

ASENKRON MOTORLARDA FREKANS DEĞİŞİMİ İLE HIZ KONTROLÜ DENEYİNİN BİLGİSAYAR ÜZERİNDEN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Erdal IRMAK ve Seyfettin VADİ

Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü, Ankara
erdal@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 10.03.2010; Kabul/Accepted: 03.06.2010)

ÖZET

Bu çalışmada 3 fazlı asenkron motorlarda frekans değiştirilerek hızın kontrol edilmesini ve izlenmesini sağlayan deneysel bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen sistemde temel donanım birimleri olarak frekans konvertörü ve PLC (Programlanabilir Sayısal Denetleyici) kullanılmıştır. Hazırlanan basit, kolay kullanımlı ve çok işlevli kullanıcı ara yüzü üzerinden motorun çalıştırılması, durdurulması, hız ayarı, devir yönünün değiştirilmesi ve anlık çalışma bilgilerinin izlenmesi ve ölçülmesi gibi deneysel amaçlı işlemler yürütülebilmektedir. Sistemde, deney seti ile kullanıcı ara yüzü arasındaki haberleşmeyi sağlamak için OPC (OLE for Process Control) Server yazılımı tercih edilmiştir. Yapılan çalışma sonunda asenkron motorun hız kontrolünün hızlı ve güvenilir bir şekilde yapıldığı görülmüştür. Ayrıca çoğu zaman donanım eksikliğinden dolayı yapılamayan frekans-hız kontrolü deneyinin görsel bir yazılım ara yüzü üzerinden bilgisayar kontrollü olarak yapılabilmesini sağlayan bir eğitim seti geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Asenkron motor, Hız Kontrolü, PLC, OPC Server.

COMPUTER BASED IMPLEMENTATION OF SPEED CONTROL EXPERIMENT DEPENDING ON FREQUENCY VARIATION FOR INDUCTION MOTORS

ABSTRACT

In this study, an experimental application has been achieved for three phase induction motors including observation and control the motor speed by adjusting the frequency. A frequency converter and a PLC (Programmable Logic Controller) have been used in the system as main hardware units. Experimental operations such as starting and stopping the motor, speed control, changing the direction of rotation, observing the actual operation values can easily be achieved over a user friendly and multi functional interface. The data obtained from the experimental set has been transferred to the user interface via the OPC (OLE for Process Control) server software. Thanks to the study implemented, it has been tested that speed control of the motor has been achieved speedily and safely. Furthermore, an educational set has been developed to perform frequency/speed control experiment for students who have lack of equipment to perform the tests.

Keywords: Induction motor, Speed control, PLC, OPC Server.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Üç fazlı asenkron motorlar endüstriyel uygulamalarda sıkça kullanılan elektrik makineleridir. Bu motorlar farklı alanlardaki endüstriyel uygulamalarda farklı farklı amaçlarla kullanıldıklarından, kontrolleri için de amaca uygun değişik kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Bununla birlikte, son yıllarda geleneksel kontrol sistemleri yerini adaptif ve akıllı

kontrol sistemlerine bırakmaya başlamıştır [1]. 20. yüzyılın sonlarına doğru büyük bir ilerleme gösteren elektronik, güç elektroniği ve bilgisayar teknolojisi; kontrol teknolojisinde ve otomasyonda yeni ufuklar açmıştır. Enerji, zaman ve hassasiyetin ön plana çıktığı günümüz endüstrisinde iş makinelerinde süreç kontrolü ve çeşitli amaçlarla kurulmuş sayısız sistemlerde kullanılan elektrik motorlarının ve bunların içerisinde birçok avantaj ve sistem

tasarımındaki uygunluğuyla özellikle asenkron motorların kontrolü önem kazanmıştır [2].

