

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

**KABLOSUZ HABERLEŞME TEKNOLOJİSİ
KULLANILARAK ENERJİ OTOMASYONUNUN SAĞLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Abdulkadir ÖZER

DANIŞMAN : Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

VAN-2009

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

**KABLOSUZ HABERLEŞME TEKNOLOJİSİ
KULLANILARAK ENERJİ OTOMASYONUNUN SAĞLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Abdulkadir ÖZER

VAN-2009

KABUL ve ONAY SAYFASI

Prof.Dr.Sabir RÜSTEMLİ danışmanlığında; Elektrik-Elektronik Mühendisi Abdulkadir ÖZER tarafından hazırlanan **“Kablosuz Haberleşme Teknolojisi Kullanılarak Enerji Otomasyonunun Sağlanması”** isimli bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../..... Gün ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

KABLOSUZ HABERLEŞME TEKNOLOJİSİ KULLANILARAK ENERJİ OTOMASYONUNUN SAĞLANMASI

ÖZER, Abdulkadir

Yüksek Lisans Tezi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Sabir RÜSTEMLİ

Ocak 2009, 66 sayfa

SCADA sistemleri (Supervisory Control and Data Acquisition), tesis ve sistemlerin tek bir merkezden kontrol edilmesi ve yönetilmesi olanağını sunmaktadır. Elektrik Dağıtım Tesislerinde, SCADA sistemlerinin kullanılmasının amacı; geniş bir coğrafi alana yayılmış bulunan elektrik tesislerinin merkezi bir yerden, uzaktan kontrol ve kumandasıdır. SCADA sistemi elektrik tesislerinin merkezi kontrol noktasından izlenmesini sağlayarak, enerji kesintilerini minimuma indirir. Klasik sistemle saatlerle ifade edilen enerji kesinti süreleri SCADA sistemleri ile dakikalarla ifade edilebilir.

Otomatik manevralar ve şebeke kesintileri, tesislere mümkün olduğunca en az derecede yansıtılabilir. Böylece üretimdeki aksaklıklar ve kayıplar en aza indirilebilir. Kontrol edilen elektrik dağıtım sistemine ait enerji parametreleri sürekli izlenebildiğinden enerji birçok açıdan kontrol edilebilir. Otomasyon sistemi saha ekipmanlarını hatasız kumanda edeceğinden dolayı daha güvenli ve tehlikesiz olacaktır. Az sayıda personelle sistem kontrol altında tutulabilir. Sisteme ait parametrelerin anlık değerlerinin izlenmesinin yanında geçmişe dönük değerlere de ulaşmak mümkündür. Bunları rapor halinde alabilme imkanı mevcuttur.

Böylece tüm tesisin performansı hakkında bilgi sahibi olunabilir ve gerekli tedbirlerin zamanında alınmasına imkan verir. İleriye dönük sağlıklı planlama yapılabilir.

Bu çalışmada; elektrik dağıtım sistemlerinde kablosuz haberleşme teknolojisi kullanılarak SCADA uygulamasının, enerji otomasyonun nasıl yapılacağı ve sonuçları ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Van ili Elektrik Dağıtım Sisteminde bulunan bir dağıtım merkezinde kablosuz haberleşme teknolojisi kullanılarak enerji otomasyonu uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Enerji otomasyonu, Röle, SCADA Sistemi, Ölçüm ve Kumanda

ABSTRACT

AUTOMATION OF POWER DISTRIBUTION USING WIRELESS COMMUNICATION TECHNOLOGY

ÖZER, Abdulkadir

M.Sc.Thesis, Department of Electrical and Electronics Engineering

Supervisor:Prof.Dr.Sabır RÜSTEMLİ

January 2009, 66 Pages

SCADA systems (Supervisory Control and Data Acquisition), provide centralised control of systems and infrastructure from a single command centre. Especially in power distribution systems SCADA systems can provide remote control and command of a a system that covers a wide geographical area. By monitoring the power systems remotely SCADA can provide quick response to power cuts and enable remedial work to be directed and reduce the resolution time from hours to minutes.

The impact of automated maintenace and unplanned power cuts on the grid could then be minimised and nay knock on effect on power generation could be minimised. By monitoring power distribution parameters continuously the performance of grid could be improved. Additionally with the automation system controlling the remote equipment with minimum or no error, field personnel can perform their activities safely. Similarly less headcount can control and operate the system.

As well as operation and maintenance, historical reporting of operational parameters is also delivered by a SCADA system. This can enable the operator to get a better idea about the systems performance and be proactive in planning rather than being reactive.

In this study, the implementation and impact of wireless communication technology on SCADA systems is evaluated by installing wireless communication in one of the power distrbution centres within the province of Van.

Key Words : Automation of Energy, Relay, SCADA System, Measurement and Control

ÖNSÖZ

Elektrik enerjisinin üretildiği, iletildiği, dağıtıldığı ve tüketildiği tüm elektrik tesislerinde, dağıtım ve iletim sisteminin kontrol altında tutulduğu ve en uygun senaryoya göre kumanda edildiği, enerji parametrelerinin izlenip sistemin takip altına alındığı otomasyon sistemleri kurmak günümüzde büyük önem arz etmektedir. Karşılaşılan zorlukların giderilmesi, sistemin aynı anda tek bir merkezden gözlenerak denetlenebilmesi, ortaya çıkabilecek anormal durumlara erken müdahale edilebilmesi, artan ihtiyaca paralel olarak ileriye dönük plan ve programların yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Oluşan arızaların çok kısa sürede belirlenmesi ve giderilmesi sağlanarak sistemin hizmette kalma süresinin arttırılması amaçlanmaktadır.

Araştırma konunun belirlenmesi, yürütülmesi ve sonuçlandırılması safhalarında bana yol gösteren ve çok değerli bilgi ve tecrübesini esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Prof.Dr.Sabir RÜSTEMLİ'ye ve tezin hazırlanmasında emeği geçen Selim ALMALI'ya ve Ali Bilgin YILMAZ'a şükranlarımı sunarım.

Sevgili eşim Nesihat ve biricik kızım Yağmur'a sevgi, sabır ve desteklerinden dolayı sevgilerimi sunarım.

Van-2009

Abdulkadir ÖZER

İÇİNDEKİLER

	sayfa
ÖZET	i
ABSTRAC	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. SCADA Sisteminin Kapsamı	2
1.1.1. Merkezi Kumanda Sistemi	3
1.1.1.1. Merkezi kontrol sistemi görevleri	4
1.1.1.2. Merkezi kumanda sistemi yazılım programları	4
1.1.1.3. Dağıtım tesisleri merkezi kumanda sistemi fonksiyonları	4
1.1.2. Uzak Uç Birim (RTU)	5
1.1.2.1. Bilgi toplama ve depolama	6
1.1.2.2. Kontrol ve kumanda	6
1.1.2.3. İzleme (Monitoring)	7
1.1.2.4. Arıza yerinin tespiti ve izolasyonu	7
1.1.3. İletişim Sistemi	7
1.1.3.1. İletişim Sisteminin Elemanları	7
1.1.3.1.1. İletişim Ortamı	8
1.1.3.1.1.1. Enerji iletim hatları	8
1.1.3.1.1.2. Kiralanmış PTT telefon hatları, Kablolulu TV hatları	8
1.1.3.1.1.3. Radyo frekansında iletişim	9

1.1.3.1.1. 4. Uydu iletişimi	10
1.1.3.1.1. 5. Fiber optik, Metalik kablolu özel hatlar	11
1.1.3.1.1. 6. Kablosuz (wireless) haberleşme	12
1.1.3.2. İletişim mimarisi	13
1.2. SCADA Sisteminin Avantajları	13
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Röleler	17
3.1.2. Kesiciler	19
3.1.3. Ölçü transformatörleri	20
3.1.3.1. OG akım transformatörleri	21
3.1.3.2. OG gerilim transformatörleri	22
3.1.4. Bilgisayar	23
3.1.5. Modem	23
3.1.6. Yazıcı	23
3.1.7. Kesintisiz güç kaynağı	23
3.2. Yöntem	24
4. BULGULAR	27
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	58
5.1. Sonuç	58
5.2. Öneriler	60
KAYNAKLAR	65
ÖZ GEÇMİŞ	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. SCADA sisteminin genel şeması	2
Şekil 3.1. Mikroişlemcili sekonder rölenin genel görünüşü	18
Şekil 3.2. SF6 gazlı bir kesicinin genel görünüşü	20
Şekil 3.3. OG akım transformatörünün genel görünüşü	21
Şekil 3.4. OG gerilim transformatörünün genel görünüşü	22
Şekil 3.5. OG elektrik dağıtım SCADA'sı prensip şeması	24
Şekil 3.6. SCADA uygulaması blok diyagramı	25
Şekil 3.7. SCADA uygulaması bağlantı şeması	26
Şekil 4.1 Ana sayfa	27
Şekil 4.2 Programın dili	28
Şekil 4.3 Rölenin tipi	29
Şekil 4.4 Dağıtım merkezinde bulunan röle ile haberleşme kurulumu	30
Şekil 4.5 Dağıtım merkezinde bulunan GSM modem ile bağlantı kurulumu	31
Şekil 4.6 Bağlantı kurulma anı	32
Şekil 4.7 Bağlantı başarılı mesajı alınması	33
Şekil 4.8 Modemin bağlantı kurduğu çıkışların adres numarası ile sıralanması	34
Şekil 4.9 Kumanda edilecek rölelerin seçimi	35
Şekil 4.10 Ana menü	36
Şekil 4.11 Seçili rölenin anlık ölçüm değerleri	37
Şekil 4.12 Led durumu	38
Şekil 4.13 Komutlar	39
Şekil 4.14 Röleye komut (Kes-Aç) gönderilmesi	40
Şekil 4.15 Şifre girişi	41

Şekil 4.16 Yanlış şifre uyarı mesajı	42
Şekil 4.17 Kesicinin açılması suretiyle manevra	43
Şekil 4.18 Kesici açıldıktan sonraki led durumu ve anlık ölçüm değerleri	44
Şekil 4.19 Röleye komut (Kes-Kapa) gönderilmesi	45
Şekil 4.20 Kesicinin kapanması suretiyle manevra	46
Şekil 4.21 Fonksiyon ayarları (aşırı akım koruma)	48
Şekil 4.22 Fonksiyon ayarları (haberleşme parametreleri)	52
Şekil 4.23 Sistem ayarları	53
Şekil 4.24 Tarih ve saat bilgisi	54
Şekil 4.25 Salt okunur sayaçlar	55
Şekil 4.26 Son açmalar	56
Şekil 4.27 Digital çıkış konfigürasyonu	57

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

I	Akım
MHz	Mega Hertz
P	Aktif Güç
s	Saniye
V	Volt

Kısaltmalar

CS	Communication System (İletişim Sistemi)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (Yönetmel Denetim ve Veri Toplama)
DM	Dağıtım Merkezi
DMS	Dağıtım Yönetim Sistemi
EMS	Enerji Yönetim Sistemi
ENH	Enerji Nakil Hattı
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communication (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem)
İM	İndirici Merkez
KÖK	Kesici Ölçü Kabini
MTU	Master Terminal Unit (Kontrol Merkezi Sistemi)
OG	Orta Gerilim
RTU	Remote Terminal Unit (Uzak Uç Birim)
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu

1. GİRİŞ

Artan elektrik enerjisi taleplerinin karşılanması için büyük yatırım maliyetlerine, ileri teknolojiye ve yetişmiş insan gücüne ihtiyaç vardır. Standartlara uygun olmayan malzemelerin kullanılmasından veya teknolojiden yeterince faydalanılmamasından doğan kayıpların bedeli, tüketici tarafından ödendiği gibi can ve mal güvenliği açısından da büyük tehlikeler doğurmaktadır. Bu riskleri ve kayıpları asgariye indirmek ve enerji sarfiyatını en optimum seviyede tutmak vazgeçilmez hedef olmuştur. Bu hedefi gerçekleştirmenin en etkili yolu; elektrik enerjisinin üretildiği, iletildiği, dağıtıldığı ve tüketildiği tüm elektrik tesislerinde, dağıtım ve iletim sisteminin kontrol altında tutulduğu ve en uygun senaryoya göre kumanda edildiği, enerji parametrelerinin izlenip sistemin takip altına alındığı otomasyon sistemleri kurmaktır.

Kapsamlı ve entegre bir veri tabanlı kontrol ve gözetleme sistemi sayesinde, bir tesise ait tüm ekipmanların kontrolünden, üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözetlenmesi sağlanabilir.

İşletmesi yapılacak elektrik enerjisinin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli, güvenli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması amacıyla kurulan koruma kontrol ve gerçek zamanlı izleme sistemleri her geçen gün geçmişteki konvansiyonel yapısından uzaklaşarak bilgisayar tabanlı SCADA ve otomasyon sistemlerine geçiş yapmaktadır.

Bu çalışmada; elektrik dağıtım sistemlerine SCADA uygulamasının nasıl yapılacağı ve sonuçları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu tür sistemler değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarını kademeli olarak gerçekleştirmeye izin vermektedir.

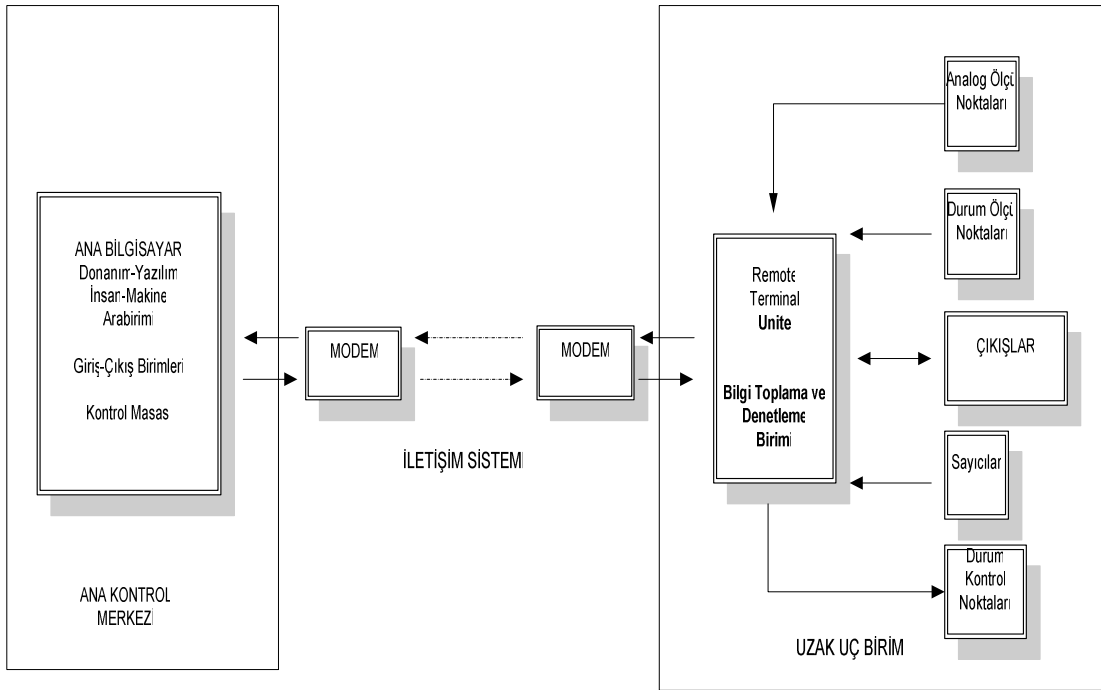
Tezin içeriği; VANGÖLÜ EDAŞ Van İl Müdürlüğü sorumluluğunda olan özelde DM-5, TR ve KÖK binalarında bulunan ölçü yada koruma cihazlarının RS 485 seri portu üzerinden mikroşemcili tekrar kapamalı aşırı akım ve toprak kaçağı özelliği olan sekonder röle kullanılarak, elektrik dağıtım tesislerine GSM marifetiyle Sistem İşletme Müdürlüğü Merkezinde kurulacak Server PC, GSM Modem ve Modbus uzaktan

haberleşme protokolünü kullanan röle arayüz programını kullanarak uygulamalı otomasyon gerçekleştirmek, uzaktan bilgi almak ve kumanda etmektir.

1.1. SCADA Sisteminin Kapsamı

SCADA sisteminde asıl amaç, alt istasyonlardaki sinyalleri ve ölçüm değerlerini bir kumanda ve kontrol merkezinde toplamak, istasyonların kumandasını bu merkezden gerçekleştirerek zamandan ve personelden tasarruf yapmaktır.

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. SCADA sisteminin genel şeması şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. SCADA sisteminin genel şeması.

Elektrik dağıtım SCADA sistemi tasarlanması aşamasında öncelikle şu temel bileşenlerin içeriği belirlenmelidir. Bunlar; Master Terminal Unit (Merkezi Kumanda Sistemi), Remote Terminal Unit (Uzak Uç Birim), Communication System (İletişim Sistemi) şeklinde sıralanabilir.

1.1.1. Merkezi Kumanda Sistemi

Merkezi Kumanda Sistemi; geniş bir coğrafi alana yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiği, izlendiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanabilir. Kontrol edilecek tesislerin merkezi bir yerine kurulur. Sistem güvenilirliğinden sorumludur; yetki vermeksizin açma ve kapama işlemi yapılmaz. Yüklerin izlenmesini ve bunların kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmasını sağlar. Dağıtım sisteminde arıza durumunda ortaya çıkan sorunların çözümü için gereken bütün açma-kapama işlemlerine müsaade eder ve bunları denetler. Bilgisayar kontrol merkezinde her türlü ek birimler üzerinde denetimi ve koordinasyonu sağlayan birimdir. Bu işlemler uygun SCADA yazılım programları vasıtası ile yerine getirilmektedir. Kontrol merkezi mimarisini, sistem bilgisayarları, kullanıcı arabirimi, veri toplama giriş-çıkış birimleri, yazıcılar, kesintisiz güç kaynağı, yerel iletişim ağı, mimik diyagramlar oluşturur.

1.1.1.1 Merkezi kontrol sistemi görevleri

Merkezi kontrol sisteminin görevlerini ;

- Uzaktaki RTU birimlerinden verilerin toplanması,
- Toplanmış verilerin yazılım programları ile izlenerek ekrana veya yazıcıya gönderilmesi,
- Sistemde kontrol edilecek cihazlara kontrol komutu gönderilmesi,
- Belli olaylar karşısında alarm üretme ve gelen alarmları operatöre en hızlı şekilde iletme,
- Meydana gelen olayları ve verileri zaman sırasına göre kaydetme,
- Başka bilgisayar sistemleri ile iletişimde olma,

- Dağıtım Yönetim Sistemi (DMS) ve Enerji Yönetim Sistemi (EMS) gibi üst seviye uygulama programlarını çalıştırma,
- Yazıcı, çizici, haberleşme birimleri gibi ek birimlerin kontrolü şeklinde sıralayabiliriz.

1.1.1.2. Merkezi kumanda sistemi yazılım programları

SCADA programları nesneye dayalı programlama metoduyla gerçekleştirilebilir. Bu tekniğin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Fiziksel nesnelere ve düşüncelere program içinde nesnelere ve sınıflara olarak tanımlanırlar.
- Algoritmik süreçlere alternatif olarak nesnelere birbirlerine mesaj göndererek süreci oluştururlar ve hepsi sadece mesaj göndererek iletişim kuran bağımsız program parçacıklarıdır.
- Fiziksel dünyadaki nesnelere arası ilişkiler program nesnelere arasında da kurulabilir, böylece sistem mimarisi insanın algıladığı biçimde tasarlanıp sunulabilir.
- Birbirine benzer nesnelere gerçek dünyada olduğu gibi bir soyçekim hiyerarşisi içinde bulunur ve özelliklerini kendilerinden önce gelen sınıftan alırlar.

1.1.1.3 Dağıtım tesisleri merkezi kumanda sistemi fonksiyonları

Dağıtım Tesisi Kontrol Merkezi; uzun vadeli planlama; analiz aşamasından transformatör merkezlerine veya bakım ekiplerine iletilen açma-kapama kararlarına kadar dağıtım sisteminin yönetilmesini sağlamaktadır. Kontrol merkezi, kısmi bir kesintiden sonra dağıtım sisteminin kısa sürede yeniden işletmeye alınmasına uygun olmalıdır. Merkezi kumanda sistemi fonksiyonlarının aşağıdaki faydaları vardır :

- Önleyici bakım analizlerinden faydalanarak Dağıtım Şebekesinin bakım programları hazırlanır.
- İşletme stratejileri geliştirir ve bunun sonucuna göre koruyucu cihazlar uyarlanır. Stratejiler dağıtım sisteminin sistematik bir analizinden geçirilerek belirlenir.
- Bakım ve işletme programında en son yapılan düzeltmeler kontrol merkezinin personeline verilir. Bunlar, donanımı hizmetten çıkarmak veya hizmete sokmak kararını

vermek zorundadır ve bu kararları gerekli açma-kapama işlemlerini yapmak için transformatör merkezi birimlerine veya işletme personeline göndermek zorundadır.

- Dağıtım tesisinin gözetimi ve kumandası için tam sorumluluk üstlenir; açma-kapama emirleri ve yetkisi, yük akışlarının izlenmesi, işletme arızalarının giderilmesi burada yapılır.

- OG alt iletim sistemi arızalarının giderilmesi ve transformatör merkezlerinin kumandası sadece kontrol merkezinden yapılır.

- Besleyici arızalar normal olarak transformatör merkezi birimleri tarafından otomatik giderilebilir. Bazı durumlarda kontrol merkezinden giderilmektedir.

- Kontrol merkezi; tüketim, yüklenme düzeyleri, donanım kullanımı ve arızalarla ilgili bütün temel istatistiklerin hazırlanmasını sağlar.

- Tesis, işletme ve arızaların analizini yapar ve bunların sonucunda işletme politika ve tekniklerin geliştirilmesini sağlar.

1.1.2. Uzak Uç Birim (RTU)

İndirici merkezlerde bulunan, bilgi toplama ve denetleme görevini üstlenen birime Uzak Uç Birim (Remote Terminal Unit) kısaca RTU denilir. RTU bulunduğu merkezin sistem değişkenlerine ilişkin bilgileri toplayan, depolayan gerektiğinde bu bilgileri kontrol merkezine belirli bir iletişim ortamı yolu ile gönderen, kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan bir SCADA birimidir.

SCADA sistemi içerisinde yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan RTU'lar birbirine bağlanabilen çeşitli cihazlara, kesicilere, ayırıcılara kumanda edebilir. Ölçülmesi gereken akım, gerilim, aktif ve reaktif güç, güç faktörü gibi değerler ölçülebilir. Ayrıca ayırıcı, kesici durumlarını kontrol edebilme imkanı sağlar.

Dağıtım transformatörlerinde bulunan besleyici uç birimleri veya arıza algılama birimleri vasıtası ile besleyicilerin arızalı kısmı otomatik ayırmasını ve geri kalan arızasız kısma yeniden enerji vermesini sağlar.

Transformatör merkezi birimi; her bir OG çıkışı için yük düzeylerini saklar ve kumanda merkezinden yük atma (daha sonra yeniden yükleme) kumandasının alınması üzerine gereken düzeylerde bunların devreden çıkartılması için komut verir.

Arızaların analizi için gerekli verileri tutar. Arıza raporları saat ve tarihi, arızalanan fazları, azami arıza akımını, olay sırası kayıtlarını içerir.

Transformatör merkezlerindeki kontrol edilen cihazların analog ve durum değerlerini periyodik olarak ölçer. Ölçüm değerlerini ve alarmlarını kontrol merkezine iletir.

RTU'nun görevleri;

- Bilgi Toplama ve Depolama
- Kontrol ve Kumanda
- İzleme (Monitoring)
- Arıza Yerinin Tespiti ve İzolasyonu şeklinde sıralanabilir.

1.1.2.1. Bilgi toplama ve depolama

RTU'lar tali merkezlerde, analog değerleri, akım ve durum bilgileri ve sayaç değerlerini toplar. Toplanan bu bilgileri kendi üzerlerindeki hafızalarında saklarlar. Bu bilgiler; Ana Kontrol Birim RTU'yu sorgulayıcaya kadar veya ayarlanan belli süreler için saklanır. Bilgi toplama işini kendilerine verilen periyodik aralıklarla veya ayarladıkları değerden sapmalar olduğunda yeni değerleri kaydetmek şeklinde yerine getirirler. (Murthy ve Jagannadh, 1993)

Analog değerler; örneğin elektrik tesislerinde akım, gerilim, aktif ve reaktif güç gibi değerler sistemden izole durumundaki ölçü transformatörleri, transdüserler yardımıyla gerektiğinde analog çoklayıcılar kullanılarak alınır. Durum değerleri ise mekanik ve/veya optik izolasyonla alınabilir.

