

# KABLOSUZ HABERLEŞME TEKNOLOJİSİ (SABİT IP)

## KULLANILARAK ENERJİ OTOMASYONU

### ( SCADA PROJESİ )

*Burak COŐKUN*

*Elektrik-Elektronik Yük. Müh.*

*burak.coskun@osmangaziedas.gov.tr*

*(OSMANGAZİ ELEKTRİK DAĞITIM A.Ő Şair Fuzuli Cad. No:7 26010 ESKİŐEHİR)*

#### **GİRİŞ:**

Kalkınmakta olan ülkemizde daha hızlı bir gelişme sağlanabilmesi için enerji ihtiyacının tam, zamanında ve ucuz karşılanması ve en önemlisi mevcut enerjinin en tasarruflu şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. 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 ekipmanlarından kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözetlenmesi sağlanabilir. Bu çalışmada; elektrik dağıtım sistemlerine SCADA uygulamasının nasıl yapılacağı ve sonuçları ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu tür sistemler "scalable" özelliklerinden dolayı değişik işletmelerin tüm kontrol ihtiyaçlarını kademeli olarak gerçekleştirmeye izin vermektedir.

#### **SCADA SİSTEMİNİN YAPISI**

SCADA esas olarak üç bölümden oluşur:

1. Remote Terminal Unit (Uzak Uç Birim): Veri toplama ve kontrol uç birimlerini oluşturan sistemlerdir.
2. Communication System (İletişim Sistemi): Bir bölgede başka bir bölgeye karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesini sağlayan sistemlerdir.
3. Master Terminal Unit (Kontrol Merkezi Sistemi): Geniş bir coğrafi alana yayılmış tesislerin, bilgisayar esaslı bir yapıyla uzaktan kontrol edildiği izlendiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanabilir.

#### **SCADA SİSTEMİNİN KAPSAMI**

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 trafo merkezinde yer alan kesici, ayırıcı ve kademe değiştiriciler kontrol edilebilir. Röle durum bilgileri, bara gerilimi, fider ve trafo aktif reaktif gleri, fider akımları trafo sıcaklığı gibi ölüm değerleri, fider boyunca yer alan arıza seziciler ve ayırıcıların durumları SCADA Merkezinden gözlenebilir. Bu veriler değerlendirilerek trafo 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. Elektrik dağıtım SCADA Sistemi tasarlanması aşamasında öncelikle şu temel bileşenlerin içeriği belirlenmelidir.

- Merkezi kumanda Sistemi
- İndirici merkezlerde kurulacak olan lokal birimler
- Merkezi kumanda ile lokal birimler arasındaki haberleşme sistemi

## 1. Merkezi Kumanda Sistemi

Geniş bir coğrafi alana yayılmış bulunan SCADA Sistemlerinin ve kontrol edilecek tesislerin merkezi bir yerine kurulur. Sistem gvenirliğinden sorumludur; yetki vermeksizin açma ve kapama işlemi yapılmaz. Yüklerin izlenmesinden ve bunların kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmasını sağlar. Dağıtım sisteminde arıza durumunda ortaya çıkan sorunların zm 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. Merkezi Kontrol Sistemi Görevleri

- a. Uzaktaki RTU birimlerinden verilerin toplanması
- b. Toplanmış verilerin yazılım programları ile işlenerek ekrana veya yazıcıya gönderilmesi
- c. Sistemde kontrol edilecek cihazlara kontrol komutu gönderilmesi
- d. Belli olaylar karşısında alarm üretme ve gelen alarmları operatöre en hızlı Şekilde iletme
- e. Meydana gelen olayları ve verileri zaman sırasına göre kaydetme
- f. Başka bilgisayar sistemleri ile iletişimde olma
- g. Dağıtım yönetim sistemi (DMS) ve enerji yönetim sistemi (EMS) gibi st seviye uygulama programlarını alıştırma
- h. Yazıcı, izici, haberleşme birimleri gibi ek birimlerin kontrolü.

