



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

## Bir Katı Atık Bertaraf Tesisi için Otomasyon Sistem Tasarımı ve Uygulaması

Murat AYZA<sup>a\*</sup>, Koray ERHAN<sup>b</sup>, Erkutay TAŞDEMİRCİ<sup>c</sup>, Mevlüt KARAÇOR<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Elektrik Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Enerji Müh. Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

<sup>c</sup> Otomotiv Müh. Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, TÜRKİYE

<sup>d</sup> Mekatronik Müh. Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: murat.ayaz@kocaeli.edu.tr

### ÖZET

Kontrolsüz atık sahalarında çöp depolanması sonucu koku oluşması, haşere üremesi, başıboş hayvanların beslenme ortamının oluşması, çöplerin etrafa yayılması ve yangın riski gibi sebepler bu tür çöp döküm alanlarının kontrol altına alınmasını gerektirmektedir. Bu durum kontrolsüz depolama sahalarının yerine düzenli (kontrollü) depolama sahalarının kullanımını zorunlu kılmaktadır. Gerek ülkemizde gerekse de diğer ülkelerde düzenli depolama sahalarının sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. Düzenli depolama sahaları yapısal olarak geniş bir alan üzerine tesis edilmektedir. Geniş yüzey alanına sahip bu tür tesislerde birimler arası iletişim ve kontrol SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi ile gerçekleştirildiğinde, gerçek zamanlı izleme – kontrol, güvenli çalışma, düşük işletme maliyeti, insan iş gücü gereksiniminin azaltılması ve esneklik gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada yaklaşık 225000 m<sup>2</sup> üzerine kurulmuş bir katı atık bertaraf tesisinin tüm ünitelerinin kontrolü ve izlenmesi SCADA otomasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Katı atık bertaraf tesisi trafo ve jeneratörün yer aldığı enerji dağıtım noktası, toplanan katı atıkların miktarının ölçüldüğü kantar noktası, atık suyun biriktirildiği atık su havuzu ve pompa istasyonu, çevre aydınlatması kontrol noktası ve tesis içerisinde yer alan bütün bileşenlerin izlendiği idari bina olmak üzere beş ayrı noktadan oluşmaktadır. Tesisin belirtilen bu beş ayrı noktasında PLC (Programmable Logic Controller) kontrol panelleri yer almaktadır. Bu noktalar arası haberleşme 1500 metrelik bir profibus hattı ile gerçekleştirilmektedir. İdari bina ile kantar bölgelerinde sistemin izleme ve kontrolünün gerçekleştirilebileceği SCADA merkezi oluşturulmuştur. Bu endüstriyel tesisin otomasyon sisteminin tasarımı ve uygulanması noktasında karşılaşılan problemler detayları ile ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** PLC, SCADA, Katı Atık Bertaraf Tesisi, Endüstriyel Otomasyon

## Design and Implementation of Automation System for a Solid Waste Disposal Plant

### ABSTRACT

Landfill sites are to be controlled due to some environmental reasons, resulting from uncontrolled storage of wastes, such as odor formation, insect breeding, catchment area formation for stray animals, spread of waste and

fire risk. Therefore, instead of uncontrolled landfill sites, the use of sanitary landfill sites is crucial. The number of sanitary landfill sites has been increasing day by day in Turkey and other countries. These sanitary landfill sites are established on a large area on account of their structures. When communication and control of these large plants are performed with SCADA system, there are many advantages such as real time monitoring - control, safe operation, low running costs, human labor requirement reduction and flexibility. In this study, control and monitoring units of a solid waste disposal plant, built on approximately 225 000 m<sup>2</sup>, are carried out using SCADA automation. This solid waste disposal plant includes five separate units which are energy distribution point, measuring the amount of the collected solid waste, sewage lagoon, pump station, environmental lighting and control center. PLC control panels are located in these five units and communication between these units is realized with profibus line, approximately 1500 meters. One of them is established in control center building and the other is established in weight house. During automation system design and implementation of this industrial plant, problems encountered are discussed in detail.

*Keywords: PLC, SCADA, Solid Waste Disposal Plant, Industrial Automation*

## I. GİRİŞ

ÜLKEMİZDE evsel nitelikli katı atıkların büyük bir bölümü herhangi bir önlem alınmadan oluşturulan çöplüklere kontrolsüz bir şekilde depolanmaktadır. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre ülkemizde 2008 yılında çöp sahasına dökülen atık miktarı 12678 bin ton (toplam miktarın % 52'si), 2010 yılında ise bu rakam 11001 bin ton (% 43,5) iken 2008 yılında düzenli (kontrollü) depolama sahaslarına dökülen atık miktarı 10947 bin ton (% 44,9), 2010 yılında ise 13747 bin ton (% 54,4) olmuştur. Bu istatistik verilerinden çöp sahaslarına dökülen atık miktarının azaldığı, düzenli depolama sahaslarına dökülen atık miktarında artış olduğu açıkça görülmektedir. Bu artış oranına rağmen çöp sahaslarına dökülen katı atık miktarının % 44,9'luk bir orana sahip olması düzenli atık depolama sahaslarının yeterli olmadığını göstermektedir. Bu nedenle düzenli atık depolama sahaslarının kurulması ve işletilmesi ile ilgili çalışmalara hız verilmelidir [1,2].

Ülkemizde katı atık bertaraf tesisi sayısı 2008 yılında 38, 2009 yılında 41, 2010 yılında 46, 2011 yılında 59 adettir. Bu tesisler incelendiğinde, atık miktarının belirlendiği kantar ünitesi, atıkların döküldüğü atık sahası, atık su biriktirme havuzu, pompa istasyonu, enerji dağıtım merkezi, idari bina ve çevre aydınlatması gibi birimlerden oluştuğu görülmektedir. Bu birimler birbirinden oldukça uzak noktalarda yer almaktadır. Araştırmalar, bu tip büyük yüzölçümüne sahip tesislerin işletmesi ve kontrolünde her bir noktada insan gücünün kullanılmasının maliyeti artırdığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle bu tip işletmelerde SCADA sistemi kurularak bütün ünitelerin tek bir notadan izlenmesi ve kontrol edilmesi sağlanabilir.