1.1.2.2 Kontrol ve kumanda

Elektrik tesislerinde uzaktan kumandalı olarak bir kesiciyi veya ayırıcıyı açmak kapatmak, regülasyon amacıyla transformatörlerin sekonder kademelerini değiştirmek vb. kumandalar RTU tarafından gerçekleştirilir.

1.1.2.3. İzleme (Monitoring)

RTU yukarıda belirtilen görevlerin doğru şekilde yerine getirilip getirilmediğini denetler. Belirtilen görevlerin doğru şekilde yerine getirilip getirilmediğini de ilgili bölge operatörüne görüntü olarak sunar.

1.1.2.4. Arıza yerinin tespiti ve izolasyonu

Arıza yerinin tespiti ve izolasyonu görevini yerine getirmek için RTU kendi bünyesinde arıza arabirimi modülü ve buna bağlı olarak arıza akımı algılayıcı modülleri bulundurmaktadır. Bu modüller vasıtasıyla arızalar algılanmakta ve RTU'ya bildirilmektedir. RTU arıza arabiriminden tüm arıza algılayıcıların sorgulanması için gerekli komutlar verilir. Arabirim, arıza akımı algılayıcı modülleri ile haberleşerek arıza akımının geçtiği noktaları öğrenir ve bu bilgileri RTU'ya gönderir. RTU bu bilgilerin ve kontrol merkezinden gelen komutların ışığında sistemin arızalı bölgesinin izole edilmesi için harekete geçerek gerekli komutları arıza akımı algılama modüllerine gönderir ve arıza izolasyonu tamamlanmış olur.

1.1.3. İletişim Sistemi

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. SCADA sisteminde sistemin işletmesi için iletişim hayati öneme sahiptir. İletişim kanallarının veri elde edebilmesi ve kontrolündeki hız önemli ölçüde SCADA sistemini etkilemektedir. Buna bağlı olarak kontrol merkezindeki kullanıcı arabirimi ve uygulama yazılımları da etkilenir. SCADA sisteminin en yüksek başarı düzeyi ile uygulaması iletişim sistemine bağlıdır.

1.1.3.1. İletişim Sisteminin Elemanları

İletişim sisteminin elemanları;

- İletişim Ortamı,
- Veri İletişim Cihazı,

- İletişimi Sağlayan Cihazlar (MTU, RTU)
şeklinde sıralanabilir.

1.1.3.1.1. İletişim Ortamı

SCADA sisteminin kullanacağı iletişim ortamı için çeşitli alternatifler vardır. Bu alternatifler avantaj ve dezavantajlarına göre değerlendirilmelidir.

SCADA sistemlerinde iletişim ortamı olarak kullanılacak çeşitli alternatifler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Enerji İletim Hatları
- Kiralanmış PTT Telefon Hatları, Kablolu TV Hatları
- Radyo Frekansında İletişim
- Uydu İletişimi
- Fiber Optik, Metalik Kablolu Özel Hatlar
- Kablosuz (wireless) Haberleşme

1.1.3.1.1. 1. Enerji iletim hatları

Orta gerilim hatları ancak 5 KHz ile 20 KHz arasında bir frekans bandı sağlayabilmektedir. Bu hatlarda Frekans Kaydırmalı Anahtarlama Modülasyon Tekniği kullanılarak güvenilir iletişim, en fazla 300 baud/s hızında olmaktadır. Bu hız dağıtım otomasyon sistemi gibi veri yoğunluğu fazla olan sistemlerde yetersiz kalır. Ayrıca bu teknikte, hatlardaki gürültüler, hava değişiminden ya da açılıp kapanan dağıtım elemanlarının durumlarından kaynaklanan empedans değişiklikleri iletişimi bozabilir.

1.1.3.1.1. 2. Kiralanmış PTT telefon hatları, Kablolu TV hatları

Otomatik aramalı ve kullanıcıya tahsis edilmiş kiralık hatlar olmak üzere telefon hatlarında iki yöntem kullanılır. Otomatik aramalı telefon hattında iletişim öncesi aramalarda hatlar dolu olabilir, bu sebeple tercih edilmez. Kiralık hatlarda ise hatlar her zaman güvenilir olmayabilir.

Türk Telekom iki tip hat sağlayabilmektedir:

- Kiralanmış Türk Telekom Hattı (Leased Line); iletişim için özel olarak tahsis edilmektedir. Her an kullanıma hazırdır.

- Otomatik Aramalı Türk Telekom Hattı (Dial Up); haberleşme öncesinde telefon konuşmasında olduğu gibi arama yapmak gerekir. Bu hatta santraller meşgul olduğunda veri iletişimi yapılamaz.

Kiralanmış hatların avantajları;

- Çok sayıda hat kiralama imkanı vardır,
- Lisans, bina, kule, vs gerektirmez,
- İlk yatırım masrafı düşüktür.

şeklinde sıralanabilir.

Kiralanmış hatların dezavantajları;

- Haberleşme ortamının sorumluluğu Türk Telekom ile paylaşılmıştır,
- Arızaların onarılması uzun zaman alabilir,
- Zamanla maliyetlerde artış olabilir,
- Bazı yerlerde kiralık hat sayısını artırmak mümkün olabilir.

şeklinde sıralanabilir.

1.1.3.1.1. 3. Radyo frekansında iletişim

Radyolu sistemler, özellikle çok adresli sistemler ve spread-spektrum radyolar (928-952 MHz) haberleşme için yeterli bant sunmanın yanı sıra dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmedikleri için güvenilir bir iletişim ortamı sağlarlar. Ancak radyo iletişiminde frekans lisansı (tahsisi) zorunludur. Geniş bir alana yayılan dağıtım otomasyonu sistemi için farklı bölgelerde değişik frekans kullanmak ve bunun sonucunda büyük şehirlerde çok miktarda frekans tahsisi zorunlu olabilecek hatta bir kısım yerlerde ise frekans bulmak büyük sorun olacaktır.

Bunun yanı sıra 150-170 MHz bandında çalışan radyo sistemlerinde arazi ve binalar antenlerin birbirlerini görmesini engellemekte ve sinyal kalitesini bozmaktadır. Bu durumlarda ek maliyet getiren tekrarlayıcıları kullanmak gerekmekte, kimi zaman

tekrarlayıcı istasyon anteni yüksekliklerini arttırmak da sorunu çözmeye yetmemekte, tekrarlayıcı sayısını çoğaltmak zorunlu olmakta bu da maliyeti daha da arttırmaktadır.

Bir merkez ile çok sayıda RTU'nun haberleştiği 150-170 MHz ve 450-470 MHz bandındaki radyo sistemlerinde, bir RTU'nun veri iletişimi süresinde ve sıklığındaki kısıtlamalar çok fazla fider ve dağıtım transformator merkezi kapsayan dağıtım otomasyon sisteminde büyük bir dezavantaj olmaktadır. Antenlerin birbirlerini görmesi gerekmeyen VHF telsizlerde ise sağlanan bant dardır ve veri iletişimi çoğu zaman güvenilir olmayabilir.

Radyo haberleşmesinin avantajları;

- İletişim için yeterli band sağlar,
- Dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmez,
- Yüksek güvenilirlik sağlar.

şeklinde sıralanabilir.

Radyo haberleşmesinin dezavantajları;

- Lisans gerektirir,
- Mikrodalga haberleşmede, iki kule arasında sonradan kurulan binalar ve yetişen ağaçlar sorun çıkarır,
- Tekrarlayıcılar (repeater) maliyeti artırabilir.

şeklinde sıralanabilir.

1.1.3.1.1. 4. Uydu iletişimi

Son yıllarda SCADA uygulamalarında uydu haberleşmesi de kullanılmaya başlanmıştır. Uydu yerden gönderilen sinyali alır, yükseltir, frekansı da değiştirir ve başka bir noktaya gönderir. Uydunun frekansı değiştirmesinin nedeni kendisine gönderilen frekansla karışmasını engellemektir. Yeterli band genişliği sağlayan ve arıza yapma oranı düşük olan uydu haberleşmesi, dağıtım otomasyonu için tercih edilebilecek bir iletişim ortamı olmasına rağmen maliyeti çok yüksektir. Uydu göndermek veya var olan uydulardan kanal kiralamak ve yeryüzü terminalleri kurmak çok pahalıdır.

Uydu iletişiminin avantajları;

- Yeterli band genişliği sağlar,
- Arıza yapma oranı düşüktür.

şeklinde sıralanabilir.

Uydu iletişiminin dezavantajları;

- Uydu göndermek masraflıdır,
- Haberleşme için yeryüzünde büyük yer istasyonları kurmak gerekir,
- Haberleşmede yarım saniyelik bir gecikme olur.

şeklinde sıralanabilir.

1.1.3.1.1.5. Fiber optik, metalik kablolu özel hatlar

Fiber optik kablo; metalik iletkenlerin tüm olumsuz özelliklerine karşılık optik fiberlerin belirli üstünlüklere sahip olması sebebiyle ilk olarak çok modlu fiberler kullanılmış, daha sonra gerekli geliştirmeler yapılarak tek modlu fiberler kullanılmaya başlanmıştır.

Optik fiber liflerinde bilgi iletimi için kızılaltı (infrared) dalga boyları kullanılır. Optik fiber yalıtkan bir maddeden (cam) üretildiği için elektromanyetik alanlardan etkilenmez. Böylece aynı kablo içinde olan ayrı lifler de birbirini etkilemezler ve ideal dekuplaj ortamı sağlanır. Diğer bir önemli üstünlük ise alıcı ve verici arasında hiçbir elektriksel bağlantı olmamasıdır. Elektrik sinyali kendisini işleyecek olan (örneğin genliği, frekansı veya sayısal sinyal iletimi söz konusu ise, sinyalin şeklini değiştirecek olan) devreye gelir. Bu devrenin çıkışından alınan elektrik sinyali optoelektronik çeviriciye verilir. Optoelektronik çeviriciler elektriksel uyarılara göre görülebilen veya görülmeyen ışık radyasyonunu üreten yarı iletken devrelerdir. Optik iletim sistemlerinde özel olarak geliştirilen ışık saçan diyotlar (Light Emitting Diode:LED) ile yüksek dereceli yarı iletken (laser diyotlar) kullanılır. Bu malzeme ile akımdaki zamana bağlı değişimler, ışık yoğunluğundaki değişimlere çevrilir. Işık yayıcı veya alıcılarıyla fiber kablonun bağlantısı değişik ek tipleriyle gerçekleştirilir. Kenar ve orta kızılötesi bölgeler yani 800 ile 1800 nm dalga boyları arası fiber optik haberleşme için kullanılmaktadır

Bütün bu üstünlükler hesaba katıldığında optik fiberler; özellikle demiryolları gibi yüksek gerilimli sistem ve hatları içeren ortamlarda, iletim kalitesinin çok önemli olduğu telekomünikasyon işletmelerinde, hafif olmalarından dolayı büyük tonajlı gemilerde, bakır kablolardakinin tersine dışarıdan dinlenmesi neredeyse olanaksız olduğu için askeri haberleşme sistemlerinde kullanılmaktadır.

Fiber optik iletişimde veri iletişimi açısından, elektromanyetik girişimden, darbeden ve toprak problemlerinden etkilenmeyen, çok güvenilir bir ortam sağlanır. Geniş bir band sağladığından dolayı çok yüksek veri hızlarına çıkmak mümkündür. Ayrıca, fiber optik kabloda kısa devre durumları olmadığından yangın gibi problemlere yol açmaz. Bu iletişim yöntemi özel alıcı-vericilere, kablo uçlarında özel konnektörlere ve bu konnektörlerin takılması için eğitim görmüş personele ihtiyaç duyar. İlk yatırım masrafları fazla olmasına rağmen kullanım sırasında ek maliyet getirmediğinden tercih edilebilir.

Yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü SCADA sistemi iletişimi için fiber optik kablolar tercih edilebilir. Bu kabloların yerleştirilmesi, yeraltı güç kablolarının döşenmesi sırasında onlara paralel olarak yapılacağından, ayrıca bir kazı işlemi gerekmeyecek, böylece ilk yatırım maliyeti düşecektir. Fiber optik kablo maliyetleri ise güç kablolarının maliyetlerinin %1-2' si kadar olmaktadır.

Metalik kablo; çok bilinen ve kullanılan bir tekniktir. İleri teknoloji gerektirmez. Ülkemizde de üretilmektedir. Metalik kablonun en büyük dezavantajı elektromanyetik ve elektrostatik etkileşime açık olmasıdır. Bu durum sinyalin elektriksel olarak iletilmesinden kaynaklanmaktadır. Gürültüden etkilenmeyi en aza indirmek için ekranlı, twisted pair tip kablolar kullanılabilir. Bu kabloların iyi topraklanması gerekir. Sadece başlarda topraklama yetmez belli aralıklarda topraklanmalıdır.

1.1.3.1.1. 6. Kablosuz (wireless) haberleşme

Elektromanyetik dalgaların geniş frekans aralıklarında yayılımı analitik ve deneysel metotların çoğalmasından ve teknolojinin hızla yaygınlaşmasından sonra mobil cihazların sabit IP adresi almaları ile birlikte hem güvenli hem de çok daha ucuz veri transferi ve gözlemleri yapılmaktadır. Bu metodla, karşılaşılan mevcut sisteme göre

gerek analog gerekse digital veriler alınıp, kontrol edilebilir. Aynı şekilde analizler sonucunda, komut verilip sisteme hükmedilebilir.

1.1.3.2. İletişim Mimarisi

İletişim Mimarisi aşağıda belirtilen etkenlere göre belirlenmektedir.

- Sistemde kullanılacak RTU' ların sayısı,
- RTU'ya bağlı birimler ve bu birimlere ulaşım hızı,
- RTU'ların yerleşimi,
- Elde bulunan haberleşme kolaylıkları,
- Ulaşılabilecek haberleşme teknikleri ve araçları.

1.2. SCADA Sisteminin Avantajları

SCADA sistemi ile kontrol altında tutulan ve izlenen bir elektrik dağıtım sisteminin tüketiciye sağladığı en büyük kazanç; mevcut enerjinin en tasarruflu şekilde kullanılması, can ve mal güvenliği açısından da riskleri ortadan kaldırmasıdır. Bunun dışında sistemin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Kontrol edilen elektrik dağıtım sistemine ait enerji parametreleri sürekli izlenebildiğinden enerji sarfiyatı kontrol altındadır.

- Sistemdeki tüm ekipmanların arıza durumları anında otomasyon sisteminden izlenebildiğinden arızaya zaman kaybetmeden müdahale söz konusudur.

- Son kullanıcının istekleri de göz önünde bulundurularak oluşturulmuş senaryoya göre çalışan otomasyon sistemi, saha ekipmanlarına hatasız kumanda edeceğinden dolayı insan inisiyatifinde çalışan sistemlere oranla çok daha güvenli ve tehlikesiz olacaktır.

- Otomasyon sistemleri, insan hatalarını ortadan kaldırdığı gibi çok az sayıda bir personelle de kontrol altında tutulabilir.

- Sistemde çalışan senaryoya yük alma ve yük atma prosesleri dahil edilebilir.

Bu da enerji sarfiyatını en optimum seviyede tutar. Aynı zamanda sistemdeki ekipmanın ömrünü uzatır. Yük alma ve yük atma prosesleri, elektrik üretim noktalarındaki (transformatör/generatör) veya belli elektrik tüketim noktalarındaki yüke göre (çektığı

akım veya güce göre) bu noktalardaki yükleri devreye alır veya çıkarır. Bu da enerji sarfiyatını minimuma indirir.

- Sisteme ait parametrelerin anlık değerlerinin izlenebilmesinin yanında geçmişe dönük değerlere de ulaşmak mümkündür. Bunları rapor halinde alabilme imkanı da mevcuttur. Böylece tüm tesisin performansı hakkında bilgi sahibi olunur ve gerekli tedbirlerin zamanında alınmasına imkan verir. Son teknoloji ile kurulan otomasyon sistemleri, yazılım ve donanım olarak son derece açık sistemlerdir. Sonradan genişleyebilme ve değiştirilebilme özelliklerine sahiptir. Hatta başka sistemler de otomasyon sistemine entegre edilebilir.

- Elektrik dağıtım sisteminde kullanılan cihazların optimizasyonu mümkündür.

- Şebeke kalitesinin analizi imkanı sağlar.

-Önceden alarm verdirterek, açmadan önce sisteme müdahale olanağı mevcuttur.

-Arızanın sebebinin anında belirlenmesi ve herhangi bir sorun halinde merkezden tüm tesise müdahale imkanı sunmaktadır.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

SCADA sisteminde asıl amaç, alt istasyonlardaki sinyalleri ve ölçüm değerlerini bir kumanda ve kontrol merkezinde toplamak, istasyonların kumandasını bu merkezden gerçekleştirerek zamandan ve personelden tasarruf yapmaktır (TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara Şubesi Haber Bülteni, Sayı: 2006-5).

Mobil kablosuz sistem kullanarak WEB tabanlı SCADA sistem uygulamaları ülkemizde yeni başlamış olup gelecekte su, elektrik, doğalgaz dağıtımını gibi birçok alanda kullanılacaktır. Mobil, WEB ve SCADA sistemlerinin entegre çalışması sonucu oluşan sistemlerde kullanıcılar arasında iletişim hızı, veri bütünlüğü, veri güvenliği ve olaylara müdahalenin kolaylaştığı saptanmıştır (Sucubaşı, 2007).

Elektrik dağıtım şebekelerinin kontrol ve kumandası SCADA sistemlerinin üzerinden yapılması neticesinde; hız ve verim çok artmaktadır. Bu durumun en önemli getirisi, imalatçıların üretim maliyetlerinin elektrik enerjisi şebekesinde meydana gelen bu gibi haller nedeniyle daha da artmasının önüne geçilmesidir. Ayrıca sistem, işletme personelinin can güvenliği korunarak enerjilendirilmiştir (Erdem, 2005).

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 gözlenerken denetlenebilmesi, ortaya çıkabilecek anormal durumlara erken müdahale edilebilmesi, artan ihtiyaca paralel olarak ileriye dönük plan ve programların yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Veri iletişim teknolojisi ve onun bir uygulaması olan SCADA sisteminin TEAŞ'taki uygulaması incelenmiş, uygulamada ortaya çıkan problemlerin çözümü için yeni öneriler getirilmiştir (Aktepe, 1999).

Ülkemizde elektrik üretim ve iletim tesisleri için SCADA çalışmaları 1980'li yılların ikinci yarısında başlamıştır. Milli yük tevzi çalışmaları çerçevesinde sınırlı özelliklere sahip SCADA / EMS (Enerji Yönetim Sistemi) Ankara-Gölbaşı TEK tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Bu sistemin daha teknolojik düzeye getirilme çalışmaları devam etmektedir. Elektrik dağıtım tesislerinde SCADA çalışmaları ise 1990'lı yılların ilk yarısında başlamıştır. Bu çalışmalar çerçevesinde, Ankara, İstanbul,

Bursa, Konya, Eskişehir, Gaziantep illerimizde Master Proje çalışmaları devam etmektedir. Halen Kayseri ilimizde yalnızca indirici merkezler arasında uygulanmış sınırlı fonksiyonlara sahip bir SCADA sistemi çalışmaktadır (Berçin, 1997).

Ülkemizde yeni yeni olgunlaşan ve dünyada da hiç eski olmayan bir teknoloji olan SCADA sistemlerinin su, elektrik, doğalgaz dağıtım şebekelerinde ve diğer uygulamalarda en uygun sistemin yapılabilmesi için sisteme en uyumlu cihazlarla ve en uygun yazılımlarla çalışması şarttır. Önemli olan SCADA kurulduktan sonra sistemin değerlendirilebilmesidir. Değerlendirilemeyen sistemler SCADA'nın sağladığı faydaları dahi ortadan kaldırarak zararlar getirmiştir (Özkan, 2006).

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 duyması 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 (Saydam, 2001).

SCADA yazılım paketleri endüstriyel tesislerde genellikle tesis kontrolünü sağlayan, bilgisayar denetimi yapmakla beraber, çeşitli özel hat ve bağlantı protokolleri ile sistemin çok uzak noktalardan kontrolünü sağlamada büyük kolaylıklar sunmaktadır (Pekiner, 1999).

3. METERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmanın materyalini; Van ili Elektrik Dağıtım Sisteminde bulunan DM-5 dağıtım merkezinden beslenen fiderlere ait donanımlı hücrelerdeki OG kesiciler, OG akım transformatörleri, OG gerilim transformatörleri, OG koruma kumanda panoları ve yeni tesis edilecek kablosuz haberleşme teknolojisi kullanmaya uygun yeni nesil elektronik röleler, modem, RS485 ve bir adet laptop dizüstü bilgisayar oluşturmaktadır.

3.1.1. Röleler

Sekonder rölelerin kronolojik gelişimlerinde ilk sırayı elektromekanik röleler almaktadır. Bu röleler, elektromekanik çekme veya endüksiyon disk ilkesine göre çalışan rölelerdir. Türkiye Elektrik Kurumu'nun ilk yıllarından itibaren hem iletim hem de dağıtım sisteminde yaygın olarak kullanılmıştır.

Elektromekanik rölelerden sonra içinde hareketli parça üniteleri olmayan (solid-state) elektronik röleler üretilmiştir. Bu rölelerin çalışma prensibi, röleye giren elektriksel büyüklük, gerilime çevrildikten sonra kırılarak kare dalgaya çevrilir ve integratör devresinden geçirilerek sinyal seviye kontrolü yapılır. Rölenin ayar değeri aşılmışsa, tetik (triger) devresi ateşlenerek çıkış alınır. Şu an dağıtım tesislerinde görebileceğimiz rölelerin büyük bir kısmını bu tür röleler oluşturmaktadır.

2004 yılından itibaren elektronik rölelerden mikroişlemcili dijital (sayısal) rölelere geçiş yapılmıştır. Bu rölelerin çalışma prensibi olarak, rölenin giriş devresinde yer alan analog elektriksel büyüklükler dijital değerlere çevrilir ve mikroişlemciye iletilir. Mikroişlemcide röle ayar değerleri bir program (yazılım) olarak bulunur. Bu özellik sayesinde, aynı röle ünitesi içerisinde, değişik koruma fonksiyonları yapılabilmektedir. Mikroişlemcili sekonder rölenin genel görünüşü şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Mikroişlemcili sekonder rölenin genel görünüşü

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. Dijital röleler, son 20 arızanın kaydını yapabilecek özelliktedirler. En son arıza kaydı ise röle arayüz programı vasıtasıyla osilografik kayıt olarak bilgisayar ortamına aktarılabilmekte ve osilografi kayıtlarında arıza öncesi ve sonrası dalga formu görüntülenebilmektedir.

Röleler sahip olduğu RS-485 portu üzerinden IEC 60870-5-103 protokolünü kullanarak iletişim yapabilmektedirler. Rölenin ön yüzünde servis amaçlı RS-232 portu bulunmaktadır. Rölenin programı düzenleme ve ayarlar için kaybolmayan bir hafızaya sahiptir. IEC ve ANSI standartlarına uygun, seçilebilir, Sabit zaman ve Ters zaman karakteristiği mevcuttur. Hassas ayar aralığı ve doğrulukları test edilmiş çok sayıda eğri ile röle koordinasyonunun sağlanması kolaylaşmıştır. Kesici bakımı için arıza akımı sayıcısı fonksiyonuna haizdir. Rölelerle, kesiciye uzaktan, yakından ve haberleşme portu vasıtasıyla açma-kapama işlemi yaptırılabilir. Bu özelliklerinin yanı sıra kırsal kesimlerde kullanılmak üzere tekrar kapama özelliği de isteğe göre programlanabilir.

Elektrik dağıtım sistemlerinde besleme noktası ile hatanın oluştuğu nokta arasında iki veya daha fazla koruma cihazının bağlı olduğu durumlarda hata yerine en yakın koruma cihazının çalışarak sadece hatalı bölümü devre dışı etmesine “seçici çalışma” bu şekilde çalışmayı sağlayan ayar işlemine “röle koordinasyonu” denir.

Uygulamamızda röle olarak Mikroişlemcili Tekrar kapamalı Aşırı akım ve toprak kaçağı rölesi olan MC-30R kullanılmıştır. Lokal olarak üzerindeki LCD ekran sayesinde 4 adet tuş takımından veya RS232 haberleşme kapısı üzerinden veya terminal bloklarında yer alan RS485 uzaktan haberleşme yoluyla yönetilir. Rölenin 2 sıra x 8 karakterli LCD ekranı mevcut bilgiyi gösterir.

