

Bir Sıvı Dolum Tesisi Deney Setinin Uzaktan Erişimli Kontrolü

Sezai TAŞKIN, Mustafa DEMETGÜL

ÖZET

Bu çalışmada, internet üzerinden kontrol edilebilen uzaktan erişimli ve teknik eğitim amaçlı bir deney düzeneği sunulmuştur. Sistemin kontrolünde, grafiksel programlama özelliğine sahip LabVIEW paket programı kullanılmıştır. Sistem, bir şişe dolum tesisindeki özellikleri barındıran bir yapıda tasarlanmıştır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen pnömatik kontrollü sıvı dolum tesisi; öğrencilerin bireysel olarak kullanabileceği, sahip olduğu otomasyon teknolojilerinin öğretilmesine olanak sağlayacak şekilde ve her zaman ve her yerden ulaşılabilecek özellikte bir deney seti haline getirilmiştir. Uzaktan erişimli kullanıcılar, internet bağlantısı olan herhangi bir bilgisayardan deney düzeneğine bağlanabilmekte ve gerçek zamanlı olarak sistemi kontrol edebilmektedirler. Aynı zamanda, sistemdeki tüm değişkenlerin durum ve konum bilgilerini anlık olarak izleyebilmektedirler. Sistem, farklı disiplinlerde eğitim gören öğrencilerin anlayabileceği yapıda tasarlanmıştır. Bu deney seti özellikle “Otomasyon” ve “Mekatronik” teknik programlarının bazı laboratuvar uygulamalarında ortak bir düzenek olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Teknik Eğitim, Uzaktan Erişimli Laboratuvar, Otomasyon, LabVIEW.

Remote Accessed Control of A Liquid Filling System Experimental Set

ABSTRACT

In this study, an experimental set which is internet based and serves for technical education purposes has been presented. LabVIEW graphical programming interface is used for controlling of the experimental set. It is possible to reach the system in any time and from anywhere. A program, created in LabVIEW, can be accessed for remote control of the system on the internet not only during the laboratory times but also whenever it is need. The experimental system's actuator position changes can be monitored online on the user interface. The system has been developed for students of various disciplines. So, the experimental set may be effectively used particularly by “automation” and “mechatronic” program students.

Key Words: Technical Education, Remote Accessed Laboratory, Automation, LabVIEW.

1. GİRİŞ

Mesleki ve Teknik Eğitim'in en önemli özelliklerinden birisi de yapılan deneysel çalışmaların, başarılı ve bilgili teknik eleman eğitiminde son derece önem taşımasıdır. Laboratuvar deneyleri, teknik eğitim programlarının en önemli tamamlayıcı unsurları arasında yer almaktadır.

Dünyada birçok üniversite, mühendislik eğitimine ve teknik eğitime yönelik internet tabanlı eğitim programına sahiptir. Bu alanlarda öğrencilere verilecek teorik bilginin yanında, laboratuvar çalışmaları ve teorisinin pratikle örtüşmesini sağlayan deneylerin yapılması da önem arz etmektedir (1).

Özellikle teknik eğitim alanı ile ilgili bir laboratuvarın kurulması oldukça maliyetli olmaktadır. Fakat günümüz bilişim teknolojisindeki gelişmeler sayesinde, internet üzerinden laboratuvar deney

Makale 21.07.2008 tarihinde gelmiş 21.04.2009 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

*S. TAŞKIN, Celal Bayar Üniversitesi, Turgutlu Meslek Yüksekokulu, Endüstriyel Otomasyon Bölümü, 45400, Turgutlu-Manisa, Türkiye
e-posta :sezai.taskin@bayar.edu.tr*

*M. DEMETGUL, Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, 34722, Kadıköy-İstanbul, Türkiye
e-posta : mdemetgul@marmara.edu.tr*

Digital Object Identifier 10.2339/2009.12.1. 35-41

setlerine ve cihazlarına erişim mümkün olmaktadır. Böylece, yeni kurulan eğitim kurumları tarafından kısa zamanda temin edilmesi zor olan bazı deney setlerinin “uzaktan erişimli laboratuvar” metodu ile kullanılabilmesi imkânı sağlanmış olmaktadır.

Eğitim-öğretimin etkinliğini artırmak için günümüze kadar birçok sistem ve uygulama geliştirilmiştir. Literatürde, gerek benzetime dayalı sanal laboratuvarlar gerekse web üzerinden kontrol edilebilen gerçek zamanlı deney setleri üzerine birçok çalışma yapıldığı görülmektedir (2). Aşağıda özellikle uzaktan erişimli laboratuvar çalışmalarından örnekler verilmiştir.

İrmak, E. tarafından “uzaktan eğitim amaçlı internet tabanlı laboratuvar uygulaması” isimli doktora çalışmasında örnek olarak Elektrik Makinaları dersleri ele alınmıştır (2).

