KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNTERNET DESTEKLİ LABORATUVAR İÇİN DENEY YÖNETİM SİSTEMİ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Selçuk ÖĞÜTCÜ

Anabilim Dalı: Elektrik Eğitimi
Danışman: Doç.Dr. Mehmet YILDIRIM

KOCAELİ, 2010

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNTERNET DESTEKLİ LABORATUVAR İÇİN DENEY YÖNETİM SİSTEMİ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Selçuk ÖĞÜTCÜ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 26 Ağustos 2010

Tezin Savunulduğu Tarih: 28 Ekim 2010

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Mehmet YILDIRIM
(.....)

Üye
Prof.Dr. Kadir ERKAN
(.....)

Üye
Doç.Dr. Fevzi BABA
(.....)

Üye
Doç.Dr. Melih İNAL
(.....)

Üye
Doç.Dr. Ercüment KARAKAŞ
(.....)

KOCAELİ, 2010

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

İnternet destekli uzak laboratuvar sistemlerinde sunulan gerçek deney uygulamalarındaki sınırlılıklar, öğrencilerin kapsamlı deney çalışmaları yapmalarını engellemekte ve hedeflenen bilgilenme düzeyine ulaşılamamaktadır. Bu çalışmada, öğrencilerin gerçekleştirecekleri laboratuvar deneyi için sunulmuş bir deney düzeneğine hakimiyetlerinin artırılması için denetim ve deney setiyle iletişimin tamamında karar verici olacakları bir uzak laboratuvar sistemi tanıtılmaktadır. Bu sistemin merkezi konumundaki deney denetleyicisi de öğrencileri mümkün olduğunca özgür bırakacak, ancak kritik durumlara müdahale edecek şekilde tasarlanmıştır.

Doktora tez çalışmam süresince beni destekleyen ve güdüleyen danışmanım Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM'a, tez izleme komitemde çalışmalarımı titizlikle değerlendiren ve değerli fikirlerini paylaşan hocalarım Prof. Dr. Kadir ERKAN ve Doç. Dr. Ercüment KARAKAŞ'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Sabır, destek ve anlayışları dolayısıyla eşime, aileme, Bilgi İşlem Dairesi başkanım Seyfullah BAŞKÖYLÜ'ye, değerli arkadaşım Umut ALTINIŞIK'a ve uykusuz gecelerimde bana arkadaşlık eden biricik kızım Simay'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SEMBOLLER vi
ÖZET viii
İNGİLİZCE ÖZET ix
1. GİRİŞ 1
2. UZAKTAN EĞİTİM 4
2.1. Uzaktan Eğitim Gereksinimi 4
2.2. Türkiye'de Uzaktan Eğitim 6
2.3. Dünyada Uzaktan Eğitim 10
2.4. İnternet Destekli Laboratuvarlar 13
3. İNTERNET DESTEKLİ LABORATUVAR ALT YAPISI 22
3.1. Sunucular 22
3.1.1. Temel işlevler sunucusu 22
3.1.2. Deney sunucusu 23
3.1.3. Görüntü sunucusu 24
3.2. Veri Toplama Donanımı 24
3.3. Deney Seti 27
3.4. Ağ Ortamı 28
3.5. Yazılım Alt Yapısı 31
3.5.1. Web sunucusu 31
3.5.2. PHP üstün-metin ön işlemcisi 31
3.5.3. MySQL veri tabanı yazılımı 32
3.5.4. PureFTPd FTP sunucusu yazılımı 32
3.5.5. Windows media encoder 32
3.5.6. Filezilla FTP sunucusu 34
3.5.7. Matlab R2006a 34
4. GÜVENLİ DENEY YÖNETİM SİSTEMİ 36
4.1. İnternet Destekli Laboratuvar 36
4.1.1. İnternet destekli laboratuvarın tanıtımı 37
4.1.2. Laboratuvar kullanım kılavuzu 41
4.1.3. Bağlantılar 42
4.1.4. Deneyler 42
4.1.4.1. Kod tabanlı laboratuvar deneyi 43
4.1.4.2. Simulink blokları ile laboratuvar deneyi 47
4.2. Deney Denetleyicisi 50
4.2.1. Kod için deney denetimi 51
4.2.2. Simulink blokları için deney denetimi 55
4.3. Sistem Yönetimi 55
4.3.1. Öğrenci işlemleri yönetimi 55
4.3.2. Öğretim elemanı işlemleri yönetimi 56
4.3.3. Deney yönetimi işlemleri 57

4.4. Tez Çalışmasının Literatürdeki Çalışmalarla Karşılaştırılması.....59
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 64
6. KAYNAKLAR.....65
EKLER 69
ÖZGEÇMİŞ.....98

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Ayarlanabilir parametreleriyle bir PID denetleyici örneği [18]. 20
Şekil 2.2: Kullanıcı tanımlı denetleyicinin entegrasyonu [38]. 21
Şekil 3.1: Görüntü sunucusu, deney sunucusu ve deney seti 23
Şekil 3.2: NI PCI 6024e Blok Diyagramı 25
Şekil 3.3: BNC 2110 bağdaştırıcısı 26
Şekil 3.4: Süreç Kontrol Eğiticisi 37-100 28
Şekil 3.5. Görüntü sunucusu çıkış bağlantı noktaları 29
Şekil 3.6: Deney sunucusuna erişim ilkesi 30
Şekil 3.7: Görüntü yayımı parametreleri 33
Şekil 3.8: Görüntü sunucusu, yayım ekranı 33
Şekil 3.9: Deney sunucusunda model deneyinin algılanması ve çalıştırılması 35
Şekil 4.1: İnternet Destekli Laboratuvar Şeması 37
Şekil 4.2: Uzak laboratuvar tanıtım ekranı 38
Şekil 4.3: Oturum açılmış Web sayfası görünümü 39
Şekil 4.4: Laboratuvar kullanım kılavuzu 41
Şekil 4.5: Deneyler 42
Şekil 4.6: Kodla denetim deneyi 44
Şekil 4.7: Deney föyü 44
Şekil 4.8: ON-OFF denetim deney ekranı. 45
Şekil 4.9: Uygulanan gerilim grafiği 46
Şekil 4.10: Denetim işaretine sistemin verdiği cevap grafiği 46
Şekil 4.11: Öğrenci tanımlı PID denetleyici şeması 47
Şekil 4.12: Simulink şeması ile PID denetim deneyi 49
Şekil 4.13: PID denetleyicisi tarafından sisteme uygulanan denetim işareti grafiği 49
Şekil 4.14: Deney seti sıcaklık grafiği 50
Şekil 4.15: Gönderilecek kod dosyasının seçimi 54
Şekil 4.16: Öğrenci Yönetimi İşlemleri 56
Şekil 4.17: Öğretim elemanları için öğrenci verilerine erişim ekranı 56
Şekil 4.18: Yeni deney oluşturma sayfası 57
Şekil 4.19: Randevu işlemleri 58
Şekil 4.20: Uzlab veritabanı varlık-ilişki diyagramı 59

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1: Ölçüm hassasiyeti……..……26
Tablo 3.2: Tek yönlü yayın bağlantı noktaları……29
Tablo 4.1: Literatürdeki çalışmaların tez çalışmasıyla karşılaştırılması…….62

SEMBOLLER

θ	Sapma
θ_i	Ayar Değeri
θ_O	Ölçülen Değer

Kısaltmalar

3DOF	: 3 Degree of Freedom – 3 Serbestlik Dereceli
ACT	: Automatic Control Telelab – Otomatik Denetim Telelab
ADC	: Analog to Digital Converter – Analog-Sayısal Dönüştürücü
ADSL	: Asymmetric Digital Subscriber Line – Asimetrik Sayısal Abone Hattı
AI	: Analog Input – Analog Giriş
ANKUZEM	: Ankara Üniversitesi Uzaktan Eğitim Merkezi
AO	: Analog Output – Analog Çıkış
ATM	: Asynchronous Transfer Mode – Asenkron Aktarım Modu
BNC	: Bayonet Neill-Concelman – Süngü Neill-Concelman
CD-ROM	: Compact Disk - Read Only Memory – Kompakt Disk-Sadece Okunabilir Bellek
CGI	: Common Gate Interface – Ortak Geçit Arayüzü
CLI	: Command Line Interface – Komut Satırı Arabirimi
DAC	: Digital to Analog Converter – Sayısal- Analog Dönüştürücü
DNS	: Domain Name System – Alan Adı Sunucu
ELEPOT rLab	: Power-Electronic Remote-Laboratory – Güç-Elektroniği Uzak Laboratuvarı
FS	: Floating Source – Kayan Kaynak
FTP	: File Transfer Protocol – Dosya Aktarım Protokolü
GI	: Galvanized Iron – Galvanizli Demir
GS	: Grounded Source – Topraklanmış Kaynak
GUI	: Graphical User Interface – Grafik Kullanıcı Arayüzü
HTML	: Hypertext Markup Language – Hiper Metin İşaretleme Dili
HTTP	: Hypertext Transfer Protocol – Hiper Metin Aktarım Modülü
I/O	: Input/Output – Giriş / Çıkış
INWK	: Internetworking – Ağlararası İletişim
IP	: Internet Protocol – Ağ Protokolü
ISP	: Internet Service Provider – Ağ Servis Sağlayıcısı
İDE_A	: İnternet Destekli Eğitim _ Asenkron -
LabVIEW	: Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench – Sanal Laboratuvar Enstrumantasyon Mühendisliği Atölyesi
LAN	: Local Area Network – Yerel Alan Ağı
LSB	: Least Significant Bit – En az Önemli Bit
MATLAB	: Matrix Laboratory – Matris Laboratuvarı
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
METU	: Middle East Technical University – Ortadoğu Teknik Üniversitesi

MMS	: Microsoft Media Server – Microsoft Medya Sunucusu
MSB	: Media Stream Broadcast – Medya Akış Yayını
NET-ClassR	: Net-Class Reengineered – Net
NI	: National Instruments
ODTÜ	: Ortadoğu Teknik Üniversitesi
ÖYS	: Öğretim Yönetim Sistemi
PCI	: Peripheral Component Interface – Çevre birimi Bileşen Arayüzü
PHP	: Hypertext Preprocessor – Hipermetin Önişlemcisi
PID	: Proportional Integral Derivative – Orantısal Entegral Türev
PLC	: Programmable Logic Controller – Programlanabilir Mantıksal Denetleyici
RHEL	: Red Hat Enterprise Linux
RLS	: Remote Laboratory Server – Uzak Laboratuvar Sunucusu
RS-232	: Recommended Standart 232 – Önerilen Standart 232
RTSP	: Real Time Streaming Protocol – Gerçek Zamanlı Akış Protokolü
RTW	: Real Time Workshop – Gerçek Zaman Atölyesi
RwmLAB	: Remote Wiring and Measurement Laboratory – Uzak Kablolama ve Ölçüm Laboratuvarı
SAÜİDÖ	: Sakarya Üniversitesi İnternet Destekli Öğretim
SBBT	: Second Best to Being There – Yanında olmaktan sonra en iyisi
SCORM	: Sharable Content Object Reference Model – Paylaşılabilir İçerik Nesnesi Referans Modeli
SIMULINK	: Simulation and Link – Benzetim ve Bağlantı
SQL	: Structured Query Language – Yapısal Sorgulama Dili
TCP	: Transmission Control Protocol – İletim Denetim Protokolü
UDP	: User Datagram Protocol – Kullanıcı Veri bloğu Protokolü
UND	: University of North Dakota
USB	: Universal Serial Bus – Evrensel Seri Veriyolu
UZEM	: Uzaktan Eğitim Merkezi
VLS	: Virtual Laboratory Server – Sanal Laboratuvar Sunucusu
VNC	: Virtual Network Computing – Sanal Ağ Bilişimi
WAN	: Wide Area Network – Geniş Alan Ağı
WAS	: Web Application Service – Web Uygulama Hizmeti
XML	: Extended Markup Language – Genişletilmiş İşaretlendirme Dili
XSS	: Cross-site Scripting – Çapraz-site Betikleme

İNTERNET DESTEKLİ LABORATUVAR İÇİN DENEY YÖNETİM SİSTEMİ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Selçuk ÖĞÜTCÜ

Anahtar Kelimeler: Deney yönetim sistemi, İnternet destekli gerçek laboratuvar, uzak laboratuvar, uzaktan eğitim, uzaktan deney

