Bir Entegre Et Tesisinde SCADA Tabanlı Endüstriyel Kontrol Uygulaması

Ömer Aydoğdu, M. Günkut Hasırcı, Hasan Akçay

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Selçuk Üniversitesi
oaydogdu@selcuk.edu.tr, gunkuut@hotmail.com, akcay_hasan@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada, bir entegre et tesisinin hayvan sulama-yemleme kısmının PLC ve SCADA ile otomatik kontrolü ve takibi amaçlanmıştır. Bunun için ilk olarak, tesiste otomasyon sistemine ait giriş ve çıkışlar tanımlanmış, sistemin çalışma durumları belirlenmiştir. Daha sonra bu çalışma durumları ve hayvan türüne göre oluşturulan sulama-yemleme reçeteleri, S7-300 PLC ve WinCC SCADA programına aktarılarak sisteme otomatik olarak uzaktan izleme ve kontrol imkanı sağlanmıştır. Sistemde kullanılan S7-300 PLC, sahada sistemin genel iş akışını yürütmekte ve veri toplama işlemlerini sağlamaktadır. SCADA ise, sistemin kontrolüyle birlikte geçmişi arşivleme, değişik sulama-yemleme reçeteleri sunma ve güvenlik için uyarı ve ikaz verme işlemlerini gerçekleştirmektedir. SCADA ara yüzü tesisin ekrana aktarılmış hali olduğundan, çalışma sayesinde operatörün sisteme en aza hata ile müdahale etmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *PLC, SCADA Sistemi, İş-Akışı, Veri Toplama*

Abstract

In this study, automatic control and tracking of animal breeding-watering processes for meat integrated company are aimed by using PLC and SCADA systems. For this purpose firstly, inputs and outputs for automation system are defined and state of the control process is determined. Then, S7-300 PLC and WinCC SCADA systems are programmed using process state for control and tracking. Flowchart of the system and data acquisition are executed by using S7-300 PLC. In addition, varying processes for animal breeding-watering systems, data archiving, warning for security and control of the system is implemented with SCADA. Operator fault is minimized because of visual properties of SCADA system.

Keywords: *PLC, SCADA Systems, Flowchart, Data Acquistion*

1. Giriş

Endüstriyel kontrol sistemleri içinde Programlanabilir Lojik Denetleyiciler (PLC), endüstriyel uygulamaların her dalında, genel amaçlı kumanda ve otomasyon işlemleri için kullanıcılara çok etkili çözümler sunmaktadır [1]. Denetimli Kontrol ve Veri Toplama (Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA) sistemleri ise, geniş bir alana yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığıyla denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir mantık içerisinde işletilmesini ve geçmiş zamana ait verilerin saklanmasını sağlayan bilgisayar tabanlı yapılardır [2].

Bu tanımlamalara göre, endüstride veya bina otomasyonunda birlikte kullanılan PLC ve SCADA yapıları, döngü denetleyicileri, I/O sistemleri ve akıllı sensörler gibi çeşitli cihazlardan saha verilerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplayan, tanımlanan kıstaslara göre bu bilgileri değerlendirmeye tabi tutup gerektiğinde kullanıcıya erken uyarı mesajları üreten, üretimi etkileyen çeşitli etkenlerin merkezi bir noktadan grafiksel olarak gözetlenmesini sağlayan ve sahadaki kontrol noktalarının uzaktan denetlenebilmelerine imkan veren profesyonel sistemlerdir [3].

Ayrıca SCADA sistemleri, endüstriyel tesislerde alt yapı yazılım görevini üstlenmekte ve fabrika içi ile dışındaki ağlara bağlanarak şirketin bütün katmanlarının uyum içerisinde çalışmasına imkân vermektedir. SCADA, işletme genelinde herkese her zaman erişebilecekleri, gerçek zamanlı ve ayrıntılı bilgiyi sağlamaktadır [4].