### 1.2. Merkezi Kumanda Sistemi Yazılım Programları

SCADA programları nesneye dayalı programlama (Object-Oriented Programming) metoduyla gerçekleştirilebilir. Bu tekniğin avatajları kısaca şunlardır:

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

### 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:

1. Önleyici bakım analizlerinden faydalanarak dağıtım şebekesinin bakım programları hazırlanır.
2. İşletme stratejileri geliştirir ve bunun sonucuna göre koruyucu cihazlar uyarlanır. Stratejiler dağıtım sisteminin sistematik bir analizinden geçirilerek belirlenir.
3. 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 trafo merkez birimlerine veya işletme personeline göndermek zorundadır.
4. Dağıtım tesisinin gözetimi ve kumandası için tam sorumluluk üstlenir; açma-kapama emirleri ve yetkisi, yük akışlarının izlenmesi, işletme arızalarının giderilmesi burada yapılır.
5. OG alt iletim sistemi arızalarının giderilmesi ve trafo merkezlerinin kumandası sadece kontrol merkezinden yapılır.
6. Besleyici arızaları normal olarak trafo merkez birimleri tarafından otomatik giderilebilir. Bazı durumlarda kontrol merkezinden giderilmektedir.
7. Kontrol merkezi tüketim, yüklenme düzeyleri, donanım kullanımı ve arızalarla ilgili bütün temel istatistiklerin hazırlanmasını sağlar.
8. Tesis işletme ve arızaların analizini yapar ve bunların sonucunda işletme politika ve tekniklerin geliştirilmesini sağlar.

## **2. İndirici Merkezlerde Kurulacak Olan Lokal Birimler**

İndirici merkezlerde bulunan, bilgi toplama ve denetleme görevini üstlenen birime Remote Terminal Unit kısaca RTU diyoruz. 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.

### **2.1. RTU' nun Görevleri**

- a. Bilgi Toplama ve Depolama
- b. Kontrol ve Kumanda
- c. İzleme (Monitoring)
- d. Arıza Yeri Tespiti ve İzolasyonu

#### **2.1.1. Bilgi Toplama ve Depolama**

RTU' lar tali merkezlerde, analog değerler, akım ve durum bilgileri ve sayaç değerlerini toplar. Toplanan bu bilgileri kendi üzerlerindeki hafızalarında saklarlar. Bu bilgiler; Ana Kontrol Birim RTU' u sorgulayınca 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 trafoları, transdüserler yardımıyla gerektiğinde analog çoklayıcılar kullanılarak alınır. Durum değerleri ise mekanik ve/veya optik izolasyonla alınabilir.

### **2.1.2. Kontrol ve Kumanda**

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

### **2.1.3. 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.

### **2.1.4. Arıza Yerini Tespiti ve İzolasyonu**

Bu görevi 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 RTU'ya gönderir. RTU bu bilgileri ve Kontrol Merkezinden gelen komutları ışığında sistemin arızalı bölgesinin izole edilmesi için harekete geçerek gerekli komutları Arıza Akımı Algılama Modüllerine gönderir ve arıza izolasyonu tamamlanmış olur.

## **2.2. İndirici Merkezlerde Bulunan RTU İşlevleri**

- a. Dağıtım trafolarında bulunan besleyici uç birimleri veya arıza algılama birimleri vasıtası ile besleyicilerin arızalı kısmını otomatik ayırır ve besleyicilerin geri kalan arızasız kısmının yeniden enerjilenmesini sağlar.
- b. Trafo merkez 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.
- c. Arızaların analizi için gerekli verileri tutar. Arıza raporları saat ve tarihi, arızalanan fazları, azami arıza akımını, olay sırası kayıtlarını içerir.
- d. Trafo merkezlerindeki kontrol edilen cihazların analog ve durum değerlerini periyodik olarak ölçer. Ölçüm değerlerini ve alarmlarını kontrol merkezine iletir.

## **3. Merkezi Kumanda ile Lokal Birimler Arasındaki Haberleşme Sistemi**

İletişim, bir bölgeden başka bir bölgeye, karşılıklı olarak, veri veya haberin gönderilmesi işlemidir. SCADA Sisteminde sistemin işleme için iletişim hayati öneme sahiptir. İletişim kanallarının veri elde edebilmesi ve kontrolündeki hızı 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.