Asenkron motorların hız kontrolü doğru akım motorlarına göre daha zordur. 3 fazlı bir asenkron motorun devir sayısı stator frekansı değiştirilerek, rotor kayması değiştirilerek, stator kutup sayısını değiştirilerek, stator gerilimi değiştirilerek, rotor direncini değiştirilerek ve rotor devresine harici kaynaktan gerilim uygulanarak değiştirilebilir [3, 4]. Bu yöntemler en temel yöntemler olmakla birlikte günümüzde hız ayar sürücülerini çok daha yoğun kullanılmaktadır. Ayrıca ekonomik olarak düşünüldüğünde, günümüzde klasik yöntemler sistemin maliyetini artırırken, güncel sistemlerle yapılan kontrollerin maliyeti azalttığı da görülmektedir.

Endüstride kullanılan cihazların gelişmesiyle sistemlerden veri alışverişi yapmak karmaşık bir hale gelmiştir. Otomasyon sistemleri arasındaki haberleşmede cihazların çeşitliliğinin çok oluşu, dolayısıyla her bir cihaz için ayrı bir sürücü gerekmesi, bununla birlikte bu cihazların yenilenen her bir sürümü için yeni bir yazılımın gerekmesi nedenlerinden dolayı haberleşme sorunları oluşmaktadır. Endüstriyel otomasyonda sıkça kullanılan SCADA (Gözetleyici kontrol ve veri toplama) sistemleri önemli bir haberleşme aracıdır. Ancak SCADA paket yazılımlarının fiyatlarının oldukça yüksek olması firmaları zamanla yeni arayışlara itmiştir. Sistemi karmaşık hale getiren ve herhangi bir sorun olduğunda veya yeni bir çözüme ihtiyaç duyulduğunda zaman kaybına yol açan bu sorunları çözmek için bir araya gelen bazı şirketler OPC (süreç kontrolünde nesnelerin bağlanması ve ilişkilendirilmesi) standardını geliştirmişlerdir [5]. OPC standardı sayesinde kullanıcılar, kullandıkları OPC sunucular üzerinde sahada bulunan farklı marka ve modellerde, çeşitli cihazları görüntüleyebilmekte ve kontrol edebilmektedir. Standart SCADA paket yazılımlarına göre çok daha uygun fiyatlarda olması görüntüleme ve denetleme sistemlerinde OPC kullanımını yaygınlaştırmıştır [6].

Bu çalışmada, endüstriyel işletmelerde kullanılan asenkron motorların parametrelerinin izlenmesinde, kontrolünde ve veri toplamasında sistem kaynaklarını mümkün olduğunca az kullanan bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Siemens firmasının ürettiği EM-235 analog haberleşme ünitesi, MicroMaster 440 frekans konvertörü, 3 fazlı bir asenkron motor ve bir adet kontrol bilgisayarı kullanılmıştır. Kullanıcı arayüzünün geliştirilmesinde Visual Basic.NET programlama dili kullanılmıştır. Çalışma sonucunda asenkron motorlarda frekans değiştirilerek hız kontrolünün gerçekleştirilebildiği bilgisayarla kontrollü bir deney düzeneği ve buna ilişkin oldukça etkili bir yazılım ara yüzü başarılmıştır.

2. KULLANILAN DONANIM BİRİMLERİ (HARDWARE UNITS USED)

Gerçekleştirilen sistemde temel donanım birimleri olarak 1 adet denetleyici (PLC) ve buna uyumlu 1 adet analog giriş-çıkış ünitesi, 1 adet frekans konvertörü ve 1 adet asenkron motor kullanılmıştır. Bu bölümde, gerçekleştirilen çalışmada kullanılan donanım birimleri ve sistemin genel olarak donanım alt yapısı hakkında bilgiler verilecektir.

2.1. Denetleyici Birimi (Controller Unit)

Sistemde denetleyici olarak Siemens firmasının üretilen S7-200 CPU-224 model Programlanabilir Sayısal Denetleyici (PLC) kullanılmıştır. Bu PLC modelleri endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Siemens S7-200 PLC'lerin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu denetleyicinin 14 adet sayısal girişi, 10 adet sayısal çıkışı, 8192 byte büyüklüğünde veri hafızası vardır [7].