Özet: İnternet destekli laboratuvarlar uzaktan eğitimin vazgeçilmez unsurlarıdır. Uzaktan eğitimin konum ve zamandan bağımsız olma özelliğine katkıda bulunan bu sistemlerde sanal veya gerçek deneyler gerçekleştirilebilmektedir. Sanal laboratuvarlarda kullanılan benzetimler kullanışlı olmakla beraber gerçek deney ortamları kadar etkin bir eğitim sağlamamaktadır. Sadece, öğrencilerin deney düzeneğine gönderdiği parametrelerle çalışan İnternet destekli sanal laboratuvar uygulamaları öğrencilere kendilerini geliştirmek için oldukça sınırlı bir olanak sağlamaktadır. Literatür incelemelerinde, kendi geliştirdikleri deney kodları veya bloklarıyla deney yapan öğrencilerin hedeflenen bilgi ve deneyim düzeyine daha kolay ulaşabildikleri görülmüştür. Bununla birlikte, öğrencilerin geliştirdiği kod ve bloklarda bulunabilecek hatalı veya zararlı içerik, laboratuvar deney düzeneğinin devamlılığını, kararlılığını ve güvenliğini kritik düzeylerde etkileyebilir. Bu gibi sorunları gidermek için, bu tez çalışmasında, olası sorunları ortadan kaldırarak deney donanımına uygulayan güvenli bir deney yönetim sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, İnternet üzerinden erişilebilen gerçek bir sıcaklık kontrol laboratuvarı ortamı oluşturulmuş, laboratuvar donanımının güvenliğini sağlamak için, öğrencilerin hazırlayıp internet üzerinden gönderdiği kontrolör kodu ve bloklarını denetleyerek, deney düzeneğine uygulayan yazılım tabanlı bir deney denetleyicisi gerçekleştirilmiştir.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN EXPERIMENT MANAGEMENT SYSTEM FOR THE INTERNET ASSISTED LABORATORY

Selçuk ÖĞÜTCÜ

Keywords: Experiment management system, Internet assisted real laboratory, remote laboratory, distance education, remote experiment

Abstract: Internet assisted laboratories are necessary elements of distance education. In these systems which contribute to location and time independency features of distance education, virtual or real experiments can be performed. Although the simulations performed in virtual laboratories are useful, they don't provide an education as effective as real experiment environments. The Internet assisted virtual laboratory applications operated only by student sent parameters provide a very limited opportunity to students to improve themselves. It's been realized in literature inspections that students perform experiments with their own developed codes or blocks reach the knowledge and experience level targeted more easily. However, the erroneous or harfmul content that may be included in student developed codes or blocks may affect durability, stability and safety of the laboratory environment in critical levels. In order to avoid such problems, a safe experiment management system which applies codes or blocks to the system after eliminating potential problems is designed. For this purpose, an Internet accessable real temperature control laboratory environment and a software based experiment controller which checks student-designed controller codes or blocks sent over Internet in order to secure the laboratory equipments is realized.

1. GİRİŞ

Gelişen İnternet teknolojileri uzaktan eğitimi, formal eğitimin bir destekleyicisi olmanın ötesine taşıyarak geleneksel eğitim yöntemlerine alternatif bir eğitim şekline getirmiştir. Uzaktan eğitim sayesinde zaman ve konum sorunları aşılabilmektedir. Coğrafik uzaklık, bir işte çalışıyor olmak ve günün yalnızca belirli saatlerini eğitime ayırabiliyor olmak, bireysel tercihlere dönük eğitim yapmak giderek sorun olmaktan çıkmaktadır.

Sosyal bilimler, sunulması planlanan eğitsel içeriğin oluşturulma ve sunulma rahatlığı sayesinde uzaktan eğitime hızlı bir şekilde uyum sağlamaktadır. Ancak donanımsal uygulamaların gerçekleştirileceği, fen bilimlerine dahil olan eğitim programlarının gerektirdiği laboratuvar deneylerinde bazı sorunların halen aşılamadığı görülmektedir.

Sanal laboratuvarların sunduğu ideal deney ortamları, gerçek durum ve sorunlara yönelik çözüm üretme becerilerini geliştirmekte yetersiz kalmaktadırlar. Gerçek deney ortamlarının gerçek zamanlı deneylerinin, öğrenci tarafından parametre ve değerler gönderilerek gerçekleştirildiği uygulamalarında ise, öğrencinin alternatif yeni yöntemler geliştirebilmesine ve deneyebilmesine engel oluşturmaktadır.

İnternet destekli laboratuvarlarda, öğrencilerin olası en az sınırlamayla deney yapabilmeleri, bilgisayar-deney ortamı etkileşimine dönük geliştirdikleri kendi deney yazılım ve bloklarını kullanmalarıyla mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, oluşturdukları deney yazılımının deney ortamının devamlı ve kararlı çalışmasını engellememesi önemlidir.

Öğrenci çalışmaları, deney amacını gerçekleştirmeye engel olacak sıradan hatalardan ciddi donanım hasarlarına yol açabilecek kritik hatalara kadar bir çok sorun içerebilir.

Uzaktan eğitimde kullanılan laboratuvarlar özel donanımlar ve bu donanımlara özel yazılımlarla çalışan deney ortamları sağladıklarında belirli bir konunun iyi anlaşılmasını sağlayabilirler. Ancak bu şekilde yapılandırılan laboratuvarlar geleceğe dönük akademik çalışmaları yeterince desteklememektedirler. Bir İnternet destekli gerçek laboratuvar deneyi, deney düzeneğine gönderilen parametreler karşısında çıkış parametrelerinin ötesinde veri ve bilgi sağlamıyorsa, öğrenciye çeşitlendirilebilir örnekler sunmuyorsa eğitsel hedefin yetersizliği düşünülebilir.

İyi bir İnternet destekli laboratuvar, kullanıcılarına esnek bir çalışma ortamı sağlarken başa döndürülebilir ve arızaya neden olabilecek durumları tespit edebilir yapısıyla da kararlı ve sürekli bir çalışmayı sağlayabilmelidir. Böyle bir laboratuvar, çeşitlendirilebilir ve yeni donanımlara uyarlanabilir yapısı ile, modellenmiş cihaz ya da düzeneklerle ilgili ölçeklendirilebilir, detaylı ve karşılaştırmalı deneylerin akademik bir ciddiyetle gerçekleştirmesine izin verecektir.

Uzaktan eğitimde gerçek deney uygulamalarında görülen güvenlik problemlerine dönük bir çözüm sunmayı hedefleyen bu çalışma, bir çok mevcut uzaktan eğitim çalışmasında eksikliği görülen gerçek deney uygulamaları için önemli ve bir o kadar temel bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Buna göre, teorik bilgilerin çevrim içi olarak sunulduğu, geçerli mevzuata uygun sınavların çevrim içi olarak yapıldığı bir çok uygulamaya ek olarak, kapsamlı deney çalışmalarının çevrim içi olarak gerçekleştirildiği bir uzaktan eğitim sistemi yalnızca zaman ve konum bağımsızlığı sağlamayacaktır. Aynı zamanda barınma, ulaşım, enerji gibi konularda oldukça önemli tasarruflar ve bunlara dayalı dolaylı kazanımlar da sağlayacaktır.

Öğrenci tarafından temel tarayıcı ve ortalama donanım özellikleriyle erişilebilen laboratuvar uygulamaları sayesinde istemcilerin de daha az enerji tüketen ve daha maliyetsiz türden seçilebilmesi sağlanabilir. Bu, düşük güç tüketen ve temel özelliklere sahip ince istemciler ya da mobil iletişim cihazlarında yer alan tarayıcıların desteklediği yapıdaki laboratuvar sistemleriyle mümkündür. Kişiye özel sayısal imza, akıllı kart ve benzeri uygulamaların kolayca desteklenebileceği böyle cihazlara da hizmet sunabilen İnternet destekli laboratuvarların, uzaktan eğitimin vazgeçilmez bir parçası olması umulmaktadır.

Bu tez çalışmasında, öğrencilerin geliştirdiği kod ve bloklarda bulunabilecek hatalı veya zararlı içerik ve benzeri olası sorunları ortadan kaldırarak deney donanımına uygulayan güvenli bir deney yönetim sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bunun için, İnternet üzerinden erişilebilen gerçek bir sıcaklık kontrol laboratuvarı ortamı oluşturulmuş, laboratuvar donanımının güvenliğini sağlamak için, öğrencilerin hazırlayıp internet üzerinden gönderdiği kontrolör kodu ve bloklarını denetleyerek, deney düzeneğine uygulayan yazılım tabanlı bir deney denetleyicisi tasarlanmıştır. Böylece hem uzak laboratuvar deneylerinde karşılaşılabilecek sorunlara çözümler üretilmeye çalışılmış hem de detaylı akademik çalışmalara olanak sağlanarak donanım tabanlı deneylerin uzaktan eğitimin önemli bir parçası olduğu gösterilmiştir.

Çalışmaya ait diğer bölümlerin içerikleri aşağıdaki gibidir:

Bölüm 2'de, uzaktan eğitimin tanımı, içeriği, dünyadaki ve Türkiye'deki tarihi ele alınarak uzaktan eğitimin gelişimi anlatılmıştır. Türkiye ve dünyadan örneklerle uzaktan eğitim konusunda yapılan çalışmalar açıklanmıştır.

Bölüm 3'de, gerçekleştirilen İnternet destekli sıcaklık kontrol laboratuvarı sistemine ait donanım, yazılım ve ağ ile iletişim özellikleri açıklanmıştır.

Bölüm 4'de, oluşturulan İnternet destekli laboratuvar ve bu laboratuvar için geliştirilen güvenli deney denetleyici detaylı olarak ele alınmış ve buna benzer çalışmalarda kullanılabilecek kod örnekleri paylaşılmıştır. Literatürde karşılaşılan İnternet destekli laboratuvar uygulamaları içerisinden bu çalışmanın özüne yakın olanlar seçilmiş ve incelenmiştir. Uygulamalarda elde edildiği görülen bulgular ile bu çalışmanın bulguları karşılaştırılmıştır.

Bölüm 5'de, tez çalışmasından elde edilen sonuçlar özetlenerek gelecekte buna benzer çalışmalara kaynaklık edebilecek öneriler dile getirilmiştir.

2. UZAKTAN EĞİTİM

Uzaktan eğitim, öğrencilerin fiziksel olarak bir eğitim ortamında bulunmadan eğitim almalarını hedefleyen bir eğitim dalıdır. Bu amaçla pedagojiden, andragojiden (yetişkinlere yönelik öğrenme stratejileri), teknolojiden ve eğitici sistem tasarımlarından faydalanmakta ve bunlara odaklanarak yeni yöntemlere ulaşmak için geliştirilmektedir.

Günümüzde uzaktan eğitim, uygulandığı eğitim dalı içeriğine göre tamamen fiziksel bir ortam paylaşımı gerektirmeyen yöntemlerle uygulanabildiği gibi, bir eğitim alanını paylaştırmayı zorunlu kılan bazı derslerde, geleneksel eğitim yöntemleriyle melez bir yapı oluşturacak şekilde de uygulanmaktadır. Örneğin, bir tarih dersi eğitimi için tüm ders içeriği ve materyallerinin sanal eğitim ortamlarında yayımlanması ve öğrencilerin bu bilgilerden yararlanarak eğitim sürecinden faydalanmaları yöntemi izlenirken, bir elektrik devreleri dersi için sanal ortamlarda yayımlanan bilgilerin yanı sıra öğrencilerin laboratuvar deneyleri için fiziksel laboratuvar ortamına katılımlarıyla sürecin tamamlanması yöntemi izlenebilmektedir. Özellikle mühendislik bilimlerinde laboratuvar ortamında öğrencilerin bizzat derse katılımı beklenmektedir ve bu da tam anlamıyla bir uzaktan eğitim uygulaması olmamakta, geleneksel eğitim ve uzaktan eğitimin karma bir uygulaması olmaktadır.

2.1. Uzaktan Eğitim Gereksinimi

Günümüzde modern ülkeler; bilim dallarında ilerlemek ve küresel rekabet ortamına hem işbirlikçi hem de özgün çalışmalarla katılabilmek için uzmanlık alanına odaklanmış, uzmanlık sahibi olduğu konuyla ilgili bilim dalları hakkında olabildiğince bilgi sahibi olmuş ve edindiği eğitsel ve/veya bilimsel tecrübeleri somut sonuçlara dönüştürebilen bir beyin gücüne sahip olmak için ilkeler belirlemektedir. Bu bakışa sahip olmayan ülkeler ise var olan teknolojik

gelişmelerden faydalanarak türetilmiş çözümler elde etmeye çalışmaktadır. Bu durumda eğitime bakış, satın alınan teknoloji ürünlerinin uzman kullanıcılarını yetiştirmekten öteye geçememektedir.

Uzaktan eğitim, coğrafi sınırları ortadan kaldırmaktadır. Eğer uzaktan eğitim pedagojik olarak yararlıysa bir enstitünün fakültelerine ve öğrencilerine bölgesel, ulusal ve hatta uluslararası bir hizmet sunamaması için özel bir neden yoktur [1].

