
Araştırma Makalesi / Research Article

Doğru Akım Servo Motorun Device-Net Ağı Üzerinden Uzaktan Kontrolü

Mehmet Fatih IŞIK^{1*}

¹Hitit Üniversitesi, Elektrik –Elektronik Mühendisliği Bölümü, Çorum

Özet

Bu çalışmada bir doğru akım servo motorunun Device-Net ağı üzerinden uzaktan kontrolü gerçekleştirilmiştir. Motora ait yön ve hız bilgisi ağ üzerinden alınmış aynı zamanda istenilen çalışma verileri de aynı şekilde motora gönderilmiştir. Geliştirilen sistemde temel birimler: DC servo motor, sürücü, PLC (Programlanabilir Sayısal Denetleyici) ve SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) dir. Geliştirilen ara yüz üzerinden motora ait parametrelerin kontrolü ve izlenmesi işlemleri yürütülebilmektedir. Yapılan çalışma sonunda DC servo motora ait parametrelerin DeviceNet ağı üzerinden hızlı ve güvenilir bir şekilde kontrol edilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: : Servo motor, Device-Net, Plc, Scada.

Remote Controlling of DC Servo Motor by way of Device-Net Network

Abstract

In this study, the remote control of a DC servomotor is obtained via Device-Net web. The position and speed information is gathered from the motor and at the same time the working data is sent to the motor via the DeviceNet web. A DC servomotor, the driver, a PLC (Programmable Logic Controller) and a SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) are the main components of the developed system. The remote control and monitoring of the motor can be obtained by the developed system. As a result of the study, the control of the parameters that belong to the servomotor via the DeviceNet is fast and reliable.

Keywords:Servo motor, Device-Net, Plc, Scada

1. Giriş

Endüstriyel uygulamalarda pozisyon kontrolü adım yada servo motorlar kullanılarak yapılmaktadır. Step motorlar daha çok küçük güçlü sistemlerde tercih edilirken yüksek moment ve hassasiyet gerektiren uygulamalarda ise çoğunlukla servo motorlar kullanılmaktadır.

Bunu yanında endüstriyel uygulamalarda çok kullanılan bu motorların gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve kontrol edilmesi bir gereksinim haline gelmiştir. Özellikle imalat sürecinde motorların izlenmesi ve kontrolü, sürecin verimli olması ve imalat süreci esnasında meydana gelebilecek hata ve arızaların önceden bilinmesine imkan sağlayacaktır. Elektromekanik sistemlerde kullanılan bu motorlar için son yıllarda farklı kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Bu farklı kontrol yöntemlerinin amacı imalat sürecinin hızlı, güvenli ve verimli bir şekilde yapılmasını amaçlamaktadır. Geleneksel kontrol yöntemlerinin yerini modern ve akıllı kontrol sistemleri almaya başlamıştır [1, 2].

DC Servo motorların kontrolü için birçok yöntem olmasına rağmen günümüzde bu motorlar hız sürücüleri kullanılarak daha kolay kontrol edilebilmektedir. Bunun yanı sıra klasik yöntemlerde izlenemeyen veya kontrol edilemeyen birçok parametre bu hız sürücüleri ile kontrol edilebilmekte ve izlenebilmektedir.