Kullanılan PLC'nin analog girişi ya da analog çıkışı olmadığından, sistemde ayrıca aynı firma tarafından üretilen EM-235 analog modülü kullanılmıştır. EM-235 analog modülünün 4 adet analog girişi ve 1 adet analog çıkışı bulunmaktadır [7]. Frekans konvertöründen gelen analog biçimdeki hız bilgisi bu modül aracılığıyla sayısala çevrilerek PLC ye aktarılmıştır.

Analog girişten gerilim okumada 12 bit, akım okumada ise 11 bit dönüştürme yapılır [7]. Gerçekleştirilen sistemde giriş birimlerinden 0-10V gerilim okuması yapılarak dönüştürme yapılmıştır. PLC ve analog modülün güç ihtiyacı, 24 Volt DC çıkışa sahip bir güç kaynağından karşılanmıştır.

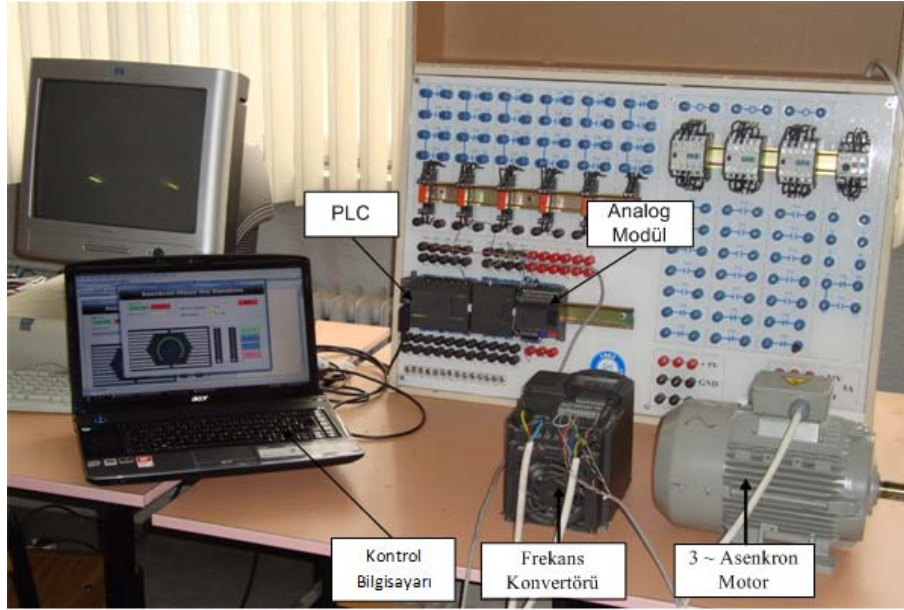
2.2. Asenkron Motor (Induction Motor)

Geliştirilen sistemin test edilmesi amacıyla 3 fazlı bir asenkron motorun hız kontrolü gerçekleştirilmiştir. Asenkron motor hızının izlenmesi ve kontrolü bilgisayar üzerinden OPC server kullanılarak yapılmıştır. Böylece özellikle motora erişimin zor olduğu yerlerde motorun uzaktan kontrol edilebilmesi de sağlanmıştır.

Kullanılan motora ait parametreler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Asenkron motorun etiket değerleri
(Parameters of induction motor)

Tipi	3 ~ Asenkron motor
Bağlantı Türü	Yıldız
Anma Akımı	3,3 A
Güç Katsayısı	0,85
Frekans	60 Hz
Devir Sayısı	3455 d/d
Anma Gerilimi	380 V



Şekil 1. Tasarlanan sistemin fotoğrafı (A photograph of the system designed)

2.3. Frekans Konvertörü (Frequency Converter)

Frekans konvertörleri, AC gerilimle çalışan ve 50 Hz olan şebeke frekansına uyum sağlamayan cihazlar için kullanılır. Örneğin 50 Hz olan şebeke frekansının cihazın çalışması için gereken 60 Hz veya 200 Hz'e frekansına dönüştürülmesidir. Uçak ve gemi sistemlerinde, askeri ve endüstri gibi başlıca alanlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Siemens AC Motor Hız Kontrol Cihazları ailesinde bulunan MMC-440 serisi frekans konvertörü kullanılmaktadır. Konvertör, 0-650 Hz frekans değişim aralığına sahiptir. Gerçekleştirilen sistemde kullanılan bütün donanım birimlerinin bir arada görüldüğü deney setine ilişkin bir görünüm Şekil 1' de verilmiştir.

