

Bir Biyogaz Tesisi için PLC Otomasyon Sistemi Tasarımı

Çiğdem IŞIKYÜREK, Osman YALDIZ

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya
icigdem@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 25.05.2015 Kabul Tarihi (Accepted): 01.06.2015

Özet: Bu çalışmada Akdeniz Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü bünyesinde kurulmuş bir biyogaz tesisinin otomatik kontrol sistemi PLC tabanlı bir otomasyon programı ile tasarlanmış ve kullanıcı dostu bir dokunmatik ekran üzerinden sistemin kontrolü sağlanmıştır. Kurulan otomasyon sisteminde Delta marka PLC'ler kullanılmıştır. Kontrol sistemi, biyogaz tesisinin ön yükleme tankı ve üreteç kısmındaki motor ve pompa grubuna ait açma, kapama ve bekleme sürelerinin dokunmatik operatör paneli üzerinden kullanılacak hammadde farklılığına göre kısa sürede değiştirilebilir özellikte tasarlanmıştır. Biyogaz üretim sistemlerinde üreteç içerisindeki materyal sıcaklığının sabit tutulması ve sistemin düzenli karıştırılması, olası bir değer değişikliğinin eş zamanlı takip edilebilmesi, üreteç kısmında oluşabilecek diğer sorunlara zamanında müdahale edilebilir olması, tesisin verimli çalışabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle tasarlanan dijital ekranda ve kontrol sisteminde bu önemli noktalar dikkate alınmıştır. Böylelikle üreteç içerisinde yer alan materyal sıcaklığının sürekli ölçülerek hem ana operatör paneli ekranı üzerinde görüntüleniyor olması hem de alarm/analiz sayfasında grafiksel olarak geriye dönük veri depolaması, tesis işletmecisinin sistem performansı hakkında düzenli bir veri tabanına sahip olmasına ve ileriye yönelik gaz üretimi tahmininde bulunabilmesine olanak sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz tesisi otomasyonu, PLC, yenilenebilir enerji

Design of The PLC Automation System for The Biogas Plant

Abstract: In this study, a PLC based automation software was designed for a biogas plant which was built at the application field of Dept. of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Akdeniz University (Antalya/Turkey) and its operation was controlled through special digital screen. Delta PLC products were used in the automation system. A user friendly interface was described for the digital screen for easy personal operation to switch on/off and stand-by control of the motor/pump groups of the generator and pre-loading tank considering different type of waste materials. Some of the important issues for efficient operation at the biogas systems are providing stable temperature in the generator, regular mixing of the materials in the tank, simultaneous observation for any change of the other values and providing immediate maintenance support on time against possible troubles at the generator section. It was considered all of these important issues at the designed automation screen. Systematic measurement of the material temperature in the generator, collecting systematic data base record, simultaneous information of the total system performance and prediction of the gas production amount through main operator panel and chart supported screen were provided through a user friendly, unique control of the biogas plant.

Keywords: Biogas plant automation, PLC, renewable energy

GİRİŞ

Biyogaz, organik materyalin bakteriler yardımı ile parçalanması sonucunda ortaya çıkan bir gaz karışımı olarak tanımlanabilir. Çeşitli bakteri grupları ağırlıklı

olarak su, protein, yağ, karbonhidrat ve minerallerden oluşan organik materyalleri parçalayarak, onları kendi ana bileşenleri olan karbondioksit, mineraller ve suya

ayrıştırırlar. Bunun sonucu olarak bakteri metabolizmalarının ürettiği gaz karışımı olan biyogaz oluşur. Bu gaz karışımı içerisindeki metan miktarı (CH₄) yaklaşık %50 ile %85 arasında değişkenlik gösterir (Eder ve Schulz, 2006). Biyogaz üretiminde birbirine bağlı çok sayıda faktör etkilidir. Bu faktörler doğru orantılı olarak biyogaz üretim miktarını ve biyogazın içeriğini etkilemektedir ve üç ana grup altında toplanabilir. Bunlar hammadde, üreteç ve proses parametrelerine bağlı faktörlerdir.(Yaldız, 2004);

Böylesine hassas bir prosese sahip olan biyogaz üretiminde tamamen dış ortama kapalı olarak kurulan tesisin bir otomasyon sistemi ile kontrol edilmesi ve gözlenmesi gerekmektedir. Birçok enerji tesisi gibi biyogaz tesisleri de hem yerleşim merkezlerinden uzakta hem de sürekli kontrol gerektiren tesislerdir. Endüstriyel üretim sektörünün yanısıra enerji üretim tesislerinde de otomasyondan yararlanmak bir ihtiyaçtan çok bir zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle yüksek verim elde etmek ve kaliteli sonuçlara ulaşmak için otomasyon sistemlerinin kullanılması ve çözümler üretilmesi gerekmektedir.

