

NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE SCADA SİSTEMİ, OTOMASYON VE UZAKTAN ERİŞİM

Melih Çalamak¹

Özet

Hidroelektrik santrallerde (HES) hidrolik ve mekanik verilerin ölçümü, denetlenmesi, yönetimi ve kaydedilmesi enerji üretiminin ve santralin işletilmesinin optimizasyonu için son derece önemlidir. Elde edilen verilerin anında işlenmesi ve kontrol algoritmaları içeren otomasyon sistemine aktarılmasıyla santralde yer alan elemanların otomatik olarak kontrolü mümkündür. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) adı verilen bu sistem aynı zamanda hidroelektrik santraldeki bütün verilere tek bir gözlem ekranından erişilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada nehir tipi HES'lerdeki SCADA sisteminin elemanlarına, haberleşme ve çalışma yapısına değinilmiş, faydalarından söz edilmiştir. Çalışmada ayrıca Türkiye'de geliştirilen ilk ve özgün bir kontrol, kumanda, ölçüm ve koruma sistemi tasarımı olan, nehir tipi HES'lerde kullanılabilecek bir prototipten de bahsedilmiştir.

1. Giriş

Günümüzde sayıları hızla artan nehir tipi hidroelektrik santrallerin işletme çalışması, hem insan kaynaklı hataların önlenmesi hem de optimize edilmiş bir operasyonla enerji üretiminin sağlanması hedefleriyle veri tabanlı kontrol ve gözetleme sistemi olan SCADA ile yürütülmektedir. Uzun yıllardır işletme halinde bulunan eski hidroelektrik santraller de aynı amaçlarla modernizasyon aşamalarında bu sisteme kavuşmaktadır. Hidroelektrik enerjisi üretiminin en uygun hâle getirilebilmesinin birincil yolu santrallerin SCADA türünde bir veri edinme ve kontrol sistemiyle işletilmesidir. Bu sistem sayesinde elde edilen verilerin anında işlenmesi ve kontrol algoritmaları içeren otomasyon sistemine aktarılmasıyla santralde yer alan su alma yapılarının kapakları, taşkın kontrol kapakları, türbin akım ayar kanatları ve vanaları ve jeneratör gibi elemanların otomatik olarak kontrolü mümkündür. Var olan bir gözlem ekranıyla santraldeki bütün verilere erişilebilmekte, operatöre özel kontrol yetkilerinin tanımlanabildiği bir yazılımla santralin işletilmesi operatörlerce de kolaylıkla yapılabilmektedir. Aynı zamanda bu gözlem ve kontrol ekranına yine yetkilendirmeye uzaktan erişilebilmekte, santralin işletimi ile ilgili

¹ Arş. Gör., ODTÜ, İnşaat Mühendisliği Böl., Su Kaynakları Lab., Çankaya, Ankara

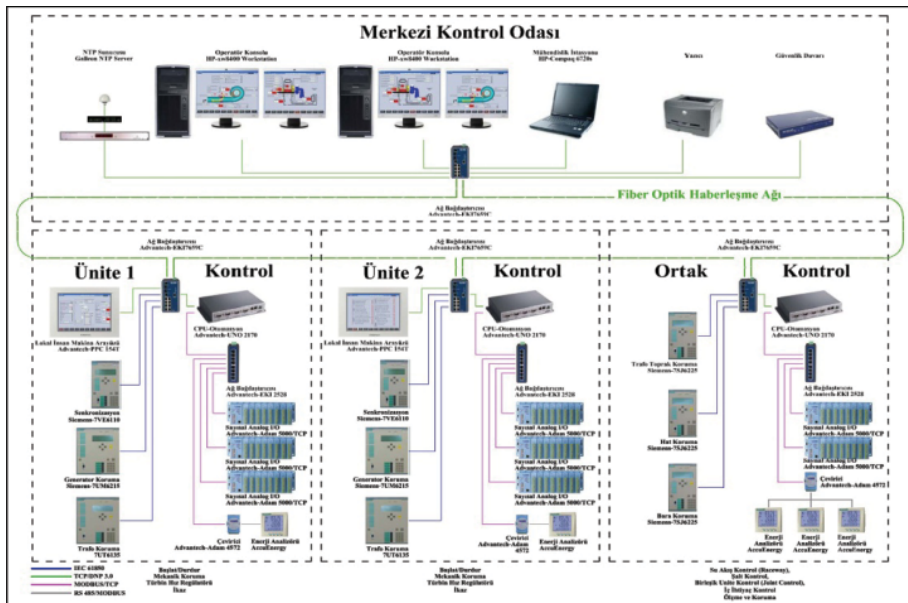
istenilen değişiklikler, internet bağlantısı olan herhangi bir yerden yapılabilmektedir.