Endüstriyel kontrol sistemlerinde genel amaç, minimum maliyetle, daha kaliteli ve daha çok üretmek için gerekli yapıyı kurmaktır. Buna göre bir entegre et üretim tesisinde, et hayvanların yetiştirilmesi, bunların kesimi, ürünün uygun koşullarda saklanması, ürünün değişik şekillerde değerlendirmesi gibi bir çok kontrol edilmesi gereken işlem mevcuttur. Yakın bir gelecekte önümüze konan tüm yiyeceklerin, üretimden tüketime kadar tüm aşamalarının takip edilebileceği düşünülürse, bu işlemlerin en modern şekilde kontrol edilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Ayrıca gıda standartlarının dünyada ve ülkemizde hızla yükselmesi bunu zorunlu hale getirmektedir.

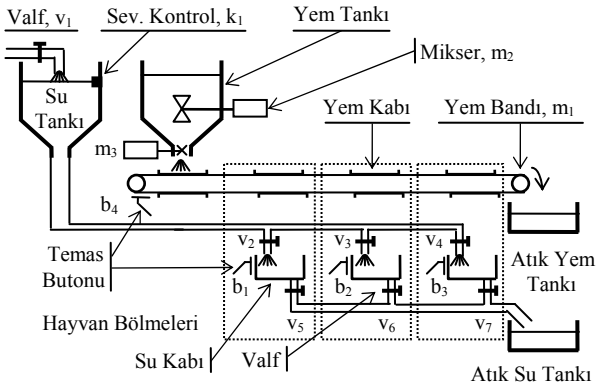
İşletmedeki tesislerden maksimum verimlilikle yararlanmak, yöneticilerin işletmeye ve üretim bilgilerine tam olarak hakim olmalarına da bağlıdır. Ancak büyük bir entegre tesise ait

işletme ve üretim bilgilerine hakim olmak oldukça zordur. Bu noktada tek çözüm, tesisleri modern hale getirmektir [5]. Bu çalışmada, bir entegre et tesisine ait hayvan yetiştirme ünitesinin modern hale getirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için kontrol edilmesi ve gözlenmesi gereken prosesler belirlenmiş, S7-300 PLC elemanı ve Siemens WinCC SCADA yazılımı kullanılarak sistemin kontrolü pratik olarak gerçekleştiriliştir.

Çalışmada, 2. bölümde hayvan yetiştirme ünitesine ait sulama-yemleme sistemi tanımlanarak, sisteme ait durumlar belirlenmiştir. 3. bölümde, sistemin S7-300 PLC ile kontrolü ve 4. bölümde, SCADA ile sistem takibi ve kontrolü gerçekleştirilmiştir. 5. bölümde sonuçlar ve 6. bölümde kaynaklar verilmiştir.

2. Sulama-Yemleme Sistemi ve Sistem Durumlarının Belirlenmesi

Bu kısımda aşağıdaki şekilden de görüldüğü gibi, PLC ve SCADA kullanılarak otomasyonu gerçekleştirilen tesisin hayvan sulama ve yemleme sistemi tanımlanmaktadır. Burada, üç adet hayvan için oluşturulan sistem şekilsel olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 1: Hayvan sulama-yemleme sistemi.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi projede iki çeşit kontrol yapılmıştır.

1. Sulama Kontrolü
2. Yemleme Kontrolü

2.1. Sulama Kontrol Ünitesi

Şekil 1'de verilen hayvan sulama ünitesinde, şebekeden beslenen bir su deposu, depoya ait su seviyesini kontrol eden seviye kontrol elemanları, her bir hayvana ait su kabı, su akışlarını kontrol eden valfler ve temas butonları mevcuttur.

Sistemin çalışmasını aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz. Bu sistemde hayvan su ihtiyacını daha çok kendisi belirlemektedir. Bunun için suya ihtiyacı olan hayvan, su içmek için su kabına yanaştığı anda, otomatik olarak geniş yüzey temas butonuna (b_1-b_3) basmakta ve böylece kontrol ünitesi hayvanın bir defada içebileceği kadar suyu hayvana ait su kabına aktarmaktadır. Bunun için hayvanın b_1 temas butonuna bastığı düşünülürse, butona bağlı 24 V DC sinyal PLC'ye iletilmekte, PLC bu sinyali aldığı anda eğer su kabında su yoksa o butona ait selonoid valfi (v_2) açmakta ve hayvanın bir içimlik su ihtiyacını karşılayacak suyu su kabına boşaltmaktadır. Su kabına bırakılan su miktarı, zamanlayıcı ile kontrol edilmektedir.