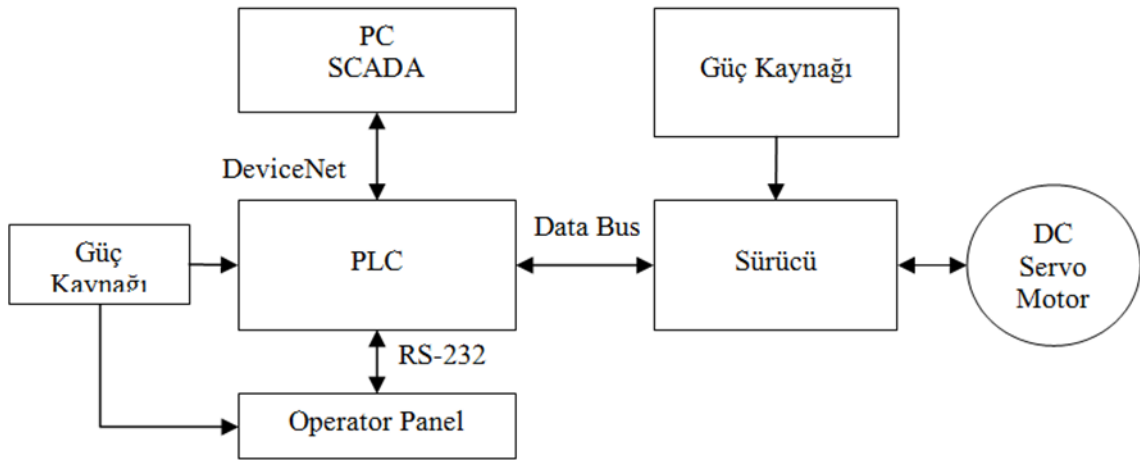
* Sorumlu Yazar: mehmetfatih@hitit.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.04.2016, Kabul Tarihi: 22.11.2016

Endüstriyel uygulamalarda motor kontrolleri gerçek zamanlı olarak yapılırken farklı ağ topolojilerinden yararlanmaktadır. Bu topolojiler seçilirken ağ sisteminin verimi önemli bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında kullanılan ağ topolojisinin aygıtları tanınması da önemli bir etkidir. Ağ üzerinden kontrol kablolu yada kablosuz olarak değerlendirilmektedir. Kablolu kontrollerin birçoğu aynı mantıksal çerçeve üzerinden çalışmaktadır. Bunları birbirlerinden ayırt eden temel özellikler mesafeye bağlı veri iletim hızı, bant genişliği ve veri boyutu gibi faktörlerdir. Bu durumda Profibus, Profinet, EtherCat ve Device-Net gibi birçok ağ topolojileri bu öne çıkanlardır. Tabii bu durumda maliyet de önemli bir etken olarak görülmektedir. Özellikle kısa mesafelerde çalışan sistemler için yüksek fiyatlar ekonomik olamamaktadır. Kısa mesafeler için Device-Net çok iyi sonuçlar verebilmesinin yanında bakım maliyetini de düşürür, bunun nedeni kablonun az miktarda kullanılmasıdır. Ayrıca, Device-Net ile uyumlu olan birçok cihaz olup farklı üreticilerin sistemleri için uygun bir yapı önermektedir. Bu nedenle, en ekonomik sistem Device-Net ile kurulabilmektedir [3]. Bu çalışmada, DC servo motor için hız ve pozisyon verileri Device-Net ağı üzerinden izlenmekte ve kontrol edilebilmektedir. Sistem; servo motor, motor sürücüsü, PLC, haberleşme modülü ve SCADA yazılımından oluşmuştur.

