

Küçük Hidrolik Santralleri için Geliştirilen bir “SCADA” Sistemi: HESKON

HESKON: A SCADA System Developed for Small Hydraulic Power Plants

Abdullah Nadar¹
abdullah.nadar@*

Erdoğan Güner¹

Osman Bülent Tör¹
osman.tor@*

¹ TÜBİTAK – UZAY, ODTÜ, Ankara (*@uzay.tubitak.gov.tr)

Özet

Bu bildiri, küçük ölçekli tipik bir hidroelektrik santrali için Türkiye’de ilk defa prototipi geliştirilen bir kontrol-kumanda, ölçme ve koruma sisteminin (SCADA), tasarımından test ve entegrasyonuna kadar geçen tüm süreçler ve bu süreçlerde yapılması gerekli çalışmalar, gerçekleştirilen proje (HESKON) üzerinde elde edilen tecrübe ve bilgi birikimi de aktararak anlatılmıştır. Böylece, oldukça önemli bir hidro-elektrik kaynağa sahip olan, fakat teknolojik olarak dışa bağımlı ülkemizde yerli kuruluşlar tarafından ileride gerçekleştirilmesi muhtemel hidroelektrik santral yapımı ve modernizasyonu projelerine ışık tutulması hedeflenmiştir.

Abstract

This paper presents the necessary processes to develop a supervisory control and distributed automation (SCADA) system for a typical small hydraulic power plant (SHPP), including the main details of design and integration stages of the specific project, HESKON, which has performed to develop a prototype of such a SCADA system. Turkey has a considerable hydraulic potential but unfortunately depends on the foreign technology in this area. The experience gained during the project is also presented in the paper under the purpose of directing the incoming SHPP projects, including both the new constructions and rehabilitation of many old SHPPs, by the national institutions in the country.

1. Giriş

2005 yılından itibaren ülkemizde yapılan araştırma ve geliştirme (AR-GE) faaliyetlerini desteklemek amacıyla, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK) tarafından koordine ve finanse edilen programlar başlatılmıştır. Bu kapsamda kamu projelerini desteklemek amacıyla “1007 Kamu Projeleri Programı” da sunulmaktadır. Bir kamu kuruluşu olan Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN) Türkiye’de hidroelektrik santraller için teçhizat üretmekte birlikte [1], yüklenici olarak gerçekleştirdiği küçük ve orta ölçekli hidroelektrik santraller için özellikle kontrol-kumanda birimlerini anahtar teslimi yurtdışından temin etmektedir. Bu durum, TEMSAN ve santral kurulumundan sonra santral işletmecileri için bakım, onarım, modifikasyon ve arıza durumlarında pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu

sorunları aşmak için belli teknik özellikleri sağlayan ve daha sonra benzer ihtiyaçlara göre revize edilebilecek örnek bir nehir tipi küçük hidrolik santral (KHS) için özgün bir kontrol-kumanda, ölçüm ve koruma sistemi (SCADA) tasarımına ihtiyaç görülmüştür. Bu amaçla TEMSAN’ın bu isteğine çözüm ortağı olarak TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (UZAY) bir proje önerisi geliştirmiş ve birlikte TÜBİTAK’a başvurarak 1007 programı kapsamında finansman sağlanmıştır.

HESKON adını alan bu projede, ünite gücü 10MW’a kadar olan nehir tipi KHS’ler ele alınarak; yurdumuzda çoğunlukla kullanılan ve genellikle geniş bir aralıkta çalışabilen FRANCIS [2] tipi türbinlerin kullanıldığı yatay eksenli KHS’ler için bir SCADA sisteminin geliştirilerek, prototipinin yapılması hedeflenmiştir. Her biri 10MW gücünde iki üniteli nehir-tipi bir hidroelektrik santral, geliştirilen prototip SCADA ürününün uygulama hedefi seçilmiştir. Generatörlerin ise bu türbinlere uygun güçte ve fırçasız ikaz sistemine sahip 6.3kV çıkışlı olduğu ve yükseltici trafolar vasıtasıyla, Türkiye elektrik dağıtım şebekesinde en yaygın gerilim seviyesi olan 36kV iletim hattı üzerinden en yakın 154/34,5kV’luk trafo merkezine bağlanacağı kabul edilmiştir. Prototip ürün için esas alınan örnek bir KHS’ye ait tek hat şeması Şekil 1’de verilmiştir.