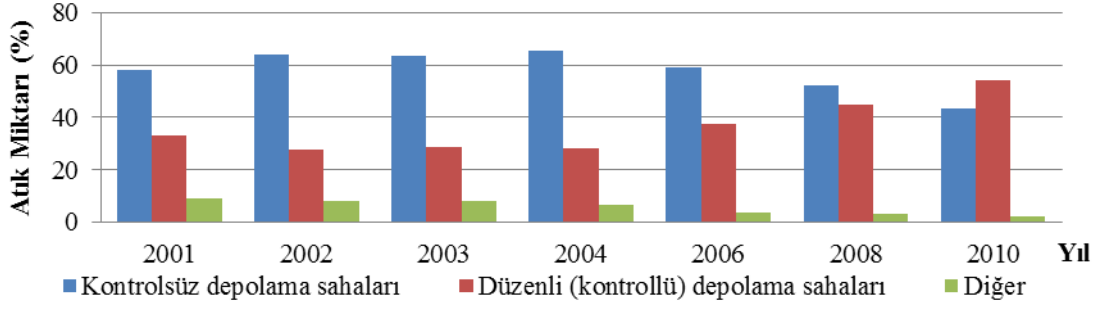
SCADA sistemleri, gerçek zamanlı izleme – kontrol, güvenli çalışma, düşük işletme maliyeti, insan iş gücü gereksiniminin azaltılması ve esneklik gibi sağladığı birçok avantajdan dolayı endüstri uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu durum SCADA sistemleri üzerine yapılan çalışmaları cazip hale getirmektedir. İncelenen bir çalışmada kütleyle duyarlı sistem kullanılarak dört farklı cins elmayı ayırt edebilen bir otomasyon sistemi gerçekleştirilmiştir. Bu seçim işlemi için gerekli olan algoritma PLC ile yazılmıştır. İlave olarak geliştirilen SCADA yazılımı ile sistemin işleyişi görüntülenerek, kontrol ve kumandası gerçekleştirilmiştir [3]. Benzer bir çalışmada iki malzemeli ağırlık dozajlama sistemi otomasyonu için SCADA yazılımı yapılmıştır. Yazılım kısmından sonra sistem, fiziksel olarak gerçekleştirilmiştir [4]. Bir başka çalışmada SCADA kullanılarak endüstriyel et tesisinin farklı birimlerinin izlenmesi ve kontrolü sağlanmıştır [5]. Farklı bir uygulama

olarak, PLC ile kontrol edilen bir asansör SCADA ile izlenmiş ve arıza takibi yapılmıştır. Asansörün hangi katta olduğu, hangi kattan çağrıldığı, hızlanma değerleri ile aşırı yüklenme ve kat kapıları ile ilgili arıza durumlarındaki veriler izlenebilmektedir [6]. Konveyör sisteminin otomatik konumlandırılmasının yapıldığı çalışma, otomasyonun makine teknolojileri alanına adapte edilmesine örnek teşkil etmektedir [7]. Benzer bir çalışmada yine PLC kullanılarak iplik boyama makinesi otomasyonu gerçekleştirilmiştir. SCADA ekranı ile benzer göreve sahip olan kullanıcı ara yüz ekranı ile PLC'nin bağlanması sonucunda makineye istenilen komutlar yaptırılabilir [8]. Yine PLC kullanılarak, camı sıcaklık değişimine ve darbelere karşı dayanıklı hale getirmek üzere bir fırının otomasyonu yapılmıştır. Camın hammaddesinin fırına girişi, bölgesel sıcaklık kontrolü, soğutma kontrolü ve malzemenin çıkışı gibi parametreler sensörler ile algılanmıştır. Algılanan bu veriler SCADA yazılımı ile izlenmiştir [9]. PLC ve SCADA kullanılarak endüstriyel bir sistemin otomasyonunun gerçekleştirildiği bir çalışmada, sıvı depolama tankları ile ilgili olarak seviye, basınç ve sıcaklık verileri izlenerek meydana gelebilecek problemlere karşı önceden önlem alınmaya çalışılmıştır [10]. Bu çalışmada yapılan elektrik enerjinin izlemesi otomasyonuna benzer şekilde literatürde, elektrik enerjisinin izlenmesiyle ilgili çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalarda işletme için kritik olarak nitelenebilecek noktaların belirlenmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Belirlenen bu noktalara analizörler yerleştirildikten sonra veriler kaydedilerek anlık enerji durumlarının izlenebileceği ve böylelikle verimliliğin artırılması için önlemler alınabileceği belirtilmiştir [11,12].

Bu çalışmada bir katı atık bertaraf tesisinin SCADA kullanılarak otomasyonu ve enerji izleme sistemi tasarlanarak uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde tesisinin genel hatlarıyla tanıtımı, üçüncü bölümünde tasarımı gerçekleştirilen SCADA sisteminin kontrol algoritması ve bileşenleri detayları ile ele alınmaktadır. Sonuç bölümünde ise uygulama esnasında karşılaşılan problemler ve çözümlerine yer verilmiştir.

## II. KATI ATIK BERTARAF TESİSİ

Atık yönetimi, evsel, tıbbi, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların küçük miktarlara düşürülmesi, kaynağında ayrı toplanması, depolanması, geri kazanılması, bertarafı, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin işletilmesi, izleme ve kontrol süreçlerini içermektedir. Düzenli depolama alanları katı atıkların sızdırmazlığı sağlanmış, büyük alanlara dökülmesi, sıkıştırılması ve üzerinin örtülerek doğal biyolojik reaktör haline getirilmesidir. Düzenli depolama ile çöp sularının yer altı sularına karışması önlenir. Depolanan atığın içindeki gaz toplanarak yakıt olarak kullanılabilir. Depolanan atığın üzeri düzenli aralıklarla toprakla örtülerek koku oluşması, haşere üremesi, başıboş hayvanların beslenme ortamının oluşması ve çöplerin etrafa yayılması ve yangın riski önlenir. Düzenli katı atık tesislerinin sağladığı avantajlar ülkemizdeki bu tip tesislerin artışını beraberinde getirmektedir. Şekil 1'de paylaşılan TÜİK verileri, ülkemizdeki düzenli katı atık depolama tesislerinde bertaraf edilen atık miktarının gün geçtikçe arttığını ortaya koymaktadır.



*Şekil 1. Yıllara göre çöp döküm sahasının dağılımı [2].*

Bu çalışma kapsamında ele alınan katı atık bertaraf tesisi Şekil 2’de gösterilmektedir. Katı atık bertaraf tesisi trafo ve jeneratörün yer aldığı enerji dağıtım noktası, toplanan katı atıkların miktarının ölçüldüğü kantar noktası, atık suyun biriktirildiği atık su havuzu ve pompa istasyonu, çevre aydınlatması kontrol noktası ve tesis içerisinde yer alan bütün bileşenlerin izlendiği idari bina olmak üzere beş ayrı noktadan oluşmaktadır. Her bir noktada bağımsız CPU-315 2DP PLC kontrol panelleri bulunmaktadır ve bu paneller idari binaya yerleştirilen ana kontrol merkezi ile profibus hattı üzerinden haberleşmektedir.