Su kabı bir defa su ile doldurulduktan sonra, belirlenen bir süre (1 saat) temas butonu devre dışı bırakılarak kaba tekrar su akışı engellenmektedir. Yani, hayvan bu süre içinde butona temas etse dahi tekrar su akmayacak ve sürenin geçmesi beklenecektir. Bu önlem art arda iki defa basılması durumunda suyun taşmasını önlemek dolayısıyla su israfını engellemek içindir. Belirlenen sürenin (1 saat) geçmesiyle birlikte tüm su kapları ister dolu ister boş olsun tamamen vakum edilerek temizlenmektedir. Oluşan atık su, atık su tankına tahliye edilmekte ve farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Bu andan itibaren sistem, hayvanın butona basmasıyla tekrar su kabına suyun akmasına izin vermektedir. Bu işlem gün boyu tamamen otomatik olarak yinelenmektedir.

Ayrıca sulama ünitesinde, şebeke suyu kesilse bile su deposu sürekli dolu tutulduğu için her zaman su bulunmaktadır. Bunun için, su seviye sensörü (k_1) çıkışı PLC ve SCADA sistemi tarafından sürekli kontrol edilmekte ve depodaki su miktarı belirlenen seviyenin altına düştüğü durumlarda şebeke valfi (v_1) açılarak su tankı otomatik olarak doldurulmaktadır.

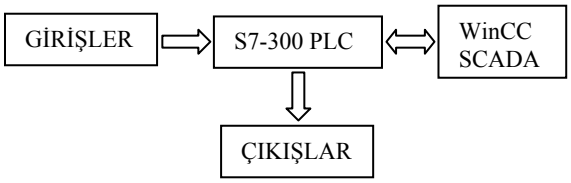
2.2. Yemleme Kontrol Ünitesi

Şekil 1'de verilen hayvan yemleme ünitesinde, yemleme işlemi yarı manüel veya tam otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Yarı manüel işleminde, manüel butonuna basıldığı takdirde, yemleme sistemi kullanıcının başlat butonuna basmasını beklemektedir. Kullanıcının başlat butonuna basmasıyla birlikte, ilk önce mikser (m_2) yem-saman karışımını ayarlanan süre miktarı (5 dk.) boyunca yem tankında homojen olarak karıştırmakta ve daha sonra durmaktadır. Bu işlemden sonra, yem bandı (konveyör-m_1) belirtilen yönde sabit hızla hareket etmeye başlamakta, yem bandı üzerindeki yem kapları yem tankı altına gelince temas butonu (b_4) yardımıyla durmaktadır. Bu aşamada, yem tankının ağzında yer alan kapak (m_3) açılmakta ve yürüyen yem bandı üzerindeki yem kabı yeterince dolunca tekrar kapanmaktadır. Daha sonra yürüyen yem bandı tekrar hareket etmekte ve bir diğer hayvan için gerekli yem kabı yem tankının altına gelerek yemle doldurulmaktadır. Bu işlem tüm hayvanlar için tekrar edilmekte, sistem en son hayvan için de yem doldurduktan sonra durmaktadır. Diğer taraftan, her bir hareket ile bir hayvanın önündeki atıklar atık yem tankına boşalmaktadır. Yarı manuel çalışmada, her yemleme işleminde kullanıcı başlat butonuna basmalıdır.