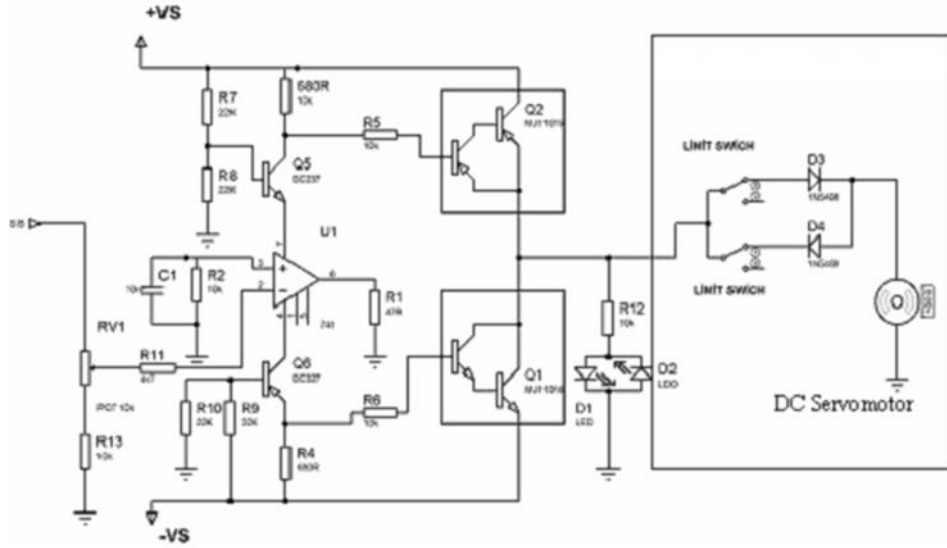
2. Materyal ve Metot

Geliştirilen kontrol ve izleme sisteminde PLC, sürücü ve servo motor, PC ve operatör panel kullanılmıştır. Bu bölümde, çalışmada kullanılan donanım birimleri ve sistemin genel olarak donanım alt yapısı hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir. Sistemin genel çalışma blok diyagramı Şekil 1’de sunulmuştur.

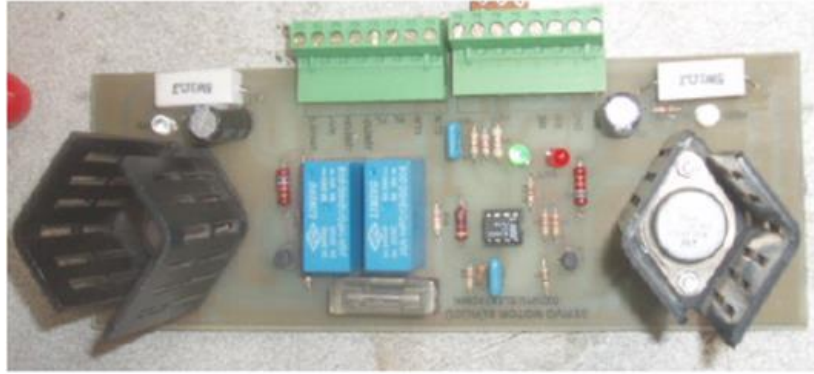


Şekil 1. Donanım kurulumu blok diyagramı

PLC, programlanabilir bir aygıt olup kullanıcı tarafından verilen algoritmaya göre giriş ve çıkışlarını kontrol edebilme özelliğine sahiptir [8,9]. Sistemde denetleyici olarak Omron firmasının ürettiği CJ2M-CPU31 model programlanabilir Sayısal Denetleyici (PLC) kullanılmıştır. Bu PLC modelleri endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan DC servo motor 12 V DC, 6,5A 80 W ve 3000 d/dk özelliklerine sahiptir. Bu motora ait geliştirilen sürücüye ait açık devre şeması Şekil 2’de sürücü ise Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 2. DC Servo motor sürücü devre açık şeması



Şekil 3. DC Servo motor sürücü devresi

Çalışmada Device-Net ağ topolojisi kullanılmıştır. Gerçekleştirilen sistemde donanım birimleri arasındaki haberleşme ile hız ve pozisyon kontrolü verilerinin izlenmesi için bilgisayar ara yüzünün oluşturulmasında kullanılan yazılım birimlerinin tercih edilmesinde özellikle hızlı ve güvenilir veri alışverişi yapabilme, esnek kayıt ve izleme, elde edilen verilerin grafiksel biçimlerde sunulabilmesi gibi birçok etken göz önüne alınmıştır.