Çolak, İ., vd. tarafından yapılan çalışmada bir iklimlendirme(HVAC) odasının kontrolü üzerine çalışılmıştır. Sistemin kontrolü için bir mikrokontrolör ve bir sunucu bilgisayar kullanılmıştır. HVAC parametreleri değişimlerinin izlenmesi bir web kamera aracılığıyla yapılmıştır (3).

Taşkın, S., vd. tarafından Modüler Üretim Sistemi deney seti “dağıtım” ünitesinin uzaktan erişimli

kontrolü üzerine çalışılmıştır. Sistemin kontrolü amacıyla LabVIEW programı ve dağıtık giriş/çıkış donanımı kullanılmıştır (4).

Tunçalp, K., vd. tarafından yapılan çalışmada ise Modüler Üretim Sistemi deney setinin tüm ünitelerinin gerçek zamanlı ve uzaktan erişimli kontrolü yapılmıştır. Çalışma, açık ve kapalı çevrim kontrol yapısına ve birçok görsel kullanıcı arayüzüne sahip olarak tasarlanmıştır (5).

Taşkın, S., vd. tarafından “Endüstriyel Otomasyon Eğitimi İçin Uzaktan Erişimli Laboratuvar Uygulaması” başlıklı çalışmadaki deney seti kaynak 5’te verilen ile aynı olup geliştirilmiş örneği burada sunulmuştur (6).

Çolak, İ., vd. tarafından yapılan çalışmada, DC motor deneyleri için web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir (7).

İrmak E., vd. tarafından yapılan çalışmada, bir ultrasonic motor üzerinde gerçek zamanlı hız kontrol deneyi web tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir (8).

Erdemir, G., vd. yaptıkları çalışmada Robotik dersinin laboratuvar uygulamalarında kullanılmak üzere, web tabanlı gerçek zamanlı bir uygulama gerçekleştirmiştir. Uygulama, beş serbestlik dereceli endüstriyel tip robot ile servo elektropnömatik konumlandırma sistemlerini kapsamaktadır (9).

Alp, U., vd. tarafından internet üzerinden uzaktan robot erişimi konulu çalışma kapsamında, görsel işlemlerini seçici olarak yapabilen dikkat yetisine sahip, APES isimli bir robotun kontrolü gerçekleştirilmiştir (10).

Dormido, S., vd. tarafından yapılan çalışmada kontrol mühendisliği eğitimi için web tabanlı laboratuvar uygulaması olarak; servo motor kontrolü, PID denetimli sıcaklık akış kontrolü ve üçlü sıvı tank düzeneği örnekleri verilmiştir (11).

Yeung, K., vd. tarafından yapılan çalışmada, kontrol deneylerinin kullanıcılar tarafından internet üzerinden yapılabildiği bir uzaktan erişimli kontrol sistemi geliştirilmiştir. Örnek uygulama olarak bir DC motor kontrol modülü kullanılmıştır (12).

Morgan, J. A. vd. tarafından MP-III olarak adlandırılan bir robotun kontrolü, NI FieldPoint cihazları, LabVIEW Real-Time yazılımı ve kablosuz lokal alan ağı ile kontrol edilebilir yapıda gerçekleştirilmiştir (13).

İnternet tabanlı uzaktan erişimli laboratuvar uygulamaları üzerine yukarıda özetlenenlerden hariç birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalara benzer olarak, kontrol sistemleri ve Robotik uygulamaları alanlarında da geliştirilmiş web tabanlı laboratuvar uygulamalarına literatürde sıkça rastlanılmaktadır (2, 14-24).

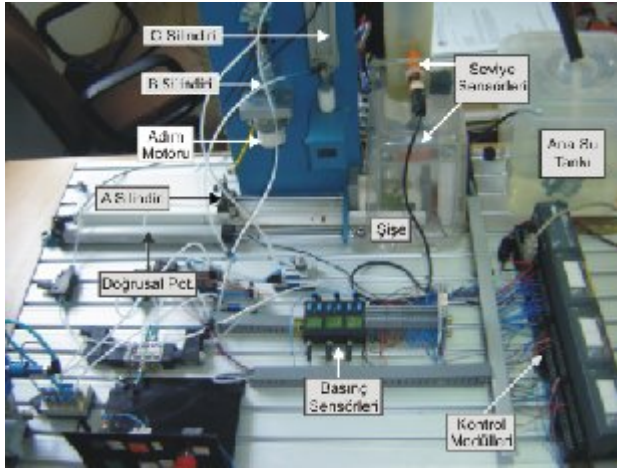
Bu çalışmada, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü’nde bulunan laboratuvar tipi pnömatik kontrollü bir sıvı dolmuş tesisi deney setinin internet tabanlı uzaktan erişimli kontrolü

gerçekleştirilmiştir. Bu deney seti, öncelikle Makine Eğitimi Bölümü öğrencilerinin otomasyon sistemlerinin temel işlevlerini kolayca anlayabilmelerini sağlayabilmek amacıyla temel düzeyde donanım ve yazılım olarak basit yapıda tasarlanmıştır. Sistem temel olarak otomasyonda kullanılan manyetik, indüktif, kapasitif ve optik temassız algılayıcılar ile pnömatik-elektropnömatik kontrol ve analog sinyallerin işlenmesi konularını kapsamaktadır. Sistemin internet üzerinden erişimli hale getirilmesi ile öğrencilere laboratuvar saatleri dışında da belli sürelerle deney yapma imkanı sunulmuş olmaktadır.