Otomatik yemleme işleminde ise, başlat butonuna bir defa basılması ile günlük yemleme işlemleri otomatik yapılmaktadır. Bunun için sistem her gün saat 07:00'da ilk yemleme işlemini yukarıda belirtildiği gibi yapmakta ve her iki saatte bir işlemi tekrar etmektedir. Veya isteğe bağlı olarak bir günün istenilen saatlerinde yemleme işlemini yapmaktadır. Böylece, hayvanların yemleme ve sulama gibi temel ihtiyaçları otomatik sistem sayesinde hiçbir insan gücü kullanılmadan yapılabilmektedir. Sistemde ayrıca, SCADA sayesinde sulama-yemleme zamanları, su ve yem miktarları uzman kişiler tarafından hazırlanan reçeteye göre kolayca ayarlanabilmektedir.

3. Sistemin S7-300 PLC İle Kontrolü

Çalışmada gerçekleştirilen PLC-SCADA yapısı Şekil 2'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, S7-300 PLC eleman sahadan gelen bilgileri ve SCADA'dan gelen verileri değerlendirilerek prosesin çalışma algoritmasına göre saha elemanları için kontrol çıkışları üretmektedir.



Şekil 2: PLC-SCADA yapısı.

Bir otomasyon projesinde yapılacak ilk iş, kontrol işlemi için giriş ve çıkışları belirlemek ve ona uygun sayıda giriş ve çıkış yapısına sahip PLC elemanını seçmektir. Daha sonra sahada ve diğer alanlarda kullanılacak elemanlar belirlenmeli ve sistemin otomasyon projesi çizilmelidir. Bu proje, hem programcının giriş ve çıkışları kolay adlandırmasına, hem de ileride karşılaşılacak arıza ve eklemelerde kolaylık sağlamaktadır.

Şekil 1'de şeması verilen sulama-yemleme sistemine ait giriş ve çıkışlar ile S7-300 PLC bağlantı noktaları aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Girişler:

I0.0: Başlat
I0.1: Dur
I0.2: Otomatik
I0.3: Manüel
I0.4: Arıza
I0.5: Arıza sil
I0.6: Harici arıza
I0.7: Seviye kontrol, k_1
I1.0: Hayvan-1 temas butonu, b_1
I1.1: Hayvan-2 temas butonu, b_2
I1.2: Hayvan-3 temas butonu, b_3
I1.3: Bant temas butonu, b_4

Çıkışlar:

Q0.0: Yem bandı, m_1
Q0.1: Mikser, m_2
Q0.2: Mikser alt kapak, m_3
Q0.3: Su deposu valfi, v_1
Q0.4: Hayvan-1 sulama valfi, v_2
Q0.5: Hayvan-2 sulama valfi, v_3
Q0.6: Hayvan-3 sulama valfi, v_4
Q0.7: Su boşaltma, v_5-v_7
Q1.0: Alarm

3.1. PLC Programının Gerçekleştirilmesi

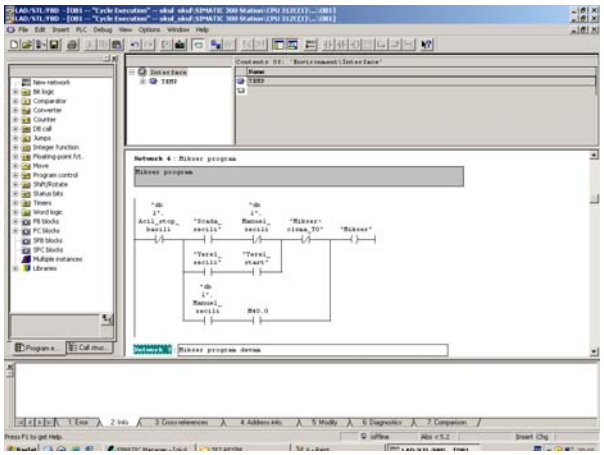
Bu çalışmada S7-300 PLC'nin CPU 312 modeli kullanılmıştır. PLC elemanı Simatic/Step-7 programı kullanılarak programlanmıştır. Çalışmada, tesisin otomasyon projesine göre donanım kurulduktan sonra ilk olarak PLC ile haberleşme işlemleri sağlanmıştır. Ayrıca sistemimizde aynı zamanda SCADA kullanılacağı için, WinCC SCADA programı eklenmiştir. Haberleşme işlemi için MPI haberleşme sistemi kullanılmıştır. Çalışmada, MPI adresi olarak PLC'ye 2, SCADA sistemine 3 rakamları atanmıştır. Bu adresler, PLC ve SCADA sistemlerinin haberleşme işlemlerinde birbirlerini donanım olarak görmelerini sağlamaktadır.