3. YAZILIM BİRİMLERİ (SOFTWARE UNITS)

Bu bölümde, gerçekleştirilen sistemde donanım birimleri arasındaki haberleşme ve veri iletişiminin sağlanması ile hız kontrolü ve izlenmesi için bilgisayar ara yüzünün oluşturulmasında kullanılan yazılım birimleri tanıtılacaktır. 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.

3.1. OPC (Ole for Process Control)

Endüstriyel uygulamalarda birimler arasındaki haberleşmeyi sağlamak için bir cihaza veya protokolü yürütecek sürücü yazılımına gerek vardır. Bu durum haberleşme ağını karmaşık bir hale getirir. Değişik marka ve ürünlerden oluşan otomasyon dünyasında programların belirli markalarla uyumlu hazırlanması gerekmekte ya da diğer markalar için özel olarak

sürücü ara yüzlerinin hazırlanmış olması gerekmektedir. Bu çalışmada, birimler arası haberleşmede basit yapısı ve standartlaşmış protokolü ile OPC kullanılmıştır. OPC endüstriyel otomasyon alanında birlikte çalışabilirlik (interoperability) sorununu çözmek amacıyla oluşturulmuş bir standarttır. Diğer bir ifadeyle, birbirinden farklı markalardaki kontrol sistemlerindeki bilgilerinin izlenmesi ve işlenmesini sağlamaktadır [5, 6]. OPC bir protokol değildir, istemciye (client) kullanılan cihazdan bağımsız, standart bir arayüz sunar. OPC, 1996 yılında kurulan OPC Derneği tarafından yönetilmektedir [5, 10-13]. Otomasyonda en yaygın haberleşme konuları gerçek zamanlı veriler, tarihçe verileri ve alarm-olay verileridir. Endüstri dünyasının artan haberleşme ihtiyaçlarını ve taleplerini göz önünde bulundurarak, OPC Derneği, diğer haberleşme kaynakları için de standartlar geliştirmiştir [5]. Kullanılan OPC standartlarının bazıları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. OPC standartları ve işlevleri
(OPC standards and functions)

OPC Standardı	İşlevi
Data Access	Gerçek zamanlı veri okuma ve yazma
Alarm & Events	Sistemde tanımlanan olayların görüntülenmesi
Historical Data Access	Geçmişe yönelik verilerin okunması
Security	Ara yüzlerde bağlantı güvenliği için
Data Exchange	OPC sunucular arası direk bağlantı
Unified Architecture	Tüm OPC standartlarını bir araya getiren ve Web servislerini kullanan yeni standart

3.1.1. OPC sunucu/istemci mimarisi (OPC Server / Client architecture)

OPC sunucu (server); bir ya da daha fazla OPC özelliğiyle uyumlu çalışmak amacıyla tasarlanmış bir yazılım uygulamasıdır. OPC sunucular cihazların yerel haberleşme protokolleriyle veya ara yüzleriyle OPC ortamını bağlayan tercümanlar gibi görev yapar. OPC sunucunun görevi OPC istemcinin komutlarına göre cihazdan bilgi almak veya cihaza bilgi göndermektir. OPC istemci ise; herhangi bir uyumlu OPC sunucuyla haberleşmek için bir uygulama tarafından kullanılan yazılımlardır. OPC istemciler, OPC sunucularla haberleşmeyi başlatma ve kontrol etme işlerini yürüttükleri için bir veri alıcısı olarak görev yapmaktadır [5,10-13].

