

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SCADA SİSTEMLERİNİN TANITIMI VE KULLANILAN HABERLEŞME
PROTOKOLLERİ

Mahmut Barış ASUBAY

EKİM 2018

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SCADA SİSTEMLERİNİN TANITIMI VE KULLANILAN HABERLEŞME
PROTOKOLLERİ

Hazırlayan
Mahmut Barış ASUBAY

Danışman
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
Dr. Öğr. Üyesi Musa YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Serhat Berat EFE

EKİM 2018

Mahmut Barış ASUBAY tarafından hazırlanan "SCADA Sistemlerinin Tanıtımı ve Kullanılan Haberleşme Protokolleri" adlı tez çalışması 26/10/2018 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

(Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Musa YILMAZ

(Üye)

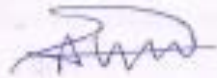
Dr. Öğr. Üyesi Serhat Berat EFE

(Üye)

İmza



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01/02.2019 ve 51/05 Sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK

Enstitü Müdür V.

ÖZET

SCADA SİSTEMLERİNİN TANITIMI VE KULLANILAN HABERLEŞME PROTOKOLLERİ

Mahmut Barış ASUBAY

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

Ekim 2018, 73 sayfa

Günümüzde giderek artan bir taleple karşı karşıya olan enerji sektörünün, talepleri karşılamak için uygun bir alt yapıya sahip olması gerekmektedir. Alt yapıyı kurarken dikkat edilmesi gereken en önemli konuların başında; enerjinin kesintisiz ve kaliteli bir şekilde en son tüketiciye kadar ulaştırılması gelir. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sistemleri başlıca elektrik şebekelerinde, su şebekelerinde, doğalgaz şebekelerinde, buhar ve endüstriyel kontrol sistemlerinde kullanılır. Tez çalışmamızda rölelerden arıza kayıtların, akım değerlerinin alınabilmesi için röleler seri portları üzerinden haberleştirilmiş, kesici ve ayırıcılardan konum bilgileri taşınmıştır. Merkezde elektrik kesintisi olması durumunda verilerin izlenebilmesi için akü grubu bağlantısı yapılmıştır. Tez çalışmamızda kullanılan panoda, yardımcı röleler kullanılarak oluşabilecek arızalarda öncelikle yardımcı rölelerin devre dışı kalması sağlanmıştır. Panoda meydana gelebilecek arızaları engellemek amacıyla parafudr ve sigortalar kullanılmıştır. Kullanılan yazılım sayesinde sisteme küresel erişim sağlanmıştır.

SCADA sistemlerinin üç ana bileşeni vardır. RTU (Remote Terminal Unit), merkez istasyonlar ve haberleşme ortamları. Bu çalışmada 1 KÖK (Kesici Ölçü Kabini) binasında bulunan kesicilerden ve rölelerden bilgiler RTU'ya taşınarak sinyallerin ve verilerin izlenmesi sağlandı ve böylece SCADA'nın kesinti sürelerine olan etkisi araştırıldı.

Anahtar kelimeler: SCADA, RTU, Kesici, KÖK Binası, Haberleşme

ABSTRACT

INTRODUCTION TO SCADA SYSTEMS AND COMMUNICATION PROTOCOLS USED

Mahmut Barış ASUBAY

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Electrical and Electronics Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

October 2018, 73 pages

Nowadays, the energy sector, which is facing an increasing demand, must have a suitable infrastructure to meet the demands. One of the most important issues to be considered when building the infrastructure; energy should be delivered to the end consumer in a continuous and quality way. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems are mainly used in electrical networks, water networks, natural gas networks, steam and industrial control systems. In the thesis study, relays were relayed via serial ports and the location information was transferred from the breakers and separators in order to obtain current values from the relays. In the event of a power failure in the center, the battery group is connected to monitor the data. In the panel used in our thesis study, auxiliary relays are firstly disabled in case of faults that may occur by using auxiliary relays. Surge arresters and fuses are used in order to prevent malfunctions in the panel. Thanks to the software used, global access to the system is provided.

SCADA systems have three main components. RTU (Remote Terminal Unit), central stations and communication environments. In this study, the information from the cutters and relays in the 1 CMC (Cutter Measurement Cabinet) was moved to RTU to monitor the signals and data, so that the effect of SCADA on the downtime was investigated.

Keywords: SCADA, RTU, Circuit Breaker, CMC (Cutter Measuring Cabinet) Building, Communication

ÖNSÖZ

Her geçen gün elektrik enerjisine talebin artması artık elektrik enerjisinin kesintisiz dağıtılması ve elektrik enerjisinin kaliteli bir şekilde son tüketiciye kadar verilebilmesi önem kazanmaktadır. Ayrıca uzayan elektrik hatlarından dolayı çok fazla geçici ve kalıcı arızalar meydana gelmektedir. Saha koşullarından ve uzaya hatlardan dolayı arızalara müdahale süreleri uzamakta ve bununla birlikte maliyetler yükselmektedir. Hem arıza sürelerinin hem de maliyetlerin düşürülmesi amacıyla ülkemizde de elektrik üretim, iletim ve dağıtım şirketlerinin SCADA sistemlerine olan ilgisini arttırmakta ve yatırımların da bu alana yönelmesine sebep olmaktadır.

Bu tez çalışmasında da bir KÖK binasında SCADA sistemi kurularak arızalara müdahale süresinin izlenmesi ve kesinti sürelerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır.

Tez konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında bana yol gösteren, çok değerli bilgi ve tecrübesini esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmasında saha envanterini ve web yazılımını kullanmama izin verdiği için DİCLE EDAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında benden desteklerini ve sabırlarını esirgemeyen ve gerektiğinde beni motive eden aileme sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. SCADA Sistemlerinin Kapsamı	2
1.1.1. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi.....	3
1.1.1.1. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sisteminin Görevleri.....	4
1.1.1.2. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi Yazılımları.....	4
1.1.1.3. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi Fonksiyonları.....	4
1.1.2. Uzak Uç Birim (RTU).....	5
1.1.2.1 Bilgi Toplama ve Bilgi Depolama.....	5
1.1.2.2. Uzaktan Kontrol ve Kumanda	6
1.1.2.3. Uzaktan İzleme	6
1.1.3. Haberleşme Protokolleri.....	6
1.1.3.1 Modbus Protokolü	8
1.1.3.2. DNP 3.0 Protokolü	8
1.1.3.3. IEC 60870-5-XXX Protokolleri	9
1.1.3.4. IEC 61850/UCA 2.0 Protokolü	9
1.1.3.5. Profibus Protokolü.....	10
1.1.4. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi İle RTU İletişim Sistemi	10
1.1.4.1. İletişim Sistemi Yöntemleri.....	11
1.1.4.2. İletişim Sistemi Mimarisi	12
1.2. SCADA Sistemlerinin Önemi ve Avantajları	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. OG Kesiciler.....	16

3.1.2. OG Ayırıcılar.....	19
3.1.3. OG Ölçü Transformatörleri.....	20
3.1.3.1. OG Akım Transformatörleri.....	20
3.1.3.2. OG Gerilim Transformatörleri.....	21
3.1.4. Aşırı Akım ve Toprak Koruma Röleleri	22
3.1.5. Uzak Uç Birim (RTU).....	24
3.1.6. Modem	26
3.1.7. Aküler.....	27
3.2. Yöntem.....	27
4.BULGULAR	31
4.1. RTU'ünün Programlanması.....	31
4.2. GSM Modemin Ayarlanması.....	58
4.3. Uygulamanın Yazılım Sistemine Eklenmesi	60
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
5.1. Sonuç	66
5.2. Öneriler	68
KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. SCADA sistemlerinin genel yapı mimarisi	2
1.2. Merkezi kumanda ve kontrol izleme uygulaması.....	3
3.1. SF6 gazlı bir kesicinin genel görünüşü.....	18
3.2. Modüler hücre sistemi içinde kullanılan ayırıcı genel görünüşü.....	19
3.3. OG akım transformatörlerine ait genel görünüş	21
3.4. OG gerilim transformatörlerine ait genel görünüş	22
3.5. Aşırı akım ve toprak koruma rölelerine ait genel görünüş	24
3.6. RTU'lerine ait genel görünüş	26
3.7. Moxa marka GSM modeme ait genel görünüş.....	26
3.8. Akülere ait genel görünüş.....	27
3.9. OG dağıtım şebekesi SCADA prensip şeması	28
3.10. SCADA panosunun montajının yapılmış hali	29
3.11. SCADA uygulama bağlantı şeması	30
4.1. İlk proje oluşturma ekranı	31
4.2. Cihaz modeli seçim ekranı	32
4.3. RTU ile merkezi kumanda ve kontrol sistemi arasında kullanılacak olan haberleşme protokolünün seçimi	33
4.4. RTU ile röleler arasında kullanılacak olan portun haberleşme protokolü ile bağlanması.....	34
4.5. RTU Ethernet IP port ayarları	35
4.6. RTU ile rölelerin haberleşmesi için yapılan ayarlar ekranı.....	36
4.7. Dijital giriş ve dijital çıkışların aktif edilmesi.....	37
4.8. Dijital giriş ve dijital çıkışların veri tipine göre eklenmesi	37
4.9. Sinyal ağacının oluşturulması.....	38
4.10. Veri tiplerini sinyal ağacına eklenme şekli.....	39
4.11. Sinyallerin köprü ögesi ile sinyal ağacı ve donanım ağacı arasında birleştirilmesi	40
4.12. RTU'den merkezi kumanda ve kontrol birimine gönderilen veri bilgisi ekranı	41
4.13. Oluşturulan RTU programında hata tespiti	42

4.14. Hata kontrol ekranı	43
4.15. Hata düzeltildikten sonraki hata kontrol ekranı görüntüsü.....	44
4.16. RTU dosyasının bilgisayar ortamına aktarılması ekranı	45
4.17. RTU bağlantısının kurulabilmesi için yapılması gereken ağ ayarları	46
4.18. RTU ara yüz ana ekranı	47
4.19. Konfigürasyon dosyasının atıldığı ekran.....	48
4.20. Sistem tanısı ekranı.....	49
4.21. Ağ ağacı ekranı.....	50
4.22. Donanım ağacı ekranı.....	51
4.23. Konfigürasyon dosyası yükleme ekranı	52
4.24. Yazılım güncelleme ekranı	52
4.25. Yönetim sekmesine girişte istenilen şifre ekranı.....	53
4.26. Yönetim ekranı	54
4.27. Kontrol özelliğinin aktif edildiği ekran	54
4.28. Kesici açma ve kapama işlemlerinin yapıldığı ekran	55
4.29. Dijital girişlerin izlenebildiği ekran.....	56
4.30. Modem ara yüz ana ekranı.....	57
4.31. Ana ağ ayarları menüsü	58
4.32. Sanal sunucu ekranı	58
4.33. Yazılım giriş ekranı	59
4.34. Yazılım ana ekranı.....	59
4.35. Cihaz ekleme sayfası ekranı	60
4.36. Cihaz bilgilerinin girildiği ve ekleme işleminin tamamlandığı ekran	61
4.37. Kesicili fider çıkışlarına ait tüm bilgilerin görüntülediği ana ekran.....	62
4.38. Kesicili çıkış fiderlerine ait tüm bilgilerin bulunduğu ana ekran-1	63
4.39. Kesicili çıkış fiderlerine ait tüm bilgilerin bulunduğu ana ekran-2.....	64

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER DİZİNİ

V	Volt
kV	Kilovolt
I	Akım
A	Amper

KISALTMALAR DİZİNİ

SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Uzaktan Kontrol ve Gözetleme Sistemi)
RTU	Remote Terminal Unit (Uzak Uç Birim)
KÖK	Kesici Ölçü Kabini
OG	Orta Gerilim
DMS	Distribution Management System (Dağıtım Yönetim Sistemi)
OMS	Outage Management System (Kesinti Yönetim Sistemi)
PLC	Programmable Logic Controller (Programlanabilir Lojik Kontrolör)
DNP	Distributed Network Protocol (Yayılmış Ağ Protokolü)
EPRI	Electric Power Research Institute (Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü)
IUC	Integrated Utility Communication (Entegre Yardımcı İletişim)
XML	Extensible Markup Language (Genişletilebilir İşaretleme Dili)

IEC	International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)
OSI	Open System Interconnection (Açık Sistem Bağlantı)
BMBF	German Federal Ministry Of Education And Research (Alman Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı)
GSM	Global System For Mobile Communucations (Mobil İletişim İçin Global Sistem)
EDAŞ	Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
APN	Access Point Name (Erişim Noktası Adı)
IP	İnternet Protokolü
UAK	Uzaktan Açma Kapama
TM	Transformatör Merkezi
DM	Dağıtım Merkezi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
SYS	Saha Yönetim Sistemi

1. GİRİŞ

SCADA terimi “Supervisory Control And Data Acquisition” kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Türkçeye “Danışmalı Kontrol ve Veri Toplama Sistemi” veya “Uzaktan Kontrol ve Gözetleme Sistemi” olarak çevrilebilir. Kısaca bilgisayarlardan, haberleşme aletlerinden, algılayıcılardan veya diğer aygıtlardan oluşturulmuş denetlenebilen ve kontrol edilen bir sistemin genel adıdır. En genel olarak enerji SCADA’sı (Elektrik, Su, Doğalgaz) ve proses SCADA’sı (Fabrika ve Tesis Otomasyonu) olarak 2’ye ayrılır. SCADA sistemleri uzak bölgelerdeki endüstriyel uygulamaların izlenmesi ve kontrolü için hızla gelişti ve yaygın olarak kullanıldı [1].

Elektrik enerjisi artan teknoloji, şehirleşme, sanayileşme ile birlikte artan bir talep ile sık sık karşı karşıya kalmaktadır. Artan talepler sürekli olarak iletim ve dağıtım hatlarının artmasına sebep olmaktadır. Ekipman arızaları, kazalar, doğal felaketler ve yıldırım çarpmaları, güç bozulmaları sebep olur ve kesintiler ve uzun süren servis kesintileri ile sonuçlanır [2]. Bu sebeplerden ötürü dağıtım şirketleri daha sık arızalarla karşı karşıya kalmakta ve zaman zaman arızalara müdahale etmekte gecikebilmekte ve daha fazla maliyetler ödeyerek kullanıcılara hizmet vermek zorunda kalmaktadır. Hem kesinti sürelerinin azaltılması hem de kullanıcılara daha düşük maliyetlerle hizmet verme isteği şebekelerin izlenmesi ve kumanda edilebilmesi ihtiyacını uyandırmıştır. Elektrik piyasasında bu yönde artan talepler SCADA sistemlerinin can ve mal güvenliğini de göz önünde bulundurarak çözüm üretiyor olması dağıtım şirketlerinin SCADA sistemlerine olan rağbetini arttırmıştır.

Tez çalışmasında; elektrik dağıtım şirketlerinde elektrik enerjisinin dağıtımının yapıldığı 1 KÖK binasına SCADA sisteminin nasıl uygulanacağını ve sonuçlarını ortaya koymaya çalışılmıştır. Bu tür sistemler farklı yöntem ve teçhizatlarla da dağıtım yapan elektrik şirketlerinin tüm ihtiyaçlarını kademeli olarak gerçekleştirmeye izin vermektedir.

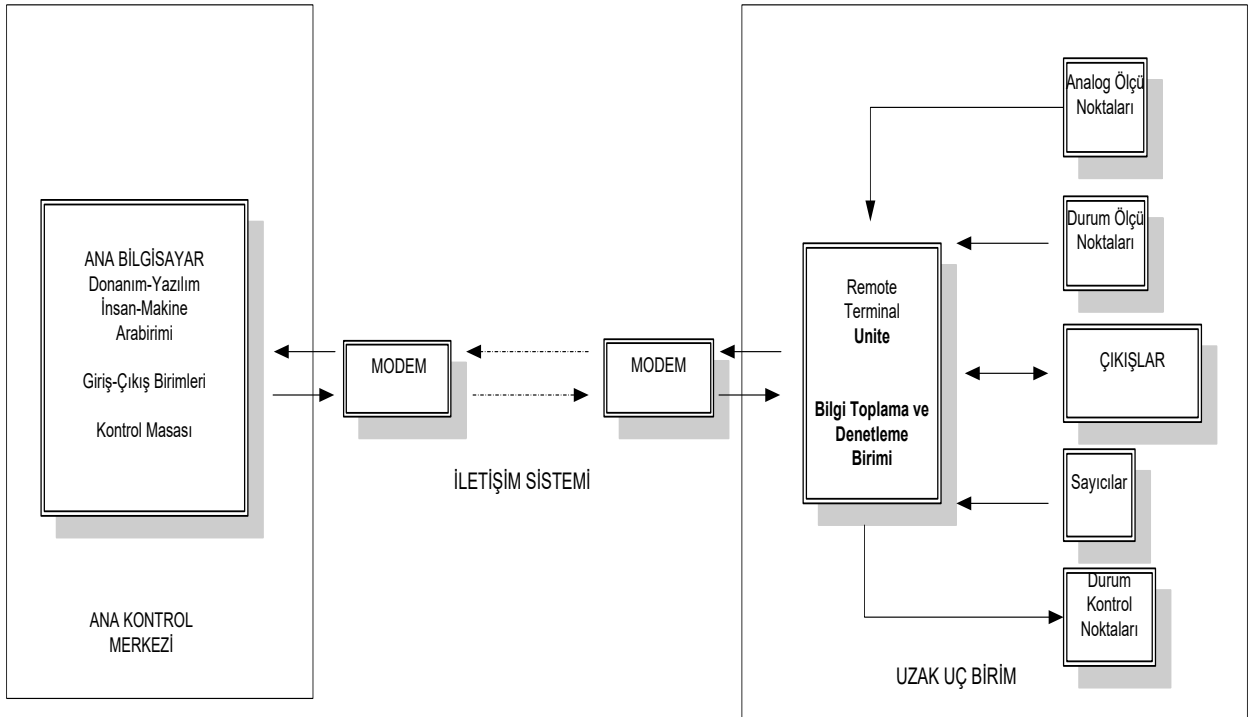
Tezin içeriği; DİCLE EDAŞ Batman İl Müdürlüğü sorumluluğu alanında bulunan Sason ilçesi sınırlarında yer alan ŞELMO KÖK binasında bulunan mikro işlemcili tekrar kapama özelliğine sahip, aşırı akım ve toprak koruma özellikleri bulunan sekonder tip röleler kullanılarak bu rölelerin RS 485 seri portu üzerinden; RTU (Remote Terminal Unit) ile haberleştirilerek GSM modem aracılığıyla, elektrik dağıtım şirketine ait olan uzaktan izleme ve kontrol sistemine aktarılmasının sağlanmasıdır.

1.1. SCADA Sistemlerinin Kapsamı

SCADA sistemlerinin amacı dağıtım şirketlerinin sorumluluk alanlarında bulunan dağıtım merkezi, KÖK binası ve indirici merkezlerdeki fider çıkış hücrelerinde oluşabilecek arıza sürelerini kısaltmak ve arıza onarım maliyetlerini düşürebilmektir.

SCADA sistemi elektrik dağıtım tesislerine uygulandığında transformatör merkezinde yer alan kesici, ayırıcı ve kademe değiştiriciler kontrol edilebilir. Röle durum bilgileri, bara gerilimi, fider ve transformatör aktif reaktif güçleri, fider akımları transformatör sıcaklığı gibi ölçüm değerleri, fider boyunca yer alan arıza seziciler ve ayırıcıların durumları SCADA merkezinden gözlenebilir. Bu veriler değerlendirilerek transformatör merkezindeki kesici, ayırıcı, kademe değiştirici, röle ayarları ve fider ayırıcıları SCADA merkezinden kontrol edilebilir. Olay dizisi kaydı, enerji ve fider verileri toplanarak, periyodik veri saklama ve raporlama da SCADA merkezi tarafından sağlanabilir [3].

Verilerin incelenmesi, depolanması, olayların kayıt altına alınması ve gerekli durumlarda raporlanması işlemlerinin tamamı SCADA sistemi tarafından yapılmaz. SCADA sistemlerinde genel yapı mimarisi Şekil 1.1.'de verilmiştir.



Şekil 1.1. SCADA sistemlerinde genel yapı mimarisi

1.1.1. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi

Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi; sahada SCADA sistemine dâhil edilmiş olan tüm fider, röle, analizör, ayırıcı vb. tüm OG (Orta Gerilim) teçhizatlarına ve fider çıkışlarına ait verilerin izlenmesini sağlayan ve bu OG teçhizatlara ait konum pozisyonlarını izlemekle beraber bunları kontrol etmeye ve manevra yapılmasını sağlayan yapıdır. Şebekenin sürekli izlenmesi esas olduğundan 7 gün 24 saat olacak şekilde operasyon personelleri şebekeyi izlemekte olup, gerekli durumlarda hem saha personellerini yönlendirmekte hem de sahaya müdahale edebilmektedirler. Bu işlemlerin tamamını SCADA yazılımlarında tek hat şemalarını izleyerek yapmak mümkündür. SCADA yazılımı bir bilgisayarda çalışır ve herhangi bir ekipmanın kontrolü için yazılıma veri kaynağı gereklidir [4].

SCADA sistemi merkezi kumanda ve kontrol sistemi yazılımında birden fazla farklı yetkilere sahip kullanıcı tipleri tanımlanır. Buradaki amaç her kullanıcının kendi yetki ve sorumluluğu kapsamında işlem yapabilmesini sağlamak ve personel yetkisi dışındaki alanlara müdahale etmesini engellemektir. Sahaya komutlar merkezi kumanda ve kontrol sistemi üzerinden yapıldığı için; yetkilendirmeler hayati önem taşımaktadır. Merkezi kumanda ve kontrol izleme uygulaması şekil 1.2.'de verilmiştir.



Şekil 1.2. Merkezi kumanda ve kontrol izleme uygulaması

1.1.1.1. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sisteminin Görevleri

Merkezi kumanda ve kontrol sistemi SCADA sistemlerinin beyni olarak tabir edilebilir. Çünkü saha ile ilgili tüm dökümanların toplandığı, manevraların yapıldığı, arıza ekiplerinin yönlendirildiği, raporlamaların yapıldığı merkez burasıdır.

- Sahadaki RTU’larda toplanan verilerin ana merkezlere aktarılması,
- Toplanan verilerle istenildiğinde veya belirli aralıklarla raporlar oluşturularak bu raporların gerekli kişilerle paylaşılması,
- Saha şebekesinin çizilmesi ve yeni bir merkez devreye alındığından bu merkezin sisteme tanımlanması bu kısımda yapılır,
- Sahadaki teçhizatlara açma ve kapama gibi konutların gönderilmesinin sağlanması,
- Sahada oluşan her türlü olayı zaman etiketi ile kayıt altına alma,
- Sahada meydana gelen olaylarda operatörler tarafından oluşturulan alarmların ana ekranlara aktarılmasının sağlanması merkezi kumanda ve kontrol sisteminin temel görevleri arasında yer almaktadır.

1.1.1.2. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi Yazılımları

SCADA merkezi kumanda ve kontrol sistemi yazılımlarının; tamamıyla geliştirilmiş standart bir ürün olması, esnek bir yapıya sahip olması, kullanıcılar tarafından istenilecek tanımlamaların ve programların açıkça tanımlanmış görevler ile birlikte modüler olması gerekmektedir. Gerçek zamanlı izleme ve güçte operasyonel güvenilirlik dağıtım sistemlerinde çok önemlidir [5].

Uygulama programlarının modüler olarak tasarlanması, kullanıcı dostu olması ve bunun sahada da kanıtlanmış olması gerekmektedir, diğer programlara ve uygulamalara iyi bir şekilde tanımlanmış bir ara yüzüne sahip olması ve kullanım ile bakım açısından uygun bir şekilde yorumlanmış ve açıklanmış olması gerekmektedir.

1.1.1.3. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi Fonksiyonları

SCADA sisteminde kullanılan merkezi kumanda ve kontrol sistemleri DMS (Dağıtım Yönetim Sistemi) ve OMS (Kesinti Yönetim Sistemi) ile adapte olma kabiliyetine sahip olmalı ve şebekeyi

yönetirken; DMS ve OMS'ten aldığı bilgileri harmanlayarak saha personellerini yönlendirme işlemlerini yapar.

Merkezi kumanda ve kontrol sistemi; dağıtım tesislerinin gözetimi, kumandası ve kontrolü için tam yetki ve sorumluluğa sahiptir. Açma ve kapama emir ve yetkileri, yük akışlarının izlenmesi, arızaların takibi buradan yapılır. Transformator, kesici ve ayırıcı açma ve kapama işlemleri sadece buradan yapılmaktadır. Kontrol merkezi tüketimleri, yüklenme düzeylerini, donanım kullanımlarını ve arıza analizleri ile ilgili bütün istatistiklerin tutulmasını ve hazırlanmasını sağlar.

1.1.2. Uzak Uç Birim (RTU)

RTU sahada bulunan ve değişiklik gösterebilen her türlü bilginin depolanmasını sağlayan merkezi kumanda ve kontrol sistemine gönderilmesini sağlayan birimdir. RTU'leri esnek ve modüler yapıya sahip mikroişlemcili cihazlardır. RTU'leri input/output sayısı fonksiyonel olarak arttırılabilir cihazlardır. Sahadaki merkezlerde kontrol edilen cihazların analog ve durum değerlerini periyodik olarak ölçer. Ölçüm değerlerini ve alarmlarını kontrol merkezine iletir. Arızaların analizi için gerekli verileri tutar. Arıza raporları saat ve tarihi, arızalanan fazları, azami arıza akımını, olay sırası kayıtlarını içerir. RTU'lerinin en önemli ve olmazsa olmaz özellikleri; bilgi toplama ve depolama, uzaktan kontrol ve kumanda ile uzaktan izleme olmak üzere 3 başlık altında incelenir.

1.1.2.1 Bilgi Toplama ve Bilgi Depolama

RTU'leri kullanıldığı merkezlerde, kullanıldığı amaca yönelik olarak analog değerleri, dijital değerleri, akım ve pozisyon verilerini toplar. Toplanan verileri kendi hafızalarında saklarlar. Saklanan veriler; kumanda ve kontrol birimi RTU'ni sorgulayınca kadar ya da operatör tarafından belirlenen süreler içinde saklanır.

RTU'lerinde hem dijital (ayırıcı ve kesici pozisyonları gibi) hem de analog verilerin (gerilim, akım gibi değerlerin transdüserlerle miliamper ve milivolt değerlerine dönüştürülerek) taşınarak kaydedilmeleri mümkündür.

1.1.2.2. Uzaktan Kontrol ve Kumanda

SCADA sistemin uygulandığı elektrik şebeke sahalarında kesicilerin ve motorlu ayırıcıların açma ve kapama işlemleri RTU'ne gönderilen komutlarla gerçekleştirilir. Ayrıca transformatörlerin kademeleri de RTU'lerinin aracılığıyla değiştirilir. Gönderilen açma ve kapama komutlarının başarılı bir şekilde gerçekleştiğini teyit etmek amacıyla rölelerin akım değerleri kontrol edilir.

1.1.2.3. Uzaktan İzleme

RTU'leri merkez tarafından gönderilen açma ve kapama komutlarının başarılı bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediğini ayrıca RTU ile yapılan diğer işlemlerin durumlarının kontrol edilebileceği bir izleme ekranı mevcuttur. Bunların dışında sahadan alınan kesici, ayırıcı pozisyonları da RTU üzerinden izlenebildiğinden; bilgilerin ve komutların teyitleri yapılabilmektedir.

1.1.3. Haberleşme Protokolleri

Bu bölümde elektrik şebekelerinde bulunabilecek olan; röleler, güç kalite cihazları ve analizörler gibi cihazların RTU'leri ile haberleşme yöntemlerinden bahsedilmektedir. Haberleşme protokolleri bir verinin haberleşme şebekesinde nasıl iletileceğini tarif eden resmi kuralların yazılım diline uygulanmış halidir. Alt seviye haberleşme kuralları, elektrik ve fiziksel standartları belirler. Belirlenen haberleşme standardında bit, byte sıralamaları, iletimi, bit dizisinin hata tespiti ve düzeltilmesini gerçekleştiren yazılım protokolleri mevcuttur. Üst seviye protokollerde, sözdizimi, karakter seti ve mesajların sırası gibi veri formatları vardır. Günümüzde 300'den fazla haberleşme protokolü kullanılmaktadır. Bunların sadece birkaçı büyük üretici firmalar tarafından kabul görüp uygulanmaktadır. Kullanılacak olan haberleşme protokolü seçilirken aşağıdaki özelliklere dikkat edilmesi gerekmektedir.

Network uyumu: Bazı protokoller sadece seri haberleşme protokolünü destekler. Protokollerin bir kısmı da hem seri hem de Ethernet haberleşmesini desteklemektedir.

Hız: Protokolün birden fazla cihazla olan haberleşmesindeki hızı önemli bir performanstır.

Güvenilirlik: Bilginin iletimi güvenli olmalıdır. Bazı protokoller veri kaybı olmadan doğru haberleşme yapılmasını sağlayan kontroller içerir. Bu da protokollerin önemli özelliklerinden biridir.

Genişleme: Protokoller küçük, orta ve büyük ölçekli SCADA sistemlerine uyum sağlamalıdır. Örneğin DNP 3.0 protokolü 65000 veri nesnesine kadar destekleyebilir. Conitel ve Cooper protokolleri bu büyüklükteki veri haberleşmelerini desteklemez.

Güvenlik: Günümüzde bilginin güvenirliliği garantiye alınmaya çalışılmıştır. Veri iletimini kontrol altına alma (hack) ve veri iletişimini kesme (jamper) önemli ölçütlerdir. Protokolün güvenlik seviyesi ve iletişimin kodlanarak (şifreli) sağlanması güç sistemlerinin olmazsa olmaz ön şartlarındandır.

Kabul edirlilik: Protokol güç, enerji sistemlerinde üretici firma ve uluslararası ilgili kuruluşlarca kabul görmeye ve onaylanmaya ihtiyaç duyar. Protokollerin bir kısmı üretici firmaya hastır. Bu durumda bu protokoller patentli ve herkesin kullanımına açık bir dil olmazlar ve kullanılamazlar. Genel kullanımı için uluslararası kabul görmeleri gerekmektedir.