Bir biyogaz tesisi ön yükleme deposu, üreteç kısmı, gaz depolama ve enerji üretim sistemi olmak üzere dört ana kısımdan oluşur. Atıkların fermente edilebilmesi için belirli bir süre bekletildiği üreteç kısmı, kurulum işlemi bittikten sonra dışarıdan müdahaleye kapalıdır, çünkü biyogaz tesislerinde metan üretimi ancak oksijensiz ortamda gerçekleşebilmektedir. Ancak üreteç kısmında oluşabilecek sorunlara zamanında müdahale, tesisin verimli çalışabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bir biyogaz tesisinin verimliliği için dikkat edilmesi gereken faktörlerin başında üreteç içerisindeki materyal sıcaklığının sabit tutulması ve sistemin düzenli karıştırılması gelmektedir. Olası bir değer değişikliğinde zaman kaybedilmeden müdahale edilmesi çok önemlidir.

Yapılan çalışmada Akdeniz Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümüne ait deneme amaçlı kurulan biyogaz tesisi çalışma prensibi baz alınarak otomasyon sistemi tasarlanmış ve internet üzerinden denetlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak biyogaz tesisinin yapısı incelenmiş ve kullanılacak otomasyon sisteminin içeriği belirlenmiştir. Otomasyon sisteminin programlanması amaçlı bir merkez istasyon bilgisayarı ve bu bilgisayar üzerinde PLC otomasyon programı tasarlanmıştır.

Hazırlanan PLC otomasyon programı doğrultusunda biyogaz tesisinin otomasyon kontrolünün sağlanacağı ve aynı zamanda sistemin çalışmasının görüntülenebileceği operatör paneli ekran tasarım programı hazırlanmıştır.

Hazırlanan program ve kullanıcı ekran tasarımının sistemin kontrolünü kolaylaştırması yönünden nasıl bir avantaj sağladığı görülmüş, kullanılan PLC sisteminin özellikleri mevcut sistemler ile karşılaştırılarak, işletmeciler açısından avantajları ve dezavantajları çalışmada incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

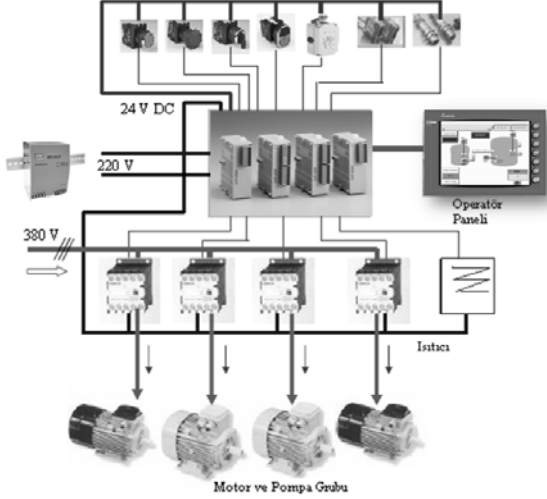
Bu çalışmada, toplam hacmi 1.2 m³ olan Akdeniz Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde ait olan model biyogaz tesisinin otomasyon sistemi baz alınarak, bu tesisin otomasyon panosu ve operatör paneli kurulmuştur. Şekil 1 'de Tarım Makinaları Atölyesinde yer alan biyogaz tesisi görülmektedir.