#### *A. ENERJİ DAĞITIM NOKTASI (I. BÖLGE)*

Bu bölgeyi oluşturan temel bileşenler transformatör ve jeneratördür. Bölgeye yerleştirilen PLC kontrol paneli ile transformatörün ve jeneratörün devrede olup olmadığı; çekilen akım, gerilim, güç gibi temel elektriksel bilgiler izlenmektedir. Aynı zamanda yine bu bölge içerisinde yer alan temiz su deposunun seviye kontrolü de yapılmaktadır. Toplamda 10 adet dijital giriş, 10 adet dijital çıkış ve 2 adet analog giriş kontrol edilmektedir.

#### *B. ANA KONTROL MERKEZİ (II. BÖLGE)*

Bu bölge, diğer bölgelerdeki verilerin toplanması ve değerlendirilmesi yapılarak kontrol büyüklüklerinin oluşturulacağı sistem merkezi olarak seçilmiştir. Bu noktada diğer bölgelerdeki verilerin izleme ve kontrolünün yanı sıra idari binada yer alan yangın alarm sistemi, yangın söndürme pompaları, tesis garaj aydınlatması v.b. birimlerin kontrolü ve toplam çekilen güç, akım ve gerilim bilgilerinin izlenmesi gerçekleştirilmektedir. Diğer bölgelerden gelen giriş çıkış verileri haricinde fiziksel olarak 12 adet dijital giriş, 8 adet dijital çıkış ve 1 adet analog giriş kontrol edilmektedir.

#### *C. ÇEVRE AYDINLATMA (III. BÖLGE)*

Tesis içerisinde aydınlatma direklerinin enerji beslemesinin yapıldığı çevre aydınlatma paneli ve bazı bölgelerin enerji beslemelerini sağlayan ara dağıtım paneli bu bölge içerisinde yer almaktadır. Çevre aydınlatma paneli içerisinde yer alan PLC ünitesi ile 60 adet çevre aydınlatma direğinin kontrolü, toplam çekmiş olduğu güç, akım, gerilim bilgilerinin izlenmesi gerçekleştirilmektedir.

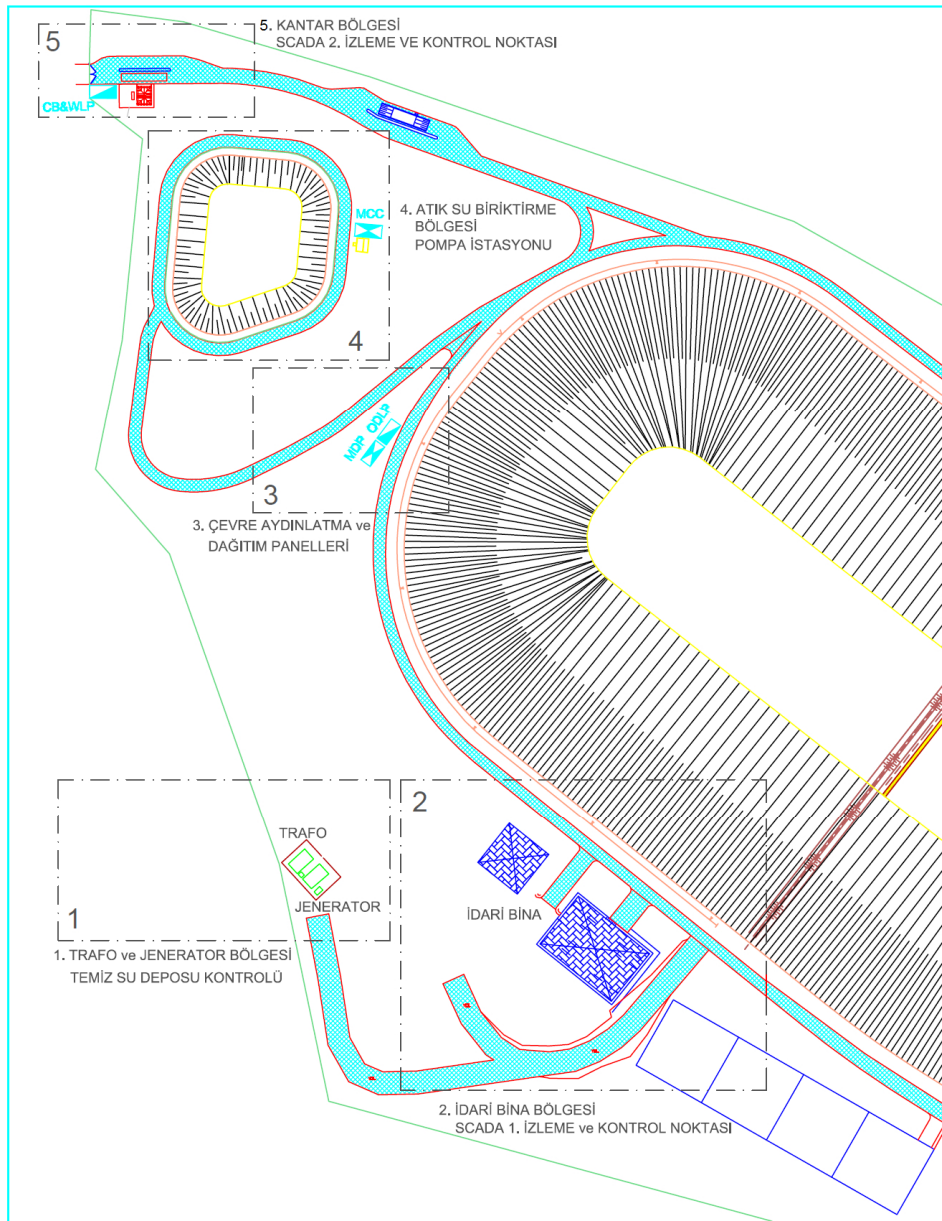
#### *D. ATIK SU HAVUZU VE POMPA İSTASYONU (IV. BÖLGE)*

Bu bölge içerisinde atık su biriktirme havuzu, arıtma pompaları ve geri dönüş pompaları yer almaktadır. Atık su biriktirme havuzunda döküm alanında biriken yağmur ve çöp sızıntı suları depolanmaktadır. Atık havuzunda biriken su belirli seviyeye ulaştığında arıtma pompaları vasıtası ile arıtma tesisine gönderilir. Atık döküm alanındaki çöplerin özellikle buharlaşmanın fazla olduğu zamanlarda yangın riskine karşı belirli aralıklara sulanması gerekmektedir. Bu işlem atık su biriktirme

havuzundaki suyun geri dönüş pompaları ile çöp alanı sulama hattına basılmaktadır. 4 adet 22kW'lık geri dönüş pompalarının ve 2 adet 7,5 kW'lık arıtma pompalarının arızası, kumandası ve enerji izlemeleri ile birlikte atık su havuzunun seviye kontrolü bu noktadaki kontrol panelinden gerçekleştirilmektedir. Paneldeki PLC'de toplam 28 adet dijital giriş, 16 adet dijital çıkış ve 2 adet analog giriş kontrol edilmektedir.