Uzaktan eğitim, fiziksel sınırları ortadan kaldırarak kişisel ya da işbirlikçi çalışma ortamlarının oluşturulmasını sağlamaktadır. Böylece birey, gelecekte yalnız başına çalışabilecek öz güveni elde edebildiği gibi, birlikte çalışma koşullarında gereken aynı çalışma başlığı altında farklı görevler üstlenmek ve deneyimlerini diğerleriyle paylaşmak şeklinde bir kazanım elde ederek bilgi üretebilecektir. Anılan deneyim ve kazanımları elde eden bireyler, bilime ve özel olarak teknolojiye katkı sağlamak üzere, coğrafyadan bağımsız bir üstün birikime ve bakış açısına sahip olacaklardır.

Uzaktan eğitim, hedeflenen eğitim düzeyi için gerekli bilgileri edinmede, başta coğrafik nedenler olmak üzere, çeşitli güçlüklerle karşı karşıya olan bireylere ulaşmak açısından önemlidir. Bu bireylerin karşılaştığı başlıca güçlükler; bedensel engeller, eğitim kurumlarına olan coğrafik uzaklık ve ulaşım sorunu, çalışırken eğitim alıyor olmak şeklinde özetlenebilir. Bu güçlüklerden ulaşım sorunu öğrenci tarafından bir şekilde aşılabiliyor olabilir. Örneğin öğrenci eğitim almak için konum değiştirmek ve gerekiyorsa o konumda eğitim süreci boyunca yaşamını sürdürmek konusunda sorun yaşamıyor olabilir. Bununla birlikte; şehir değiştirmesini, yeni bir yaşam ortamına ayak uydurmak zorunda kalmasını ve bulunduğu ortamda eğitim alacağı kuruma ulaşım sağlamasını gerektirmeyecek bir uzaktan eğitim yapısı, ilgili ülke genelinde yaygınlaştığında, uzaktan eğitim bireysel harcamalardan ulaşım harcamalarına ve hatta sera gazları salınımının azalmasına varan ekonomik ve çevresel yararlar da sağlayacaktır. Böylece eğitime ayrılan aile bütçeleri başka kişisel gelişim ve tercihlere kaydırılabilecektir.

Uzaktan eğitim gereksinimi ele alınırken pedagojik bağlamda önemi kabul görmüş ve yüz yüze eğitimin bileşenleri olan unsurlar belirlenmeli ve değerlendirilmelidir.

2.2. Türkiye'de Uzaktan Eğitim

Türkiye'de ilköğretim, lise ve üniversite düzeyinde uzaktan eğitim verilebilmektedir. Teknolojik olanaklar doğrultusunda sürekli bir gelişim sergilemekle beraber, dünyada uzaktan eğitime verilen önem ve oluşturulan uzaktan eğitim yapıları ile karşılaştırıldığında, Türkiye'deki uygulamaların ulaştığı ve ileri teknoloji uygulamalarının özgünlüğü yeterli görünmemektedir.

Türkiye'de MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) bünyesinde faaliyet göstermekte olan açık öğretim kurumları; Açık İlköğretim Kurumu, Açıköğretim Lisesi, Mesleki Açıköğretim Lisesi ve Mesleki Teknik Açıköğretim Okulu'dur.

1961 yılında MEB tarafından Mektupla Öğretim Merkezi kurularak öğretime başlamış, bu çalışmalar 1966 yılında Genel Müdürlük düzeyinde örgütlenerek sistem örgün ve yaygın eğitim alanında yaygınlaştırılmıştır. 1974 yılında Mektupla Yüksek Öğretim Merkezi kurulmuştur. Bu girişim yerini daha sonra Yaygın Yüksek Öğretim Kurumu'na bırakmıştır. Ancak, bu girişim de başarılı olamamıştır. 1983 yılında yürürlüğe giren 2547 sayılı Yüksek Öğretim Yasası ile Anadolu Üniversitesi bünyesinde bir Açık Öğretim Fakültesi açılmıştır. Bu fakülte, uzaktan eğitim konusunda öğretim, araştırma, yayın hizmetleri vermektedir. 1980 ve 1990'lı yıllarda Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı olarak hizmet veren Okul Radyosu ve TV Okulu örgün eğitimi desteklerken, isteyen herkese yaygın eğitim olanağı sağlamıştır [2].

MEB Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü bünyesinde çağ nüfusu dışında kalan bireylere uzaktan eğitim veren kurumlar ise; 1992 yılında kurulan ve orta öğrenim diploması veren Açıköğretim Lisesi, 1997 kurulup, 1998'de öğretime başlayan ve 6., 7. ve 8. yıllarının öğretimini sunarak ilköğretim diploması veren Açık İlköğretim Okulu, Elektrik tesisatçılığı sertifikası veren Mesleki ve Teknik Açık Öğretim Okulu'dur [2].

Türk Üniversitelerinde Sürekli ve Açıköğretim yapma hakkı tanınması ise Türkiye'de yüksek öğretim düzeyinde uzaktan eğitim açısından bir kilometre taşıdır.

6 Kasım 1981 tarihinde yürürlüğe giren ve Türk Yükseköğretimini yeniden düzenleyen 2547 sayılı kanunun 5. ve 12. maddeleri, Türk Üniversitelerine Sürekli ve Açıköğretim yapmak hakkını tanımıştır. Daha sonra bu görev bilimsel birikim, akademik deneyim, nitelikli insan kaynağı ve uluslararası standartlarda teknik/teknolojik altyapıya sahip olan Anadolu Üniversitesi'ne 20 Temmuz 1982'de çıkartılan 41 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile verilmiştir. Mevcut İletişim Bilimleri Fakültesi bünyesinden doğan Uzaktan Eğitim Sistemi böylece ülke düzeyinde uzaktan öğretim hizmeti ile görevlendirilmiştir [3].

Anadolu Üniversitesi'ne bağlı Açıköğretim Fakültesi, teknolojik gelişmelere paralel olarak uzaktan eğitim materyallerinde güncellemeler gerçekleştirmiştir. Televizyon yoluyla gerçekleştirilen öğretim çalışmalarında destekleyici bir kaynak olarak kullanılan kitaplar içerik olarak güncellenmiş, CD-ROM'lara ders içerikleri aktarılmış, 2002-2003 öğretim yılıyla birlikte öğrencilere İnternet üzerinde ve CD-ROM içeriğinde sunulmak üzere alıştırma yazılımları üretilmeye başlanmıştır. Anadolu Üniversitesi'nin uzaktan eğitim sistemi İşletme, İktisat ve Açıköğretim Fakültelerinden oluşmaktadır.

Uzaktan eğitim yöntemleri, İnternet teknolojilerinin artan gücü ve kullanım yaygınlığı sayesinde geleneksel uzaktan eğitim araçlarında eleştiri konusu haline gelmiş öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretici etkileşimi ve rekabet sorunlarına sanal çözümler getirmek mümkün olmuştur. İnternet ortamında etkileşim, işbirliğine dayalı eğitim, rekabet, bireyselleştirilmiş amaç gibi önemli eğitim bilimi konularında gelişme sürmektedir.

Zaman içerisinde diğer üniversiteler de uzaktan eğitim alanında yer almaya başlamışlardır. Bu konuda öncü bir çalışma ODTÜ'de gerçekleştirilmiştir. 1996 yılında Enformatik Enstitüsünde İnternet'e dayalı eş zamansız eğitim çalışmaları ile başlayan süreç İDE_A (İnternet Destekli Eğitim-Asenkron) ismini taşıyan bir uygulamayla 4 Mayıs 1998 tarihinde ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği tarafından devam ettirilmiştir.

Eş zamanlı uzaktan eğitim eş zamansız eğitime göre daha az rastlanır bir eğitim şeklidir. Öğretmenin ve öğrencilerin aynı zamanda çevrim içi olarak gerçekleştirilen bu eğitim yöntemi, zaman ve mekan bağımsız eğitime olanak sağlayan eş zamansız eğitime oranla daha az tercih edilmektedir. Bununla birlikte, öğrenci-öğretmen arasında anında etkileşimi sağlaması dikkat çekici bir avantajıdır. Eş zamanlı eğitim yalnızca görsel ve işitsel etkileşimle ders anlatımı ve karşılıklı iletişim sağlanacağı durumda eş zamansız eğitime göre karmaşıklığı daha az İnternet ve/veya diğer iletişim teknolojileriyle sağlanması mümkündür. Gerçek zamanlı olarak etkileşimin sağlanacağı birlikte çalışma ortamlarında ise eş zamansız eğitimden daha karmaşık bir teknolojik alt yapı gerektirir. Bazı özel eğitsel etkinliklerde kullanımı kaçınılmazdır. Uzman bir denetleyiciye ihtiyaç duyulan kritik ya da tehlikeli uzaktan laboratuvar deneyleri, işbirliğine dayalı yazılım geliştirme çalışmaları, zaman-kritik ve hızlı öğrenme gerektiren eğitsel uygulamalar örnek gösterilebilir.

Türkiye'de giderek artan sayıda üniversite öğrencilerine eş zamansız İnternet'e dayalı eğitim hizmetleri sunmaktadır. 01.03.2000 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan "Enformatik Milli Komitesi Yönetmeliği", uzaktan eğitim yapacak yüksek öğrenim kurumlarının bu amaçla oluşturacakları akreditasyon üst kurulları ile işbirliği yaparak belirlenmiş ilkeler doğrultusunda eğitim ortamları hazırlanmasına olanak sağlamaktadır.

Enformatik Milli Komitesinin Resmi Gazetede yayımlanmış 01.03.2000 tarihli 23980 sayılı yönetmeliği Madde 1'e göre amacı aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

Enformatik Milli Komitesi'nin amacı, yükseköğretim kurumlarında iletişim ve bilgi teknolojilerine dayalı uzaktan eğitim ve enformatik alanlarında, eğitim-öğretim olanaklarının planlanması ve eğitim etkinliğinin artırılması maksadıyla, Üniversitelerle işbirliği içinde araştırma, inceleme ve değerlendirmeler yaparak Yükseköğretim Kuruluna önerilerde bulunmaktır [4].

Enformatik Milli Komitesi Yönetmeliği doğrultusunda ODTÜ'de İDE_A isimli bir yapı oluşturulmuştur. İDE_A, öncelikli olarak yaygınlaştırılmasında yarar görülen bilgilere ilişkin konularda bir dizi eğitim programı projesidir [5]. Bilgi Teknolojileri

Sertifika Programı ODTÜ'nün uzaktan eğitim alanında gerçekleştirdiği bir diğer çalışmadır. Eş zamanlı ve eş zamansız eğitim bu uygulamada karma bir şekilde kullanılmaktadır. METU-Online Web sitesinde uzaktan eğitim ihtiyacına yönelik olarak geliştirilmiş NET-ClassR adlı bir ÖYS'ye (Öğrenme Yönetim Sistemi) dayalı olarak hizmet vermektedir. Yerleşke içerisinde yaygın bir kullanımı olan bu sistem, 1997 yılında enformatik enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemde öğrenciler ve öğretmenler Web tabanlı eş zamansız derslerini standart tarayıcılar kullanarak izleyebilmekte ve yönetebilmektedirler. Enformatik Online sitesi enformatik enstitüsü tarafından geliştirilmekte olan, bilişim teknolojileri ve sistemlerine yönelik bir yüksek lisans programını barındırırken, Dil programı İngilizce öğrenmeye yönelik etkileşimli bir uzaktan öğrenme hizmeti sunmak üzere geliştirilmektedir.

Sakarya Üniversitesi SAÜİDÖ (Sakarya Üniversitesi İnternet Destekli Öğretim) adını verdiği bir model ile uzaktan eğitim vermektedir. Sakarya Üniversitesi SAÜİDÖ'nün yanında e-sertifika programları üzerinde de çalışmalarını sürdürmektedir [5]. Bu uygulamanın eş zamanlı ve eş zamansız eğitim olanaklarının birlikte kullanılmasıyla yürütüleceği öğrenilmiştir.

İstanbul Teknik Üniversitesi uzaktan eğitim alanında ilk adımı 1996 yılında atmıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi Uzaktan Eğitim Merkezi (UZEM) 1996 yılında İTÜ Rektörlüğü'ne bağlı olarak kurulmuş bir uygulama ve eğitim merkezidir [6]. 2004 yılında oldukça kapsamlı bir teknik alt yapı ile tamamlanan uzaktan eğitim bina, birim ve sistemleriyle eş zamanlı ve eş zamansız uzaktan eğitime yerel ve İnternet'e dayalı olarak olanak sağlamaktadır.

Bilkent Üniversitesi bünyesinde öğrencilerin derslerini takip edebilecekleri, öğretmenlerle ve diğer öğrencilerle tartışmalar, yerleşik mesajlaşma, sohbet, ödevler, grup yönetimi ve başarım izlemeyi de içeren pek çok yolla etkileşim sağlayabilecekleri bir Web tabanlı öğrenme platformu oluşturulmuştur [7].