3.1.2. Kesiciler

Kesiciler elektrik güç şebekelerinde kapalı devrenin oluşmasını sağlayan ve bu devreyi boşa, yükte ve özellikle kısa devre durumunda açabilen ve kapayabilen ve bu işi hem elle kumanda hem de otomatik kumanda yardımıyla yapabilen denetleme elemanıdır. Bir kesicinin görevi kapalı konumda devreden güç akışını sağlamak ve açık konumda ise devreden güç akışını engellemektir. Kesiciler yapılarına ve kullanım alanlarına göre havalı kesiciler, vakumlu kesiciler, az yağlı kesiciler ve SF6 gazlı kesiciler olarak sınıflandırılırlar.

Uygulamamızda 15 kV, 630 A, 12.5 kA SF6 gazlı kesici kullanılmıştır. Ark söndürme ortamında SF6 gazı bulunan bu kesiciler; güvenli olmaları, gazın uzun süre kullanılması, dielektrik dayanımının yüksek olması, mekanik dayanıklılığı, fiyatının çok yüksek olmaması, bakım ve onarım masraflarının az olması, az yer kaplaması, açma kapama sayısının yüksek olması ve kullanımının yaygın olması nedeniyle tercih edilmektedir. Kısa devre akımlarını hızlı kesme süresi önemli arızaların büyümesini önler. Genelde kesicinin içinde bulunan SF6 gazı 2-3 bar civarında bir basınç değerine sahiptir. Kesici ark sırasında kesme ortamındaki düşük basıncı devam ettirir ve SF6 gazının özelliğinden dolayı herhangi bir patlama veya gaz tutuşması söz konusu olmaz. SF6 gazlı bir kesicinin genel görünüşü şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. SF6 gazlı bir kesicinin genel görünüşü

3.1.3. Ölçü transformatörleri

Transformatör merkezlerinde, transformatör postalarında, transformatör ölçü hücrelerinde ve benzeri yerlerde, ölçü aletleri ve koruma röleleri yüksek gerilimli devrelere doğrudan bağlanamazlar. Bu nedenle ölçü transformatörleri kullanılır. Ölçü transformatörleri ölçü aletlerini yüksek gerilimden yalıtma ve ölçmeleri alçak gerilime veya düşük akıma indirgeme görevi yaparlar. Ölçü transformatörlerinin yükleri ikinci devrelere bağlanan ölçü aletleri ve rölelerdir. Ölçü transformatörlerinin ikinci devreleri topraklandığı ve alçak gerilimli olduğu için tehlikesiz bir duruma getirmiş olur. Kullanılacak ölçü transformatörleri ölçülecek büyüklüklere uygun olmalıdır. Güç, akım ve gerilim bakımından yeterli olmayan ölçü aletleri bozular, yanar ve devrede arızalara neden olabilir. Ölçü transformatörleri akım ve gerilim transformatörleri olarak ikiye ayrılır.

3.1.3.1. OG akım transformatörleri

OG akım transformatörleri OG'de akımı ölçmek için kullanılırlar. Akım transformatörleri akımı belirli bir çevirme oranıyla ölçülebilir değerlere düşürmenin yanında ölçü ve koruma cihazlarını da yüksek gerilimden yalıtarak koruma sağlamaktadır. Akım transformatörlerinin sekonder akımı genellikle 1A, 5A veya 10A olarak imal edilebilirler. Akım transformatörlerinin sekonder tarafında genellikle ampermetre bulunur. İşletme durumunda primeri gerilim altında olan akım transformatörlerinin sekonderi kısa devre edilmelidir. Ayrıca akım transformatörlerinin sekonder tarafı mutlaka topraklanmalıdır.

Uygulamada kullanılan akım transformatörü kuru tip, 1 class, 100/5-5 A özelliğindedir. OG akım transformatörünün genel görünüşü şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. OG akım transformatörünün genel görünüşü

3.1.3.2. OG gerilim transformatörleri

OG gerilim transformatörleri görev bakımından akım trafoları gibi yüksek gerilimdeki değerleri alçak gerilimdeki ölçü cihazları ile ölçülebilir değerlere indirme ve ölçü cihazlarını yüksek gerilimden yalıtma işlevini yerine getirmektedir. İkinci devrelerinde oluşturulan gerilimle ölçü yapmanın yanı sıra koruma rölelerini çalıştırmak için de kullanılırlar. 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.

Uygulamada kuru tip, 15/0.1 kV geriliminde, 800 VA gücünde tek primer tek sekonder sargılı gerilim transformatörü kullanılmıştır. Fider koruma rölesi kullanılması durumunda gerilim bilgisi alınmaktadır. OG gerilim transformatörünün genel görünüşü şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. OG gerilim transformatörünün genel görünüşü

3.1.4. Bilgisayar

Bilgisayar, kontrol merkezindeki her türlü ek üniteler üzerinde, denetimi ve koordinasyonu sağlayan birimlerdir. Bu işlevleri giriş, çıkış, bellek, merkezi işlem birimi, bilgisayar işletim sistemi ve uygun yazım programları vasıtası ile yerine getirmektedir. Uygulamada Pentium 1,73 GHz, 500 MB RAM dizüstü bilgisayar kullanılmıştır.

Monitörler görüntüleme birimleridir. Yüksek çözünürlüğe sahip, SCADA sistemleri için uygun boyutlarda (17, 19 inç veya daha büyük), düşük radyasyon yayan monitör tercih edilmelidir.

3.1.5. Modem

Uygulamada GSM modem kullanılmıştır. Siemens MC35i Terminal tip supply voltage 8-30 V DC, supply current 200 mA/ 12 V, 100 mA 24 V özelliklerinde modem tercih edilmiştir. Bilgisayarımızın Başlat menüsünden Donatılar-İletişim-Hyper terminal kısmında isim atanıp com1'den saniyedeki bit sayısı 115200 seçildikten sonra akış denetimi yok tercihinden sonra bağlantı kes-bağlantı kur ve hyper terminal bölümüne; PC için at+cbst=71, at+ipr=19200, at&d2, at&w0 Remote için at+cbst=71, at+ipr=19200, at&d2, ats0=1, at&w0 yazılarak modem haberleşme için tanımlanmış olur.

3.1.6. Yazıcı

Çeşitli rapor dosyalarını ve grafik bilgilerini kağıda aktarmak amacıyla kullanılır. Uygulamada Lexmark C524 renkli tip yazıcı kullanılmıştır

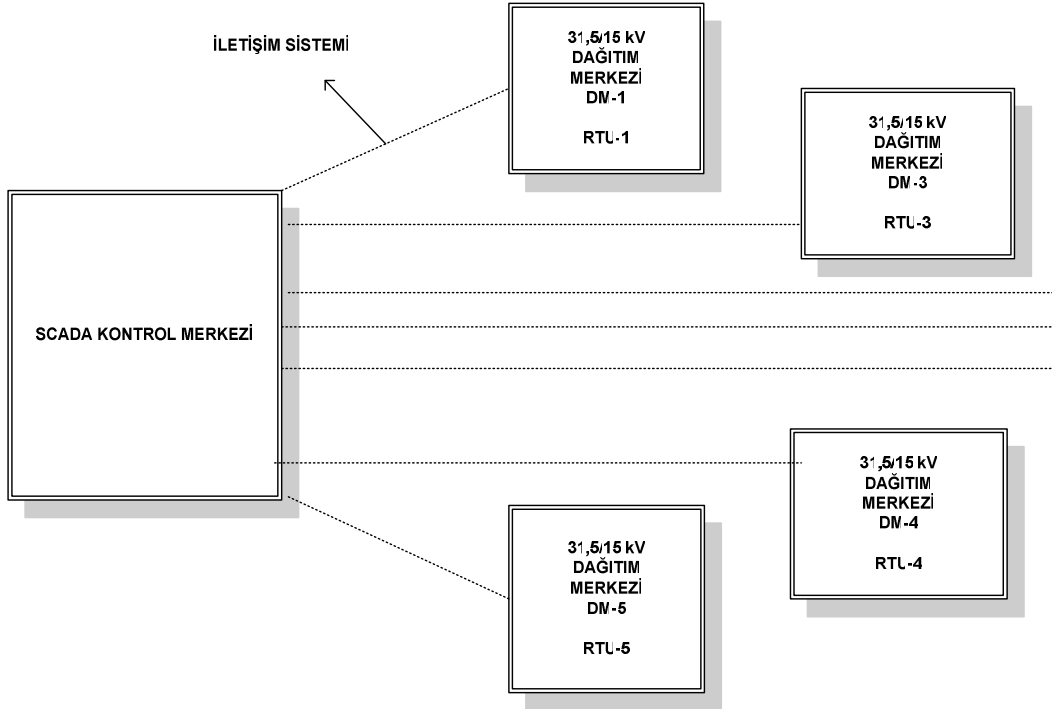
3.1.7. Kesintisiz Güç Kaynağı

Kontrol Merkezinde bilgisayar ve çevre donanımlarına kesintisiz akım sağlayacak bir kesintisiz AC ve DC güç kaynağı bulunmalıdır. Uygulamada 1500 VA, AC/DC 1 faz giriş, 2 faz çıkış kesintisiz güç kaynağı kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

VANGÖLÜ Elektrik Dağıtım Şirketi, Van İl Müdürlüğü sorumluluğunda olan elektrik dağıtım sisteminde özelde DM-5, TR ve KÖK binalarında bulunan ölçü yada koruma cihazlarının RS 485 seri portu üzerinden mikroişlemcili tekrar kapamalı aşırı akım ve toprak kaçağı özelliği olan sekonder röle ile, elektrik dağıtım tesislerine GSM marifetiyle İşletme Müdürlüğü Merkezinde kurulacak Server PC, GSM Modem ve Modbus uzaktan haberleşme protokolünü kullanan röle arayüz programını kullanarak uygulamalı otomasyonlarını gerçekleştirmek, uzaktan bilgi almak ve kumanda etmek üzere SCADA uygulaması yapılacaktır. Yapılan uygulama aşağıda belirtilen aşamalara göre gerçekleştirilmiştir.

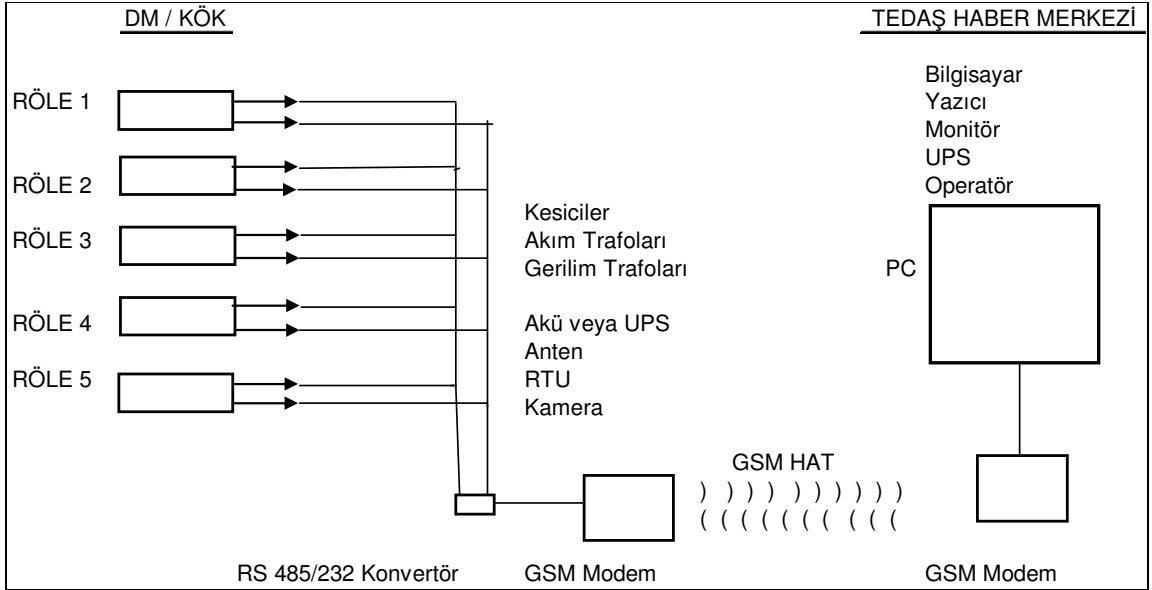
1. Elektrik Dağıtım Tesisinde yapılacak SCADA uygulaması için ilk aşamada elektrik dağıtım şebekesinin tek hat şeması incelenerek prensip şema belirlendi. Belirlenen OG elektrik dağıtım SCADA'sı prensip şeması şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. OG elektrik dağıtım SCADA'sı prensip şeması

2. Gerekli materyaller olan GSM modemler, mikroişlemcili tekrar kapamalı aşırı akım ve toprak kaçağı özelliği olan sekonder röle ve arayüz programı, RS485/232 dönüştürücü, bir adet bilgisayar, monitör, yazıcı, kesintisiz güç kaynağı ve iki adet GSM hat temin edildi.

3. Yapılacak SCADA uygulamasının blok diyagramı belirlendi. Belirlenen blok diyagramı şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. SCADA uygulaması blok diyagramı

4. SCADA uygulmamız için öncelikle mikroişlemcili tekrar kapamalı aşırı akım ve toprak kaçağı özelliği olan sekonder rölenin arayüz programı temin edildi. RTU olarak röle ve RTU yazılımı olarak da röle arayüz programı kullanılmıştır. Sekonder röle Modbus uzaktan haberleşme protokolünü kullanmaktadır. Kullanılan program şifreli olduğundan sistemin güvenliği sağlanmıştır. Programın fonksiyonları incelenerek çalışma prensibi benimsenmiştir.

5. GSM modemleri bilgisayara tanıtılmıştır. Bilgisayarın Başlat menüsünden Donatılar- İletişim- Hyper terminal kısmında isim atanıp com1'den saniyedeki bit sayısı 115200 seçildikten sonra akış denetimi yok tercihinden sonra bağlantı kes-bağlantı kur ve hyper terminal bölümüne;

PC için at+cbst=71, at+ipr=19200, at&d2, at&w0

Remote için at+cbst=71, at+ipr=19200, at&d2, ats0=1, at&w0 yazılarak modem haberleşme için tanımlanmıştır.

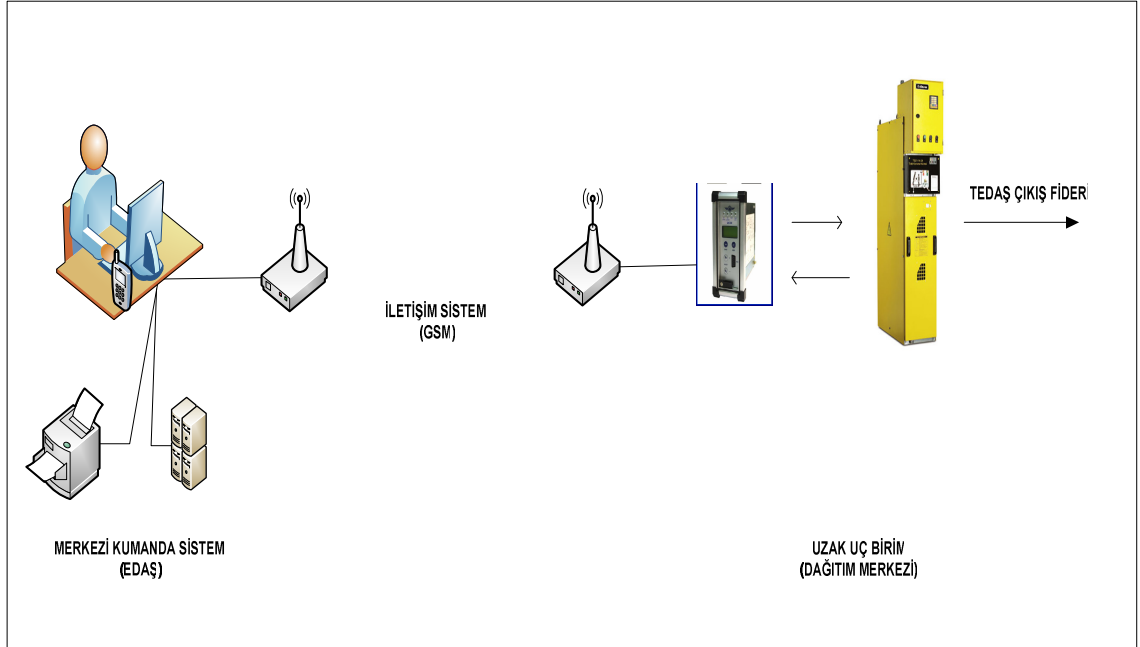
6. Dağıtım merkezinde bulunan tüm çıkışlara sekonder röle montajları yapıldı.

7. Dağıtım merkezinde bulunan tüm çıkışlara ait sekonder rölelerin seri port üzerinden bağlantısı RS485/232 dönüştürücü vasıtasıyla yapıldı.

8. Dağıtım merkezinde DC besleme kaynağı mevcut olduğundan Ana kontrol merkezinin bilgisayarı için kesintisiz güç kaynağı montajı yapıldı.

9. Dağıtım merkezi çıkışlarına ait akım trafo oranları belirlenerek röle sistem ayarları ve fonksiyon ayarları yapıldı. Dağıtım merkezinin girişine ait röle ayarları ve çıkışlarına ait röle ayarları yapılarak çıkışlardan gelen arızanın tüm Dağıtım merkezini enerjisiz bırakmaması için röle koordinasyonu yapıldı.

10. SCADA uygulaması bağlantı şeması oluşturuldu. Oluşturulan bağlantı şeması şekil 3.7'de verilmiştir. Bağlantı şeması uygulaması fiili olarak gerçekleştirildi.

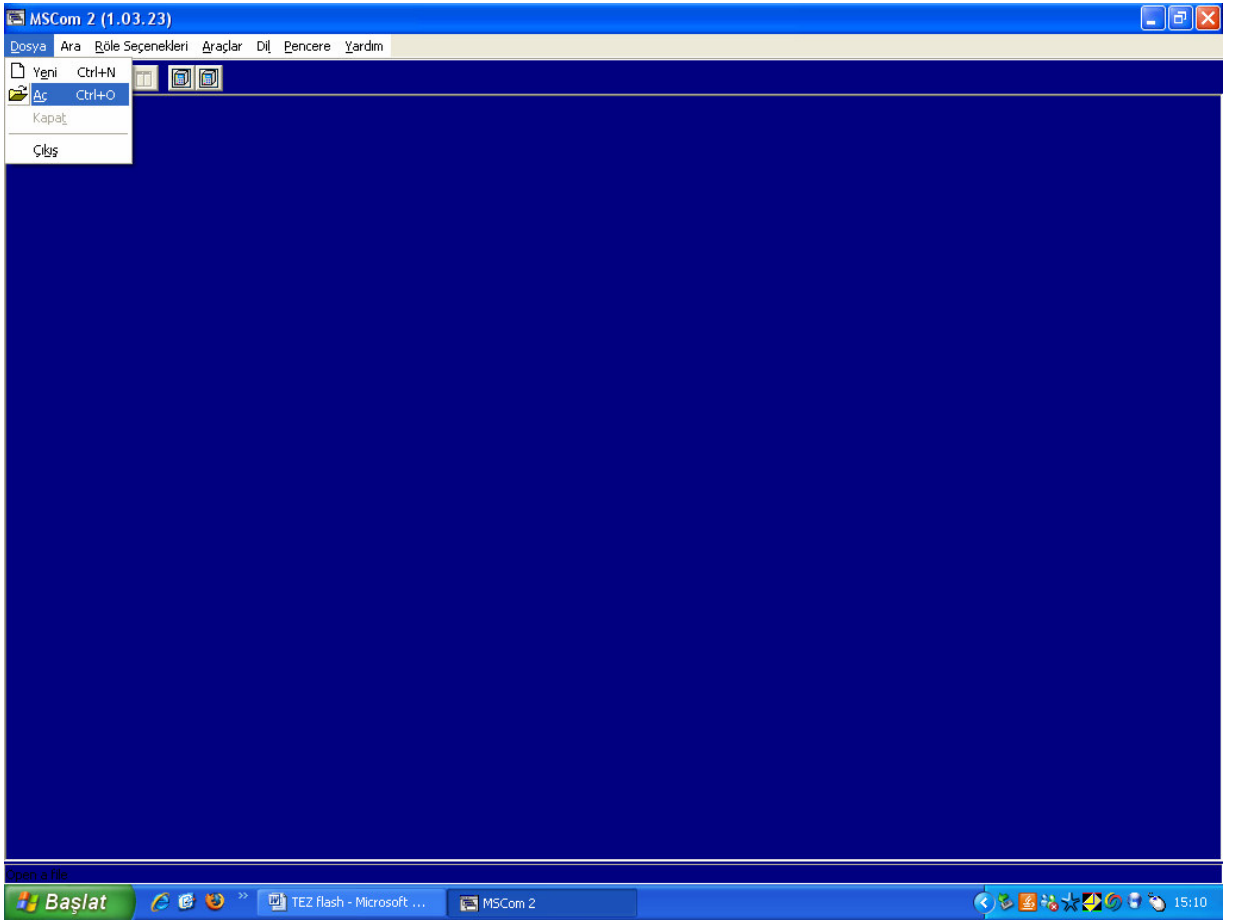


Şekil 3.7. SCADA uygulaması bağlantı şeması

4. BULGULAR

Uygulamalı olarak; otomasyon gerçekleştirmek, uzaktan bilgi almak ve kumanda etmek üzere SCADA uygulaması aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

Ana sayfa menüsünde dosya, ara, röle seçenekleri, araçlar, dil, pencere ve yardım menüleri mevcuttur. Ana sayfanın genel görünüşü şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Ana sayfa

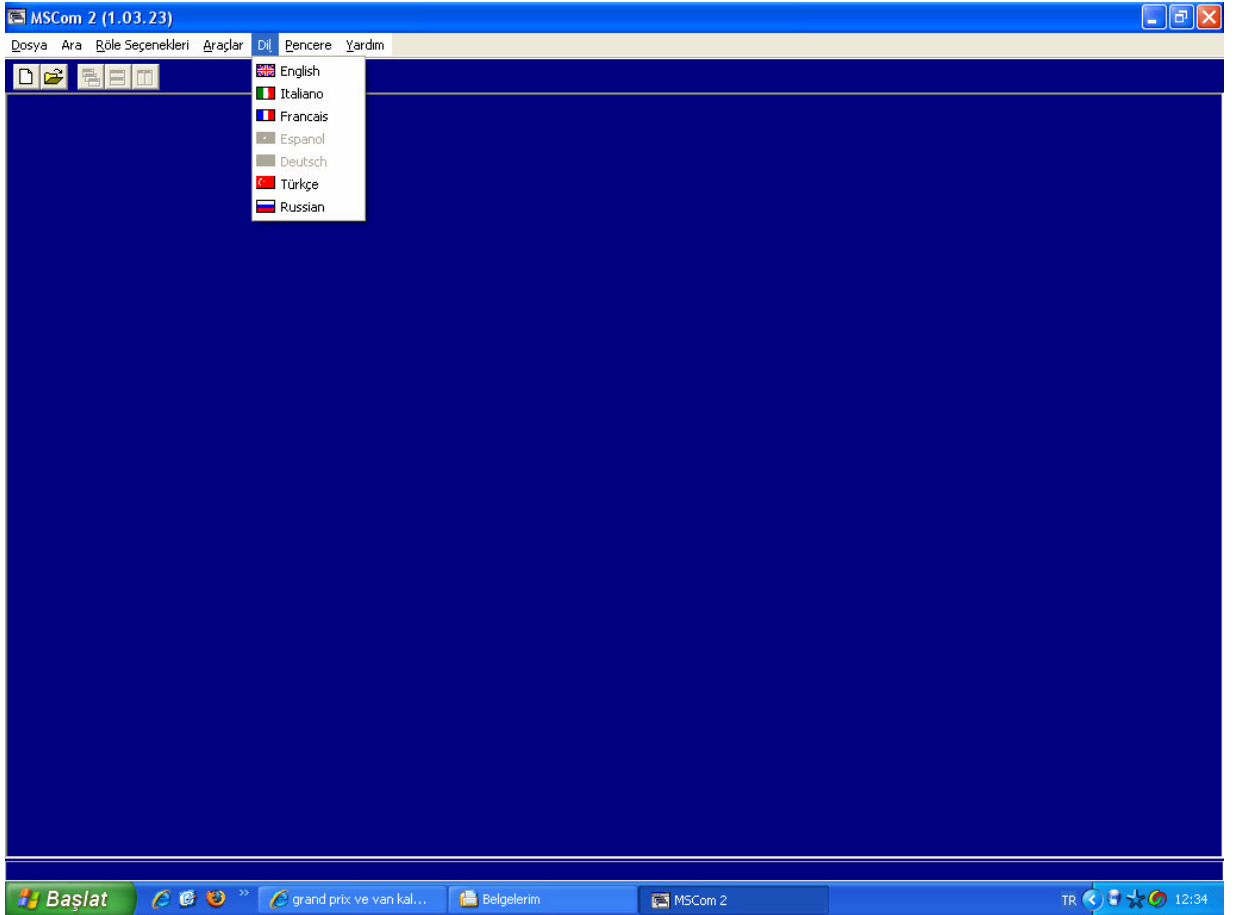
Ana sayfadan dil seçimi, röle modelinin seçimi, modem kurulumu, uygulamadaki diğer menülere geçişler, sistemin kapanması yapılabilmektedir.