#### E. KATI ATIK ÖLÇÜM NOKTASI (KANTAR – V. BÖLGE)

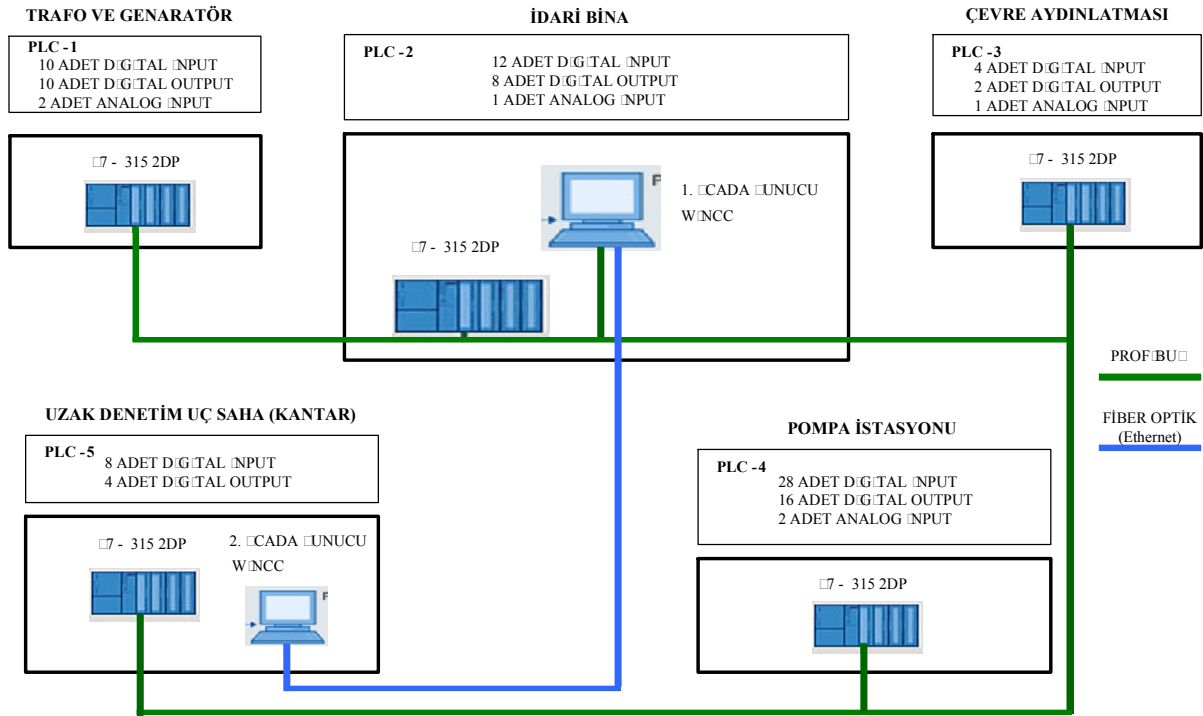
Bu bölgede tesise gelen katı atıkların miktar ölçümü yapılmaktadır. Aynı zamanda bu nokta tasarlanan SCADA sisteminin izleme ve kontrolünün gerçekleştirileceği ikinci nokta olarak seçilmiştir. Kantar programı SCADA sistemine dahil edilerek ana merkez üzerinden izlenmesine ve kaydedilmesine imkan sağlamaktadır. Kantar binası ve birimlerine ait 8 adet dijital giriş ve 4 adet dijital çıkış PLC ile kontrol edilmektedir.



Şekil 2. Katı atık bertaraf tesisi yerleşim planı.

### III. SCADA SİSTEMİ TASARIMI

Bir önceki bölümde detayları verilen katı atık bertaraf tesisinin her bir bölgesinde “CPU315-2DP” PLC kontrol panelleri yer almaktadır. Şekil 3’de sistemde yer alan PLC ve haberleşme ağı gösterilmektedir. Şekilde açıkça görülebildiği gibi sistem iki noktadan izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. SCADA sisteminin ana kontrol merkezi idari bina içerisinde, diğer kontrol noktası ise kantar binasında bulunmaktadır. Her bir bölge için bağımsız PLC kullanımı, her bir bölgenin birbirinden bağımsız kontrol edilebilmesine ve daha sonra oluşabilecek durumlara göre sistemin genişletilebilmesine olanak sağlamaktadır. Başka bir ifade ile bir bölgede oluşabilecek haberleşme arızası, diğer bölgelerin iç döngüsel çalışmalarına engel teşkil etmeyecektir.