2. SIVI DOLU TESİSİ DENEY SETİ

Bu çalışmada kullanılan deney seti, mevcut sıvı dolmuş tesisi prototipinin geliştirilmesi ile yeniden tasarlanmıştır (25). Deney setinin üstünde 6 adet analog ve 8 adet sayısal sensör kullanılmıştır. Analog sensörler, pistonların konum değişimlerinin izlenmesi için kullanılan doğrusal tip potansiyometreler ile basınç sensörlerinden oluşmaktadır. Sayısal sensörler ise, yaklaşım anahtarları olarak anılan temassız algılayıcılarıdır. Bunlar, piston ileri-geri konum bilgileri için kullanılan manyetik tip yaklaşım anahtarları ile sıvı seviye bilgileri için kullanılan kapasitif tip algılayıcılar ve konum bilgileri veren indüktif tip algılayıcılarıdır. Analog sensörler arıza tespiti ve konum değişikliklerinin izlenmesi amacıyla, sayısal sensörler ise deney setindeki otomasyon algoritmasının gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Arıza tespitinde analog sensörlerin kullanılmasının sebebi, basınç değişimlerinden dolayı farklı arızaların oluşması ve bir silindirin herhangi bir konumda kalmasının sayısal sensörlerle tespit edilememesindedir.

Sistemin çalışma algoritması şu şekilde programlanmıştır: Haznede şişe yoksa sistem çalışmaz. Şekil 1’deki deney setinde A ile gösterilen silindir, boş olan şişeyi alıp ileri son konumuna götürür. A silindiri ileri konuma ulaştığında selenoid vana açılır ve tanktan şişeye su dolmaya başlar. Selenoid vananın üst kısmında su haznesi bulunmakta ve burada su bittiğinde ana su deposundan bu bölüme otomatik olarak su depolanmaktadır. Şişe belirlenen seviyeye kadar su ile doldurulduktan sonra seviye algılama sensörü olarak kullanılan kapasitif sensörden gelen bilgi ile selenoid vana kapatılır. A silindiri, şişeye su dolduktan sonra çok kısa bir süre daha bekletilir ve sonra orta konumuna geri gider. A silindiri orta konumunda iken şişe kapağı kapatma silindiri C aşağıya inerek şişenin kapağını kapatır. Sonra C silindiri başlangıç konumuna gider. Bu işlemden sonra A silindiri başlangıç konumuna gelir. Bu anda B silindiri aşağı konumuna iner ve silindir ucuna bağlı adım motoru enerjilendirilir ve böylece kapak sıkıştırma işlemi gerçekleştirilmiş olur. Bir sonraki adımda B silindiri geri konumuna gider. Bu şekilde bir işlemlik süreç tamamlanmış olur. Deney setinin resmi ve kullanılan donanımlar Şekil 1’de gösterilmiştir (26).