### **3.1. İletişim Sisteminin Elemanları**

- a. İletişim Ortamı
- b. Veri İletişim Cihazı
- c. İletişimi sağlayan Cihazlar (MTU, RTU)

### 3.2. İletişim Mimarisi

İletişim mimarisi aşağıda belirtilen etkenlere göre belirlenmektedir;

1. Sistemde kullanılacak RTU' ların sayısı
2. RTU' ya bağlı birimler ve bu birimlere ulaşım hızı
3. RTU' ların yerleşimi
4. Elde bulunan haberleşme kolaylıkları
5. Ulaşılabilecek haberleşme teknikleri ve araçları

### SCADA SİSTEMLERİ İÇİN İLETİŞİM ALTERNATİFLERİ

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

SCADA Sistemlerinde iletişim ortamı olarak kullanılacak çeşitli alternatifler;

1. Enerji Taşıma Hatları
2. Kiralanmış PTT Telefon Hatları, Kablolü TV Hatları
3. Radyo Frekansında İletişim
4. Fiber optik, Metalik Kablolü Özel Hatlar.
5. Kablosuz (wireless) haberleşme

#### 1. Enerji Taşıma Hatları (Power Line Carrier-PLC)

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 yada açılıp kapanan dağıtım elemanlarının durumlarından kaynaklanan empedans değişiklikleri iletişimi bozabilir.

#### 2. Kiralanmış Hatlar

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:

- a. Kiralanmış Türk Telekom Hattı (Leased Line) : Bu hat için özel olarak ayrılmıştır. Her an kullanıma hazırdır.
- b. Otomatik Aramalı Türk Telekom Hattı (Dial Up) : Haberleşme öncesinde telefon konuşmasında olduğu gibi arama yapmak gerekir. Bu hatta santraller meşgul olduğunda veri iletişimi yapılamaz..

Avantajları:

- a. Çok sayıda hat kiralama imkanı,

- b. Lisans, bina, kule, vs gerektirmez.
- c. İlk yatırım masrafı düşüktür.

Dezavantajları:

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

### 3. Radyo Haberleşmesi

Radyolu sistemler, özellikle çok adresli sistemler ve spread-spectrum radyolar (928-952 MHz) haberleşme için yeterli bant sunmanın yanı sıra dağıtım sistemindeki arızalardan etkilenmedikleri için güvenilir bir iletişim ortamı sağlarlar. Ancak radyo iletişimde frekans lisansı (tahsisi) zorunludur. Geniş bir alana yayılan dağıtım otomasyonu sistemi için farklı bölgelerde değişik frekans kullanmak ve bunun, sonucunda, özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde, çok miktarda frekans tahsisi zorunlu olabilecek, 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 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 transformatör 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 Frekans İletişim Avantajları:

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

Dezavantajları:

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

### Uydu İletişimi

Son yıllarda SCADA uygulamalarında uydu haberleşmesi de kullanılmaya başlanmıştır. Uydu yerden gönderilen sinyali alır, yüksektir, frekansı da değiştirir ve başka bir noktaya gönderir. Frekansı değiştirmesinin nedeni kendisine gönderilen frekansla karışmasını engellemektedir. 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 varolan uydulardan kanal kiralamak ve yeryüzü terminalleri kurmak çok pahalıdır.

Avantajları:

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

Dezavantajları:

1. Uydu göndermek masraflıdır,
2. Haberleşme için yeryüzünde büyük yer istasyonları kurmak gerekir.
3. Haberleşmede yaklaşık yarım saniyelik bir gecikme olur.

#### **4.Metalik Kablo**

Metalik kablo çok bilinen ve kullanılan bir tekniktir. İleri teknoloji gerektirmez. Ülkemizde de üretilmektedir. Simplex, Half Dublex iletişimlerin tümüne olanak sağlar. Metalik kablunun 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.

#### **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) dalgaboyları 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 sağlar. 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 kablunun bağlantısı değişik ek tipleriyle gerçekleştirilir. Kenar ve orta kızılötesi bölgeler yani 800 ile 1800 nm dalgaboyları arası fiber optik haberleşme için kullanılmaktadır (Hewlett Packard, 1993).