Dosya menüsünde; Röle modelinin seçimi için yeni, bilgisayarda kayıtlı röle ayarlarını programa yüklemek için aç, programdan çıkış için çıkış seçenekleri bulunur.

Seri portta röle kurulumu ayarları için ara menüsü, Dağıtım Merkezinden çıkışların rölelerini adres numarası ile sıralamak için röle seçenekleri menüsü, bağlantı kurulan rölelerin her birini simgesel görüntülemek için pencere menüsü mevcuttur.

Programın Dili:

Rölenin kullanılabileceği dillerin listesi dil menüsünde bulunmaktadır. Uygulamada dil olarak Türkçe Dili tercih edilmiştir. Programın dili şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Programın dili

Röle modeli:

Dosya menüsünden yeni seçilince röle modeli seçimi için şekil 4.3'teki ekrandan seçilecek rölenin serisi ve sonrasında da tipi seçilir ve ayar yapılarak ayar parametreleri bir dosyada hazır tutulabilir. Ancak bağlantı durumunda bağlı olan röle modelini program kendisi otomatik olarak tanımaktadır. Uygulamamızda kullanılan rölenin tipi mikroşemcili tekrar kapamalı aşırı akım ve toprak kaçağı rölesi tip MC-30R'dir. Burada MC: Microelettrica Scientifica, 30 rölenin üç faz + toprak korumalı olduğunu, R ise; rölenin tekrar kapama özelliğinin olduğunu göstermektedir.



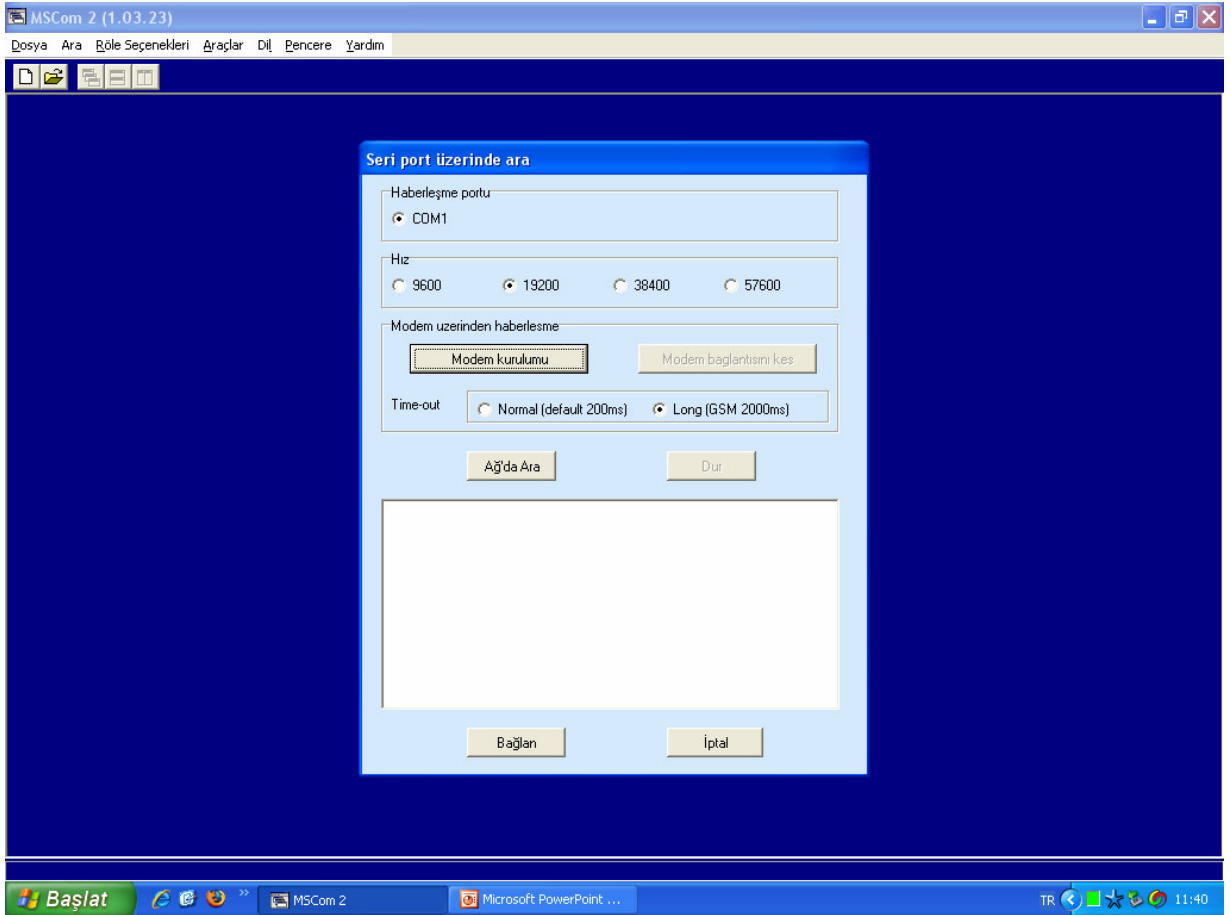
Şekil 4.3 Rölenin tipi

Modem kurulumu:

Merkezi Kumanda Sistemi olarak kullanılan haber merkezinde MC-30R sekonder rölenin arayüz programı kullanılarak M-5 indirici merkezimizde bulunan GSM modemle haberleşme kurulabilmesi için;

- 1- Seri port üzerinden ara
- 2- Modemin haberleşme hızı belirlenir (19200 MHz)
- 3- Modem üzerinden haberleşme kurulumu için time-out olarak Long(GSM 200 ms) belirlenir.
- 4- Modem kurulumu komutu verilir.

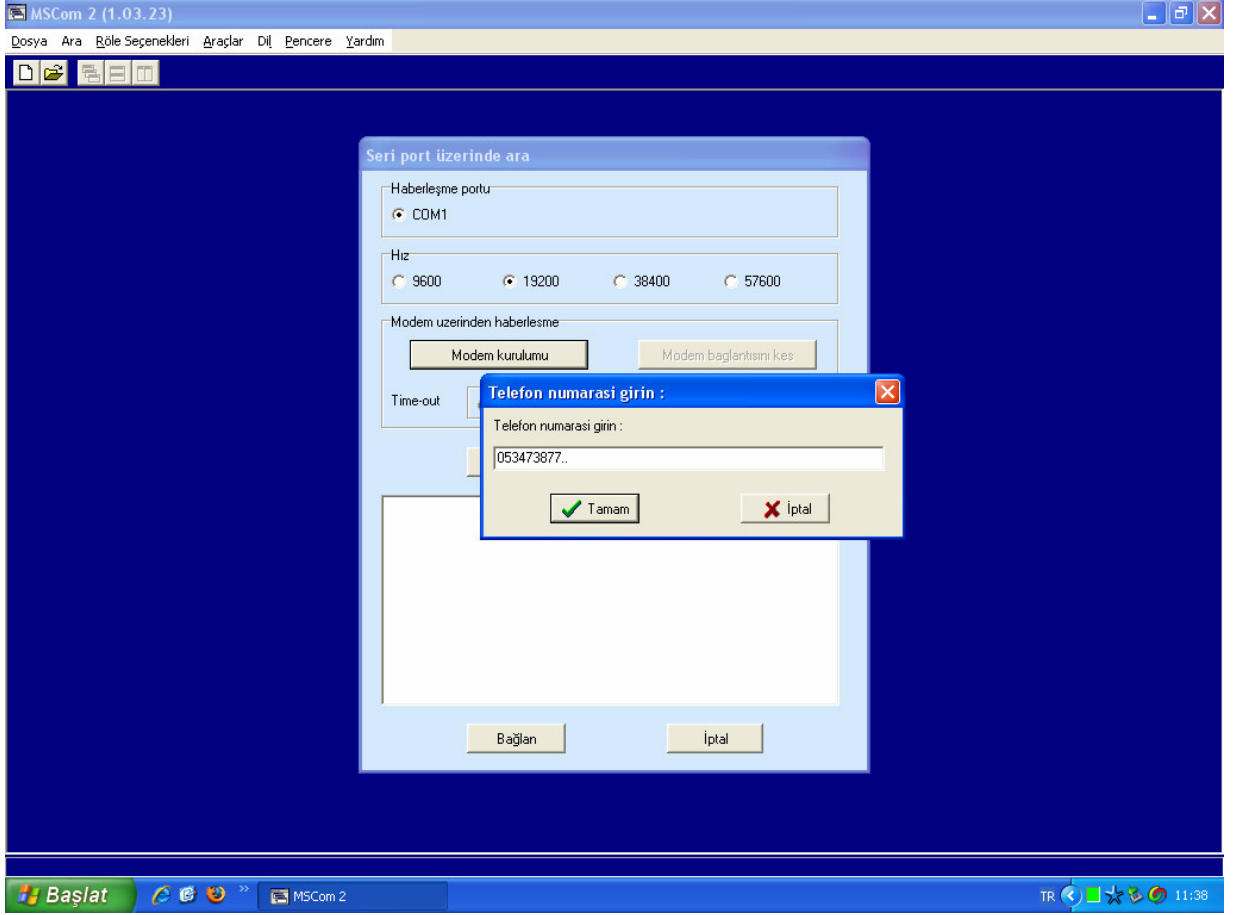
Dağıtım merkezinde bulunan röle ile haberleşme kurulumu şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Dağıtım merkezinde bulunan röle ile haberleşme kurulumu

5- Dağıtım merkezinde bulunan GSM modemün telefon numarası girilir.

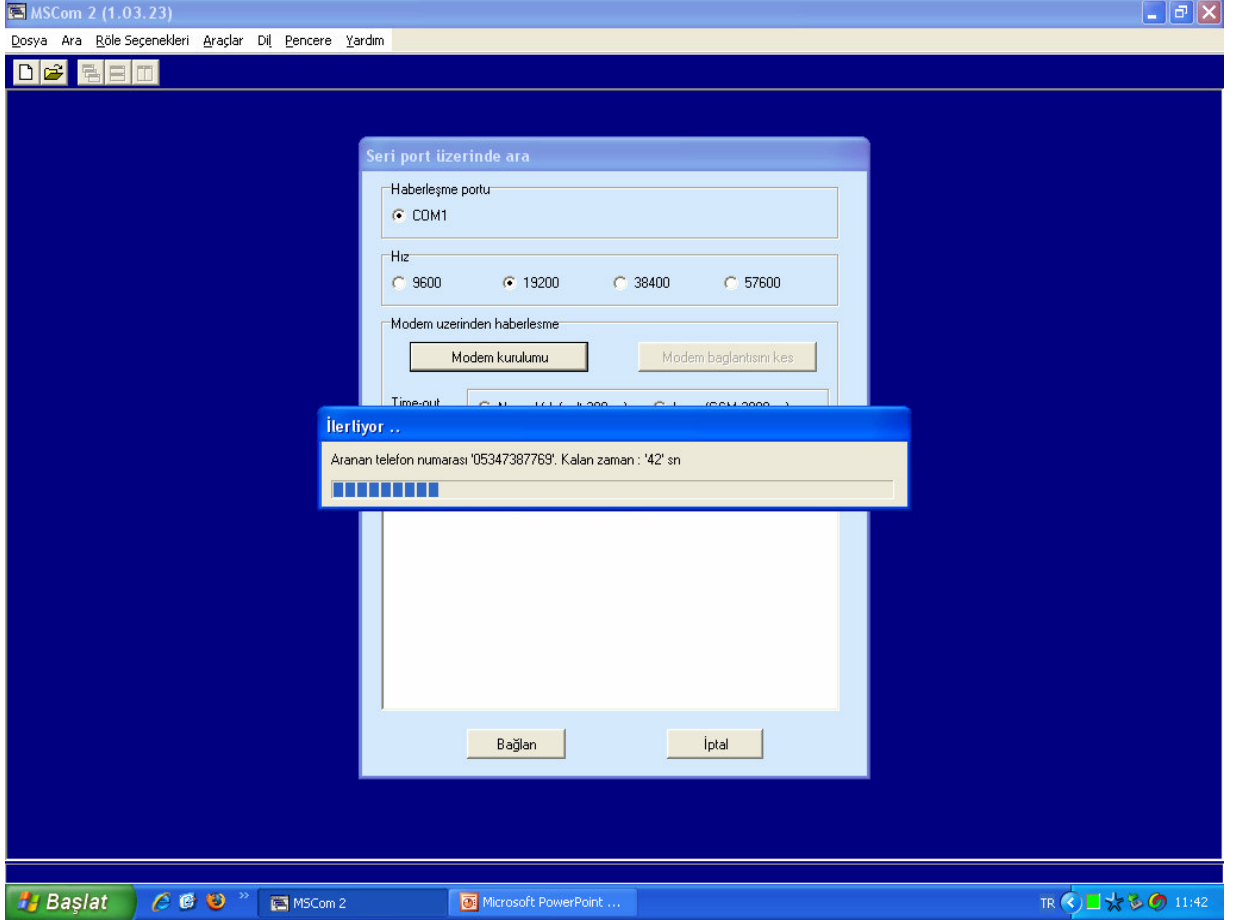
Dağıtım merkezinde bulunan GSM modeme ait telefon numarası ile bağlantı kurulumu şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Dağıtım merkezinde bulunan GSM modem ile bağlantı kurulumu

6- Bağlantı kuruluyor.

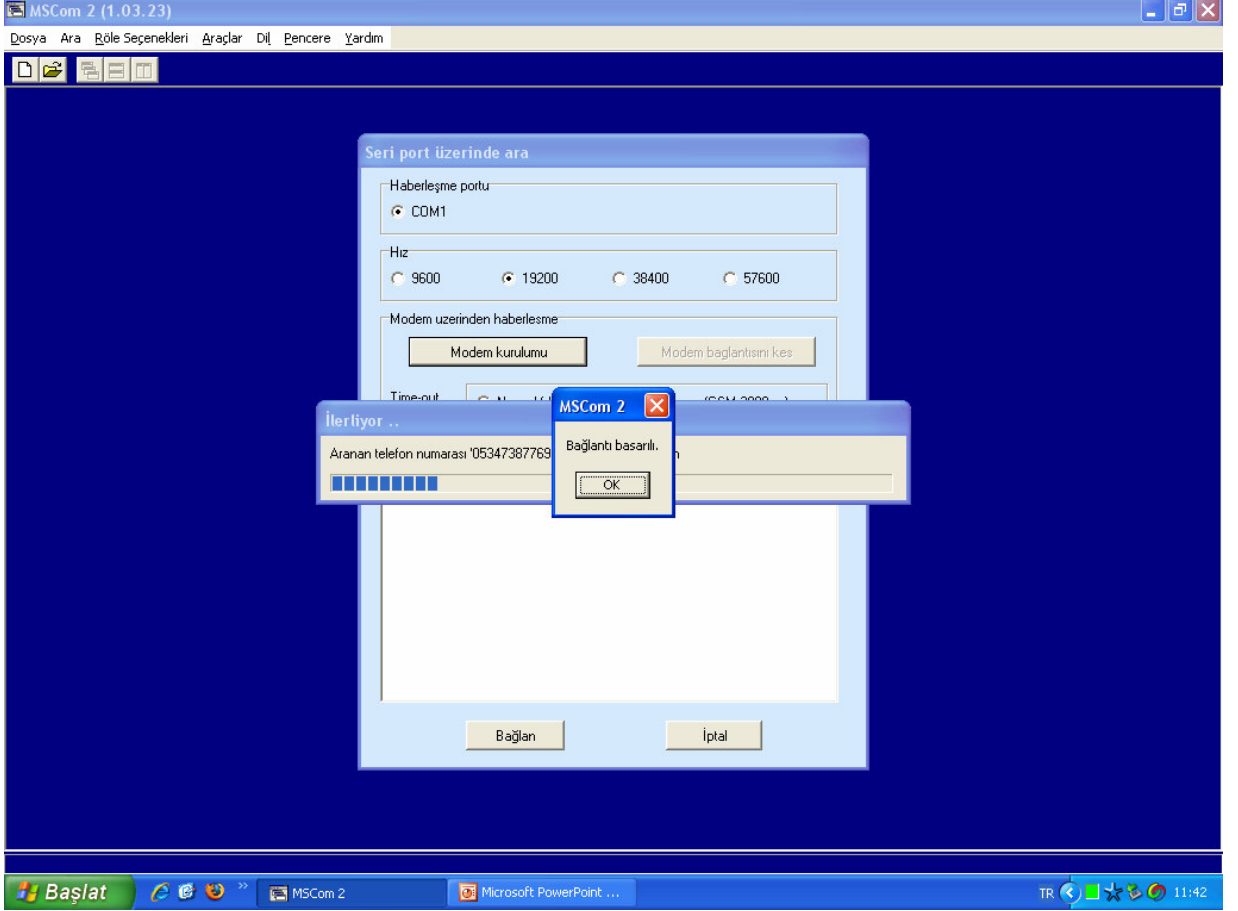
Bağlantı kurulma anı şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Bağlantı kurulma anı

7- DM-5’de bulunan modem ile bağlantı sağlandı.

DM-5’te bulunan modem ile bağlantının sağlanması durumu şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Bağlantı başarılı mesajı alınması.

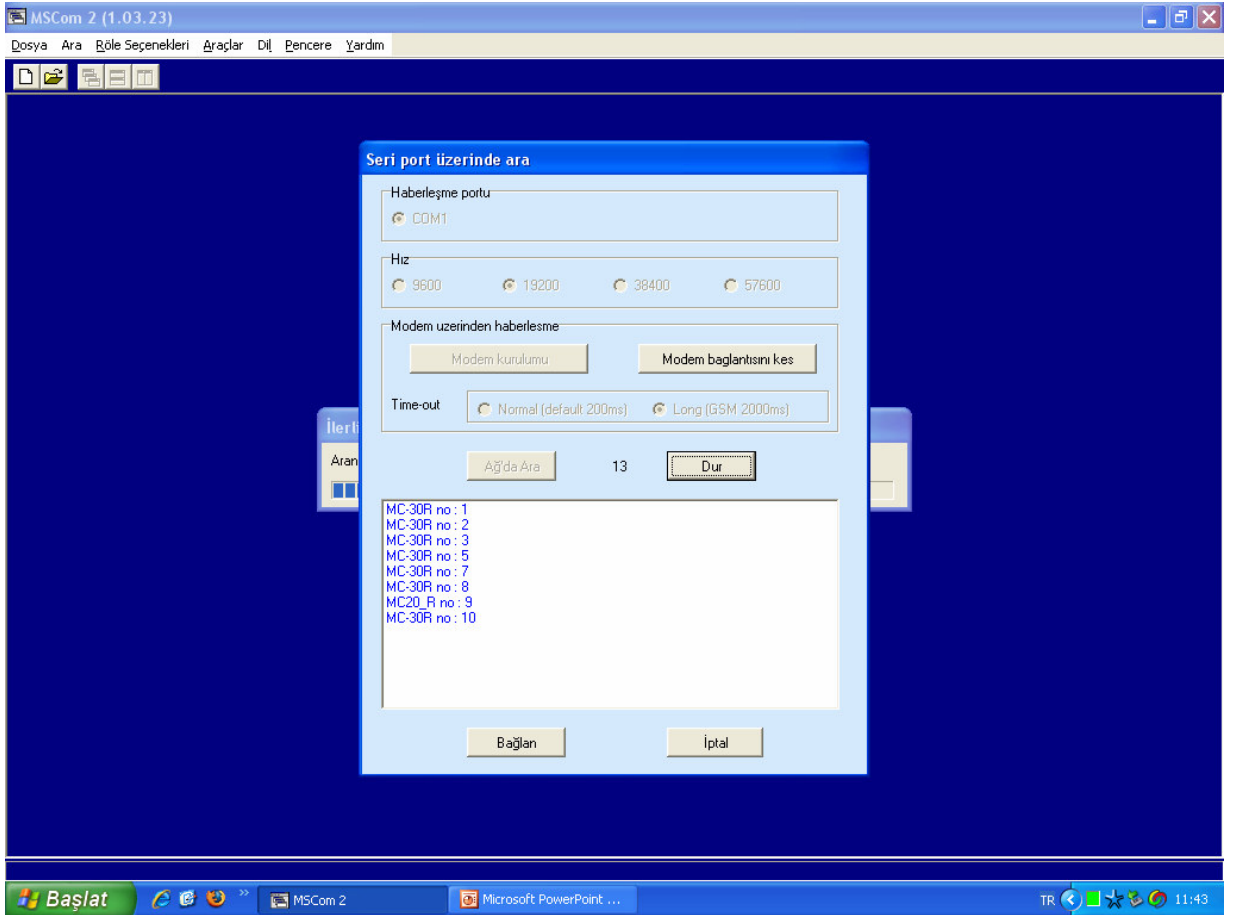
8- Ağda ara ile dağıtım merkezinde bulunan çıkışlara tanımlı röleler adres sırasına göre ekranda görülür. dağıtım merkezinin OG çıkışlarına ait adres bilgileri ekranda yer alabilir. SCADA sistemine dahil olan 11 Adet OG çıkışı mevcuttur. Sistem operatörleri ara yüz sayesinde uzaktan müdahale yapabilmektedir.

Uygulama yapılan elektrik dağıtım şebekesi 154/31,5 kV Van TM’den enerji almaktadır. Van TM’den OG çıkış fiderleri beslenmektedir. Fiderlerden biri DM-2’yi, DM-2’den de DM-5’i besleyen orta gerilim şebekesi çıkışıdır.

Uygulama DM-5 İM’de yapılmıştır. DM-5’ten aşağıdaki çıkışlar beslenmektedir.