Ahmet Yesevi Üniversitesi İnternet üzerinden; ön lisans, lisans ve yüksek lisans dersleri vermektedir. Öğrenci bilgi sistemi ve çevrim için uzaktan eğitim uygulamalarının bir arada sunulduğu eğitim ortamında öğrencilerin faydalanabileceği

hizmetler ve bu hizmetlerden faydalanma yöntemleri Ahmet Yesevi Üniversitesi Uzaktan Eğitim Sistemi Öğrenci Kılavuzunda [8] ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Üniversite, tümüyle eş zamanlı ve eş zamansız uzaktan eğitime dayalı karma bir alt yapı ve bu yapıya tümleşik bir öğrenci bilgi sistemi ile eğitim vermektedir. Bunun yanında Bilig adlı bir sosyal bilimler dergisi de tüm İnternet kullanıcılarına açık bir şekilde üniversite sitesinde sunulmuştur.

Gazi Üniversitesi, çağın gerektirdiği teknolojik gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan ve yaygınlaşan uzaktan eğitime, köklü eğitim anlayışını teknoloji ile birleştirerek ilk olarak 2006-2007 öğretim yılında iki ön lisans programı açarak başlamıştır [9]. Üniversite bünyesinde eş zamanlı ve eş zamansız eğitim gerçekleştirilmektedir. Öğrencilerin eğitim sistemiyle olan etkileşimleri; ödev, tartışma, ders içeriği izleme, sohbet saatlerine katılımları, öğretim elemanları ve sistem yöneticileri tarafından denetlenebilecek şekilde oluşturulmuş bir yapıda kayıt altında tutulmaktadır.

Ankara Üniversitesi, 2001 yılında kurulması kararlaştırılan ve 2002 yılında kurulan ANKUZEM (Ankara Üniversitesi Uzaktan Eğitim Merkezi) ile uzaktan eğitim hizmeti sunmaya başlamıştır. 2003 yılı itibariyle de yatırımları doğrultusunda ürün ve hizmet üretmeye başlamıştır. Eş zamansız uygulamalarında ders içerikleri SCORM yapısı içerisine gömülmektedir. Bu model sayesinde ders içerikleri, SCORM alt yapısına sahip tüm sanal eğitim sistemlerinde de orijinal haliyle kullanımı mümkün olmaktadır. ANKUZEM tarafından web temelli, eş zamanlı ve karma uzaktan eğitim uygulamalarını aynı anda gerçekleştirebilmektedir [10]. Uzaktan eğitim sertifika ve diploma programlarını kapsamaktadır. ANKUZEM, 2006 yılı itibariyle Avrupa Uzaktan Eğitim Ağı üyesidir.

2.3. Dünyada Uzaktan Eğitim

Uzaktan eğitim yeni bir olgu değildir. 20. yüzyılın başlarında, herhangi bir yere herhangi bir zamanda götürülebilen yüksek kaliteli bir eğitim, yazışmalı çalışma programlarıyla vaat edilmiştir [11]. 19. yüzyılın sonlarında, kapsamlı ve göreceli olarak pahalı olmayan posta hizmetinin geliştirilmesi, basım tabanlı yazışmalı

derslerin oluşturulmasına önderlik etmiştir [12]. Bu programlar; nitelik (kişiselleştirilmiş eğitim) ve nicelik (mesajın çok sayıda öğrenciye çok yayılmış iletimi) arasındaki temel tercih nedeniyle vaatlerini yerine getirememişlerdir [11]. Nitelik-nicelik arasında yapılacak seçimle yüzleşildiğinde, yüksek eğitim niceliği seçmiştir. Bu seçim, sonuç olarak, yazışmalı eğitimin kalitesi konusunda yaygın bir tatminsizliğe yol açmıştır [11].

İkinci dünya savaşı sonrası, GI Bill'in tanıtımı ile, üniversite diplomasının pazarda artan değeri vurgusuyla oluşan üniversitelere kaydolma sayısındaki artış, büyük kitlelere yönelik dersleri olağan hale getirmiştir [11]. Bu gelişme niteliği niceliğe feda etmiştir [11]. Yazışarak öğrenimi temel alan bu yöntem; piyasa odaklı ve işçi sınıfı oluşturmaya dönük olmasına ve net karları artırma amacı gütmesine rağmen bunu arzu edilen düzeyde sağlayamayan ve giderek kaliteyi düşüren bir uygulama haline geldiği için terk edilmiştir.

Günümüzdeki çevrimiçi uygulamalarda da, geçmişteki yazışmalı eğitimde özellikle pedagoji bağlamında gözlemlenmiş sorunların ciddiyetle ele alınması gerekmektedir. Bu da, nitelik ve nicelik arasındaki tercihlerin öneminin iyi anlaşılmasını gerektirmektedir. Artan sayıda öğrenciye eğitim vermek konusuna, gerek eğitim kurumu geliri gerek piyasa ihtiyacı açısından bakmak ve bunlarla yetinmek, uzaktan eğitim konusunda tarih boyunca süre gelmiş en temel tercih sorunuyla yüzleşmeyi ve arzulanan genel başarımdan uzaklaşılmayı beraberinde getirecektir.

Sanal ortamda; video, canlandırma, şekil, grafik, ses ve metin dosyaları şeklinde eğitsel içerik sunmak yoluyla çevrim içi ve eş zamansız eğitim vermek, pek çok bilim dalında uzaktan eğitimi tatmin edici hale getirebilmektedir. Birlikte ve işbirlikçi öğrenmeyi daha da pekiştirmenin yolu ise eş zamanlı eğitimi zorunlu kılmaktadır. Bunların karma kullanımıyla gerçekleştirilen uygulamalar, oldukça yüksek sayıda öğrenciye eğitim verilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte özellikle bilgi ve deneyim öğretmeye yönelik mühendislik bilimi uygulamalarında sanal laboratuvar kullanımı ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Sanal laboratuvarlar, gerçek bir laboratuvar çalışmasının benzetimi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Sanal laboratuvarlarda gerçekleştirilen deneyler, gerçek deneylere oldukça benzer şekilde gerçekleştirilmektedir. Öğrenci, gerçek bir laboratuvardaymış gibi sanal deney düzeneğinde deney göreviyle ilgili parametreleri deneyebilir ve sonuçlara bakarak deney konusunu anlamaya çalışabilir. Bir sınav görevi olarak parametre gönderme sayısı sınırlanarak öğrencinin deney konusuyla ilgili hesaplamaları yapması ve deney düzeneğine doğru parametreleri göndermesi istenebilir. Böylece öğrencinin teorik bilgiye hakimiyeti, konuyla ilgili hesaplamalardaki becerisi ve aldığı sonuçlar ve bu sonuçlarla ilgili yorumlamadaki başarısı sınanabilir.

Sanal laboratuvarlar teorik deneyler ve teorik deney elemanlarının ürettiği teorik sonuçlar açısından bakıldığında, gerçek deneylerin pratik sonuçlarıyla kıyaslandığında bazı bilgi eksikliklerine neden olabilir. Örneğin, ideal bir ortamda verilen parametreleri ideal bir şekilde işleyen ve buna göre ideal sonuçları üreten bir deney, öğrencinin pratik deneylerde ya da gerçek yaşamdaki çalışma ortamlarında karşılaşabileceği sorunlardan soyutlanmasına neden olabilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için sanal laboratuvardaki sanal deney cihazlarının gerçeklerine daha benzer olması, hatalı parametrelerde gerçek durumdakilere benzer hatalar vermesi sağlanabilir. Ancak bu durumda da gerçek bir laboratuvar yerine niçin sanal laboratuvar kullanıldığı düşüncesiyle karşılaşılması söz konusu olacaktır.

Dünyadaki uygulamalarda, sanal laboratuvarların konuların pekiştirilmesi veya gerçek deney ortamının sınanması öncesi bir yeterlilik sınavı amacıyla uygulandığı görülmüştür. Öğrenci, yapacağı yanlış işlemlerle bozulmayacak bir laboratuvar yapısında dilediği kadar deneme-yanılma işlemi gerçekleştirebilir, doğrudan en doğru parametreleri belirlemek üzere hesaplamalar yapabilir ve teorik sonuçların deney görevinden beklenenlerle bir karşılaştırmasını yaparak bir geri besleme döngüsüne dahil olabilir. Karşılaşılan bir diğer uygulama şekli de gerçek laboratuvar ekipmanına erişmeden önce öğrencinin belirlediği parametrelerin hatasızlığının sınanması ve hata ile karşılaşılmadığı durumda gerçek deney laboratuvarına gönderildiği uygulamalardır. Bu şekilde bir ön hata ayıklama işlemi

gerçekleştirilmekte ve deney ekipmanının çalışma tutarlılığı açısından hatasızlığını ispatlamış parametrelerin gerçek düzeneğe gönderilmesi sağlanmaktadır.

2.4. İnternet Destekli Laboratuvarlar

Uzaktan eğitim, yalnızca eğitim materyallerinin öğrencilere sunulmasıyla yetinildiğinde uygulamalı bilimlerde öğrencilerin uygulama yapmak üzere ilgili eğitim kurumuna gelmelerini gerektirmektedir. Bu durumda uygulamalı bilimlerde çalışan öğrencilerin, diğer bilim dallarında eğitim görenlerin faydalandığı zaman-mekan bağımsız eğitimden tam olarak yararlanmaları mümkün olamamaktadır.

İnternet destekli laboratuvar konusunda çalışmalar yürüten bilim insanlarının konuya getirdikleri çeşitli bakış açıları sayesinde, gün geçtikçe daha kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Pedagojik şüpheleri gidermeye yönelik çözümler gelişerek sürmekte ve teknolojiye dayanarak getirilen çözümler aslında pedagojik gelişimi de beraberinde getirerek daha ölçülebilir, hesaplanabilir sonuçlarla kuşkuları dağıtmaktadır.

Web tabanlı laboratuvar uygulamaları, mühendislik bilimlerine yönelik pratik deney uygulamalarının dünya çapında paylaşılmasını sağlamakta olduğu belirtilmiştir [14]. Yazara göre böylelikle geleneksel üniversitelerin ve açık üniversitelerin eğitici kaynakları, mevcut eğitim çabalarını olumlu yönde destekleyecektir. Oluşturulmuş web tabanlı uygulamaların, çok yönlü eğitim amacına yönelik büyük katkı sağladığı anlatılmıştır. Öğrenciler, her laboratuvar görevine XML ve Java teknolojisinin kullanıldığı dinamik olarak oluşturulmuş kokpitlere bağlanabilmektedir. Yazar, başarılı ve esnek eğitim yapısında gerçek deney donanımına doğrudan erişime cazip bir alternatif gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Lowe ve Cambrell'in üzerinde çalıştıkları projenin arkasında yer alan güdüleme, kaynakların en uygun şekilde sunumunun yanında öğrencilere esnek bir eğitim alma imkanı sağlamaktır [15]. Yazar, oluşturulmuş web sitesinin sağladığı imkanlar sayesinde, laboratuvar ekipmanının kullanıma uygun olduğu herhangi bir zamanda, öğrencilerin pratik uygulamalarını gerçekleştirebilmekte olduklarını belirtmiştir. Bu uygulamada altı adete kadar mekatronik cihaza bağlantı yapılabilmekte ve

mekatronik cihaz başına üç adete kadar kamera kullanımı sağlanabilmektedir. Öğrencilerin standart laboratuvar oturumlarına kıyasla daha derin bir öğrenme deneyimi yaşamaları ve olabildiğince az sınırlandırılmış deneyler yapmaları beklenmektedir. Bu çalışma aynı zamanda, bir fabrikanın değişik yapılardaki mekatronik cihazları merkezi olarak denetlemesini örneklemektedir.

Watson ve arkadaşlarının çalışmasına göre UND'de akredite uzak mühendislik lisans programına kayıtlı lisans öğrencilerinden her yaz 3 haftaya kadar yoğunlaştırılmış laboratuvar uygulaması almaları beklenmektedir. Bu durum, genel olarak tam zamanlı çalışmak durumunda olan veya ailesiyle kalma zorunluluğu olan öğrencileri finansal ve sosyal sorumluluk almaya zorlamaktadır. Yerleşkede geçirilmesi zorunlu zamanı azaltmaya çalışan çevrimiçi uygulamalarla ilgili çalışmalar ele alınmıştır. Laboratuvar; deney setine bağlı bir veri toplama cihazı, laboratuvar bilgisayarı ve erişim denetimi yapan bir bilgisayardan oluşmaktadır. Deney verilerinin grafik olarak gözlemlenmesi ve video ile deney setinin gözlemlenmesi mümkündür. Deneyler gerçek laboratuvar deneyleri ve benzetimli laboratuvar deneyleri olarak sınıflandırılmıştır. Laboratuvar işletimi, önce benzetim sonra gerçek laboratuvar deneyinin gerçekleştirilmesi şeklinde yapılmaktadır. Örneğin bir PLC laboratuvarı çalışmasında öncelikle öğrenciler PLC benzetiminde %90 ve üzeri bir başarıya ulaşmaları gerekmektedir. Bu başarıyı sağladıkları takdirde video görüntüsüyle desteklenmiş fiziksel deney düzeneğine uzaktan erişim yapma hakkına sahip olmaktadırlar [16].