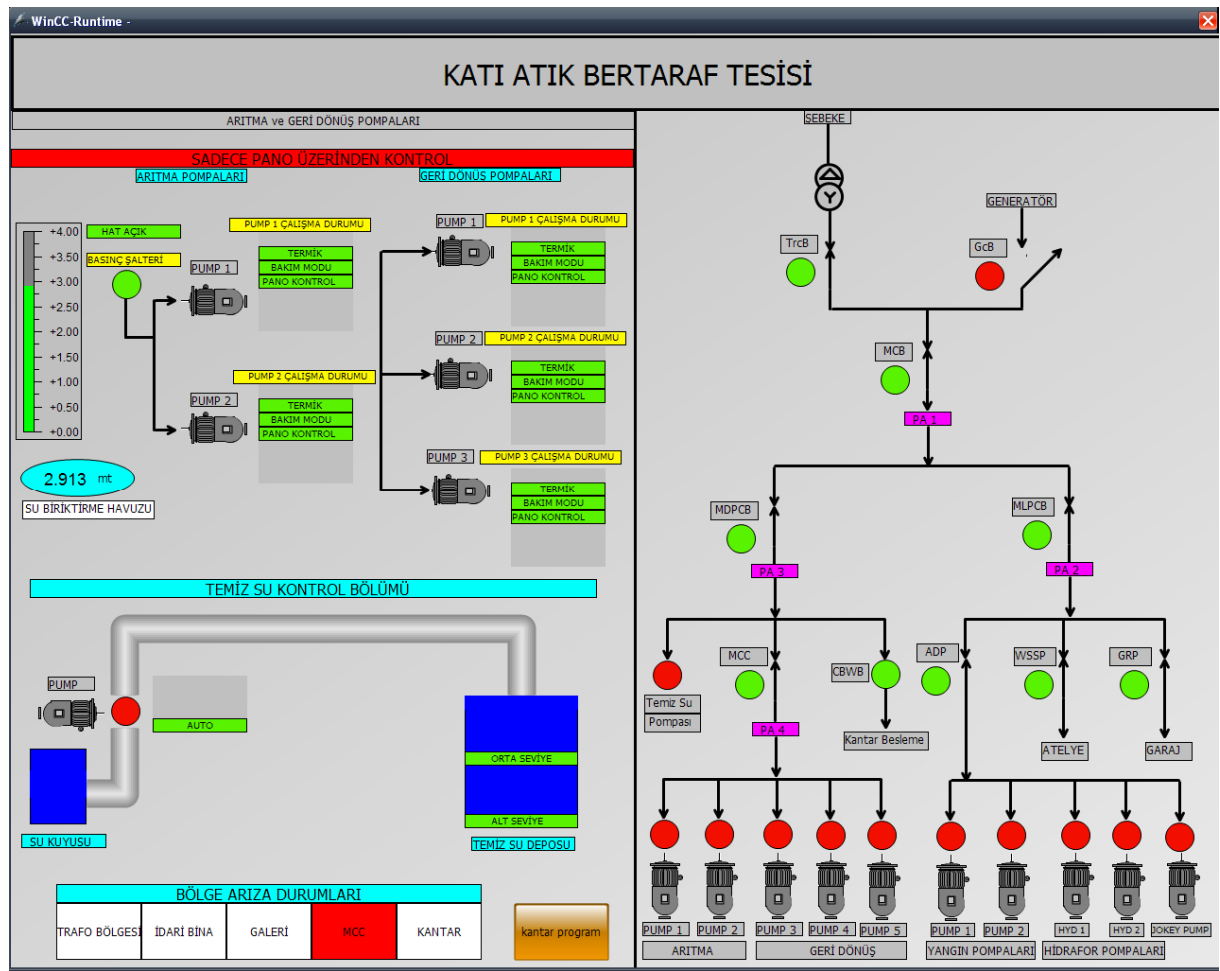
Şekil 3. SCADA Sistemi Haberleşme Ağı.

Bölgelerde yer alan PLC’ler giriş birimlerinden aldığı verileri değerlendirip sahada bulunan motor ve diğer aktüatörleri denetlemektedir. PLC’ler arasındaki haberleşme 1500 metre profibus ağı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Haberleşme ağı idari binada bulunan PLC üzerinden gerçekleştirilebilmektedir. İdari binayı da içeren bölgede bulunan PLC, sistemin ana (master) PLC’si olarak görev yapmaktadır. Ana PLC, diğer bölgelerden aldığı verileri profibus ağı üzerinden SCADA sunucusuna aktarmakta ve yine sunucudan aldığı denetim verilerini diğer bölge PLC’lerine aktarma işlevini gerçekleştirilmektedir.

Haberleşme için kullanılan profibus hattının veri aktarım hızı 1,5 Mbps’dir. Önemli uygulamalarda veri aktarımındaki gecikme bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Zaman kullanımının önemli olduğu uygulamalarda haberleşme anında yaşanabilecek veri aktarımındaki muhtemel gecikmeler göz önünde bulundurulmalıdır [13-15]. Bu gecikmeler hattın uzunluğu ile orantılıdır. Tesisteki istasyonlar arası mesafe, profibus teknolojisinin izin verdiği maksimum değer içerisinde. Yapısal kablolama esnasında haberleşme kabloları ile güç kabloları ayrı kanallar içerisinde

yerleştirilmektedir. Her ne kadar haberleşme hatları ile güç dağıtım hatları birbirinden ayrılrsa da, özellikle uzun metrajlı haberleşme hatlarında parazit oluşumu söz konusudur. Bu tür parazitlerin giderilmesi ve haberleşmenin sağlıklı olabilmesi için haberleşme topraklamasının işletme topraklamasından ayrı yapılması tercih edilmektedir. Bu doğrultuda kablolaması gerçekleştirilen profibus hattının uzunluğu göz önüne alındığında, hat belirli aralıklarla topraklanarak, direncin yaklaşık 1 Ohm değerinde olması sağlanmıştır.

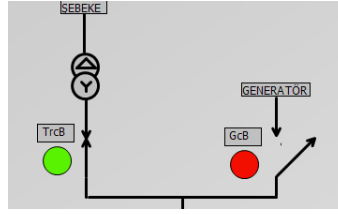
SCADA programında ana ekran iki bölgeye ayrılmıştır. Ekranın sağ tarafında tesisin enerji dağılımının tek hat şeması; sol tarafında ise geri dönüş pompaları, arıtma pompaları, temiz su kontrol bölümü, atık su biriktirme havuzu, bölge arıza durumları genel bilgi birimi ve bilgisayar üzerine çalıştırılacak diğer programlar (kantar vb.) hakkında genel bir yapı sunulmaktadır. Şekil 4’de ana ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4. Ana Ekran Görüntüsü.

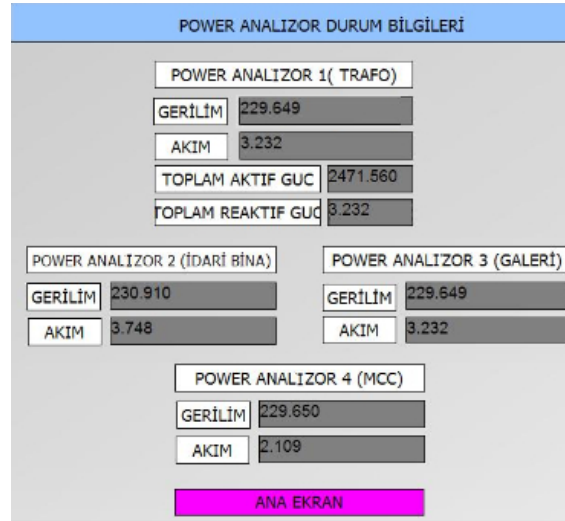
Ekranın sağ tarafında bulunan tek hat şeması incelenecek olursa, operatöre bu noktada bilgiler farklı görselliklerle sunulmaktadır. Şalterlerin açık-kapalı durumunun animasyonla sunulmasının yanı sıra, renksel uyarı yapılarak operatörün dikkatini yoğunlaştırması sağlanmaktadır. Şekil 5’deki durumda jeneratöre ait (GcB) şalterin elektriksel olarak açık (off), transformatöre ait (TrcB) şalterin ise kapalı (on) olduğu gösterilmektedir. Tek hat şemasında yer alan şalterler kapalı konumda iken yeşil, açık

konumda ise kırmızı renk ile temsil edilmektedir. Böylece operatör hem anahtar animasyonundan hem de yanında bulunan sinyal uyarısından şalterin konumunu rahatlıkla anlamaktadır.



