

# ELEKTRİK TESİSLERİNDE SCADA SİSTEMLERİ İÇİN TCP/IP TABANLI UÇ BİRİM SİSTEMLERİ

Bora ACARKAN<sup>1</sup> Osman KILIÇ<sup>2</sup> Sadık KÜÇÜKSARI<sup>3</sup> Sibel ZORLU<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Elektrik Mühendisliği Bölümü  
Elektrik-Elektronik Fakültesi  
Yıldız Teknik Üniversitesi, 34349 Beşiktaş, İstanbul

<sup>1</sup>e-posta: acarkan@yildiz.edu.tr <sup>2</sup>e-posta: okilic@yildiz.edu.tr <sup>3</sup>e-posta: sadikk@yildiz.edu.tr  
<sup>4</sup>e-posta: zorlu@yildiz.edu.tr

*Anahtar Sözcükler: SCADA, Enerji Tesisi, Uzak Uç Birim, TCP/IP*

## ABSTRACT

*Traditional SCADA systems for electricity utilities rely on data transmission over fixed analogue circuits and modems. This method has been satisfactory over the years but it is becoming obsolete and unsuited to today's requirements. The use of TCP/IP technology can overcome the limitations of analogue communications, allow the network to be more flexible in terms of expansion and reconfiguration, and have higher bandwidth potential retaining the qualities essential for SCADA operations.*

## 1. GİRİŞ

Enerji tesisinde verinin doğru ve eksiksiz olarak alınması, uç birimlerdeki sistemlerin kalitesi ve kontrol merkezi ile uç birim arasındaki iletişimin güvenilir bir şekilde yapılmasıyla sağlanır. Veri ne kadar doğru alınır ve iletilirse sistemdeki enerji yönetimi de o kadar hızlı ve verimli olacaktır.

Enerji tesisi yönetim merkezinde sistemin izlenip kontrol edilmesi SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) programları ile yapılmaktadır. Sahadan gelen bilgiler bu programla gözlenir ve kaydedilip kontrol amaçlı işlemlerin yapılmasını sağlar.

SCADA sisteminde verilerin elde edilmesindeki en önemli birim uzak uç birimleridir. UUB'leri analog veya sayısal verinin alınmasında ve verileri merkezdeki SCADA programına aktarmakta kullanılır. Bu sistemin güvenilirliği verinin merkeze iletilmesi ile ilgilidir.

UUB'lerin maliyeti de sistemde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Çok sayıda ve uzak mesafelerde yer alabilen UUB'lerin maliyetinin minimum olması tesis maliyetinin de düşmesine neden olacaktır. Bu uç birimlerden bir tanesi olan ethernet I/O (input/output - giriş/çıkış), hem verinin merkeze iletilmesinde etkilidir hem de maliyeti oldukça düşük bir seçenektir.

Gerektiğinde çok uzak mesafedeki bir yerden bile ethernet I/O'ya ulaşmak mümkün olmaktadır. Bu işlem, modern hayatın bir parçası haline gelen internet üzerinden kolaylıkla yapılabilmektedir [1].

Bu çalışmada enerji tesislerinde izleme, kontrol ve veri toplama sistemleri olarak kullanılan SCADA sistemleri ve bu sistemlerde veri toplama ünitesi olarak kullanılabilen ethernet I/O ve TCP/IP protokolü üzerinde durulmuştur.

## 2. ENERJİ TESİSLERİNDE SCADA SİSTEMLERİ

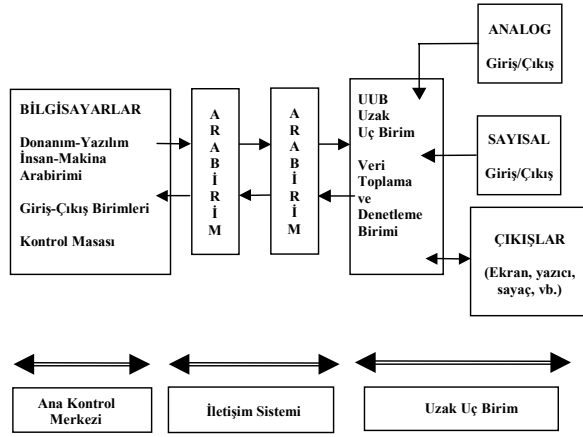
SCADA sistemleri; sistem operatörlerine, merkezi bir kontrol noktasından geniş bir coğrafi alana yayılmış petrol ve gaz tesisleri, boru hatları, su şebekeleri, enerji üretim, iletim ve dağıtım tesisleri gibi alanlarda vanaları, kesicileri, ayırıcıları, anahtarları uzaktan açıp kapama, eşik değerleri değiştirme, alarmları görüntüleme, ölçü bilgilerini toplama ve saklama işlemlerini yerine getirir. Bu noktada çok uzak mesafelerde -kontrol edilen cihaz ile kontrol merkezi arasındaki mesafenin telli iletişime uygun olmayan uzaklıklarda- ethernet I/O üzerinden veri alışverişi daha elverişlidir. Bir SCADA sisteminin izleme, denetim, kontrol ve veri toplama işlevlerini yerine getirmesi esastır [2].