Bilgisayar destekli bu otomasyon sistemi santralde sadece işletimsel optimizasyon yapılmasına olanak sağlamaz; santraldeki ekipmanların tümünün mekanik seyirlerinin tayininde hayati kolaylıklar sağlayarak santrallerin büyük bir gider kalemini oluşturan bakım ve onarım maliyetlerinin de en aza indirilmesine yardımcı olur. Ayrıca,

SCADA sisteminin sağladığı gerçek zamanlı verilerin kullanılmasıyla, ardışık olarak ya da birbirinden bağımsız olarak çalışan birden fazla hidroelektrik santralin tek bir gözlem ve kontrol sistemiyle işletme ve bakım stratejilerinin geliştirilmesi de mümkündür. Bunların dışında bu sistemin belki de en önemli özelliklerinden birisi santraldeki bütün ekipmanların verilerini bir veritabanı oluşturarak kaydetmesidir. Bu veriler ileride santral için yapılabilecek geliştirmelerin modellemelerinde ve simülasyonlarında, çeşitli sorunların tanısının konulmasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

2. SCADA Sistemi ve Otomasyon

Nehir tipi HES'lerin SCADA sistemleri genellikle iki ana hiyerarşik düzeyden oluşmaktadır. Şekil 1'de gösterilen genel sistem yapısı itibarıyla bu seviyeler santral düzeyi ve kontrol düzeyi olarak adlandırılırlar (Cepisca ve diğ., 2006). Bu sistem genel olarak programlanabilen otomatik cihazlardan, elektronik ölçüm aygıtlarından, haberleşme ağından ve bilgisayarlardan oluşur. Santral düzeyi ölçme, veriyi dijital hale getirme gibi işlemleri yürütürken, kontrol seviyesi veri toplama, kaydetme, görüntüleme, işleme ve karar verme gibi işlemleri yürütmektedir. Bu işlemler arasındaki iletişimin sağlanması bir yerel alan haberleşme ağı aracılığıyla gerçekleşir. Bu haberleşmenin hızlı, güvenilir ve dayanaklı kılınması günümüzde fiber optik ve ethernet tabanlı bir yerel ağın kulla-



Şekil 1 - Nehir tipi hidroelektrik santrallerde SCADA sistemi genel yapısı
(Nadar ve diğ., 2008'den alınmıştır.)

nılmasıyla mümkündür. Ayrıca, bu yerel alan ağına bir internet yönelticisiyle uzaktan erişim de sağlanabilmektedir.

2.1. Santral Düzeyi

Santral düzeyi santrale yerleştirilmiş ve ölçüm yapan elektronik cihazlardan, uzak terminal ünitelerinden ve ana terminal ünitesinden oluşur. Bu düzeyde yer alan elemanların ana görevi santraldeki veriyi ölçmek, toplamak, onları dijital hale getirmek ve çeşitli protokollere iletmektir. Uzak terminal ünitesi, analog sinyalleri dijital sinyallere çeviren programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC) düzeyinde sayılabilecek bir SCADA bileşenidir. Ana terminal ünitesi ise uzak terminal ünitelerinden gelen veriyi işleyen, depolayan ve diğer bilgisayarlara gönderen ünitelerdir. Nehir tipi hidroelektrik santraller yaygın olarak kullanılan işletme politikalarından olan yükleme havuzunda sabit su seviyesi ve jeneratörde sabit çıkış gücü alternatiflerinin uygulanabilirliği ancak SCADA sisteminin bu düzeyinin işlemleri ile mümkün olmaktadır.

Santraldeki ölçüm cihazları genellikle yükleme havuzu su seviyesi, türbin-jeneratör ikilisinin dönme hızları ve frekansları ve üretilen gücün tespiti için kullanılırlar. Bu cihazlar ayrıca üretilen elektrikle ilgili diğer değişkenleri, sıcaklık, yağ gibi mekanik değişkenleri ve santraldeki diğer yapıların su seviyelerinin ölçülmesinde de kullanılırlar. Santral için seçilen işletme politikasının uygulanmasına doğrudan, üretilen enerjiye de dolaylı yoldan etkileri olan bu ölçüm verilerinin doğruluğu ve anında iletimi son derece önemlidir.