Programlama işlemi yapısal programlama ile yapılmıştır. Bu programlama tekniğinde, bir ana program ve ana program tarafından kullanılan alt programlar kullanılmaktadır. Bu yapı, projenin tasarımında, işletilmesinde, geliştirilmesinde kolaylık sağlamaktadır [6]. Programlamada ilk olarak Simatic Manager yardımıyla programa ait bloklar oluşturulmuştur. Yapısal programlama işleminde OB1 ana program bloğu standart olarak gelmektedir. Bu blok PLC'nin ana programının bulunduğu ve her döngüde sürekli okuduğu ana bloktur. Bunun yanında çalışmada alt programlar için diğer bloklar aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

- OB1:Ana Blok
- FC1:Zamanlayıcı Saniye Çevrim Blok
- FC2:Alarm Blok
- DB1:Data Blok

3.1.1. OB1:Ana Blok

Ana programımızı yazdığımız ve içerisinde yem bandı (m_1) , mikser (m_2), mikser alt kapak (m_3) ve tüm valflerin kontrol işlemlerinin yapıldığı bloktur. Örneğin mikser (m_2) motorunun kontrol işlemini gerçekleştiren program Şekil 3'de görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi program, klasik programlama dili olan merdiven diyagramı ile yapılmış ve yukarıda belirtilen çalışma koşullarına göre yazılmıştır.

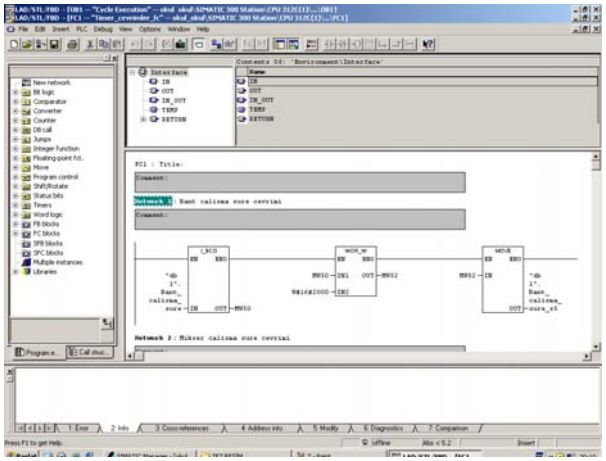


Şekil 3: Mikser (m_2) kontrol programı.

Şekilde görüldüğü gibi program parçası "network" olarak isimlendirilmiş ve hangi amaçla kullanıldığı tanımlanmıştır. Ayrıca, SCADA sisteminden gelen değerler için Data Blok içerisinde değişkenler tanımlanmıştır.

3.1.2. FC1:Zamanlayıcı Saniye Çevrim Blok

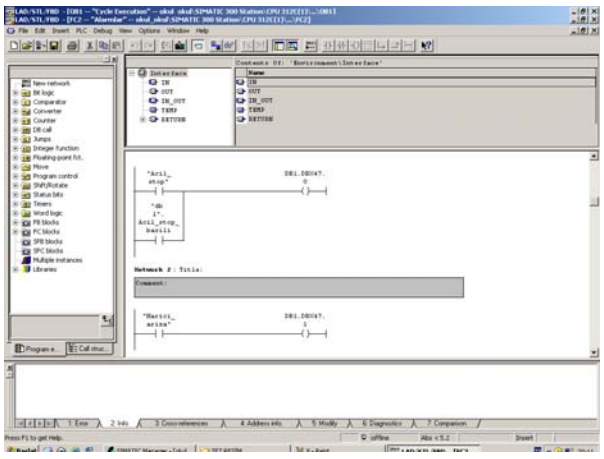
Bu blok zamanlayıcılar için referans giriş değerlerinin saniye cinsinden girilmesini sağlamaktadır. Bunun için SCADA sisteminden zamanlayıcılara atanan sayı değerlerinde, 13. bit'in lojik 1 ve 12. bit'in lojik 0 olarak atanması gerekmektedir. Bunu sağlamak için, SCADA'dan girilen sayı değeri ile #2000 sayısı 'WORD VEYA' komutu ile birleştirilerek 13. bit lojik 1 ve 12. bit lojik 0 yapılmakta ve zamanlayıcı değeri böylece saniye olarak atanmış olmaktadır. Aşağıdaki şekilde, mikser elemanının çalışma süresini ayarlayan zamanlayıcılar örnek olarak verilmiştir.