Chirico ve arkadaşlarının uygulamasında elektronik ölçme alanında, laboratuvar kaynaklarının Internet üzerinde paylaştırılması ve sanal çevrimiçi laboratuvar oluşturulmasına yönelik yeni bir model geliştirildiği ve onaylandığı belirtilmiştir. Yazara göre teorilerin pratik uygulamalar yoluyla denenmesi bilimsel öğretim açısından önemli bir yaklaşımdır ve web tabanlı eğitim için bu etkinliği destekleyecek uygun çözümler henüz bulunamamıştır. Gerçekleştirdikleri bu çalışmada paylaştırılmış sanal laboratuvar kavramı tanımlanmıştır. Bu laboratuvar tek bir web sitesi üzerinden birden fazla laboratuvara erişimi sağlamaktadır. Bu laboratuvarın yapısında bir sanal laboratuvar sunucusu (VLS) ve bir gerçek uzak laboratuvar sunucusu (RLS) bulunmaktadır. Oluşturulmuş ortamın özellikleri; açık bir yapı, web iletişimini gerçek pratikle birleştiren ve teknik eğitimi geliştiren

kullanıcı dostu çözümler, her çalışma oturumunun tutarlılığını koruyarak denetimli ve eş zamanlı anlık deney kiplerinin yönetimi, yüksek taşınabilirliği ve platform bağımsızlığına önderlik eden standart teknolojilerin kullanımı ve düşük maliyetli donanım ihtiyacı şeklinde ifade edilebildiği belirtilmiştir [17].

Coğrafik olarak uzak öğrencilere hizmet sunmak üzere geliştirilmiş bir uzak etkileşimli laboratuvar çalışması Sivakumar ve arkadaşları tarafından sunulmuştur. Oluşturdukları çevrimiçi İnternet programının, pratik uygulama laboratuvarlarını yapıcı ve işbirlikçi pedagojik bir yaklaşımla ilişkilenmiş bir grup düzenlemesi için kullanmayı sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışmada bilgisayarlar iki grup altında ele alınmıştır: öğrenci ağı (STUDENTNET) ve laboratuvar ağı (LABNET). Labnet ağı, üç adet Passport 7440 çoklu-hizmet yönlendirici etrafında oluşturmuşlardır. Labnet yapısı ethernet omurgası, ATM omurgası, çerçeve aktarıcı omurgası ve ISP hizmetleri üzerine kurulmuştur. Studentnet yapısında ise merkezi donanım tesisatında yer alan 8 adet rack bulunmaktadır. StudentNet yapısı tasarım olarak cihazlarla çoklu anlık etkileşimi destekleyecek ve öğrenciler tarafından İnternet yoluyla erişilebilecek şekildedir. Öğrenci racklerinde laboratuvar donanımına uzak erişim, her öğrenci rackine herhangi bir cihazın portunu İnternet'e bağlayan bir terminal sunucu yerleştirilmesiyle sağlanmaktadır [18].

Yan ve arkadaşlarına göre uzaktan kontrol edilebilen etkin bir laboratuvar yapmanın zorluğu, ayrık donanım kaynaklarının ve ekipmanların platformlar arası çalıştırılmasını sağlamaktır. Normal olarak platformlar arası çalışmayı sağlamak için oluşturulacak sisteme dahil olan cihazların tek tip olması (National Instruments veya Agilent gibi) ve kullanılacak bilgisayarlarda Microsoft gibi genele hitap eden bir işletim sistemi kullanılması gerekmektedir. Bu durumda da kullanıcıların ek yazılımlar kurması gerekmektedir. Yazar tarafından bir halk kütüphanesinde veya eski bir diz üstü bilgisayar ile çalışmakta olan bir öğrenci için bunun zor olduğu belirtilmiştir. Yazara göre bu durumda bu şekilde hazırlanmış çevrimiçi bir laboratuvar, farklı yapıdaki kaynakların paylaşımı için olmazsa olmaz özellikleri ve kolay web erişimi hizmeti gibi hedeflere ulaşamayacaktır. Bu eksikliklere yönelik olarak getirdikleri çözüm çevrimiçi deney sistemlerini; platformlar arası çalışmayı desteklemek üzere tasarlanmış, ağ üzerinde makine-makine etkileşimi yapan ve aynı

zamanda heterojen kaynakları entegre eden bir web hizmetleri tabanı üzerine kurmaktır [19].

Hahn ve Spong'un bildirisinde ele alınan laboratuvarda, öğrencilerin deney setinin bazı parametrelerini gerçek zamanlı olarak ayarlayabildikleri ancak denetleyici tasarımında esneklik sağlayamadıkları görülmüştür [20].

Röhrig ve Bischoff tarafından ifade edilen laboratuvar yapısı, ağırlıklı olarak öğrencilerin birlikte deney üzerinde çalışmasını hedefleyen gerçek zamanlı bir iletişim yapısını hedeflemiştir. Önerilen yapıda kimlik denetimi de mevcuttur [21].

Corradini ve arkadaşları tarafından içerisinde fiziksel deneyleri de barındıran sanal odaların bulunduğu bir laboratuvar yapısı tanıtılmıştır. Deney paylaşımı için bazı araçlar oluşturulmuştur. Makalede tanıtılan araç, uzak sistemlerle etkileşimli tasarım ile denetleyici gerçekleştirilmesini sağlamak için oluşturulmuştur [22].

Bir ÖYS içerisinde pratik işlerin pedagojik senaryolar tanımlanması yöntemi, Benmohamed ve arkadaşları tarafından sunulmuştur. Bir öğrenme içerik yönetim sistemi yardımıyla önceki senaryoların yeniden kullanılabileceği gösterilmiştir. Bir uzak laboratuvar yapısının ÖYS içerisinde ne şekilde kullanılabileceği ifade edilmiştir [23].

MATLAB (Matrix Laboratory) ile sanal ve gerçek deneylerin nasıl gerçekleştirilebileceği, Valera ve arkadaşları tarafından gösterilmiştir. Burada ele alınan mimarinin hedefi, öğretmen için deney oluşturma kolaylığı sağlarken öğrenci için maliyetleri düşürmektir [24].

Deniz ve arkadaşları tarafından uzak deneylere erişim noktası olarak kullanılabilecek Web-Kernel adlı bir yazılım modülünden faydalanılarak WAS (Web Application Service) Web uygulama hizmeti şeklinde tanımlanmış yeni bir yaklaşım ele alınmıştır [25].

Calaghan ve arkadaşlarının çalışmasında, uzak masaüstü kullanılarak gerçekleştirilen bir laboratuvar modeli ele alınmıştır. Birlikte öğrenmeyi ve gerektiğinde deney ile ilgili yardım alma imkanı sağlamak için görselliğin de dahil olduğu bir iletişim alt yapısı düşünülmüştür [26].

Fernandes ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği ELEPOT-rLab (Power-Electronics Remote-Laboratory) uygulaması gerçek-zamanlı Linux işletim sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve gerçekleştirilmesinin zor olduğu savunulan gerçek zamanlı uygulamalara izin veren bir uygulama anlatılmıştır. Uygulamada Web işlemleri Java ile desteklenmiştir. Bu uygulamada güç-elektroniği uzak laboratuvarı modeli tanıtılmıştır. Tamamen gerçek zamanlı denetim ve sonuç görüntüleme özelliklerini içermektedir. Denetim işleminde öğrenci etkileşimi, grafik ara yüzdeki düğmeler yoluyla sağlanmaktadır [27].

Frangu ve Chiculita'nın gerçekleştirdiği laboratuvar sisteminde öğrencilerin deney düzeneğine tam hakimiyetini sağlayan bir yapı anlatılmıştır. Bu çalışma içerisinde yer alabilmek için öğrencilerin Python dilini öğrenmeleri gerekmektedir. Tüm denetim algoritması öğrenciler tarafından yazılmaktadır. Bu özellik sayesinde öğrenci, önceden belirlenmiş sınırlar dahilinde çalışan deney sistemi yapısından daha bağımsız bir ortamda çalışabilmektedir. Python dilinin kısıtlama özelliklerinden faydalanılarak deney sisteminin güvenli çalışması sağlanılmaya çalışılmıştır [28].

Ishutkina ve arkadaşları üç serbestlik dereceli 3DOF (Three degree of freedom) helikopterinin denetimi anlatılmıştır. Bu deney yapısında üç serbestlik dereceli bir helikopterin güvenli denetimi için gereğinde (tahmin edilen bir sonraki mümkün olan en kötü durum, güvenli bölge dışındaysa) kullanıcı tanımlı denetimin önüne geçerek sistemi güvenli çalışma bölgesine çeken bir sistem anlatılmıştır. Denetim ortamı için Casini ve arkadaşlarının geliştirdiği sistemden [37] faydalanılmıştır [29].

Fujii ve Koike, dağıtık kaynaklar ve dağıtık hizmetlerin kullanılmasının avantajlarından faydalanan Web hizmetlerinin kullanımına dayalı bir paylaşımlı laboratuvar mimarisini tanıtmışlardır. Bu mimarinin zaman paylaşımlı, çoklu

kullanıcılı bir gerçek deney gerçekleştirme ihtiyacına etkin ve pratik bir çözüm getirdiği öne sürülmektedir [30].

Sahada bulunmayan kullanıcıların uzaktan bir rüzgar tünelini denetleyebilecekleri bir yapı Cenname ve arkadaşları tarafından aktarılmıştır. Yapının, daha büyük ölçekli bir yapıya terfi ettirilebileceği belirtilmektedir. Bu durumda, güvenliğin farklı coğrafik konumlarda bulunan kişiler arasında paylaşımında, kişiye özel gizliliğe ve güvenilebilir olması açısından garanti edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Sistemin; RS-232 standardı, TCP/IP protokolü gibi değişik haberleşme biçimlerini kullanan cihazlarla oluşturulmuş detaylı yapısı anlatılmaktadır [31].

Famoso ve Moya tarafından, açık kaynak kodlu bir ÖYS'nin (Moodle) bir uzak laboratuvar deneyi ile nasıl entegre edilebileceği anlatılmıştır. Makalede, bir mikro denetleyici deney düzeneği ve bunun denetimi ile ilgili ayrıntılar verilmiş ve söz konusu deneyin bir Moodle görevi şeklinde öğrenciye sunulması anlatılmıştır. Literatürde yapılan incelemelerde öğrenci kodu yoluyla gerçekleştirilen deneylerin denetim sistemleri ve bunların teknik ayrıntıları şeklinde ele alındığı, ölçüm laboratuvarı biçimindeki uzak deneylerinse teknik yapısı ile birlikte bir ÖYS dahilinde ele alındığı gözlemlenmiştir. Bu makalede öğrencinin yazdığı kod yoluyla etkileşebildiği bir deney düzeneğinin bir ÖYS içine nasıl entegre edilebileceği anlatılmıştır [32].

Asumadu ve arkadaşlarının tanıttğı RwmLAB (Remote Wiring and Measurement Laboratory) ismini verdikleri Web yardımıyla erişilebilen bir sanal breadboard üzerinde deney gerçekleştirmeyi sağlayan bir deney düzeneği anlatılmıştır. Web sayfası üzerinde sanal bir ortamda tasarlanan deney şeması, gerçek bir deney şeklinde çalıştırılmaktadır. Sanal ortamda tasarımı yapılmış devrenin istenen kısımlarına yerleştirilen görüntüleme araçları yardımıyla gerçek zamanlı ölçüm yapılabilmektedir. Tüm yazılım HTML, Javascript, Java ve CGI için C dilinde gerçekleştirilmiştir [33].