Basitlik: Protokollerin basit olması, kullanıcıların SCADA sistem konfigürasyonunu ve bakımlarını bir uzman desteği olmaksızın kolayca gerçekleştirmeleri açısından çok önemlidir. Özellik ve fonksiyonlar üretici ve kullanıcılar için ekonomik çözüm uygulayacak şekilde sınırlandırılmalıdır.

Uyum: Bir protokol uyumlu olması, yetkili resmi kurumun tüm dünyada geçerli uyumluluk yetkilendirmesiyle olur.

İşlevsellik: Protokol zaman senkronizasyonu ve dosya transferi gibi SCADA özelliklerine ve fonksiyonlarına sahip olmalıdır.

Ekonomiklik: Protokolün ekonomik olması gelecekte de kullanılabilir olması açısından oldukça avantaj sağlar.

1.1.3.1 Modbus Protokolü

Endüstriyel otomasyonda kullanılan en eski haberleşme protokollerinden biridir. Modicon firması tarafından PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolör) için tasarlanmıştır. Kolaylığı ve esnek yapısı sayesinde dünyadaki birçok öncü firma tarafından kabul görmüş ve bu firmaların ürettikleri cihazlar bu protokolü desteklemektedirler.

Temelde modbus protokolü bir adet master (efendi) ve birden çok slave (köle) cihazın olduğu haberleşmelerde kullanılır. SCADA ağında genişlemeye pek müsaade etmeyen basit bir adresleme mantığına dayanır. Bununla birlikte fazla sayıda verinin olmadığı seri haberleşme sistemlerinde büyük avantaja sahiptir.

Master ünite, registerleri sırasıyla adreslerden okur. Bu durum sinyal band genişliğini azaltır. Geniş bir alanda farklı register alanlarından birkaç veri okumak buna örnek olarak gösterilebilir. Birçok kullanıcı ve üretici yıllar boyunca modbus protokolünü tekrar düzenleyerek Modbus Plus, Modbus RTU, Modbus TCP/IP protokollerini geliştirdiler. Modbus protokolü endüstriyel cihazlarda en çok kullanılan haberleşme protokolüdür.

1.1.3.2. DNP 3.0 Protokolü

DNP (Yayılmış Ağ Protokolü) 3.0 Harris firması tarafından geliştirilmiştir. OSI (Açık Sistem Bağlantı) modeli referans alınarak oluşturulan genel bir protokoldür. Küçük ölçekliden büyük ölçekli sistemlere kadar kullanılabilen bu protokolda toplam 65000 adres yönetilebilir. DNP 3.0 protokolü yaygın olarak Amerika'da kullanılmaktadır.

DNP 3.0 elektrik sistemlerinde bir cihazdan başka bir cihaza veri gönderme ve alma, kumanda gönderme ve alma gibi iletişimi optimize etmek için tasarlanmıştır. Veriler, dizinler ve bloklar halinde 0'dan N'e kadar işaretlenmiştir. Bu nedenle DNP 3.0, hem seri hem de Ethernet haberleşmelerinde hızlı ve etkili bir protokoldür. Zaman senkronizasyonu, yapılandırma dosya transferi gibi bazı önemli fonksiyonları destekler.

1.1.3.3. IEC 60870-5-XXX Protokolleri

IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu) tarafından, OSI'ya uyumlu olarak SCADA protokolleri için uluslararası standartlar oluşturulmuştur. IEC teknik komitesi güç sistemlerinin kontrol edilebilmesi için 1990'lı yıllarda IEC 60870-5-XXX serisini dizayn etti. Bu seri 5 bölümden oluşur.

- IEC 60870-5-1 (İletim çerçeve formatları)
- IEC 60870-5-2 (Link iletim prosedürleri)
- IEC 60870-5-3 (Uygulama verisinin genel yapısı)
- IEC 60870-5-4 (Uygulama bilgi elemanlarının tanımı ve kodlanması)
- IEC 60870-5-5 (Temel uygulama fonksiyonları)

Bu bölümlerin kullanılmasıyla IEC tarafından aşağıdaki standartlar geliştirildi.

- IEC 60870-5-101 (Basit tele kontrol görevleri ve RTU'lar)
- IEC 60870-5-102 (Elektrik güç sistemlerinde sayaç bilgilerinin iletim standartları)
- IEC 60870-5-103 (Koruma cihazları ile haberleşme standartları)
- IEC 60870-5-104 (Standart profiller kullanarak IEC 60870-5-101 ve IEC 60870-5-103 protokollerine ağ erişimi)

Bu standartlardan sadece IEC 60870-5-104 protokolü Ethernet ortamında çalışan tek standarttır. Diğer standartların hepsi seri haberleşme mantığını kullanarak çalışır.

1.1.3.4. IEC 61850/UCA 2.0 Protokolü

Endüstriyel bilgisayar sistemlerinin haberleştirilmesinin geliştirilmesinde ve kolaylaştırılmasında, EPRI (Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü) IUC (Entegre Yardımcı İletişim) programını devreye aldı. Daha sonra UCA adı verilen program için çalışmalar 1988 yılında başladı.

Çalışmaların gelişmesiyle UCA'nın daha ileri ve gelişmiş hali olan IEC 61850 protokolü oluşturuldu. IEC 61850 verilere erişimde (kayıtlı veriler, kontrol cihazları, örnek değerler) kullanıcılara büyük avantajlar ve seçenekler sağlar. IEC 61850 haberleşme protokolünün en

önemli avantajlarından biri XML (Genişletilebilir İşaretleme Dili) tabanlı sistem konfigürasyon dosyası kullanmasıdır. Diğer bir ifade ile IEC 61850 SCADA ağı tak çalıştır uygulamalarını mümkün kılmaktadır. SCADA ağına arttırılmış kesin doğruluk oranı, azaltılan konfigürasyon ve hata ayıklama zamanı gerçekleşir.

IEC 61850 haberleşme protokolünün en büyük dezavantajı karmaşık yapıda olması ve henüz dünya çapında tam kabul görmemesidir.

1.1.3.5. Profibus Protokolü

Profibus BMBF (Alman Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı) tarafından 1989 yılında otomasyon haberleşmesi için geliştirilmiştir. 1987 yılında bir araya gelen 21 şirketin 2 yıllık çalışması sonucunda ortaya çıkmış bir protokoldür. Bu projede ana amaç, saha bir ara yüz ile haberleşmesini bit-seri saha akışı üzerinden gerçekleştirip; bunun kullanımını yaygınlaştırmaktır.

İki adet Profibus sürümü bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılanı;

- Profibus DP: Fabrika otomasyonlarında, sensör ve servomotorları bir merkezi kontrol paneli üzerinden kontrol etmek için kullanılır.

- Profibus PA: Süreç kontrolünde kullanılan, ölçme cihazlarının izlenmesi için kullanılır. Fiziki katman kablo bağlantısını temsil eder, cihazlara enerjiyi veri yolu üzerinden verir. Akımı kontrol altında tutarak patlamaya sebep olacak bir kıvılcım oluşumuna mani olur. Profibus PA sürümünde bağlantısı yapılacak cihaz sayısı sınırlıdır. Profibus DP ve Profibus PA birbirleri ile sıkı bir ilişki içerisinde çalışabilir. Bu ise süreç ve fabrika otomasyonunun yan yana hibrid bir uygulamada kullanılabilmesini sağlar.

1.1.4. Merkezi Kumanda ve Kontrol Sistemi İle RTU İletişim Sistemi

Merkezi kumanda ve kontrol sistemi ile uzak terminal biriminin iletişimi SCADA sisteminin en önemli başlıklarından bir tanesidir. Sahadan toplanan bilgilerin doğru, güvenilir bir şekilde merkezi kumanda ve kontrol sistemine aktarılması sağlıklı bir iletişim sistemi ile mümkün

olacaktır. Sahadan alınan verilerin zaman kaybı yaşanmadan ve haberleşme problemi ile karşılaşılardan merkezi kumanda ve kontrol sistemine aktarılması, yapılan manevraların çalışanın hayatını da tehlikeye atmadan yapılmasını sağlayacaktır.

1.1.4.1. İletişim Sistemi Yöntemleri

Merkezi kumanda ve kontrol sistemi ile uzak terminal biriminin iletişimi için çok çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Enerji Nakil Hatları; Orta gerilim hatları 5 KHz ve 20 KHz arasında bir frekans bandı sağlayabilmektedir. Fakat bu iletişim tekniğinde hız 300 baud/s'nin üzerine çıkamayacağından dağıtım şirketlerinin sahadan çekeceği verilerin fazlalığından dolayı yetersiz kalacaktır. Ayrıca OG hatlarında haberleşme sistemi düşünülerek gerekli alt yapı kurulmadığından böyle bir haberleşme sistemi çok maliyetli ve uzun süreli olacaktır.

- Türk Telekom'a ait telefon hatları; Türk Telekom tarafından isteğe bağlı tipte modemlerle üzerinden yapılan haberleşme tipidir. En büyük dezavantajı herhangi bir problem yaşanması durumunda sadece Türk Telekom'un müdahale ediyor olması, hattın tekrardan sağlıklı bir duruma getirilmesi sürelerini uzatabilmektedir. Ayrıca hatlar arazilerden geçerek gittiği için sık sık dış müdahalelere maruz kalmaktadır.

- Fiber Optik Hatlar; optik fiber liflerinde bilgi iletimi için kızılaltı (infrared) dalga boyları kullanılır. Optik fiber camdan üretildiği için elektromanyetik alanlardan etkilenmez. Böylece aynı kablo içinde olan ayrı lifler birbirinden etkilenmezler [6]. En önemli özelliklerinden biri de alıcı ve verici arasında hiçbir elektriksel bağlantı olmamasıdır. Elektrik sinyali kendisini işleyecek olan devreye gelir. Devrenin çıkışından alınan elektrik sinyali optoelektronik çeviriciye verilir. Optoelektronik çeviriciler elektriksel uyarılara göre görülebilen veya görülmeyen ışık radyasyonunu üreten yarı iletken devrelerdir. Fiber optik hatlar veri iletişimi açısından, elektromanyetik girişimden, darbeden ve toprak problemlerinden etkilenmeyen, çok güvenilir bir ortam sağlanır. Bu nedenlerden ötürü özellikle son yıllarda SCADA sistemlerinde en çok tercih edilen iletişim sistemleri yöntemlerinin başında gelmektedir.

- GSM (mobil iletişim için küresel sistem) ile haberleşme mantığı; endüstriyel modeme takılan bir GSM veri hattı ile alınan verilerin merkezi kumanda ve kontrol sistemine aktarılması mantığına dayanmaktadır. GSM haberleşme mantığının en önemli dezavantajı GSM operatörlerine bağımlı olmasıdır. Çünkü; GSM hatlarında sık sık veri kayıpları ve haberleşme kesintileri yaşanmaktadır.

1.1.4.2. İletişim Sistemi Mimarisi

İletişim sistemi mimarisi sahada yapılacak uygulama ve SCADA sistemini kullanacak firmaların ihtiyaçlarına göre şekillenmektedir. Sahadan alınacak sinyal sayıları, merkezi kumanda ve kontrol sistemine aktarılacak olan verilerin yoğunluğu önem teşkil etmektedir. İletişim sistemi mimarisini;

- Sistem dâhilinde kullanılacak RTU sayıları,
- İletişimde kullanılacak olan yöntem,
- Sahanın bulunduğu konum itibarıyla kullanılacak haberleşme metodu,
- SCADA sistemine dâhil edilecek olan istasyon sayısı,
- Merkezi kumanda ve kontrol sisteminde, sahadan alınacak verilerin aktarılacağı depolama birimlerinin kapasiteleri,
- Toplanan verilerle ne kadar sıklıkla raporlamaların yapılacağı belirleyici etkenlerdir.

1.2. SCADA Sistemlerinin Önemi ve Avantajları

Sistem arızalarının sıklığı ve süreleri, büyük ölçüde sisteme uygun dağıtım otomasyonunun kurulamamasından ve sistemin çalışma karakteristiklerinin her an izlenememesinden kaynaklanmaktadır. Bunun için sistem hakkında bilgilerin toplandığı, gözlemlendiği, uzaktan kumanda edildiği, arıza algılamının yapılabildiği otomasyon sistemleri önem kazanmaktadır.

SCADA sistemine dâhil edilen merkezlerde bulunan enerji dağıtım çıkışlarına ait elektrik enerjisi parametrelerinin tamamının izlenmesini sağlar.

SCADA sistemi içerisine dâhil edilen tüm ekipmanların durumları incelenebildiğinden, arızalarına anında müdahale etme şansı bulunmaktadır.

Enerji dağıtımında esas olarak kullanılan kesici, ayırıcı vb. ekipmanların arıza ve bakım gibi özelliklerinin kayıt altında tutulması sayesinde periyodik bakımlarla ilgili bilgilendirme yapılmasını sağlar.

Sistemlerde meydana gelebilecek geçici arıza durumlarında uzaktan izleme ve kontrol sayesinde zaman ve iş gücünden kazanım elde edilmesini sağlamaktadır.

İnsan inisiyatifinde çalışan sistemlere oranla çok daha güvenli ve iş güvenliği açısından sağlıklı bir çalışma ortamının oluşmasına katkı sağlamaktadır.

SCADA sistemi birlikte çalışabileceği DMS ve OMS gibi sistemlerle entegre edilerek kullanılması durumunda meydana gelen arızaların yer tespitinin çok saha dar bir alanla sınırlı kalmasını sağlayarak hem zaman hem de maliyet tasarruflarının sağlanmasını destekler.

Acil durumlarda yüklerin farklı alternatiflerden beslenmesini otomatik olarak gerçekleştirebilmektedir.

Yazılım ve donanımlarının esnek bir yapıya sahip olması nedeniyle yeni istasyonların SCADA'ya entegrasyonu, zaman kaybettirmeden ve kolaylıkla gerçekleştirilebilir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İçinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağının ürünü olan ve artık bütün sektörlerde vazgeçilmez unsur haline gelen PLC ve SCADA sistemleri, güvenilirliğini ve fonksiyonelliğini ispatlamış, günümüzde çok daha yaygın hale gelmiş ve teknolojik açıdan büyük mesafeler kat etmiştir [7].

SCADA sistemi uygulamalarının hayata geçirilmesindeki ülkemiz problemlerinden en başta geleni bu konuda kalifiye elemanın çok fazla olmamasıdır. Elektrik kurumlarının böyle bir yatırım yapmaları durumunda, SCADA ile uğraşan firmaların sürekli olarak danışmanlığına ihtiyaç duyulması ve herhangi ek yatırımlarda ilgili firmalardan teknik destek almak zorunda kalması gerekmektedir ki bu kurum için ek maliyetleri gündeme getirmektedir. Bilinen klasik anlayıştan çıkarak bu tür yatırımlara destek vererek maliyet analizleri yapılması ile yeni yapılanma gerçekleştirilebilir. Şu an için bu durum ülkenin ekonomik ve siyasi istikrarına bağlı olarak ileriki yıllarda uygulama sahasına geçeceğe benziyor [8].

Son yıllarda SCADA ile gerçekleştirilen izleme ve kontrol sistemleri popüler olmaya başlamıştır. SCADA sistemleri elektrik enerjisi üretimi, iletimi ve dağıtımında, fabrikalardaki üretim süreçlerinde, su, petrol ve doğalgaz dağıtımını gibi birçok endüstriyel sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni SCADA sistemlerinin tüm süreçlerin izlenmesini tek bir merkezde toplayabilmesi ve kayıt altına alabilmesi, zaman ve iş gücünden tasarruf sağlamasıdır [9].

Enerji sistemlerinde SCADA 1960'lardan itibaren geliştirilen bir yapıdır. 1980'lere gelindiğinde, elektronik alanında olagelen gelişmelerin katkısıyla tek bir alanı kontrol için geliştirilen sistem farklı alanları tek başına kontrol eden bir sistem haline dönüşmüştür. Yani birbiriyle bağlantısı olmayan ve tek tek alanların kendi başına idare edildiği, dolayısıyla network sistemlerinin var olmadığı fiziksel yapı ağırlıklı sistemlerdir [10].

Birbirinden uzakta geniş alanlara dağılmış böyle bir sistemin aksamadan, hatasız ve güvenilir olarak işletilebilmesinde sadece insan çabası yetersiz kalmıştır. Karşılaşılan zorlukların giderilebilmesi, sistemin aynı zamanda tek bir merkezden gözlenerek denetlenebilmesi, ortaya çıkabilecek anormal durumlara erken müdahale edilebilmesi, artan ihtiyaca paralel olarak ileriye dönük plan ve programların yapılmasını zorunlu hale getirmiştir [11].

SCADA sistemleri, izlemek, kontrol etmek ve güç sistemi veri depolama durumlar için kullanılır. Sistemin fonksiyonel aralığı bunun gibi veri toplama ve temel verileri işleme; İnsan makine ile süreç görselleştirme ara yüzün yanı sıra ek fonksiyonlar (ikincil uygulamalar) somut uygulama amacına bağlı olarak, kontrol SCADA komut çıkışları ile sağlanır (dağıtıcı eylemler, yerel işlem veya ikincil uygulamalar). Veri kayıtları tesisi analiz etmek ve test etmek için kullanılır. SCADA sistemleri gerçek zamanlı çevre için çözümler sunmak ve dağıtık sistemler olarak tasarlandı [12-13].

Demiryolu ulaşımının giderek hızlanması ve sürekli olarak büyümesi, demiryolu sinyalizasyon ve anlaşılan sistemlerinin merkezden izlenmesini ve kontrolünü gerekli hale getirmiştir. Bu nedenle, yazılım tasarımında biçimsel yöntemler kullanılmasının önemi büyüktür. Demiryolu sinyalizasyon sisteminde oluşabilecek en ufak hata, büyük can, mal ve zaman kayıplarına yol açabilmektedir. Demiryolu sinyalizasyon sistemi, SCADA operatörü ve makinistin yapabileceği hataları da önleyebilmelidir. Aynı zamanda, donanım ve yazılımlarda oluşabilecek hatalarda da güvenliği sağlayabilmelidir. Bu yüzden demiryolu sinyalizasyon sistemlerinin simülasyonu büyük öneme sahiptir [14].

Havasız (anaerobik) atıksu arıtımı bir kısım avantajları nedeniyle son yıllarda önem kazanmış ve üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Havasız arıtma sistemleri özellikle orta ve yüksek kirlilik konsantrasyonlarına sahip atık suların arıtılmasında, havalı sistemlere nazaran daha ekonomik olması, az arıtma çamuru vermesi ve bütün bunlardan daha önemlisi, biyoenerji olarak adlandırılan metan gazı üretmesi bakımından oldukça önemli bir süreç çeşididir. Ancak, havasız arıtma sistemlerinin modellenmesi ve etkin kontrolü zordur. Böyle bir tesisin kontrolü ve kumandası için ileri düzeyde kontrolör ve programlama gerekmektedir. Bu tez çalışmasında pilot ölçekli bir havasız arıtma tesisinin kurulması, kontrolü anlatılmış, PLC ve SCADA otomasyonu yapılmıştır [15].

Endüstride, elektrik için güvenilir verilere erişme tesisin güç tüketimi çok önemlidir. Veri tesisdeki olası düzensizliklere karşı, ana şebekenin önceki ve güncel performansının değişkenlerini bir açık zaman teşhisi için kullanılabilir. Ek olarak, çeşitli elektriksel değişkenlerin verisine, elektrik sistemi performansını arttırmak veya potansiyel hataları öngörmek için kapsamlı çalışma yapması muhtemeldir [16-17].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak; DİCLE EDAŞ sorumluluk alanında bulunan Batman ili Sason ilçesindeki Şelmo KÖK binasında bulunan giriş ve çıkış fiderlerine ait; OG kesiciler, OG ayırıcılar, OG akım transformatörleri, OG gerilim transformatörleri, OG kumanda panoları, aşırı akım ve toprak koruma röleleri ve RTU panosunda bulunan; RTU, sigortalar, modem, aküler, PLC yardımcı röleler ve DİCLE EDAŞ'a ait uzaktan erişimin sağlanacağı kumanda ve kontrol yazılımı bulunmaktadır.

3.1.1. OG Kesiciler

Kesiciler; orta ve yüksek gerilim şebekelerinde yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlardır. Bu cihazlar devreyi, boşta, yükte ve özellikle kısa devre halinde açıp kapayabildikleri gibi otomatik kumanda yardımı ile açılıp kapanmasına da olanak sağlarlar. Kesiciler hem ark söndürme özelliğine, hem de çok hızlı hareket etme özelliğine sahiptirler.

Bir kesicinin en önemli görevi kapalı durumda devreden güç akışını saptamak, açık durumda ise güç akışını engellemektir. Bu iki görevden ilkinin; kontak elemanları arasında iyi bir temas oluşturarak, ikinci görevini ise; kontak elemanlarını ayırarak elektriksel olarak yerine getirir. Kesiciler, devre yük altında iken meydana gelen arkı söndürme düzeneklerine sahip oldukları için kullanılır.

Kesicilerin görevleri arasında, arızalı halde devreyi açma vardır. Buna göre kesiciler kendilerinden önce gelen cihazları arızalı yerden ayırmakta ve arızanın o cihazlara yaptıkları zorlamaların önüne geçmektedirler. Bu durum bizlere kesicilerin aynı zamanda bir koruma elemanı (sigorta gibi) olduğunu gösterir. Bir kesicinin görevlerini tam yapabilmesi için, önce uygun bir şekilde seçilmesi, işletilmesi ve bakımının da dikkatli yapılması gerekir.

Kullanım gerilimlerine göre kesiciler řu şekilde sınıflandırılabilir:

- Orta Gerilim Kesicileri: Standart anma gerilimleri (kV) IEC'na göre: 1- 6- 7,2- 12- 17,5- 24- 36 kV olan kesicilerdir.

- Yüksek Gerilim Kesicileri: Standart anma gerilimleri (kV) IEC'na göre: 52- 72,5- 100- 123- 145- 170- 245- 300- 362- 420- 525- 765 kV olan kesicilerdir.

Kapama işlemine ve çalışma ortamına göre kesicilerin çeşitleri vardır.

- Tekrar kapama işlemine göre kesiciler şunlardır;

i- Tekrar kapamalı

ii- Tekrar kapamasız

- Çalışma ortamına göre kesiciler şunlardır;

i- Bina içi (dahili tip)

ii- Bina dışı (harici tip)

Kesicileri arkın söndüğü ortama göre sınıflandırmak mümkündür. Bunlar;

- SF6 gazlı kesiciler,

- Vakumlu kesiciler,

- Basınçlı hava üfleli kesiciler,

- Tam yağlı kesiciler,

- Az yağlı kesiciler,

- Manyetik üfleli kesiciler olmak üzere 6 ayrı sınıfta yer alırlar.

Dağıtım şirketlerinde de SF6 gazlı kesiciler kullanıldığı için bu kesiciyi daha ayrıntılı incelemek faydalı olacaktır. SF6 gazlı kesiciler son yıllarda büyük kullanım alanı bulmuş olan yeni bir tip kesicidir. Hacimlerinin küçük olması nedeniyle kapalı alanlarda rahatlıkla kullanılmaktadırlar. Bu kesicilerin çalışma prensibi, sabit basınçtaki SF6 gazı hareketli kontaktaki piston vasıtasıyla sıkıştırılarak ark üzerine üflenmesi ve arkın koparılması esasına dayanır.

Kesici arkını söndürmek için ark üzerine basınçlı gaz üflenir. Böylece ark soğutulur, kontaklar arası ortam iletkenliğini kaybedip yalıtkan olur ve ark söner. SF6 gazı açma sıcaklığında ortama kükürt ve flor iyonları ve elektronlar verir. Bu sırada elektronegatif olan flor iyonları ortamdaki elektronları yakalayıp ark akımını sınırlar. SF6 gazının ısıyı çok çabuk dağıtmasından dolayı sıcaklık hızlı bir şekilde aşağıya doğru düşer. Ark soğur ve söner.

SF6 gazlı kesicinin gerilim dayanımı basınçlı havalılara göre daha yüksektir. Bu kesiciler yalıtım sınıflarına göre gaz yalıtımlı ve hava yalıtımlı olarak ikiye ayrılır. Gaz yalıtımlı kesiciler 36 kV'tan 500 kV'a kadar kullanılmaktadır. Hava yalıtımlı kesiciler ise, 72,5 kV'tan 420 kV'a kadar kullanılmaktadır. SF6 gazlı kesiciler 3 ana bölümden oluşmaktadırlar.

- Kutup kısmı: Kontakların ve ark söndürme hücresinin içinde bulunduğu kısımdır.

- Açma ve kapama mekanizması: SF6 gazlı kesicilerde ark söndürme hücresi SF6 gazıyla doldurulmuştur. Açma ve kapama mekanizması ise yaylı veya çeşitli elektromekanik sistemler olabilir.

- Elektriki donanım: Tahrik mekanizmasının kapama yaylarını kurmak için şanzıman grubu çalıştıran bir adet seri motor vardır. Buna bağlı olarak hareket sonu siviçi, açma ve kapama bobinleri yardımcı ve antipompaj rölesinden oluşmaktadır. SF6 gazlı bir kesicinin genel görünüşü şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. SF6 gazlı bir kesicinin genel görünüşü

3.1.2. OG Ayırıcılar

Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde devre yüksüz iken açma ve kapama işlemi yapabilen ve açık konumda gözle görülebilen bir ayırma aralığı oluşturan elektrik devre elemanlarıdır. Yük altında açma ve kapama yapan çeşitleri de vardır. Açma ve kapama hızları operatör hareketinde bağımsız ve toplam açma zamanı takriben 0,1 saniyedir.

Ayırıcılar gerilim altında fakat devreden akım çekilmediği zaman kullanılabilir. Kapalı durumda iken kısa devre akımlarının elektriksel ve mekaniksel etkilerine dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Şayet kontaklar iyi temas etmiyorsa bu etkilere karşı dayanıksız olur. Temassızlık ısınma ve ark şeklinde kendisini gösterir. Bu durum ayırıcının kısa sürede deforme olmasına sebep olur. Ayırıcıları dahili ve harici tip olarak sınıflandırmak mümkündür.

- Dahili tip ayırıcılar; bina içerisinde kullanılacakları yerlere göre duvar veya sac hücreler üzerine monte edilir. Ayrıca, mekanik kumanda kolu hücre dışında yapılır. Hücrelerde enerjili kısımlar tel kafesle emniyet altına alınır. Yeni yapılan tesislerde bu ayırıcılar açıkta kullanılmamaktadır. Modüler hücre sistemlerinin içinde kullanılmaktadırlar.

- Harici tip ayırıcılar; açık hava şartlarında çalışacağı göz önüne alınarak imal edilirler. Kumanda mekanizması ayakta duran bir insanın rahatça açma ve kapama yapabileceği şekilde monte edilir. Modüler hücre sistemi içinde kullanılan ayırıcının genel görünüşü Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Modüler hücre sistemi içinde kullanılan ayırıcı genel görünüşü

3.1.3. OG Ölçü Transformatörleri

Ölçü transformatörleri; alternatif akım tesislerinde, gerek akım, gerekse gerilimi, belli oranlarda küçültmeye yarayan, özel transformatörlerdir. Kullanış amaçları; ölçü aletlerini ve koruma rölelerini, primer akım ve gerilim değerlerinden izole ederek güvenli çalışmaya olanak sağlarlar. Ölçü transformatörleri ile değişik primer değerlere karşılık, standart sekonder değerler elde edilir.

3.1.3.1. OG Akım Transformatörleri

OG akım transformatörleri, normal çalışma koşullarında, sekonder akımın primer akımıyla orantılı ve aralarındaki faz farkının yaklaşık sıfır olduğu transformatörler olarak tanımlanır.

OG akım transformatörlerinin özelliklerini belirleyen 4 ana etken vardır. Yalıtım seviyesi; OG akım transformatörleri çalışma gerilimine ve sistemdeki gerilim yükselmelerine dayanabilecek şekilde yalıtılmış olmalıdır. Primer anma akımı; OG akım transformatörleri sürekli çalışmada primer anma akımını taşıyabilmelidirler. Dinamik dayanma akımı; kısa devre anında, kısa devre akımının ilk tepe değeri, termik akım değerinin 2,5 katına ulaşır ve primer sargılar arasında çok büyük elektromanyetik kuvvetler oluşur. Güç ve doğruluk; doğruluk sınıfı sekonder güçler aşırı akım faktörü gibi parametreler transformatörün nüve hacmini belirleyen başlıca faktörlerdir. Kullanılacak koşullara göre bu etkenlere dikkat edilerek OG akım transformatörlerinin seçilmesi gerekmektedir.

OG akım transformatörleri akımı belirli bir çevirme oranıyla ölçülebilir değerlere düşürmenin yanında ölçü ve koruma cihazlarını da yüksek gerilimden yalıtarak koruma sağlamaktadır. OG akım transformatörlerinin sekonder akımı genellikle 1A, 5A veya 10A olarak imal edilebilirler.

OG akım transformatörlerinin sekonder çıkışları; sayaçlara, ampermetrelere ve sekonder rölelere taşınmaktadır. Eğer OG akım transformatörlerinin sekonder uçlarından bir tanesi kullanılmıyorsa; mutlaka kullanılmayan sekonder uçları kendi arasında kısa devre edilmelidir. Aksi durumda sekonder uça gerilim indüklenmesinden kaynaklı patlamalar meydana gelebilir. OG akım transformatörlerine ait genel görünüş şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. OG akım transformatörlerine ait genel görünüş

3.1.3.2. OG Gerilim Transformatörleri

OG gerilim transformatörleri, sekonder gerilimin primer gerilimiyle orantılı ve aralarında faz farkı yaklaşık sıfır olan transformatörlerdir. OG gerilim transformatörleri, endüktif gerilim transformatörleri ve kapasitif gerilim transformatörleri olmak üzere iki guruba ayrılırlar.

Endüktif gerilim transformatörleri, 145 kV'a kadar daha ekonomiktir. 145 kV'tan daha yüksek gerilimli sistemlerde kapasitif gerilim transformatörlerinin kullanılması daha uygundur. Ancak, yüksek gerilim iletim hatları üzerinden haberleşme de yapılacaksa, 145 kV'tan daha küçük sistem gerilimlerinde de kapasitif gerilim transformatörleri kullanılır.