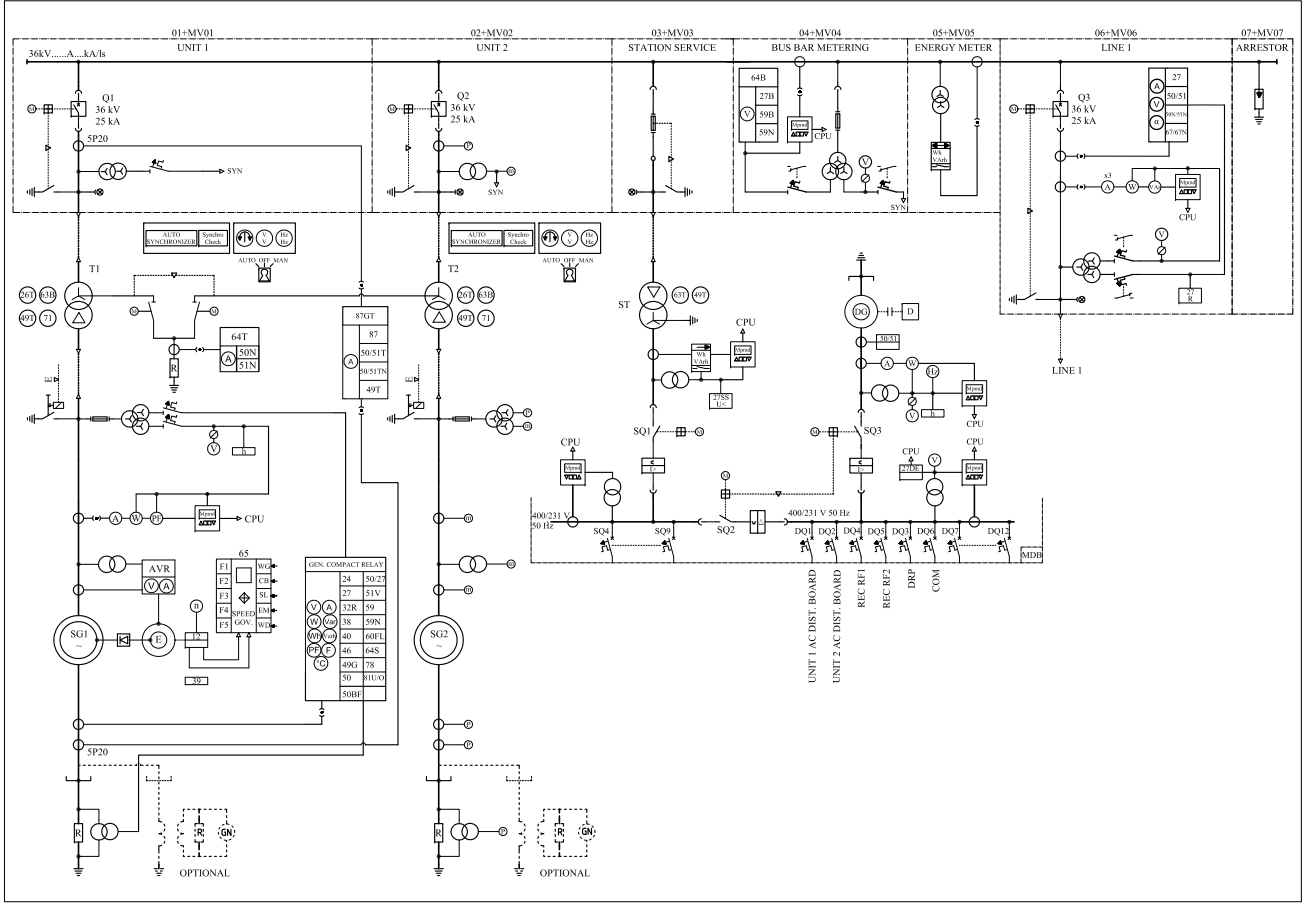
2. Prototip SCADA - Proje Süreçleri

Küçük ölçekli tipik bir nehir-tipi hidroelektrik santralin SCADA projesi için örnek teşkil eden HESKON projesinin ana süreçleri aşağıda anlatılmıştır:

2.1. Tasarım-Analiz

Proje başlangıcı ile birlikte konu ile ilgili standartlar [3] araştırılmış ve piyasadaki benzer ürünler incelenmiştir. Bazı hidroelektrik santraller yerinde görülerek özellikle kontrol-kumanda, ölçme ve koruma sistemleri incelenmiştir. Bu bilgiler ışığında prototip SCADA sistemine esas hidroelektrik santral özellikleri tespit edilmiş ve detaylı tasarım çalışmaları başlatılmıştır.

Tasarım çalışmaları öncelikle santral alt birimlerini tanıma ile başlamıştır. Bu kapsamda; Türbin-Hız Regülatörü, Generatör-İkaz Sistemi, Şalt Sahası ve Koruma Sistemi, İç İhtiyaç Sistemi, Su Alma ve Tahliye Sistemi ve bu sistemlerin birbirleri ile olan etkileşimleri detaylı bir biçimde incelenmiş ve benzer tipteki santrallere yapılan teknik geziler ile yerinde görülmüştür.



Şekil 1. HESKON projesinde baz alınan tipik bir küçük hidroelektrik santrali tek-hat şeması.

Geliştirilecek prototip SCADA sisteminin donanım, yazılım ve geliştirme platformları için alternatifler incelenmiş ve en uygun olanları; teknoloji, uygulanabilirlik-sürdürülebilirlik, fiyat-performans ve teknik destek yönleri göz önünde bulundurularak seçilmiştir.

SCADA Sistemini tasarlariken öncelikle güncel teknolojileri kullanmak, güvenilirliği yazılım ve donanım olarak en üst düzeyde bulundurmak, santralin bütün ihtiyaçlarını karşılamak ve kurulum ile işletmenin kolay olması hedeflenmiştir. Bu amaçla, Şekil 2’de görüldüğü gibi, biri yedek olmak üzere iki takım iş istasyonu cihazları, üst ağ bağdaştırıcı yolu ile ethernet ring haberleşme ağına bağlanmıştır. Yerel Denetim Birimleri (YDB) (Local Control Unit-LCU) içerisinde kullanılan alt ağ bağdaştırıcıları ise, santral ekipmanlarını kontrol eden akıllı uç birimleri ile ünite kontrolcülerine bağlanmıştır.