*Şekil 5. Şalter Konumları ve Renk Gösterimi.*

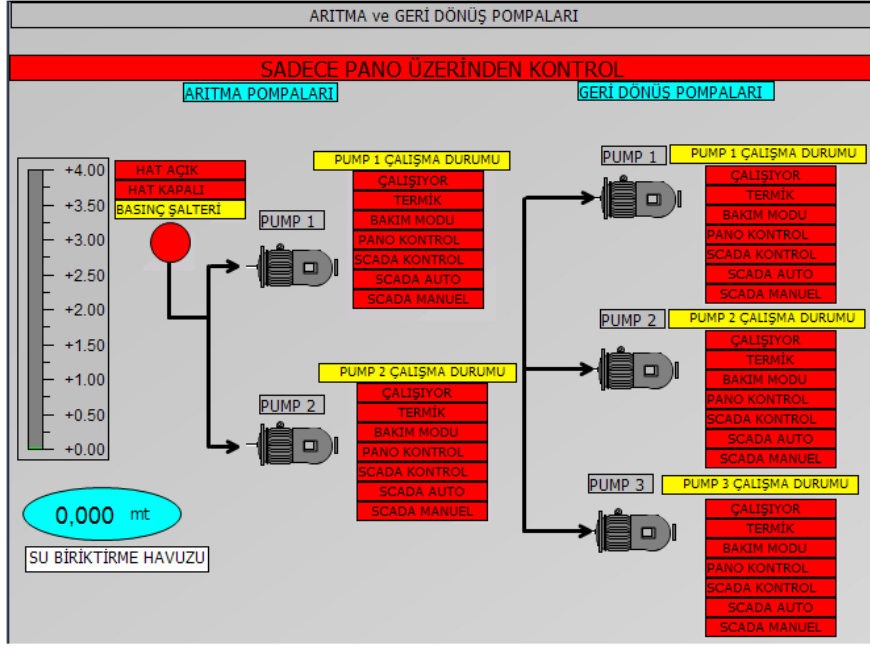
Tek hat şeması üzerinde bulunan güç analizörleri “PA” sembolü ile belirtilmektedir. Her bir güç analizörünün sistemdeki yerini göstermekte ve sistem hakkındaki akım, gerilim güç bilgilerinin ifade edildiği ekrana geçişi sağlamaktadır. Operatör fare yardımıyla güç analizörlerinden herhangi birinin üzerine tıkladığında Şekil 6’da belirtilen güç denetim sayfasına erişecektir.



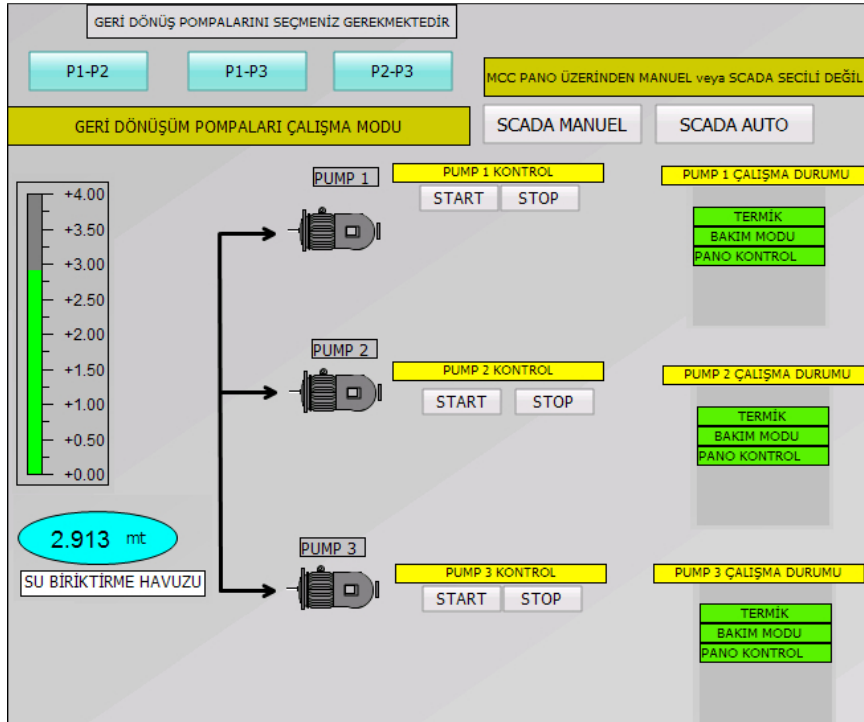
*Şekil 6. Güç Analizörleri Sayfası.*

Ekranın sol bölümü, arıtma pompaları, geri dönüş pompaları, atık su havuzu seviye izlemesi, temiz su kuyusu seviye kontrolü, tesise gelen çöp miktarının ölçümünün kayıt altına alınması ve tesis bölgelerinde oluşabilecek arıza durumları gibi işlevlerin izlenmesi ve kontrol edilmesi için kullanılmaktadır. Şekil 7’de arıtma pompaları ve geri dönüş pompalarının çalışma, arıza, bakım durumları ve kontrol yöntemleri yer almaktadır. Pompalara ait bu verilerden aktif durumda olan yeşil bir fon rengi üzerinde gösterilmektedir. Aktif olmayan koşullar ise görünür durumda değildir. Bu durum Şekil 8’de verilen geri dönüş pompalarına ait ekran görüntüsü ile örneklendirilmektedir.