Yükleme havuzundaki su seviyesi ve bu seviyedeki her bir değişim aralığı kablolu ve suya batırılabilen bir basınç transmitteri ile ölçülmektedir. Bu cihaz, yükleme havuzundaki her hidrostatik basınç değişimiyle orantılı sinyalleri iletir. Alınan ve ilgili uzak terminal ünitesinde işlenen sinyallerin değerlendirilmesiyle yükleme havuzundaki su seviyesi tayin edilir.

Üretilen elektrik enerjisinin kalitesinin göstergesi olan frekans sabitliği ancak onun doğru ölçülmesiyle mümkündür. Günümüzde mikro-işlemci tabanlı dijital frekans ölçerlerin kullanılmasıyla türbin hızı ve frekansının kontrolü için yeterli doğrulukta veri elde edilebilmektedir. Frekansın değiştiği durumlarda santralin güvenliğini koruyacak hamleler SCADA otomasyon sisteminin komutlarıyla mümkün olmaktadır. Santralde üretilen güç ve enerjinin yanı sıra voltaj ve akımın ölçülmesi de yine mikro-işlemci tabanlı gelişmiş ölçerler tarafından yapılmaktadır.

2.2. Kontrol ve Kumanda Düzeyi

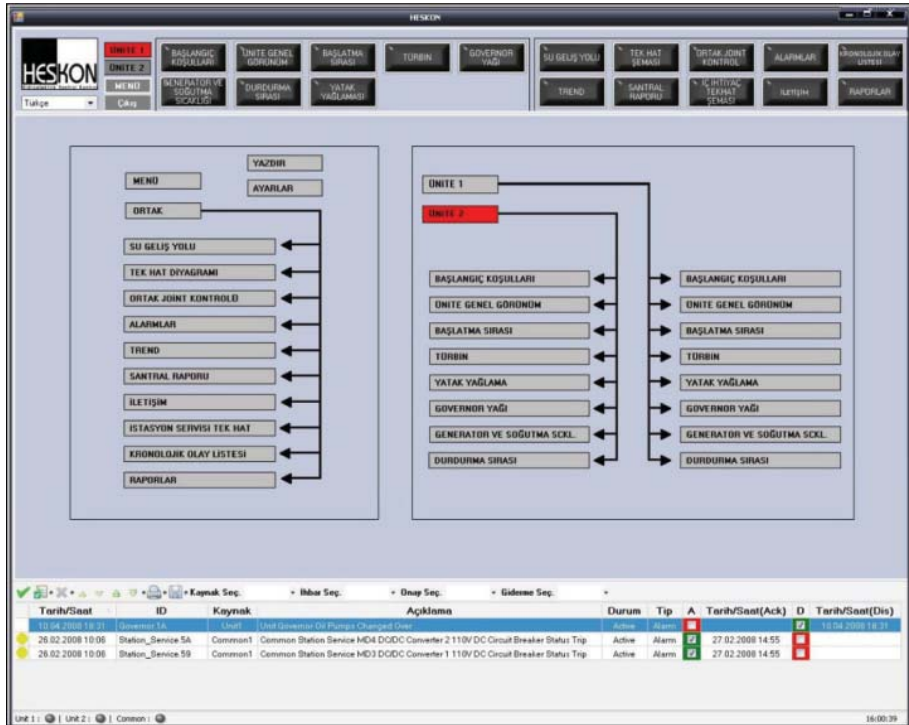
Merkezi SCADA kontrol sisteminin yer aldığı bu düzey ana terminal ünitesinden gelen verinin toplanmasından, bunların işlenip bir ekran ve yazılım vasıtasıyla operatörün izlemesi ve kontrol edebileceği hâle getirilmesinden sorumludur. Merkezi kontrol bilgisayarı, her bir sinyal grubundan alınan bilgilerin gösteriminin sağlandığı, türbin ünitelerinin otomatik, kademeli olarak çalıştırılabildiği ve ünitelerin durdurulabildiği, önceden yazılan algoritmalarla sistemdeki herhangi bir verinin izin verilen sınırlar dışında kaldığını gösteren alarm ve ihbarların izlenebildiği, enerji üretiminin takip edilebildiği, raporlamaların, grafiksel izlemelerin ve değerlendirmelerin alınabildiği bir ekran içerir (Nadar ve diğ., 2008). Bu bilgisayarla santralin istenilen işletme politikasıyla otomatik olarak işletilmesi ve toplanılan verilerin arşivlenmesi mümkündür. Santral düzeyinden

verilerin anlık olarak alınması, değerlendirilmesi ve kontrol ekranıyla operatöre sunulması haberleşme ağı tarafından sağlanır.