Hali hazırda piyasada bulunan ürünler genellikle standart paket programlar (WinCC®, Movicon®, v.b.) kullanılarak geliştirilmektedir. Bu ise geliştiriciyi fazlasıyla yönlendirmekte ve bu programlara bağımlı kılmaktadır. Sistemin donanım kısmında ise yine piyasada yoğunlukla “Programming Logic Controller (PLC)”ler kullanılmakta olmasına karşın, ürünün teknolojik olarak kullanımının daha esnek olması ve yedek parçalarının daha kolay bulunabilmesi için, genel amaçlı endüstriyel bilgisayarlar ve endüstriyel giriş/çıkış birimleri kullanılmıştır. İş İstasyonu ve YDB yazılım özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

İş İstasyonu Yazılımı Özellikleri:

Ekran program dili; C#, dotNET 2.0 Framework

Veri tabanı program dili; MS SQL Server® 2005 İşletim Sistemi; WINDOWS® XP® 64 bit

Yerel Denetim Birimi Yazılım Özellikleri:

Endüstriyel bilgisayar programlama dili: Rhapsody® UML dil desteği ile C++

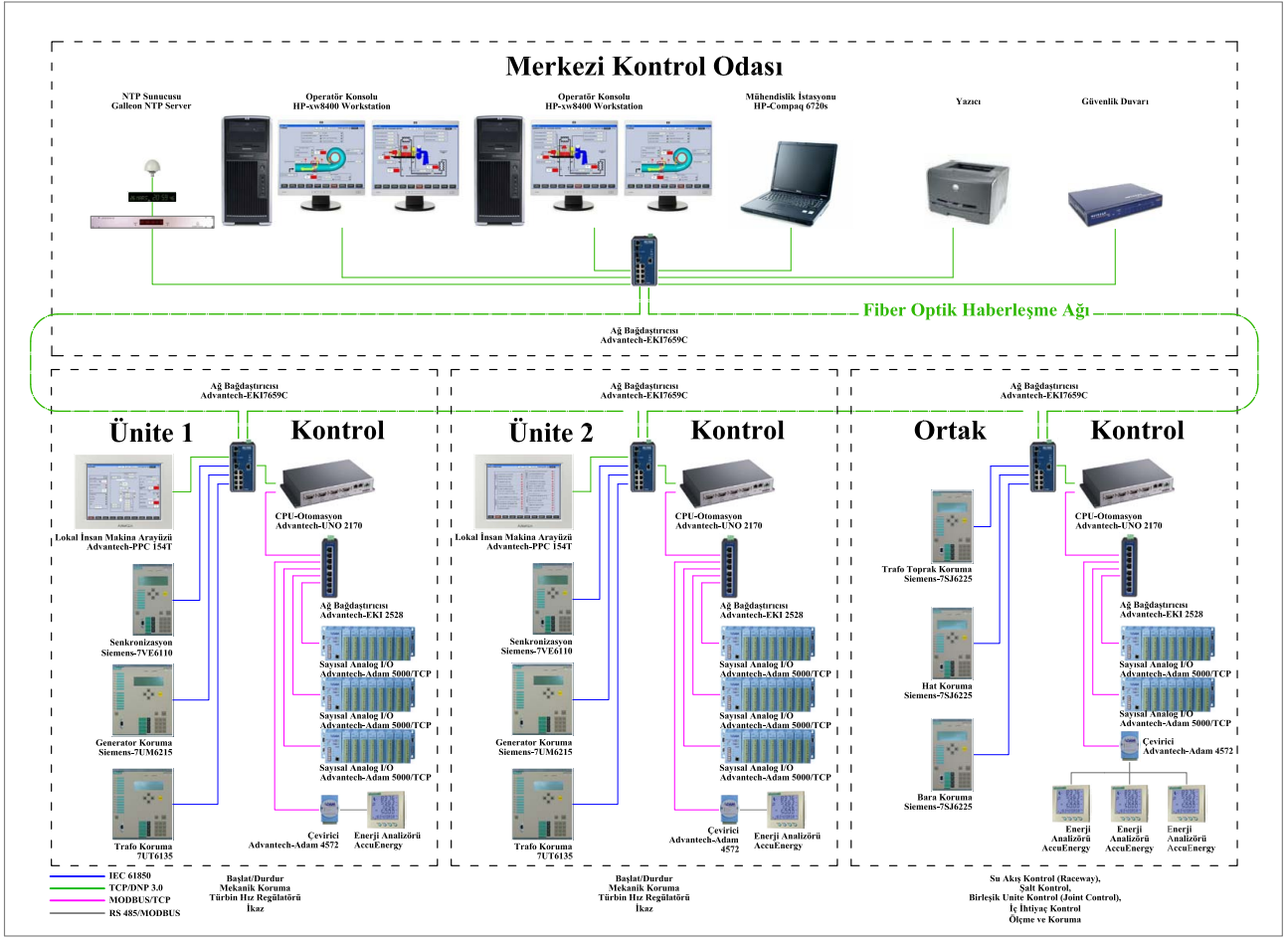
İşletim sistemi: Windows® CE® 5.0

2.2. Geliştirme

HESKON projesi, geliştirme sürecinde daha önce tasarlanan, Merkezi Kontrol ve YDB için yüksek seviyeli ve gömülü yazılımlar geliştirilmiştir. Bunlar için tasarım sürecinde kararlaştırılan geliştirme ortamları (Rhapsody®, Visual Studio®) ve yardımcı ekipmanlar kullanılmıştır. Tasarlanan mantıksal işleyiş için şemalar çıkartılarak sahadan gelen sinyallerin etkileşimleri programlanmıştır. Bazı mantıksal akış örnekleri Şekil 4’de verilmiştir.

Öncelikle, bir ünite için gerekli tüm ihtiyaçlar tanımlanarak örnek bir donanım modeli geliştirilmiştir. Bu kapsamda gömülü yazılımı test edebilmek için yine yazılım tabanlı bir benzetim sistemi de geliştirilmiştir. Paralel olarak Merkezi Yazılım Sistemi için geliştirilen yazılımın kendisini test edebilmek amacıyla da bir benzetim sistemi (simulator) de geliştirilmiştir.