2.1. Scada Yazılımı

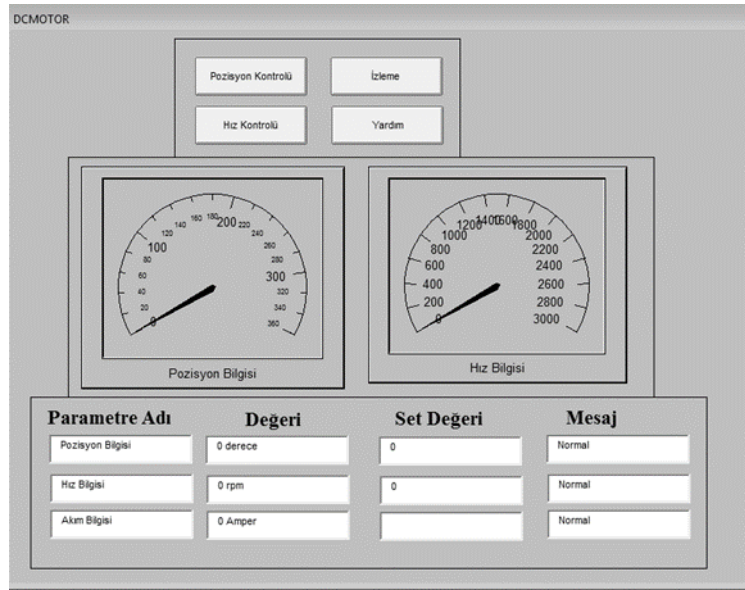
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) veri toplama ve izleme sistemidir[4]. Son yıllarda yapılan akademik çalışmalarda farklı alanlar ve farklı uygulamalar için PLC tabanlı SCADA sistemleri başarılı bir şekilde uygulanmıştır [5-9]. Bunun yanı sıra; PC, Web ve mobil tabanlı SCADA sistemleri de birçok alanda farklı uygulamalar da yapılmıştır [10-14]. Gerçekleştirilen çalışmada, motorun gerçek zamanlı parametre verileri sürücü tarafından okunmaktadır. Bu bilgiler Device-Net haberleşme modülünden PLC'ye aktarılmaktadır. SCADA yazılım ile PLC arasındaki mevcut USB kanalını ve bu kanal üzerindeki DeviceNet haberleşme protokolünü kullanarak sürücüden alınan verileri bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. CX-Süpervisor programı altında hazırlanmış olan ara yüz programında, bu veriler eş zamanlı (anlık) veri tabanına kayıt edilmektedir. Veri tabanına aktarılan parametreler izleme ve kontrol amacıyla filtrelenerek ekran üzerindeki belirtilen alanlara aktarılmaktadır. Uygulamanın yürütüldüğü ve sistemin temel olarak kontrolü için hazırlanan kullanıcı ara yüzü geliştirilmiştir. Kullanıcı ara yüzünde parametrelerin aktarılması için pointler (adresler) tanımlanmıştır. Point tanımlamaya ait ekran görüntüsü Şekil 4' te verilmiştir. Point tanımlaması

yapılırken giriş ve çıkış verilerinin tipleri ve adresleri belirtilmektedir. Ara yüz kullanılarak deneysel çalışmanın yürütülebilmesi için önce ağ üzerinden PLC ile haberleşme yapılmalıdır. PLC ile bağlantı kurulduğunda motorun çalışması için ilgili butonlar aktif olmaktadır. Burada PLC'ye ait çıkış (output) parametreleri 3200 nolu adresten okunurken, giriş (input) parametreleri 3300 nolu adresten okunmaktadır. Bu adres verilerinin aktif hale getirmek için yapılan tanımlamalar olup, bu atamalardan sonra sürücüdün elde edilen parametreler kategoriler halinde veri tabanına aktarılmaktadır.