Şekil 1. Biyogaz tesisi

Deneme amaçlı kurulmuş olan Biyogaz tesisinde 3 fazlı üç adet asenkron motor, bir adet dalgıç pompa kullanılmaktadır. Bu motorlardan 1 tanesi ön yükleme tankında diğer 2 tanesi üreteç içerisinde karıştırıcı motoru olarak çalıştırılmaktadır. Üreteç sıcaklığını ölçmek amacıyla 2 adet sıcaklık duyargası üreteç içerisine yerleştirilmiştir. Bu duyargalardan verilerin alınması, sıcaklık düşmesi veya yükselmesi anında ısıtıcıların devreye sokulması ve belirli aralıklarla karıştırılması amacıyla motorların otomatik olarak çalıştırılması hazırlanan PLC kontrollü otomasyon sistemi tarafından sağlanmaktadır. Kurulacak otomasyon sistemine ön hazırlık olarak öncelikle Şekil

3'de yer alan Akdeniz Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümüne ait olan biyogaz tesisinin elektrik ve otomasyon panosu şematik olarak hazırlanmış, otomasyon sisteminde yer alacak malzemeler belirlenmiştir.



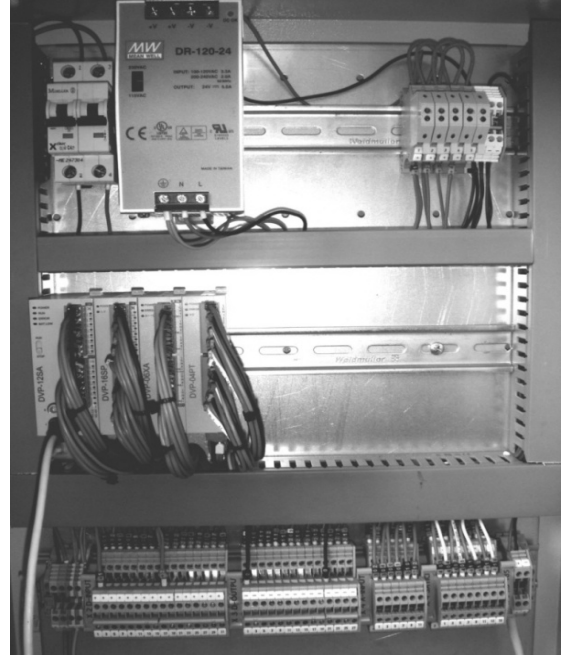
Şekil 2. Biyogaz tesisi otomasyon şeması

Bu şemada görüldüğü gibi açma/kapama butonları, sensörler PLC sisteminin giriş kısmına bağlanmış durumdadır, çıkış kısmında ise kontaktörler, motor/pompa grubu ve ısıtıcı yer almaktadır. Biyogaz tesisinde yer alan cihaz ve makineler Delta marka bir PLC ve operatör paneli ile kontrol edilmektedir.

Çalışma kapsamında kontrol amacı ile kullanılan PLC otomasyon sistemi ve kontrol paneli programlanması yapılması için tasarlanan sisteme ait otomasyon panosu iç düzeneği ve operatör paneli Şekil 3 ve 4'de görülmektedir. Şekilde görülen pano içerisinde bir adet açma ve kapama anahtarı, güç kaynağı, PLC giriş modülü, PLC çıkış modülü, CPU, PLC sıcaklık PT100 giriş modülünden oluşan PLC grubu ve PLC'ye ait bağlantı elemanları bulunmaktadır. Ayrıca otomasyon sisteminin yönetiminin yapıldığı operatör paneli pano dış kapağı üzerine montaj edilmiştir. Çalışma kapsamında kontrol amacı ile kullanılan PLC otomasyon sistemi ve kontrol paneli programlanmasının yapılması için tasarlanan sisteme ait otomasyon panosu iç düzeneği ve operatör paneli de detaylandırılmıştır.

Çalışmada ilk olarak otomasyon sisteminin uygulanacağı biyogaz tesisinin ihtiyaçları belirlenmiştir. Biyogaz tesisi içerisinde kullanılan motorlar, pompa ve ısıtıcılardan oluşan sistemlerinin kontrol edilmesi için

gereksinimler tablo halinde hazırlanmıştır. Bu tablo biyogaz tesisi süreç (proses) planı olarak tablo 1'de yer almaktadır. Bu çizelgede yer alan bilgiler doğrultusunda yapılacak otomasyon sistemi ana hatları ile şekillendirilmiştir. Tabloda ilk olarak ön yükleme deposu, üreteç kısmı ve ısıtıcılar olmak üzere biyogaz tesisi üç aşamada değerlendirilmiştir.