Şekil 4: Zamanlayıcıların saniye olarak saydırılması

3.1.3. FC2:Alarm Blok

Sistemimizdeki alarmların yazıldığı ve ayrıca SCADA sisteminde gösterilecek alarmların belirlendiği alt bloktur. SCADA'da alarmlar kelime (word) formatında tanımlıdır ve her bit ayrı bir alarm için tanımlanabilmektedir. Alarm bitlerinin aktif olmasıyla, her bit için tanımlanan alarm uyarısı SCADA üzerinde ekranda görülür. Alarm uyarısı isteğe göre, arızanın giderilmesi veya arıza sil butonu ile silinebilir. Şekil 5'de sistemimizde kullanılan iki alarm gösterilmiştir.

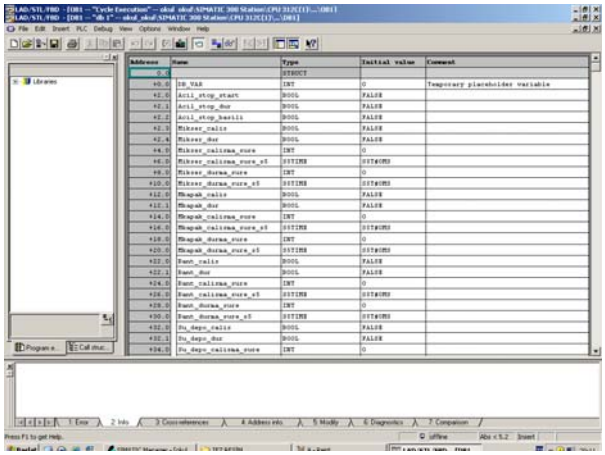


Şekil 5: Alarm bitlerinin aktifleştirilmesi

Sistemimizde kullandığımız alarm kelimesinin adresi DB1.DBX47'dir. Bu adres, data blok 1 içerisinde 47'den başlayan ve 2 değer devam eden tamsayıyı gösterir. Bu uygulamada alarmlar, DB1.DBX47.(X) olarak bitler halinde bloğumuzun içerisinde kullanılmıştır.

3.1.4. DB1:Data Blok

Data bloklar programcı tarafından oluşturulan hafıza bölmeleridir. Programcı kendi isteği doğrultusunda gerekli gördüğü değişkenleri atadığı değişken isimleri ile bu bloklar içerisinde oluşturabilir. Şekil 6'da gösterildiği gibi data blok içerisinde sırasıyla değişkenlerin adı, tipi ve değerini gösteren sütunlar vardır. Oluşturulan bu değişkenler istenilen her blokta kullanılabilir. Burada unutulmaması gereken OB1 bloğunun içerisinde, eklenmiş olan blokların döngüye dahil edilmesidir.