Bir gerilim transformatöründe ölçü devresinin normal ölçme aralığı, anma geriliminin %80-120'si arasındadır. Gerilim transformatörleri, harici uygulamalarda faz-toprak arasına bağlanır. Endüktif ve kapasitif gerilim transformatörleri, yüksek gerilim sistemlerinde genellikle, faz-toprak arasına bağlanırlar. Ancak bazı geçici olaylar nedeniyle, gerilim transformatörünün uçlarındaki gerilim, anma geriliminin üzerine çıkabilir. Bir gerilim transformatörünün böyle durumlara dayanabilmesi gerekir.

Gelişmiş ölçü cihazları, çok küçük güç çekerler. Anma yükü gereğinden büyük seçilmişse ve çekilen güç, anma gücünün %25'inden küçükse ve anma yükü devre yükünden küçük seçilmişse ve çekilen güç, anma gücünün %100'ünden büyükse, oran hatası limitin dışına çıkacaktır. Sayaçlar ve ölçü aletleri %25 yükten az olan durumlarda daha fazla değer, %100 yükten fazla olan durumlarda ise eksik değer kaydedecektir. Bu nedenlerle gerilim transformatörleri seçilirken, devreye bağlı olacak olan yük durumuna göre seçilmesi büyük önem arz etmektedir.

Gerilim transformatörlerinin sekonder tarafı açık uçlu bırakılır. Gerilim transformatörlerinin yüksek gerilim tarafındaki fazlarının tümü sigorta ile korunmalıdır. Sekonder tarafta yalnız topraklanmayan kısımlarda sigorta bulunur. Primer taraftaki sigortalar tesisi kısa devreye karşı, sekonder taraftaki sigortalar transformatörü fazla yüklenmeye karşı korurlar. OG gerilim transformatörlerine ait genel görünüş şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4. OG gerilim transformatörlerine ait genel görünüş

3.1.4. Aşırı Akım ve Toprak Koruma Röleleri

Röle teknolojisi her geçen gün ilerlemektedir. İlk olarak elektromekanik röleler kullanılmıştır. Bu röleler, elektromekanik çekme veya endüksiyon disk ilkesine göre çalışan rölelerdir. TEK'nun ilk

yıllarından itibaren yaygın olarak kullanılan bu tip röleler, hala iletim sistemimizde tesis edilmiş ve çalışır durumda olmak üzere kullanılmaktadır. Teknolojik ilerlemelerle birlikte hareketli parça üniteleri olmayan elektronik röleler üretilmiştir. Elektriksel büyüklük, rölenin ayar değerini aşmışsa, tetik devresi ateşlenerek sinyal alınır. İletim sistemimizdeki rölelerin büyük bir kısmını bu tüp röleler oluşturmaktadır.

Rölenin giriş devresinde yer alan analog elektriksel büyüklükler dijital değerlere çevrilir ve mikroişlemciye iletilir. Mikroişlemcide röle ayar değerleri bir yazılım olarak bulunur ve gelen değerler bu programdaki hesaplamalarda kullanılarak koruma işlemi gerçekleştirilir. Mikroişlemci röleler, son birkaç arızanın kaydını yapabilecek özelliktedirler.

En son arıza kaydı ise, röle ara yüz programı vasıtasıyla grafiksel kayıt olarak bilgisayar ortamına aktarılabilir. Ayrıca, grafik kayıtlarında arıza öncesi ve sonrasına ait gerilim ve akım dalga formları da görüntülenebilmektedir. Koruma fonksiyonu dışında fider rölesinde pek çok elektriksel büyüklüğün ölçülmesi de mümkün olmaktadır. Akım, gerilim, aktif ve reaktif güç, güç faktörü, aktif ve reaktif enerji, frekans ölçülebilen elektriksel büyüklüklerdir.

Bu çalışmada kullanılacak olan rölelerin sahip olduğu RS-485 portu üzerinden IEC 60870-5-103 ve Modbus protokollerini kullanarak iletişim yapabilmektedirler. Fakat IEC 60870-5-103 protokolü ile alınabilecek veriler sınırlı olduğundan tez çalışmasında Modbus protokolü kullanılacaktır. Rölenin ön yüzünde servis amaçlı RS-232 portu bulunmaktadır. Bu ön port ile rölenin yazılımına bağlanılarak röle ayarları yapılabilmektedir. Rölenin programı, düzenleme ve ayarlar için kaybolmayan bir hafızaya sahiptir.

IEC ve ANSI standartlarına uygun, seçilebilir, sabit zaman ve ters zaman karakteristikleri mevcuttur. Hassas ayar aralığı ve doğrulukları test edilmiş çok sayıda eğri ile röle koordinasyonunun sağlanması kolaylaşmıştır. Kesici bakımı için arıza akımı sayıcısı fonksiyonuna sahiptir. Rölelerle, kesiciye uzaktan, yakından ve haberleşme portu vasıtasıyla açma-kapama işlemi yaptırılabilir. Bu özelliklerinin yanı sıra özellikle ulaşılması zor ve geçici arızaların çok yaşandığı kırsal kesimlerde kullanılmak üzere tekrar kapama özelliği de isteğe göre programlanabilir.

Röleler, bazen ayarlanan değerlere ulaşılmadan hatalı şekilde çalışabilmektedirler. Hatalı çalışmaya sebep olan; transformatörlerin mıknatıslanma akımları, şebekelerdeki harmonikler,

topraklama değerlerinin yüksek olması, yanlış veya eksik bağlantılar, röle yazılım hataları nedenlerden çoğunlukla rastlananlarıdır. Aşırı akım ve toprak koruma rölelerine ait genel görünüş şekil 3.5.'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Aşırı akım ve toprak koruma rölelerine ait genel görünüş

3.1.5. Uzak Uç Birim (RTU)

SCADA sistemlerinin kapsamından bahsederken uzak terminal biriminden bahsedilmiştir. Burada ise biraz daha ayrıntılarından ve kullanım alanlarından bahsedilecektir. RTU enerji, ulaşım, savunma, petro-kimya, gıda başta olmak üzere birçok alanda SCADA ve otomasyon projelerinde kullanılmaktadır. RTU özellikle merkezden uzak noktaların yönetilmesinde kullanılır. Her ne kadar her geçen gün PLC ile RTU arasındaki farklar azalsa da özellikle RTU'lerinin haberleşme kabiliyetleri sebebi ile farklı istasyonların tek bir merkezden yönetilmesi gereken projelerde RTU tercih edilmektedir. Örneğin RTU birçok kuyu ve deposu olan bir su işletme şirketinin su kaynaklarının yönetilmesinde başarı ile kullanılmaktadır. Yine RTU birçok üretim ve depolama noktası olan bir petrol üretim firmasının tam kontrol ihtiyaçlarını başarı ile sağlayabilmektedir. Çimento fabrikaları gibi çok farklı ve fazla sayıda fiziksel donanımın olduğu ve çalışma şartlarının çok zor olduğu ve yine yedekli çalışmanın vazgeçilmez olduğu projelerde RTU tercih edilmektedir. RTU'lerinin ana bileşenleri aşağıda sırasıyla, özelliklerine göre verilmiştir [18].

- Dijital giriş (DI): Dijital sinyal/ kuru kontak; donanımların bir takım durum bilgilerini açık veya kapalı anahtar pozisyonlarına göre RTU işlemcisine iletilmesidir. Bu sinyaller bir vananın pozisyonu veya bir cihazın arıza durumu gibi bilgilerin iletilmesi için kullanılır.

- Analog giriş (AI): Analog Sinyal, cihaz bilgilerinin gerilim veya akım olarak RTU işlemcisine iletilmesi için kullanılır. Analog sinyaller transmitterler, sayaçlar ve sensörlerden gelen bilgiler olup belli bir aralıktaki değerlerin gerilim veya akım cinsinden kalibre edilmesi ile sisteme iletilir.

- Dijital çıkış (DO): Dijital çıkış saha donanımlarına gönderilen açma / kapama gibi komutların iletilmesinde kullanılır.

- Analog çıkış (AO): Analog çıkış ise saha donanımlarına gönderilen oransal bilgiler olup gerilim veya akım cinsinden olur. Oransal vana gibi donanımların kontrolünde kullanılır.

RTU birçok farklı fiziksel haberleşme kanalından akıllı cihazlar ile iletişim kurabilmekte ve birçok haberleşme protokolünü desteklemektedir. Piyasada bilinen RTU modelleri RS232, RS485, RS422 veya Ethernet üzerinden Modbus, Profibus, IEC 60870-5-101/103/104, DNP 3.0, IEC 61850 başta olmak üzere farklı protokoller kullanarak haberleşebilmektedir.

RTU bu üstün özellikleri sayesinde birçok zor fiziksel şart altında ve ulaşılması güç noktalardaki cihazların yönetilmesinde ve hayatımızın kolaylaştırılmasında çok önemli roller üstlenmektedir. Bu tez çalışmasında, RTU kullanılmış olup; kullanılan RTU'ne kesici ve ayırıcı açık ve kapalı konumları taşınmıştır. Ayrıca rölelerin RS485 portları seri bir şekilde bağlanarak RTU'ne taşınmıştır. RTU'ne ait genel görünüş şekil 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.6. RTU'lerine ait genel görünüş

3.1.6. Modem

Bu tez çalışmasında GSM modem kullanılmaktadır. RTU'nin Ethernet haberleşme portu modemın Ethernet portu ile haberleştirilmiştir. Modemde gerekli port yönlendirmeleri yapılarak merkezi kumanda ve kontrol sistemi ile haberleşmesi sağlanmıştır. Endüstriyel sistemlerde gösterdiği başarılarından dolayı Moxa marka modem tercih edilmiştir. Moxa marka GSM modeme ait genel görünüm şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Moxa marka GSM modeme ait genel görünüm

3.1.7. Aküler

RTU üzerinden merkezi kumanda ve kontrol sistemine aktarılması gereken verilerin, oluşabilecek bir enerji kesintisi durumunda aktarılmasının durmaması ve sahadaki cihazlara ait konum ve yük bilgilerinin sürekli olarak alınabilmesi gerektiği için aküler çok büyük önem taşımaktadır. Akülere ait genel görünüş şekil 3.8.'de verilmiştir.

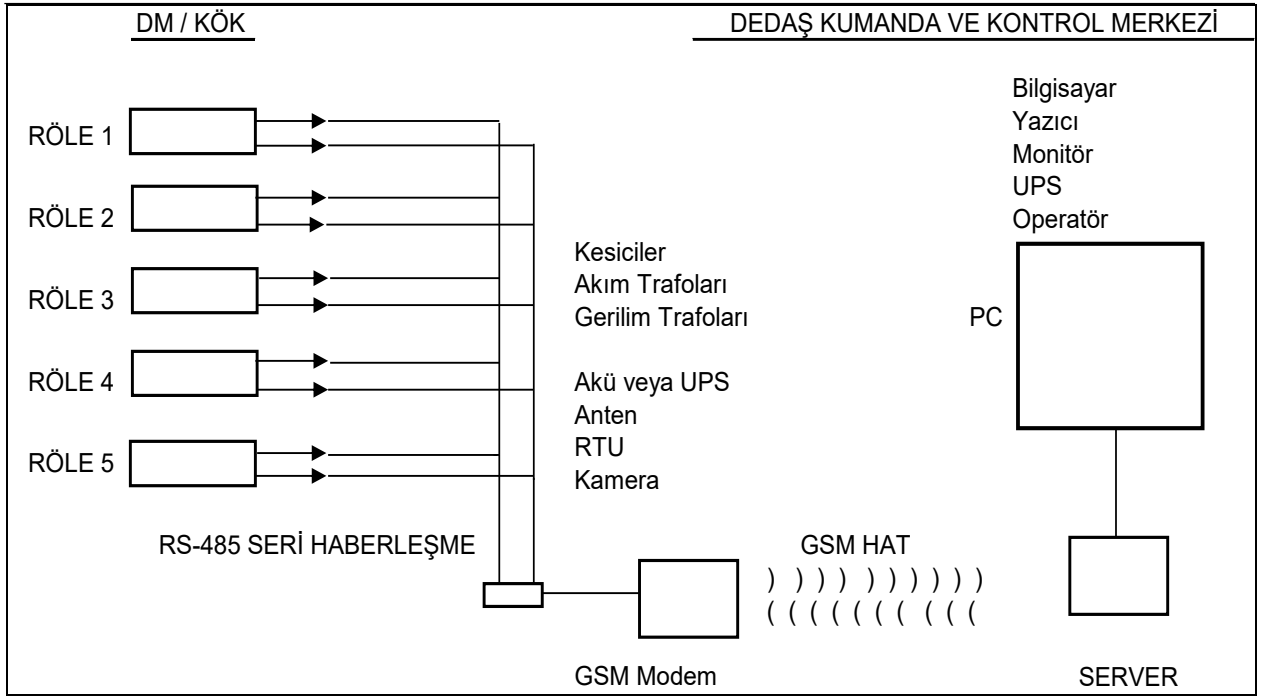


Şekil 3.8. Akülere ait genel görünüş

3.2. Yöntem

DİCLE EDAŞ sorumluluk alanında bulunan Batman İli Sason ilçesindeki Şelmo KÖK binasındaki kesicili fiderlerin mikroişlemcili tekrar kapamalı aşırı akım ve toprak koruma özelliğine sahip rölelerinin RS485 portu seri haberleşme mantığı kullanılarak RTU'ne taşınacaktır. GSM modem aracılığıyla Modbus haberleşme protokolü kullanılarak dağıtım şirketi uzaktan kumanda ve kontrol programını kullanarak, uygulamalı otomasyonlarını gerçekleştirmek, uzaktan bilgi almak ve kumanda etmek üzere SCADA uygulaması yapılacaktır. Yapılan uygulama aşağıda belirtilen aşamalara göre gerçekleştirilmiştir.

- Elektrik dağıtım tesisinde yapılacak SCADA uygulaması için ilk aşamada KÖK binası incelenerek prensip şema belirlendi. Belirlenen OG dağıtım şebekesi SCADA'sı prensip şeması şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9. OG dağıtım şebekesi SCADA prensip şeması

- SCADA panosu, modem, RTU, sigortalar, PLC yardımcı röleler, röleler ve RTU arasında yapılacak olan seri haberleşme için kablo temin edildi. Kesicilerden ve ayırıcılardan konum bilgilerinin ve açma kapamaların alınması için gerekli kablolar temin edildi.

- GSM modem ile haberleşmenin sağlanabilmesi için GSM hat temin edildi. Herhangi bir güvenlik zafiyetinin olmaması için DİCLE EDAŞ APN (erişim noktası adı) sistemine tanımlı hat kullanıldı.

- SCADA uygulamamız için öncelikli olarak aşırı akım ve toprak koruma rölesinin Modbus tablosu temin edilerek alınacak olan bilgilerin Modbus adreslerinin listesi oluşturuldu. RTU'nin programlanabilmesi için RTU programı temin edildi.

- Sahada montaj yapılmadan önce röleden alınacak verilerin doğruluklarının teyit edilebilmesi ve varsa yanlışlıkların düzeltilmesi için atölyede gerekli testler yapıldı.

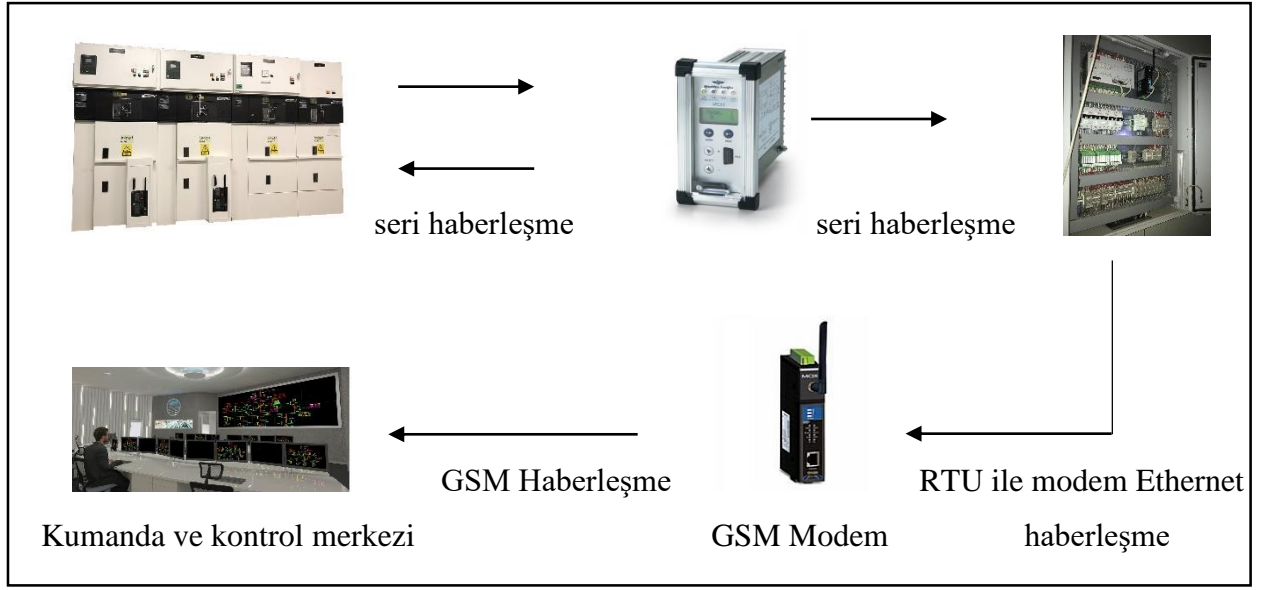
- SCADA panosuna RTU, sigorta, modem, PLC yardımcı rölelerin montajı yapıldıktan sonra, KÖK binasına pano montajı yapıldı. SCADA panosunun montajının yapılmış hali Şekil 3.10.'da verilmiştir.



Şekil 3.10. SCADA panosunun montajının yapılmış hali

- Pano montajı tamamlandıktan sonra hücrelerden kesici ve ayırıcı konum bilgilerinin alınması, açma ve kapama yapılabilmesi için kablolar hücrelerden SCADA panosuna taşındı.
- Aşırı akım ve toprak koruma rölelerinden bilgilerin RTU'ne taşınabilmesi için haberleşme kablolarının montajı tamamlanarak RTU'ne taşındı.
- Aşırı akım ve toprak koruma rölelerinin haberleşme ayarları yapılarak haberleşmenin sağlanıp sağlanmadığı test edildi. OG akım transformatör oranları belirlenerek, rölelerin ayarları yapıldı.
- RTU programı yazılarak, alınacak sinyallerin tamamının görüntülenebilmesi için gerekli olan dosya RTU'ne aktarıldı.
- Aşırı akım ve toprak koruma rölelerinden alınan veriler ile kesici ve ayırıcılardan alınan sinyallerin tamamının doğruluğu sahada tek tek test edilerek yanlış bir bilginin ve manevranın önüne geçilmeye çalışıldı.
- DİCLE EDAŞ uzaktan izleme ve kontrol sistemine gerekli tanımlamalar yapılarak, aşırı akım ve toprak koruma rölelerine ait GSM üzerinden yapılan haberleşme kontrol edildi.

- Sahadan alınan verilerin tamamı DİCLE EDAŞ uzaktan izleme ve kontrol sistemi üzerinden kontrol edilerek sahadan alınan verilerin yazılım ile aynı olup olmadığı test edildi.
- Sahada kesici ve ayırıcılarla manevralar yapılarak konum bilgilerinin doğrulukları ve sahada değişen konum bilgilerinin yazılıma ne kadar sürede ulaştığı gözlemlendi.
- SCADA uygulaması bağlantı şeması oluşturuldu. Oluşturulan bağlantı şeması şekil 3.11.'de verilmiştir. Bağlantı şeması uygulaması fiili olarak gerçekleştirildi.



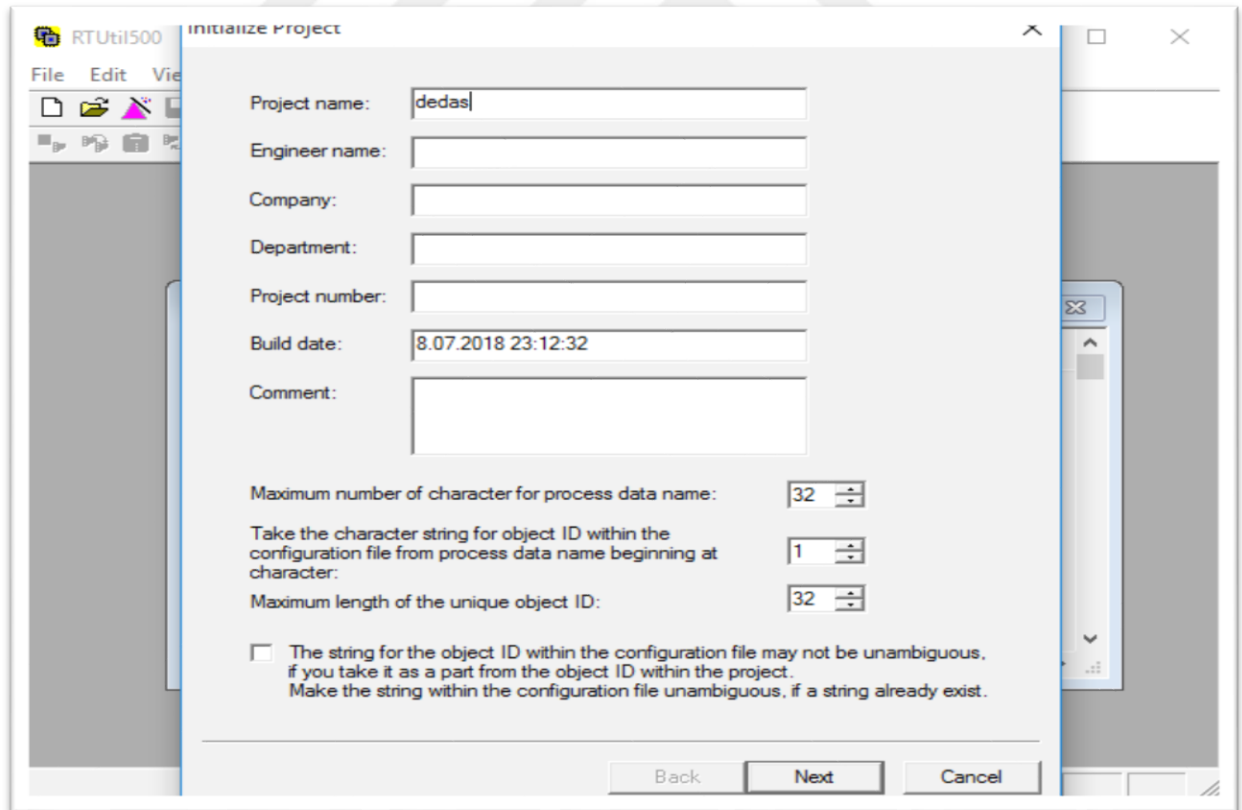
Şekil 3.11. SCADA uygulama bağlantı şeması

4.BULGULAR

Bu tez çalışmasında yapılan SCADA otomasyonunun gerçekleştirilmesi için yapılan RTU'nin programlanması ve dağıtım şirketi yazılımına eklenerek hem sahanın izlenmesi hem de kumanda edilmesi üzerine SCADA uygulaması aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

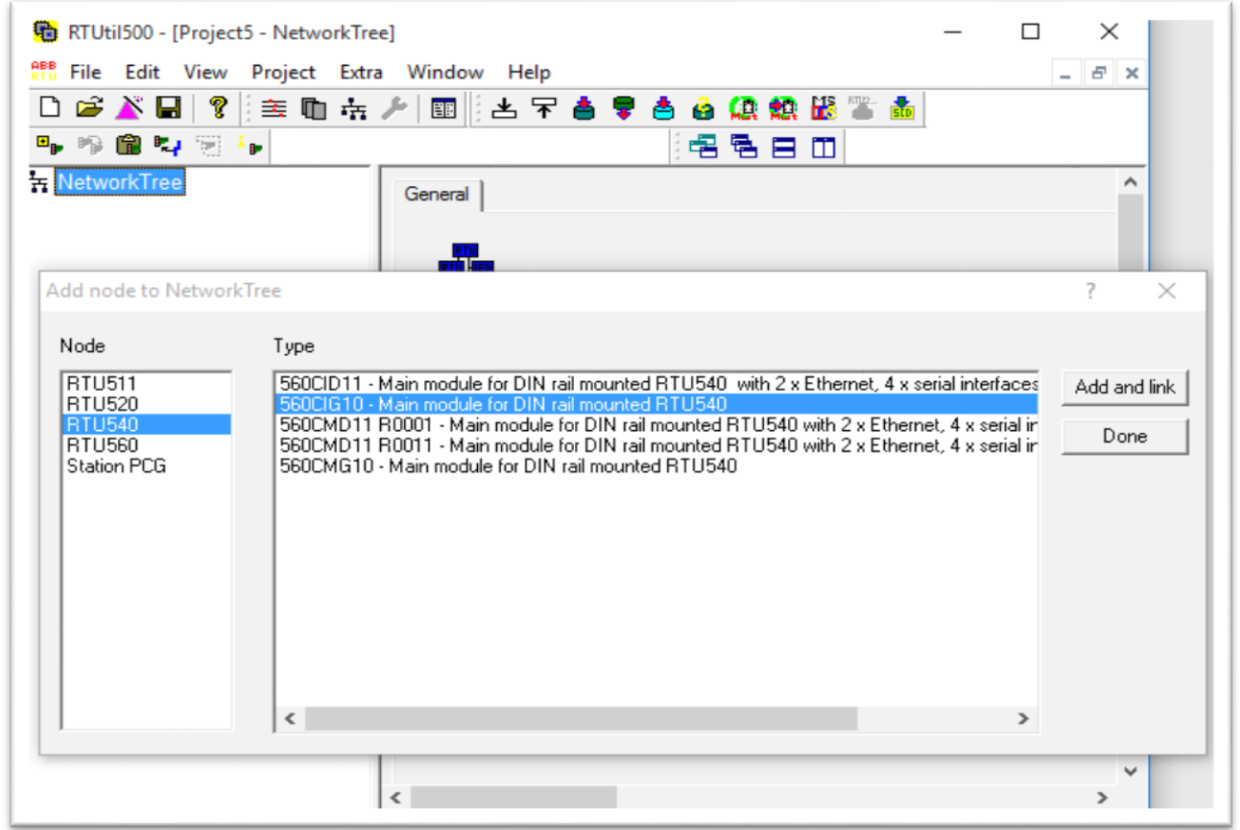
4.1. RTU'nin Programlanması

Program ilk açıldıktan sonra açılan pencerede dosya, görünüm, ekstra ve yardım gibi menüler çıkmaktadır. İlk olarak dosya oluşturmak gerektiğinden, dosya menüsünden yeni seçilerek proje ile ilgili kısımların doldurulması gerekmektedir. İlk proje oluşturma ekranı şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. İlk proje oluşturma ekranı

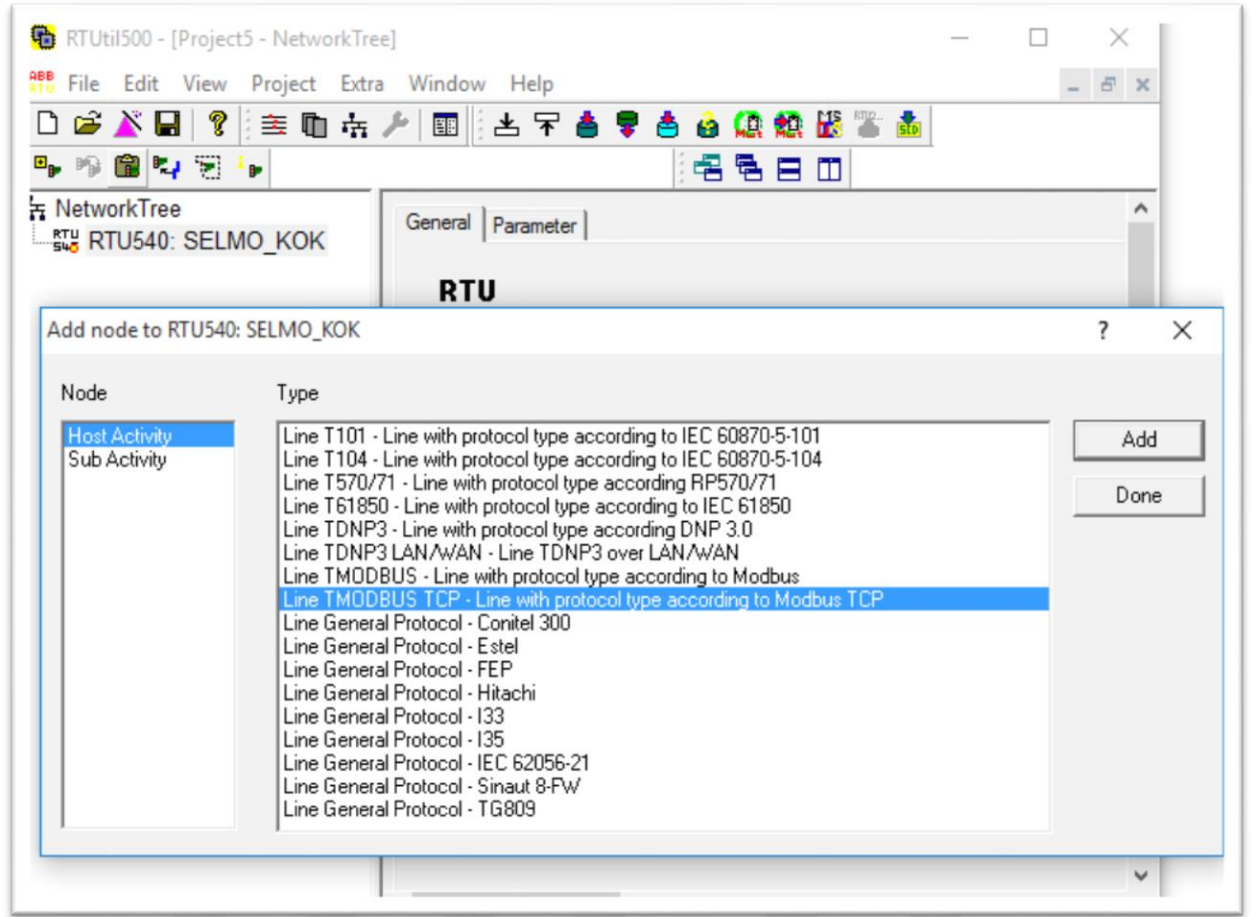
Proje oluşturma ekranında proje ismi yazıldıktan sonra ileri tuşuna basılarak yeni gelen ekranda seviye ve cihaz isimleri girildikten sonra ağ ağacının bulunduğu ekran ile karşılaşılır. Ağ ağacı ekranı sağ tıklanarak kullanılacak olan RTU'nin seçilmesi gerekmektedir. Şekil 4.2.'de cihaz modeli seçiminin nasıl yapıldığı görünmektedir.