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

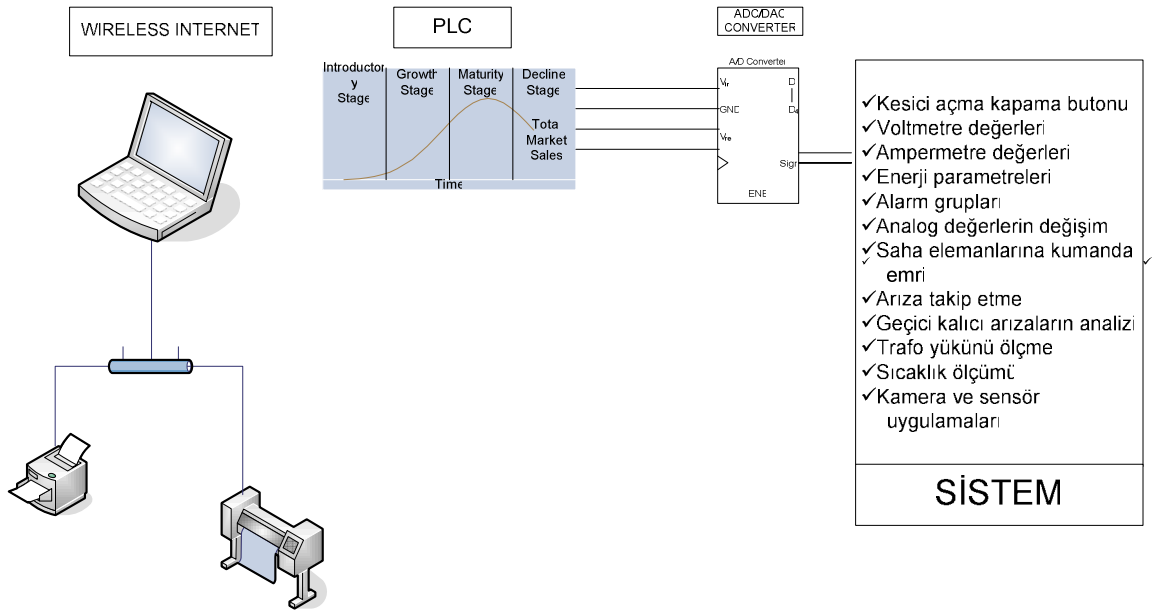
Fiber optik iletişimde veri iletişimi açısından, elektromanyetik girişimden, darbeden ve toprak problemlerinden etkilenmeyen, çok güvenilir bir ortam sağlanır. Geniş bir band sağladığından dolayı çok yüksek veri hızlarına çıkmak mümkündür. Ayrıca, fiber optik kabloda kısa devre durumları olmadığından 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. Ayrıca bu yöntem sayesinde iletişim ortamının işletim, bakım ve onarım sorumluluğu her hangi bir kurum ile paylaşılmamaktadır. Yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü SCADA Sistemi iletişimi için fiber optik kablolar tercih edilebilir. Bu kabloların yerleştirilmesi, yer altı 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.

## 5. Kablosuz (Wireless) Haberleşme

Elektromanyetik dalgaların geniş frekans aralıklarında yayılımı analitik ve deneysel metodların 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 metotla, PLC üzerinden, karşılaşılan mevcut sisteme göre gerek analog gerekse digital veriler alınıp, kontrol edilebilir. Aynı şekilde analizler sonucunda, komut verilir sisteme hükmedilebilir.





## SCADA UYGULAMASI

Bu uygulamada bir Orta Gerilim Elektrik İletim Şebekesi ele alınarak bu iletişim şebekesi için SCADA programının nasıl hazırlandığı anlatılacaktır. Yukarıda da anlatıldığı gibi sistemin doğru çalışması için kullanılan SCADA programı çok önemlidir. Bunun için bir çok program incelendikten sonra genellikle endüstriyel SCADA uygulamaları için kullanılan Lookout programının kullanılmasına karar verildi. Lookout Programı yukarıda bahsedilen yazılımlardan beklenen tüm işlevleri karşılayabiliyordu.

### 1. Elektrik Dağıtım Tesisinden Toplanacak Bilgiler

SCADA projesinin ilk aşamasında sistemin tek hat şeması ve şalt planı incelendi. Elektriksel bağlantılar tespit edildikten sonra izlenecek sinyaller ve giriş\çıkış bilgileri belirlenir. Bizim seçmiş olduğumuz sistemde bir bölgenin komple orta gerilim enerji iletim hattını SCADA Sistemine uyarlamaya çalıştık. Dolayısıyla aşağıda verilen giriş-çıkış bilgileri Orta Gerilim hattına göre düşünülmüştür. Yapılan SCADA Sistemine göre daha bir çok farklı giriş-çıkış noktası tanımlanabilir.

#### 1.1. Ayırıcı ve Kesici Çıkış Fideri Ölçüm ve Kumandaları

1. 3 faz akımlarının ayrı ayrı ölçümü,
2. Aktif güç ölçümü,
3. Reaktif güç ölçümü,
4. Güç faktörü ölçümü,
5. Bara ayırıcısı açık durumu algılanması,
6. Bara ayırıcısı kapalı durumu algılanması
7. Toprak ayırıcısı açık durumu algılanması
8. Toprak ayırıcısı kapalı durumu algılanması
9. Kesici açık durumu algılanması
10. Kesici kapalı durumu algılanması
11. "Aşırı akım açtı" durumu algılanması
12. "Toprak açtı" durumu algılanması
13. "Otomatik kumanda/manuel kumanda" selektör durumunun algılanması
14. Kesici açma kumandası
15. Kesici kapama kumandası, Kesici toplam açma/kapama sayısının belirlenmesidir.