OPC sunucunun en yaygın kullanıldığı yer olarak endüstriyel ürün olan PLC'lerle yapılan HMI/SCADA (Human Machine Interface/SCADA) uygulamaları öne çıkmaktadır. Bu sistemler kompleks projelerde farklı PLC'lerin bir arada çalışmasını sağlamaktadır. Bir tane OPC Server kullanarak işletme içinde aynı network de aynı tipteki birden fazla PLC ve uygun başka bir sürücü kullanarak da haberleşme imkânı sağlamaktadır. OPC' de kullanılan iletişim sürücüleri RS232, RS485, RS422, ETHERNET'dir [5]. OPC standardı bunun dışında rüzgâr türbinlerinde, enerjinin izlenmesinde ve yönetilmesinde, otomobil üretim fabrikalarında, beton ve çimento fabrikalarında, bina otomasyonunda, tekstil sektöründe, petrol ve gaz sektöründe, kâğıt fabrikalarında, özetle imalatın olduğu her yerde kullanılabilir.

3.2. Arayüz Yazılımı (Interface Software)

OPC standardı, Microsoft'un OLE/COM (OLE/ Component Object Model: Bileşen nesne modeli) teknolojisini desteklediği için kullanıcı ara yüz programı Microsoft'un paket programı olan Visual Basic.NET ortamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca günümüzde Windows tabanlı görsel programlama dillerinin hızla gelişmekte olduğu ve kullanımının oldukça yaygınlaşması da tercih sebebidir.

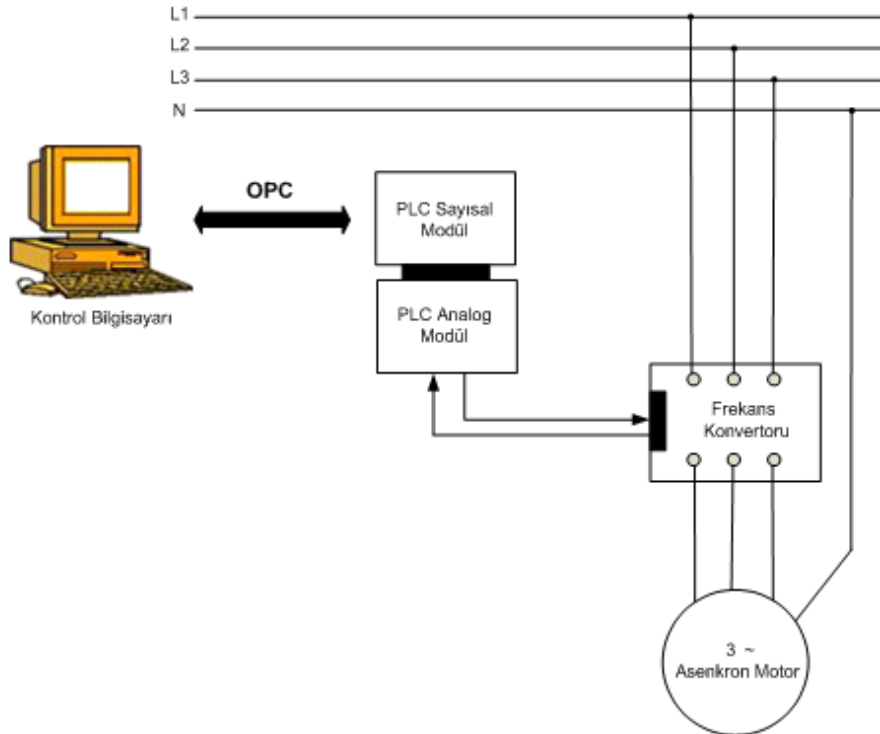
4. SİSTEMİN TASARIMI ve UYGULAMASI (DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM)

Bu çalışmada asenkron motorlarda frekans-hız değişimine ilişkin deneysel çalışma geliştirilmiştir.

4.1. Tasarım (Design)

Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için öncelikle 2. Bölüm'de ayrıntılı olarak verilen donanım birimlerinin entegrasyonu sağlanmıştır. Gerçekleştirilen uygulamanın donanıma ait blok diyagram Şekil 2'de verilmiştir.

Sistemde kullanılan birimler ile ilgili uygulamalar arasındaki haberleşmeyi sağlayan ve Bölüm 3'te ayrıntılı bir şekilde verilen OPC standardı Microsoft'un en önemli istemci/dağıtıcı teknolojisi olan OLE/COM (OLE/ Component Object Model: Bileşen nesne modeli) teknolojisini kullanmaktadır.