Şekil 4.2. Cihaz modeli seçim ekranı

Cihaz modeli seçimi yapıldıktan sonra ekle ve bağlantı seçimi yapıldıktan sonra seçilen cihaz modeli sağ tıklanarak çıkan ekranda sırasıyla RTU ile merkezi kumanda ve kontrol sistemi arasında verilerin aktarılması için kullanılacak olan haberleşme protokolü ve sonrasında da RTU ile röleler arasında kullanılacak haberleşme protokolü seçilmelidir.

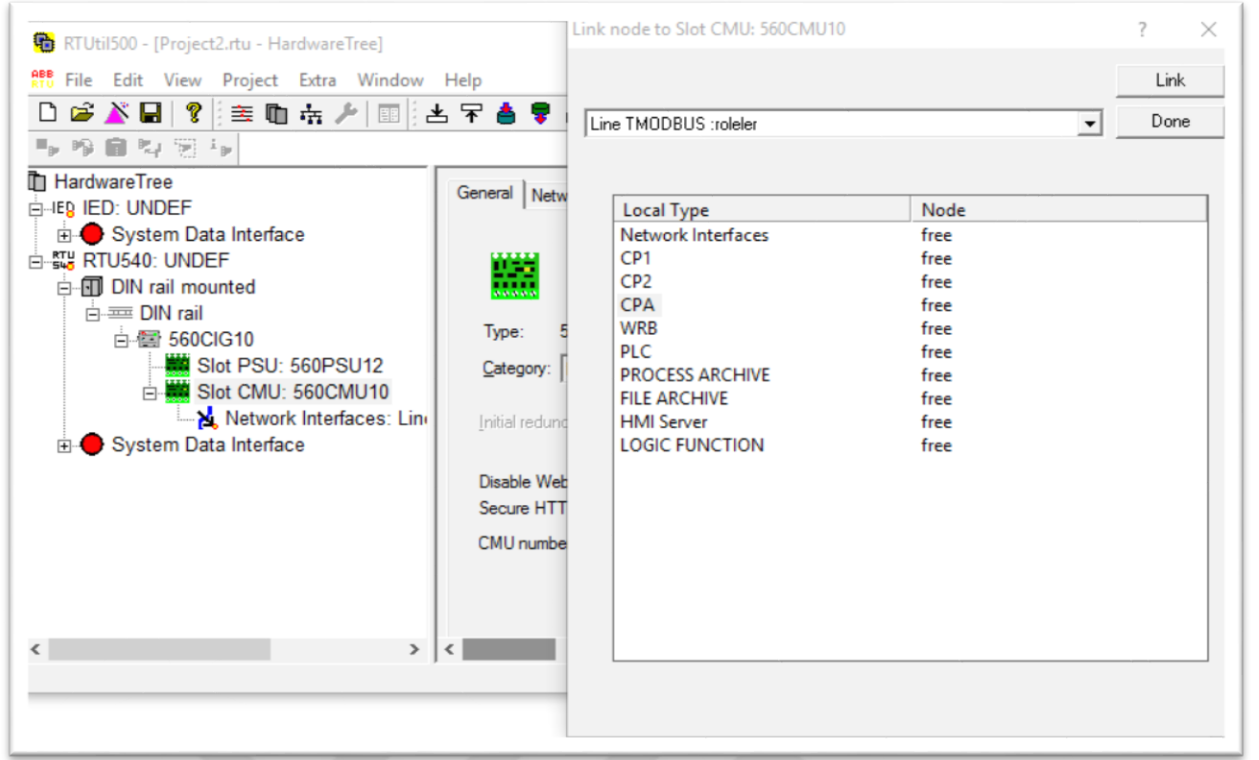
Çıkan ekranda bulunan seçenekler gruplar halinde birbirlerine benzediği için son derece dikkatli bir şekilde seçim yapılmalıdır. Bu sekmede yapılabilecek olan bir yanlışlık tüm sistemin çalışmasını etkileyecek ve hatta sistemin çalışmamasına neden olacaktır. Şekil 4.3'te RTU ile merkezi kumanda ve kontrol sistemi arasında kullanılacak olan haberleşme sistemi seçimi gösterilmiştir.



Şekil 4.3. RTU ile merkezi kumanda ve kontrol sistemi arasında kullanılacak haberleşme protokolünün seçimi

Protokol seçimi yapıldıktan sonra en çok dikkat edilmesi gereken hususların başında bulunan durum, RTU üzerinde bulunan hangi portların istenilen haberleşme protokolü ile aktif hale getirileceğidir. Seçilecek olan haberleşme protokolünün RTU üzerindeki haberleşme portu ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir.

RTU'nin doğru çalışabilmesi için hem RTU ile merkezi kumanda ve kontrol birimine verilerin aktarılacağı protokolün ilişkilendirilmesi hem de RTU ile röleler arasındaki portun ayrı ayrı ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bunun için donanım ağacının altında bulunan RTU'nin mikroişlemcisi seçilerek gerekli ilişkilendirmeler yapılmalıdır. Şekil 4.4.'te görüldüğü gibi "slot CMU" sekmesinin üzerine sağ tıklanarak çıkacak ekranda port seçimi ve o port ile haberleşecek kısım seçildikten sonra bağla butonuna basılmalıdır. RTU ile röleler arasındaki haberleşme portu ilişkilendirmesi gösterilmektedir.

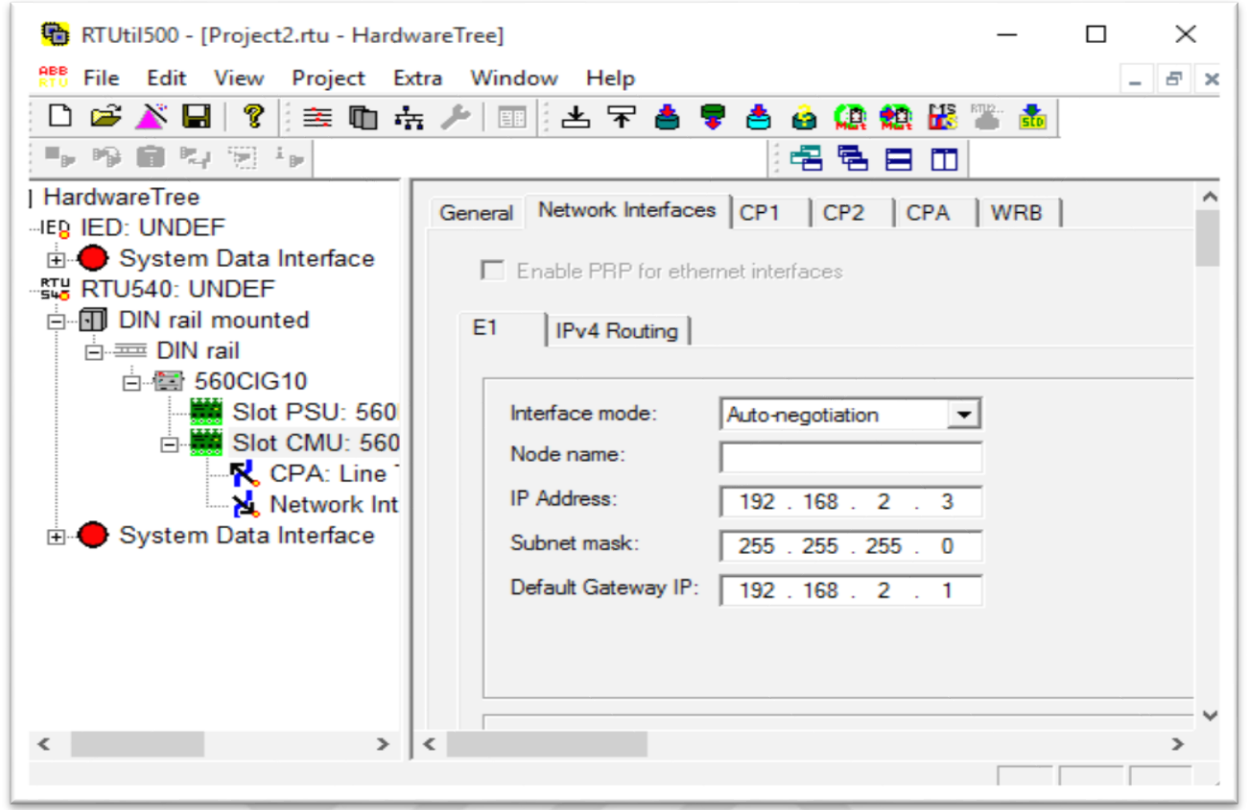


Şekil 4.4. RTU ile röleler arasında kullanılacak olan portun haberleşme protokolü ile bağlanması

Tez çalışmamızın önceki kısımlarında da bahsettiğimiz üzere modem ile RTU Ethernet üzerinden haberleştirilmiştir. Ethernet ile haberleşmede cihazlar yerelde kendi IP (İnternet protokolü) adresleri üzerinden haberleşmektedirler. Ethernet ile haberleşme diğer haberleşme modellerine kıyasla çok daha hızlı haberleşen bir protokol olduğu için tercih edilmiştir.

Buradaki amaç RTU'nin IP adresinin ayarlanması ve projede oluşturulan verilerin RTU'ne aktarılmasının sağlanabilmesi için yerelde modeme verilen IP'nün tanımlanarak, modem ile RTU'nin haberleşebilmesini sağlamaktır.

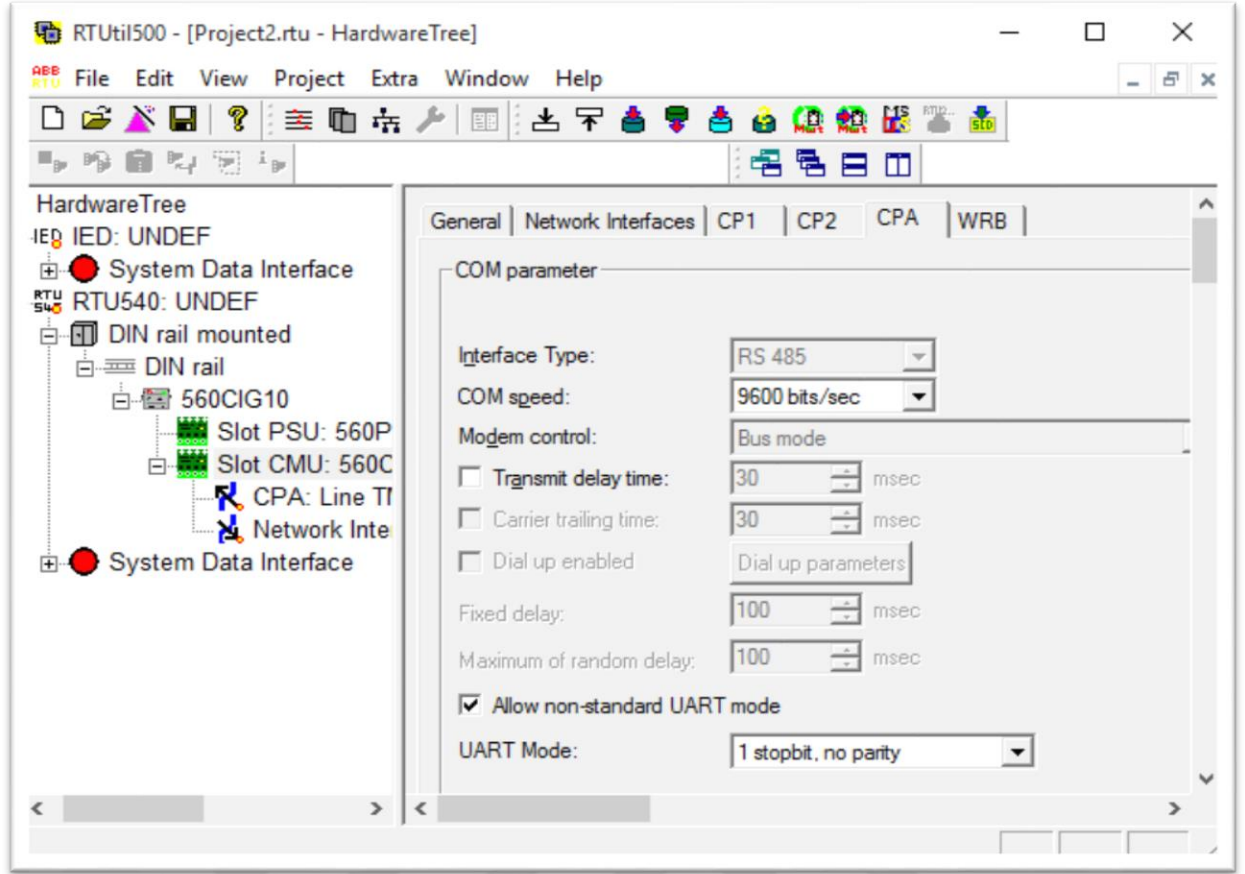
Haberleşme portu ilişkilendirme işlemleri yapıldıktan sonra "Slot CMU" sekmesi tıklanarak Şekil 4.5.'te görüldüğü üzere Ethernet ara yüzü sekmesi seçilerek RTU'ya verilecek olan IP adresi, ağ alt maskesi ve varsayılan giriş IP adreslerinin ayarlanması işlemleri yapılmıştır.



Şekil 4.5. RTU Ethernet IP port ayarları

Şekil 4.6.'da ise "Slot CMU" sekmesi başlıklarında CPA seçilerek, röleler ile haberleşmesi sağlanacak olan RTU'nin haberleşme ayarları yapılmıştır. Bu kısımda dikkat edilmesi gereken en önemli husus ise rölelerde yapılan ayarlar ile RTU'nde yapılacak olan ayarların aynı olmasıdır.

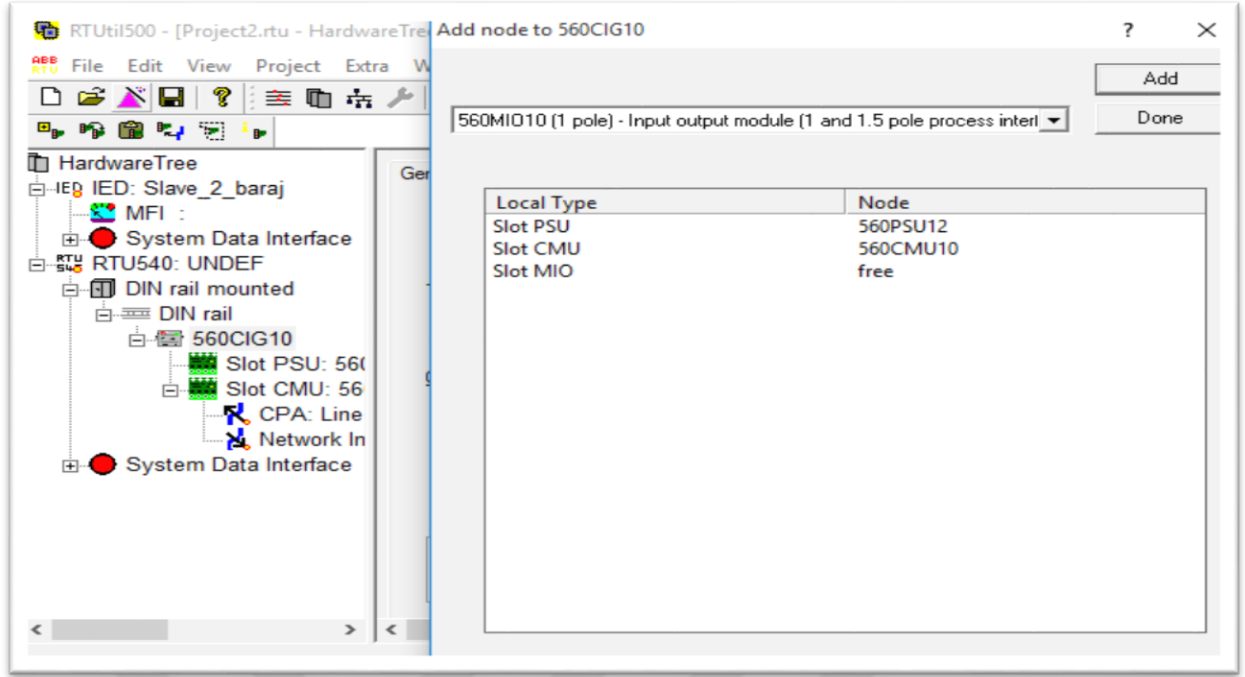
RTU üzerinde bulunan "CPA" haberleşme port çıkışı standart bir şekilde RS 485 haberleşme protokolünü destekleyecek şekilde üretilmiştir. Programlama esnasında bu nedenden dolayı RTU ile rölelerin haberleşmesi ilişkilendirilirken "CPA" seçilmiştir. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi ara yüz tipi olarak RS485 seri haberleşme protokolü otomatik ve değiştirilemez bir şekilde program tarafından atanmıştır. Ayarlanması gereken kısımlardan ilki haberleşme hızıdır ve bu ayar hem rölelerde hem de RTU'nde aynı olacak şekilde saniyede 9600 bit olarak seçilmiştir. Bu röle ve RTU'nin saniyede 9600 bitlik veriyi karşılıklı olarak alıp, gönderebileceğini ifade etmektedir. Son olarak ise "UART mode" kısmında yer alan seçeneklerden 1stop biti ve değer eşitliği (parite) yok seçilmiştir. Bu ayarın da röle RTU'nde aynı olması gerekmektedir. Gönderilen veri paketlerinde son olarak gönderilen bir verinin gönderilmesinin bittiğini anlatmakta olup, karşılıklı değer eşitliğine bakılmadan verinin alınması sağlanacaktır.



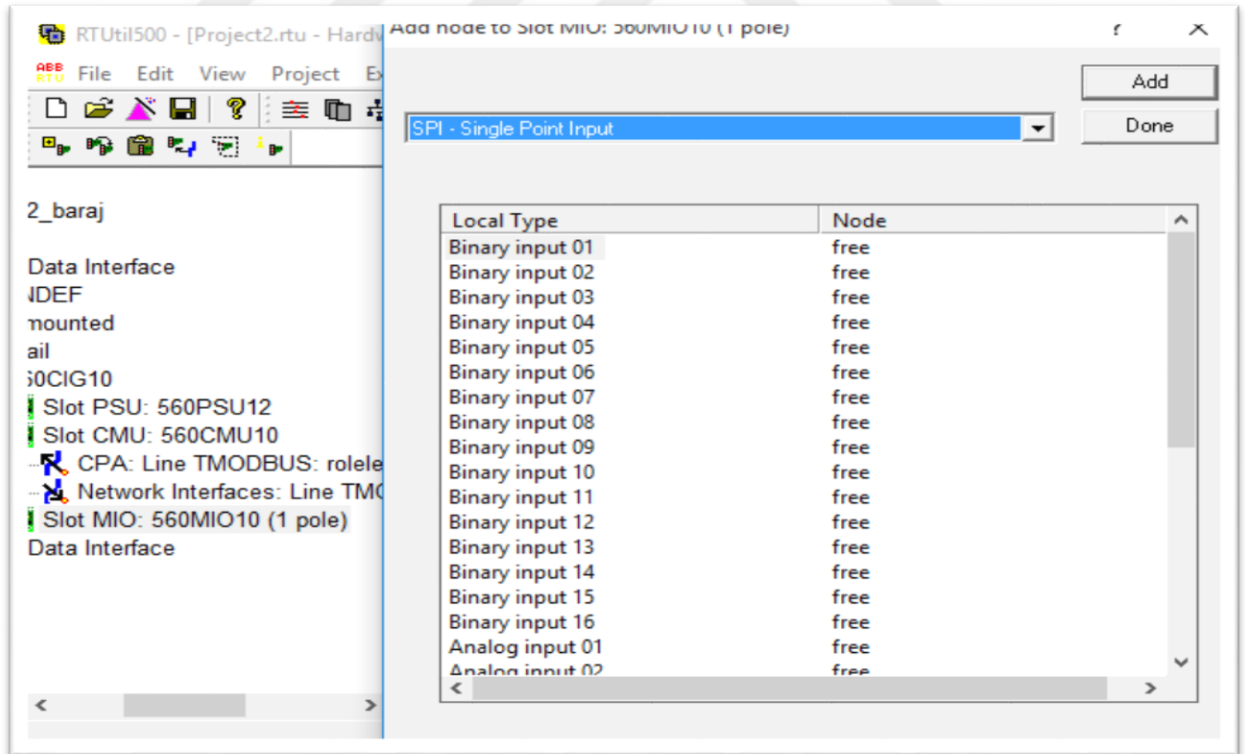
Şekil 4.6. RTU ile rölelerin haberleşebilmesi için yapılan ayarlar ekranı

RTU programlanırken yapılması ve dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise kesicilerden ve ayırıcılardan RTU'ne taşınacak olan konum sinyalleri ile gönderilecek komutlardır. Tez çalışmamızda kullanılan RTU modelinde dijital giriş ve dijital çıkış modülü bulunmaktadır. Fakat bu modülünde aktif hale getirilmesi için RTU programı içerisinde tanımlama yapılması gerekmektedir. RTU modelinin yazılı olduğu "560CIG10" seçildikten sonra sağ tıklanarak çıkan ekranda madde ekle kısmı seçildikten sonra, Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi "Slot MIO" kısmı seçilme ve ekle butonuna basılmalıdır.

Seçim yapıldıktan sonra Şekil 4.8.'de görüldüğü gibi ekrana gelen "Slot MIO" sekmesi sağ tıklanarak madde ekle kısmı seçildikten sonra projede ihtiyaç duyulacak kadar dijital giriş ve dijital çıkış eklenmelidir. Tez çalışmamızda kullanılan RTU modelinde 16 adet dijital giriş, 8 adet dijital çıkış ve 8 adet analog çıkış bulunmaktadır. Tez çalışmamızda sahadan alınan bilgilerde analog çıkış kullanılmadığı için eklenmeyecektir. Ancak RTU'nde bulunan 16 adet dijital giriş ve 8 adet dijital çıkışların tamamı eklenirken veri tipi dikkate alınacaktır.



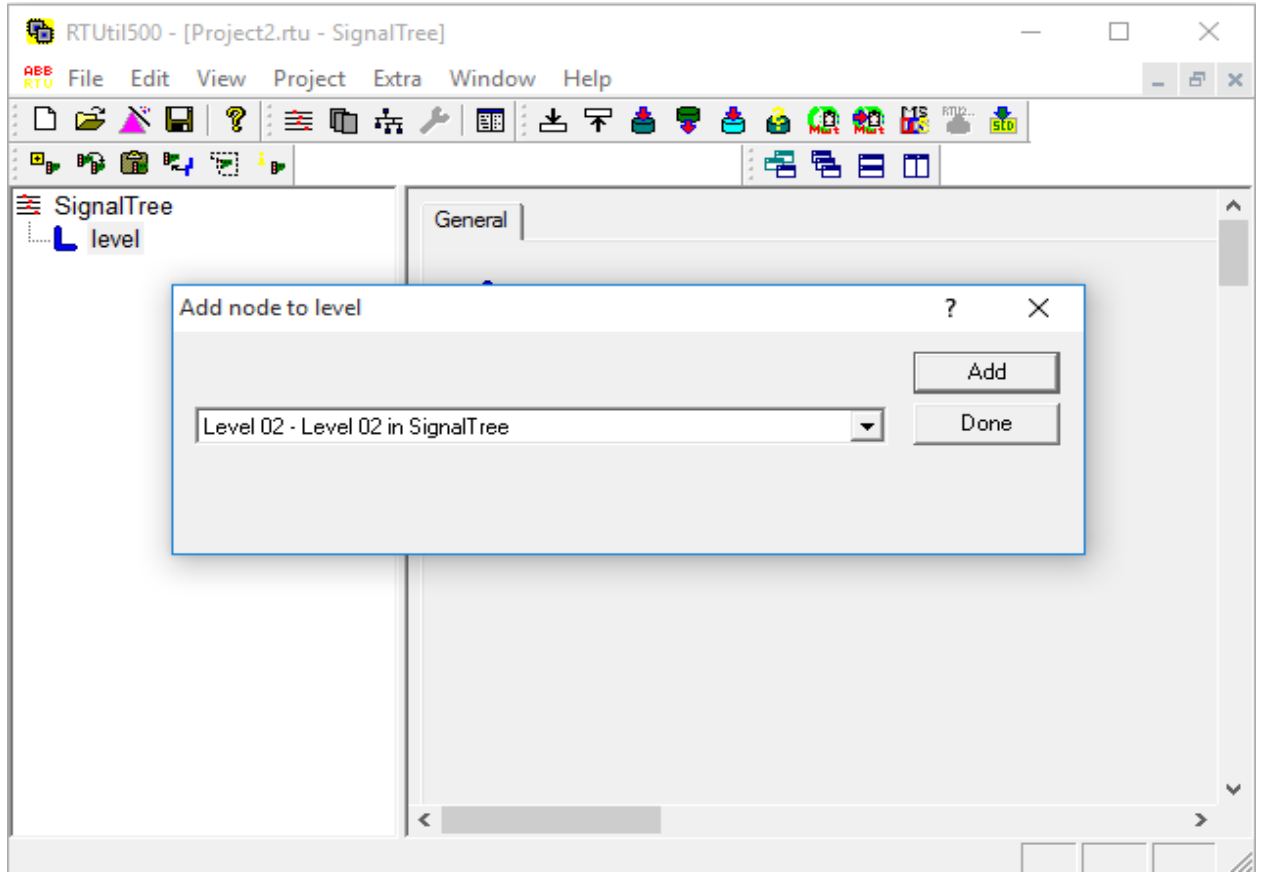
Şekil 4.7. Dijital giriş ve dijital çıkışların aktif edilmesi



Şekil 4.8. Dijital giriş ve dijital çıkışların veri tipine göre eklenmesi

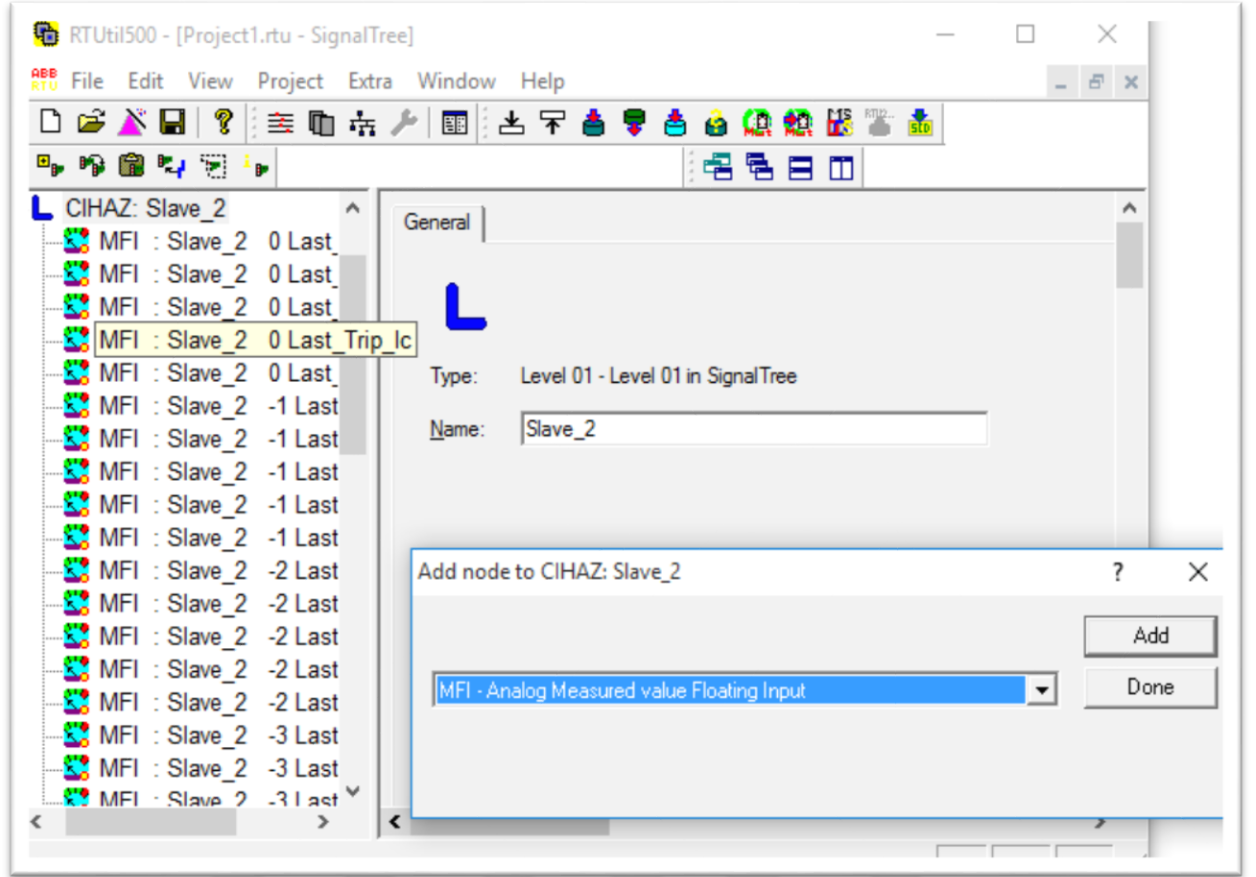
Yukarıdaki aşamalar tamamlandıktan sonra rölelerden alınacak olan sinyallerin tanımlanması kısmına geçilmiştir. Bu kısımda daha önce rölelerden alınması kararlaştırılan sinyaller ve bu sinyallerin modbus adresleri belirlenmiştir.