Santraldeki herhangi bir ekipmanın çalıştırılmasının veya durdurulmasının mümkün olduğu SCADA uygulamasını içeren merkezi kontrol bilgisayarına erişim, yetki tanınmış operatörlerin bireysel şifreleriyle beraber oturum açmasıyla mümkün olmaktadır. Böylelikle herhangi bir kazaya sebebiyet verebilecek komutların verilmesi önceden engellenmiş olur. Ayrıca operatörler arasında da yetki ve sorumluluklarına göre sistemi kontrol ve kumanda edebilecek komutları verebilmeleri sınırlandırılabilir. Böylelikle, belirli parçaların çalıştırılmasının ve durdurulmasının sorumluluğunu belirli kişilere vermek mümkündür. Bu uygulama sayesinde hangi komutun kimin tarafından verildiği bilgisine de erişilebilmektedir (Mavrin ve diğ., 1999).

Ülkemizde sayıları hızla artan nehir tipi hidroelektrik santrallerin SCADA sistemlerinin ve bilgisayar tabanlı otomasyon ve kontrol sistemlerinin yurtdışından temin edilişi TÜBİTAK Uzak Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'nü harekete geçirmiştir. Türkiye'de geliştirilen ilk ve özgün bir kontrol, kumanda, ölçüm ve koruma sistemi tasarımı olan HESKON (Küçük ve Orta Ölçekli Hidroelektrik Santraller için Kontrol-Kumanda, Ölçme ve Koruma Sistemi Tasarım, Geliştirme ve Prototip Üretimi Projesi), 10 MW'a kadar olan yatay eksenli iki adet Francis türbine sahip nehir tipi hidroelektrik santrallerde kullanılabilir. Şekil 2'de HESKON'a ait merkezi kontrol bilgisayarının operatör ekranı verilmiştir.

Bu ekrandan ünitelerin genel görünümüne, başlangıç koşullarına, türbin başlatma ve durdurma sıralarına, su iletim yolu verisine, alarmlara ve santral raporlarına ulaşmak



Şekil 2 - HESKON adlı prototipin operatör ekranı (Nadar ve diğ., 2008'den alınmıştır.)

mümkündür. Ayrıca her bir ünitenin genel görünümüne, yatak ve guvernor yağlarına, jeneratör ve soğutma sıcaklıklarına da erişilebilmektedir.

2.3. SCADA Yazılımı

Kontrol düzeyinde en üst seviyede yer alan yönetsel bilgisayarda operatörün sahadaki durumu görebildiği, ünitelere kontrol müdahalelerinde bulunabildiği, üretimi raporlayıp, grafiksel izlemelerde bulunabildiği, alarm ve ihbarları görebildiği grafiksel bir arayüze sahip yazılım bulunmaktadır. Bu yazılım genellikle SCADA sistemleri için piyasaya sürülmüş standart paket programlar (WinCC®, Movicon®, v.b.) kullanılarak geliştirilmektedir (Nadar ve diğ., 2008). Fakat bu programlar geliştiriciyi yönlendirmekte ve kendilerine bağlı kılmaktadır. Nehir tipi HES'lerde kullanılabilecek HESKON adlı prototipte bu yazılımın ekran programı C# ve dotNET 2.0 Framework kullanılarak, veri tabanı programı MS SQL Server® 2005 kullanılarak, yerel denetim birimindeki endüstriyel bilgisayar yazılımı da Rhapsody® UML dil desteği ile C++ kullanılarak geliştirilmiştir (Nadar ve diğ., 2008).

Ayrıca, kolay veritabanı bağlantısına ve esnekliğine sahip, kullanıcı dostu bir arayüz geliştirilmesine odaklanmış uygulamaların geliştirilmesinin mümkün olduğu, Win32 tabanlı işletim sistemlerine sahip bilgisayarlarda kolaylıkla çalışabilen Visual Basic programlama dili de SCADA yazılımı geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Cepisca ve diğ., 2006).