Şekil 3. Biyogaz tesisi otomasyon panosu



Şekil 4. Biyogaz tesisi operatör paneli

İlk kısım olan ön yükleme deposu karıştırıcı motor ve yükleme pompasından oluşmaktadır. Ön yükleme deposundaki karıştırıcı motor programda 'Karıştırıcı 1', pompa ise programda 'Pompa' olarak belirtilmiştir. Karıştırıcı 1 ve pompanın çalışma süresi sabit bir değer ile kısıtlanmamış, değişen atık koşullarına ve miktarına bağlı olarak operatör tarafından kolayca değiştirilebilir olacak şekilde hazırlanmıştır. Sistemin işleyişi başlat tuşuna basılması ile aktif hale gelmektedir. İlk olarak ön yükleme deposunda yer alan karıştırıcı motor istenilen süre boyunca aktif olarak çalışmakta ve belirlenen karıştırma süresi biter bitmez zaman kaybetmeden yükleme pompası devreye girmektedir.

Üreteç kısmındaki üst karıştırıcı motor 'Karıştırıcı2', alt karıştırıcı motor ise 'Karıştırıcı3' olarak belirlenmiştir. Karıştırıcılar ön yükleme deposundaki işlem biter bitmez yani pompa atığın tamamını üretece yükledikten hemen sonra anında devreye girecek şekilde hazırlanmıştır. 'Karıştırıcı2' 5 dakika aktif durumda çalışacak ve 15 dakika bekletilecek şekilde, 'Karıştırıcı3' ise 10 dakika aktif durumda olacak 20 dakika bekletilecek şekilde ayarlanmıştır. Motorların çalışma ve bekleme süreleri operatör tarafından programda değiştirilebilir özellikte hazırlanmıştır.

Isıtıcıların çalışması ısıtıcı bölümünde yer alan başlat tuşuna basılması ile aktif konuma geçecektir. Program ilk etapta 38 °C sabit sıcaklıkta çalışacak şekilde ayarlanmıştır. Ancak bu değerde operatör tarafından değiştirilebilir özelliktedir. Isıtıcı değerleri 35 °C altına düştüğü zaman alarm verecek şekilde program düzenlenmiştir.

Şekil 5'de PLC otomasyonuna ait işleyiş döngüsünde görüldüğü gibi PLC sistemlerin işleyişi adım adım gerçekleşmektedir. Programda başlat tuşuna basılması ile işlemci hafızası programı okur ve programın içeriğini kontrol eder. Programda herhangi bir hata yoksa program çalıştırılır ve bir sonraki

program okunur. Bu döngü programda bitir veya kapat butonuna basılana kadar sürekli devam eder.

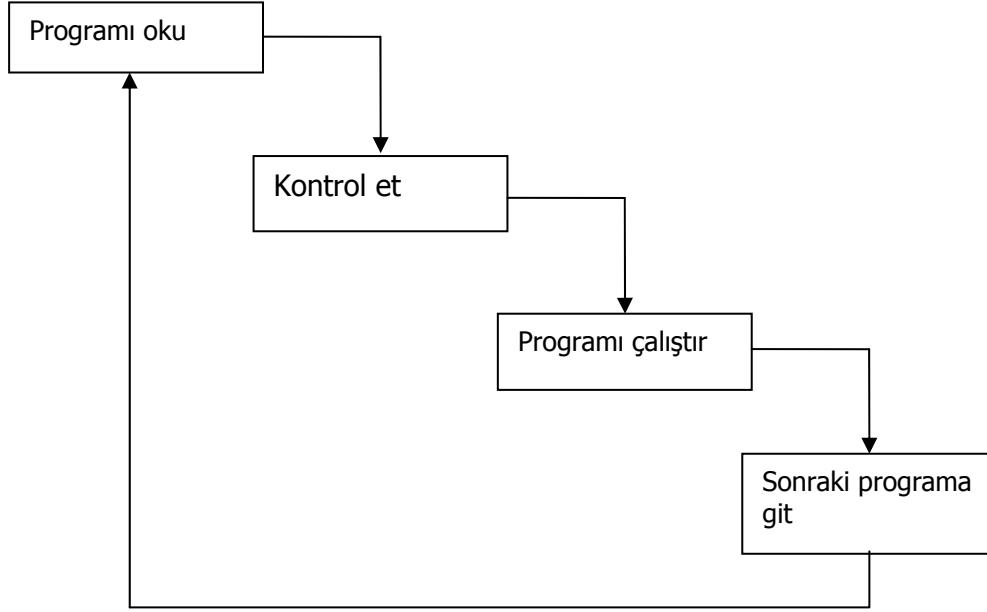
Hazırlanan proses planı ve otomasyon akış şemaları doğrultusunda programlama kısmının ön çalışması tamamlanmıştır. Bu aşamadan sonra Delta marka PLC'lerin programlanması için WPL SOFT yazılım programı ve operatör panel tasarımı ve programı için de SCREEN EDITÖR yazılım programından yararlanılmıştır. Bu programlar Delta marka PLC ve operatör panelleri için özel olarak kullanılan programlardır. Hazırlanan proses planı ve otomasyon akış şemaları doğrultusunda programlama kısmının ön çalışması tamamlanmıştır.