Sinyallerin sisteme eklenmesi için sinyal ağacı sekmesine geçilmesi gerekmektedir. Sinyal ağacı sağ tıklanarak madde ekle tıklanarak ağaç yapısı oluşturulmaya başlanmıştır. Şekil 4.9.'da sinyal ağacının oluşturulması gösterilmiştir.



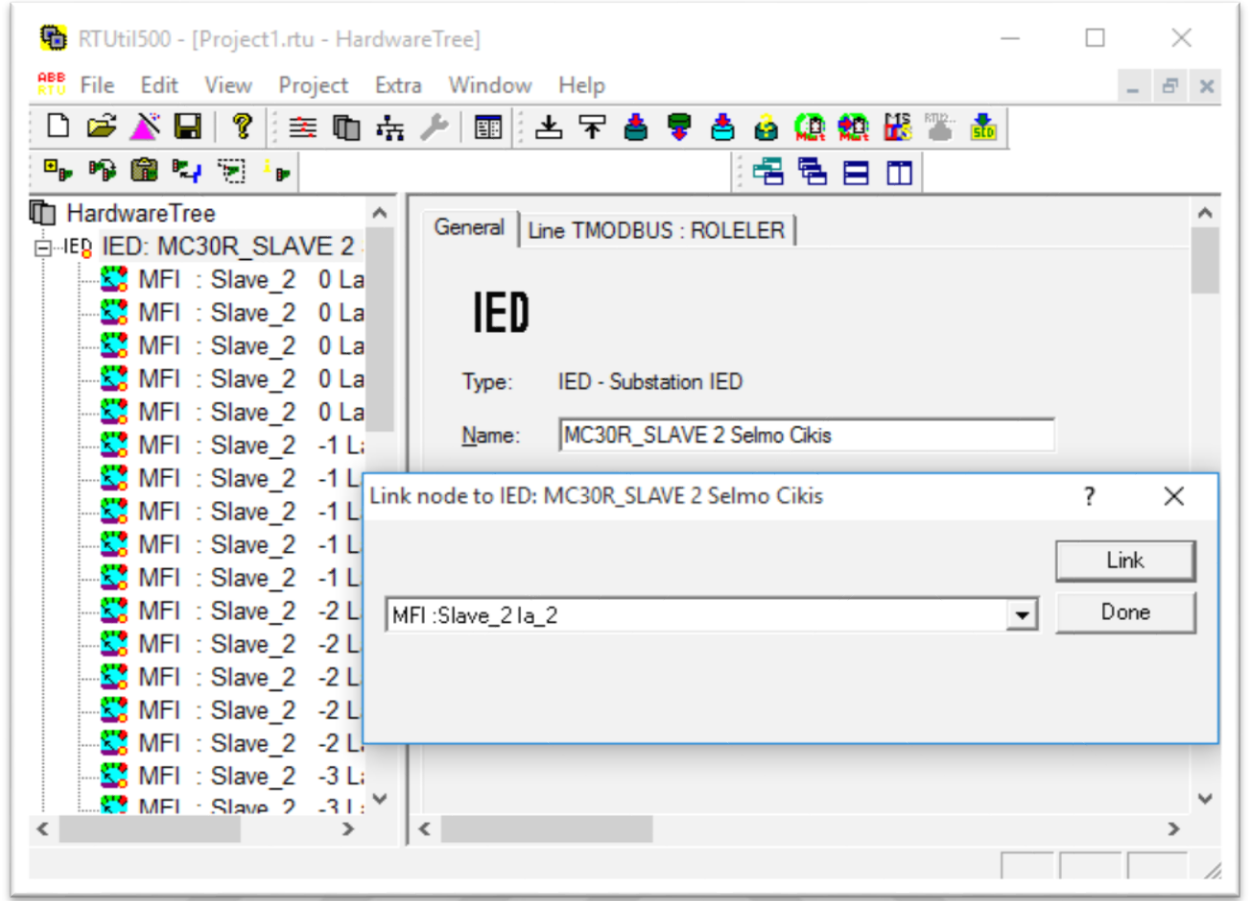
Şekil 4.9. Sinyal ağacının oluşturulması

Sinyal ağacı oluşturulduktan sonra rölelerden alınacak veri tiplerine göre sinyaller oluşturuldu. Oluşturulan sinyallerde önemli olan doğru veri tipini seçebilmektedir. Eğer veri tipi doğru seçilmezse örneğin; röleden alınan akım değerini gerçek değer olarak görmek yerine yüzdesel olarak görebiliriz. Şekil 4.10.'da veri tiplerinin sinyal ağacına eklenişi gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Veri tiplerinin sinyal ağacına eklenme şekli

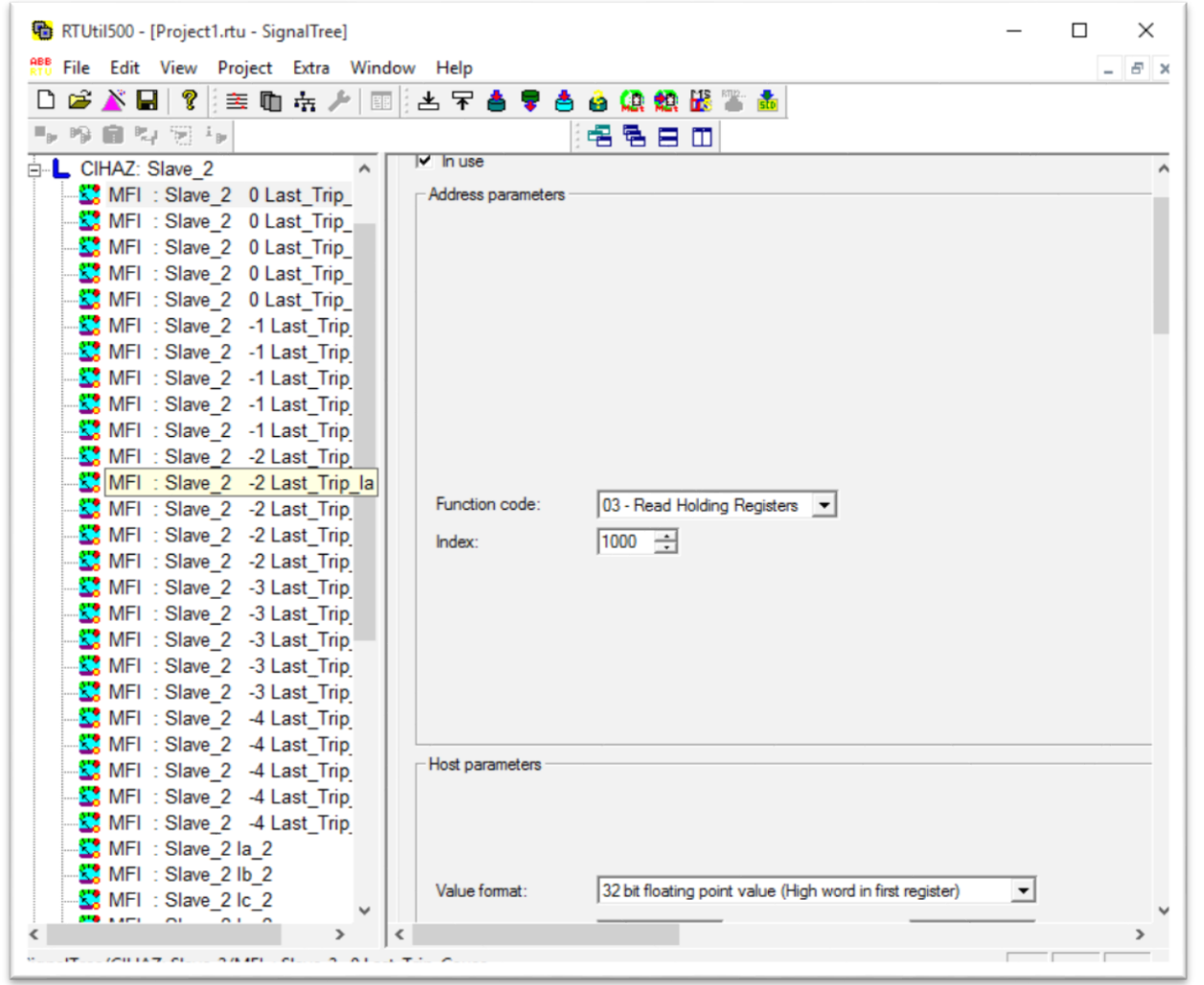
Veriler eklendikten sonra yapılması gereken ilk iş sinyallerin tamamının sırasıyla üzerine donanım ağacı ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bunun için tekrardan donanım ağacına gidilerek sinyalin bulunduğu alt ağaç ögesi sağ tıklanarak köprü ögesi seçilmelidir. Şekil 4.11.'de sinyallerin köprü ögesi ile sinyal ağacı ve donanım ağacı arasında birleştirilmesi gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Sinyallerin köprü ögesi ile sinyal ağacı ve donanım ağacı arasında birleştirilmesi

Tüm tanımlamalar ve birleştirme işlemi tamamlandıktan sonra, sinyallerin RTU'den merkezi kumanda ve kontrol sistemi sistemine hangi adreslerle ve hangi veri formatında gönderileceği ile ilgili ayarlar ile RTU tarafından rölelerden okunacak olan sinyallerin hangi veri formatı ile okunacağı ile ilgili ayarların tamamı yapıldı.

Bu ayarların yapılması için 2 seçenek bulunmaktadır. Bunlardan ilki sinyal ağacı altında yer alan sinyaller üzerinden ayarların yapılmasıdır. Bir diğeri ise donanım ağacı altında da bulunan sinyaller üzerinden ayarların yapılmasıdır. Sinyal ağacı altında yer alan sinyaller donanım ağacı ile birleştirme işleminden geçtiği için bu iki seçenektен herhangi birinde yapılacak olan ayarlar otomatik olarak diğeri kısmında da değişecektir. Bu iki seçenektен herhangi birini kullanmak tamamıyla projeyi oluşturacak olan proje sorumlusuna kalmıştır. Şekil 4.12.'de RTU'den merkezi kumanda ve kontrol birimine gönderilen verilerin ayarlarının nasıl yapıldığı gösterilmektedir.

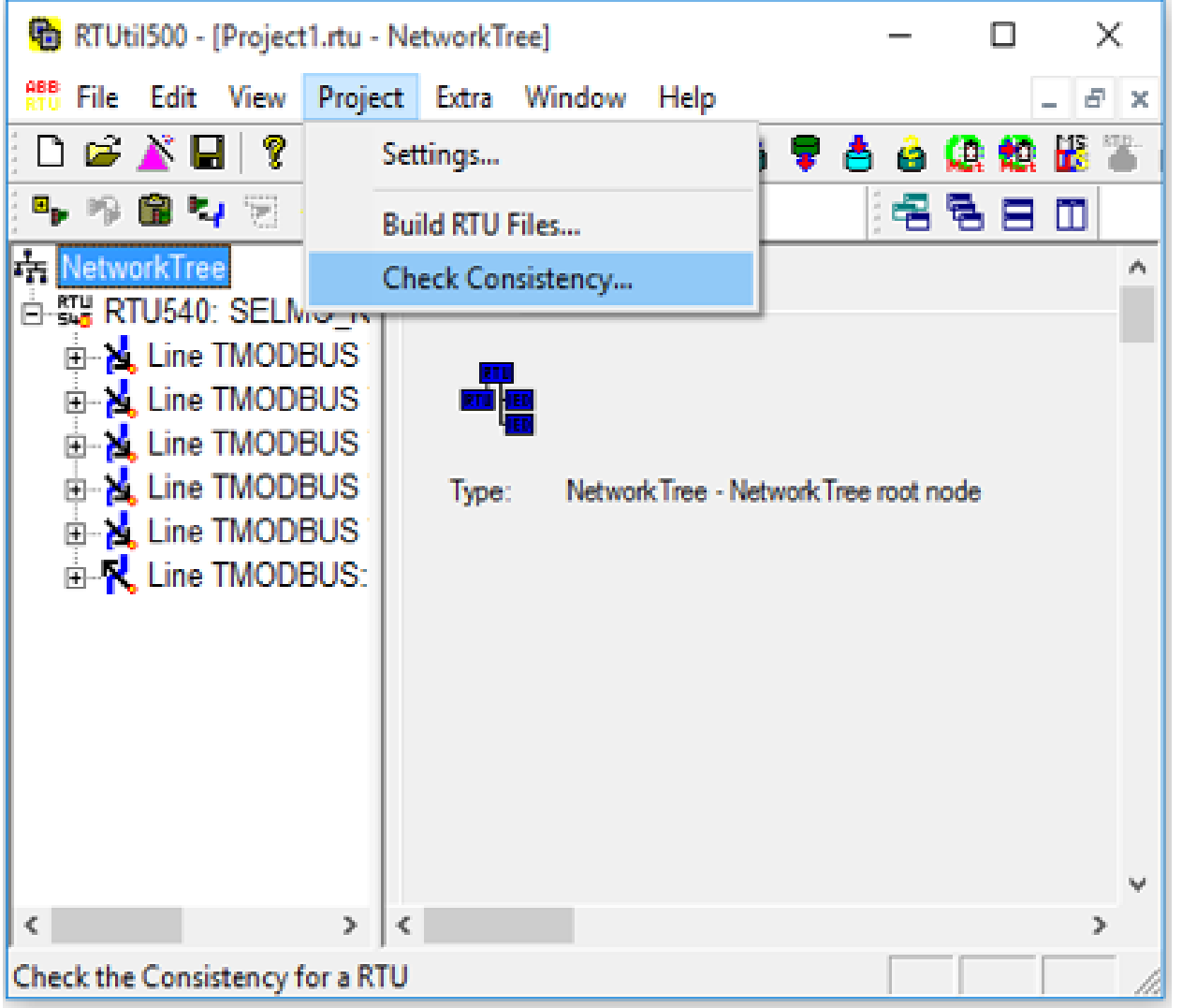


Şekil 4.12. RTU'den merkezi kumanda ve kontrol birimine gönderilen veri bilgisi ekranı

Bu ekranda ilk olarak yapılması gereken ayar sol üst tarafta yer alan kullanımda (in use) sekmesinin işaretlenmesi olmalıdır. Daha sonra rölelerin modbus tablosunda bulunan verinin hangi formatta okunabileceği bilgisi kontrol edilerek fonksiyon kodu seçilir. Fonksiyon kodu belirlendikten sonra, altında bulunan sekmeden verinin hangi adresle kumanda ve kontrol merkezine gönderileceği indeks bilgisi girilir.

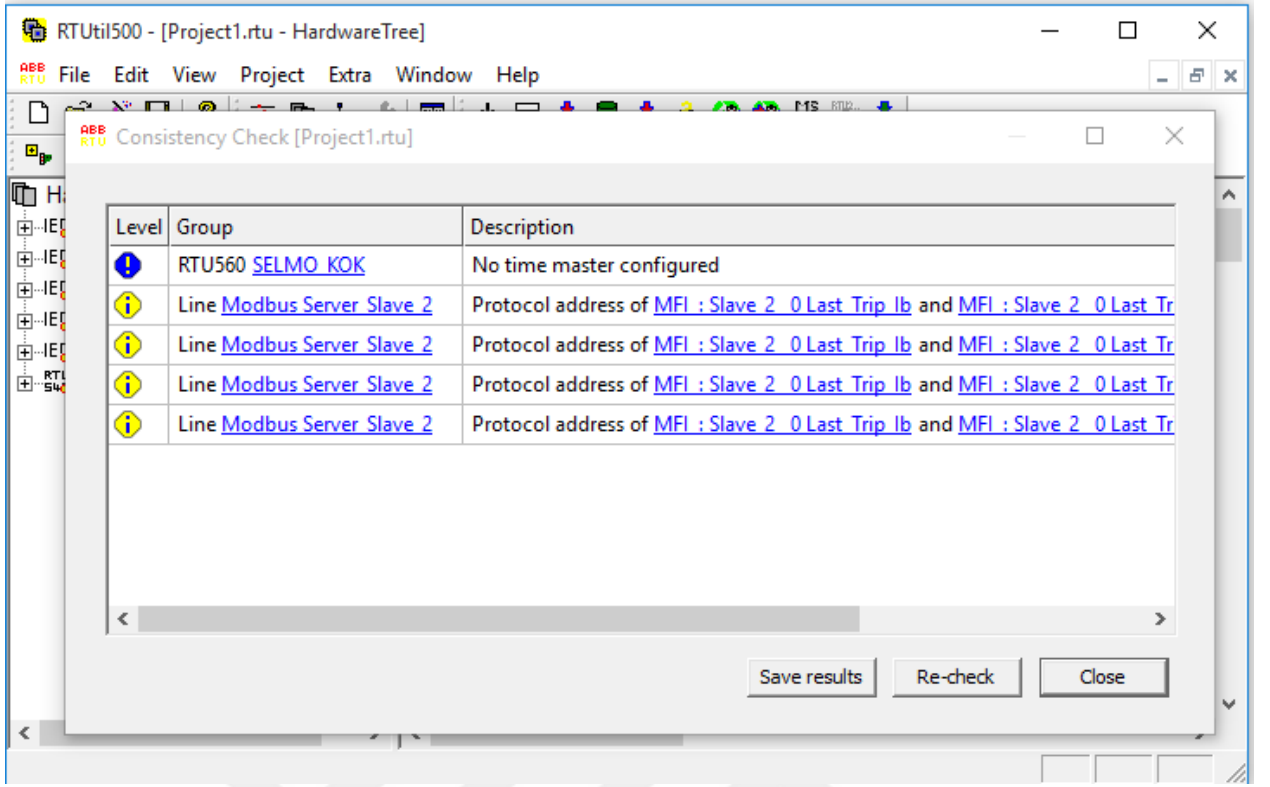
Sol alt tarafta bulunan değer formatında ise yine rölelerin modbus tablosunda bulunan verinin kaç bit, işaretli mi işaretli mi vb. özelliklerine bakılarak uygun olanı seçilir. Verinin işaretli olarak seçilmesi demek negatif değerleri de alabileceği anlamına gelir. Örneğin; aktif güç değeri, tüketime bulunduğu bir fider için pozitif değer olarak belirtilirken, üretimin bulunduğu bir fider için ise negatif değer olarak belirtilir.

Programın tamamlanmasıyla birlikte, program RTU'ne yüklenmeden önce yapılması gereken son işlem program oluşturulurken herhangi bir hatanın yapılıp yapılmadığının kontrol edilmesidir. Programda herhangi bir hata olup olmadığını kontrol etmek için Şekil 4.13'te görüldüğü gibi proje kısmının altında yer alan tutarlılığı kontrol et sekmesi seçilmelidir.



Şekil 4.13. Oluşturulan RTU programında hata tespiti

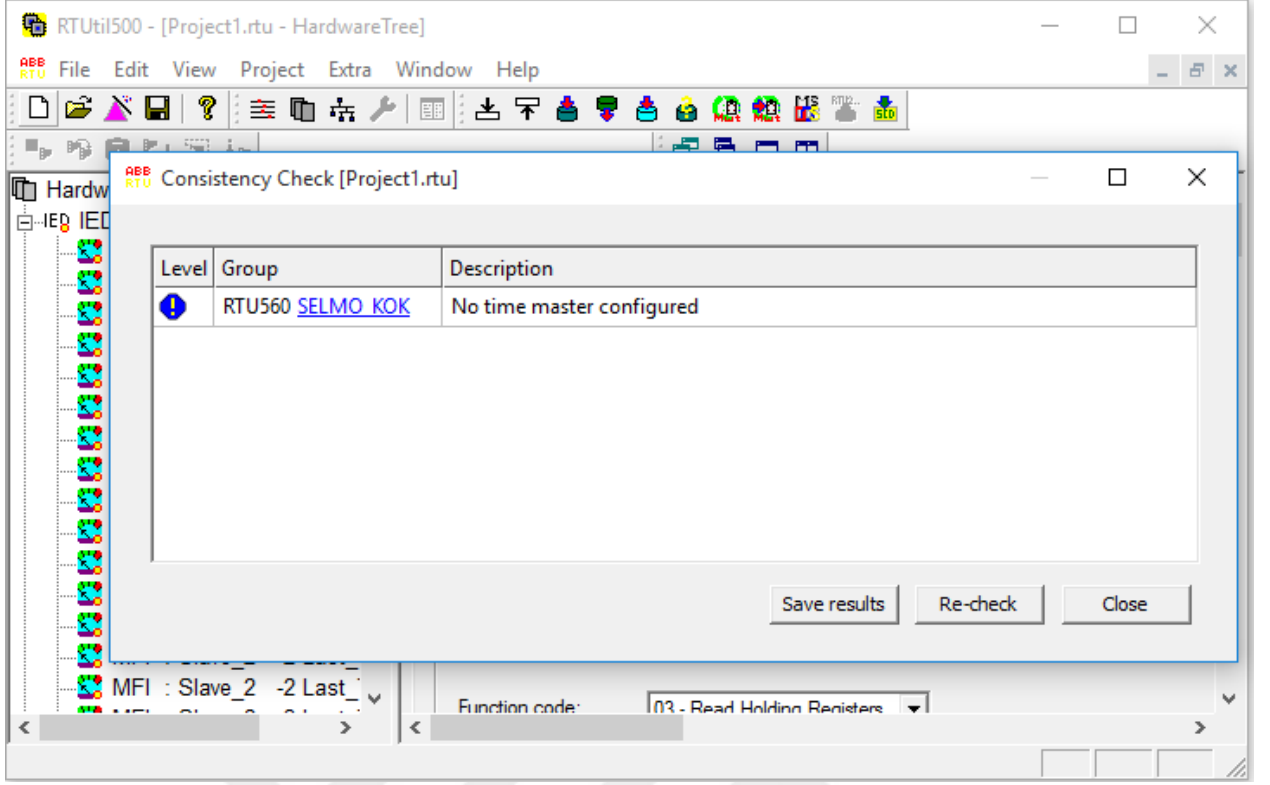
Sekme seçildikten sonra açılacak olan pencere hata var ise hangi hataların var olduğunu ve hangi bölümlerin altında bulunduğu tarif ederek hatanın çözülmesine yardımcı olmaktadır. Eğer hata sekmelerde aranmak istenmiyorsa hatanın üzerine gelip seçilmesi direk hatanın olduğu yere yönlendirilmeyi sağlayacaktır. Şekil 4.14'de program hata yapılması durumunda nasıl bir ekran ile karşılaşacağını göstermektedir.



Şekil 4.14. Hata kontrol ekranı

Şekil 4.14.'te de görüldüğü üzere projede 1 adet hata ve 1 adet uyarı bulunmaktadır. Uyarı zaman ayarının yapılmadığını göstermektedir. Yazılım RTU'inden verileri okuduktan sonra zaman etiketi ile göstereceği için zaman ayarı yapılmayacaktır. Hataların görünmesine neden olan yanlışlıklar düzeltildikten sonra da zaman ayarının yapılmadığına dair uyarı tekrar göreceğiz ve bu uyarıyı dikkate almamıza gerek yoktur.

Hata da ise iki nolu cihazın altında yer alan a fazı akımı (Ia) ve b fazı akımı (Ib) değerlerinin aynı adresten okunmaya çalıştığını göstermektedir. Hatanın birden fazla olarak görünmesi programdan kaynaklanmaktadır. Şekil 4.14.'te görüldüğü gibi hataların tamamında aynı açıklama yer almaktadır. Bu adresler düzeltildikten sonra tekrar hata ekranı açıldığında şekil 4.15.'te görüldüğü üzere hata temizlenmiştir.

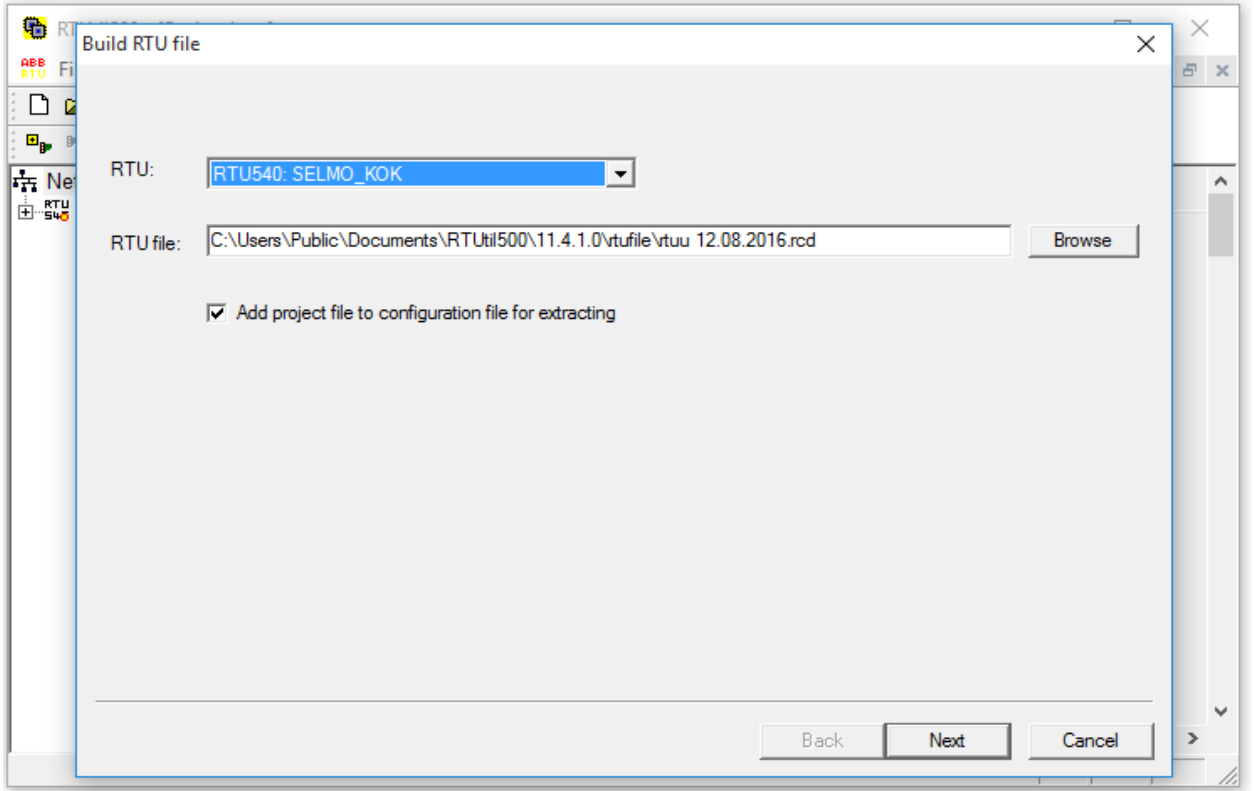


Şekil 4.15. Hata düzeltildikten sonraki hata kontrol ekranı

Hata ekranı da kontrol edildikten sonra yapılması gereken işlem RTU'ine program dosyasının gönderilmesidir. Konfigürasyon dosyasının RTU'ine gönderilebilmesi için RTU dosyasının programdan dışarıya yani bilgisayara aktarılması gerekmektedir.

RTU dosyasının bilgisayara aktarılabilmesi için proje sekmesi altında bulunan RTU dosyaları oluştur sekmesi seçildikten şekil 4.16.'da bulunan ekran karşımıza çıkmaktadır. Bu ekranda oluşturulacak RTU doyasının bilgisayarda kaydedileceği yer görünmektedir.

Eğer dosya, otomatik olarak kaydedilmek istenilen konumdan farklı bir yere kaydedilecekse gözet sekmesi seçilerek kaydedilmek istenilen yer seçildikten sonra ileri butonu kullanılarak dosya oluşturma işlemine devam edilmelidir. Yukarıda yapılan işlemin devamında çıkacak ekranlarda sürekli ileri seçilerek dosya oluşturma işlemi tamamlanır.

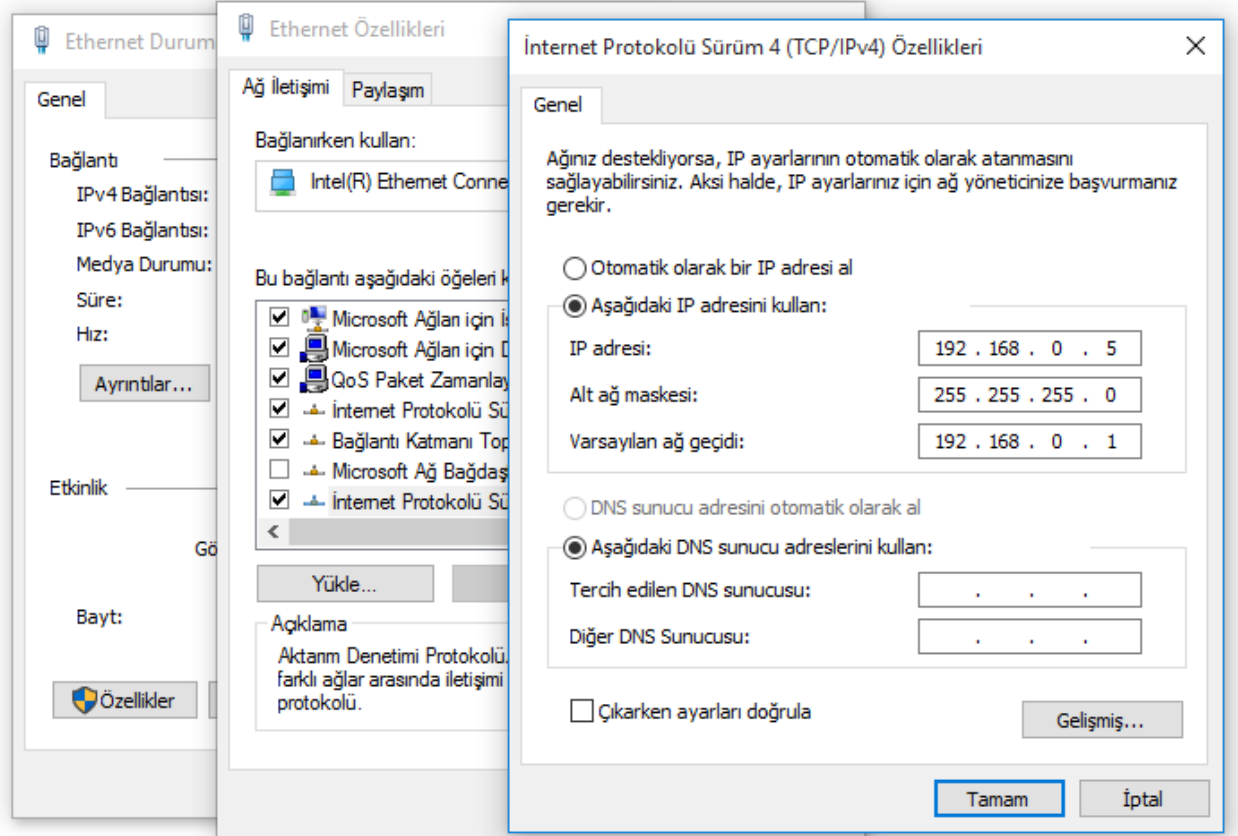


Şekil 4.16. RTU dosyasının bilgisayar ortamına aktarılma ekranı

Dosya bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra, yapılması gereken işlem dosyanın RTU'ine aktarılmasıdır. Dosyanın RTU'ine aktarılması için öncelikle bilgisayar ile RTU'inin ara yüzüne girilmesi gerekmektedir. RTU'nin ara yüzüne girebilmek için kablo bağlantısı yapıldıktan sonra bilgisayarda ağ ve paylaşım merkezi açılır.