Ünite kontrolcüsünde kullanılan gömülü yazılım ile merkezi kontrol sisteminde kullanılan yazılımın birbirleri ile iletişimi için, endüstriyel ortamlarda ve gerçek zamanlı sistemlerde kullanılan DNP 3.0 standardı [4], kullanılarak bir protokol oluşturulmuştur.



Şekil 2. HESKON kontrol sistemi genel yapısı.

Örnek Ünite Modelinin tam olarak işlerliğini görebilmek amacıyla ise, bir ünite benzeticisi donanım ve yazılım olarak geliştirilmiştir. Ünite benzeticisi Matlab/Simulink® kullanarak geliştirilmiştir. Bir bilgisayar üzerinde çalışan program, giriş/çıkış modüllerini sürerek ünite modeline santralden gelen/giden bilgileri sayısal olarak sağlamaktadır. Bu şekilde ünite modelinin eşzamanlı olarak fonksiyonel çalışması gerçekleştirilerek yazılımlar test edilmektedir. Bu ünite benzeticisi sayesinde bir ünitenin kontrolü hem merkez bazında hem de ünite bazında doğrulanabilmektedir.

2.3. Prototip Üretim

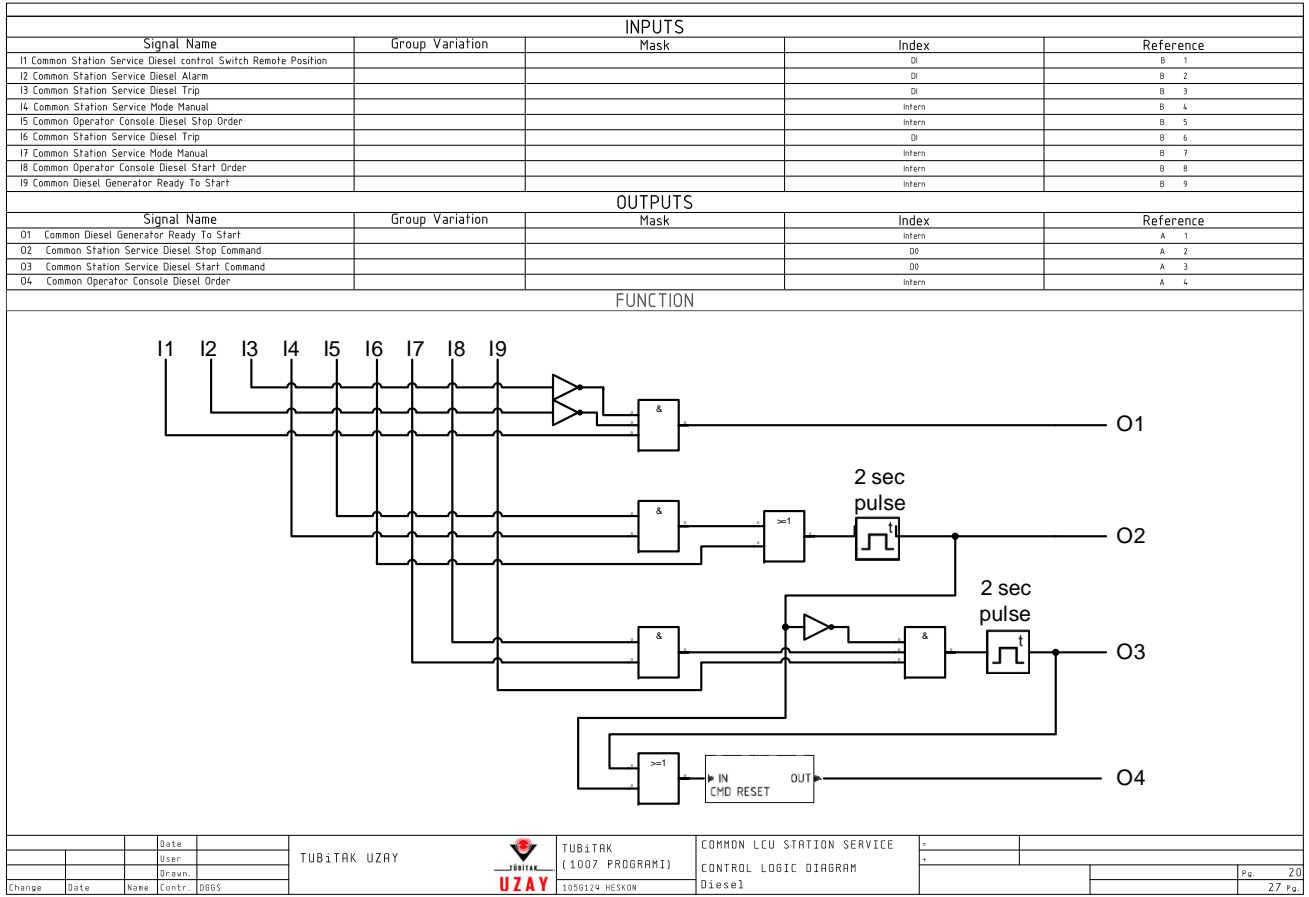
Tasarım aşamasında 2 ünite için planlanan çalışmaların uygulama üzerinde entegrasyon ve test edilmesi amacıyla *Kontrol Sistemi* prototipi üretilmiştir. 2 üniteli bir küçük bir hidroelektrik santralin kontrol-kumanda, ölçme ve koruma sistemi için; 2 ünite kontrol panosu, 1 ortak kontrol panosu ve bunlara uyumlu benzetim panoları imal edilmiştir. Daha sonra, bu sistem üzerinde bütün olarak santrali kontrol eden yazılımlar entegre edilmiştir. Ayrıca *Merkezi Kontrol Sistemi* de kurularak bir santral ortamındaki bütün kontrollere yerel ve merkezi olarak birbirlerine bağlanmıştır. Aynı zamanda santrali benzetim (simüle eden) bir sistem de kurulmuştur. Bu benzetim sistemi donanımı 2 ayrı ünite kontrolcüsü ve 1 ortak kontrolcü için santralden gelecek/gidecek giriş/çıkış sinyallerini sayısal/analog olarak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır ve üretilmiştir. Benzetici için giriş sinyalleri kontrolcülerin çıkışı, çıkış sinyalleri ise girişleri olarak tanımlanmış ve bağlantıları gerçekleştirilmiştir. Yazılım olarak bir santralin benzetim sistemi ayrıca bilgisayarda