Sivakumar ve arkadaşları INWK laboratuvarı çalışması ile uzaktan erişimli bir ağ analiz sistemini sunmaktadır. Belirtilen laboratuvar ortamının pedagojik ve teknik alt

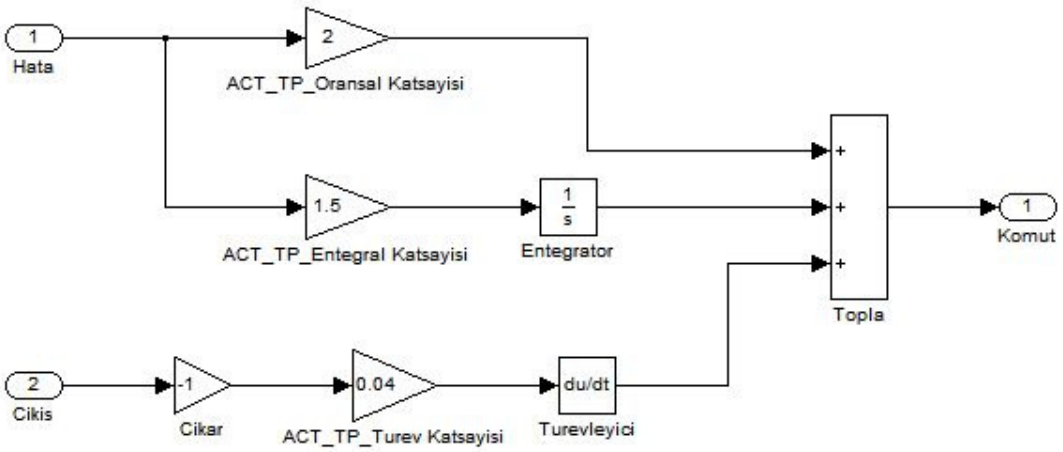
yapısı anlatılmıştır. İnternet'e yönelik ağ bilgilerinin verildiği, uzak etkileşimli laboratuvar olarak nitelendirilen bu çalışmada öğrencilerin komut istemi arayüzü kullanmaları tercih edilmiştir. Bir grafik kullanıcı arayüzü (GUI) yerine önerilen bu etkileşim yöntemi, uzak görüntüleme ve denetimde gerçek zamanlı çalışmaya daha uygun olduğu belirtilmiştir. Ancak yerel/geniş alan ağlarının (LAN/WAN) analizi için CLI yeterli olmadığından OPNET gibi bir yazılımın uzaktan çalıştırılması uygun görülmüştür. Bu yazılımın uzaktan çalıştırılması için bir sanal ağ istemcisi yazılımı (VNC) kullanılmıştır. Bu yazılım, kişisel bilgisayar başına en az 56 kb/s erişim yeteneği gerektirmektedir. Kullanıcılar bu laboratuvar yapısında kimlik denetiminden geçerek deneylerini yapabilmektedirler. Sistemin getirdiği faydaların belirlenmesi için öğrencilere yapılan anketlerden faydalanılmıştır [34].

Safaric ve arkadaşları uzaktan denetlenebilir bir robot kolunu ve ona ait denetim ve kamera sistemini anlatmaktadır. Sistem üç ana bölüme ayrılmıştır. Bunlardan ilki uzak laboratuvar sunucusudur. Bu bölüm deney öncesi hazırlığı ve çevrimiçi denetimin yönetiminden sorumludur. İkinci bölüm robot mekanizmasının fiziksel denetimi ve denetim için gerekli donanım, güç elektroniği ve algılayıcıarı içermektedir. Üçüncü kısımda robot denetimiyle aynı yapıda bir kamera ile görüntüleme düzeni bulunmaktadır. Kullanıcı kameraları ve robot yönetebilmektedir. Çalışmanın çevirmeli ağ, ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line) gibi düşük hızlı bağlantılarda oluşan gecikmeleri gidermek için önerisi, Web hizmetleriyle veri iletimi yerine metin tabanlı iletimi tercih etmektir. Ancak yine aynı makalede bunun eğitsel açıdan olumsuzluk taşıdığı belirtilmiştir [35].

Ramaswamy ve arkadaşlarının literatürde paylaştığı gerçek zamanlı denetim sisteminde öğrencilerin istedikleri yer ve zamanda gerçek zamanlı olarak kendi deneylerini tasarlayabilecekleri, hata ayıklama yapabilecekleri ve tasarladıkları deneyleri deneyebilecekleri bir yapı anlatılmaktadır. Veri toplama yeteneği, canlı görüntü ve ses yayımı, güvenlik ve dengelilik önlemleri, erişim düzenlemesi ve birlikte çalışma olanağı gibi özelliklere sahip bir öğrenme uygulamasından faydalanılmıştır. SBBT adlı bu yazılım Oregon Üniversitesinde geliştirilmiştir. Çok yönlü bir tekerleğin denetiminde gerekli bilgilerin öğrenilmesini sağlayan, denetim sistemleri eğitiminde kullanılabilecek bir laboratuvar düzeneği oluşturulmuştur [36].

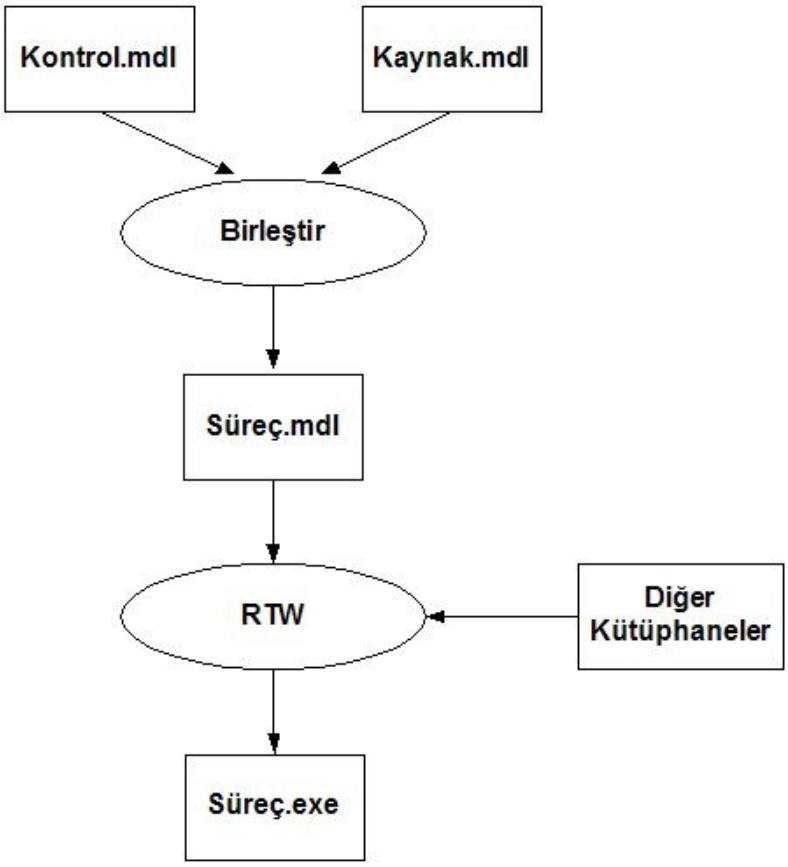
MATLAB yazılımı desteğinde gerçekleştirilen uzak laboratuvarlarda blok modeller kullanılması gerektiğinde bazı notasyonların belirlenmesi yardımıyla laboratuvar yapısının tasarımı kolaylaştırılabilir. Öğrencilerin bu özel notasyonlara uygun kodlar ve bloklar tasarlaması ve tasarlanan deneylerin sunucu tarafından notasyon uygunluğunun denetlenmesi önemlidir. Kullanıcı tanımlı bir PID denetleyici örneği Şekil 2.1.'de gösterilmiştir. ACT (Automatic Control Telelab'ın) ilginç özelliklerinden biri olan bazı parametrelerinin ve kazanç bloklarının çevrimiçi ayarlanabilmesi olanağı mevcuttur. Bu parametreler, adlandırılmaları sırasında önlerine "ACT_TP_" yazılarak ifade edilir [37].

ACT'de ele alınan yapı, kullanıcı tarafından oluşturulan bir Simulink bloğu ile süreci temsil eden hazır bir bloğun birleştirilmesi sonucu oluşan çıkış bloğunun RTW (Real Time Workshop) yardımıyla çalıştırılmasını sağlamaktadır. Burada kullanılan yöntem gereği, sonuç olarak bir deney yapısı kaynak kodu derlenmekte ve sunucu tarafında çalıştırılmaktadır.



Şekil 2.1: Ayarlanabilir parametreleriyle bir PID denetleyici örneği [18].

Gerçekleştirilmiş İnternet destekli gerçek laboratuvar kullanımı çalışmalarında, deney denetimi için LabVIEW, Wincon gibi yazılımların kullanıldığı ve MATLAB/Simulink yazılımı yardımıyla da öğrenci etkileşiminin sağlanmaya çalışıldığı not edilmiştir. Öğrenci, Simulink ile denetim şemasını oluşturmakta ve bu şema sunucuya gönderilmektedir.



Şekil 2.2: Kullanıcı tanımlı denetleyicinin entegrasyonu [38].

Gönderilen Simulink şeması sunucu tarafında MATLAB RTW yardımıyla C kaynak koduna çevrilmekte ve bu haliyle derlenerek çalıştırılmaktadır. Bu durumda öğrenci, kendi belirlediği denetleyiciyi tanımlayıp sunucuya gönderebilir. Ancak öğrencinin Simulink biçimindeki bir dosyayı gönderebilmesi için kişisel bilgisayarında lisanslı bir MATLAB yazılımının yüklü olması ve oluşturduğu denetleyiciyi Simulink biçimli dosya şeklinde göndermesi gerekmektedir.

Öğrenci tarafından gönderilen kod ve Simulink bloklarının geliştirilmiş olan deney sistemiyle uyumlu olmaları gerekir. Bu nedenle öncelikle hazırlanmış deney kodlarının ve Simulink bloklarının kurallara uygunluk açısından denetlenmesi gerekir. Öğrencilerin çeşitli nedenlerle deney sisteminin kararlı çalışmasını engelleyebilecek kodlar göndermeleri durumunda da deney sisteminde bu gibi durumlara karşı önlemler almış olması gerekir.

3. İNTERNET DESTEKLİ LABORATUVAR ALT YAPISI

Tez çalışmasında, İnternet üzerinden uzaktan eğitimde kullanılmak üzere oluşturulmuş laboratuvar donanımı; üç sunucu bilgisayar, bir veri toplama PCI (Peripheral Component Interface) kartı ve bağlantı bağdaştırıcısı ile bir sıcaklık kontrol deney setinden oluşmaktadır. Bunlara ek olarak, yerleşke yerel ağı ve İnternet üzerinden erişim için yerleşkeye hizmet veren iç ve dış DNS (Domain Name Server) sunucuları, deney sunucusunda oluşmuş sonuç verilerinin depolanması için bir FTP (File Transfer Protocol) sunucusu ve sunucuyla etkileşim için gerekli kuralları içeren yerleşke yerel güvenlik duvarı, deney sunucusunun dahil olduğu ağ ortamını oluşturmaktadır. Yazılım alt yapısında Apache Web sunucusu, PHP (Hypertext Preprocessor) betik dili, MySQL (Structured Query Language) veri tabanı hizmeti, Windows Media Encoder ve MATLAB yazılımları yer almaktadır. Laboratuvarda yer alan deney sunucusunun fiziksel güvenlik ve veri güvenliğini sağlamak üzere, yalıtım amacıyla, deney sunucusunda yalnızca temel işlevler sunucusunun erişimine özel bir FTP hizmeti sağlanmaktadır.

3.1. Sunucular

Bu çalışmada üç adet sunucu kullanılmıştır. Bu sunucular sırasıyla temel işlevler sunucusu, deney sunucusu ve görüntü sunucusudur. Şekil 3.1'de görüntü sunucusu, deney sunucusu ve deney seti görülmektedir. Temel işlevler sunucusuysa, yerleşke sistem salonunda yer alan merkezi bir sunucudur.

3.1.1. Temel işlevler sunucusu

Temel işlevler sunucusu öncelikle deneyle ilgili tüm Web sayfalarının kullanıcılara sunulmasından sorumludur. Web sayfalarının etkileşim içinde bulunduğu tüm veritabanı bilgileri de bu sunucuda, MySQL veritabanı hizmeti dahilinde, yer alır. Web ara yüzü aracılığıyla yüklenen kullanıcı kod ve blok dosyaları bu sunucuda PHP betikleri aracılığıyla denetlenir, dosyalarda karşılaşılan hatalar kullanıcıya raporlanır

ve dosyalar üzerinde deneye özgü, uygun deney çalıştırma koşulları için gerekli metinsel düzenlemeler gerçekleştirilir, dosyanın uzantısı tespit edilir ve dosyalar bu uzantıya göre önceden belirlenmiş sabit bir dosya adına dönüştürme işlevi uygulanır ve deney sunucusuna kurulan FTP bağlantısı aracılığıyla aktarım sağlanır.

Bu sunucu, aynı zamanda bir FTP sunucusudur. Deney sunucusunun hazırladığı deney sonu raporları, deney sunucusundan buraya yine FTP bağlantısıyla aktarılır. Bu sunucudaki FTP sunucusu hizmetinin bir diğer işlevi, kullanıcı dosyalarının ve deney sonu raporlarının barındırılmasıdır.



Şekil 3.1: Görüntü sunucusu, deney sunucusu ve deney seti

3.1.2. Deney sunucusu

Bu sunucu aynı zamanda bir FTP sunucusudur. Ana işlevi, temel işlevler sunucusundan kendisine yüklenmiş dosyaları almak ve dosya tipine göre ilgili kod veya blok dosyasını yürütmektir. Bu amaçla hazırlanmış bir MATLAB kodu periyodik olarak kod ve blok dosyaları için sabit kabul edilmiş dosya adlarının

varlığını, FTP sunucusunda belirlenmiş klasörde denetler ve dosyanın varlığını sezdiği an itibariyle yürütme işlemini başlatır.