Ağ ve paylaşım merkezi açıldıktan sonra çıkan ekranda bağlantılar sekmesinin yan tarafında bulunan Ethernet sekmesi seçilir. Ethernet sekmesi seçildiğinde çıkan ekranda özellikler sekmesi seçilerek açılan menüden internet protokolü sürüm 4 seçilir. Bu seçimden sonra, şekil 4.17.'de görülen internet protokolü sürüm 4 özellikleri ekranı karşımıza çıkmaktadır. Bu ekranda ağ ayarları yapılır ve tamam sekmesi seçilir.

RTU ilk olarak hiç soya atılmadığı için varsayılan otomatik ağ ayarı ile birlikte gelir. RTU dosyası programlanırken, RTU'nin olması gereken IP adresi ayarlanmıştır. Bilgisayar ortamına aktarılan dosya RTU'nin içerisine gönderildikten sonra, RTU otomatik olarak olmasını istediğimiz IP adresine ayarlanmış olacaktır.



Şekil 4.17. RTU bağlantısının kurulabilmesi için yapılması gereken ağ ayarları

Bağlantı kurulduktan sonra bir arama motoruna (Google chrome, Internet explorer vb.) RTU'nin IP'si girilerek bağlantı sağlanır ve RTU'nin ara yüzüne girilir. Ara yüze girildikten sonra karşımıza şekil 4.18.'de bulunan ana ekran çıkmaktadır.

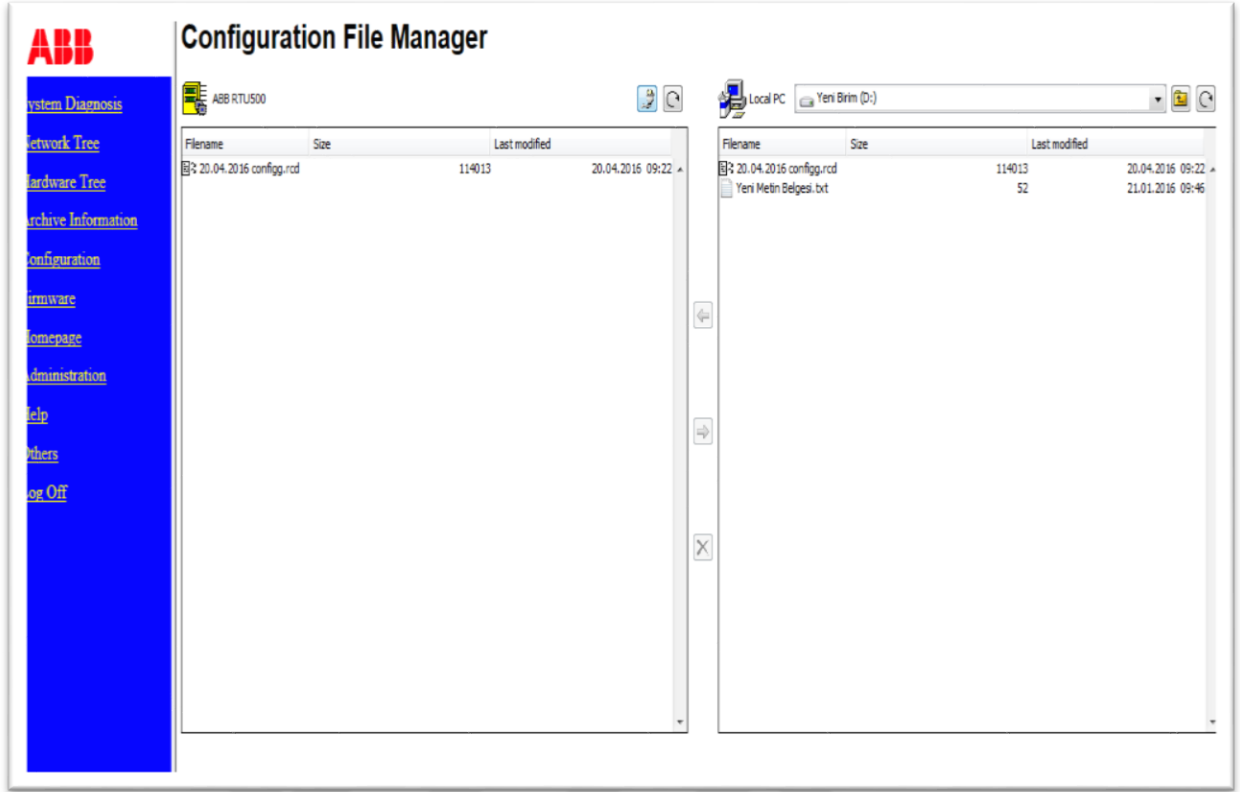


Şekil 4.18. RTU ara yüz ana ekranı

Şekil 4.18.'de de görüldüğü gibi RTU'nin ara yüzünden sadece RTU dosya aktarımı yapılmamaktadır. Dosya aktarımı dışında RTU programını yazarken kullandığımız ağ ağacı, donanım ağacı vb. sekmeler de bulunmaktadır.

Menüde bulunan sekmelerden herhangi birini seçmemiz durumunda o sekmeyle ait ekranı açmadan önce kullanıcı adı ve şifresinin istendiği bir ekran karşımıza çıkmaktadır. Kullanıcı adı ve şifreyi sadece ilk giriş yaptığımızda girmemiz yeterli olacaktır. Sonrasında ise herhangi bir şifre istemeden menülere geçiş yapılabilir. Kullanıcı adı ve şifre aynıdır, giriş yapılabilmesi için yükleme kelimesinin İngilizce karşılığı olan "Load" yazılmalıdır ve hem kullanıcı adında hem de şifrede ilk harfin büyük olmasına dikkat edilmelidir.

RTU program dosyasını yükleyebilmek için ana ekranda bulunan sekmeler arasından konfigürasyon sekmesinin seçilmesi gerekmektedir. Bu sekme seçildikten sonra şekil 4.19.'da bulunan ekran karşımıza çıkmaktadır.



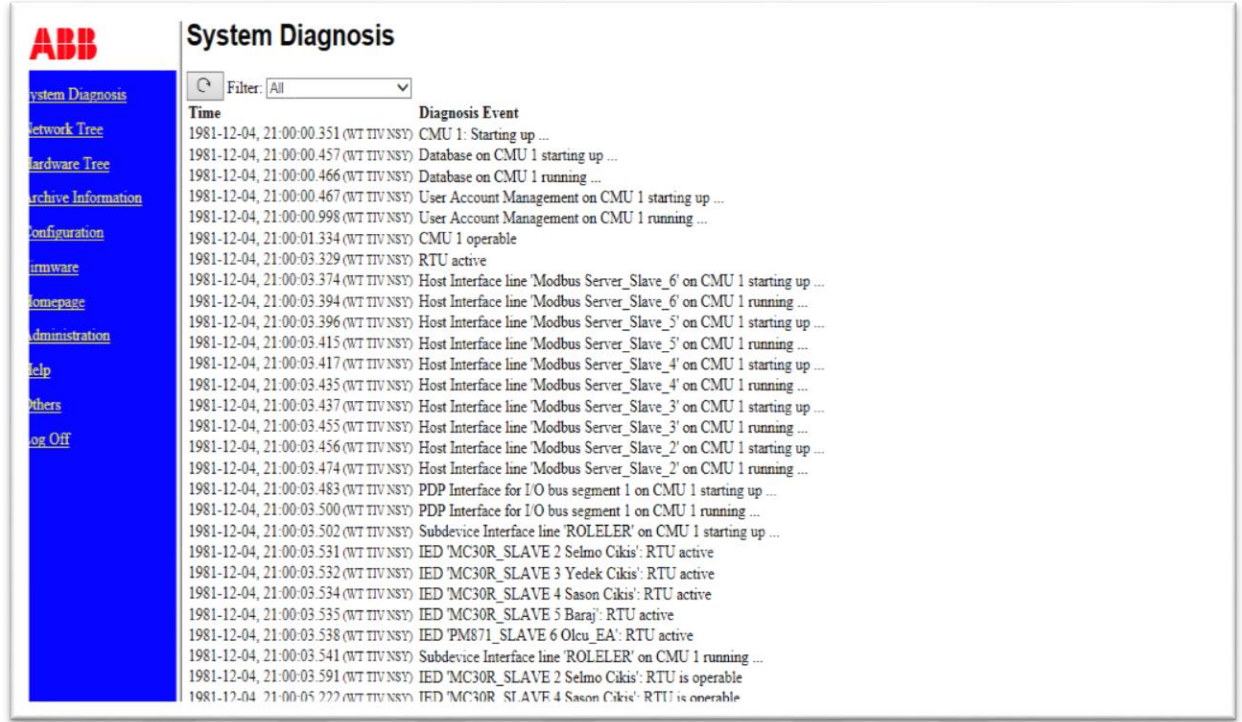
Şekil 4.19. Konfigürasyon dosyasının atıldığı ekran

Şekil 4.19.'da görüldüğü gibi iki ayrı ekran açılmaktadır. Bu ekranlardan soldaki RTU'nin içinde bulunan dosyayı göstermektedir. Sağdaki ekran ise bilgisayarın içinde bulunan dosyaları göstermektedir.

Burada bilgisayarda bulunan dosyayı RTU'nin içine göndermek mümkün olduğu gibi RTU içinde bulunan dosyayı da bilgisayara yüklemek mümkündür. Bilgisayarda bulunan dosyayı RTU'nin içine gönderebilmek için sağ taraftaki ekranda bulunan dosyayı seçtikten sonra her iki ekranın ortasında bulunan oklardan sola doğru olan üstteki ok seçildikten sonra, şekil 4.19.'da görüldüğü gibi dosya sol taraftaki ekranda görünmektedir.

RTU'nin içine atılan dosyanın aktif olarak çalışabilmesi için, RTU'nin tekrardan başlatılması gerekmektedir. RTU'nin tekrardan başlatılmasında kasıt ise, besleme enerjisinin kesilip tekrardan verilmesidir.

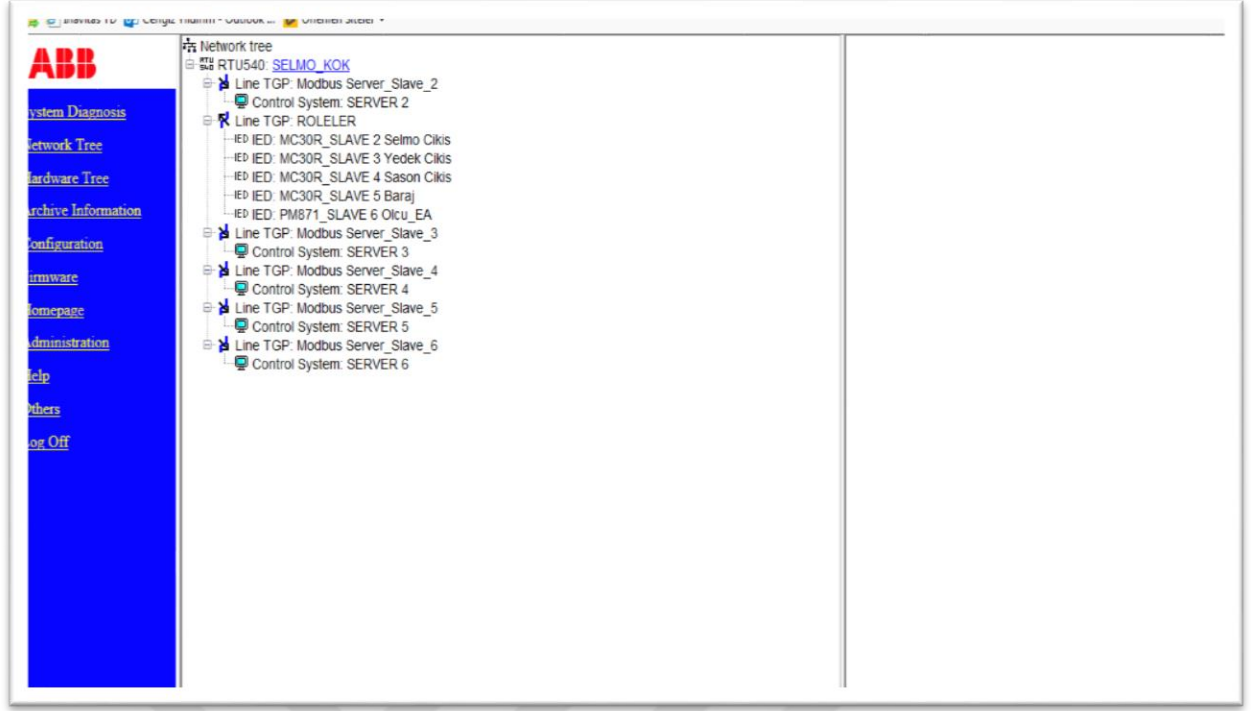
Dosya aktarılma işlemi tamamlandıktan sonra işimize yarayacak olan bazı menülerden bahsedelim. Sistem tanısı sekmesi seçildiğinde şekil 4.20.'de görüldüğü gibi RTU'da meydana gelen tüm olaylar ayrıntıları ile birlikte görülebilmektedir.



Şekil 4.20. Sistem tanısı ekranı

Sistem tanısı kısmında RTU'ne ne zaman dosya aktarımının yapıldığı, RTU'nin ne zaman tekrardan başlatıldığı, hangi dosyaların aktif olduğu ve bu aktif olan dosyaların aktif olma zamanları gibi bilgileri elde etmek mümkündür.

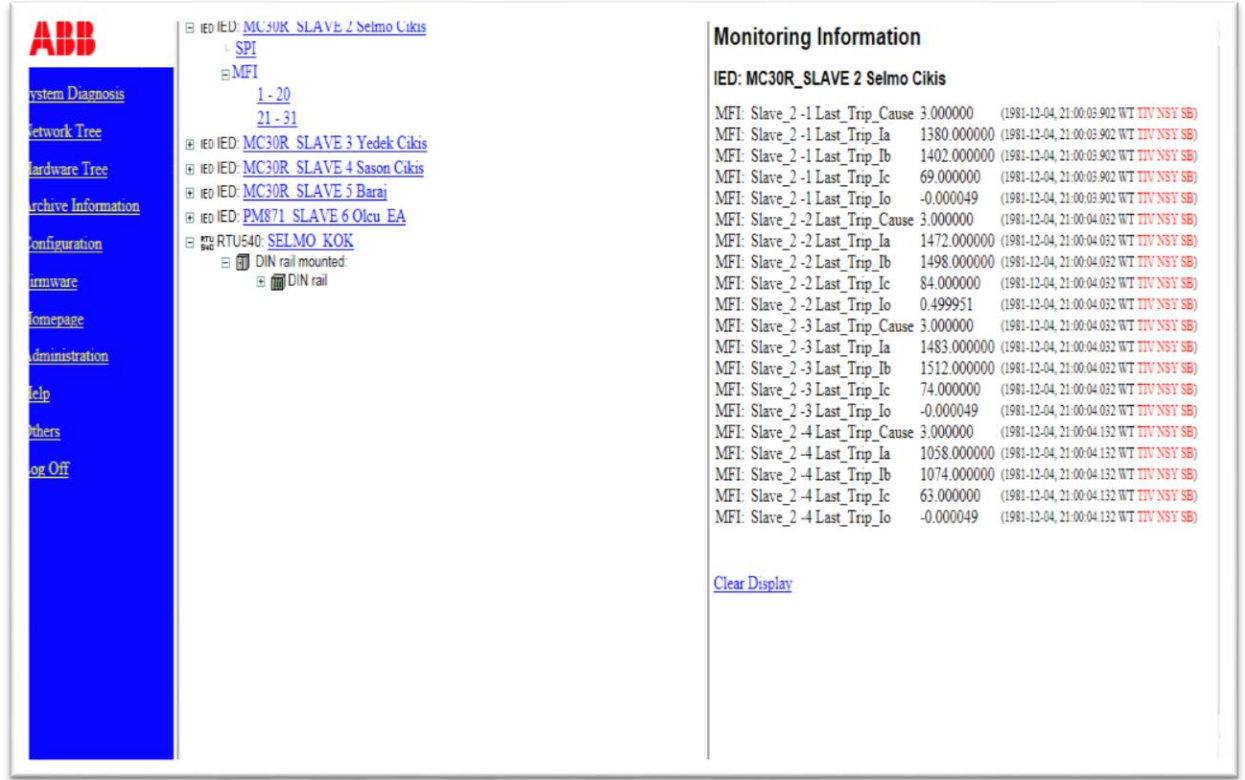
Ağ ağacı sekmesi seçildiği zaman Şekil 4.21.'de görüldüğü üzere, RTU dosyası programlanırken görülen ekranın aynısı görünmektedir. Burada tanımlı olan çıkış fiderlerine ait cihazlar ile kumanda ve kontrol merkezi ile haberleşmeyi sağlayan tanımlı olan ana cihazlar görünmektedir.



Şekil 4.21. Ağ ağacı ekranı

Donanım ağacı sekmesi seçildiği zaman rölelerden alınan bilgilerin görülebilmesi ve rölenin canlı olarak anlık okuduğu değerlerin izlenebilmesi mümkündür. Yanlış tanımlanan ya da okunamayan bir değer olup olmadığını da donanım ağacı sekmesi ekranından tespit etmek oldukça kolaydır.

Donanım ağacı sekmesi seçildikten sonra Şekil 4.22.'de görüldüğü tanımlanan tüm cihazlar görülmektedir. Burada görünen çıkışlardan herhangi birinin yanında bulunan “+” işareti seçildikten sonra dijital ve analog girişlerin izlenebileceği ekran karşımıza çıkmaktadır. Analog girişlerin sayısı yirmiden fazla olduğu için yanında “+” işareti seçilmeli ve sonrasında şekil 4.22.'de de görüldüğü gibi 1_20 ve 21_31 seçeneklerinden istenilen seçilmelidir. Bu seçim yapıldıktan sonra ekranda çıkan ekran bilgisi kısmında ilk yirmi sırada bulunan sinyaller takip edilebilir. Eğer 21_31 sekmesi seçilir ise yine izleme bilgisi kısmında yer alan yirmibir ile otuzbir arasındaki sinyaller takip edilebilir.



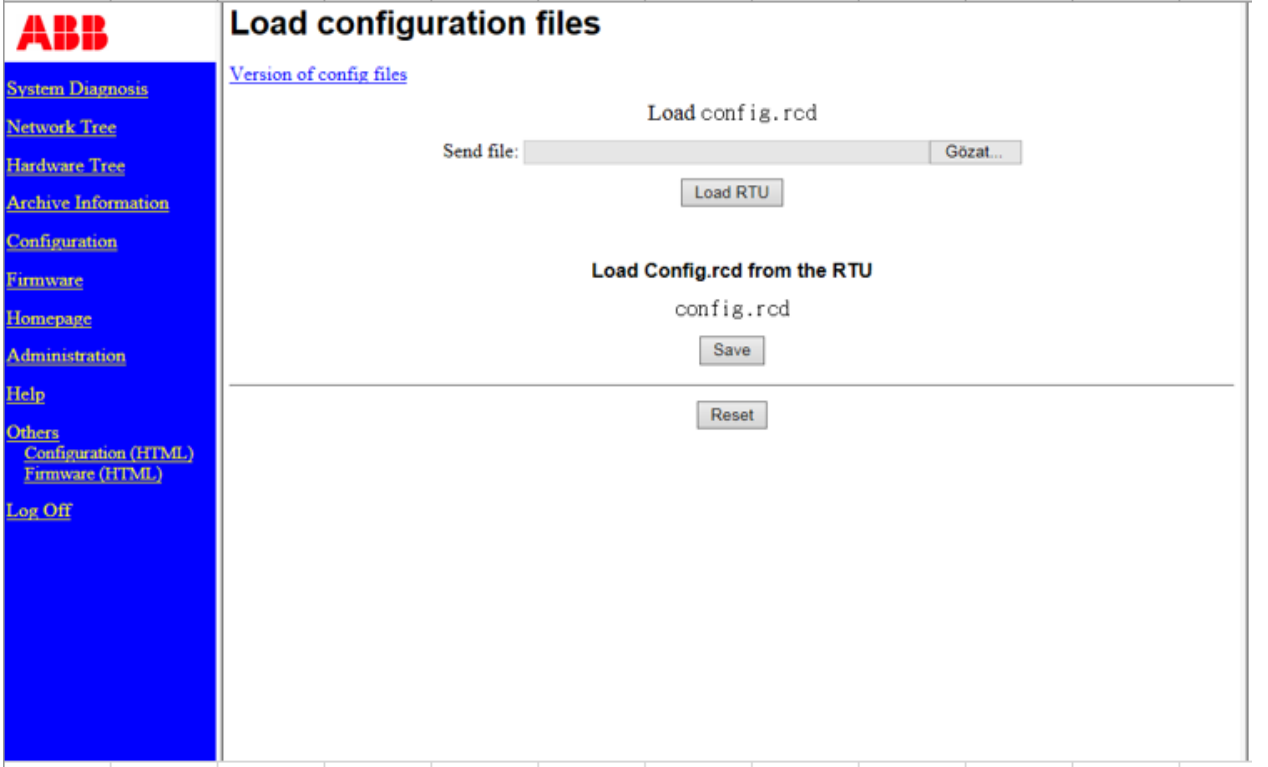
Şekil 4.22. Donanım ağacı ekranı

Diğerleri sekmesi seçildikten sonra iki farklı seçenek karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki konfigürasyon diğeri ise aygıt yazılımıdır. Bunlardan ilkini yani konfigürasyonu seçersek karşımıza şekil 4.23.'te görülen ekran çıkmaktadır.

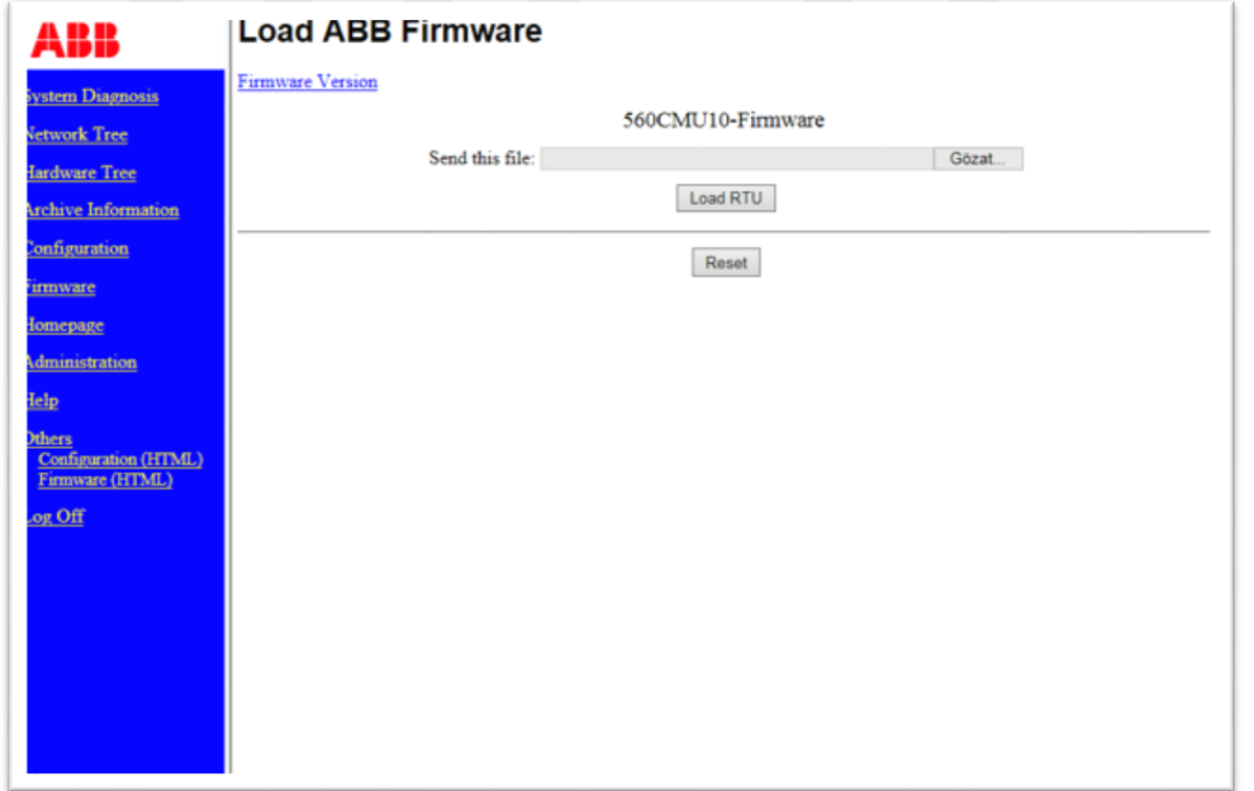
Şekil 4.23.'te görüldüğü gibi dosya gönder seçeneği ile ana menüde bulunan konfigürasyondan farklı olarak, konfigürasyon dosyasını yüklemek mümkündür. Kaydet sekmesi ile ise RTU'ünün içinde bulunan dosyayı bilgisayara yüklemek mümkündür.

En altta bulunan tekrar başlat (reset) butonu ile RTU'ünü tekrardan başlatmak mümkündür.

Diğerleri sekmesi altında bulunan ikincisi olan aygıt yazılımı sekmesi seçildikten sonra şekil 4.24.'de görüldüğü gibi çıkan ekrandan gözet sekmesi seçildikten sonra eğer varsa yeni yazılım güncelleme dosyası seçildikten sonra RTU'üne yükle sekmesi seçilerek yazılım güncellemesi yapılabilir. Dosya yüklendikten sonra, ekranın en altında bulunan tekrar başlat sekmesi seçilerek RTU tekrardan başlatılır.