Matlab®/Simulink® yardımıyla gerçekleştirilerek, kontrol sistemi ile eş zamanlı olarak sahadan gelen ve sahaya gönderilen kontrollere uygulanmıştır.

Üretilen sistem ile ilgili bağlantı şemaları birbirleriyle ilintili bir şekilde *E-Plan* [5] programı kullanılarak üretilmiştir. İlgili dokümantasyon IEC standardına uygun bir sistematik [6] ile gerçekleştirilmiştir. 2 ünite ve 1 ortak kontrolcüden oluşan yerel kontrol üniteleri, *Merkezi Kontrol Sistemi* ve benzetim yapısını gösteren resim Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. HESKON projesi: kumanda panoları.



Şekil 4. HESKON projesi: örnek bir mantık akış diyagramı

2.4. Test ve Entegrasyon Çalışmaları

2 üniteli bir küçük hidroelektrik santral için yapılan tasarım ve üretim ile birlikte yapılan çalışmaların testleri ve birbirleri ile olan bağlantıları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda öncelikle donanım-yazılım eşleşmelerinin birim ve bütün sistem bazında testleri yapılmıştır. Önce alt birimlerin kendi aralarındaki entegrasyonları, daha sonra sistem olarak entegrasyonları gerçekleştirilmiştir. Burada tasarlanan iletişim protokollerinin gerçekleşmesi ve komutların birimler arasında sorunsuz ve uygun bir şekilde çalışması sağlanmıştır. Ayrıca santralin çalışma prensipleri (seviye kontrol, güç kontrol, v.b.) matematiksel olarak modellenmiş, uygun benzetim ortamlarında güvenilirliği test edildikten sonra sayısallaştırılarak yazılımlar içerisine gömülmüştür. Daha önce hazırlanan benzetim ortamı yazılım ve donanım olarak kontrol-kumanda, koruma ve ölçme sistemi ile tam bir uyumluluk içerisinde çalıştırılmıştır. Bu kapsamda benzetim sistemi için de kullanıcı arayüzleri geliştirilmiştir. Ayrıca sistemin fonksiyonlarının ve veri yapısının eş zamanlı çalışabilmesi için “Global Positioning System” (GPS) tabanlı ortak zaman eşleyicisi donanım ve yazılımları uygulanmıştır. Bu sayede sistemde oluşacak bir sorunun analizi çok daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir.