#### 1.2. Transformatör Primer Çıkış Fideri Ölçüm ve Kumandaları

1. 3 faz akımlarının ayrı ayrı ölçümü,
2. Aktif güç ölçümü,
3. Reaktif güç ölçümü,
4. Güç faktörü ölçümü,
5. Bara ayırıcısı açık durumu algılanması,
6. Bara ayırıcısı kapalı durumu algılanması,
7. Kesici açık durumu algılanması,
8. Kesici kapalı durumu algılanması,
9. "Aşırı akım açtı" durumu algılanması,
10. "Yağ seviyesi düşük" durumu algılanması,
11. "Termometre İhbar" durumu algılanması,
12. "Termometre Açtı" durumu algılanması,
13. "Bucholz İhbar" durumu algılanması,
14. "Bucholz Açtı" durumu algılanması,
15. "Tank Koruma Açtı" durumu algılanması,
16. "Trafo Diferansiyel Koruma" durumu algılanması,
17. "Trafo Cebri Havalandırma Sistemi" durumu algılanması,
18. "Otomatik Kumanda/Manuel Kumanda" selektör durumunun algılanması,

19. Kesici açma kumandası
20. Kesici kapama kumandası
21. Kesici açma/kapama sayısının belirlenmesidir.

### **1.3. Transformatör Sekonder Çıkış Fideri Ölçüm ve Kumandaları**

1. 3 faz akımlarının ayrı ayrı ölçümü,
2. Aktif güç ölçümü,
3. Reaktif güç ölçümü,
4. Güç faktörü ölçümü,
5. Bara ayırıcısı açık durumu algılanması,
6. Bara ayırıcısı kapalı durumu algılanması,
7. Kesici açık durumu algılanması,
8. Kesici kapalı durumu algılanması,
9. "Aşırı akım açtı" durumu algılanması,
10. "Trafo yıldız noktası" koruma durumunun algılanması
11. "Otomatik Kumanda/Manuel Kumanda" selektör durumunun algılanması,
12. Kesici açma kumandası
13. Kesici kapama kumandası
14. Kesici açma/kapama sayısının belirlenmesidir.

### **1.4. Genel Ölçmeler**

1. Primer 3 faz gerilimlerinin ayrı ayrı ölçümü,
2. Sekonder 3 faz gerilimlerinin ayrı ayrı ölçümü,
3. DC yardımcı servis gerilimi ölçümü,
4. Kesici motor besleme gerilimi durumu algılanması,
5. İç ihtiyaç trafosu ayırıcısı açık durumu algılanması,
6. İç ihtiyaç trafosu ayırıcısı kapalı durumu algılanması,
7. Primer/Sekonder gerilim trafosu ayırıcısı açık durumu algılanması,
8. Primer/Sekonder gerilim trafosu ayırıcısı kapalı durumu algılanması,
9. DC kaçak mevcudiyeti durumunun algılanması,
10. RTU cihazı AC şebeke durumu algılanması,
11. RTU cihaz kapağının açık/kapalı durumunun algılanması,
12. Enstrümantasyon pano kapağının açık/kapalı durumunun algılanması,
13. İstasyon dış kapısının açık/kapalı durumunun algılanması,
14. İstasyon alarm rölesi kumandası,

## **2. Diyagramların Hazırlanması**

Elektriksel plana uygun olarak bir görüntü işleme programında sistem diyagramları hazırlandı ve LookOut programına aktarıldı.

## **3. Göstergelerin Hazırlanması**

Lokal birimlerden gelen sinyaller ve giriş\çıkış bilgilerine göre kullanılmak istenen göstergeler hazırlanır. Göstergeler arasında bir çok bağlantı tanımlanacağı için göstergelere verilen isimler ve hangi giriş\çıkış birimini ifade ettiği bir tablo şeklinde hazırlanmalıdır. Göstergeler anlaşılır olmalı, hangi göstergenin neyi ifade ettiği, meydana gelen alarmların operatöre ne tip göstergelerle ifade edileceği dikkatlice seçilmeli ve hazırlanan göstergeler sistem diyagramları üzerinde uygun yerlere yerleştirilmelidir.