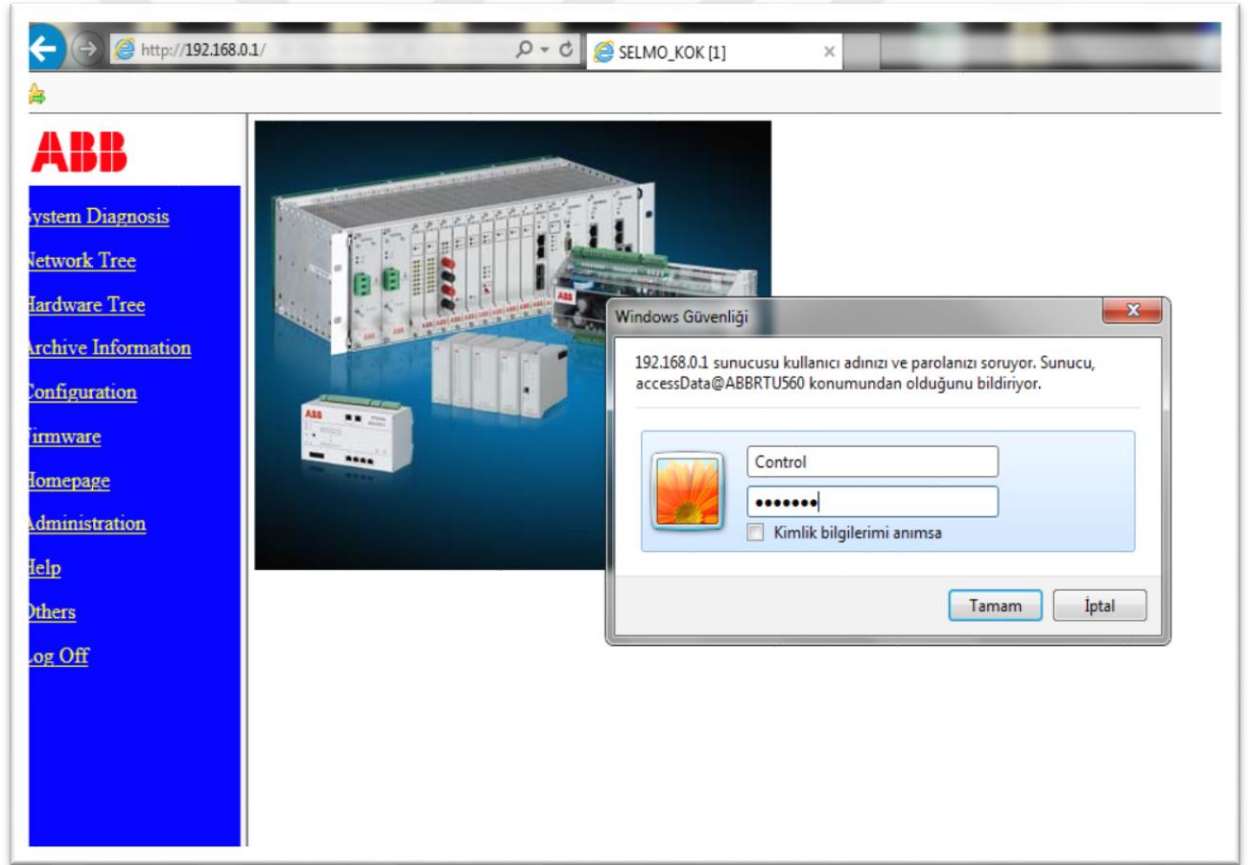
Şekil 4.23. Konfigürasyon dosyası yükleme ekranı



Şekil 4.24. Yazılım güncelleme ekranı

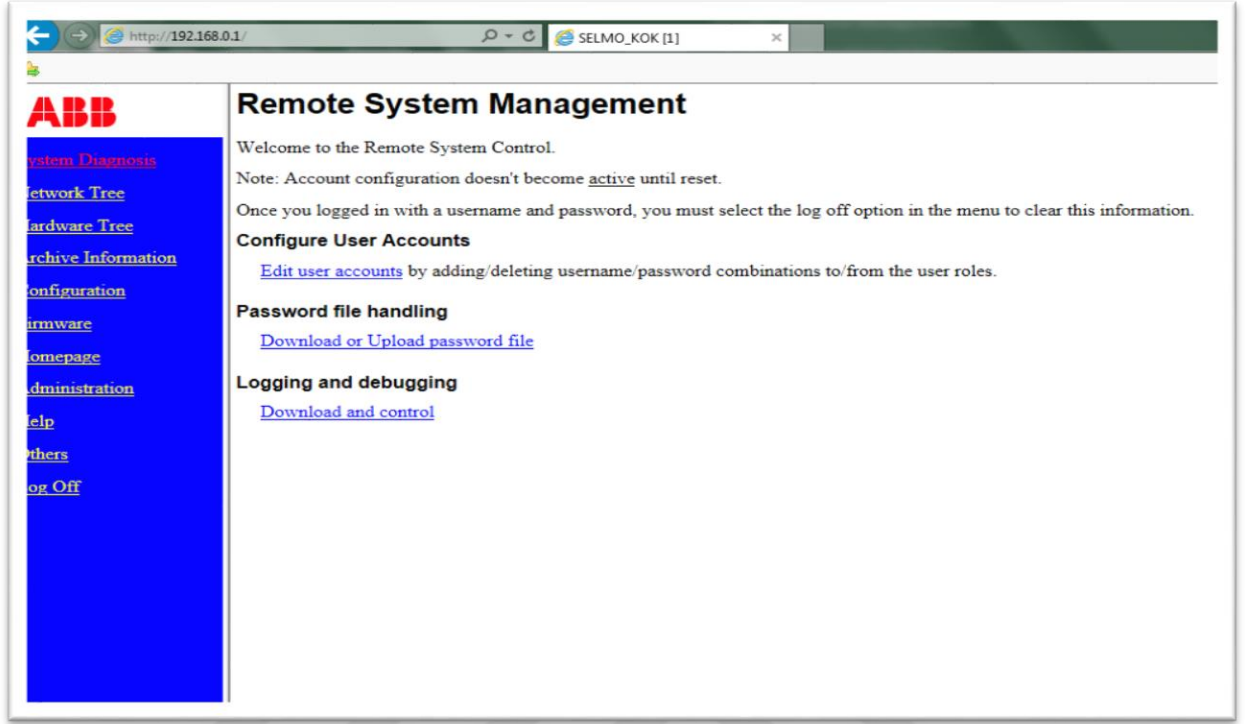
RTU'nin en önemli özelliklerinden biri ise, ara yüz üzerinden açma ve kapama komutlarının gönderilmesidir. Ayrıca dijital giriş olarak taşınan kesici ve ayırıcı konum bilgilerinin izlenebilmesi olanağını sağlar. Fakat menüde bulunan ekranlardan normal giriş işlemi ile bu sayfalara erişmek mümkün değildir.

Açma ve kapama komutlarının gönderilebilmesi ile kesici ve ayırıcı gibi teçhizatlara ait konum bilgilerinin izlenebilmesi için; menüde bulunan yönetim sekmesi seçilmelidir. Yönetim sekmesi seçildikten sonra karşımıza şekil 4.25.'te görünen kullanıcı adı ve şifresinin istendiği bir ekran çıkmaktadır. Kullanıcı adı ve şifre aynıdır, giriş yapılabilmesi için kontrol kelimesinin İngilizce karşılığı olan "Control" yazılmalıdır ve yazılırken ilk harfinin hem kullanıcı adında hem de şifrede büyük harf olmasına dikkat edilmelidir.



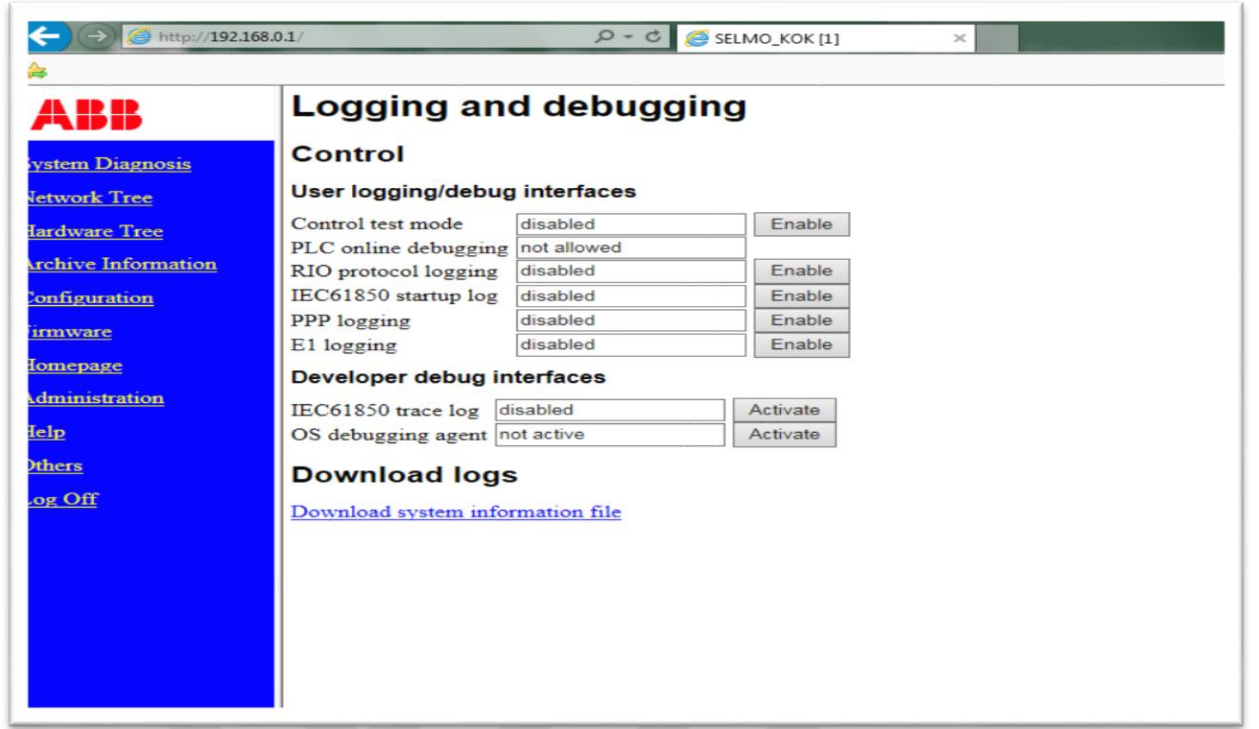
Şekil 4.25. Yönetim sekmesine girişte istenilen şifre ekranı

Giriş yapıldıktan sonra karşımıza şekil 4.26.'te bulunan yönetim ekranı çıkmaktadır. Burada yapılması gereken ise ekranın en altında bulunan indir ve kontrol sekmesinin seçilmesidir.



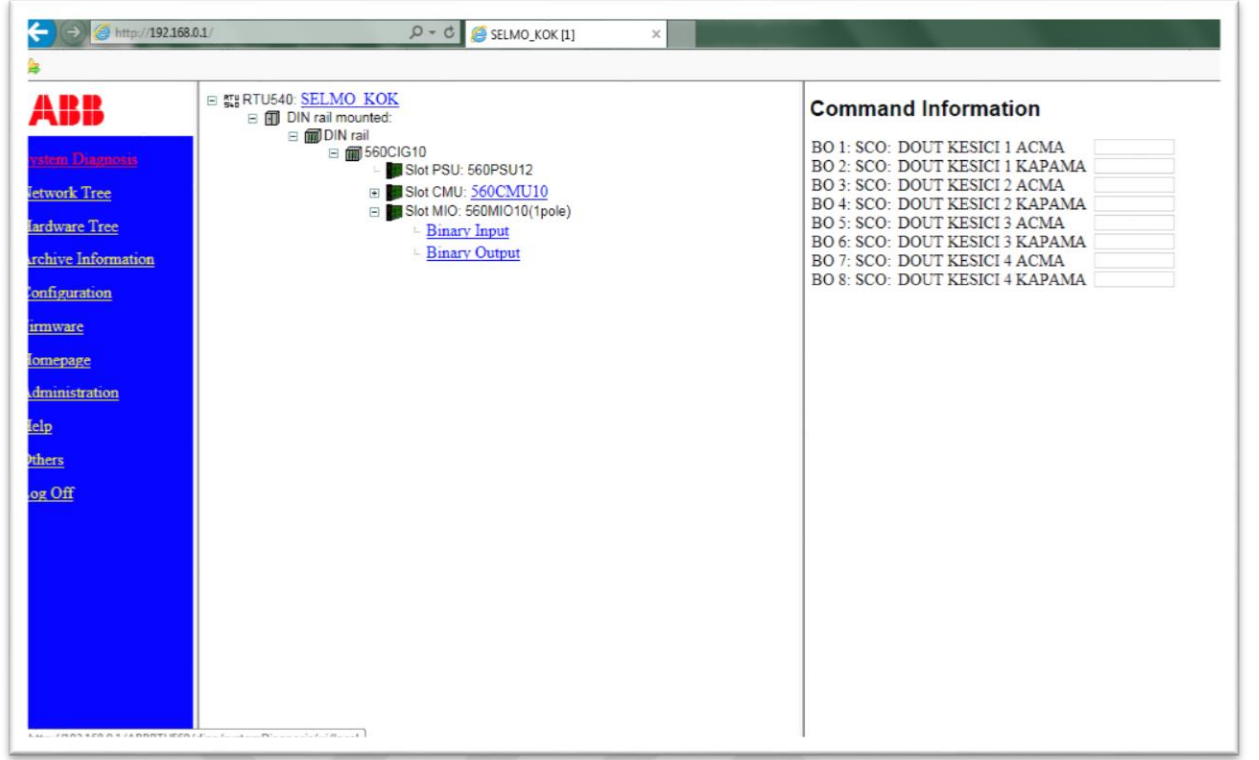
Şekil 4.26. Yönetim ekranı

İndir ve kontrol sekmesi seçildikten sonra Şekil 4.27.'da görüldüğü gibi açılan ekranda kontrol kısmı pasif görünmektedir. Kontrolün aktif hale getirilmesi için hemen yanında bulunan aktif butonu seçilmelidir.



Şekil4.27. Kontrol özelliğinin aktif edildiği ekran

Kontrol özelliği aktif hale getirildikten sonra açma ve kapama ile kesici ve ayırıcıların konum bilgilerinin izlenebilmesi için menüden donanım ağacı sayfasına geçmek gerekmektedir. Donanım ağacı sayfasına geçtikten sonra “Slot MIO” sekmesi seçilmelidir. Bu seçimden sonra eğer açma veya kapama işlemi yapılacaksa şekil 4.28.’de görüldüğü gibi dijital çıkış sekmesi seçilmelidir. Kesici ve ayırıcı vb. konum bilgileri takip edilmek isteniyor ise şekil 4.29.’da görüldüğü gibi dijital giriş seçilmelidir.



Şekil 4.28. Kesici açma ve kapama işlemlerinin yapıldığı ekran

Şekil 4.28.'de de görüldüğü gibi RTU programlanırken dijital çıkışlara verilen isimler komut bilgileri kısmında görünmektedir. Burada istenilen fider çıkışına açma veya kapama komutunu göndermek için en sonda görülen kutucuğu seçmek yeterli olacaktır.

The screenshot displays the ABB SELMO_KOK web interface. On the left, there is a blue navigation menu with the following items: System Diagnosis, Network Tree, Hardware Tree, Archive Information, Configuration, Firmware, Homepage, Administration, Help, Others, and Log Off. The main content area is divided into two sections. The left section shows a tree view of the system components: RTU540: SELMO_KOK, DIN rail mounted: DIN rail, 560CI/G10, Slot PSU: 560PSU12, Slot CMU: 560CMU10, Slot MIO: 560MIO10(1pole), Binary Input, and Binary Output. The right section, titled 'Monitoring Information', displays a list of digital inputs (BI 1 to BI 16) with their status (ON/OFF) and the last update time. The status is 'ON' for DINI9, DINI11, DINI12, and DINI13, and 'OFF' for all other inputs. The last update time for all inputs is 2016-07-12, 15:00:06.973 ST TIV NSY. A 'Clear Display' link is located below the monitoring information.

Input	Status	Last Update
BI 1: SPI: DIN KESICI 1 ACIK	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.778 ST TIV NSY)
BI 2: SPI: DIN KESICI 1 KAPALI	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.799 ST TIV NSY)
BI 3: SPI: DIN KESICI 2 ACIK	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.826 ST TIV NSY)
BI 4: SPI: DIN KESICI 2 KAPALI	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.840 ST TIV NSY)
BI 5: SPI: DIN KESICI 3 ACIK	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.854 ST TIV NSY)
BI 6: SPI: DIN KESICI 3 KAPALI	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.869 ST TIV NSY)
BI 7: SPI: DIN KESICI 4 ACIK	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.884 ST TIV NSY)
BI 8: SPI: DIN KESICI 4 KAPALI	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.899 ST TIV NSY)
BI 9: SPI: DIN I9	ON	(2016-07-12, 15:00:06.913 ST TIV NSY)
BI 10: SPI: DIN I10	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.920 ST TIV NSY)
BI 11: SPI: DINI11	ON	(2016-07-12, 15:00:06.927 ST TIV NSY)
BI 12: SPI: DINI12	ON	(2016-07-12, 15:00:06.934 ST TIV NSY)
BI 13: SPI: DINI13	ON	(2016-07-12, 15:00:06.941 ST TIV NSY)
BI 14: SPI: DINI14	ON	(2016-07-12, 15:00:06.948 ST TIV NSY)
BI 15: SPI: DINI15	OFF	(2016-07-12, 15:00:06.966 ST TIV NSY)
BI 16: SPI: DINI16	ON	(2016-07-12, 15:00:06.973 ST TIV NSY)

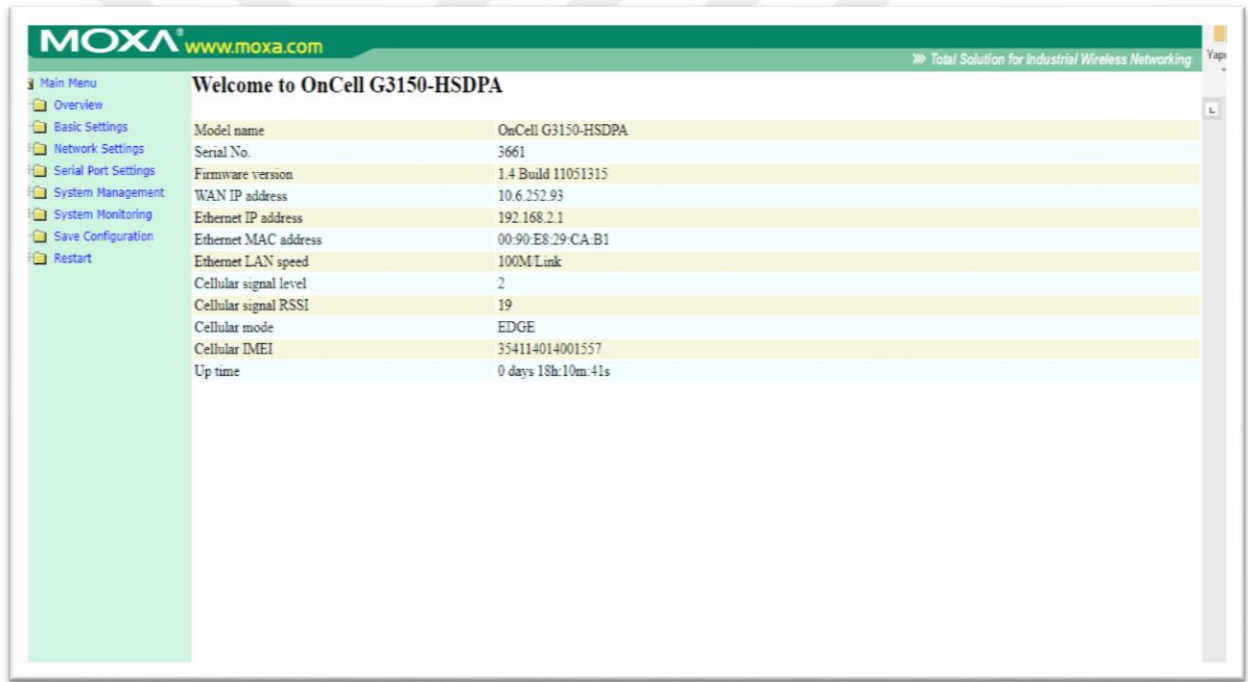
Şekil 4.29. Dijital girişlerin izlenebildiği ekran

Şekil 4.29.'da da görüldüğü gibi dijital girişlerin konumu “ON” ve “OFF” olarak görünmektedir. Burada “ON” kelimesinden anlaşılması gereken o bilginin sıfır olduğudur. Yani bu bilgi kesici açık pozisyonun yanında yazıyor ise o kesici açık değil demektir. Daha farklı bir şekilde anlatacak olursak; bilginin taşındığı kontak kapalı değil demektir.

4.2. GSM Modemin Ayarlanması

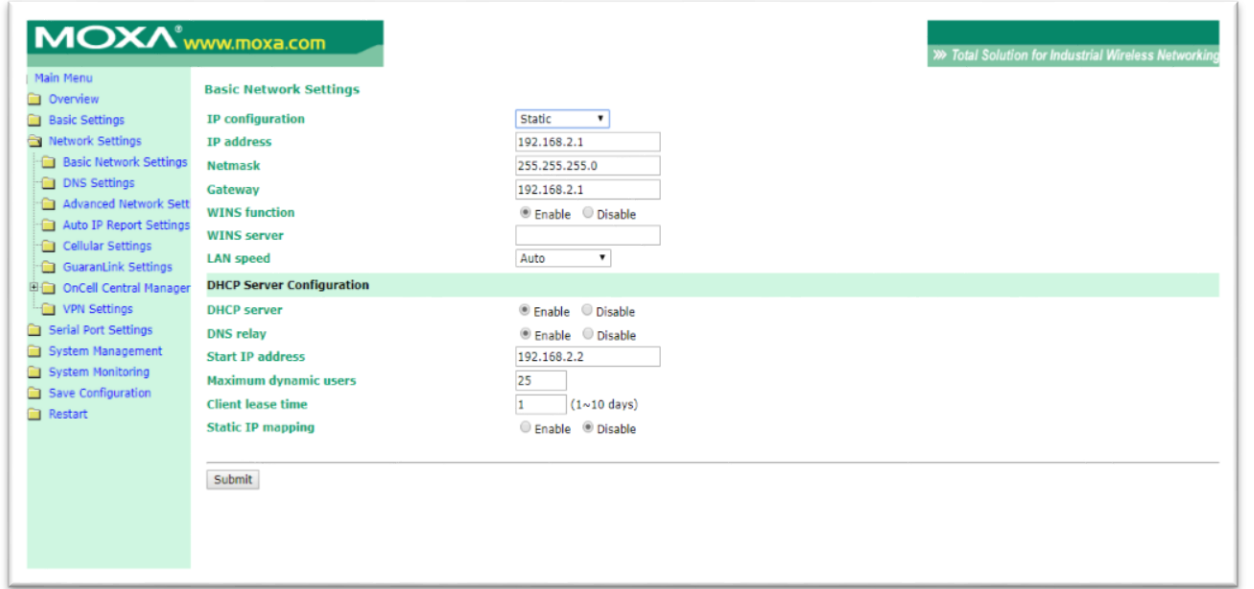
GSM modem RTU ile merkezi kumanda ve kontrol sistemi arasındaki köprüdür. Merkezden toplanan verilerin merkezi kumanda ve kontrol sistemine gönderilmesi görevini yerine getiren parça modemdir. Modemin doğru ayarlanması verilerin doğru bir şekilde iletilmesini sağlayacaktır.

Modemin ayarlarının yapılmasına ilk olarak modemin ilgili kısmına sim kartı taktıktan sonra gerekli ayarları yapabilmek için modemin yerel IP'si bir arama motoruna (google chrome vb.) girilerek modemin ara yüzüne ulaşılır. Modemin ara yüzüne ulaşıldığında karşımıza şekil 4.30.'da görülen ana menü çıkmaktadır.



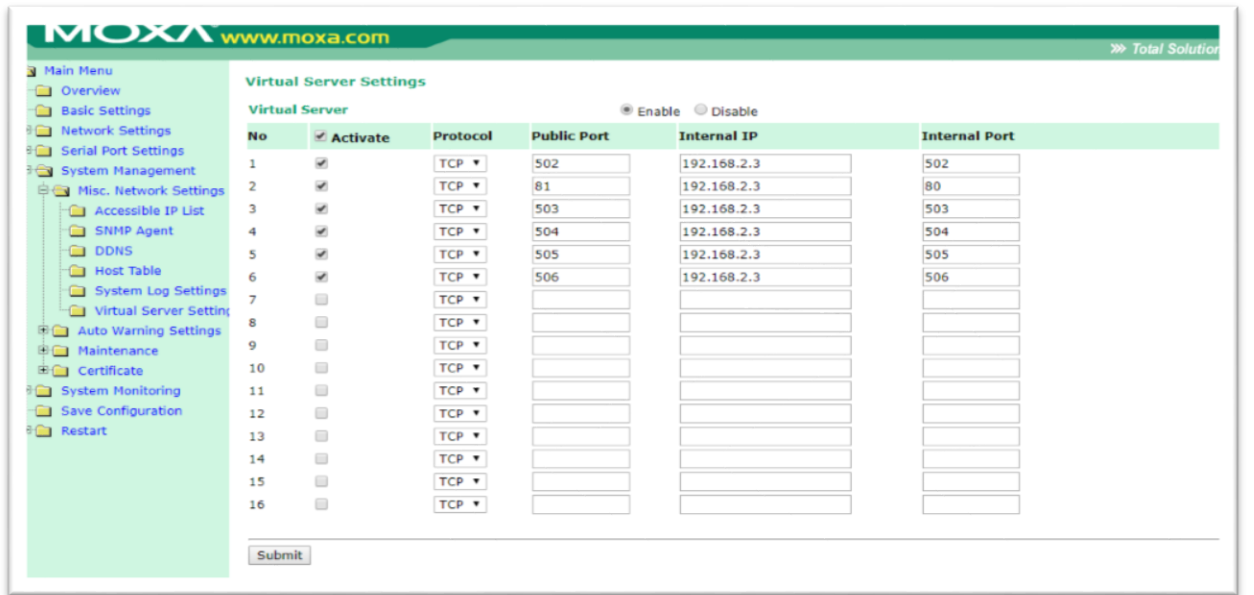
Şekil 4.30. Modem ara yüz ana ekranı

Modem ana menüsünde bulunan ağ ayarları menüsünden temel ağ ayarları menüsüne girildikten sonra şekil 4.31.'de görülen ekran karşımıza çıkmaktadır. Çıkan ekrandan IP konfigürasyon menüsünden "statik" durağan seçilmelidir. IP adres olarak modeme tanımlanması gereken IP adresi yazılmalıdır. Ağ alt maskesi olarak RTU ile örtüşmesi açısından üç tane 255 bir tane 0 girildi.



Şekil 4.31. Ana ağ ayarları menüsü

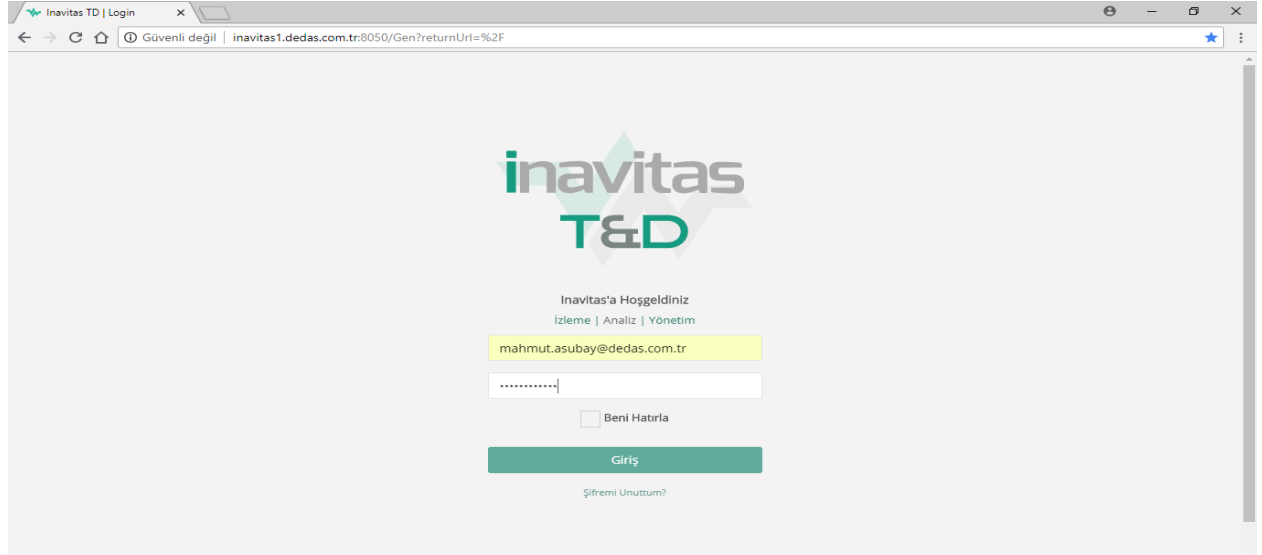
Bu ayarlar yapıldıktan sonra, modemde giriş (port) yönlendirmesi yapılması gerekmektedir. Giriş yönlendirmelerinin yapılması için ana menüde bulunan sistem yönetimi menüsü altında bulunan ağ ayarları menüsünde bulunan sanal sunucu ayarları sekmesine girilmelidir. Sanal sunucu ayarlarına girildikten sonra şekil 4.32.'de görülen ayarlar yapılmıştır.



Şekil 4.32. Sanal sunucu ekranı

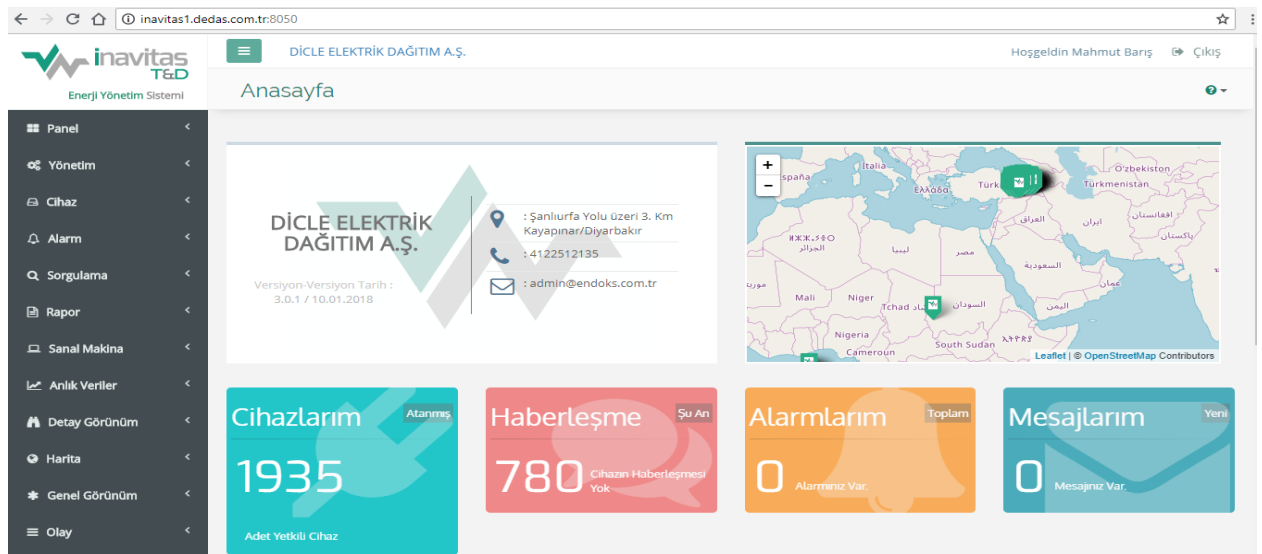
4.3. Uygulamanın Yazılım Sistemine Eklenmesi

Uygulamamın yazılım sistemine eklenebilmesi için öncelikle şekil 4.33.'de görülen yazılım giriş ekranından kullanıcı adı ve şifre girilerek giriş yapıldı.