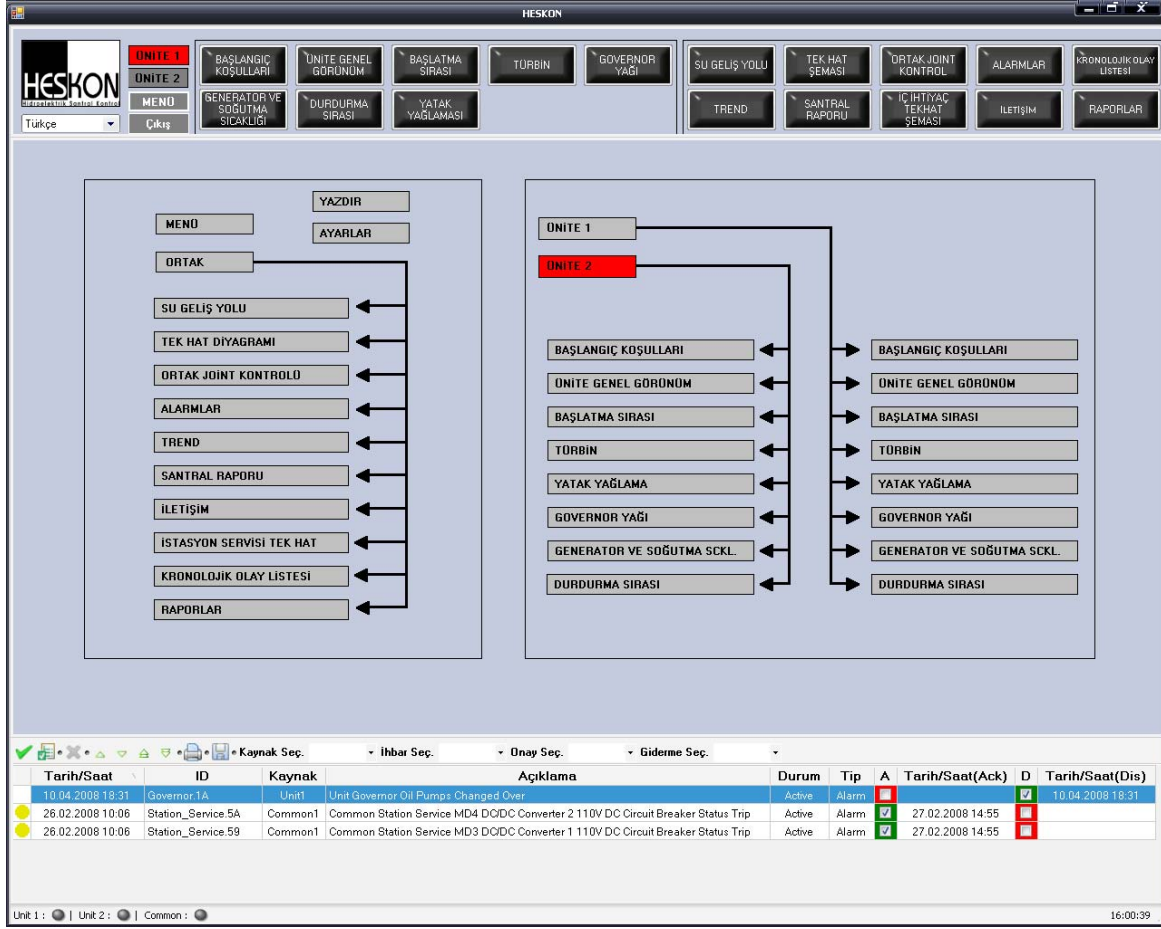
3. Santral Kontrol-Kumanda Sistemi

HESKON projesinde 2 üniteli bir küçük hidroelektrik santralinin işletilmesine yönelik çalışmalar “Santralin Merkezi Kontrol

Sistemi Kullanılarak İşletme” ve “Ünite Üzerinden Kontrol-Kumanda ile Santralin İşletilmesi” olarak sınıflandırılabilir [7].

3.1. Santralin Merkezi Kontrol Sistemi Kullanılarak İşletme

Bu işletme şeklinde santral tam anlamıyla sorunsuz çalışıyor ve bir operatör yardımıyla santral işletiliyor. Santral *Merkezi Kontrol Bilgisayarı* (MKB) kullanacak her seviyedeki personel için kullanım izinlerinin öncelikle sisteme tanıtılması gerekmektedir. HESKON sisteminin imkanları MKB ekranı menülerinin görüntüleri Şekil 5’den de görüldüğü gibi 3 ana bölümde toplanmıştır. *Merkezi Kontrol Sistemi* üzerinden santralin ünitelerine çalışma modunu seçme, her bir sinyal grubundan alınan bilgilerin gösterimlerinin sağlandığı ünitelere otomatik yol verme, ünitelere kademeli yol verme, üniteyi durdurma, alarm ve ihbarları izleme – müdahale etme, üretimi takip etme, raporlamalar, grafiksel izlemeler ve değerlendirmeleri takip etmek mümkündür. Bütün bunlar için detaylı ekranlar mevcuttur. Kontrol - Kumanda Ekranları Ünite 1 (Unit 1), Ünite 2 (Unit 2) ve Müşterek Hizmetler (Common) isimleri altında incelenebilir. *MENÜ* komutu seçildiğinde aşağıdaki görüntü (Şekil 5) operatörün ekranına gelecek kontrol ve kumanda imkanları sağlanır. Ayrıca anlık olarak santralde oluşan alarm ve ihbarlarda operatör önündeki ekranın en alt bölümünden gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir.



Şekil 5. HESKON projesi: operatör ekranı.