#### 4. Verilere Ulaşım

Operatörün sistem verilerine ulaşımı hiyerarşik bir grafik ortamında sağlanmalıdır. Diyagramlar birbirine ağaç yapısı biçiminde bağlı olmalı ana görünümünden istenilen alt sistemlere ulaşabilme (tümünden gelim) sağlanmalıdır. Ekranlar arasında geçiş için kullanılan kısayollar tanımlanır.

#### 5. Hyper Trend Nesnelere Yaratılması

Devamlı olarak gözlenmesi ve kaydının tutulması istenilen değerler için hypertrend nesnesi yaratılır. Bu şekilde akım, gerilim vb. ifadelerde günlük, aylık, yıllık olarak akımda ki gerilimdeki değişimler, çalışıyor/çalışmıyor bilgisi (generatör, ups vs.) ve çalışma süreleri izlenmektedir.

#### 6. Sistem Alarmlarının Tanımlanması

Hangi sinyallerin giriş/çıkış işaretlerinin ve hangi sınırlardaki elektriksel büyüklüklerin (akım, gerilim, güç, vb.) alarm olarak seçileceği belirlenir. Bu büyüklüklere göre istenilen sesli, görüntülü alarmlar tanımlanır. Sistem alarmları aşağıdaki özellikleri taşımaktadır.

- o İleri seviyedeki alarm yönetimi, operatörün alarmı çok hızlı biçimde algılayıp çözümlemesine olanak vermelidir.
- o Oluşan alarmlar ekranın bir köşesinde daimi olarak bulunan alarm ikonunda aktif hale geçebilmeli; ses ve görüntü ile operatörü uyarmalıdır.
- o Alarmlar ancak operatörün "menüden mesajı aldım" gibi alarmı gördüğünü belirten seçenekleri işaretlemesiyle silinebilmeli; belirlenen alarmların yazıcıdan çıktısı alınabilmelidir.
- o Alarm döngüsü (routine); operatöre hangi alarm seviyesindeki alarm bilgisinin, yazıcıdan çıktısının alınacağını ve ekranda görüneceğini belirlemesine imkan tanımalıdır.
- o Alarm grupları, kullanıcı tanımlı olmalı ve rapor bölgesine gönderilebilmelidir.
- o Aynı nokta ile ilgili değişik seviyede alarm alınabilmelidir.
- o Alarm durumunda operatör, nokta bilgi bloğunun ekranda yanıp sönmesi ve ikaz sesiyle uyarılmalıdır.
- o Arıza ve alarm durumları gibi bilgiler aynı anda veya belirli aralıklarla yada isteğe bağlı olarak ekranda okunabilmeli ve bilgisayarın hafızasında da depolanabilmelidir.

#### 7. Sistem Güvenliği

Operatörün sistem bilgilerine doğru kimlik kodları ve şifrelerle ulaşması sağlanmıştır. Eğer operatör şifreye sahip değilse sadece grafikleri gözlemleyebilmekte fakat müdahale edememektedir. Doğru şifreleme ve kimlik bilgisi sınırlaması başka kişilerin sisteme girişini engellemek için yapılmıştır. Sistem operatörünün sistemi açarken kullandığı tüm kimlik bilgileri, bütün bilgi ve alarm raporlarına kaydı sağlanmıştır. Operatörler kendi şifrelerini değiştirebilmektedirler.

Operatör, mühendis, yönetici gibi farklı yetki seviyeleri belirlenmiş; çok sayıda operatör kimlik kodu ve şifreleme yapılmıştır. Bir operatör yüksek yetki seviyelerine sahip olabilirken; ikincil yetki seviyesine ait bir sistem operatörünün diğer yetki seviyelerine ulaşması şifrelerle engellenmiştir.

## SCADA SİSTEMİNİN AVANTAJLARI

Bu sistem 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 insiyatifinde 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 (trafo/jeneratör) veya belli elektrik tüketim noktalarındaki yüke göre (çektiği akım veya güce göre) bu noktaları 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.
- Şebeke kalitesinin analizi.
- Önceden alarm verdirterek, açmadan önce sisteme müdahale olanağı.
- Arızanın sebebinin anında belirlenmesi ve herhangi bir sorun halinde merkezden tüm tesise müdahale imkanı gibi sayamadığımız yararları vardır.

## SONUÇLAR

SCADA Sistemleri, 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. 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.

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.