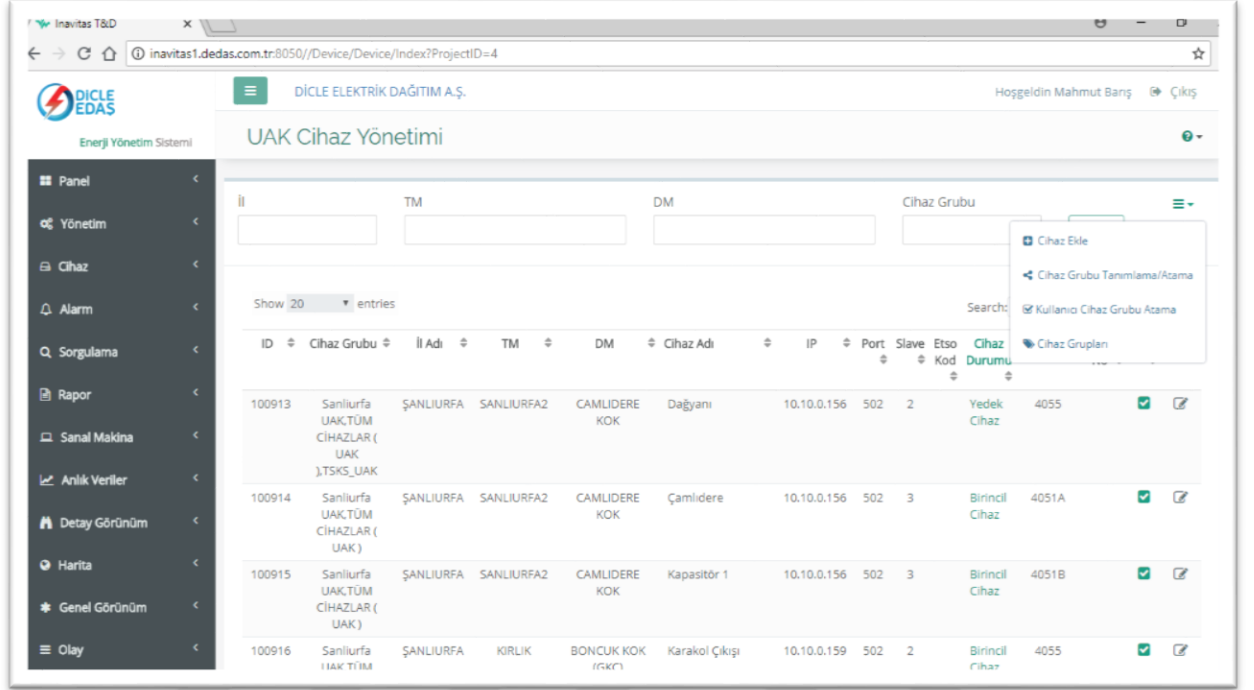
Şekil 4.33. Yazılım giriş ekranı

Yazılım giriş ekranı açıldıktan sonra, kullanıcı adı ve şifre girilerek sonra giriş yapıldı. Giriş yapıldıktan sonra şekil 4.34.'de görülen yazılım ana ekranı karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.34. Yazılım ana ekranı

Yazılım ana ekranından cihaz sekmesi seçildi ve karşımıza çıkan 3 seçenektan UAK (Uzaktan Açma Kapama) cihaz işlemleri sekmesine giriş yapıldı ve şekil 4.35.'de görüldüğü üzere sağ üst tarafta bulunan sekme seçildikten sonra cihaz ekle sekmesi seçildi.



Şekil 4.35. Cihaz ekleme sayfası görünümü

Cihaz ekle sekmesi seçildikten sonra şekil 4.36.'da görülen ekranda TM (Transformatör Merkezi), DM (Dağıtım Merkezi), cihaz konumu, cihaz modeli, cihaz durumu, yük tipi, cihaz grubu, IP, port, veri depolama tipi kısımları doldurulduktan sonra, ekle butonuna basılarak cihaz ekleme işlemi tamamlanmıştır. Cihaz ekleme işlemi ayrı kontrol edilecek olan KÖK binasında bulunan üç adet çıkış hücresi için gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.36. Cihaz bilgilerinin girildiği ve ekleme işleminin tamamlandığı ekran

Şekil 4.36.'da görülen cihaz modeli yazılımın arka planında tanımlanan veri adreslerine göre çalışmaktadır. Bu nedenle cihaz modelinin doğru bir şekilde seçilmesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Yük tipi tüketim yönünde seçilmiştir. Cihaz gurupları farklı illerde bulunan farklı kullanıcılara tanımlıdır. Cihaz gurubu seçimi cihazın hangi kullanıcılar tarafından görüleceğini belirlediği için önem arz etmektedir. Yazılım üzerinden kullanıcılar görüntüleyebildikleri ekranlarda açma ve kapama gibi işlemler yapabilmeye yetkilerine sahiptirler. Bu nedenle cihaz gurubu farklı kullanıcıların erişememesi için doğru şekilde seçilmelidir.

Aktif/pasif sekmesinde cihazın mevcut durumda kullanılıp kullanılmamasına bağlıdır. Tez çalışmamızda kullanılan cihazlar mevcut durumda kullanıldığı için aktif seçilmiştir. IP adresi modeme takılı olan GSM sim karta ait olan IP adresidir ve haberleşmenin sağlanabilmesi için doğru bir şekilde giriş yapılmalıdır.

Giriş (port) bilgisi yazılımın RTU'den doğru bilgileri alıp doğru cihaz ile eşleştirilmesini sağlamaktadır. Bu eşleştirme RTU ile uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmez ise, açma veya kapama emri gönderdiğimizizi düşündüğümüz bir çıkış fideri yerine farklı bir çıkış fiderine gönderebiliriz. Yapılan testler esnasında yazılım tarafındaki çıkış fider isimlerine gönderilen açma ve kapama emirlerinin sahada yer alan çıkış fiderleri ile eşleştiği test edilmiştir.

Ekleme işlemleri tamamlandıktan sonra yazılım ana ekranından anlık veriler sekmesinde bulunan UAK anlık veriler sekmesi seçildikten sonra, arama çubuğuna KÖK binasının adı yazıldı ve şekil 4.37.'de görüldüğü gibi tanımlanan kesicili fider çıkışına ait bilgiler görüntülenmektedir.

ID	İl Adı	TM Adı	DM Adı	TR Adı	FD Adı	P(UAK)	S	Q	Kesici Kapalı	Kesici Açık	AGC Trip	AGC Düşük PİL	AGC Geçici Arıza	FI Hat Akımı	Cihaz Adı	Alarm	Haberleşme	Güncellenme Tarihi
102611	BATMAN	BATMAN HES	Şelmo Kök	BATMAN HES TRA	F-4 SASON				1,000	0,000					Baraj Çıkışı	Hayır	Evet	2018-07-11 21:58:06
102610	BATMAN	BATMAN HES	Şelmo Kök	BATMAN HES TRA	F-4 SASON				1,000	0,000					Sason Çıkışı	Hayır	Evet	2018-07-11 21:58:06
102609	BATMAN	BATMAN HES	Şelmo Kök	BATMAN HES TRA	F-4 SASON				0,000	1,000					Şelmo Çıkışı	Hayır	Evet	2018-07-11 21:58:06

Şekil 4.37. Kesicili fider çıkışlarına ait bilgilerin görüntülediği ana ekran

Şekil 4.37.'de görüldüğü gibi bu ekrandan yazılımda KÖK binasında bulunan ve yazılıma eklenmiş kesicili fider çıkışlarına ait il adı, TM adı, DM adı, transformatör adı, cihaz adı, kesici açık ve kapalı bilgilerinin, eğer cihazlar ile ilgili sisteme tanımlanmış olan alarmlar varsa onlarla ilgili bilgilerin bulunduğu ve haberleşme durumu ile sistemin güncellenme tarih ve saatinin bulunduğu genel bir ekrandır.

Kesicili fider çıkışları ile ilgili daha ayrıntılı bilgilerin alınabilmesi, açma ve kapama komutlarının gönderilebilmesi için, şekil 4.37.'de görülen kesicili fider çıkışları ile ilgili bilgilerin bulunduğu satırların sol tarafında bulunan "i" simgesine basılması gerekmektedir. "i" simgesine basıldıktan sonra şekil 4.38.'de görünen ekran karşımıza çıkacaktır.

Baraj Çıkışı

Otomatik Yenileme OFF

Cihaz ID : 102611

TM : BATMAN HES

TR : BATMAN HES TRA


FD : F-4 SASON

DM : Şelmo Kök

IP : 10.6.252.93

Port : 505

Slave : 1



Kesici Aç

Tag	Değer	Tarih	Birim
Arıza Akımı (Ia)	1087	11.7.2018 22:20:06	A
Arıza Akımı (Ib)	941	11.7.2018 22:20:06	A
Arıza Akımı (Ic)	981	11.7.2018 22:20:06	A
Arıza Akımı (In)	79.6	11.7.2018 22:20:06	A
Ia	124	11.7.2018 22:18:06	A
Ib	122	11.7.2018 22:18:06	A
Ic	124	11.7.2018 22:18:06	A
In	0	11.7.2018 22:18:06	A
DI1	0	28.3.2016 08:24:02	
DI2	0	28.3.2016 08:24:02	
DI3	0	11.7.2018 20:43:28	
Haberleşme	1	11.7.2018 22:20:06	
Kesici Açık	0	11.7.2018 22:20:06	
Kesici Kapalı	1	11.7.2018 22:20:06	
TKC	0	11.7.2018 22:20:06	

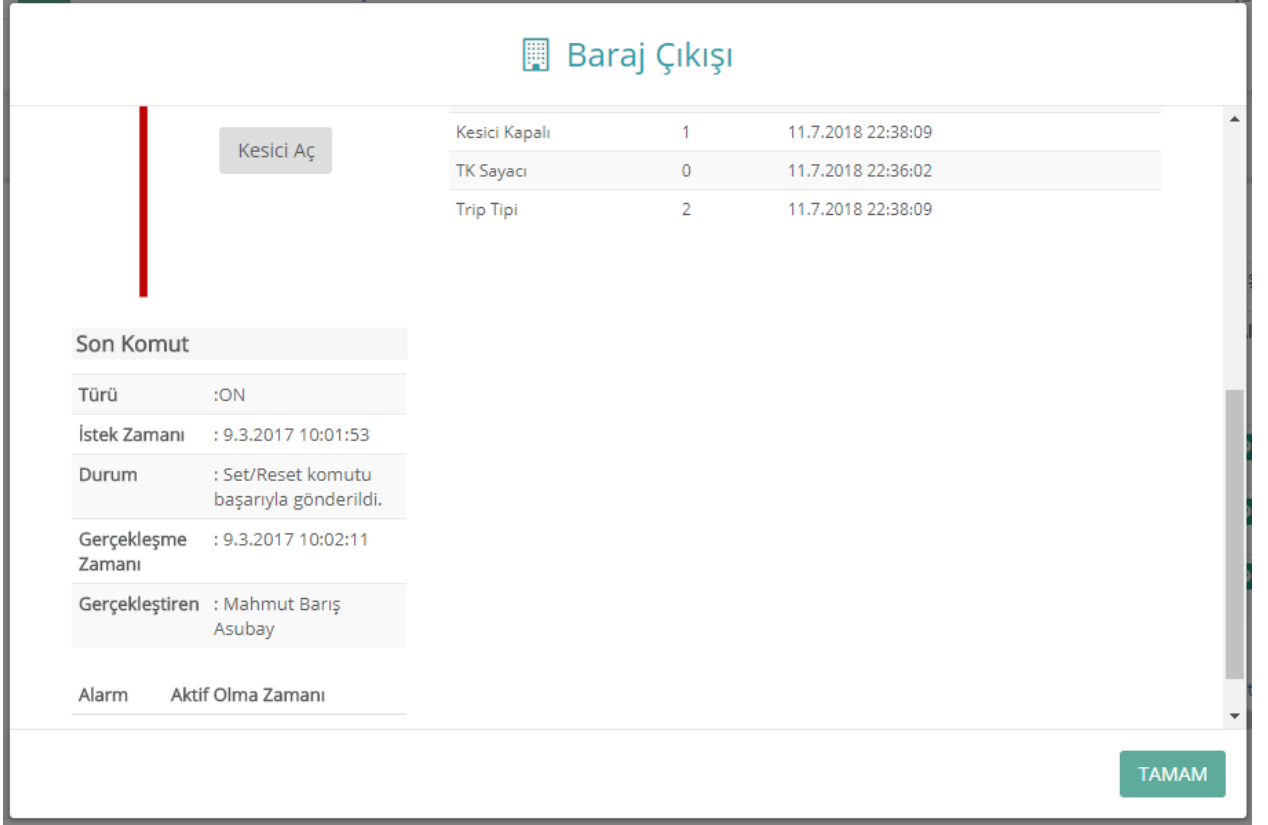
TAMAM

Şekil 4.38. Kesicili çıkış fiderine ait tüm bilgilerin bulunduğu ekran-1

Şekil 4.38.'de görüldüğü gibi sol tarafta önceki bölümlerde tanımlamış olduğumuz bilgiler görünmektedir. Bilgilerin alt tarafında ise, kesicinin kapalı veya açık olduğunu gösteren küçük bir tek hat şeması bulunmaktadır. Sağ tarafta ise faz-faz son arıza akımlarının değerleri, anlık olarak kesicili çıkış fiderinden çekilen faz-faz yük akımları, haberleşme durumu, kesici açık ve kapalı durumları görünmektedir.

Şekil 4.38.'de görüldüğü gibi kesici açık, kesici kapalı vb. dijital sinyaller yazılım tarafından 0 veya 1 olarak tanımlanmıştır. 0 ilgili bilginin aktif olmadığını, 1 ise ilgili bilginin aktif olduğunu göstermektedir.

Sinyallerin tamamı görünmediği için sinyallerin kalan kısımları şekil 4.39.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.39. Kesicili çıkış fiderine ait tüm bilgilerin bulunduğu ekran-2

Şekil 4.39.'da görüldüğü gibi kesicili çıkış fiderine ait TK (Tekrar Kapama) sayacı ve kesiciye ait arıza (trip) tipi görünmektedir.

Kesici tek hat şemasının alt tarafında son olarak açma komutunun mu kapama komutunun mu gönderildiği gösterilmektedir. “ON” kesiciye son olarak açma komutunun, “OFF” ise kesiciye son olarak kapama komutunun gönderildiğini göstermektedir. Komutun hangi tarih ve saatte gönderildiği görünmektedir. Gönderilen komutun başarılı bir şekilde gönderilip gönderilmediği, komutun RTU’ne hangi tarih ve saatte gönderildiği bilgileri görünmektedir. Açma veya kapama komutunun hangi kullanıcı tarafından gerçekleştirildiği bilgisi de görülen bilgiler arasındadır.

Son olarak da sisteme tanımlanmış bir alarm var ise alarmın ne olduğu ve aktif olma zamanı görünmektedir. Sisteme tanımlı olan herhangi bir alarm bulunmadığından bu kısım sadece başlıklardan oluşmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Elektrik dağıtım şebekelerinde, artan enerji ihtiyaçları her geçen gün şebekelerin büyümesine neden olmaktadır. Büyüyen şebekelerin kontrol edilmesi, meydana gelen arızalara müdahale edilmesi hem iş yükünün artmasına ve bir süre sonra oluşan arızalara müdahale sürelerinin uzamasına neden olmaktadır.

Artan yüklerden dolayı meydana gelen kısa devre akımları büyümekte ve arıza durumlarında kullanılan teçhizattan daha büyük arıza akımlarının meydana gelmesine ve teçhizatların ömürlerinin kısılmasına neden olmaktadır. Teçhizatların güvenilirliğini kaybetmesine ve insan hayatını da riske atmaktadır.

SCADA sistemleri hem uzaktan izlenebilmesi hem de uzaktan müdahale edilebilmesi nedeniyle arıza ve bakım durumlarında personellerin buldukları merkezde gerekli güvenlik önlem ve mesafelerini almalarına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda teçhizatların ömürleri ile ilgili bilgi oluşturma kabiliyeti sayesinde ve meydana gelen arıza bilgilerinin izlenebilmesi sebebiyle teçhizatlarda maddi kayıplar meydana gelmeden veya meydana gelebilecek maddi kayıpların en aza indirilmesine fayda sağlamaktadır.

Uygulamalı olarak gerçekleştirilen tez çalışmasında, en uzak ve erişilmesi zor olan bölgelere bile hiç gitmeden müdahale edilebileceğini ve bunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Saha ekiplerinin zaman kazanmalarına ve saatlerce sürebilecek arıza sürelerinin dakikalar içerisinde giderilebileceğini görmekteyiz. Bu da hem iş yükü hem de ekonomik açıdan dağıtım şirketlerine çok ciddi avantajlar sağladığı görülmüştür.

SCADA sistemlerinde meydana gelen arızaların tipleri ve arıza sürelerinin incelenerek, bakım çalışmalarında hangi noktalara öncelik verileceği, öncelik verilen noktalarda ne tür bakımlar yapılabileceği gibi bilgilerin elde edilmesine ve arıza sayısı ve sürelerinin azalması konusunda fayda sağladığı görülmektedir. Örneğin; sık sık geçici toprak arızalarının olduğu bir hatta izolatörde atlamaların olma ihtimalinin değerlendirilmesine ve izolatör bakımlarının yapılması sayesinde geçici arızaların azaltılmasında fayda sağlamaktadır.

SCADA sistemlerinin DMS ve OMS gibi sistemlerle entegrasyonunun sağlanması halinde çağrı merkezi ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) gibi sistemlerden gelen bilgilerle beraber arıza noktalarının transformatörlere hatta aboneye kadar sıkıştırılarak müdahale edilerek zamandan, personel ve işletme masraflarından ciddi kazançların elde edilebileceği görünmektedir.

Kesicilerin ve ayırıcıların pozisyon bilgilerinin nasıl alındığı görülmüş ve bunlara RTU'ne taşındığı görülmüştür.

Rölelere ait fonksiyon ayarları ve haberleşme ayarlarının nasıl yapıldığı ve uygulandığı uygulamalı olarak görülmüştür.

SCADA sisteminin kurulmasıyla beraber sahadaki personellerle çok daha iyi bir şekilde koordineli olunması gerektiği ve koordineli çalışıldığı takdirde başarılı bir uygulamanın kaçınılmaz olduğu görünmektedir.

Tez çalışmamızda modemlerle GSM üzerinden nasıl haberleşme sağlandığı, RTU'lerinin çalışma prensipleri ve sahadan alınan verilerin nasıl işlendiği, nasıl aktarıldığı gibi soruların tamamı yanıt bulmuştur.

Yazılıma tanımlamaların yapılması, yapılan tanımlamalar sonucunda verilerin akma şekilleri ve yazılım tarafında nasıl erişileceği, verilen nasıl analiz edileceği gibi soruların tamamı cevaplanmıştır.

5.2. Öneriler

Bu tez çalışmasında yöntem olarak RTU'lerinin programlanması, kesici ve ayıcılardan konum bilgilerinin alınması ve komut istemlerinin yapılması, rölelerden arıza, anlık akım değerlerinin alınması, modem üzerinden GSM haberleşmenin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bunların tamamı sırasıyla ve test edilerek yapıldığından sistemin hatasız denilebilecek şekilde çalıştığı görülmüştür.

Sahada kullanılan röleler IEC 61850 protokolünü desteklemediği için veriler modbus protokolü ile alınmış ve kullanılan protokolün dezavantajından kaynaklı zaman zaman verilerin geç okunmasına neden olmuştur. Modbus protokolünde veriler cihazlardan sırayla ve sorgu cevap şeklinde okunur. Okunmaya çalışılan verilerden bir tanesinden okuma anında cevap alınamaması durumunda diğer veriler, sırasıyla diğer cihazlar okunur ve sisteme yazılır. Okunamayan veri okunup sisteme yazılabilmesi için tekrardan sorgulamanın başa dönmesi gerekmektedir. Bu durum verilerde ve verilerin doğruluk sürelerinde ciddi kayıplara sebep olmaktadır. Ayrıca her seferinde protokol belirli aralıklarla sorgu atmak zorunda olduğundan veri trafiği çok yoğundur. IEC 61850 protokolü ile paket veri alınma imkânı olduğundan ve bu protokolde verilerde herhangi bir değişiklik olduğunda sorguya gerek kalmadan veri yollanmaktadır. Tüm bu nedenlerden ötürü yapılacak olan SCADA çalışmalarında rölelerde IEC 61850 prokolüne uygun rölelerin seçilmesi çok daha uygun olacaktır.

Açma ve kapama bilgileri ile kesici konum bilgileri doğrudan kumanda panosundan alındı. Bu bilgilerin rölelerden alınmasının çok daha sağlıklı olacağı tespit edildi. Bu şekilde tüm sistemin açma ve kapama sisteminin kontrol edilmesi olanağı olacaktır. Konum bilgilerinin röleden alınması durumunda ise, rölelerde yaşanabilecek herhangi bir sıkıntı durumu SCADA sistemine de yansıtacağından durum tespiti çok daha kolay bir şekilde yapılabilecektir.

RTU üzerinden merkezi kumanda ve kontrol sistemine tüm veriler modbus üzerinden gönderilmektedir. Bilindiği üzere modbus protokolünün verilere zaman etiketi ekleme gibi bir marifeti bulunmamaktadır. RTU'den alınan bilgilere yazılım tarafından zaman etiketi basılmaktadır. Bu durumda yazılıma geç iletilecek verilerde o anın zaman etiketi basılacağından, sistemde görülen bir olayın görünenden daha önce olması ihtimalini doğurmaktadır. Oysaki RTU ile uzaktan kumanda ve kontrol sisteminin haberleştirilmesinde IEC 61870-5-104 protokolü kullanılması durumunda bu sorunlar ortadan kalkacaktır.

SCADA panosu ile merkezi kumanda ve kontrol sistemi arasındaki haberleşme GSM modem üzerinden sağlanmıştır. GSM haberleşmeden kaynaklı olarak sık sık veri aktarımının kesildiği görülmüştür. Kırsal bölgelerde GSM operatörlerinin veri alışverişlerinde kısıtlamalara gidebilmektedirler. GSM haberleşmesinde veri aktarmaları çok yavaş olabilmektedir. Bu nedenlerden ötürü fiber kablo haberleşme sistemi kullanmak en doğrusu olacaktır. Hem güvenlik açısından hem de hızlı ve doğru haberleşme açısından tercih edilmelidir ve mümkün ise Türk Telekom bakır hatları vb. farklı yöntemlerle de haberleşme desteklenmelidir (back up).

Şehir merkezlerinden uzak olan kırsal noktalara fiber kablo veya Türk Telekom bakır hatları ile haberleşme sistemlerinin kurulması çok büyük maliyetlere sebep olabilmektedir. Bu durumlarda ise çift GSM hatlı modemlerin kullanılması çok daha faydalı olacaktır. Bu modemlerde farklı operatörlere ait sim kartların kullanılması mümkündür. Hatlardan çekim gücü ve veri aktarımı güçlü olanı ana (main) hat olarak kullanılıp diğer hat destekleyici (back up) olarak çalıştırılmalıdır. Ana hatta haberleşme kesildikten sonra modem otomatik olarak destekleyici hatta geçiş yapmaktadır. Bu özellik ile veri kayıpları çok aza indirilebilir.

Kullanmış olduğumuz SCADA yazılımı bir merkeze kurulan SCADA sistemleri için ideal olsa da, SCADA uygulamasının bulunduğu merkez sayısının artması için yeterli olmayacaktır. Çünkü dağıtım şirketlerinde dal budak ve ring şebeke sistemleri bulunmaktadır. Şebekeden hastaneler, okullar, kamu kurum ve kuruluşları, karakollar gibi önemi yüksek olan noktalar beslenmektedir. Bu tarz merkezlerin enerjilerini aldıkları yerlerde farklı fiderlerden enerji verebilme kabiliyetinin olması gerekmektedir. Bu durumlar şebekenin daha da karmaşık bir hale gelmesine neden olmaktadır.

Dağıtım şebekesinin tek hat şeması farklı fiderlerden enerji alan merkezlerinde çok rahat bir şekilde izlenebilmesini ve yanlış manevra yapılmasının ve iş kazalarının önüne geçilebilmesi açısından önemlidir. Bakım veya arıza çalışmaları yapılacağı zaman, merkezlerin farklı fiderlerden enerji verilecek olan alternatiflerin görülebilmesine katkı sağlayacağı aşikârdır.

Kullanılacak SCADA yazılım sistemlerinin DMS ve OMS gibi sistemlerle entegrasyon sağlanabilme özelliğinin olması da çok önemlidir. Bu sayede çağrı merkezlerinden alınan bilgiler, CBS'den alınan koordinat bilgileri zaman kayıplarının azalmasına fayda sağlayacaktır. SYS (Saha Yönetim Sistemi) ile uyumlu ve birlikte çalışmaya elverişli olabilmesi iş emirlerinin yazılım tarafından ilgili saha ekiplere otomatik olarak geçmesini sağlayacaktır. Saha ekiplerinin SYS'ne

girdikleri koordinat bilgileri doğru noktalarda çalışma yapıldığını gösterecek ve aynı zamanda kullanılan malzemeler de sisteme ekleneceğinden malzeme bilgileri toplanabilecektir. Bu sayede çekilecek raporlardan hangi sıklıklarla hangi malzemelerin kullanıldığı gibi bilgiler alınarak malzeme tedariki için kullanılabilir.

SCADA yazılım sistemlerinde farklı kullanıcılar tanımlanabilmeli ve tanımlanan farklı kullanıcı tiplerine farklı yetkilendirmelerin verilmesine izin vermelidir. Bu sayede her kullanıcı sahaya personel yönlendirme veya kesicilere açma ve kapama komutları gönderemeyecektir.

SCADA yazılımının operatör ekranlarına tanımlı olan alarmları, sesli ekran uyarılarını verebilecek yapıda olmalıdır. Operatör alarmı görmeden alarm silinmemeli ve ekrandan yok olmamalıdır. Operatör alarm üzerinde işlem yaptıktan sonra yani ben bu alarmı gördüm dedikten sonra yine operatör isterse alarmı ekrandan silebilir.

SCADA yazılımı kendi kendine raporlar üretebilmeli veya operatörün istediği raporları üretebileceği esnek yapıda olmalı ve bu raporların çıktılarını alabilmelidir. Gerçekleşen bütün olayları kayıt altında tutabilmeli ve bu olayların tamamına zaman etiketini otomatik olarak basabilmelidir.

Kullanıcılar tarafından gerçekleştirilen bütün işlemler kayıt altında tutulmalı ve bu kayıtlarda işlemi yapan kullanıcının bilgileri işlem tarihi ile birlikte kaydedilmelidir.

Sahada kullanılan RTU'ne yeni dijital giriş ve çıkışların eklenebilmesi esnekliğinin olması, merkeze eklenebilecek yeni hücrelerden bilgi alınabilmesi kolaylığını gerçekleştirebilecek yapıda olmalıdır. SCADA yazılımı da eklenen yeni noktalar olduğunda hem tek hat şemasına hem de yazılım fonksiyonlarına eklenebilecek yapı ve esneklikte olmalıdır.

Hem RTU hem de yazılım programı sahadan farklı marka ve modellerde cihazlardan veri alabilecek ve bunların tamamını gerekiyor ise farklı haberleşme protokolleri ile okuyabilecek özelliklere sahip olmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Vigu, C, Gota D.I, Capatana D, 2010. Improving the wind speed estimation algorithms using results obtained in the field. Journal of Control Engineering and Applied Informatics, 12(3), 13-17.
- [2] Mohagheghi, S, Tournier, J-C, Stoupis J, Guise, L, Coste T, Andersen, C. A, Dall J, 2011. Applications of IEC 61850 in distribution automation. Power Systems Conference and Exposition (PSCE), 2011 IEEE/PES, Phoenix, AZ, USA, 20-23 March, p. 1.
- [3] Özer A, 2009. Van İli Kablosuz Haberleşme Teknolojisi Kullanılarak Enerji Otomasyonunun Sağlanması. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- [4] Lakhoua, M.N, 2010. Surveillance of pumps vibrations using a supervisory control and data acquisition system. Journal of Control Engineering and Applied Informatics, 12(1), 15-20.
- [5] Lahti, J.P, Shamsuzzoha, A, Kankaanpaa T, 2011. Web-based technologies in power plant automation and SCADA systems: A review and evaluation. Int. Conf. on Control System, Computing and Engineering, Penang-Malaysia, 25-27 November, p. 279.
- [6] Anonim, 2018. Fiber Optik Hatlar. <http://www.elektrik.gen.tr/> (Erişim tarihi: 18.09.2018)
- [7] Kul N, 2009. Trabzon İli 1500 kVA Gücünde 6.3 kV Çıkış Gerilimli Generatör Grubu ve Yüksek Gerilim Kesicilerin PLC-SCADA İle Uzaktan İzlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [8] Saydam M, 2001. İstanbul İli OG Dağıtım Sistemlerinin SCADA'ya uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [9] Sarikahya M, 2013. Ankara İli SCADA İle Enerji İzleme ve Otomasyon. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- [10] Özen Demir A, 2010. Ankara İli SCADA ve İstasyon Otomasyonunda Haberleşme, Standartlar İle İlgili Uygulamalar. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [11] Aktepe A, 1999. Ankara İli SCADA Ana Uygulamasının Enterkonnekte Elektrik Şebekesi Yönetimine Getirdiği Faydalar. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [12] Ericsson G.N, 2004. Communication requirements-basis for investment in a utility wide-area network. IEEE Transactions on Power Delivery, 19(1), 92-95.
- [13] Sagi M, Atlagic B, Milinkov D, Bogovac B, Culaja S, 2012. High-performance distributed SCADA system architecture. 16th Mediterranean Electrotechnical Conference, Yasmine Hammamet, Tunisia, 25-28 March, p. 152.
- [14] Mecitoğlu F, 2013. İstanbul İli Demiryolu Sinyalizasyon Sistemi Simülatörü ve SCADA Sistemi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [15] Salim S, 2006. İstanbul İli Bir Anaerobik Atık Su Arıtma Projesinin PLC ve SCADA Kullanılarak Otomasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [16] Conroy E, 2001. Power monitoring and harmonic problems in the modern building. Power Engineering Journal, 15(2), 101–107.
- [17] Ramirez Leyva, F.H, Cuellar J.P.A, Basilio R.G.M, Justo E.E, 2004. Wireless system for electrical networks testing based on MODBUS protocol. 14th Int. Conf. on Electronics, Communications and Computers, Veracruz, Mexico-Mexico, 16-18 February, p. 58.
- [18] Anonim, 2018. Uzak Uç Birim(RTU). <http://www.avd.com.tr/>
(Erişim tarihi: 16.08.2018)

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Diyarbakır'da doğdum. İlköğretimi Yenişehir İlköğretim Okulu'nda, liseyi Diyarbakır Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2008 yılında kazandığım Harran üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünü 2010 yılında bıraktım. 2010 yılında kazandığım Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden 2013 yılında bölüm birincisi (ikinci öğretim) olarak mezun oldum. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Adalet Bölümü'nü 2013 yılında bitirdim. Ağustos 2014'de Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım. Yabancı dilim İngilizce'dir.

Mahmut Barış ASUBAY