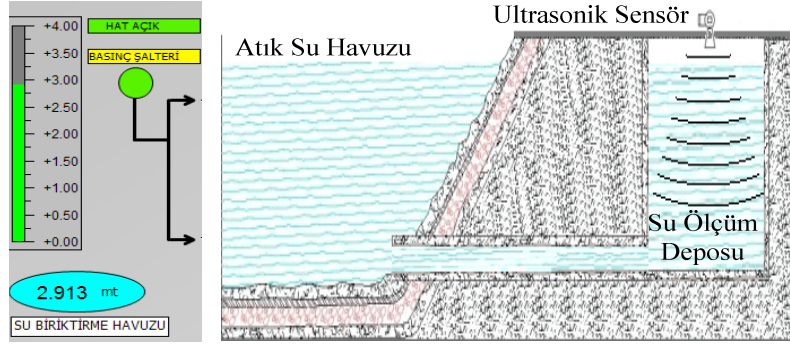


*Şekil 7. Arıtma ve geri dönüş pompaları çalışma koşulları.*



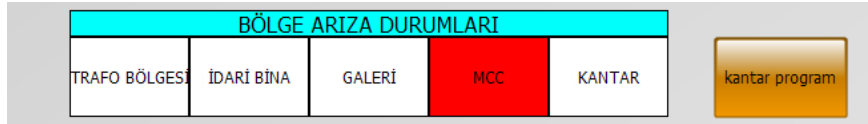
*Şekil 8. Geri dönüş pompaları çalışma koşulları (Runtime).*

Atık döküm sahasından süzülen çöp ve yağmur suları tesiste yer alan düşük kotlu atık su havuzunda biriktirilir. Bu havuzda biriken atık suyun seviye ölçümü, Şekil 9'da gösterildiği gibi beton cendere üzerine yerleştirilen ultrasonik sensör yardımı ile gerçekleştirilmektedir. Ultrasonik sensörden alınan seviye bilgisi operatöre, SCADA ekranında hem bar grafik hem de sayısal olarak sunulmaktadır.



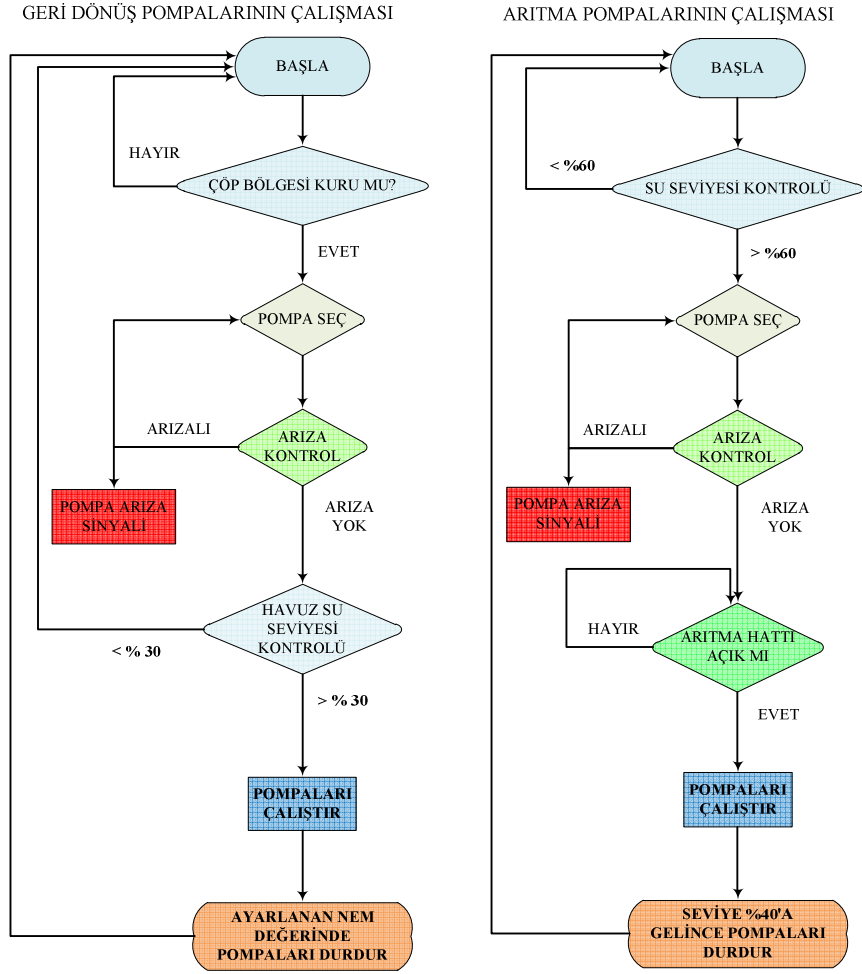
Şekil 9. Atık su havuzu seviye ölçümü.

Tesisin tasarım aşamasında belirlenen beş noktasına yerleştirilen PLC kontrol panellerinden gelen muhtemel arızalar SCADA sunucusuna Şekil 10’da gösterildiği gibi verilmektedir. Arızanın olduğu bölge kırmızı renge dönüşerek operatörü uarmaktadır. Arıza uyarısı bulunan bölge kutucuğuna tıklandığında gelen arızanın detayı alarm ekranında görülebilmektedir. Arıza giderildiğinde operatör alarm ekranı vasıtası ile resetleme yaparak sistemi olağan hale döndürmektedir. Ayrıca ekranda bulunan “kantar program” butonu kullanılarak atık girdi bilgilerine ulaşabilmektedir.



Şekil 10. Bölgelerdeki arıza durumları (runtime).

Arıtma ve geri dönüş pompalarının çalışma şartları Şekil 11’de verilen akış diyagramında gösterilmektedir. Arıtma pompaları, atık su havuzunda biriken suyun belli bir seviyeye ulaşması durumunda arıtma tesisine gönderilmesini sağlamaktadır. Kontrol algoritmasında belirtildiği gibi su seviyesi %60 değerine ulaştığında arıtma pompalarının çalışması için gereken ilk şart sağlanmaktadır. Bir diğer şart ise seçilecek arıtma pompasının belirlenmesi ve arıza kontrolünün sağlanmasıdır. Arıtma hattı, suyun aktarılması için uygun ise arıtma pompalarının çalışması için son koşulda sağlanmış olmaktadır. Geri dönüş pompaları ise atık alanında biriktirilen çöplerin belirli aralıklarla sulanarak, istenilen nem oranında sabit kalmasını sağlamaktadır. Geri dönüş pompalarının çalışmasının ön şartı çöp biriktirme alanındaki nem değeridir. Tesis içerisinde yer alan 3 adet geri dönüş pompasının çalışma zamanlarını yakın tutmak için belirli kombinasyonlar seçilerek aynı anda sadece iki tanesi çalıştırılmaktadırlar. Herhangi bir arıza durumunda ise yedek olarak kalan diğer pompa devreye girerek çalışmanın sürekliliği sağlanmaktadır. Geri dönüş pompalarının, atık su havuzundaki su seviyesi belirli bir değer altına düştüğünde çalışması sakıncalı olacağından durdurulması veya hiç çalıştırılmaması tercih edilir.