PLC programlamasında ilk olarak PLC elemanları panoya montaj edilmiş, enerji verilerek denemeleri yapılmıştır. Daha sonra ise PLC ile ekran arasındaki haberleşme sağlanmıştır. Kullanılan merkezi bilgisayarda uygun ayarlamalar yapıldıktan sonra PLC CPU birimi ve operatör panelinin merkezi bilgisayar ile iletişimi kurulmuştur. Programın hem manüel hem de bilgisayar üzerinden yönetilebilecek şekilde çevrimdışı ve çevrimiçi olarak çalıştırılması sağlanmıştır.

Hazırlanan WPLSoft ve Delta HMI SCREEN EDITOR programları PLC kontrol sistemine ve DOP dokunmatik operatör paneline yüklendikten sonra tesis otomasyonu PLC ve DOP operatör panel üzerinden tercihe göre manüel çalıştırılabileceği gibi bilgisayar bağlantısı yapılarak merkezi bilgisayar üzerinden de kontrol edilebilmektedir. Uzaktan kullanıcıların otomasyon sistemini yönetmeleri kendi bilgisayarları üzerinden merkezi bilgisayar ile bağlantı kurmaları şeklinde gerçekleşmektedir.

Tablo 1. Biyogaz tesisi süreç (proses) planı

| Ön yükleme Deposu | Çalışma şekli | Üreteç | Çalışma şekli | Isıtıcılar | Çalışma şekli |
|-------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|--|---------------|
| Karıştırıcı 1 | Çalışma süresi ayarlanabilir | Karıştırıcı 2 | 5dk. Aktif, 15 dk. Beklemede | 38 C de sabit | Otomatik |
| Pompa | Çalışma süresi ayarlanabilir | Karıştırıcı 3 | 10 dk. Aktif, 20dk. Beklemede | 35 C altına düştüğünde alarm verme | Otomatik |
| | Otomatik ve manuel | | Otomatik | Değerler ekran üzerinden ayarlanabilir | Manuel |



Şekil 5. PLC otomasyonuna ait işleyiş döngüsü

Tablo 2. 29-30.09.2009 tarihindeki PLC üzerine kaydedilen sıcaklık verileri

| Saat | Tarih | °C | Saat | Tarih | °C |
|------------------|-----------|----|------------------|-----------|----|
| 13:21:12 | 9/29/2009 | 30 | 16:45:42 | 9/30/2009 | 30 |
| 13:22:13 | 9/29/2009 | 30 | 16:46:43 | 9/30/2009 | 30 |
| 13:23:13 | 9/29/2009 | 30 | 16:47:41 | 9/30/2009 | 30 |
| 13:24:14 | 9/29/2009 | 30 | 16:48:43 | 9/30/2009 | 30 |
| 13:25:14 | 9/29/2009 | 30 | 16:49:46 | 9/30/2009 | 30 |
| 13:26:15 | 9/29/2009 | 30 | 16:50:46 | 9/30/2009 | 30 |
| 13:27:15 | 9/29/2009 | 30 | 17:01:50 | 9/30/2009 | 47 |
| 13:28:16 | 9/29/2009 | 30 | 17:02:49 | 9/30/2009 | 47 |
| 13:29:16 | 9/29/2009 | 31 | 17:03:48 | 9/30/2009 | 47 |
| 13:30:17 | 9/29/2009 | 31 | 17:04:50 | 9/30/2009 | 47 |
| END OF FILE..... | | | END OF FILE..... | | |

ARAŞTIRMA BULGULARI

Biyogaz tesisi otomasyon sisteminin yetkili tesis operatörü tarafından kullanımı aşağıda belirtildiği şekilde olacağı öngörülmüş ve görüntülenmiştir.