Şekil 1. Laboratuvar Tipi Pnömatik Kontrollü Sıvı Dolu Tesisi Deney Seti

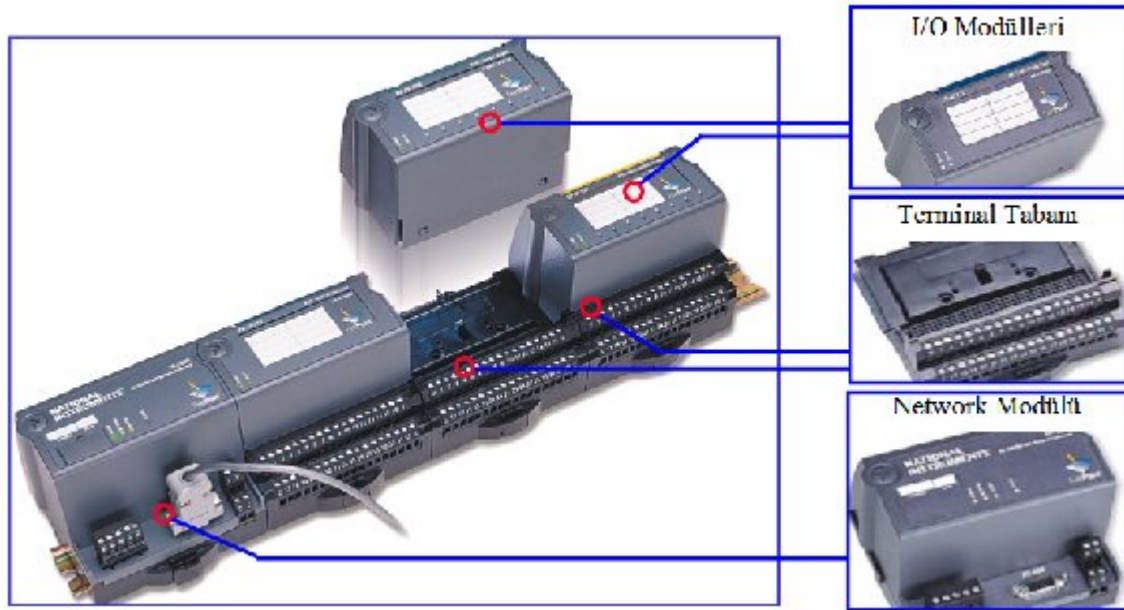
3. SİSTEMİN KONTROL YAZILIMI VE DONANIMI

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, LabVIEW grafiksel programlama dilinin, web tabanlı laboratuvar uygulamalarında kullanılması yönünde oldukça fazla çalışma bulunduğu görülmektedir. Bu programın kullanımının en önemli avantajlarından birisi de, yazılım ve donanım birimlerinin sistem tasarımını ve uygulamasını çok daha kolay ve kısa sürede yapabilmeye olanak sağlamasıdır (2).

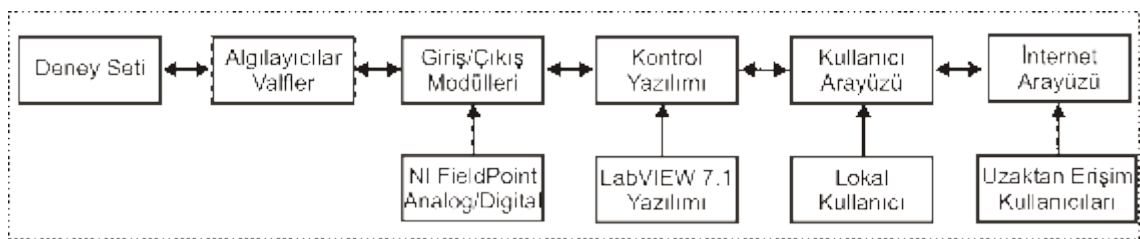
LabVIEW, grafiksel tabanlı bir programlama dilidir. Grafiksel (G) programlama dilinde, metin tabanlı kodlar yerine ikonlar kullanılmaktadır. LabVIEW programı ön panel ve blok diyagram olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Ön panel kullanıcı arayüzüdür ve uygulamayı kullanacak olan kişinin sisteme değerler veya komutlar girmesini ve çıkışları izlemesini sağlar. Blok diyagram ise kullanıcı arayüzü oluşturulan programın ikonlarının birbirleriyle bağlantısının oluşturulduğu ve komutların işletildiği yerdir (27).

Deney setindeki analog/sayısal algılayıcılar ile elektropnömatik ve selenoid valf bağlantıları için National Instruments(NI) FieldPoint(FP) modülleri kullanılmıştır. FP cihazları endüstriyel izleme, ölçme, kontrol ve veri toplama uygulamaları için kullanılan gerçek zamanlı bir dağıtık giriş-çıkış(I/O) sistemidir.

Çalışmada, LabVIEW 7.1 yazılımı, FP-1000 seri haberleşme modülü, sayısal algılayıcı bağlantıları için FP-DI-330 modülü, doğrusal potansiyometre ile okunan silindir konum bilgileri ile basınç okuma işlemleri için FP-AI-110 analog giriş modülü ve oluşturulan program akışına göre çıkış komutlarının sisteme gönderilmesi amacıyla da FP-DO-401 sayısal çıkış modülü kullanılmıştır. Şekil 2’de FP modülleri için genel bir bağlantı şeması gösterilmiştir. Şekil 3’te ise sistemin genel çalışma yapısını gösteren blok diyagram verilmiştir.