Müşterek (Common) Hizmetler Menüsü:

- Su Yolu (Water race way)
- Tek hat diyagramı (Single line diagram)
- Müşterek kontrol (Common joint control)
- Alarmlar (Alarms)
- Santral raporu (Plant report)
- Haberleşme (Communication)
- İç İhtiyaç tek hat diyagramı (Station service single line diagram).

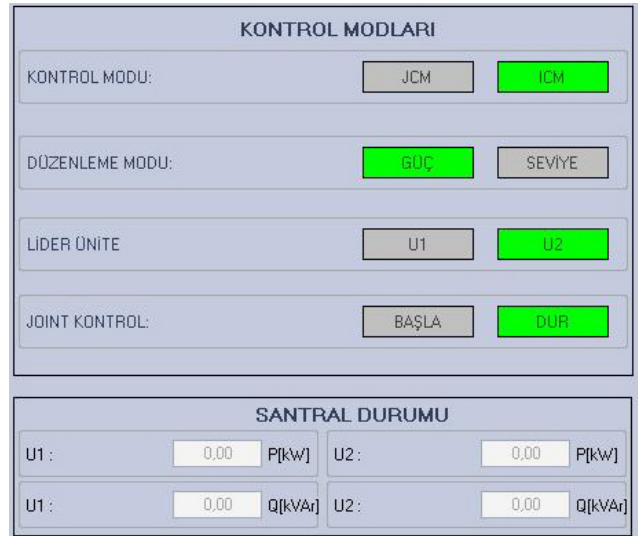
Ünite 1 ve 2 Menüleri:

- Başlangıç şartları (Initial conditions)
- Ünite genel diyagramı (Unit overview)
- Yol verme kademeleri (Start sequence)
- Türbin (Turbine)
- Yatak Yağlama (Bearing Lubrication)
- Governor basınçlı yağ sistemi (Governor oil)
- Generator ve Soğutma sistemi sıcaklıkları (Generator and cooling temperature)
- Durdurma kademeleri (Stop Sequence).

3.1.1. Santral Çalışma Modları

HESKON Kontrol Sistemi santralin “Müşterek Çalışma Modu (JCM)” ve “Bağımsız Çalışma Modu (ICM)” olmak üzere 2 ayrı farklı yöntem ile işletilmesine olanak tanır (Şekil 6). Müşterek Çalışma Modu’nda her iki ünite de operatörün araya girmesine ihtiyaç olmadan tam otomatik çalışmaktadır. Mevcut su akışı

(debi) bir ünitenin kapasitesini aşması halinde ikinci ünite otomatik olarak yol olarak yükü paylaşır veya yük azalması halinde otomatik olarak devreden çıkar. Bu durumda sadece önceden seçilen lider ünite serviste kalmaktadır. Her iki ünitenin de aynı çalışma sürelerine sahip olması için operatör, ünite kontrol panosundaki sayaçları izleyerek lider üniteyi zaman zaman değiştirebilir.



Şekil 6. HESKON projesi: santral çalışma modları.

3.1.2. Regülasyon (Denetleme) İmkanları

Santral çıkışı gücü ile ilgili olarak, santral "Sabit Su Seviyesi" veya "Sabit Çıkış Gücü" modlarına göre de çalıştırılabilir (Şekil 7). Bu regülasyonlar JCM için geçerli olup ICM'da kullanılamaz. Sabit su seviyesi kontrol modunda, rezervuardaki su seviyesi muhafaza edilir [8]. Sistem, sabit çıkış güç kontrol modunda rezervuardaki biriktirilmiş su miktarına bağlı olarak, önceden seçilmiş çıkış gücüne göre ünitelerin kısa süreli çalışmasına müsaade eder. Her iki regülasyon modunda da istenilen değerler (denetleyici set değerleri) sisteme önceden girilir.

AYAR DEĞERLERİ	
SEVİYE AYAR DEĞERLERİ	0,00 m
SU SEVİYESİ:	0,00 m
GÜÇ SEVİYESİ AYARI:	0,00 kW
AKTİF GÜÇ:	0,00 kW
GÜÇ FAKTÖRÜ AYAR DEĞERLERİ	0,00
GÜÇ FAKTÖRÜ:	0,00

Şekil 7. HESKON projesi: regülasyon imkanları.

3.1.3. Alarm ve İhbar Sistemi, Arşiv ve Raporlama

Merkezi işletim sistemi operatör ekranı üzerinden santralden gelen bütün alarm ve ihbarlar anlık olarak gözlemlenebilmektedir. Operatörün bunlara müdahale etme yetkisi vardır. Gelen alarm ve ihbar sinyalleri işlem görse bile veri tabanında tutulmakta olup istenildiğinde raporlanabilir. Ayrıca sahadan gelen ünite ve alt sistemlerle ilgili bilgiler (gerilim, akım, güç, hız, sıcaklık, açma-kapama v.b.) zaman eksenli olarak ayrı ayrı veya istenildiği kadar bütünsel olarak aynı grafikte ekrandan veya yazıcı çıktısından izlenebilir. Bu özelliğe ilaveten anlık değişim bilgileri de istenildiği takdirde ekrandan gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Günlük, haftalık, aylık, yıllık veya istenilen dönemler için bilgiler parametrik olarak rapor halinde alınabilir.

