 Programmable Controller
- Maas G.J. ve Van Gassel FJM, (2005). The influence of automation and robotics on the performance construction, Automation in Construction Vol.14, Sf. 435-441
- Morley D.(2008). Looks back on the 40th anniversary of the PLC". Manufacturing Automation.
- Özcan M. (2013). Hastane Otomasyon Sistem Uygulması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Shankar K.G, (2008). "Control of Boiler Operation using PLC-SCADA." Proceeding of the International MultiConference of Engineering and Computer Scientists ,Hong Kong.
- Şahin E, (2002). Ev ve bina otomasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2-19.
- TDK, www.tdk.gov.tr, Erişim Tarihi: 05.04.2019
- Uzam M, (2008). PIC PLC ile Lojik Tasarım. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Wang, Shengwei, and Zhenjun Ma, (2008). "Supervisory and optimal control of building HVAC systems: A review." HVAC&R Research 14.1, 3-32.
- Wong, Johnny KW, Heng Li, and S. W. Wang, (2005). "Intelligent building research: a review." Automation in construction 14.1 143-159.
- Yılmaz EN, (2003). İnternet ağları kullanarak scada sistem tasarımı, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 15-40.
- Zheng Z.Reddy A. L. N. (2017) Towards Improving Data Validity Of Cyber-Physical Systems Through Path Redundancy, ACM CPSS'17. ACM, 91:102.

ÖZGEÇMİŞ

Fatih Özen 1980 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladıktan sonra 1998 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümüne başladı. Bu bölümden 2002 yılında mezun oldu.

2003–2010 yılları arasında İstanbul Atatürk Olimpiyat Stadında Zayıf Akım Sistemlerinden sorumlu Mühendis olarak görev yaptı. 2010 yılından itibaren Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda öğretim görevlisi olarak çalışma hayatına devam etmektedir.