Şekil 6: Haberleşme Dataları

4. SCADA İle Sistem Takibi ve Kontrol

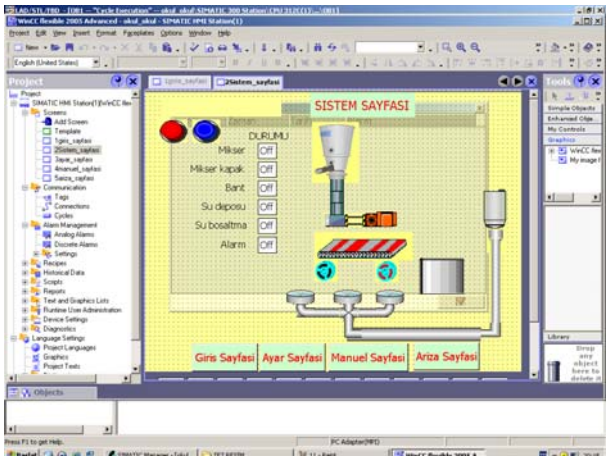
SCADA programını gerçekleştirebilmek için, ilk olarak Simatic Manager üzerinde WinCC SCADA programı çalıştırılır. Gelen açılış sayfasında, genel olarak SCADA'nın özellikleri, şekilsel olarak SCADA programlamada kullanabileceğimiz buton, anahtar, grafik, şekil gibi semboller bulunur. Bu elemanlar, projeye görsellik kazandırmak için, yapılan kontrol sistemi şeklini çizmek amacıyla kullanılır. SCADA ile PLC arasında veri akışında kullanılan değişkenler, SCADA'da etiket (tag) olarak tanımlanır. Bu etiketler kullanacağımız sembollerin özellik kısmında tanımlanır. Yani, SCADA sayfası üzerine yerleştirdiğimiz sembol, amacına uygun bir değişken ile birlikte tanımlanır ve böylece, lojik 0 veya lojik 1 değerli bir bitlik değişken olabileceği gibi zamanlayıcı veya sayıcıya değer gönderen gerçel bir sayı da olabilir [7].

Yapılan SCADA uygulaması, Şekil 7'de görüldüğü gibi dört ayrı sayfadan oluşmaktadır. Bunlar giriş, ayar, manüel ve arıza sayfalarıdır. Bu sayfaların işlevleri aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

4.1. Giriş sayfası

Giriş sayfası, Şekil 7'de görüldüğü gibi sistemin simülasyon şeklinin görüldüğü ana sayfadır. Bu sayfa üzerinden, sistem

çıkışlarının durumları gözlenebilmektedir. Yem bandının hareket durumu, mikser elemanının ve yem tankı alt kapağın sistemdeki durumları, hayvanlara ait su kaplarının durumları ve su tankının durumu görülmektedir. Ayrıca sayfalar arası geçiş için diğer sayfaları gösterir tuşlar mevcuttur.



Şekil 7: Scada giriş sayfası

4.2. Ayar sayfası

Bu sayfa, sistemde gerekli ayarların yapıldığı sayfadır. Ayrıca bu sayfada, sistemdeki motor ve valflerin çalışıp çalışmadığının gösterildiği on-off bildirim kutucukları mevcuttur. Sistem elemanlarının çalışma zamanları saniye olarak girilmesi gerektiğinden, girilen değerler tamsayı olarak belirtilmiştir. Ayar değerleri, tanımlanan değişken özellikleriyle uyuşmalıdır. Aksi halde, etiket seçim sırasında hata vermesine neden olur. Değişkenlerin bu şekilde kullanılması sistemin kararsız çalışmasına neden olabilir.

4.3. Manüel sayfası

Sistem yarı manüel veya otomatik olarak çalışabilmektedir. Bu sayfa, operatörün SCADA yardımıyla manüel çalışma işlemini yapmasına imkan vermektedir. Ayrıca bu işlem, saha içinden de yapılabilmektedir. Bu sayfada, sistemin otomatik veya manüel çalışma seçim butonları mevcuttur. Sistem manüel olarak seçilmedikçe motorlar manüel olarak çalışmaz. Bu güvenlik açısından konulmuştur. Sistemin otomatik veya manüel seçimini gösteren bildirim göstergesi mevcuttur.

4.4. Arıza sayfası

Sistemde oluşan arızaların bildirildiği sayfadır. Sistemde herhangi bir arıza oluşması durumunda arıza sayfası aktif olmakta, görsel ve sesli alarm vermektedir. Ayrıca burada, arızanın ne olduğu ve ne zaman oluştuğu gibi bilgiler görülebilmektedir. Arıza sayfasında her bir arıza, belirlenen etiket içinde bir bit ile tanımlanmıştır.