Şekil 11. Arıtma ve geri dönüş pompaları çalışma algoritmaları akış diyagramları.

#### IV. SONUÇ

Çevresel faktörler ve atık miktarının gün geçtikçe artması düzenli atık depolama saha sayılarının artmasını beraberinde getirmektedir. Günümüzde toplam atık miktarının ancak yarısının düzenli atık sahalarında bertaraf edilebilmesi, düzenli atık sahalarının henüz yeterli sayı ve kapasiteye ulaşmadığı sonucunu ortaya koymaktadır. Kontrolsüz çöp döküm sahalarının yerine düzenli atık depolama sahalarına geçiş, düzenli atık depolama sahaları üzerine çalışmaların yapılmasını cazip hale getirmektedir.

Çalışma kapsamında ele alınan düzenli katı atık bertaraf tesisi 225000 m<sup>2</sup> alan üzerine kuruludur. Tesisin bu denli büyük bir alan üzerine kurulu olması, tesisin bütün ünitelerinin kontrol edilmesi ve izlenmesi için SCADA sistemini gerekli kılmaktadır. Tesis, gerçekleştirilen işlemler göz önüne alınarak beş ayrı bölgeye bölünmüştür. Bu bölgelerden birisine SCADA sisteminin ana kontrol merkezi, tesisin en uzak noktasındaki diğer bir bölgesine ise 2. kontrol ve izleme merkezi kurulmuştur. Böylece tesis içerisinde yer alan tüm birimlerin kontrol ve izlenmesi bu iki kontrol merkezi vasıtasıyla sağlanmaktadır. Tasarlanan SCADA sisteminde tek bir PLC ve uzak giriş-çıkış birimleri kullanılabilirdiği gibi birden fazla PLC kullanılarak da aynı işlemler gerçekleştirilebilir. Tek PLC yerine birden fazla PLC kullanımı, oluşabilecek muhtemel haberleşme arızalarında her bir bölgenin

bağımsız çalıştırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu doğrultuda her bir bölgeye PLC içeren bir kontrol paneli yerleştirilmiştir. SCADA sisteminde yer alan bütün birimler yaklaşık 1500 metre uzunluğunda bir profibus ağı ile haberleşmektedir. Birimler arası haberleşmenin sağlıklı olabilmesi için profibus hattı güç kablolarından ayrı çekilmelidir ve uygun değerlerde topraklama yapılmalıdır. Özellikle uzun metrajlı haberleşme hatları göz önüne alındığında topraklama daha da önemli hale gelmektedir. Haberleşme hattı kurulumu gerçekleştirilirken kısa mesafelerde topraklama yapılmalıdır ve bu topraklama işletme topraklamasından ayrı tutulmalıdır. Uygulama esnasında bütün bu detaylar dikkate alınarak haberleşme hattı kabloları ve topraklaması gerçekleştirilmiştir. SCADA ekranları, tesis içerisindeki bütün veri akışının kontrol ve izlenmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sunucu ekranları tesisin enerji akışı, aktif-reaktif güç tüketimi, pompa istasyonu, atık su havuzu seviyesi, kantar birimi ve çevre aydınlatma gibi birçok uygulamayı içermektedir. Gerçekleştirilen SCADA sistemi ile gerek kontrol ve izleme kolaylığı gerekse de işgücü gereksiniminin azaltılması sağlanmıştır.

**TEŞEKKÜR:** Katı atık bertaraf tesisi SCADA sisteminin kurulumunu gerçekleştiren Beck&Pollitzer firmasına ve Sayın Okan AVŞAR'a katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

## V. KAYNAKLAR

- [1] C. Neyim, [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/csk/EK-4.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-4.pdf) (Erişim tarihi: 29<sup>th</sup> of November, 2013).
- [2] Anonim, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Erişim tarihi: 29<sup>th</sup> of November, 2013).
- [3] H. Toylan, H. Kuşçu, *Electronic Journal of Vocational Collages*, **3(1)** (2013) 210.
- [4] A. Büyükgüçlü, C. Özkök, H. Erdal, *İki Malzemeli Ağırlık Dozajlama Sistemi Otomasyonu İçin Scada Yazılımının Tasarlanması*, **5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu**, Karabük-Türkiye, (2009) 604.
- [5] Ö. Aydoğdu, M. G. Hasırcı, H. Akçay, *Bir Entegre Et Tesisinde SCADA Tabanlı Endüstriyel Kontrol Uygulaması*, **ELECO'08**, Bursa-Türkiye, (2008) 1.
- [6] O. Bilgin, Y. Altun, M. Mutluer, *Remote Monitoring and Diagnostic System of PLC Controlled an Elevator Using SCADA*, **5th International Conference on Electrical and Electronics Engineering**, Bursa-Turkey, (2007) 212.
- [7] E. Köse, H. Korkmaz, A. Bulut, M. Özer, M. Uzunoğlu, S. Tumlukolcu, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **9(1)** (2012) 15.
- [8] Ş. Çavuş, F. Güney, *PLC ile iplik numune boyama makinesi otomasyonu*, **Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu**, Düzce-Türkiye, (2010) 1.
- [9] A. Büyükyıldız, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **13(2)** (2007) 247.
- [10] R. Bayındır, O. Kaplan, C. Bayyigit, Y. Sarıkaya, M. Hallaçlıoğlu, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* **27(1)** (2011) 107.
- [11] R. Bayındır, Ş. Demirbaş, A. Bektaş, İ. Çolak, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **24(1)** (2008) 154.
- [12] E. Irmak, A. Calpbınici, N. Güler, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **18(2)** (2012) 123.
- [13] N. Öztürk, C. Yılmaz, *Ağ Tabanlı Endüstriyel Otomasyonda Ağ Gecikmesinin İncelenmesi*, **9. Dumlupınar Üniversitesi Akademik Bilişim Konferansı**, Kütahya-Türkiye (2007) 155.

- [14] C. Yılmaz, İ. S. Üncü, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, **12(2)** (2006) 161.
- [15] J. Kjellsson, A.E. Vallestad, R. Steigmann, D. Dzung, IEEE Transactions on Industrial Electronics, **56(10)** (2009) 4279.