Point	Type	I/O Type	Address	Description
\$ShortWeekDayName	Text	System		Abbreviated Weekday n...
\$ShortYear	Integer	System		Abbreviated Year (e.g. 95)
\$SpoolCount	Integer	System		Number of alarm messa...
\$Time	Text	System		Time (e.g. 09:46)
\$UnacknowledgedAlar...	Integer	System		Number of unacknowle...
\$UserName	Text	System		User currently logged on
\$Version	Text	System		CX-Supervisor version
\$WeekDay	Integer	System		Day of the Week (0 - Su...
\$WeekDayName	Text	System		Weekday name (e.g. We...
\$WeekOfYear	Integer	System		Week number for the Year
\$Year	Integer	System		Year (e.g. 1995)
\$DATA	Integer	PLC Input	PLC0[D7000]30	
\$DOG_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.0]	
\$ELEK_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.1]	
\$KA1	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.0]	
\$KA2	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.1]	
\$KA3	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.2]	
\$KA4	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.3]	
\$KA5	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.4]	
\$KA6	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.5]	
\$KUM_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.4]	
\$KUM_START	Boolean	PLC Input	PLC0[W0.1]	
\$LDATA	Integer	PLC Input	PLC0[D7100]30	
\$MET_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.2]	
\$PRINT	Boolean	Memory		
\$RAM_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.3]	
\$RAM_START	Boolean	PLC Input	PLC0[W0.0]	

Şekil 4. Point tanımlama ekranı

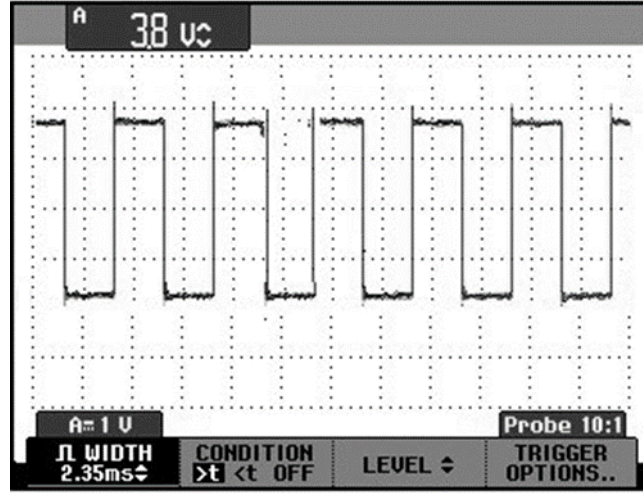
Şekil 5'de daha önceden alınan ve kategoriler halinde adreslere aktarılan veriler SCADA ekran üzerinden izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. anlamlı kabul edilmiştir.



Şekil 5. Parametre seçimi ve izleme ekranı

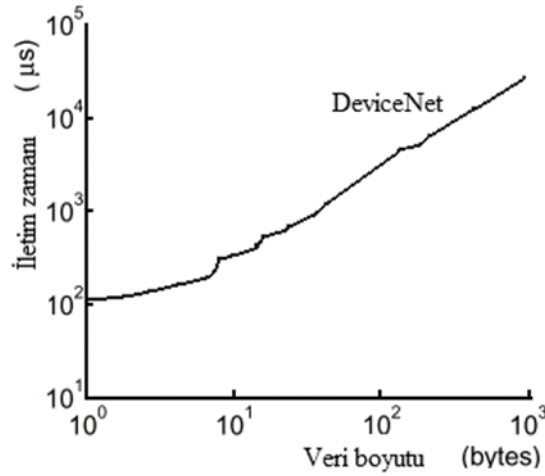
3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde DC servo motorun Device-Net ağı üzerinden hız ve pozisyon kontrolü için izleme ve kontrolüne ilişkin deneysel çalışmalar açıklanmıştır. Sistem DC servomotorun farklı pozisyon ve hız değerlerinde ki çalışma durumları incelenmiştir. Motora uygulanan PWM (Pulse Width Modulation) sinayli Şekil 6'da gösterilmiştir.