Şekil 6'da görüldüğü gibi sistem henüz başlatılmamış olduğundan operatör paneli ekran kısmında tüm göstergeler kırmızı renkte bulunmaktadır. Üreteç içerisindeki sensörlerin sıcaklık ortalaması biyogaz tesisi operatör paneli ana menü üzerinde anlık olarak ekranın sağ alt köşesinde görüntülenmektedir. Bu değer sensörün bulunduğu ortamın sıcaklığını göstermektedir. Denemeler başlatılmadan önce PT100 sıcaklık sensörü dış ortam

sıcaklığını ölçmektedir. Bu sıcaklık 30 °C dereceyi göstermektedir ve ekran üzerinde gösterilmektedir.

Ekranın sağ üst kısmında anlık saat ve tarih verileri görüntülenmektedir. Ekranın sol üst köşesinde geçmiş alarm verileri görüntülenmektedir.

Aynı şekilde Şekil 6'de görüldüğü gibi PLC grubu kısmında hiçbir çıkış sinyali yanmamaktadır.

Programın çalıştırılmasıyla birlikte ilk olarak Şekil 7'deki gibi sistem başlat butonu 'Motor çalışıyor' konumuna geçer ve ön yükleme deposu karıştırıcı motor sinyal lambası ekran üzerinde 'yeşil' renkte yanmaya başlar. Aynı zamanda PLC grubu üzerinde de ön yükleme deposu karıştırıcı motor çıkışına ait olan 'Y0' çıkışı aktif hale gelir.

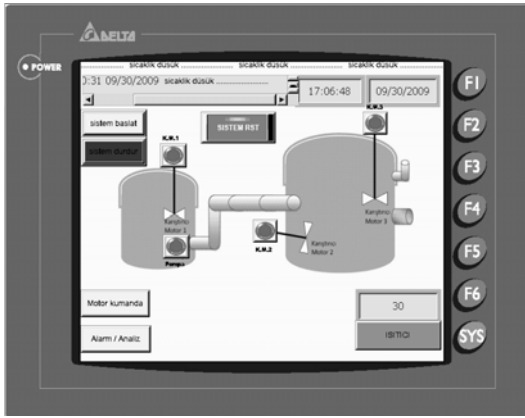
Bir Biyogaz Tesisi için PLC Otomasyon Sistemi Tasarımı

Ön yükleme deposu karıştırıcı motor görevini tamamladıktan sonra PLC kontrol grubunda Y3 çıkışının bağlı bulunduğu önyükleme pompası çalışmaya başlatılmıştır. Böylece Şekil 8’de görüldüğü üzere Y3 çıkışı (ön yükleme deposu pompası) aktif hale geçmiş durumdadır.

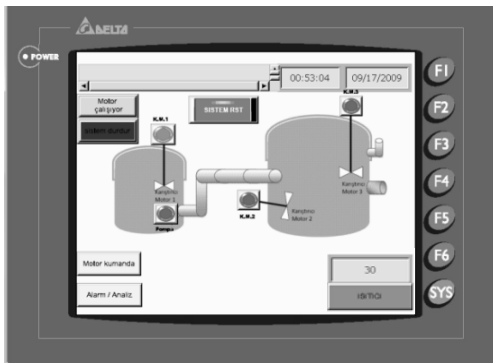
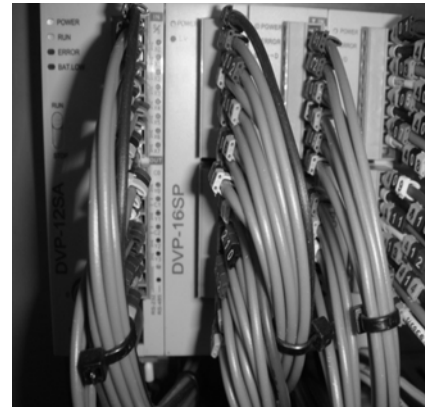
Ön yükleme deposu kısmına ait işlemler tamamlandıktan sonra program hiç beklemeden üreteç içerisindeki karıştırıcı motorları devreye alır ve ilk başlangıç aşamasında iki motorda aynı anda işleme başlarlar ve kendilerine verilen süreler doğrultusunda ayrı ayrı çalışmalarına devam ederler. Üreteç içerisindeki karıştırıcı motorlar Y1 ve Y2 çıkışları ile yönlendirilmiştir. Operatör paneli üzerinde üreteç üst ve alt karıştırıcı motorlara ait lambalar “Yeşil” renkte yanmaktadır ve aynı anda PLC grubu üzerindeki Y1 ve Y2 çıkışları da aktif hale gelmektedir. Şekil 9’da üreteç karıştırıcı motorlarının çalışması görülmektedir. Biyogaz tesisi süreç planı doğrultusunda belirlenmiş süreler içerisinde ve PLC otomasyon sistemi işleyiş döngüsü doğrultusunda sistem durdur butonuna