- MC30-R tip rölenin 1 no’lu adresi : DM-5’teki 30 kV, Trafo-1 çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 2 no’lu adresi : DM-5’teki 30 kV, Trafo-2 çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 3 no’lu adresi : DM-5’teki 30 kV, Ayırma Merkezi çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 4 no’lu adresi : DM-5’teki 15 kV, TR-16-45 çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 5 no’lu adresi : DM-5’teki 15 kV, TR-99 çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 6 no’lu adresi : DM-5’teki 15 kV, TR-98 çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 7 no’lu adresi : DM-5’teki 15 kV, TR-114 çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 8 no’lu adresi : DM-5’teki 15 kV, TR-106 çıkışıdır.
- MC30-R tip rölenin 9 no’lu adresi : DM-5’teki 15 kV, TR-Yem Sanayi çıkışıdır

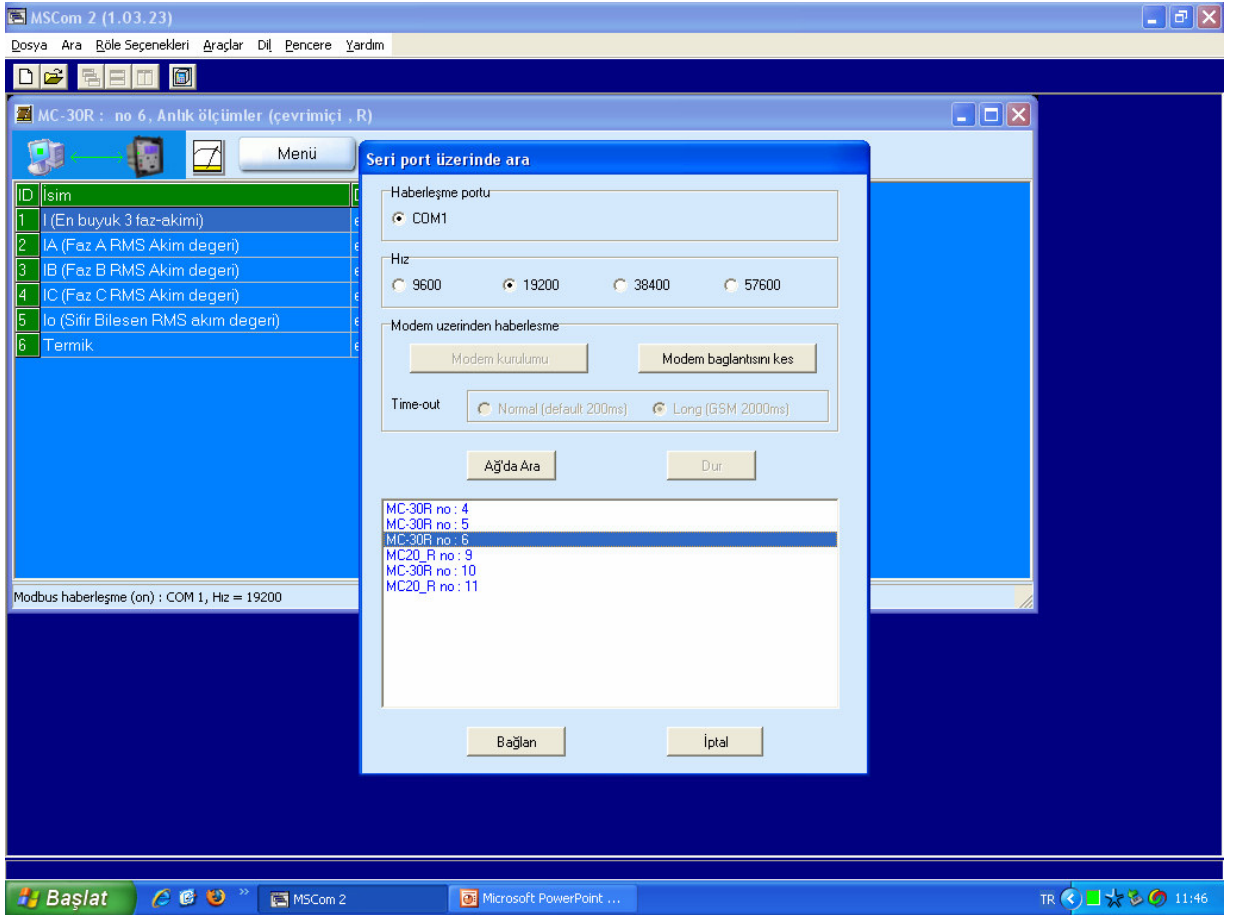
Modemin bağlantı kurduğu çıkışların adres numarası ile sıralanması şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Modemin bağlantı kurduğu çıkışların adres numarası ile sıralanması

Kumanda edilecek rölenin seçimi:

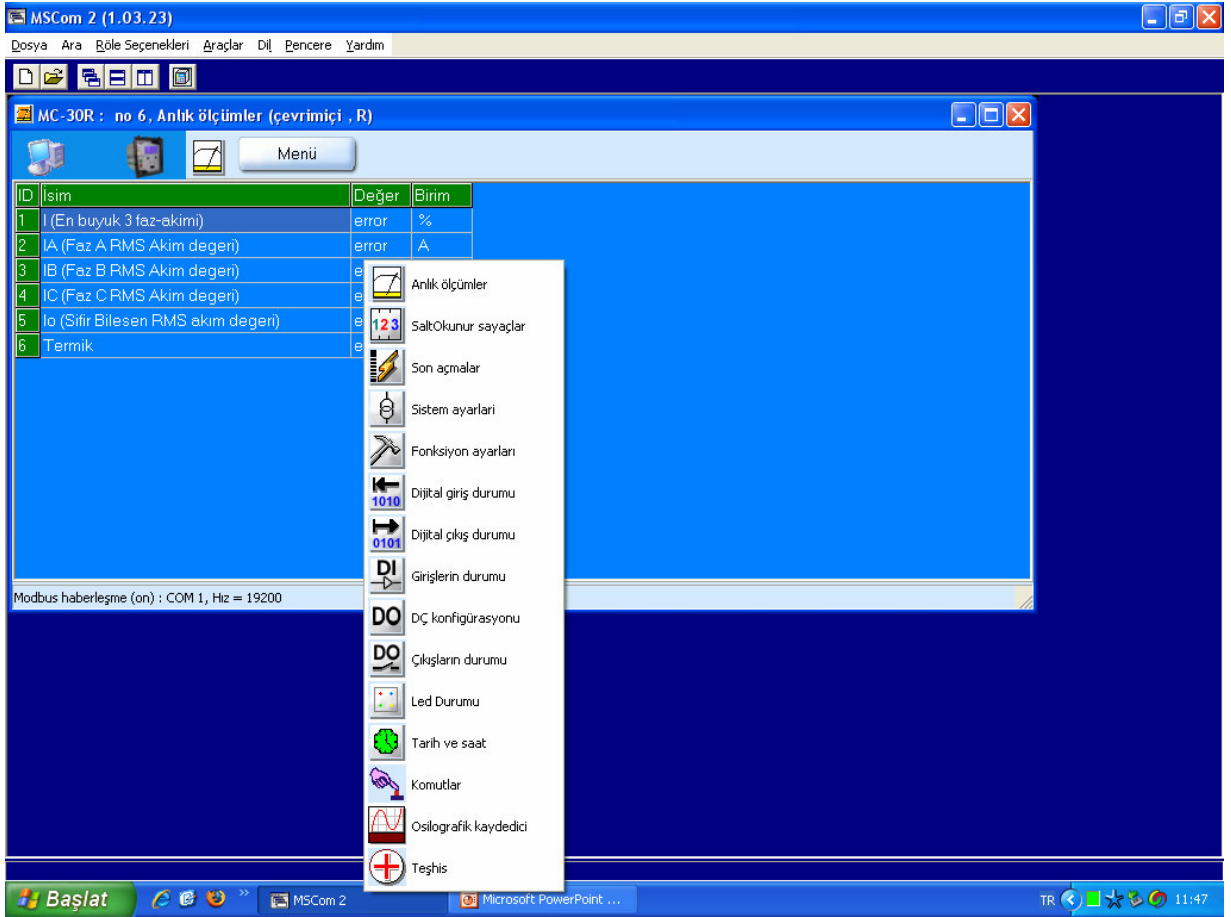
Uzaktan kumanda edilecek röleler seçilerek bağlan komutu ile röleye müdahale etme durumuna geçilir. Her röleye birer birer bağlanarak tüm röleler aynı zamanda ekranda görülebilir. Röleler arka arkaya, yan yana veya alt alta sıralanarak anlık ölçümler aynı anda görülebilir. Bağlantı kurulan rölelerin seçimi şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Kumanda edilecek rölelerin seçimi

Menü:

Uzaktan kumanda edilmek istenen rölenin, ayarlarının görülmesi veya değiştirilmesi ve kumanda edilmesi için gerekli tüm işlemlerin yapılabildiği menülere geçiş ana menü ile sağlanır. Ana menü şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 Ana menü

Anlık ölçümler:

- 1- Seçilen akım transformatörüne göre fiderin % kaç yüklendiğini gösterir.
 - 2- A fazından çekilen primer anlık akımı gösterir.
 - 3- B fazından çekilen primer anlık akımı gösterir.
 - 4- C fazından çekilen primer anlık akımı gösterir.
 - 5- Yıldız noktasındaki akımı (I_0) gösterir. Ayarlanan değer üzerinde bir akım geçtiği zaman röle toprak korumadan kesiciye açma komutu verir. Ayarlanan değer fazlardan çekilmesine müsaade edilen akım değerinin max % 20'sidir.
 - 6- T_n ; tam yük sıcaklık artışı ($I=I_m$) % oranını gösterir.
- Seçili rölenin anlık ölçüm değerleri şekil 4.11'de verilmiştir.

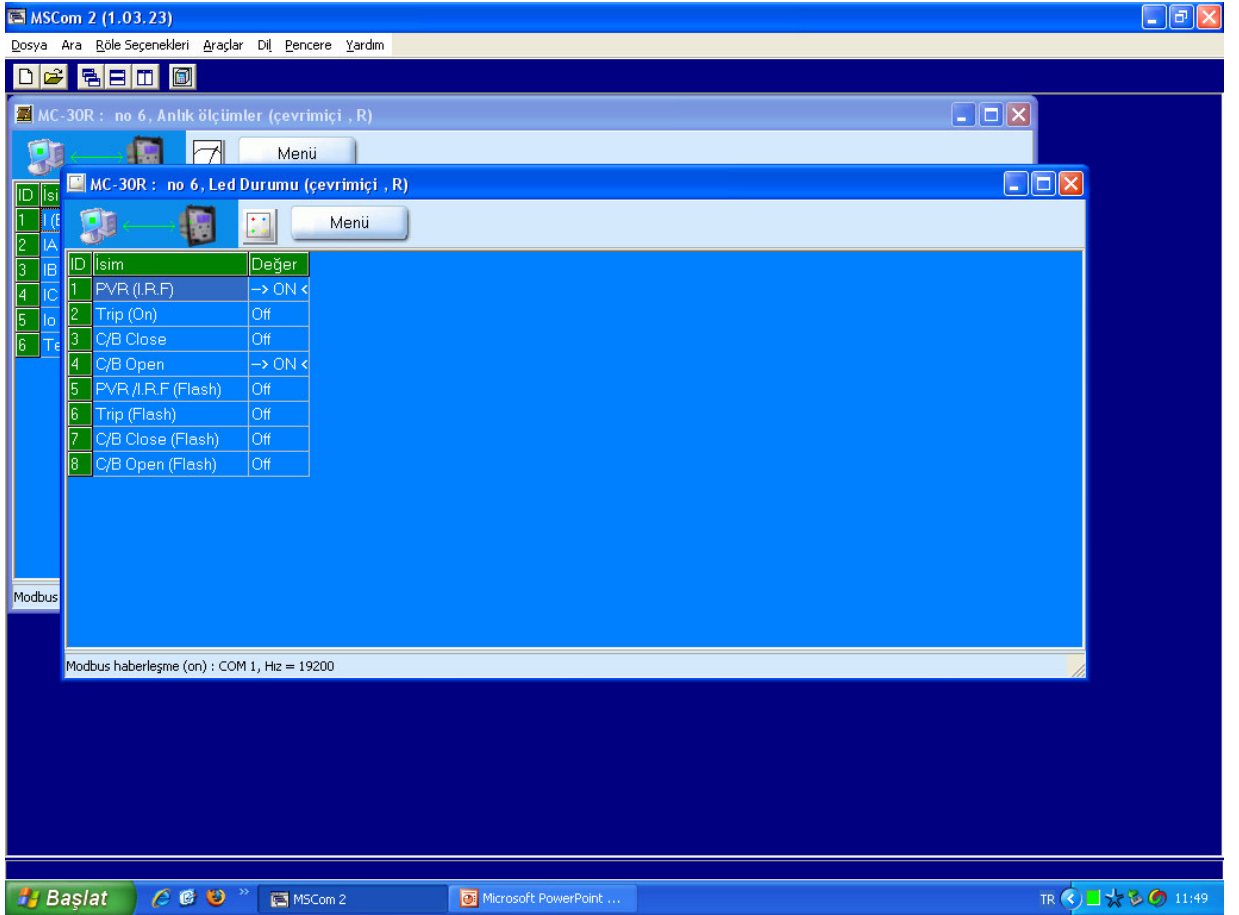
ID	İsim	Değer	Birim
1	I (En büyük 3 faz-akımı)	28	%
2	IA (Faz A RMS Akım değeri)	55	A
3	IB (Faz B RMS Akım değeri)	54	A
4	IC (Faz C RMS Akım değeri)	56	A
5	I_0 (Sifir Bileşen RMS akım değeri)	0	A
6	Termik	0	% T_n

Modbus haberleşme (on) : COM 1, Hız = 19200

Şekil 4.11 Seçili rölenin anlık ölçüm değerleri

Led Durumu:

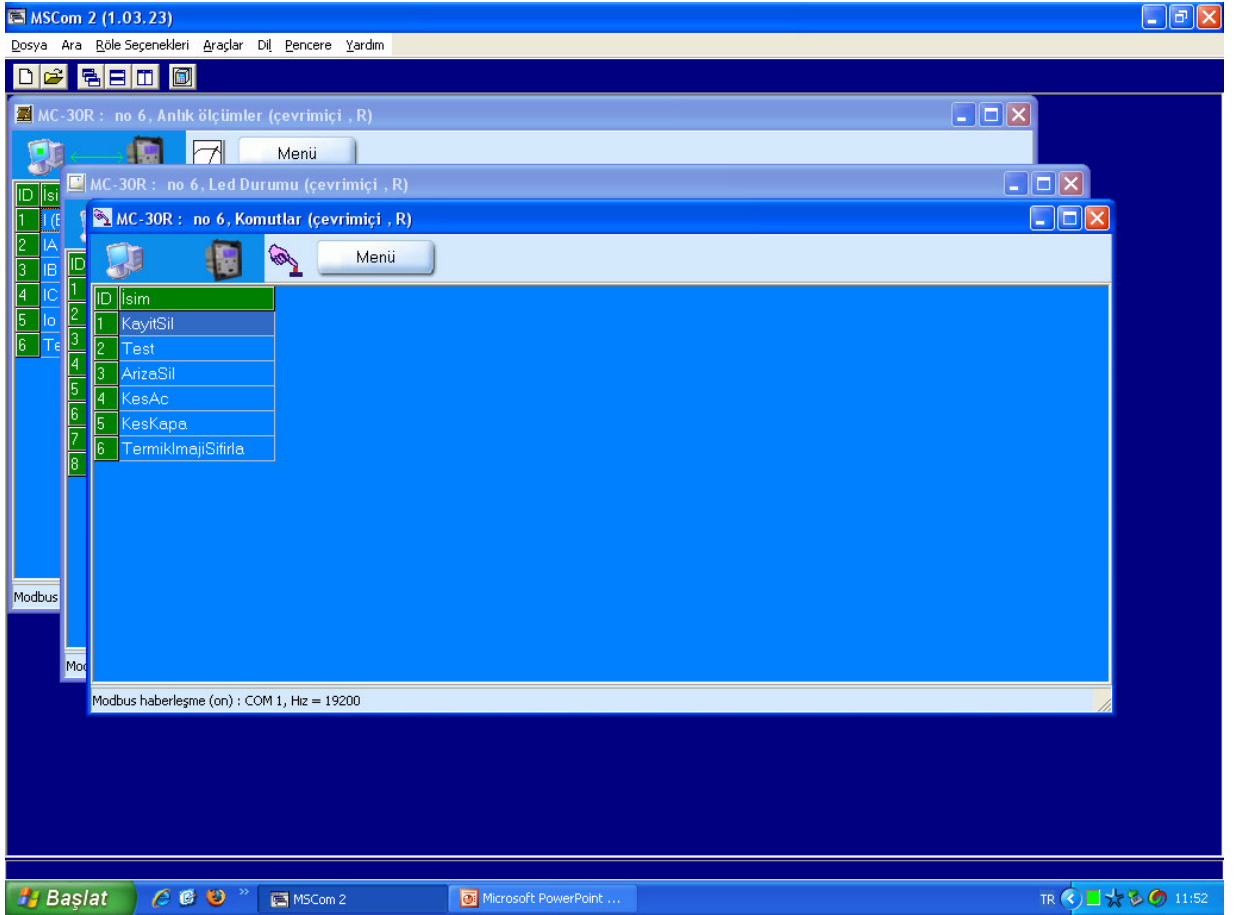
Kesici pozisyonunu, arıza cinsine göre A/A toprak (açma) sinyali, A/A faz (açma) sinyali, besleme durumunu On veya Off olarak gösterir. Bu sinyaller aynı zamanda röle üzerinde de ledlerle görülmektedir. Kesici arızası ve röle iç arızası durumlarını da on ve off olarak rapor etmektedir. Led durumu şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Led durumu

Komutlar:

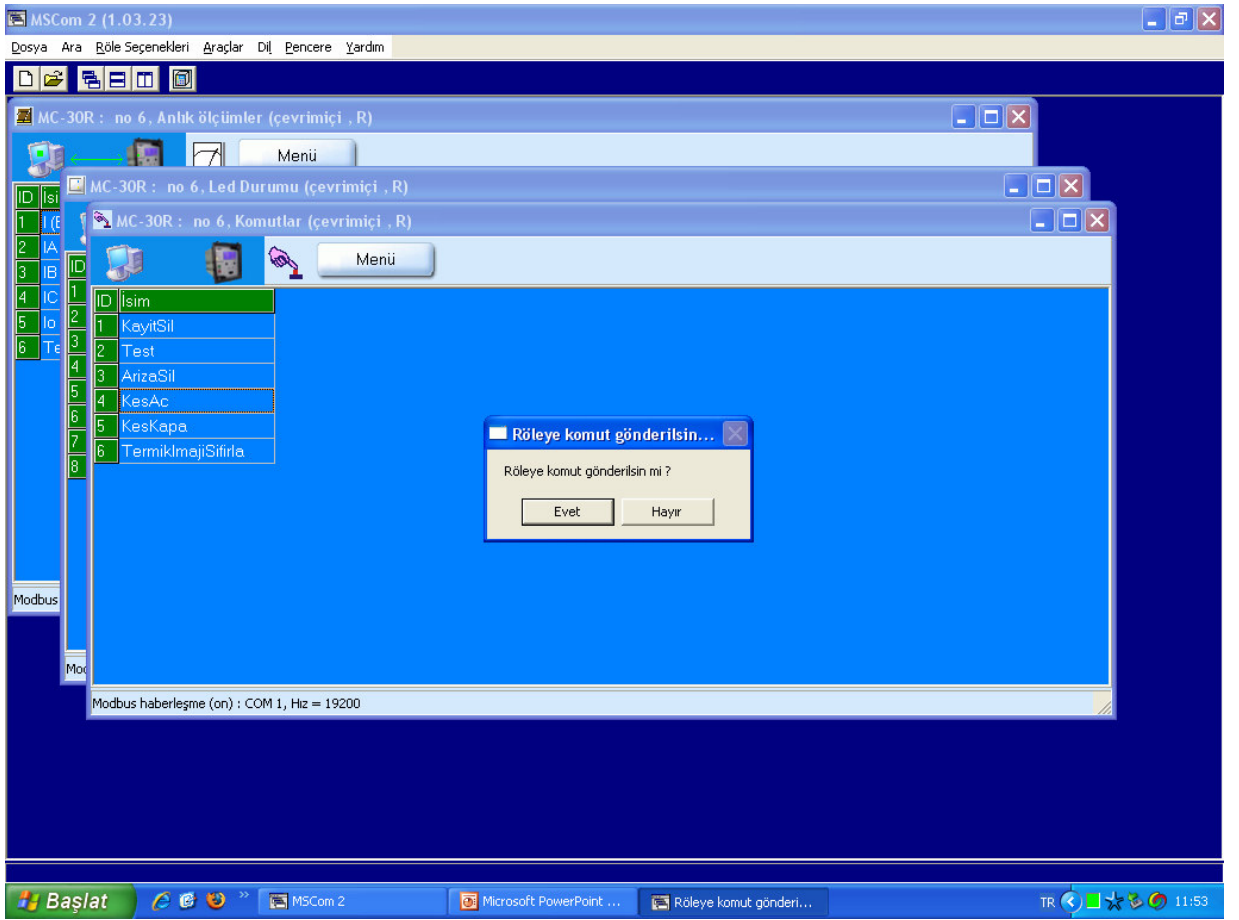
Kayıt sil ile rölenin kaydettiği olayların kaydı silinebilmektedir. Test ile röle üzerinde bulunan sinyallerin faal olup olmadığı test edilir. Arıza-Sil ile rölenin arızanın cinsine göre verdiği sinyal silinir. Kes-Aç ve Kes-Kapa ile kesiciye açma ve kapama komutu gönderilir. Komutlar şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Komutlar

Kesiciye açma komutu gönderilmesi:

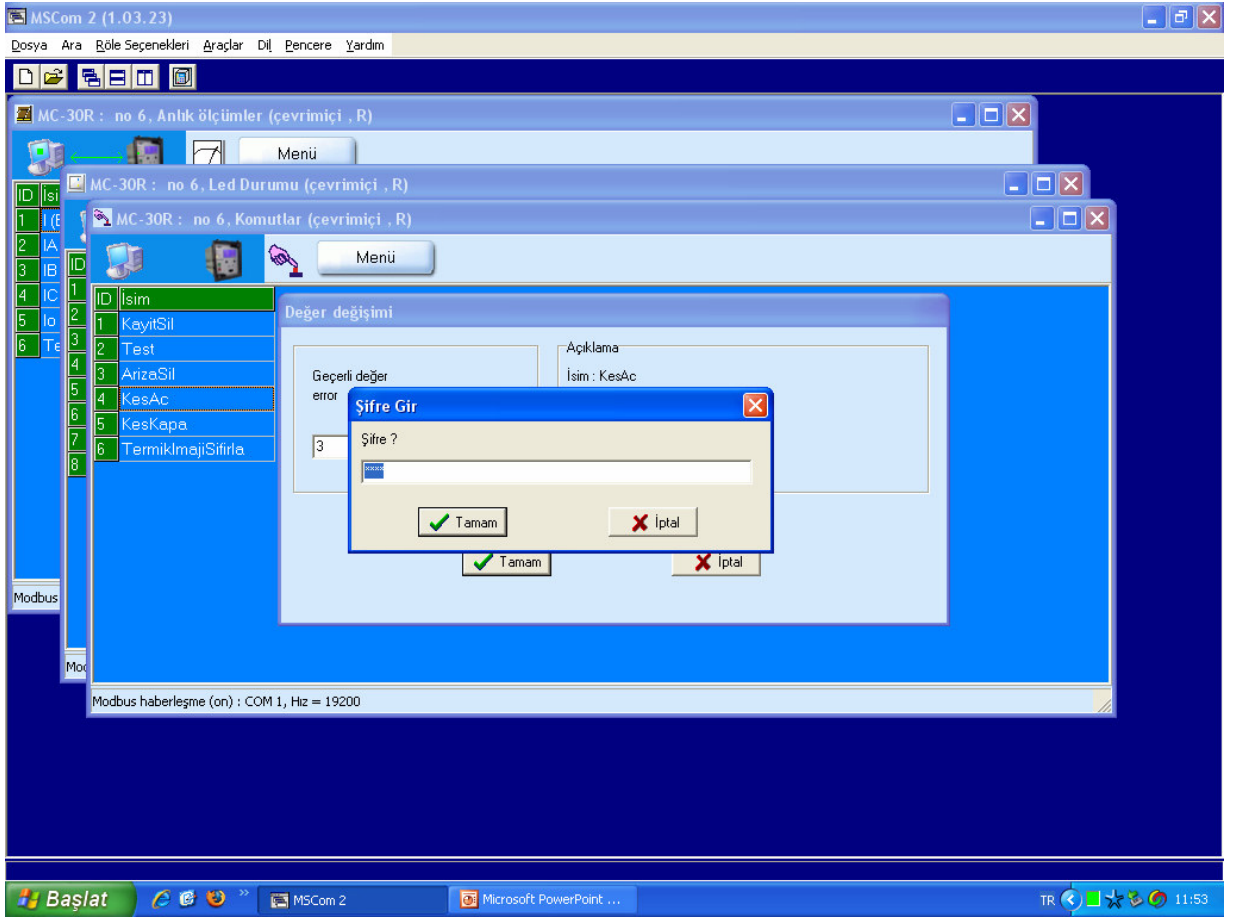
Kesicinin pozisyonu kapalı ise kesiciye açma verilmesi ile çıkışın enerjisinin herhangi bir sebeple (bakım, yangın ihbarı, OG direğine araç çarpması vs.) kesilmesi istenmesi durumunda; Kes-Aç çift tıklanırsa “ Röleye komut gönderilsin mi ? ” uyarı mesajı ekrana gelir. Yapılacak manevradan emin olunur ve komut evet denmesi suretiyle teyit edilir. Röleye komut (Kes-Aç) gönderilmesi durumu şekil 4.14’te verilmiştir.