4.5. Etiket tanımlama ve haberleşme işlemleri

SCADA sistemlerinde PLC ile veri haberleşmesi işlemlerinin yapıldığı değişkenler ve bu değişkenleri ifade eden etiketler tanımlanmalıdır. Tanımlanan etiketler ile SCADA sayfalarında kullandığımız buton, anahtar, motor, valf vb. gibi elemanlar aktif hale getirilmektedir. Her etiket için hangi data blok veya adresten bilgi okunup yazılacağı belirlenir. Ayrıca etiketin tip tanımı ile hangi türden bilgi alışverişi yapacağı doğru bir şekilde belirlenmelidir. Ayrıca her etiket için bir okuma süresi belirlenebilir. Bu süre belirtilmediği durumda, SCADA bu süreyi standart olarak bir saniye almaktadır. Bu süre sistemde kullandığımız verilerin önemine göre belirlenmelidir. Değişim hızı yavaş ve çok önemli olmayan verilerin sürelerinin kısa tutulması sistemin yavaşlamasına neden olur. Bunun yanında hızlı değişen ve önemli verilerin örnekleme sürelerinin kısa tutulması, sistem tepkisini artırmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışmada, tüm etiketler için okuma süreleri 1 saniye olarak ayarlanmıştır.

SCADA ve PLC sistemlerinde haberleşme ayarları düzgün olarak yapılandırılmalıdır [8]. Haberleşme işlemlerinin ayarında; SCADA'nın haberleşme şekli, haberleşme protokolü, haberleşme hızı, haberleşeceği PLC, PLC programının yeri gibi bilgiler tanımlanmıştır.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, bir entegre et tesisinin hayvan sulama-yemleme kısmının S7-300 PLC ve WinCC SCADA programı ile kontrolü ve takibi başarıyla gerçekleştirilmiştir. PLC ve SCADA programları sayesinde sistem, otomatik olarak uzaktan izleme ve kontrol imkanına kavuşmuştur. Tesisin PLC ve SCADA sistemleri ile kontrolü sayesinde, daha az insan gücü kullanılarak verimi ve güvenliği artırılmış, ayrıca tesis değişik sulama-yemleme reçeteleri ve veri arşivleme özellikleri sayesinde yatırımlar için daha esnek hale getirilmiştir. Tesise ait diğer birimlerle beraber entegre çalışabilme özelliği sağlanmıştır. İnsan hataları minimize edilerek kayıplar azaltılmış, verim artırılmıştır. Sistem, geçmişe ait veriler kolayca arşivlenebildiği için geleceğe dönük yatırımlara yardımcı olmaktadır. Ayrıca gerçekleştirilen bu çalışma, kullanılan saha elemanlarının ve yazılımın yenilenmesiyle, endüstride ve sanayide birçok alanda kolaylıkla uygulanabilir özelliktedir.

6. Kaynaklar

[1] Gök, A.D., *PLC Temelleri ve Uygulamaları,* Okutman Yayıncılık, Ankara, 2008.

[2] Considine, D.M., *Process/Industrial Instruments & Controls Handbook,* McGraw-Hill Inc. 2002.

[3] MEGEP Ders Notları, *SCADA Sistemleri,* Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2007.

[4] Berçin, N., *SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve O.G. Elektrik Dağıtım Tesislerinde Uygulanması,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1997.

[5] Değirmenci, N., *PLC ile Büyükbaş Hayvan Çifliği Otomasyonu,* Selçuk Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Lisans Bitirme Projesi, 2006.

[6] Kullanım Klavuzu, *Simatic Step-7*, Siemens, 2004.

[7] Akçay, H. ve Hasırcı M.G., *Bir Entegre Tesisin Endüstriyel SCADA Kontrolü ve Simülasyonu,* Selçuk Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Lisans Bitirme Projesi, 2008.

[8] User's Manual, *Simatic HMI WinCC Flexible Micro,* Siemens, 2004.