Şekil 2. Uygulaması yapılan sistemin donanım yapısı (Hardware structure of the system implemented)

Microsoft'un OLE, COM nesnelere Microsoft'un Visual Basic, Visual Basic.NET, Visual C++, Java paket programları ve Borland's Delphi paket programında mevcut olarak bulunmaktadır [8,9]. Bu nedenle kullanıcı ara yüz programı desteklenen programlama dilleri arasında olan Visual Basic.NET ortamında yapılmıştır. Ara yüz programı ile OPC Server üzerinden asenkron motorunun hızı izlenebilmekte, motorun hızı ve devir yönü değiştirilebilmektedir. Yazılım ara yüzü ile donanım birimleri arasındaki iletişim seri port üzerinden sağlanmaktadır.

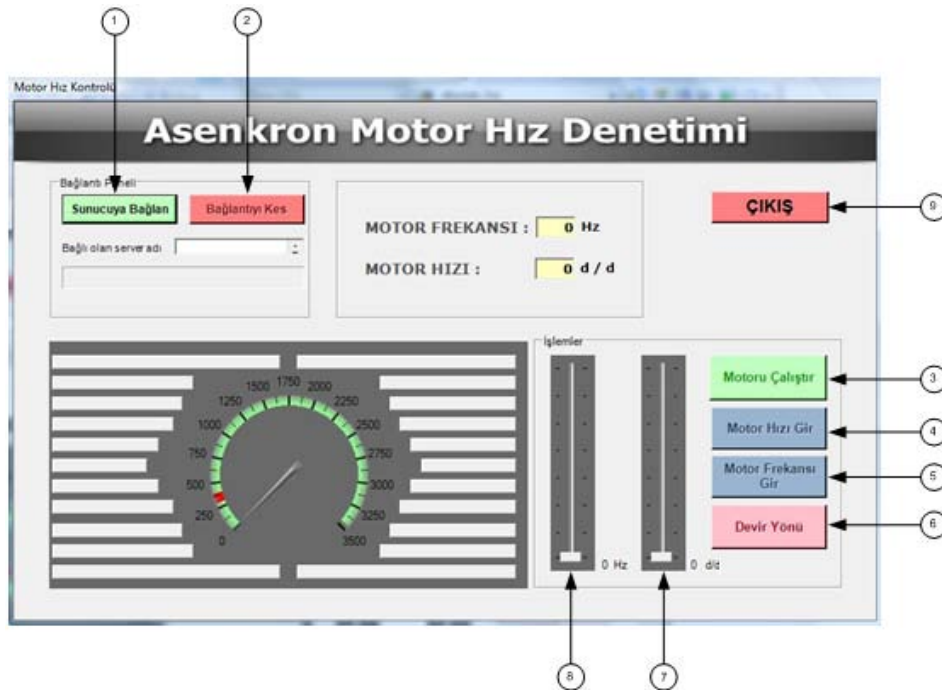
4.2. Uygulama ve Deneysel Sonuçlar (Implementation and Experimental Results)

Gerçekleştirilen çalışmada, motorun gerçek zamanlı olarak hız ve frekans verisi Siemens MMC-440 Frekans Konvertörü tarafından okunmaktadır. Bu bilgiler EM-235 analog modülünde sayısal formata dönüştürülüp PLC'ye aktarılmaktadır. OPC Server ise PLC ile bilgisayar arasındaki mevcut seri port kanalını ve bu kanal üzerindeki haberleşme protokolünü kullanarak motordan alınan verileri bilgisayar ortamına aktarmaktadır. Visual Basic.NET ortamında hazırlanmış olan ara yüz programında OPC Server kütüphaneleri kullanılarak, bu veriler eş zamanlı (anlık) ara yüz ekranındaki hız göstergesine iletilmektedir.