basılana kadar süreci devam ettirecek şekilde hazırlanmıştır.

Ayrıca biyogaz tesisi otomasyonunda alarm verileri ve operatör panel ekranı üzerinde yer alan veriler bir dakikalık periyotlar halinde harici bellek tarafından kaydedilmektedir. Bu kısımda yer alan ve depolanan veriler programda tasarlandığı gibi anlık sıcaklık verileridir. Sıcaklık değişimlerinin takibi bir biyogaz tesisi otomasyonunda gözlemlenmesi ve kayıt altına alınması gerekli olan en önemli parametrelerden birisidir. Programın durdurulması ile kayıt işlemi de durmaktadır. Tablo 2’de görüldüğü gibi program 29-30 Temmuz 2009 tarihleri arasında çeşitli zaman aralıklarında çalıştırılmış ve sıcaklık verileri kaydedilmiştir. Bu çizelge üzerindeki “END OF FILE” kısmı programın durdurulduğunu ve kayıta ara verildiğini göstermektedir. Programın başlatılması ile kayıt işlemi tekrar başlatılmış olur ve yeniden kayıt altına alma işlemi devam eder. Veri kayıt sistemine ara verilmesi programın hangi zaman aralıkları ile başlatıldığını veya durdurulduğunun gözlemlenebilmesini sağlamaktadır.