Şekil 2. Deney Setinin Kontrolünde Kullanılan FieldPoint Donanımı Genel Görünümü

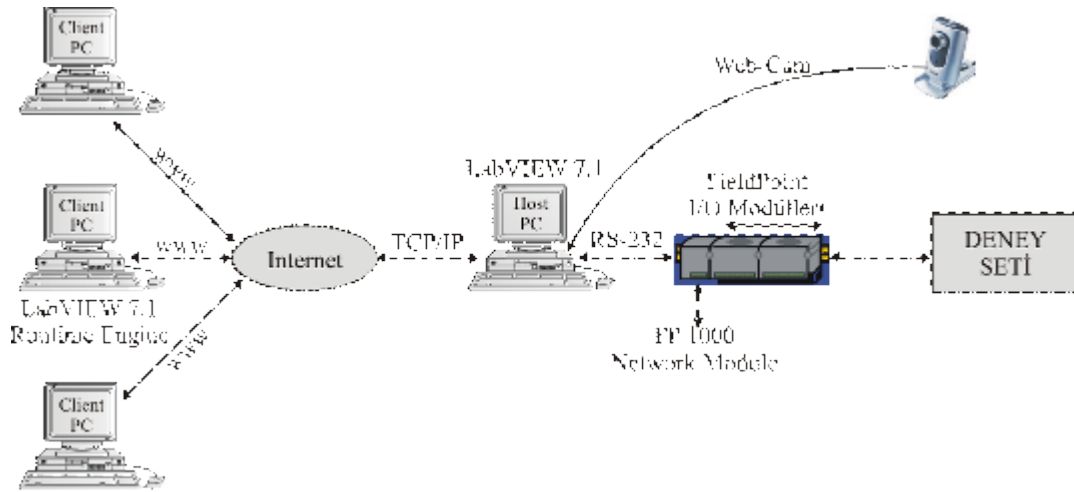


Şekil 3. Deney Setinin Kontrolüne Ait Blok Diyagram

4. DENEY SETİNİN UZAKTAN ERİŞİMLİ KONTROLÜ

Uzaktan erişimli laboratuvar kavramı; bir yerel alan ağına bağlı ve sunucu özelliği gösteren bir bilgisayar tarafından kontrol edilen deneylere erişim imkânı sağlayan uygulama olarak tanımlanabilir. Uzaktan erişimli bir laboratuvar ile fiziksel deneylerin web tabanlı kontrolü sayesinde öğrencilere pratik deneyimler kazandırılabilir. Okullar, araştırma kurumları böylece kaynaklarını paylaşabilirler. Uzaktan erişimli laboratuvar uygulamaları sayesinde, bazı eğitim kurumları bu pahalı laboratuvar ekipmanlarını satın almadan da bu donanıma sahip eğitim kurumlarındaki setlerin deneylerine internet üzerinden bağlanarak kullanma imkânına kavuşabilirler (27).

Bu sistemdeki istemci taraf(Client PC) ile uygulama sunucusu(Host PC) arasındaki veri alışverişi