Deney sunucusu, veri toplama kartı aracılığıyla doğrudan deney setiyle iletişim kurar. Kontrol sistemleri deneylerinin oluşturduğu kontrol işaretlerini deney setine uygulayarak deney setinin sistem cevabını okur. Uygulanan ve sistem cevabı olarak alınan işaret verileri ve bu işaretlere ait grafikler dosya olarak hazırlandıktan sonra temel işlevler sunucusuna yüklenir. Bu yükleme işleminde MATLAB'ın FTP istemci özelliğinden yararlanılmıştır.

3.1.3. Görüntü sunucusu

Görüntü sunucusu, deney setine bağlı olan osiloskop ekranına dönük kameradan aldığı görüntüyü 8080 portu üzerinden 320x240 boyutlarında akışkan görüntü biçiminde yayımlar. Bu amaçla Windows Media Encoder yazılımı kullanılmıştır. Media Encoder yazılımının işletim sistemine özgü olarak getirdiği bazı kolaylıklardan faydalanabilmek amacıyla bu sunucu, Windows 2003 işletim sistemiyle kurulmuştur Görüntü yayımlama işlevi bu tez çalışmasında kullanıcıların oturum açma-kapama işlemlerinden bağımsız olarak herhangi bir duraksama olmaksızın sürekli olarak yerine getirilmektedir.

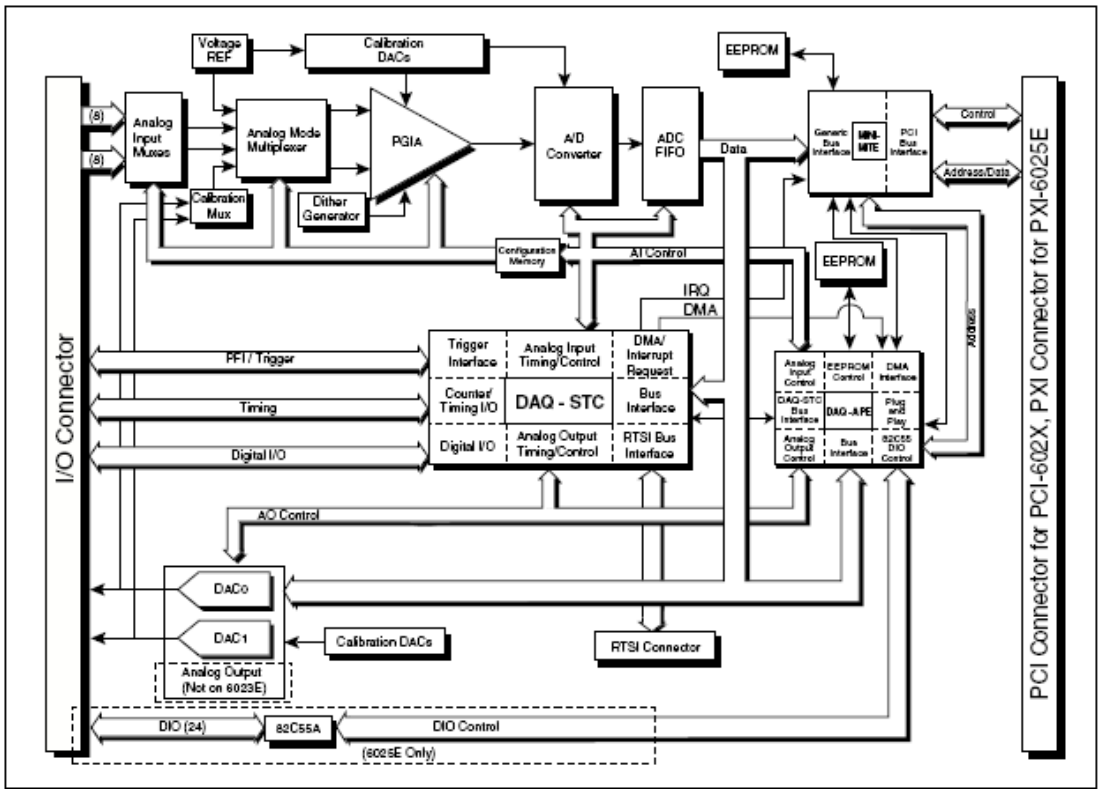
3.2. Veri Toplama Donanımı

İnternet destekli laboratuvar çalışmalarında, harici deney donanımlarıyla etkileşimli işlevlerin gerçekleştirilebilmesi için laboratuvar deneyini gerçekleştirecek olan sunucu ile deney ortamı arasında bir iletişime gereksinim vardır. Bu işlevler için sunucunun seri, paralel ya da USB iletişim bağlantı noktaları kullanılabilir. Ancak bu bağlantı noktaları dış dünyadan toplanacak analog veriler için doğrudan kullanılamazlar. Bu amaçla, analog işaret verileri sayısallaştırılarak bu bağlantı noktalarının değerlendirebileceği hale dönüştürülmelidir. Bu da istenmeyen gecikmelere, veri kayıplarına neden olabileceği gibi örnekleme hızlarındaki sınırlar nedeniyle umulan detayda veri toplama işleminin gerçekleştirilememesine neden olabilir. Bu tez çalışmasının ele alacağı çeşitlendirilebilir deney tipleri için garanti

edilmiş örnekleme hızlarına ve hassasiyetine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla Şekil 3.2'de blok diyagramı verilmiş NI PCI-6024e veri toplama kartı kullanılmıştır.

Deney sunucusunun donanım kısmında kullanılacak cihazın (NI PCI-6024e) programlanmış kazanca göre değişen çift kutuplu (bipolar) bir giriş aralığı bulunmaktadır. Her kanal, 12 bitlik ADC çözünürlüğünü en yüksek değere çıkarmak üzere 0.5, 1.0, 10 ya da 100 kazancıyla programlanabilir. Tablo 3.1'de bu değerler ve bunlara karşılık gelen giriş aralıkları ve ölçüm hassasiyetleri görülebilir. Hassasiyet değerleri, 12 bitlik ADC'nin bir sayımlık sayma işlemi sırasındaki gerilim artışını gösteren LSB değerleridir.

NI PCI 6024e, I/O (giriş/çıkış) bağlantılarından ikisinden analog çıkış yapılmasını desteklemektedir. Normal bir kullanımda, analog çıkışta bir değer güncellemesi olduğunda geçici başarım düşmesi (glitch) oluşabilir. Bu başarım düşüklükleri, koddan koda değişmektedirler ve frekans tayfında bozulma (distorsiyon) olarak kendilerini gösterirler.

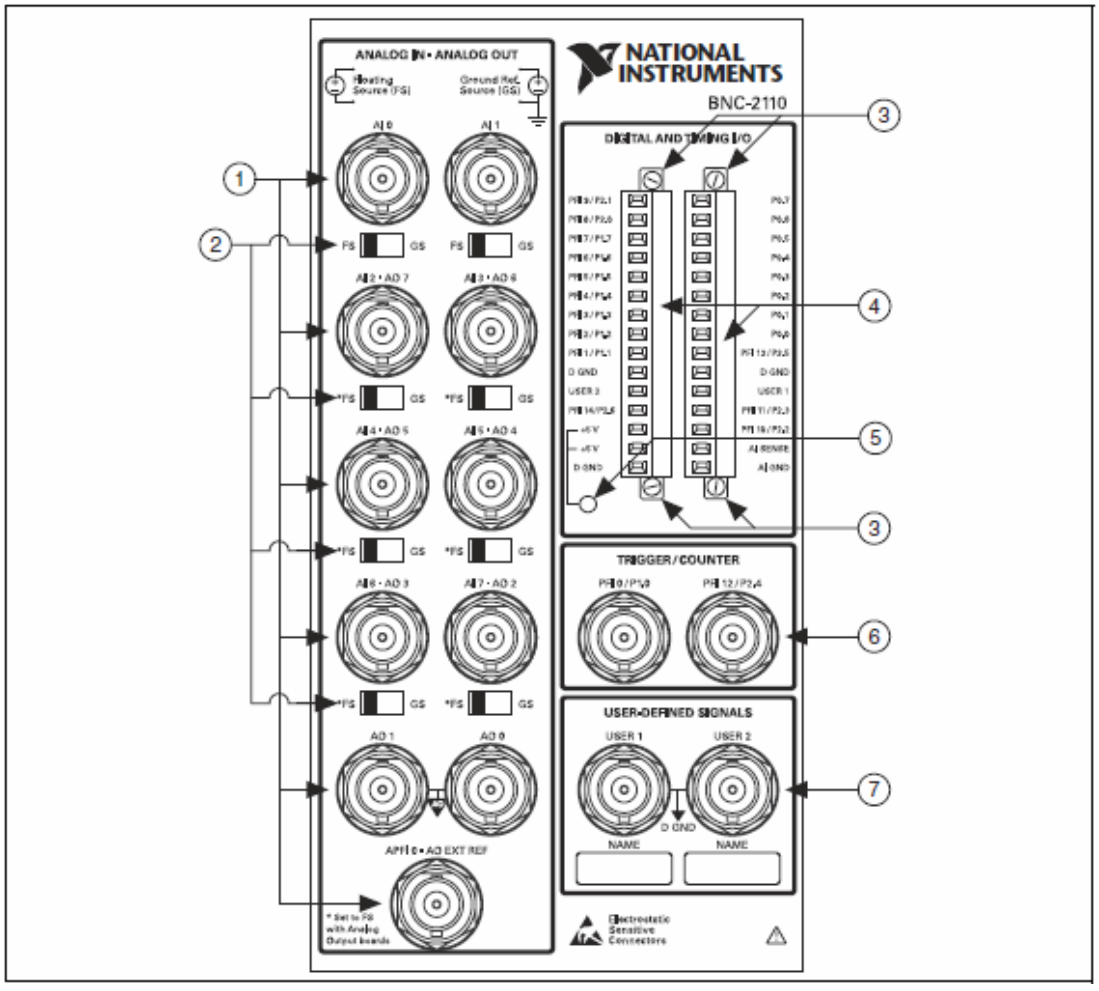


Şekil 3.2: NI PCI 6024e Blok Diyagramı

NI 6023e, 6024e ve 6025e ailesinde analog girişlerde 200kS/s örnekleme hızı garanti edilmiştir. Bu ailede analog çıkışlar, sisteme bağımlı olarak 10kHz'lik doğrudan bellek erişimi (DMA) güncelleme hızına ulaşabilirler bununla birlikte 6024e'de DMA kipi bulunmamaktadır. Sisteme bağlı olarak kesme güncelleme hızıysa 1kHz'dir. NI PCI 6024e'de bulunan DAC (sayısaldan örneksele dönüştürücü) ise çift tamponlu çarpan tiptedir.

Tablo 3.1: Ölçüm Hassasiyeti

Kazanç	Giriş Aralığı	Hassasiyet
0.5	-10V → +10V	4.88mV
1.0	-5V → +5V	2.44mV
10.0	-500mV → +500mV	244.14µV
100.0	-50mV → +50mV	24.41µV



Şekil 3.3: BNC 2110 bağdaştırıcısı

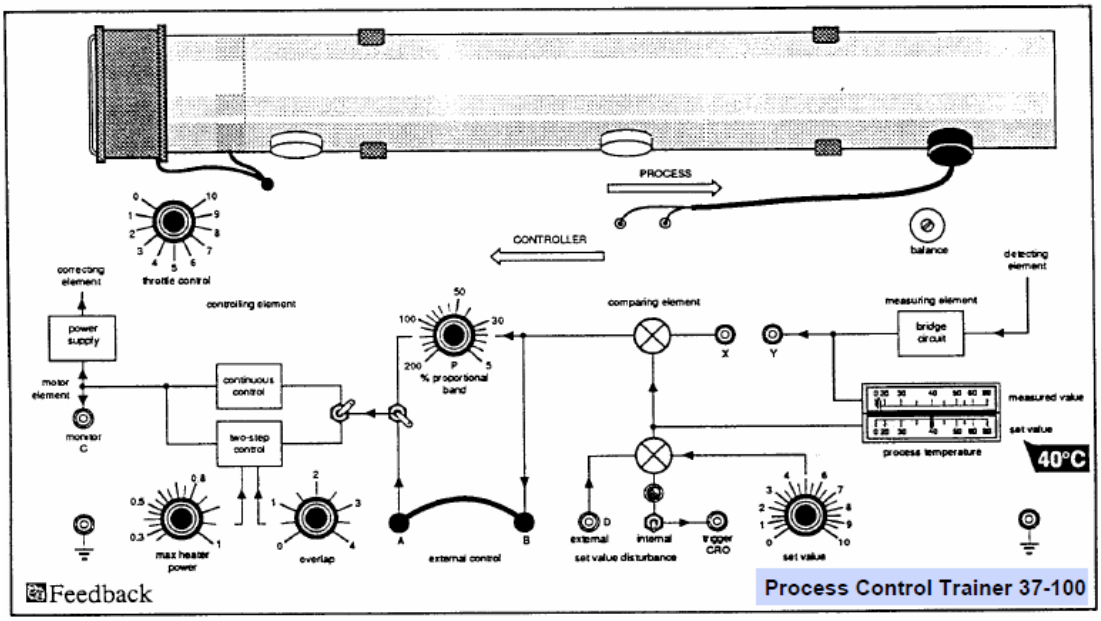
Veri toplama kartı yalnızca dış dünya ile sayısal ve/veya analog iletişimi sağlama imkanını sağlayacak çoklu bir bağlantı noktası arabirimi sağlamaktadır. İletişim kurulacak veri kaynaklarıyla bu donanımın arasındaki fiziksel bağlantıyı sağlamak için bir BNC bağdaştırıcısına ihtiyaç vardır.