Temel SCADA işlevleri dört bileşenden oluşur:

- Denetim Fonksiyonları (İzleme, Olay ve Alarm İşleme)
- Kontrol Fonksiyonları
- Veri Toplama
- Verilerin Kaydı ve Saklanması

SCADA sistemleri yapı olarak üç ana kısımdan oluşmaktadır:

- Uzaktan Algılama Ünitesi (UUB-Uzak Uç Birim)
- İletişim Sistemi
- Kontrol Merkezi Sistemi (AKM-Ana Kumanda Merkezi)



Şekil-1. SCADA sisteminin genel yapısı

Ethernet I/O sistemi, SCADA fonksiyonları arasında “Veri Toplama” fonksiyonundan “Uzak Uç Birim” kısmına dahil edilmektedir. Bu sistemde alışılmış iletişim sisteminden farklı olarak arabirimde modem yerine ethernet kullanılmaktadır [1,2,3].

### 3. VERİ TOPLAMA ve VERİ İLETİŞİM SİSTEMLERİ

Günümüzde üretimin anlayışının değişmesiyle kalitenin yanında hız da önemli hale gelmiştir. Bu kavram beraberinde otomasyonu vazgeçilmez bir unsur haline getirmiştir. Bilgisayarların önemli işlem hızlarına ulaşması, yüksek depolama imkanlarına sahip olması, verileri hızlı ve yüksek doğruluklarda işleyebilmesi ve maliyetlerinin üretim teknolojilerinin gelişmesi sonucu sürekli azalması nedeniyle otomasyon sistemlerinde her geçen gün daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Otomasyonun yaygınlaşmasıyla verileri alacak, iletecek, saklayacak ve gerekirse değerlendirip karar verecek elektronik kartlara gereksinim duyulmuş, böylece “Veri Toplama Sistemleri” gündeme gelmiştir [3].

Otomasyon veri iletişim sistemleri; işareti algılayıcılardan alır. Sadece elektriksel değil elektriksel olmayan işaretler de dönüştürücüler aracılığıyla ölçülebilir, izlenebilir, değerlendirilebilir ve depolanabilir.

Bilgisayar kullanarak yapılan veri alma ve gönderme yöntemlerinden en önemli üç tanesi şunlardır.

- Paralel bağlantı: Bilgisayara bağlanabilen programlanabilir cihazları; bilgisayar yazılımı ile kontrol etmek için kullanılır
- Seri bağlantı: Veri iletimi için daha uzak mesafelere fakat daha yavaş bağlantı hızıyla olanak sağlar [2].
- Ethernet kartı : Bir yerel bilgisayar ağı (LAN) aynı fiziksel alandaki bilgisayar veya diğer bilgi işleme aygıtlarını TCP/IP protokolü ile birbirine bağlayan yüksek hızlı bir haberleşme sistemidir [1].