3.2. Ünite Üzerinden Kontrol-Kumanda ile Santralin İşletilmesi

HESKON sistemi içerisinde üniteler üzerinden santrali kullanmaya yönelik mod seçimiyle ilgili Yerel Kontrol Ünitesi (LCU) üzerinden, Dokunmatik panel (ToPan) üzerinden ve bunlar ile uyumlu olması gereken Kumanda Merkezi Bilgisayarı (OpCon) üzerinden imkanlar sağlanmıştır. LCU mod seçim anahtarı ile "Uzaktan", "Bakım", "Yerinden Otomatik" ve "Yerinden El İle" konumları seçilebilir. Dokunmatik Panel üzerinde ise "Otomatik", "El İle", ve "Kilit Açık" fonksiyonları seçilebilir.

Yerel Kontrol üzerinden işletmeye yönelik olarak sistemin Kumanda Merkezi Bilgisayarı üzerinden normalde çalıştırıldığı "Otomatik" konumundan "El ile" konumuna alınması gerekmektedir. Mod seçme işleminde öncelikle LCU mod seçim anahtarı istenen konuma getirilmelidir. Daha sonra, mod seçim anahtarının durumuna göre dokunmatik panel üzerinden veya Kumanda Merkezi Bilgisayarı üzerinden ayar yapılabilir. Aşağıda, mümkün olan tüm etkileşim modları ve seçim için gerekli işlem basamakları sıralanmıştır.

- *Uzaktan Otomatik Mod:* 1) LCU mod seçim anahtarı: Uzaktan 2) Kumanda Merkezi Bilgisayarı: Otomatik
- *Uzaktan El ile Modu:* 1) LCU mod seçim anahtarı: Uzaktan 2) Kumanda Merkezi Bilgisayarı: El ile
- *Ünite Dokunmatik Panel Üzerinden Otomatik Mod:* 1) LCU mod seçim anahtarı: Yerinden Otomatik veya Yerinden El ile 2) Dokunmatik Panel: Otomatik
- *Ünite Dokunmatik Panel Üzerinden El ile Mod:* 1) LCU mod seçim anahtarı: Yerinden Otomatik veya Yerinden El ile 2) Dokunmatik Panel: El ile.
- *Ünite Dokunmatik Panel Üzerinden Kilit Açık Modu:* 1) LCU mod seçim anahtarı: Yerinden Otomatik veya Yerinden El ile 2) Dokunmatik Panel: El ile 3) Dokunmatik Panel: Kilit Açık.

4. Sonuç

Küçük hidroelektrik santraller için modüler, her ihtiyaca göre adapte edilebilir bir SCADA sisteminin geliştirilmesi için gerekli temel aşamaları, proje tasarım ve gerçekleştirim detaylarını içeren bu bildirinin ana teması olan ve aynı zamanda milli bir proje olan HESKON projesi, gerek Türkiye'de son dönemde yapımına hız verilen küçük hidroelektrik santrallerin projelendirilmesinde, gerekse de ileride gerçekleşmesi muhtemel eski santrallerin rehabilite edilmesi projelerinde yerli kuruluşlara ışık tutması açısından önemlidir.

Hidrolik santral projelerinde dışa bağımlı olan Türkiye'de bu konuda insan gücü yetiştirilmesi ile ülke ekonomisine katma değer sağlanması da projenin gerçekleştirdiği önemli hedeflerin arasındadır. HESKON SCADA ürününe, tasarımının ve yazılımının her şeyiyle yerli bir araştırma kurumu ve proje ekibi tarafından gerçekleştirilmesi sayesinde, uzaktan işletme (havza yönetimi gibi) özelliği de adapte edilebilir. Böylece, önümüzdeki dönemde özelleştirme sürecinde hızlı yol alacağı beklenen üretim ve dağıtımdaki liberalleşme ve paralelinde doğacak birden fazla santralin bir üretici tarafından işletilmesine yönelik uygulamalara da cevap verilebilir.

5. Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. KAMAG (1007 programı) Proje No: 105G124.

6. Referanslar

- [1] TEMSAN A.Ş., <http://www.temsant.gov.tr>.
- [2] Güner E., Tör O. B., Altın M., "Küçük Hidrolik Santrallerin Projelendirilmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Bazı Teknik Hususlar," *ELECO 2008, Bursa, Türkiye*.
- [3] "IEEE Guide for Computer-Based Control for Hydroelectric Power Plant Automation," *IEEE Std 1249-1996*.
- [4] DNP Protocol, <http://www.dnp.org/About/Default.aspx>.
- [5] E-Plan, <http://www.eplan.de/>
- [6] IEC 61082-1; Second edition; 2006-04 "Preparation of documents used in electrotechnology"; Part 1; "Rules".
- [7] Güner E., "HESKON Projesi Genel Tanıtımı" *TÜBİTAK UZAY*, 2008.
- [8] Cebeci M.E., Tör O. B., Yılmaz O., Altın M., Güner E., Nadar A., "Nehir-Tipi Hidroelektrik Santrallerinde Kararlı ve Güvenli Çalışma Sınırlarını Belirleyen Faktörler", *ELECO 2008, Bursa, Türkiye*.