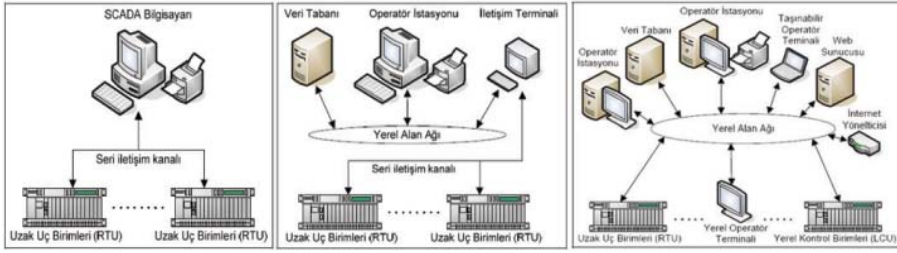
SCADA yazılımları kurulu oldukları bilgisayarın ekranından aşağıda sıralananları sağlamaktadır (Ordean ve diğ., 2006'dan uyarlanmıştır):

- Santraldeki ekipmanların kumanda ve kontrolünü
- Edinilen verilerin (yükleme havuzu su seviyesi, frekans, türbin hızı vb.) göstergelelerini ve grafiklerini
- Önceden belirlenen limitlerin geçilme büyüklüklerine göre değişen renklerde verilen alarmların listesi ve geçmiş alarmların listelerini
- Ölçme, kumanda ve kontrol döngü ve komutlarının uygulama bilgilerini
- Şifre korumalı operatör eylemlerinin bilgilerini
- Devreye alınan veya çıkarılan ekipmanların bilgilerini
- Üretilen gücün grafiksel ve tablo olarak görselleştirilişini
- Edinilen ve kaydedilen verilerin geçmişlerine erişimini

SCADA yazılımı endüstriyel bir bilgisayarda ya da iş istasyonunda üzerinde kurulu olarak çalışmaktadır.

3. Haberleşme ve Uzaktan Erişim

Nehir tipi HES otomasyonundaki haberleşme sisteminin hızlı, güvenilir ve etkili bir şekilde sağlanması başarılı bir operasyon için kaçınılmazdır. Güncel teknolojinin sunduğu imkânlarla günümüzde üçüncü neslini yaşamakta olan SCADA haberleşme altyapıları bu sistemlerin gelişim sürecinde çok önemli bir rol oynar. Birincil, ikincil ve üçüncül nesillerin mimarileri Şekil 3'de verilmiştir. Birincil nesil yekpare ve merkezileşmiş gözlem/



Şekil 3 - Soldan sağa birinci, ikinci ve üçüncü nesil SCADA Mimarisi
(Paç ve Nadar, 2008'den alınmıştır.)

kumanda yapısına sahipken, ikinci nesilde birbirine yerel alan ağı ile bağlı gözlem/kumanda ve işlem ekipmanları yer almaktadır. Üçüncü nesilde ise açık sistem mimarisinde ve dağıtım yapıda bir haberleşme altyapısı bulunmaktadır (Paç ve Nadar, 2008).

HESKON prototipinin haberleşme sisteminde alt seviyede yer alan ünite kontrol yapıları alt ağ bağdaştırıcıları ile santral ekipmanlarını kontrol eden akıllı uç birimlerine bağlanmıştır. Bu birbirine bağlı grup yerel denetim birimini oluşturarak bir ethernet ring haberleşme ağı ile SCADA yazılımlarının çalıştığı iş istasyonlarına üst ağ bağdaştırıcısı ile bağlanmıştır (bkz. Şekil-1).