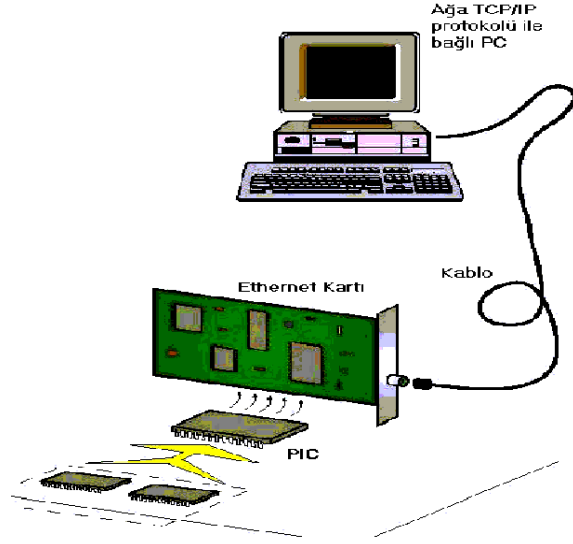
### 4. ETHERNET I/O SİSTEMİNİN YAPISI

LAN (Local Area Network) teknolojisinin gelişmesi, ethernet bilgisayar ağlarının kurulumunun yaygınlaşmasında ve ekonomik olmasında oldukça etkili olmuştur. 10 Mbps ve 100 Mbps hızlarındaki ethernet kartlarındaki gelişmeler sonucunda, ethernet kartları ölçüm yapma ve kontrol uygulamalarında yer almaya başlamışlardır. Buna bağlı olarak gerçekleştirilen gerçek zamanlı kontrol uygulamaları klasik LAN uygulamalarından biraz farklılık göstermektedir. Son yıllardaki gelişmeler etherneti doğrudan haberleşme aracı olarak kullanıp veri toplamada, endüstrinin ihtiyacı olan giriş/çıkışları toplamada kullanılmasına olanak tanımıştır. Burada ethernetin bilgisayarla beraber kullanımından uzaklaşıp dış ortamda kullanımı söz konusu olmuştur. Ethernet tabanlı veri toplama ve giriş/çıkış sistemleri gelişmeden önce sahadan bilgi toplayan birimler ile merkez arasındaki bilgisayarlar arasında farklı haberleşme protokolleri ve bağlantı arabirimleri kullanılmaktaydı. Ethernet tabanlı sistemler yeni bir bakış açısının doğmasına sebep olmuştur [3,4].

Ethernet I/O sistemi, veri toplama ve kontrol etme konusunda saha elemanları olan algılayıcı, dönüştürücü gibi elemanlar ile kontrol edilen birim arasında bağlantıyı sağlar. Bu sistem sahadan çevreden sayısal veri alabileceği gibi analog veri de alabilmektedir. Sayısal veriye örnek olarak bir seviye algılayıcısının açık kapalı bilgisi gösterilebilir; analog veri örneği olarak da elektrik tesislerinde önemli bir büyüklükler olan akım ve gerilim değerlerinin okunması verilebilir. Ethernet I/O kendisi doğrudan akım ve gerilim okuması yapabileceği gibi başka bir analog veri okuması yapan cihaz üzerinden de veri alabilmektedir. Dış ortamdan alınan bilgiler kontrol merkezine ulaştırılarak sistemden alınan cevap doğrultusunda da gerekli işlemler yerine getirilir.

Günümüzde ethernet I/O sistemleri doğrudan bilgisayarlara bağlanarak sahadan veri toplanmasında kullanılabileceği gibi ağ uygulamalarında da kullanılabilir. Bilgisayardan bağımsız olarak işlem yapabilme özelliğinden dolayı birden çok ethernet I/O sisteminden klasik bir LAN sistemi oluşturulabilir. Böylece eşzamanlı olarak gözlemlenen ve kontrol edilen veri noktası artacaktır [1,3].

Ethernet I/O iki kısımdan oluşmaktadır. Bilgisayarla haberleşmeyi sağlayan ethernet kısmı ve sahadan bilgi toplama ve kumanda işlemlerini gerçekleştiren PIC (Programmable Interrupt Controller) kısmından oluşmaktadır. PIC’in giriş uçlarına gelen bir sıcaklık bilgisi ya da açık-kapalı algılayıcı bilgisi ethernet kartı üzerinden bir bilgisayara kendi ethernet kartı üzerinden bağlanarak veri derleme yazılımına aktarılmaktadır. Bilgisayarlarda kullanılan bu tip yazılımlar SCADA yazılımı olarak anılmaktadır.



Şekil-2. Ethernet I/O sistemi

Bu çalışmada PIC olarak Microchip firmasına ait PIC16F877 mikrodenetleyicisi ile Crystal firmasının ürettiği CS8900A model yongası kullanılarak ethernet I/O sistemi gerçekleştirilmiştir.

## 5. GERÇEKLEŞTİRİLEN ETHERNET I/O ve SCADA SİSTEMİ

Haberleşme sistemi sayısal olarak bit seviyesinde gerçekleşmektedir. Ethernet sistemlerinin yapısındaki en alttaki katman fiziksel katmandır. Burada bit seviyesinde işlem yapılmaktadır. Aynı şekilde PIC mikrodenetleyicileri de bit seviyesinde işlem yapmaktadır. Dolayısıyla bu iki sistemin haberleşip veri aktarımı yapması kolaylaşmaktadır [5].