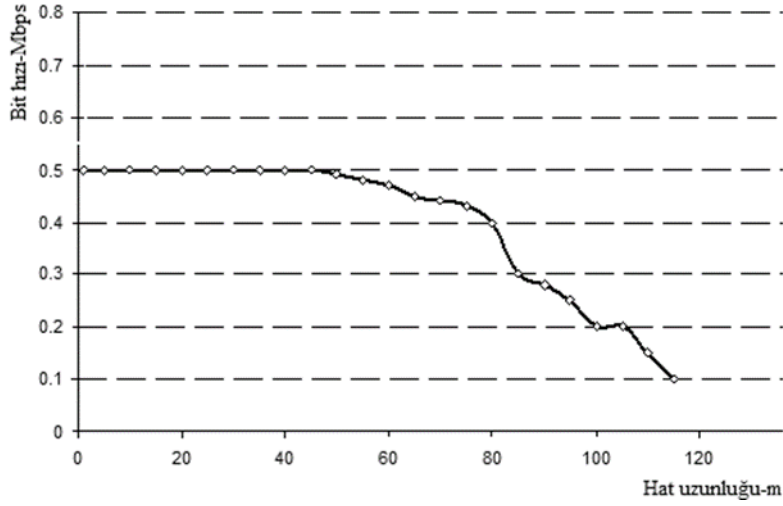
Şekil 6. Motora uygulanan PWM sinyali

Bu çalışmada darbe genişlik modülasyonu yöntemi (DGM) kullanılmıştır. Çünkü değişken frekanslı sistemlerde filtre etme güçlükleri söz konusudur. Tasarlanan sistemde kullanılan motor DC servo motordur. Bu motora uygulanan gerilim, darbe genişlik modülasyonu tekniğine uygun olarak PLC tarafından üretilmiştir. PWM tekniği kullanılırken sinyalin frekansı 4Khz ya da periyodu 0,25 ms olarak sabit tutulurken darbenin iletim süresi harici bir denetim düzeneği ile ayarlanmaktadır. Şekil 7’ de veri büyüklüğüne bağlı olarak veri iletim değerlerine bakılmış olup Device-Net ağı üzerinden gönderilen veri boyutuna bağlı iletim zamanının düşük olduğu görülmektedir.



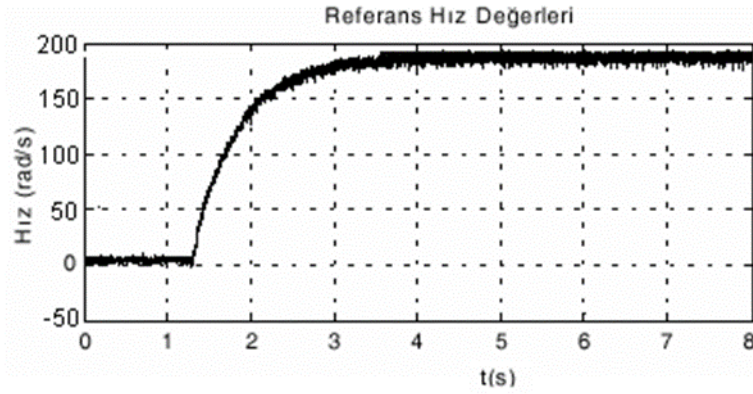
Şekil 7. Device Net ağı için veri boyutuna bağlı iletim zamanı karşılaştırması

Bu durumun ağ mesafesine bağlı olarak verdiği sonuçlar ise Şekil 8’de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi ağ mesafesi attıkça DeviceNet’ in performansında düşme meydana gelmiştir. Bu durumda kısa mesafelerde DeviceNet ağının daha iyi olduğu görülmektedir.



Şekil 8. DeviceNet ağı için bit hız grafiği

Şekil 9'da referans hız değerine bağlı olarak gerçekleşen zaman gösterilmektedir.



Şekil 9. Referans hız değerine bağlı zaman grafiği

Şekil 9'da kullanıcı tarafından referans hız yâda set edilen değere bağlı olarak hız-zaman grafiği verilmiştir. Set edilen değer 180 rad/s olarak SCADA ekrandan girilmiştir. Buna bağlı olarak motor hızının değişimi gösterilmiştir. Burada motor yaklaşık 1.2 s sonra yükselmeye başlamış 3.4s' de ise istenilen hıza ulaşmıştır.