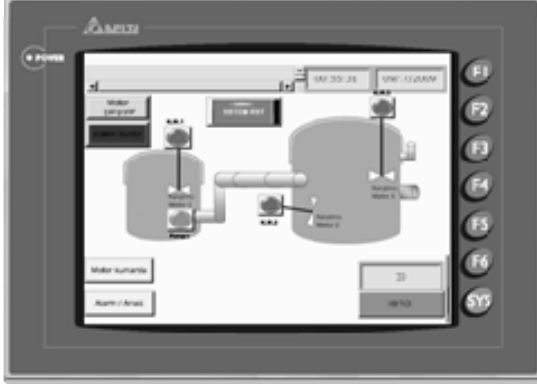


Şekil 6. Otomasyon sistemi PLC başlangıç konumu

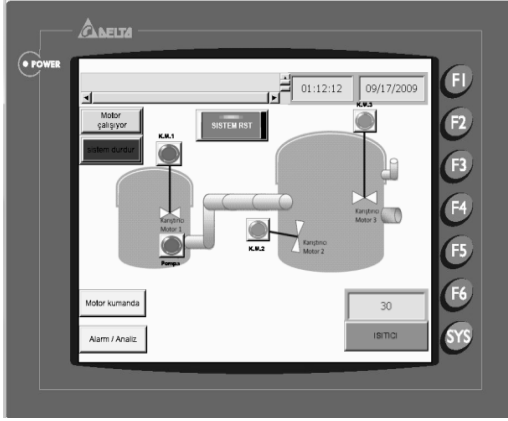


Şekil 7. Y0 çıkışı (önyükleme karıştırıcı motor) aktif hale gelmiştir

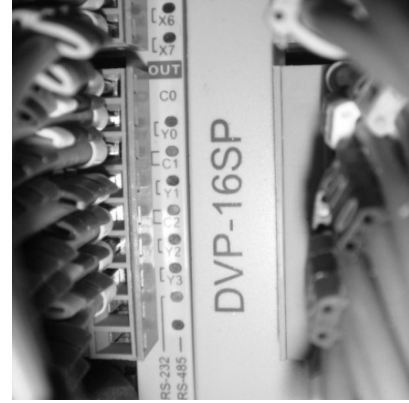




Şekil 8. Y3 çıkışı (ön yükleme deposu pompası) aktif hale gelmiştir



Şekil 9. Üreteç karıştırıcı motorların çalışması



TARTIŞMA ve SONUÇ

Günümüzde PLC sistemler kullanılarak çözümlenen otomatik kontrol problemleri önceden röleli sistemlerle yapılmaya çalışılmaktaydı. PLC'li sistemler elektromekanik kontrolörlere (EMK) nazaran daha uzun ömürlü ve daha güvenlidirler. Arızalanma süresi bir PLC için 8000 saatin üzerindedir. Bu süre röleli sistemlerde daha azdır. Ekonomik olarak fabrikasyonda 10 ve üzeri elektromanyetik kontaktör veya anahtar kullanımı PLC kullanımına göre daha pahalıdır.

Hazırlanan çalışmada seçilen PLC grubu Delta marka PLC'lerden oluşmaktadır. Kullanılan Delta PLC'de hazır program blokları bulunmadığı için hazırlanmak istenilen otomasyon programının tamamı tarafımızdan tasarlanarak yazılmıştır.

Biyogaz tesisinin ön yükleme tankı ve üreteç kısmındaki motor ve pompa grubuna ait açma, kapama ve bekleme sürelerinin dokunmatik operatör

paneli üzerinden ayarlarının kullanılacak ürünün farklılığına göre kısa sürede değiştirilebilir olması, sistemin hızlı ve çok yönlü çalışabilmesini sağladığı görülmüştür. Ayrıca sistemin ihtiyaca göre manuel ve otomatik olarak kullanılabilir olmasının biyogaz tesisi işletmecileri açısından büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Geliştirilen biyogaz tesisi otomasyon sistemi büyük kapasiteli tesislerde kullanılabileceği gibi çiftlik bazında kurulabilecek biyogaz tesislerinde de kullanılabilir özelliktedir. Farklı tesis koşullarında kolay değişiklik yapılabilecek ve ihtiyaca göre genişletilebilir özelliğe sahiptir.

Bu tür çalışmalar tesis yönetimi gibi kapsamlı sistemlerin işletilmesi konusunda ülkemizin dışa bağımlılığının ortadan kalkması açısından önem taşımakla birlikte atık değerlendirme ve yenilebilir enerji kaynaklarından yararlanılması konusundaki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

LİTARATÜR LİSTESİ

- Aksoy, S. 2004. Programlanabilir lojik denetleyiciler ve mühendislik uygulamaları. Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Kontrol ve Kumanda Sistemleri Anabilim Dalı. Değişim Yayınları. ISBN: 975-8289-63-2 , Adapazarı, 16-60
- Beyazıt, H. 2005. Uygulamalı PLC programlama ve operatör panel konfigürasyonu. Nobel Yayın No: 669, Teknik Yayınları Dizi No: 59. ISBN: 975-591-653-9, Ankara, Bl.1,3,4,5,9,12,18
- Eder, B. Ve Schulz, H. 2006. Biogaz Praxis, Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiele, Wirtschaftlichkeit. Freiburg. Ökobuch yayıncılık ISBN:3-936896-13-5 Almanya.
- DELTA, DVP-PLC, 2007. Application Manuel, Programming, Revision III, www.delta.com.tw/industrialautomation
- Işıkürek Ç. "Biyogaz Tesisinin Plc Otomasyon Sistemi Ve İnternet Üzerinden Kontrolüne Yönelik Bir Çalışma" Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi. Fenbilimleri Enstitüsü
- Yağimli, M, Akar, F. 2004. Programlanabilir Lojik Denetleyiciler. Üniversite kitapları. ISBN: 9789752953437 İstanbul. Bl.1.1-2.8.
- Yaldız, O. 2004 Biyogaz Teknolojisi, Akdeniz Üniversitesi basım evi ISBN : 975-7666-64-5 Antalya.