Şekil 4.14. Röleye komut (Kes-Aç) gönderilmesi

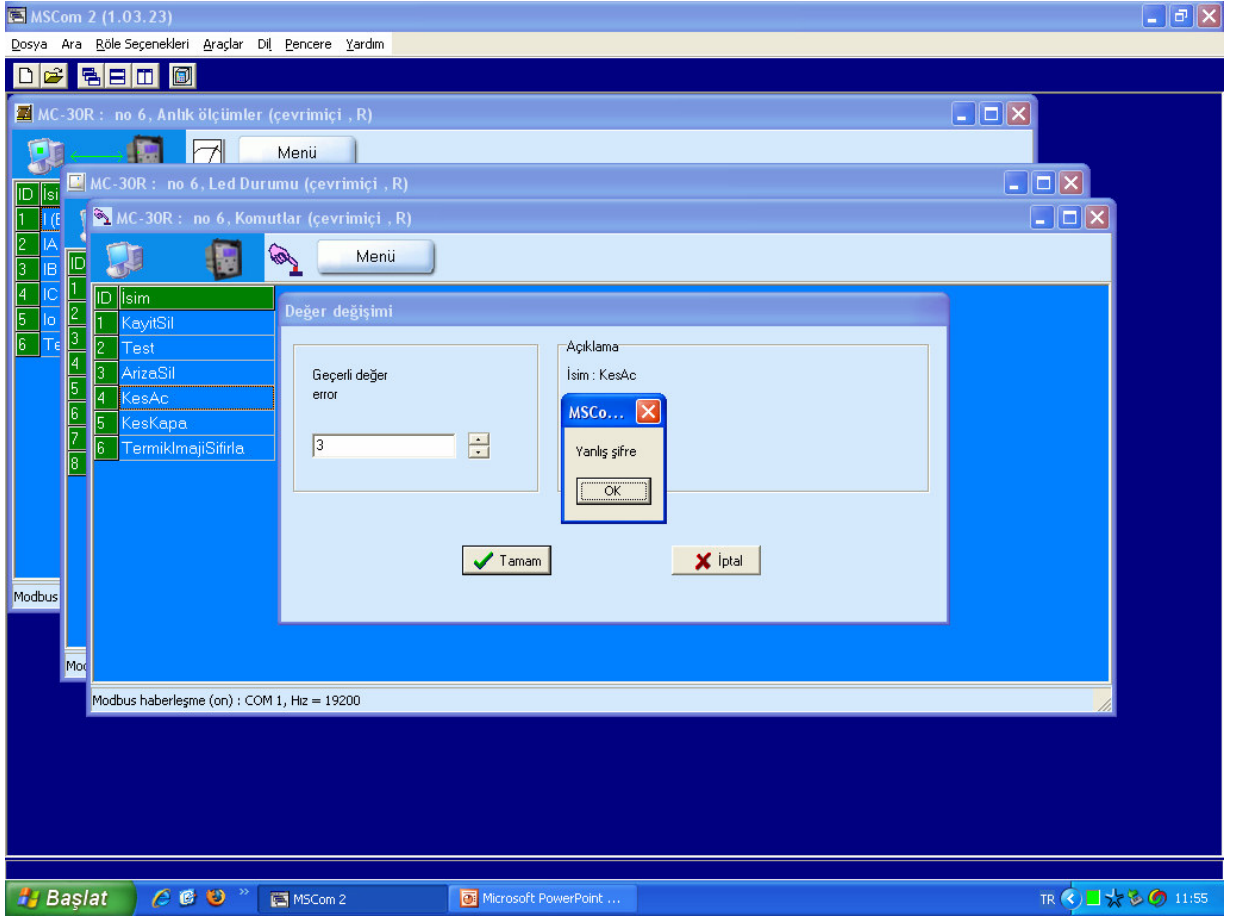
Şifre:

Şifre kullanıcının röleye bir ayar parametresi değişikliği göndermek istediğinde veya MSCom yazılımını kullanarak röle üzerinden bir komut vermek istediğinde gerekir. Yapılacak manevradan emin olunup ve komut evet denmesi suretiyle teyit edilince sistem yapılacak çalışmanın güvenliği için ve yetkili kişilerce manevra yapılabilmesini temin etmek amacıyla; öncesinde sistem ayarlarında sisteme giriş yapılarak belirlenen şifreyi ister. Şifre girişi yapılır. Şifre girişi şekil 4.15’de verilmiştir.



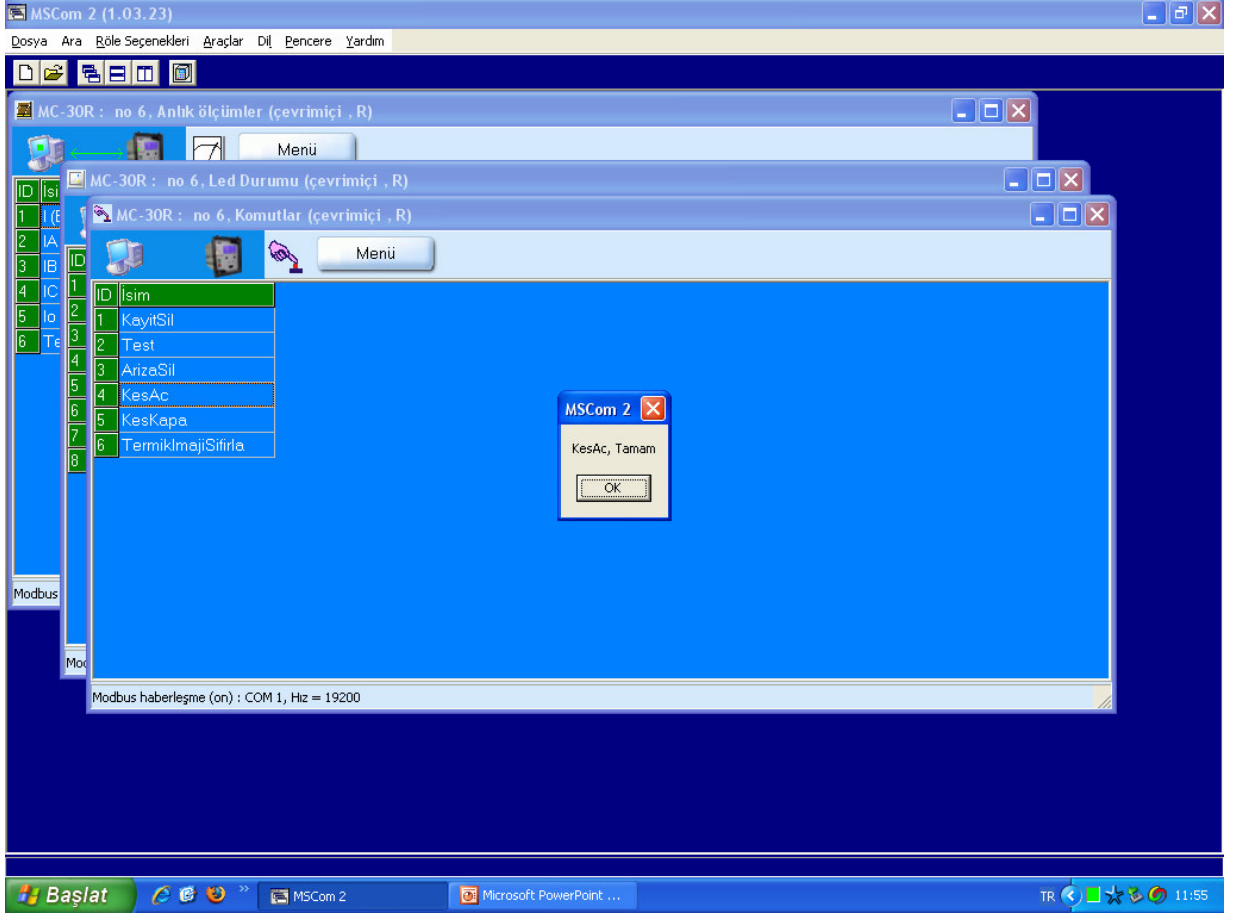
Şekil 4.15. Şifre girişi

Şifre girişi yapılırken sistem şifrenin doğru olup olmadığını belirler ve şifre yanlış ise “ Yanlış şifre “ uyarı mesajı verir. Yanlış şifre uyarı mesajı şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Yanlış şifre uyarı mesajı

Doğru şifre girişi yapılması durumunda; manevra yapılması suretiyle açılması istenen fiderin kesicisi çıkışın enerjisini keser ve kesicinin açıldığını teyit etmek amacıyla “ Kes-Aç, Tamam ” uyarı mesajını ekranda operatöre bildirir. Bu durum şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Kesicinin açılması suretiyle manevra

Kesicinin kapalı olması durumundaki led durumları şekil 4.12. ve anlık ölçüm değerleri şekil 4.11. 'te görülmekte idi.

Kesiciye açma komutu verildikten sonraki led durumları ve anlık ölçümler şekil 4.18'deki ekranda birlikte yan yana görülmektedir. Ekranda görüldüğü gibi kesici pozisyonu off durumundadır. Anlık ölçümler ekranında da çıkış akımları ortalama 55 A seviyesinden 0 (sıfır) A durumuna düştüğü şekil 4.18'de görülmektedir.

The screenshot displays two windows from the MSCom 2 software. The left window, titled 'MC-30R : no 6, Led Durumu (çevrimiçi , R)', shows a table of LED statuses. The right window, titled 'MC-30R : no 6, Anlık ölçümler (çevrimiçi , R)', shows a table of real-time measurements. Both windows have a 'Modbus haberleşme (on) : COM 1, Hız = 19200' status bar at the bottom.

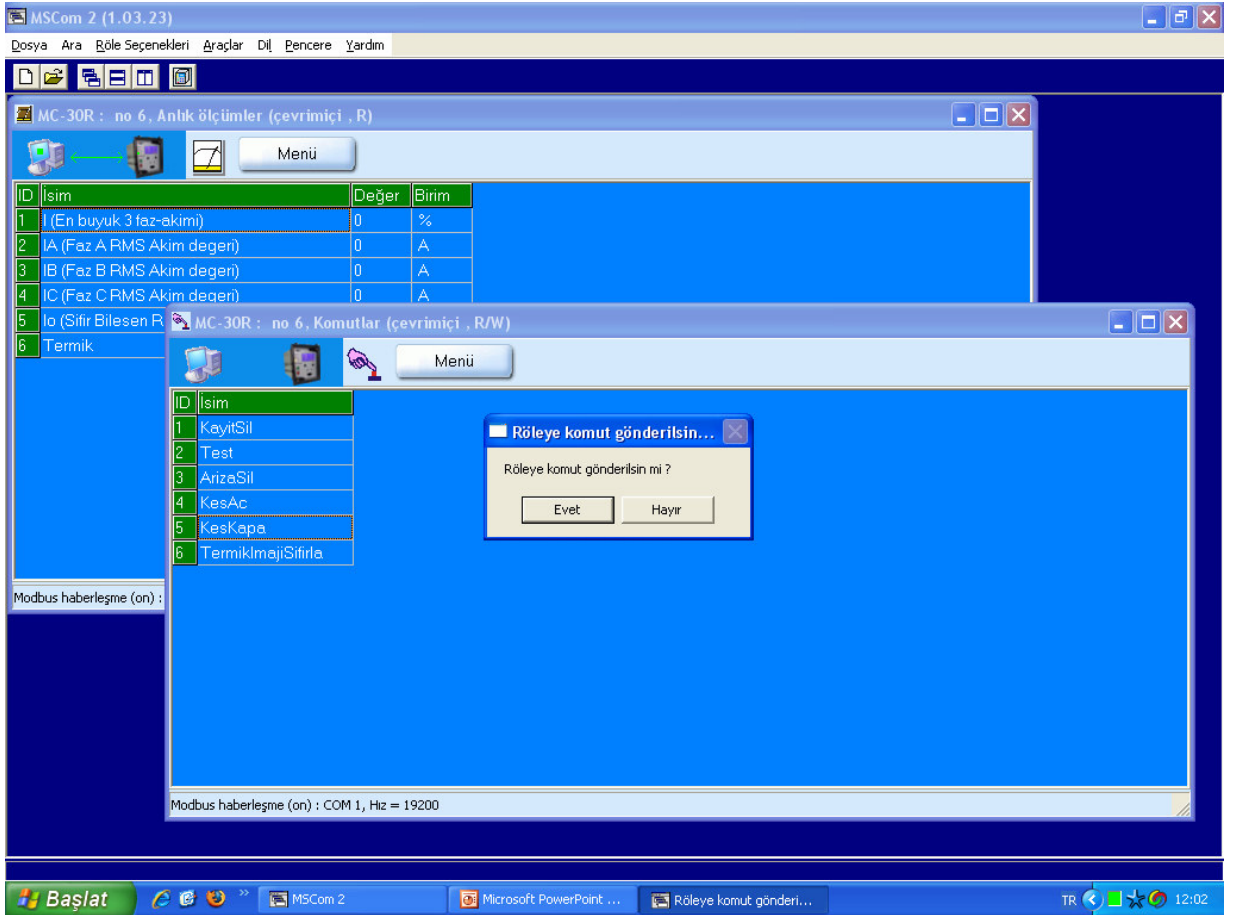
ID	İsim	Değer
1	Kesici Pozisyonu	Off
2	A/A Toprak (Acma)	Off
3	A/A Faz (Acma)	Off
4	Besleme	→ ON <
5	BF (Kesici Arıza)	Off
6	A/A Toprak (Hata)	Off
7	A/A Faz (Hata)	Off
8	R.I.A (Role Ic Arizası)	Off

ID	İsim	Değer	Birim
1	I (En büyük 3 faz-akımı)	0	%
2	IA (Faz A RMS Akım değeri)	0	A
3	IB (Faz B RMS Akım değeri)	0	A
4	IC (Faz C RMS Akım değeri)	0	A
5	Io (Sıfır Bileşen RMS akım değeri)	0	A
6	Termik	0	%Tn

Şekil 4.18. Kesici açıldıktan sonraki led durumu ve anlık ölçüm değerleri

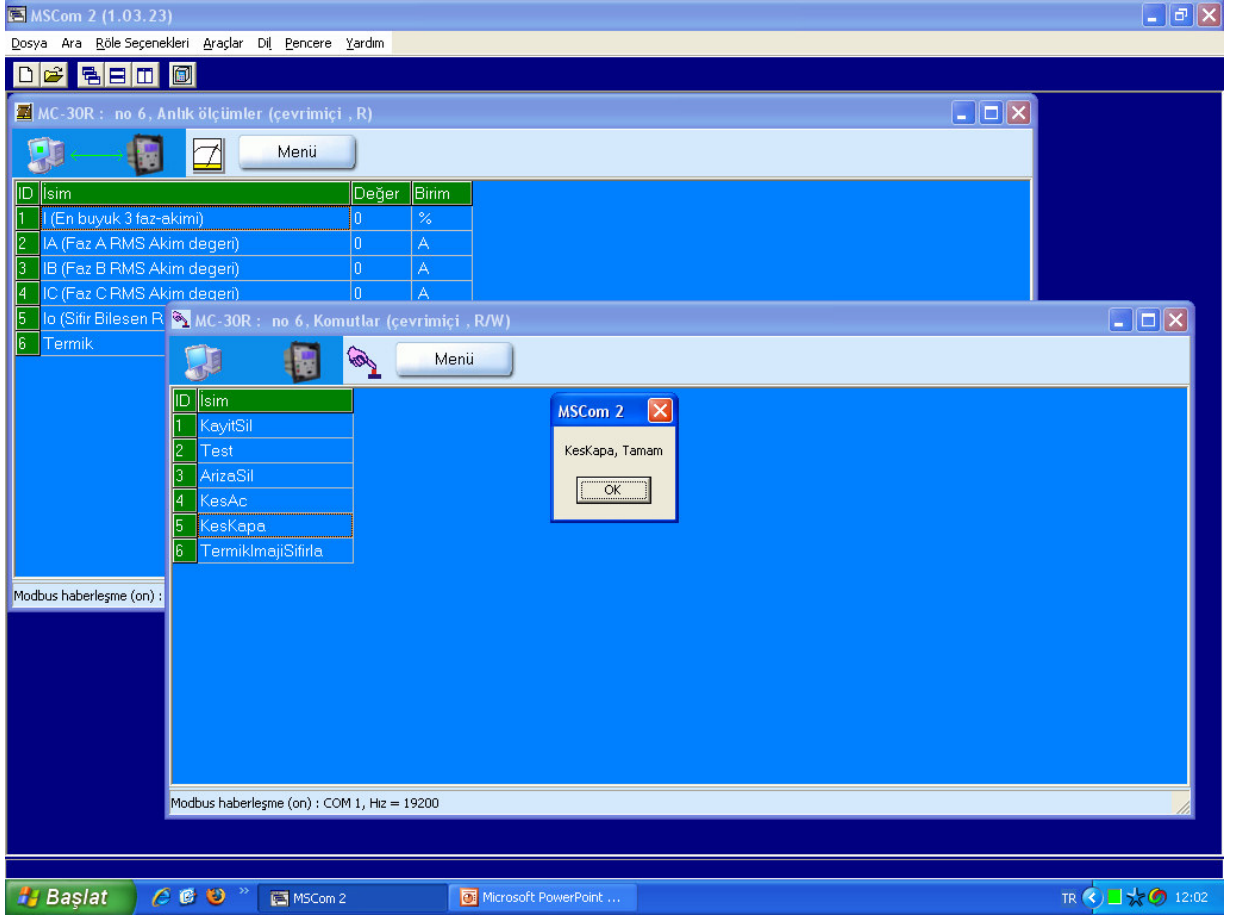
Kesiciye kapama komutu gönderilmesi:

Kesicinin pozisyonu açık iken kesiciye açma verilmesi ile çıkışın beslenmesi durumunda; enerjinin kesilmesini gerektiren sebebin (arıza, bakım, yangın ihbarı, OG direğine araç çarpması vs.) ortadan kalkmış olması ve vardiyada çalışan ekiplerden telsiz haberleşmesi ile hattın beslenmesinin can ve mal güvenliği açısından bir sakıncasının olmaması teyit edilmelidir. Güvenlik açısından bir sakınca olmaması durumunda Kes-Kapa çift tıklanırsa “ Röleye komut gönderilsin mi ? ” uyarı mesajı ekrana gelir. Yapılacak manevradan emin olunur ve komut evet denmesi suretiyle teyit edilir. Röleye komut (Kes-Kapa) gönderilmesi durumu şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19. Röleye komut (Kes-Kapa) gönderilmesi

Doğru şifre girişi yapılması durumunda; manevra yapılması suretiyle kapanması istenen çıkışın kesicisi kapatılarak OG çıkışına enerji verilir. Kesicinin kapandığını teyit etmek amacıyla “Kes-Kapa, Tamam” uyarı mesajı ekranda operatöre bildirilir. Bu durum şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20. Kesicinin kapanması suretiyle manevra

Fonksiyon ayarları:

Aşırı akım koruma, akım zaman eğrisinin belirlenmesi, toprak kaçağı koruma, tekrar kapama, haberleşme parametreleri fonksiyon ayarları menüsünde görülmekte ve ayarları düzenlenebilmektedir. Fonksiyon ayarlarının yapılması en önemli ayarlardır. Çünkü yapılan ayarların seçimi; teçhizatın korunması ve röle koordinasyonunun doğru olarak sağlanması ile birebir ilişkilidir. Aynı arıza akımında; kaynağa yakın röle, diğerinden en az t zamanı kadar sonra kesicisini açtırmalıdır.

T > Termal imaj koruma fonksiyonu:

T > termal imaj koruma fonksiyonlarını göstermektedir. Bu fonksiyonda termal durum kabul edilebilir sürekli akım ve aktif yüke bağlıdır. Görünen sıcaklık programlanan seviyenin altına düştüğü zaman sıfırlama gerçekleştirilir.

I > Aşırı akım koruma fonksiyonu:

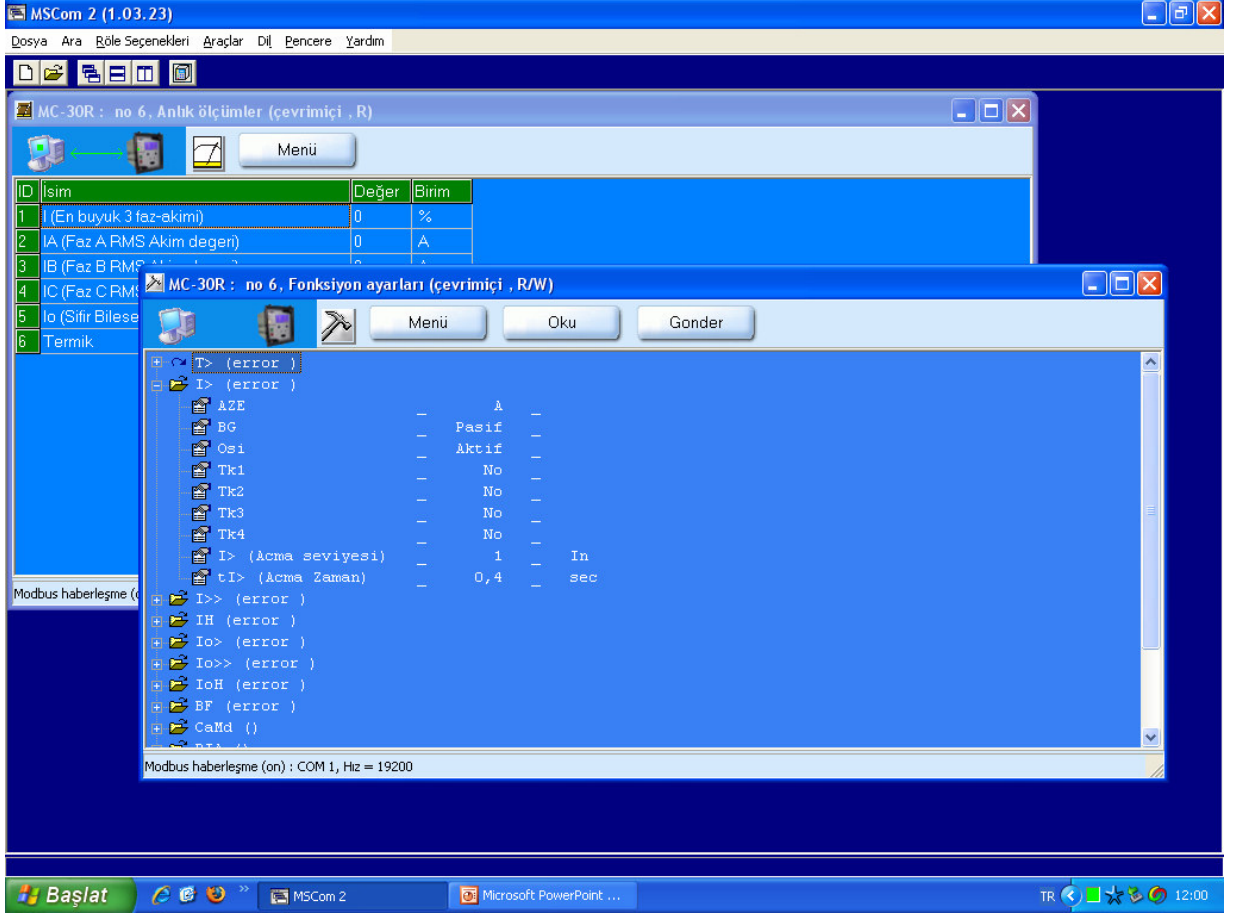
I > aşırı akım koruma fonksiyonu ayarlarını göstermektedir. I> (pasif veya aktif) tercihi yapılır. Pasif seçilmesi durumunda röle aşırı akımdan açmaz. Akım zaman eğrileri (AZE) seçilebilmektedir (D: Bağımsız sabit zaman, A: ters zaman eğrisi olarak tanımlanmaktadır.)

Tk1,Tk2,Tk3,Tk4 (Tekrar kapama sayısı):

Tekrar kapama fonksiyonuna sahip rölelerde ilk tekrar kapama Tk1, ikinci tekrar kapama Tk2, üçüncü tekrar kapama Tk3 ve dördüncü tekrar kapama Tk4 olarak tanımlanmakta ve I> fonksiyonunda kaç defa fiderin tekrar kapanmasına müsaade ediliyorsa her biri evet / hayır olarak belirlenir. Tk1, Tk2, Tk3 ve Tk4 kapama zamanları TK (tekrar kapama) fonksiyonunda ayarlanmaktadır.

I> (Açma seviyesi):

I> (Açma seviyesi) müsaade edilen faz akımının maksimum çekilme seviyesini belirler. (0.10-4.00)In aralığında ayarlanabilir. IIn seçilmesi durumunda seçilen akım transformatörünün primer akımının değeri kadar bir akıma müsaade edilmiş olur. Fonksiyon ayarları şekil 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.21 Fonksiyon ayarları (aşırı akım koruma)

tI> (açma zamanı) :

tI> (açma zamanı) açma zaman gecikmesi olup (0.05-60.00) aralığında seçilmektedir. Seçilen akım zaman eğrisine bağlı olarak primerden geçen akımın katına I(Arıza akımı)/Is(açma seviyesi) göre eğride karşılık gelen zamanda açma fonksiyonunu yerine getirmektedir.