5. Sonuçlar

Bu makalede, DC servo motorun hız ve pozisyon parametrelerinin izlenmesi ve kontrolü için Device-Net ağ tabanlı bir ölçme ve kontrol sistemi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen uygulama özellikle endüstriyel uygulamalarda çok sık kullanılan bu motorların yapacağı bir hatayı da engellemesi açısından önemli bir yapı oluşturulmuştur. Bunun yanında klasik sistemlerle yapılan kontrollerde elde edilen verim ile kıyaslandığına PLC kontrollü sistemlerin verimlerinin kullanılacak olan ağ topolojisine bağlı olarak değişebileceği bu değişimin pozitif yönde olduğu ortaya çıkmıştır. Sistemden istenilen mil konumunu sisteme girebilmek SCADA tabanlı yazılım ile istenilen ve gerçekleşen mil konumunu görüntülenmesi sağlanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda prototipi üretilen sistemin ağ performansı irdelenmiştir. Özellikle kısa mesafelerde ağ sisteminin üstünlükleri olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

1. Işık M.F. Güvenç U. Yanmaz H. 2013. AC Chopper Application and Benefits of Auxiliary Windings for PSC Motors. *Elektronika ir Elektrotehnika* 19(10), 76-80.
2. Yıldız, C. Özçalık R.H. 2008. Genetik Algoritma Destekli Bulanık Denetim Kullanarak Vektör Esaslı Asenkron Motor Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
3. Omron DeviceNet Operation Manual Cat. No. W267-E1-11 Revised April 2008
4. Liu J. Yao L. An Y. Gua Y. Liang Z. 2010. Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2010 Asia-Pacific Digital Object Identifier: 10.1109/APPEEC.2010.5448621 , 1 – 4.
5. Dieu B. 2001. Application of the SCADA system in Wastewater Treatment Plants. *ISA Transactions*, 40(3), 267-281.
6. Honda A. Okano F. Ooshima K. Akino N. Kikuchi K. Tanai Y. et al. 2008. Application of PLC to Dynamic Control System for Liquid He Cryogenic Pumping Facility on JT-60U NBI System. *Fusion Eng. Des.* 83(2), 276–279.
7. Urdaneta G. Colmenares J.A. Queipo N.V. Arape N. Arevalo C. Ruz M. et al. 2007. A Reference Software Architecture for the Development of Industrial Automation High-Level Applications in the Petroleum Industry. *Computers in Industry*, 58(1), 35–45.
8. Aydogmus Z. 2009. Implementation of a Fuzzy-Based Level Control Using SCADA. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 6593-6597.
9. Fadaei A. Salahshoor K. 2008. Design and Implementation of a New Fuzzy PID Controller for Networked Control Systems. *ISA transactions*, 47(4), 351-361.
10. Yao A.W.L. Ku C.H. 2003. Developing a PC-based Automated Monitoring and Control Platform for Electric Power Systems. *Electric Power Systems Research*, 64(2), 129-136.
11. Avlonitis S.A. Pappas M. Moutesidis K. Avlonitis D. Kouroumbas K. Vlachakis N. 2004. PC Based SCADA System and Additional Safety Measures for Small Desalination Plants. *Desalination*, 165, 165-176.
12. Patel M. Cole G.R. Pryor T.L. Wilmot N.A. 2004. Development of a Novel SCADA System for Laboratory Testing. *ISA transactions*, 43(3), 477-490.
13. Salihbegovic A. Marinkovic V. Cico Z. Karavdic E. Delic N. 2009. Web Based Multilayered Distributed SCADA/HMI System in Refinery Application. *Computer Standards & Interfaces*, 31(3), 599-612.
14. Ozdemir E. Karacor M. 2006. Mobile Phone Based SCADA for Industrial Automation. *ISA transactions*, 45(1), 67-75.