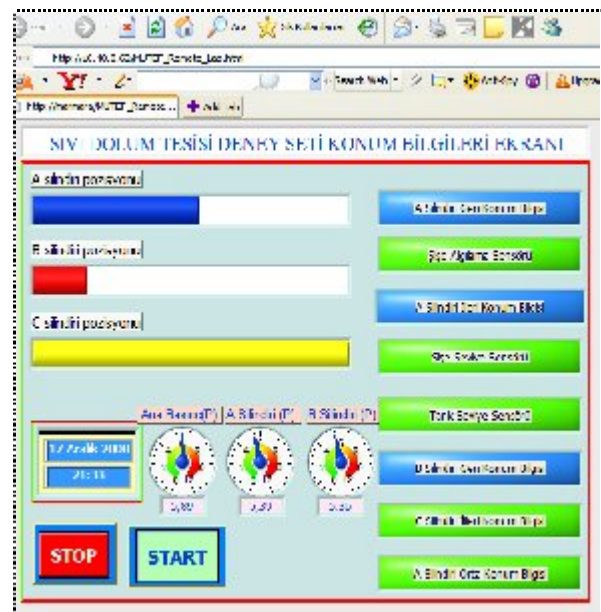


Şekil 4. Deney Setinin Uzaktan Erişimli Kontrolüne Ait Genel Gösterim

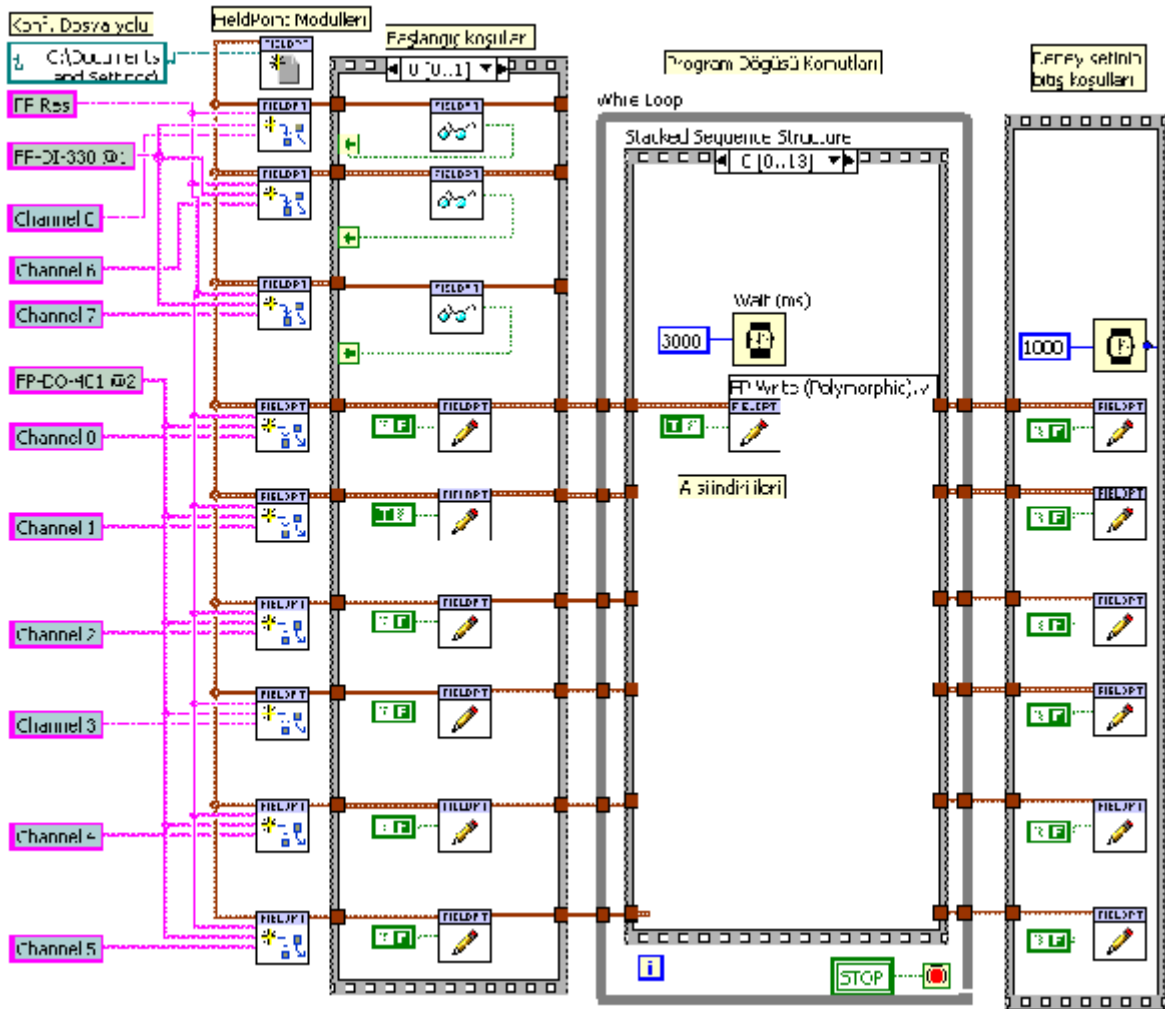
TCP/IP protokolü ile gerçekleştirilmektedir. Sistemin genel yapısı; bir istemci bilgisayar ve bunun üzerinde çalışan bir internet tarayıcı ile LabVIEW ve LabVIEW Web Server programlarını çalıştıran bir uygulama sunucusu ve bir web sunucu yazılımının yüklü olduğu bir ana bilgisayardan oluşmaktadır. Gerçekleştirilen sisteme ait internet tabanlı uzaktan erişimli yapı Şekil 4'te gösterilmiştir.

Deney setini internet üzerinden kontrol edebilmek için, İstemci PC'de LabVIEW Programı'nın veya NI internet sitesinden indirilebilen "LabVIEW Run Time Engine" programının yüklü olması gerekmektedir. Sistemi uzaktan erişimli olarak "manuel" veya "otomatik" modlarda kontrol edip sistem hareketlerini izleyebilmek için http://10.40.0.62/MUTEF_Remote_Lab.htm adres bağlantısı gerekmektedir. Sistemin kontrolü şu aşamada sadece Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü içerisinde sisteme bağlanabilen herhangi bir istemciye kontrol imkânı sağlamaktadır.

Sisteme bağlanıldığında ve sunucu bilgisayardan da "kontrol yetkisi" verildiğinde sıvı dolum tesisi deney seti için tasarlanan Şekil 5'teki kontrol ve izleme ekranı görüntülenecektir. Burada doğrusal hareket şeklinde silindirik konumları, sistemin değişik noktalarındaki basınç bilgileri, sıvı tankı seviye bilgisi vb. gibi birçok bilgi anlık olarak ekrandan izlenebilmektedir. Şekil 6'da sistemin kontrolü için oluşturulan LabVIEW programından bir bölüm görülmektedir. Sistemin otomatik moda çalıştırılması için oluşturulan algoritma şeklinde bir örneği gösterilen yapıdaki gibi 13 alt programda tamamlanmıştır. Sistem manuel ve otomatik mod olmak üzere iki şekilde çalıştırılabilmektedir. Aşağıdaki kullanıcı arayüzü sistemin otomatik çalışmasına ait görüntüdür. Burada işlemler kapalı çevrim otomatik kontrol uygulaması şeklinde sürdürülmektedir.