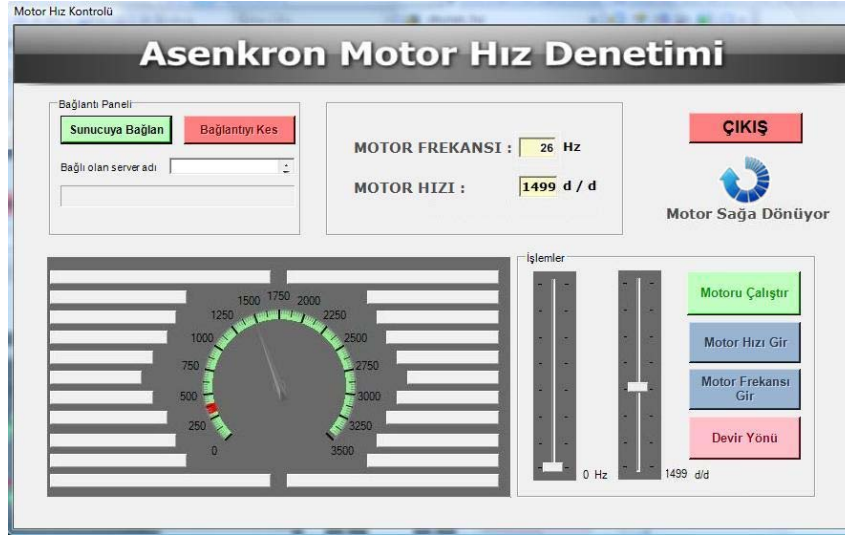
Uygulamanın yürütüldüğü ve sistemin temel olarak kontrolü için hazırlanan kullanıcı ara yüzü Şekil 3'de verilmiştir. Bu ara yüz kullanılarak deneysel çalışmanın yürütülebilmesi için önce OPC ara birimi ile bağlantı kurulması gerekmektedir. Bu işlem 1 numaralı buton ile gerçekleştirilir. OPC ile bağlantı

kurulduğunda motorun çalışması için ilgili butonlar aktif olacaktır. 3 numaralı butona tıklandığında asenkron motor çalışmaya hazır hale gelecektir ve 7 numaralı kayan çubuktan herhangi bir hız değeri seçilip, 4 numaralı butona tıklandığında asenkron motor kullanıcının girmiş olduğu hız değerinde dönmeye başlayacaktır. Aynı zamanda asenkron motorun devir sayısı göstergesi panelinde ve motor dönüş yönü Şekil 4'deki gibi ara yüz de görünecektir. Yeni bir hız değeri girileceği zaman hız değeri seçilir ve 4 numaralı butona tıklanarak asenkron motorun hızı değiştirilmiş olur. Ayrıca asenkron motor çalışırken devir yönü 6 numaralı butona tıklayarak değiştirilebilir. 8 numaralı kayan çubuktan 0-60 Hz aralığında herhangi bir frekans değeri seçilip, 5 numaralı butona tıklanıldığında ise asenkron motor, kullanıcının girmiş olduğu frekans değerinde dönmeye başlayacaktır. Aynı anda asenkron motorun devir sayısı göstergesi panelinde görünecektir. 3 numaralı buton asenkron motorun hem çalıştırılmasını hem de durdurulmasını sağlar. 2 numaralı buton ise OPC Server ile bağlantıyı keser. Ayrıca, 9 numaralı buton ile de ara yüzün çalışması sonlandırılır.

Örneğin, kayan çubuk 1499 d/d hız değerine ayarlanarak "Motor Hızı Gir" butonuna tıklanıldığında bu hız değeri motora uygulanmaktadır. Aynı zamanda motordan gelen hız bilgisi göstergesi panelinde ve "Motor Hızı" kutucuğunda da görülmektedir. "Devir Yönü" düğmesine tıklanarak asenkron motorun saat yönünün tersi yönünde döneceği belirtildikten sonra, kayan çubuk 1494d/d hız değerine ayarlanarak "Motor Hızı Gir" düğmesine tıklanıldığında, bu hız değeri motorun saat yönünün tersinde dönecek şekilde motora uygulanmaktadır.