SCADA sistemlerinde santral ve kontrol düzeyinde yer alan ünitelerin ve protokollerin arasındaki iletişim ve haberleşmenin sağlanması çeşitli elemanlarla ve yollarla mümkündür. Bu ekipmanlar ve yollar kısaca şöyle verilebilir (Ahmad ve diğ., 2010):

- SCADA sistemlerinde haberleşmede en popüler olan, uzun yıllar boyunca kullanılan ve günümüzde de halen kullanılmaya devam eden bakır kablolar
- En dışta yalıtkan bir malzemenin içinde bulunan, eş merkezli bir iç ve topraklanmış dış iletken den oluşan eşeksenel kablolar
- 10-500 kHz'lik radyo frekansını iletebilen güç hattı taşıyıcıları (PLC)
- Fiziksel bağlantılar gerektirmeyen, yüksek frekanslı iletişim yollarından olan VHF/UHF radyo
- Oldukça geniş alana yayılmış santral elemanlarına sahip, çevresinde hemen hemen hiç karasal haberleşme ağı bulunmayan santrallerde kullanılan uydu iletişimi
- Geniş bant aralığına sahip, büyük miktarda veriyi hızlı ve güvenli bir şekilde taşıyabilen fiber optik kablolar.

Gerçek zamanlı verilerin iletildiği, değerlendirildiği, santral ekipmanlarının kontrol edildiği SCADA sistemleri geçmişte dışarıdan erişime kapalı bir haberleşme ağına sahipken günümüzde çeşitli gereksinimlerle bu ağı bir internet yöneticisiyle erişmek mümkün olmuştur. Operatörün ve mühendisin uzaktan ekipman ve/veya santral durumunu izlemesi, ekipman sağlayıcı firmaların sorunlara tanı koyma ya da bakım zamanlarına karar vermesi gibi gereksinimlerde ağı uzaktan erişilebilir. Gereksiz/hatalı kullanımların önüne geçmek için kullanıcıların uzaktan yapabilecekleri müdahaleler onların kişisel hesaplarıyla kısıtlanmıştır. Ayrıca, dışarıdan haberleşme ağına bağlanılabilen SCADA sistemlerinde internet yöneticisi casus yazılımlara karşı bir güvenlik duvarı da içermektedir.

4. Sonuçlar

Modern bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle hidroelektrik santrallerde kullanılan SCADA sistemlerinin kabiliyeti oldukça artmış, santrallerin işletme ve bakım-onarımının optimize edilmesi, insansız santral işletimi ve kontrolü hızlı, güvenilir ve ekonomik bir şekilde mümkün hale gelmiştir. Gün geçtikçe de SCADA teknolojisindeki yazılımsal ve donanımsal ar-ge çalışmaları artmakta, SCADA konusundaki literatür çok yönlü olarak genişlemektedir. Günümüzde, Türkiye’de sayıları hızla artan nehir tipi hidroelektrik santrallerin büyük bir kısmı modern, yüksek kabiliyetlere sahip SCADA sistemleri ile donatılmıştır. Fakat bu sistemler tüm bileşenleriyle beraber yurt dışı kaynaklıdır. Küçük HES’ler için ülkemizde ilk kez geliştirilen SCADA ve otomasyon sistemiyle bu konudaki dışa bağıllığın azaltılması konusu gündeme gelmiştir. Ülkemizde bu konudaki araştırma ve geliştirmelerin devam etmesinin gerekliliği açıktır. Bunun sağlanmasının ancak yerli SCADA sistemlerinin uygulamalarının başlamasıyla mümkün olacağı da unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. Ahmad, N., Khan, K. A., Fayyaz, H. M. (2010) “Implementation of SCADA in Power Plant”, Final Year Project, Department of Electrical Engineering, University of Engineering and Technology Taxila, Pakistan.
2. Cepisca, C., Andrei, H., Petrescu, E., Pirvu, C., Petrescu, C. (2006) “Remote Data Acquisition System for Hydro Power Plants”, Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Power Systems, ss. 59-64, Lisbon, Portugal.
3. Mavrin, M., Koroman, V., Borovic, B. (1999) “SCADA in Hydropower Plants”, International Symposium on Computer Aided Control System Design, ss.624-629, Hawaii, USA.
4. Nadar, A., Güner, E., Tör, O. B. (2008) “Küçük Hidroelektrik Santralleri için Geliştirilen bir SCADA Sistemi: HESKON”, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Bursa, Türkiye.
5. Ordean, M., Chiorean, D., Rogoz, I., Lehene, C., Stoian, I., Stancel, E. (2006) “SCADA Systems-Support for the Maintenance Management of Hydro Power Plants”, IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, vol.1, ss.238-242, Cluj, Romania.
6. Paç, R., M., Nadar, A. (2008) “Hidroelektrik Santral (HES) Otomasyonu İçin Ethernet Tabanlı Bir Haberleşme Alt-Sistemi Tasarımı”, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Bursa, Türkiye.