PIC mikrodenetleyicileri, girişlerinden aldığı 1 veya 0 bilgisini işleyerek ethernetin girişine yine bit seviyesinde bilgi olarak aktarmaktadır. Ethernete gelen bu bilgi, TCP/IP protokolü ile bilgisayara gönderilmektedir. Kendisine gelen paketi açan bilgisayar, sahadan gelen bu veriyi alarak ilgili yazılım aracılığıyla uygulamaya koyar. TCP/IP protokolü kullanılarak veri aktarımı yapıldığında her iki taraftaki sistemde de bu protokolün yüklü olması gerekmektedir. Bu protokol işletim sistemlerinde bulunduğu için bilgisayarlarda bu protokolü ayrıca yüklemeye gerek yoktur. Bu çalışmada gerçekleştirilen ethernet I/O sisteminin bir tarafında bilgisayar varken diğer tarafında PIC+ethernet kartı vardır. Dolayısıyla ethernet I/O tarafında da TCP/IP protokolünün bulunması gerekmektedir. Protokolün yükleme işlemi PIC mikrodenetleyicisinin programlanması sırasında gerçekleştirilmektedir.

SCADA programlarında gözlemin ve gerektiğinde kontrolün yapılabilmesi için sahadan bir veri alınması gerekmektedir. Bu veriyi alan ve TCP/IP protokolü ile yazılıma aktaran çevresel uç birim ethernet I/O

kartıdır. Ethernet ile haberleşmeyi destekleyen SCADA yazılımlarında ethernet üzerinden alınacak ve gönderilecek veri grubu tanımlanmalıdır.

## 6. SONUÇ

Ethernet I/O sisteminin en büyük özelliği pratik ve ekonomik olmasıdır. Bu çalışmada kullanılan ethernet kartı ve PIC yongaları kolaylıkla temin edilebilmektedir. İletişim hatları için yeni bir ağ altyapısı kurulabileceği gibi önerilen uç birime uygun yapıdaki mevcut ağ yapılarından da yararlanılabilir. Ayrıca kablolama zamanı ve maliyetlerinde de önemli tasarruflar sağlanabilir. Örneğin sahadan alınan 16 I/O'nun 16 ayrı kablo ile kontrol merkezine iletilmesine gerek kalmadan tek bir haberleşme kablosu ile bu veri iletilmektedir. Bu sistemle veri alışverişi güvenli bir şekilde yapılabilmektedir. Bu konudaki en güzel uygulama örneği, kontrolün internet üzerinden yapılabilmesidir. İnternet ve ethernet I/O sistemleri TCP/IP protokolü ile çalıştığı için işletmede bir bilgisayarın sunucu olarak kullanılması saha bilgilerine ulaşmak için yeterli olmaktadır.

Bu sistemin sağladığı diğer bir üstünlük ise birden çok ethernet I/O sistemini yol çoklayıcılar ile birleştirilmesi ile çok sayıda veri iletişim hattının kontrol merkezine tek bir iletişim hattı ile bağlanmasıdır.

Bu çalışmada amaç tamamen yeni bir UUB kartı üretmek değil, enerji sistemlerinde verilerin doğru ve ekonomik olarak toplanması ve bilgisayar ortamına iletilmesidir. Önerilen sistem sayesinde elektrik tesislerinde veri toplama ve kontrol işlemi hızlı, güvenli ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Kwok-Hong M., Holland B.L., Migrating Electrical Power Network SCADA Systems to TCP/IP and Ethernet Networking, IEEE POWER ENGINEERING JOURNAL, Vol 16, Iss 6, pp 305-311, 2002.
- [2] Şahin S.E., TUBİTAK AEAGE Elektrik Dağıtım Tesisleri SCADA Semineri, pp 201, Bursa, 1993.
- [3] Potter D., Using Ethernet for Industrial I/O and Data Acquisition, PROCEEDINGS OF THE IEEE 16th IMTC, Vol 3, pp 1492-1496, 1999.
- [4] Pritty D.W., Malone J.R., Smeed D.N., Banerjee S.K., Lawrie, N.L., A Real-time Upgrade for Ethernet based Factory Networking, PROCEEDINGS OF THE IEEE 21st IECON, Vol 2, pp 1631-1637, 1995.
- [5] Altınbaşak O., Mikrodenetleyiciler - PIC Programlama, Atlas Basım Yayım, İstanbul, 2000.