Şekil 3. Hazırlanan ara yüz programı (User interface designed)



Şekil 4. Asenkron motor 1499d/d hızda, saat yönünde dönerken ara yüz görüntüsü
(Screenshot of the interface during motor operates at 1499 rpm as right direction)

5. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME (CONCLUSIONS and EVALUATION)

Bu makalede, 3 fazlı bir asenkron motorun frekansı değiştirilerek hız ve devir yönü kontrolünün yapılması ve bilgisayar arayüzü üzerinden izlenmesine ilişkin OPC tabanlı deneysel bir çalışma başarıyla gerçekleştirilmiştir. Motor devir bilgilerinin ve devir yönünün okunması ve tüm hesaplamalar dahil kendi komut satırı içinde yazılan programın uzunluğuna göre verileri denetlemektedir. Bilgisayar arayüzünde ise veriler 100 ms'de bir okunmakta ve ekranda 100 ms aralıklarla güncellenmektedir.

Geliştirilen uygulama bu alana yönelik mesleki, teknik eğitim ve mühendislik eğitimi sunan her seviyedeki eğitim kurumlarında yardımcı bir ders aracı olarak kullanılabilmesi gibi, araştırma amaçlı deneysel çalışmalar içerisine başarıyla adapte edilebilir. Yazılım ve donanımda yapılacak olan gerekli düzenlemelerle istenilen büyüklükte ve sayıda asenkron motorun izlenmesi de mümkündür

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Yıldız, C., Özçalık, R. H., **Genetik Algoritma Destekli Bulanık Denetim Kullanarak Vektör Esaslı Asenkron Motor Kontrolü**, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
2. Öz, C., Abut, N., Mikroişlemcilerle Asenkron Motor Hız Kontrolü, **Elektrik Mühendisliği Dergisi**,375, 197-202, 1990.
3. Çolak, İ., **Asenkron Motorlar**, Nobel Yayınları, Ankara, 115-121, 2001.
4. Koca, Z., **Üç Fazlı Asenkron Motorların Yapay Sinir Ağları ile Vektör Esaslı Hız Kontrolü**, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
5. Şenol, S., Yakın,İ., **OPC Standardı**, ASP Otomasyon LTD, 2008.
6. Zheng, L., Nakagawa, H., OPC (OLE for Process Control) Specification and its Developments, **SICE02-0806**, 917-920, 2002.
7. Çetin, R., **S7-200 PLC'lerle Otomasyon**, Doğuşum Matbacılık, 3, Ankara, 2005.
8. Mahnke,W., Leitner, S., Damm,M., OPC Unified Architecture, **Springer**, 13-15, 2009.
9. Şahin, C., Karaçor, M., Bolat E.D., Dağınık OPC Yapılarının İnternet Üzerinden Denetlenmesi, **VI Otomasyon Sempozyumu**, s4, 2007.
10. Liu, T., Cai, G., Peng, X., OPC Server Software Design in DCS, **Proceedings of 2009 4th International Conference on Computer Science & Education**, 456-458, 2009.
11. Lieping, Z., Aiqun, Z., Yunsheng, Z., On Remote Real-time Communication between MATLAB and PLC Based on OPC Technology, **Proceedings of the 26th Chinese Control Conference**, 26-31, 2007.
12. Wei, D., Chen, Q., The Technology of OPC and Its Application In Supervisory Information System of Hydropower Plant, **2009 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management**, 237-240, 2009.
13. Anwar, M.R., Anwar, O., Shamim, S. F., Zahid, A. A., Human Machine Interface Using OPC (OLE For Process Control), **Engineering, Sciences and Technology Student Conference** On, 35-40, 2004.
14. Bektaş, A., Bayındır, R., Çolak, İ., Asenkron Motorların Korunmasına Yönelik PLC Tabanlı Bir Uygulama, **Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi**, Cilt:10, Sayı: 2, 117-121, 2007.
15. Ateş, H., Bayındır, R., PLC Kontrollü Sürtünme Kaynak Cihazı Tasarımı ve Uygulaması, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi**,Yıl 5(2002), Sayı 3-4, 97-104, 2002.