I>> İkinci aşırı akım koruma seviyesi:

I>> ikinci aşırı akım koruma fonksiyon ayarlarını göstermektedir. I>> (pasif veya aktif) tercihi yapılır. Aktif seçilmesi durumunda röle tanımlanan maksimum faz akımının katında (I>> açma seviyesi) bir aşırı akım arızasına maruz kaldığında

$tI>>$ açma zamanı fonksiyonunda belirlenen sürede fider açar. Akım zaman eğrisi sabit zaman ayarı prensibindedir.

$I>>$ (Açma seviyesi):

$I>>$ (Açma seviyesi) müsaade edilen faz akımının kaç katına kadar bir aşırı akım arızası geldiğinde rölenin çıkışa açma zamanı sonunda açma vereceğini belirler. (0.50- 40.00)In aralığında ayarlanabilir.

$tI>>$ (açma zamanı) :

$tI>>$ (açma zamanı) açma zaman gecikmesi olup (0.05-60.00)s aralığında sabit bir zaman olarak seçilmektedir.

$T2xI$: Ani Deşarj akımında eşik değerinin otomatik olarak iki kat yükseltilmesi

Fiderin ilk beslenme anında nominal akımın iki katına kadar oluşabilecek deşarj akımlarının arıza olarak algılanmadan beslenmesini sağlar. $2xI$ (pasif veya aktif) tercihi yapılarak gerektiğinde kullanılabilir. (0.02-9.99)s aralığında ayarlanabilir.

$IH>>$ Üçüncü aşırı akım koruma seviyesi:

$IH>>$ üçüncü aşırı akım koruma fonksiyon ayarlarını göstermektedir. $IH>>$ (pasif veya aktif) tercihi yapılır. Aktif seçilmesi durumunda röle koordinasyonunda arıza kaynağına yakın olan röle tanımlanan maksimum faz akımının aşırı katında ($IH>>$ açma seviyesi) bir aşırı akım arızasına maruz kaldığında $tIH>>$ açma zamanı fonksiyonunda belirlenen sürede açar. Özellikle aşırı akımın çok yüksek değerlerinde teçhizatın güvenliği veya röle koordinasyonunun sağlıklı yapılabilmesi için fiderin ani açılması istendiğinde tercih edilir. Akım zaman eğrisi sabit zaman ayarı prensibindedir.

$IH>>$ (Açma seviyesi):

$IH>>$ (Açma seviyesi) müsaade edilen faz akımının çok yüksek katında bir aşırı akım arızası geldiğinde rölenin çıkışa açma zamanı sonunda açma vereceği aşırı akım katını belirler. (0.50- 40.00)In aralığında ayarlanabilir.

tI>> (açma zamanı) :

tIH>> (açma zamanı) açma zaman gecikmesi olup (0.05-60.00)s aralığında sabit bir zaman seçilmektedir. Ancak bu açma zamanı koordinasyonun sağlanması ve teçhizatın korunması için rölenin ayarlanan I>> değerinden küçük veya ani olarak ayarlanmalıdır.

T2xI: Ani Deşarj akımında eşik değerinin otomatik olarak iki kat yükseltilmesi

Fiderin ilk beslenme anında nominal akımın iki katına kadar oluşabilecek deşarj akımlarının arıza olarak algılanmadan beslenmesini sağlar. 2xI (pasif veya aktif) tercihi yapılarak T2xI gerektiğinde kullanılabilir. (0.02-9.99)s aralığında ayarlanabilir.

Io> Toprak kaçağı koruma fonksiyonu:

Io> toprak kaçağı koruma fonksiyon ayarlarını göstermektedir. Io> (pasif veya aktif) tercihi yapılır. Pasif seçilmesi durumunda röle toprak kaçağı korumadan açmaz. Akım zaman eğrileri seçilebilmektedir (D: Bağımsız sabit zaman, A: ters zaman eğrisi olarak tanımlanmaktadır.) Dengeli yüklerle besleme durumunda topraktan geçen akım sıfırdır. Ancak elektrik dağıtım sisteminde birebir dengeli bir yük mevcut olmayıp yükler değişken olduğundan fazların dengesiz yüklenmesi yaşanmaktadır. Bu durumda toprağa akış olur ancak bu kaçağın fazlardan geçen akımın 0.20 katından fazla olması tercih edilmez.

Io>> ikinci Toprak kaçağı koruma fonksiyonu ve IoH üçüncü toprak kaçağı koruma fonksiyon ayarları da yapılabilmektedir.

Io> (açma seviyesi):

Io> (açma seviyesi) sıfır bileşen akım çekme seviyesidir. (0.01-4.00)Ion aralığında ayarlanabilir.

tIo> (açma zamanı) :

tIo> (açma zamanı) açma zaman gecikmesi olup (0.05-60.00) aralığında seçilmektedir.

$t_{Io>>}$ ve I_{oH} açma zaman aralıkları da (0.05-60.00)s şeklindedir. Ancak zaman olarak ayarlanmaktadır.

TK (tekrar kapama fonksiyonu) :

Tekrar kapama fonksiyonuna sahip rölelerde ilk tekrar kapama Tk1, ikinci tekrar kapama Tk2, üçüncü tekrar kapama Tk3 ve dördüncü tekrar kapama Tk4 olarak tanımlanmakta ve $I>$, $I>>$, I_H aşırı akım ve $I_{o>}$, $I_{o>>}$, I_{oH} toprak kaçağı koruma fonksiyonlarının her birinde kaç defa fiderin tekrar kapanmasına müsaade ediliyorsa her biri evet / hayır olarak belirlenir. Tk1, Tk2, Tk3 ve Tk4 kapama zamanları TK (tekrar kapama) fonksiyonunda ayarlanmaktadır. TK fonksiyonu pasif veya aktif olarak tercih edilebilir. Eğer pasif seçilirse tüm arıza durumlarında fonksiyon işlevsiz olur.

TkN : Kilitlemek için tekrar kapama hamlesi miktarıdır. En fazla 4 tekrar kapama hamlesi seçilebilir.

t_{TKo} : Başarılı bir tekrar kapamadan sonraki sıfırlama (döngü) zamanıdır. (0.10-300)s aralığında ayarlanabilir. Ayarlanan süre içerisinde arıza durumu devam ederse ikinci tekrar kapama hamlesi tekrar kapama süresi içerisinde gerçekleşir.

t_{TK1} : İlk tekrar kapama hamlesinin tekrar kapama süresi

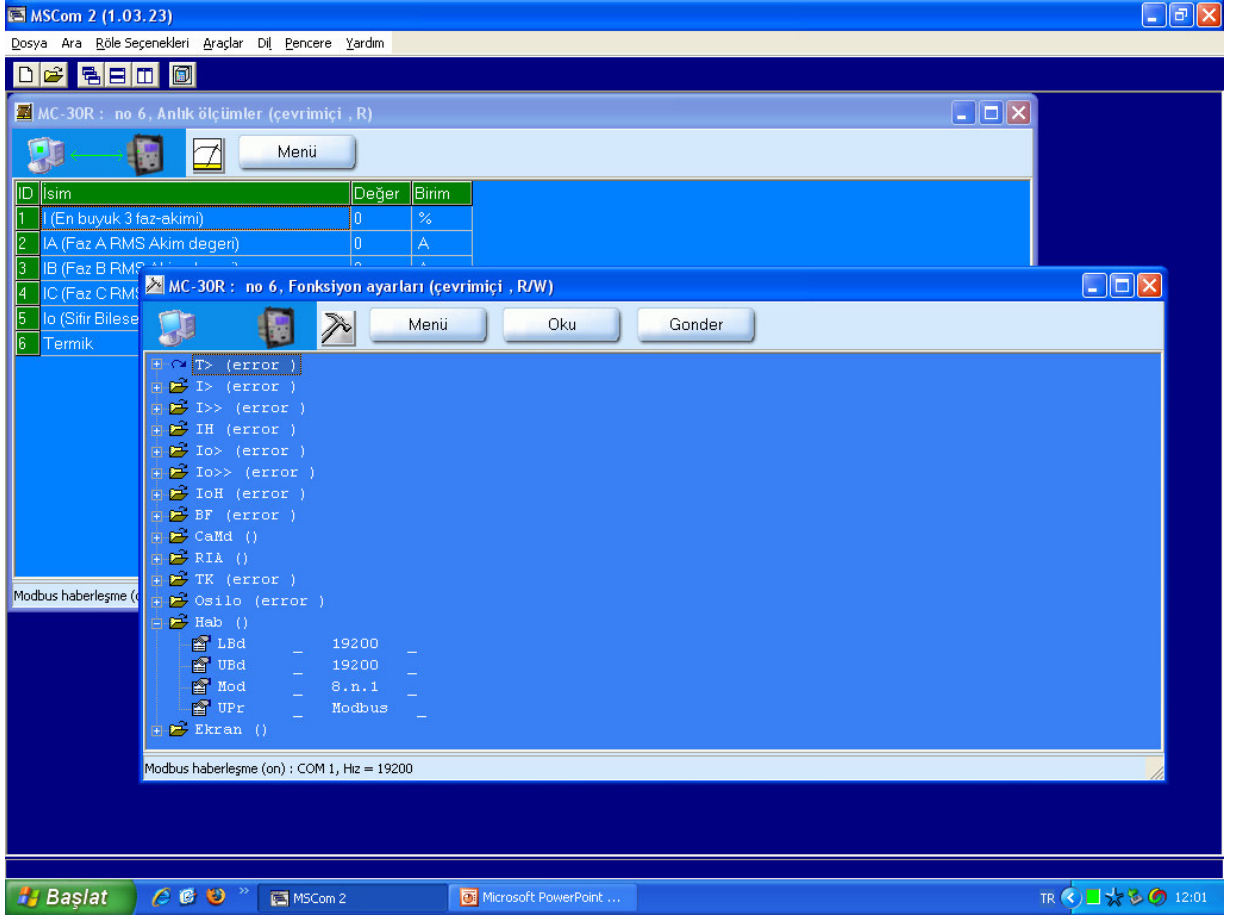
t_{TK2} : İkinci tekrar kapama hamlesinin tekrar kapama süresi

t_{TK3} : Üçüncü tekrar kapama hamlesinin tekrar kapama süresi

t_{TK4} : Dördüncü tekrar kapama hamlesinin tekrar kapama süresini göstermekte olup her biri (0.10-300)s aralığında ayarlanabilir.

Haberleşme Parametreleri (Hab) :

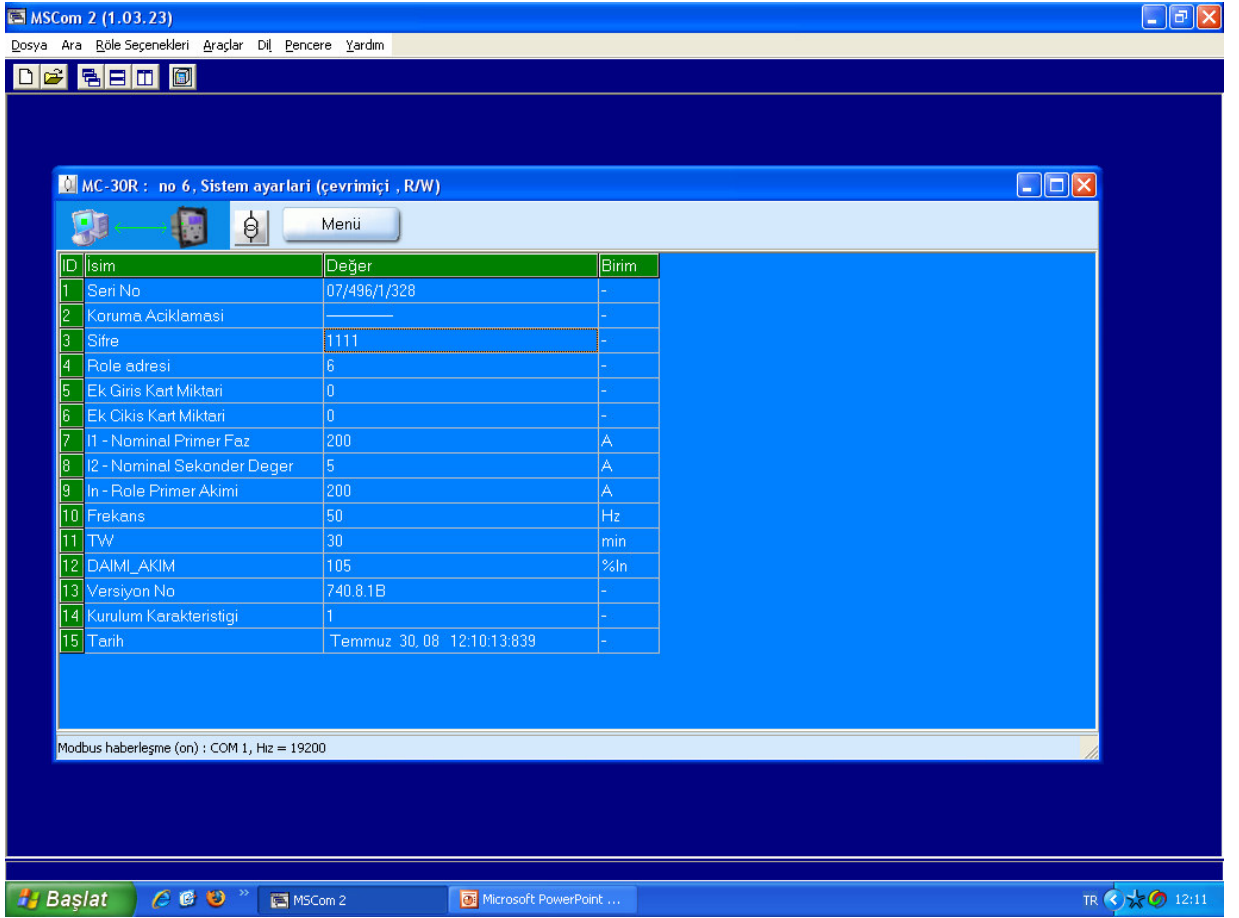
Haberleşmenin yakından veya uzaktan yapılmasına göre haberleşme hızının ayarlanabildiği, haberleşme modunun görüldüğü ve haberleşme protokolünün seçildiği bölümler mevcuttur. Rölenin haberleşme protokolü MODBUS olarak seçilmiştir. Fonksiyon ayarları (haberleşme parametreleri) şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Fonksiyon Ayarları (haberleşme parametreleri)

Sistem Ayarları:

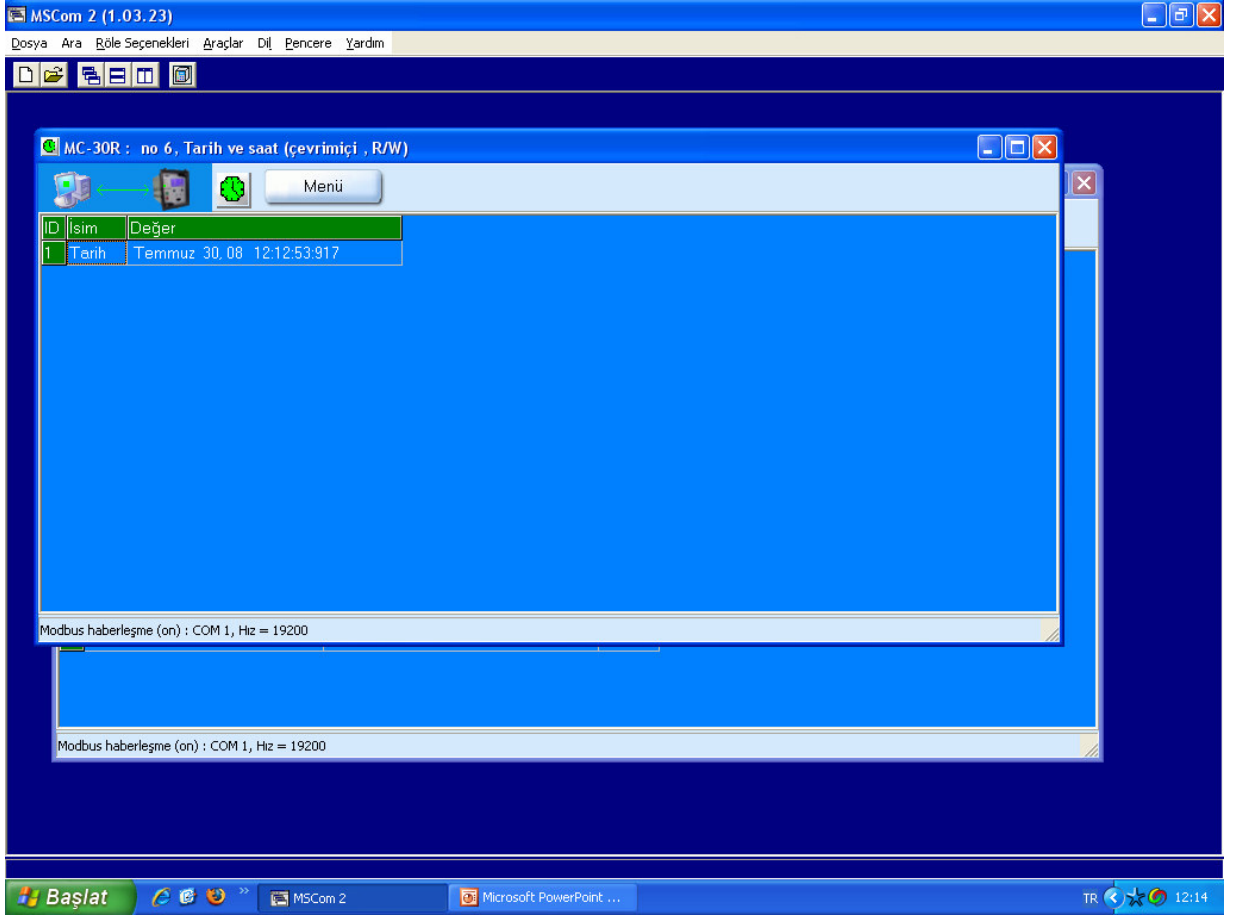
Sistem ayarları menüsünden rölenin seri numarası, komut vermek veya röle ayarlarında değişiklik yapmak için kullanıcı şifresi, rölenin adresi, ek giriş çıkış sayısını arttırmak için kart miktarı, akım trafo oranı primer, akım trafo oranı sekonder, frekans, fiderin müsaade edilen daimi akımı ve tarih saat bilgisi görülmekte ve değiştirilebilmektedir. Sistem ayarları şekil 4.23'te verilmiştir.



Şekil 4.23 Sistem ayarları

Tarih ve saat:

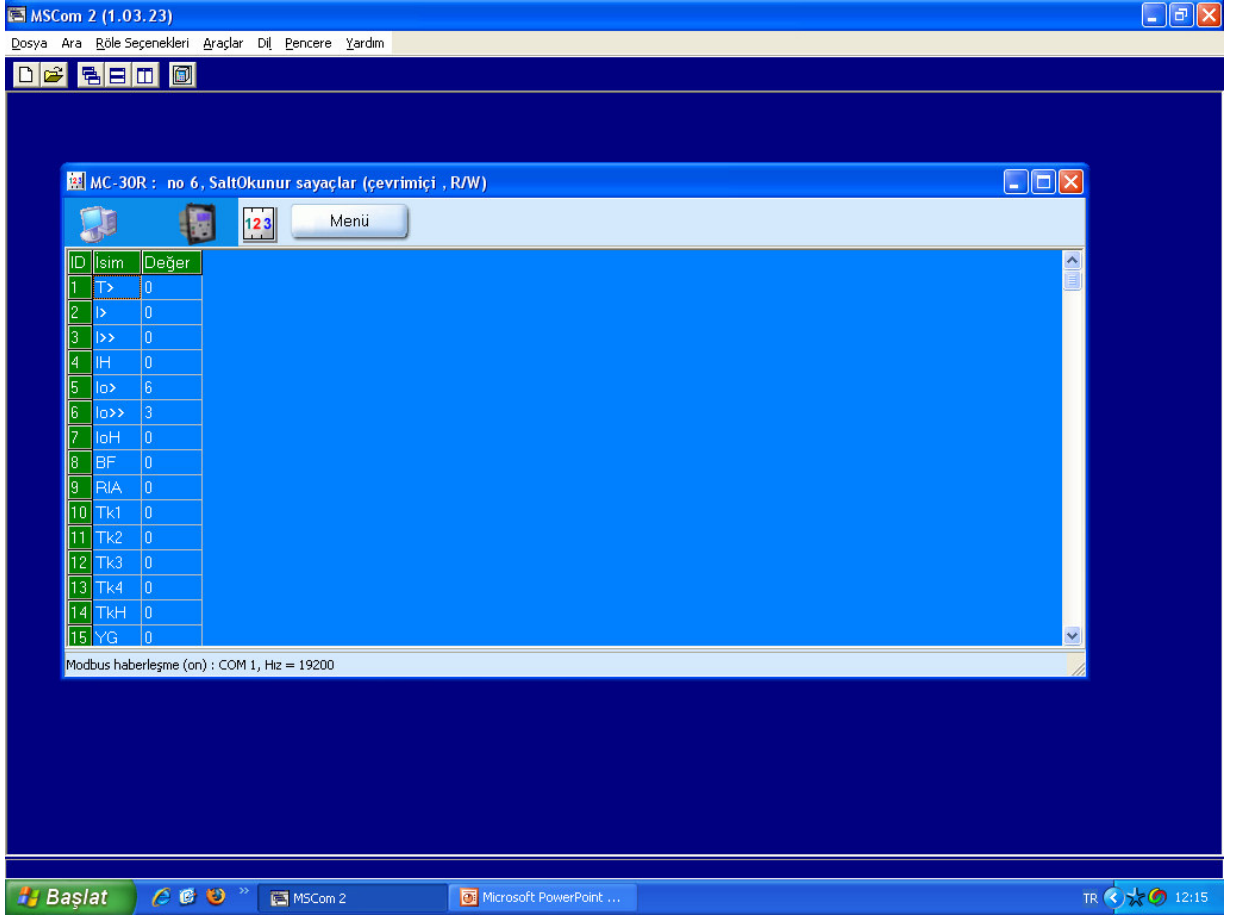
Tarih ve saat bilgisi sayesinde zamanı ve tarihi kontrol etmek ve gerekirse düzeltmek mümkündür. Bu durum şekil 4.24’te verilmiştir.



Şekil 4.24 Tarih ve saat bilgisi

Salt okunur sayaçlar:

Olayların hangi arıza durumundan kaç defa işlem gördüğü ve hangi tekrar kapamadan kaç adet tekrar kapama yaptığı hakkında röle olay rapor bölümüdür. Bu durum şekil 4.25’te verilmiştir



Şekil 4.25 Salt okunur sayaçlar

Son açmalar menüsü:

Son 20 açmaya ait tarih, saat, arıza cinsi, arıza anındaki IA, IB, IC ve Io'dan geçen akım değerleri görülür. Bu durum şekil 4.26'da verilmiştir.