Şekil 5. Deney Setinin Otomatik Çalışma Moduna Ait Uzaktan İzleme Ekranı



Şekil 6. Sistemin Otomatik Mod Çalışmasına Ait LabVIEW Programının Bir Penceresi

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi (MÜTEF) Makine Eğitimi Bölümü Pnömatik Laboratuvarı'nda bulunan mevcut bir sıvı dolma tesisi deney seti geliştirilerek, uzaktan erişimli kontrolü gerçekleştirilmiştir. Deney seti üzerindeki tüm proses süreci, kullanıcı arayüzü üzerinden gözlemlenebilecek şekilde tasarlanmıştır.

Deney seti üzerinde, MÜTEF Makine Eğitimi Bölümü'nden bir grup öğrenciyle çalışılmıştır. Öğrencilere; deney setinin aktif olarak kullanılabilirliği, öğrenme motivasyonunu ne yönde etkilediği vb. gibi konulardaki görüşleri için yapılandırılmış herhangi bir anket yöntemi uygulanmamıştır. Aşağıda özetlenen öğrenci görüşleri, deneyleri sistem üzerinde ve uzaktan erişimli olarak gerçekleştirenlerden, yapılandırılmamış mülakatlar yoluyla elde edilmiştir. Sistemi kullananların ortak görüşlerinin ifade edilmesinde, öğrencilerin görüşlerini genel olarak yansıtabilecek cümleler belirlenmiş ve belirlenen bu cümlelerden en sık kullanılanlarından bazıları aşağıda verilmiştir.

- ◆ Deney seti makine otomasyon teknolojilerinin öğretilmesinde motive edici ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı özelliktedir.
- ◆ Sistem hareketlerinin kullanıcı arayüzünden anlık olarak takip edilebilmesi sistemin işleyiş mantığını anlamayı kolaylaştırmaktadır.
- ◆ Deneylerin manuel ve otomatik modlarda yapılabilmesi ve sistem hakkında verilen ön teorik bilgi ile adım adım öğrenme yöntemi daha verimli olmaktadır.
- ◆ Deney setinin kontrol yazılımı, sağladığı görsel etkinliği sayesinde; sensörler, pnömatik silindirler, elektropnömatik kontrol gibi teknolojik konuların öğrenilmesindeki kalıcılığı artırmaktadır.

Bu çalışma ile sıvı dolma tesisi deney seti; birçok teknik konunun birlikte öğretilme potansiyeli, etkinliği artırılmış, kolay kullanılabilir ve internet üzerinden erişilebilir bir deney seti haline getirilmiştir. Aşağıda belirtilen noktalar da göz önünde bulundurularak deney seti daha da geliştirilebilir:

- ❖ Uzaktan erişimli kontrolde, deneyler için sistemin önceden hazır hale getirilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin deney setinde bir problem oluştuğunda uzaktan müdahale edebilmeleri çok yararlı olacaktır. Bu durum, sisteme müdahale edebilecek özellikte bir manipülatör kolu veya robot kullanımını gerektirecektir.
- ❖ Öğrencilerin endüstrideki gerçek yaşam ortamlarına daha iyi hazırlanmalarını sağlamak amacıyla daha değişik programlama mantıklarıyla ve farklı geliştirme senaryolarıyla sistem geliştirilebilir ve sisteme ilave eğitim modülleri eklenebilir.
- ❖ Diğer üniversiteler ile uzaktan laboratuvar ve deney seti paylaşımı uygulaması başlatılabilirse bu tip sistemler hali hazırda kullanılabilir.
- ❖ Sistemin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla, daha büyük öğrenci grupları ile çalışmalar bir akademik başarı testi uygulanabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Çolak, İ., Demirbaş, Ş., Irmak, E., Bayındır, R., “Teknik Eğitimde İnternet Teknolojisinin Kullanımı”, *1. Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi (MTET 2005)*, İstanbul, (2005).
2. Irmak, E., “Uzaktan Eğitim Amaçlı İnternet Tabanlı Laboratuvar Uygulaması”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, (2007).
3. Çolak İ., Demirbaş, Ş., Sefa İ., Irmak E., Kahraman H. T., “Remote controlling and monitoring of a HVAC system over the Internet”, *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. 67, No. 9, 680-684 (2008).
4. Taşkın, S., Tunçalp, K., Erdal, H., “Bir Mekatronik Sistem Ünitesinin Eğitim Amaçlı Uzaktan Erişimli Kontrolü”, *1. Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi (MTET 2005)*, İstanbul, (2005).
5. Taşkın, S., Tunçalp, K., “Real Time and Remote Control by LabVIEW of MPS Modular Production System and Technical Education” *Mechatronic Systems and Materials*, Editor: Ewald Macha, Roland Pawliczek, Opole University of Technology, 103-111, Cracow, Poland, (2007).
6. Taşkın, S., Tunçalp, K., Şeker, S., Sucu, M., “Endüstriyel Otomasyon Eğitimi İçin Uzaktan Erişimli Laboratuvar Uygulaması”, *Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı (TOK’08)*, İstanbul Teknik Üniversitesi, 774-779 (2008).
7. Çolak İ., Demirbaş Ş., Sağiroğlu Ş., Irmak E., “A Novel Web Based Laboratory for DC Motor Experiments”, *Electrical Power System Research*, in publish.
8. Irmak E., Bayındır R., Çolak İ., Sağiroğlu Ş., Bal G., “A Web Based Real Time Speed Control Experiment on Ultrasonic Motor for Educational Purposes”, *19th International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion*, Italy, (2008).
9. Erdemir, G., Kuzucuoğlu, A.E., “Web Tabanlı Robotik Eğitimi *1. Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi (MTET 2005)*, İstanbul, (2005).
10. Alp, U., Ayaz, H., Karadeniz, M., Dikici, Ç., Bozma, H.I., “İnternet Üzerinden Uzaktan Robot Erişimi”, *11. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SIU 2003)*, İstanbul, (2003).
11. Dormido, S., Vargas, H., Sánchez, J., Duro, N., Dormido, R., Canto, S.D., Esquembre, F., “Using Web-based laboratories for control engineering education”, *International Conference on Engineering Education-ICEE 2007*, Coimbra, Portugal, (2007).
12. Yeung, K., Huang, J., “Development of the internet based control experiment”, *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*, Orlando, Florida, 2809-2814 (2001).
13. Morgan, J. A., Porter, J. R.: “Education through Competition: Mobile Platform Technology”, *Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition*, (2003).
14. Miele, D. A., Potsaid, B., Wen, J. T., “An Internet based remote laboratory for control education”, *Proceedings of the American Control Conference*, Arlington, 1151-1152 (2001).
15. Qingcang, Y., Chen, B., Cheng H. H., “Web based control system design and analysis”, *IEEE Control Systems Magazine*, 24 (3): 45-57 (2004).
16. Valera, A., Diez, J. L., Valles, M., Albertos, P., “Virtual and remote control laboratory development”, *IEEE Control Systems Magazine*, 25 (1): 35-39 (2005).
17. Al-Shoaili, S.H., Eren, H., “Intranet-based real time laboratory: A case study in electrical engineering”, *Instrumentation and Measurement Technology Conference*, Ottawa, Canada, 1210-1215 (2005).
18. Yılmaz, N., Sağiroğlu, Ş. ve Bayrak, M., “A web based semi-autonomous mobile robot: SUNAR”, *Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks*, Çeşme, İzmir, 410-417 (2005).
19. Tzafestas, C.S., Palaiologou, N., Alifragis, M., “Virtual and remote robotic laboratory: comparative experimental evaluation”, *IEEE Transactions on Education*, 49 (3): 360-369 (2006).
20. Nickerson, J.V., Corter, J.E., Esche, S.K., Chassapis, C., “A model for evaluating the effectiveness of remote engineering laboratories and simulations in education”, *Computers & Education*, 49, 708-725, (2007).
21. Prekas, K., Rangoussi, M., Vassiliadis, S., Prekas, G., “Performance of laboratory experiments over the Internet: towards an Intelligent Tutoring System on Automatic Control”, *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, Volume 20(2005).
22. Park, S.T., Lee, H., Yuk, K.C., Lee, H., “Web-Based Nuclear Physics Laboratory”, *Recent Research Developments in Learning Technologies-ICTE 2005*, (2005).
23. Azad, A.K.M., “Internet-Based Laboratory Experiments: Exploring its Potential”, *Proceedings of the 2006 IJME - INTERTECH Conference*, (2006).
24. Azad, A.K.M., Song, X., Suram, R.S.P., Nadakuditi, P., “Web-Based Laboratory Experiments: Case Studies”, *American Society for Engineering Education, Illinois-Indiana and North Central Joint Section Conference*, (2006).

25. Demetgöl M., Yenitepe R., “Pnömatik Sistem Arızalarının Giderilmesinde Bir Uzman Sistem Yaklaşımı”, *Teknoloji Dergisi*, Sayı 2, 289-295 (2004).
26. Demetgöl M., “Pnömatik Sistemde Yapay Sinir Ağları İle Arıza Tespiti”, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, (2006).
27. Taşkın S., “MPS Modüler Üretim Sisteminin Bilgisayar Destekli Gerçek Zamanlı Kontrolü ve Teknik Eğitime Uygulanması”, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, (2007)