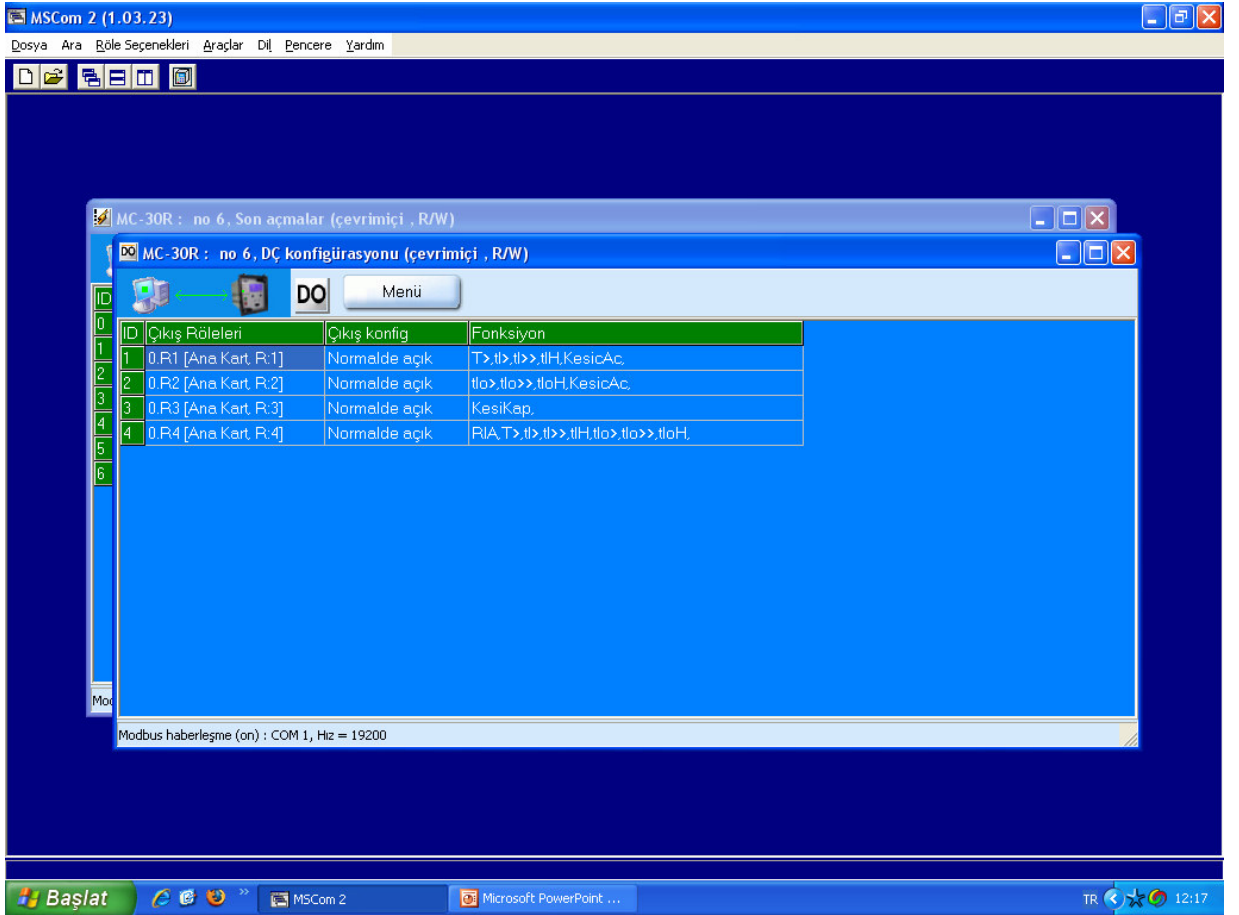
ID	Tarih	Sebep	IA	IB	IC	Io	Tem
0	-	6	-	-	-	-	-
1	Temmuz 20.08 18:43:05.035	lo>	44	48	869	823,60	
2	Nisan 20.08 17:23:25.483	lo>	75	0	18	59,3	0
3	Nisan 20.08 17:19:17.000	lo>	74	0	12	65	0
4	Ocak 01.02 00:00:00.023	lo>>	0	0	0	2	0
5	Ocak 01.02 00:00:19.034	lo>>	0	0	0	2,2	0
6	Ocak 01.02 00:00:00.023	lo>>	0	0	0	2	0

Modbus haberleşme (on) : COM 1, Hız = 19200

Şekil 4.26 Son açmalar

Digital çıkış konfigürasyonu menüsü:

Rölenin dört adet çıkış kontağı mevcuttur. Söz konusu kontakların normalde açık veya normalde kapalı durumu tercih edilebilir. Çıkış kontak konfigürasyonu yapılan her bir kontağın hangi işlemi yaptığı yani hangi kontağın kesici kapama kontağı olduğu, hangi kontağın aşırı akımdan kesiciye açma vereceği, hangi kontağın toprak kaçağında kesiciye açma vereceği ve hangi kontağın açma yerine sinyal vereceği belirlenir. Belirlenen konfigürasyonlar toplu olarak çıkış numarası, konfig ve fonksiyon modunda ekranda görülür. Bu durum şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.27. Digital çıkış konfigürasyonu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Elektrik dağıtım tesislerinde kullanılan SCADA Sistemleri, mevcut tesislerin verimli işletilmesini ve buna dayanarak bu alana yapılacak yatırımların ertelenmesini ve geleceğe yönelik etkin planlamaların yapılmasını da sağlamaktadır. Artan elektrik enerjisi taleplerinin karşılanması için büyük yatırım maliyetlerine, ileri teknolojiye ve yetişmiş insan gücüne ihtiyaç vardır. Standartlara uygun olmayan malzemelerin kullanılmasından veya teknolojiden yeterince faydalanılmamasından doğan kayıpların bedeli, tüketici tarafından ödendiği gibi can ve mal güvenliği açısından da büyük tehlikeler doğurmaktadır. Bu riskleri ve kayıpları asgariye indirmek ve enerji sarfiyatını en optimum seviyede tutmak vazgeçilmez hedef olmuştur. Bu hedefi gerçekleştirmenin en etkili yolu; elektrik enerjisinin üretildiği, iletiildiği, dağıtıldığı ve tüketildiği tüm elektrik tesislerinde, dağıtım ve iletim sisteminin kontrol altında tutulduğu ve en uygun senaryoya göre kumanda edildiği, enerji parametrelerinin izlenip sistemin takip altına alındığı otomasyon sistemleri kurmaktır.

Bu çalışmada; SCADA sistemleri ile tesis ve sistemlerin tek bir merkezden kontrol edilmesi ve yönetilmesi olarak sağlayacak uygulama yapılmıştır. Geniş bir coğrafi alana yayılmış bulunan elektrik tesislerinin merkezi bir yerden, uzaktan kontrol ve kumanda edilmesinin önemi görülmüştür. SCADA sistemi sayesinde elektrik tesislerinin uzaktan izlenmesi sağlanarak, enerji kesintilerinin minimuma indirilmesi, klasik sistemle saatlerle ifade edilen enerji kesinti süreleri dakikalarla ifade edilebilir şekilde iyileştirilmiştir. Bununla birlikte her indirici merkezde üç vardiyalı eleman bulundurma ihtiyacı da ortadan kalkmaktadır.

SCADA sistemleri ayrıca insanlara güvenilir, hızlı ve ekonomik sistem yönetimi olanaklarını sunmaktadır. Bu sistemler insanlara büyük bir iş gücü sağlamakta ve bu iş gücünün başka alanlarda kullanılması fırsatını tanımaktadır.

İşletmesi yapılacak elektrik enerjisinin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli, güvenli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması amacıyla;

kurulan koruma kontrol ve gerçek zamanlı izleme sistemleri her geçen gün bilgisayar tabanlı SCADA ve otomasyon sistemlerine geçiş yapmakta olup bu tez çalışması da böyle bir ihtiyaçtan doğmuştur.

Bu tezin uygulamasında;

- Röle durum bilgileri,
 - Anlık ölçümler menüsü ile her faza ait akımlar ve akım trafo oranına göre fiderin yüklenme durumu,
 - Kesici pozisyonu, arıza cinsine göre A/A toprak (açma) sinyali, A/A faz (açma) sinyali, röle besleme durumu,
 - Test ile röle üzerinde bulunan sinyallerin faal olup olmadığı testi,
 - Rölenin arızanın cinsine göre verdiği sinyalin silinmesi,
 - Şifre teyidi ile kesiciye açma ve kapama komutu gönderilmesi,
 - Aşırı akım koruma ayarı, toprak kaçağı koruma ayarı, akım zaman eğrisinin belirlenmesi,
 - Tekrar kapama ayarları ve işlemi,
 - Haberleşme parametreleri,
 - Rölenin seri numarası,
 - Komut vermek veya röle ayarlarında değişiklik yapmak için kullanıcı şifresi,
 - Akım trafo oranı primer, akım trafo oranı sekonder, frekans,
 - Fiderin müsaade edilen daimi akımı,
 - Tarih saat bilgisi,
 - Olayların hangi arıza durumundan kaç defa işlem gördüğü ve hangi tekrar kapamadan kaç adet tekrar kapama yaptığı,
 - Son 20 açmaya ait tarih, saat, arıza cinsi, arıza anındaki I_A, I_B, I_C ve I_o 'dan geçen akım değerleri,
 - Röle çıkış kontak konfigürasyonu,
- gibi bilgiler merkezi kumanda operatörünce görülmekte, değiştirilebilmekte ve işlem veya manevra yapılabilir.

5.2. Öneriler

Görölmüştür ki, sistem planlanırken hatasız hareket edildiğinde sistem işletiminde de problemler en aza indirgenmekte ve işletimden kaynaklanan sıkıntılar anında giderilebilmektedir. Tezin uygulamasında RTU ve yazılım kullanılmamış, RTU olarak röle yazılım olarak röle arayüz programı kullanılmıştır. Dolayısıyla sistemin güvenliği ve RTU'nun protokol, yazılımı ve programlama dilinin önemi ortaya çıkmıştır. Bunların hepsinin merkez yazılım ile uyumlu olması ya da hepsine merkez yazılımının adapte olması gerekliliğine dikkat edilmelidir.

SCADA yazılımı ve sahadaki cihazlar üzerine geliştirilecek olan yazılımlar tamamen bağımsız bir şekilde tasarlanarak yapılmalıdır. Böylece işletim sistemlerine, veritabanlarına ve diğer yan yazılımlara bağımlılık ortadan kalkacaktır. Bağımlılığın ortadan kalkması ile oluşan rekabet düzeyi ile en iyiye daha ucuz bir şekilde ulaşılacaktır.

Önemli olan SCADA kurulduktan sonra sistemin değerlendirilebilmesidir. Orta ve Uzun vadede değerlendirilemeyen sistemler SCADA'nın sağladığı faydaları dahi ortadan kaldırarak zararlar getirecektir.

Yapılacak uygulamalarda DM, KÖK veya Trafo postasında çalışma yapacak elektrik arıza, bakım, onarım ekibin güvenliği açısından uzak uç birimde; uzaktan kumanda sistemini devre dışı edecek bir anahtar olmalıdır. Ekip çalışma yapacağı zaman kendi güvenliğini mahallinde almalıdır. Uzak uç birim olan DM, İM veya KÖK'e ait giriş kapısına bir anahtar konulması suretiyle kapı açık sinyali alabilir.

SDADA uygulamalarında sistemin güvenliği şebekede çalışanlar başta olmak üzere can ve mal güvenliği ve şebekenin sağlıklı işletilmesi açısından en hassas konudur. SCADA yazılımlarında ve programını tam olarak kontrol edebilmek için yetkili kullanıcı olmak gerekmektedir. Her yetkili kullanıcıya ait bir kullanıcı adı, kullanıcı şifresi ve şifre seviyesi bulunmalıdır. Her yetkili kendi yetki seviyesi kadar programı kullanabilmelidir. Tam yetkili olan kullanıcı bütün sayfaları kontrol etme ve parametrelerin sınırlarını verebilme yetkisine sahip olur. Daha alt yetki sınıflarında olan kullanıcılar ise parametre ayarı yapamayacak, sadece izleme yapabilecektir. Yetkili kullanıcılar sayfalar arasında dolaşmak ve parametre sınırlarını belirleyebilmek için

sorgu ekranında kullanıcı adı ve şifresini girmek zorundadırlar. Şifresi olmayan kullanıcılar misafir, operatör, yetkili ve sistem yetkilisi olarak sistemde bulunamayacaktır.

Elektrik Dağıtım Şebekelerinde DM, TR ve KÖK'lerin uzaktan izlenmesi ile arıza ve bakımlarda kumanda edilmesi amacıyla kurulacak SCADA sistemlerinde aşağıdaki teknik, yazılım ve donanım hususlarına dikkat edilmesi gerekliliği sabittir.

- Kurulacak sistem, rölelerden gelen bilgilerin veri kaybı olmadan merkeze iletimini sağlayacaktır.
- SCADA yazılımı üst seviye güvenlik sağlamalıdır. Çeşitli seviyelerde erişim hakkına sahip kullanıcılar ve kullanıcı grupları yaratılabilir. Serverların konfigürasyonlarını sadece yönetici yetkisine sahip kullanıcılar yapabilir. Şifre özelliği sayesinde sisteme herkes tarafından müdahale edilemeyecektir.
- Sistemde GPRS ile bağlantı yapılması sürekli veri alış verişi nedeniyle daha ekonomik olmaktadır. Kullanılacak GPRS modem Otomatik GPRS bağlantısı, Sürekli bağlantı modu, İnternet bağlantısı kesilmesi otomatik tespit mekanizması, Bağlantı kesilmesi durumunda otomatik yeniden bağlantı, Protokol bağımsız şeffaf veri transferi, En az iki dinleme soketi, uzaktan konfigürasyon özelliklerini taşımalıdır.
- Haberleşme protokolünün interoperability özelliği olacaktır. Farklı üreticilerin RTU cihazlarının bu protokol vasıtasıyla haberleşebilmesi mümkün olmalıdır. Protokol, report-by-exception işlemini desteklemelidir. RTU'lar merkezden yapılacak sorgulamayı beklemeden, tanımlı olayları kendiliğinden merkeze gönderme işlemini yapabileceklerdir. Olaylar öncelik sırasına göre sınıflandırılabilir. Böylelikle yüksek öncelikli olayların derhal gönderilmesi, düşük öncelikli olayların ise tanımlanan süre sonunda veya tanımlanan olay sayısının aşılması durumunda gönderilecektir. Protokol, olayların olduğu andaki zaman etiketini olaya ekleyerek gönderme işlemini yapacaktır. Protokol, merkezden periyodik veya istek üzerine sorgulamayı destekleyecektir. Merkezle haberleşmenin geçici olarak kesilmesi halinde, oluşan olaylar RTU içerisinde yedeklenecektir. Protokol, haberleşmenin normale dönmesi sonrasında yedeklenmiş olayların merkeze

gönderilmesini sağlayacaktır. Bu şekilde veri kaybı engellenmiş olacaktır. Olaylara zaman etiketleri oluştukları RTU'da ekleneceğinden dolayı, protokol RTU'lar arasında zaman senkronizasyonunu otomatik olarak sağlayacaktır. Senkronizasyon periyodu tanımlanabilir olacaktır. RTU'da asgari 4 adet giriş-çıkış olacaktır.

- SCADA yazılımı mimarisi; yazılım istemci/sunucu yapısında olacaktır. Tek başına hem istemci hem sunucu olarak çalışabilecektir. İkili ve üçlü sunucularla yedekli çalışabilecektir. Kullanıcı yük dağılımını azaltmak için ilave sunucular kurulabilmelidir. Yedekli çalışan sunucular arasında tam otomatik veri alışverişini sağlamalıdır. Bu, yapılandırma bilgilerini, gerçek zamanlı verileri, tarihi verileri, olay listelerini kapsamalıdır. Yedekli veritabanı güncellemeleri sadece değişenler güncelleşecek şekilde olmalıdır. Sınırsız sayıda sunucu ve sınırsız sayıda istemci eklenebilmelidir. Birden fazla sunucu devrede olduğunda tek bir noktadan tüm sunucular üstünde yapılandırma değişiklikleri yapılabilmelidir. Sunucular arası veya sunucularla istemciler arası haberleşme yükü yavaş bağlantılarda bile çalışacak şekilde olmalıdır. Bunu da sürekli haberleşme yerine değişiklik olduğunda haberleşme yaparak sağlayabilmelidir. Yazılım Windows 2000, Windows XP, Windows 2000 Server, Windows 2003 Server işletim sistemlerinde çalışabilmelidir. Sistemin kullanıcı arabirimleri Türkçe olmalıdır.
- SCADA yazılımı veritabanı gerçek ilişkisel veritabanı tasarımına sahip olmalıdır ve gerçek zaman işlemleri için optimize edilmiş olmalıdır. Ayrıca nesne-yönelik yapıda olmalı ve hiyerarşik yapıda organize edilmiş olmalıdır. Kullanıcının şablonlar oluşturmasına olanak tanımalıdır. Bu şablonlar birden fazla nesne tipini destekleyebilmelidir.
- Operatör Arayüzü olarak; Yazılım birden fazla yerel veya uzak operator istemci ekranının gösterilmesini destekleyebilmelidir. İstemci ekranları yerel ağ (LAN), uzak ağ (WAN) ve çevirmeli-ağ (Dial-up) üzerinden çalıştırılabilmelidir. İstemci ekranların çalıştığı bilgisayar üstünde scada veritabanı bulunması gerekli olmamalıdır. İstemci ekranlarından yetkili kişiler veritabanı yönetimi ve konfigürasyon değişikliklerini yapabilmelidir.

Tüm ekranlar web sayfası olarak gösterilebilmelidir. Bu sebeple ilave hiçbir yazılım kurulmasına gerek olmamalıdır. Ekranlarda yapılan değişiklikler ve ilaveler otomatik olarak web sayfalarına da yansımalıdır. Tüm ekranlar, veritabanı nesnelere, raporlar, trendler, standart web tarayıcıları tarafından görülebilmelidir. Sunucularda yapılan değişiklikler normal ekranlarda ve web ekranlarında ilave bir şey yapmaya gerek kalmadan güncellenmelidir. İstemci birden fazla sunucuya bağlanarak veri alışverişi yapabilmelidir. İstemciler yedekli çalışan sunuculardan veri alışverişi yaptığı durumlarda otomatik olarak çalışan sunucuya bağlanabilmelidir. Sunucu değişimlerini otomatik algılayıp, bağlantıyı çalışan sunucuya yönlendirebilmelidir.

- SCADA sistemi ekranları ölçeklenebilir vektör grafiklerini desteklemelidir. Bu sayede grafik nesnelere küçültme/büyültme işlemlerinde ve değişik çözünürlüklerde deforme olmadan görülebilmelidir. Ekranlarda en az dolgu yoğunluğu, dolgu rengi, dönüş, pozisyon, çizgi kalınlığı, yazı özellikleri, şeffaflık, Çok oranlı renk değişimi animasyonlar yaptırılabilir. Ekranlar üstünden alarm yönetimi, operatör notları, ipucu pencereleri, diğer windows ve office belgelerine kısayollar (Web sayfaları, adobe acrobat belgeleri, Office belgeleri, ...) sağlanabilmelidir.
- Scada sunucusu detaylı olarak çalışma durumlarını bir kütük (log) dosyasına kaydetmelidir
- SCADA yazılımı tanımlanan durumlar için alarm üretebilmelidir ve bu alarmlar oluştuğunda alarmın kullanıcıya Kısa Mesaj (SMS) olarak ulaşması, alarmın kullanıcıya e-posta olarak ulaşması, çeşitli sıralı mantıksal işlemler çalıştırmak, diğer alarmların önceliğinin değiştirilmesi ve diğer alarmların konfigürasyonunun değiştirilmesi işlemleri otomatik olarak yapabilmelidir.
- Alarm takibi açısından alarm; alarmın oluşumu (nokta ismi, durumu, zaman etiketi ve önceliği belirtilerek), alarm devre dışı olması, alarmın kabul edildiği zaman, kabul eden kullanıcı ve opsiyonel notları içerecek özellikte olmalıdır. Alarmlar ve olayların zaman etiketleri SCADA sunucusu tarafından yaratılmayacak, oluştuğu yerdeki RTU tarafından alarma veya olaya eklenen oluşma anı zaman etiketleri olacaktır. Operatör veya web

ekranları sesli alarm uyarı verebilmeli, ses tonu, alarm rengi veya diğer özellikleri alarmın önceliğine göre değişebilir olmalıdır. Oluşan alarmlar ekranın bir köşesinde daimi olarak bulunan alarm ikonunda aktif hale geçebilmeli; ses ve görüntü ile operatörü uyarmalıdır.

- Scada yazılımının, olay günlüğü tutabilme özelliği olmalıdır. Bu listeye kullanıcı yorumları eklenebilmelidir. Olaylar, zaman etiketi, sorumlu kullanıcı, nokta ismi, mesajı ve sebebi ile birlikte bir veri tabanında tutulmalıdır. Uzak veya yerel kullanıcıların yaptıkları tüm işlemler zaman etiketi ve kullanıcı bilgisiyle beraber veri tabanına kaydedilmelidir.
- Yazılım rapor üretebilen, yazdırabilen, başka dosya biçimlerine çevirebilen bir raporlama modülü içerecektir. Raporlar belirli olaylar sonucunda, kullanıcı istediğinde, belirli zaman aralıklarıyla üretilebilecektir. Raporlar HTML, PDF, CSV, Office (Word, Excel) formatlarında olabileceklerdir. Ayrıca yerel veya ağ yazıcılarından bastırılacak, yerel veya uzak hard diske dosya olarak kaydedilebilecek, kullanıcılara e-mail olarak gönderilebilecektir.
- Sistem modüler olup, yeni dağıtım merkezlerinin otomasyonu için ilaveye ve geliştirilmeye uygun olacaktır. Bu amaçla sisteme dahil edilecek veya ileride dahil edilmesi düşünülen farklı modeldeki farklı veri adreslemesi olabilen cihazları RTU içerisinde parametrik olarak tanımlamak mümkün olmalıdır.
- Sistem çalışma durumunda, istenildiğinde tüm merkezlerdeki bilgiler aynı ekranda görülebilecektir. Tek bir merkez ile ilgili bilgi istenildiğinde bu talebi karşılayabilecektir.
- Haberleşme sisteminde kullanılacak cihazların Telekomünikasyon Kurumundan onaylı olmalıdır. Cihazlar üzerinde onay etiketi bulunmalıdır.
- Sistem 365 gün 24 saat çalışacak şekilde düzenlenmiş olmalıdır.
- Elektrik dağıtım tesislerinde kurulacak RTU ve GPRS Router -15°C ile $+55^{\circ}\text{C}$ ısı ve %10-%90 yoğunlaşmasız bağıl nemde sorunsuz çalışmalıdır.
- RTU ve modemlerin beslemesi için yeterli güçte 1 adet DC kesintisiz güç kaynağı konulmalıdır. Enerji kesintilerinde güç kaynağı sistemi en az 2 saat süreyle besleyecek güçte olmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aktif Mühendislik.2006. “ *Mikroişlemcili Tekrar Kapamalı aşırı Akım ve Toprak Kaçağı Rölesi, MC30-R Kullanım Klavuzu* “, İstanbul.
- Aktepe, A. 1999. ” *SCADA Uygulamasının Enterkonnekte Elektrik Şebekesi Yönetimine getirdiği faydalar* “ “(Yüksek lisans tezi) Gazi Üniv. Ankara
- Berçin, N. 1997. “*SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve OG Elektrik Dağıtım Tesislerine Uygulanması*” (Yüksek lisans tezi) İTÜ. İstanbul.
- Erdem, F. 2005. “*SCADA ve Otomasyon Sistemlerinin Dağıtım Şebekelerinde Uygulanması*” (Yüksek lisans tezi) Gazi Üniv. Ankara
- McClanahan, “ *SCADA and IP is network convergence really here?*”, Industry Applications Magazine,9,2,29-36 (2003)
- National Communications System. Technical Information Bulletin 04-1, “ *Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) systems* “, Arlington, October 2004.
- Sucubaşı, A . 2007. ”*Mobil Kablosuz Teknoloji Kullanılarak Web Tabanlı SCADA Sistem Uygulaması* “(Yüksek lisans tezi) Gazi Üniv. Ankara
- Özkan, S. 2006. ”*Enerji Sektöründe SCADA Uygulamaları ve SCADA Otomasyonu Örneklemesi* “ (Yüksek lisans tezi) Gazi Üniv. Ankara.
- Pekiner, O., (1999), “*SCADA İletişim Teknikleri ve Standartları*”, Kaynak Elektrik Dergisi, 123;118-124. İstanbul
- Saydam, M. 2001. ”*OG Dağıtım Sistemlerinin SCADA'ya Uygulanması* “ (Yüksek lisans tezi) Yıldız Teknik Üniv. İstanbul
- TEK Koruma -Kumanda Eğitim Notu Elk-5, Eğitim Dairesi Bşk, 1996
- TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası. Ankara Şubesi Haber Bülteni, Sayı: 2007-2
- TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası. Ankara Şubesi Haber Bülteni, Sayı: 2006-5
- TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası. Ankara Şubesi Haber Bülteni, Sayı: 2007-1
- Yalçınöz,T.Yıldız,C., Yücel, İ., “ *Enerji Yönetim Merkezlerinin Fonksiyonları ve Kontrol Amaçları*” Kaynak Uluslar Arası Enerji, Elektrik, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi, 166:76-81 (2003)

ÖZ GEÇMİŞ

1972 yılında Batman'da doğdu. İlk, orta ve Lise öğrenimini Batman'da tamamladı. 1992 yılında girdiği Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünden, 1996 yılında mezun oldu.

1997 yılında TEDAŞ Batman Müessese Müdürlüğünde Elektrik Elektronik Mühendisi olarak göreve başladı. 1997-2002 yılları arasında Batman'da İşletme Mühendisi ve 2002-2004 yılları arasında İşletme Bakım Müdürü olarak çalıştı.

2004 yılı sonlarından bu yana VEDAŞ Van İl Müdürlüğünde Sistem İşletme Bakım Müdürü olarak çalışmaktadır. 2006 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başlamıştır

Evli ve bir çocuk babasıdır.