Şekil 3.3'te sunulan analog ve sayısal bağlantı noktalarına sahip bağdaştırıcı sayesinde temel özellikleri anlatılmış PCI kartı üzerinden deney sunucusuna analog verileri örneklemek mümkün olmaktadır. Bağdaştırıcıdaki AI ve AO yuvaları sırasıyla analog giriş ve analog çıkış amacıyla uyumlu yazılımlar tarafından kullanılabilir. Şekilde "1" olarak işaretlenmiş yuvalar analog giriş/çıkış bağlantı noktalarını göstermektedir. "2" ile gösterilen anahtarlar FS/GS seçimi içindir. FS dalgalanan kaynağı GS ise toprak referanslı kaynağı ifade eder. "3", bağlantı ucu bloğu tutucu vidalarıdır. "4", sayısal ve zamanlamalı giriş/çıkış kaynak bağlantı ucu bloklarını temsil etmektedir. "5", güç gösterge ışığıdır. "6", tetikeyici/sayıcı BNC bağlantı yuvalarını gösterirken "7" kullanıcı tanımlı işaretlerin BNC bağlantı yuvalarını göstermektedir.

3.3. Deney Seti

Tez çalışmasında kullanılan 37-100 süreç eğiticisi başka cihazlardan bağımsız bir süreç ve kontrol donanımıdır. Geniş bir tesisin; uzaklık/hız gecikmesi, aktarım gecikmesi, sistem cevabı, oransal ve iki adımlı kontrol ve benzeri özelliklerinin gösterilmesine olanak tanır. Görece hızlı cevabına bağlı olarak giriş değeri ve ölçülen değer değişimleri bir osiloskopta (salınım ölçer) görüntülenebilir.

Bu donanımda, bir merkezkaç üfleyici tarafından atmosferden çekilmiş hava ısıtıcı bir ızgaradan geçecek şekilde belirli bir uzunluktaki tüp boyunca yine atmosfere sürülür. Süreç tüpte akan havayı istenilen sıcaklık düzeyine ısıtmaktan ibarettir ve denetleyici donanımın amacı hava sıcaklığını ölçmek, işletmen tarafından ayarlanmış bir değerle karşılaştırmak ve düzeltici öğeye sağlanan elektriksel gücü belirleyen bir kontrol işareti üretmektir. Bu donanımda bir ısıtıcı üfleyiciye bitiştirilmiştir. Sistemi oluşturan öğeler Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Süreç Kontrol Eğiticisi 37-100

3.4. Ağ Ortamı

Yerleşke ağı içerisinden erişim için temel işlev sunucusu yerel IP adresi, yerel DNS sunucusu üzerinde "uzlab.kocaeli.edu.tr" adıyla tanımlanmıştır. Öğrenci verilerinin depolanması amacıyla aynı sunucu FTP sunucusu olarak da kullanılmaktadır. Ancak bu sunucuya FTP erişimi, site yönetim amacı dışında, sadece deney sunucusu tarafından sağlanmaktadır. Depolanmış dosyalara erişim, Web ara yüzü üzerinden sağlanmaktadır.

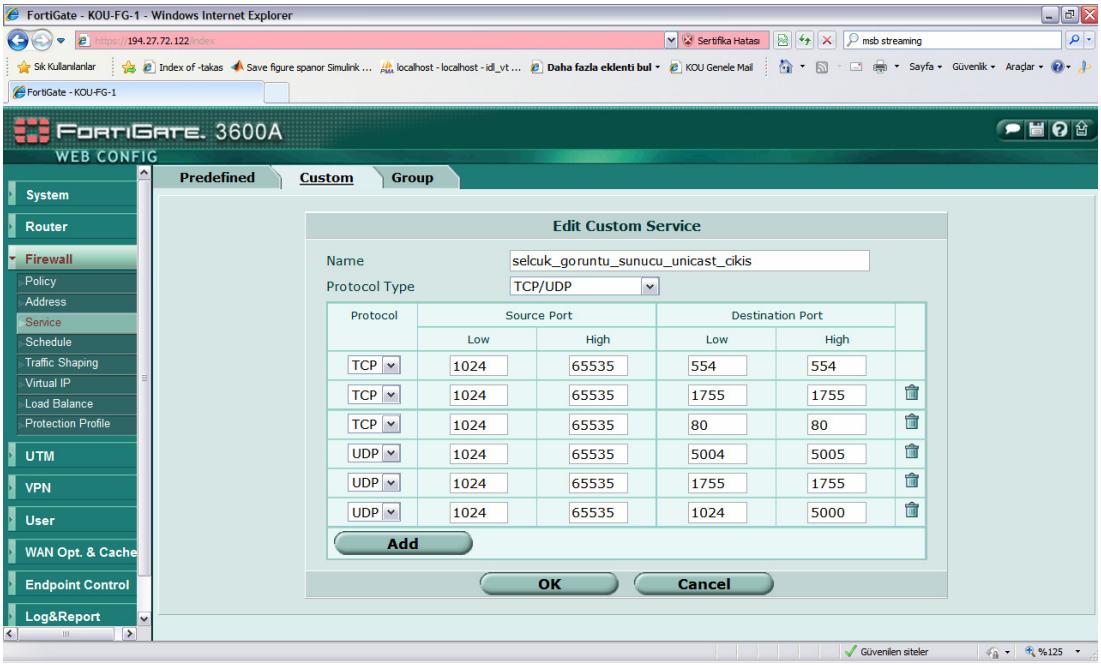
Gerçek zamanlı görüntü yayımı için Windows Media Encoder yazılımı kullanılmıştır. Aynı anda tek deneyin yayımlanacağı görüntü yayımı için yalnızca bir öğrencinin deney yapıyor olması durumundan yola çıkılarak unicast (tek yöne yayın) yayın yöntemi tercih edilmiştir. Unicast terimi, aynı verinin olası tüm hedeflere ulaştırılmasını ifade eden broadcast (genele yayın) terimine bir benzetimdir. Bir diğer iletim yöntemi olarak multicast (çok yöne yayın) da tercih edilebilir. Bu yöntemde yalnızca tanımlı ağ yayınına ilgi duyan istemciler hedeflenir.

Tek yöne yayın sağlamak üzere Windows Media Encoder için güvenlik duvarında aşağıdaki Tablo 3.2'de gösterilen bağlantı noktaları tanımlanarak yalnızca gerek görülen bağlantı noktalarının erişime açık olması sağlanmıştır.

Tablo 3.2: Tek yönlü yayın bağlantı noktaları

Uygulama Haberleşme Yöntemi	Haberleşme Yöntemi	Bağlantı Noktası
RTSP	TCP	554 (Giriş/Çıkış)
RTSP	UDP	5004 (Çıkış)
RTSP	UDP	5005 (Giriş/Çıkış)
MMS	TCP	1755 (Giriş/Çıkış)
MMS	UDP	1755 (Giriş/Çıkış)
MMS	UDP	1024-5000 (Çıkış)
HTTP	TCP	80 (Giriş/Çıkış)

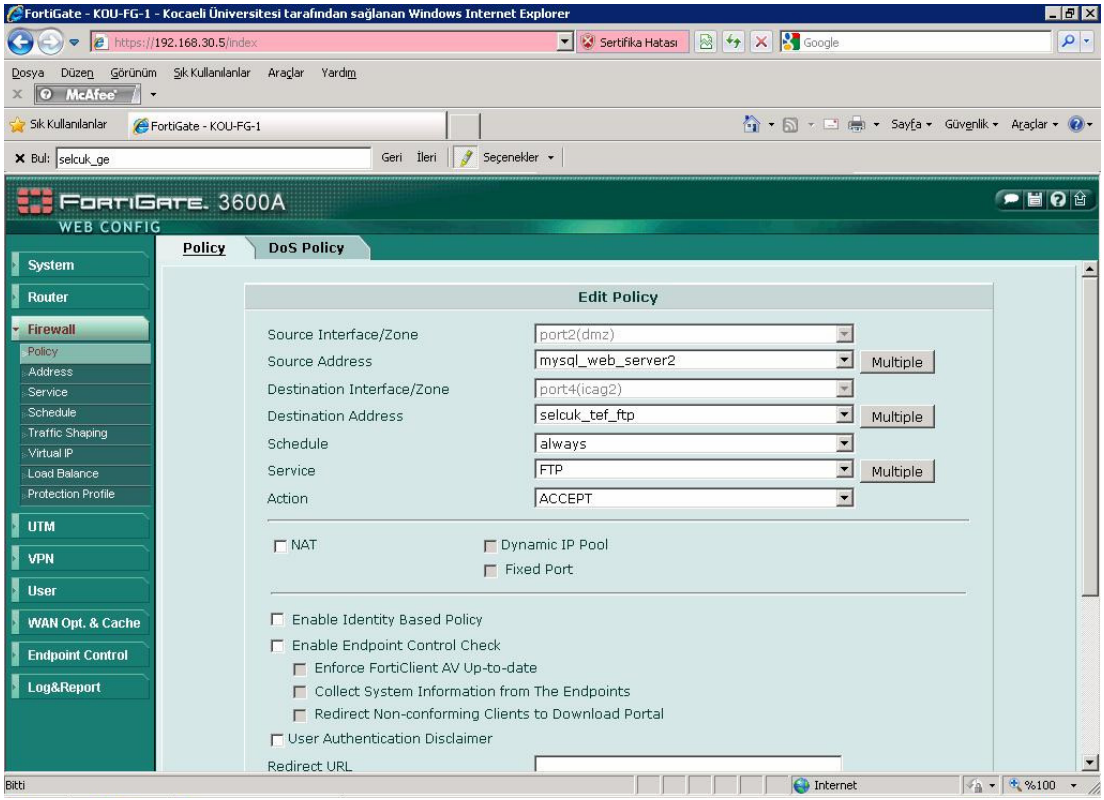
Tablo 3.2'de verilen bağlantılar, yerleşke güvenlik duvarında Şekil 3.5'te gösterildiği gibi tanımlanmıştır. Güvenlik riski oluşturabilecek, 1024'ten aşağıda yer alan bağlantı noktalarına izin verilmemiştir.



Şekil 3.5. Görüntü sunucusu çıkış bağlantı noktaları

Çok noktaya yayın için MSB haberleşme yönteminin kullanılması gerekmektedir. Bu durumda 224.0.0.1 adresinden başlayarak 239.255.255.255 adresine kadar IPv4 tabanlı adres hedeflerine doğru, 1'den 65535 bağlantı noktasına kadar tüm kaynak bağlantı noktalarına izin verilmesi gerekmektedir. Yapılan incelemelerde yerel ağda

yayın için 239.*.*.* IP adreslerine yayın yapılmasının önerildiği görülmüştür. Genel ağa yapılacak yayınlarda yönlendirici donanımların çok noktaya yayın paketlerine izin verecek şekilde yapılandırılmış olması gerekmektedir. Böylece yönlendiriciler D sınıfı IP adreslerini yorumlayabilecektir.



Şekil 3.6: Deney sunucusuna erişim ilkesi

İnternet destekli laboratuvarda kullanılan temel işlevler sunucusunun sürekli işlerliği için, yerel işletim sisteminin güvenlik duvarından bağımsız olarak, yalnızca erişimde ihtiyaç duyulacak bağlantı noktalarının yerleşke güvenlik duvarında tanımlı olması önemlidir. Aksi halde işletim sisteminde henüz tespit edilememiş bir güvenlik açığından yararlanılarak sistemin kararsız hale gelmesi ya da tamamen devre dışı kalmasına neden olabilir. Erişim yetkisi verilmiş bağlantı noktaları üzerinden de işletim sistemi ve uygulamaları hedefleyen bilinçli ya da bilinçsiz hizmet reddi bağlantıları kurulmaya çalışılabilir. Bunların da bir haberleşme yöntemi kod çözücüsü yardımıyla, tespit edildiği durumlarda etkisiz hale getirilmeleri sağlanmaktadır. Deney sunucusu ise tamamen yalıtılarak yalnızca temel işlevler

sunucusu ile FTP protokolü üzerinden haberleşmek üzere yapılandırılmıştır. Şekil 3.6'da bu sınırlamayı ifade eden güvenlik duvarı ilke yapılandırması görülmektedir.

Deney sunucusu üzerinde yer alan FTP sunucusu yalnızca temel işlevler sunucusundan gelen FTP isteklerine yanıt verecek şekilde yapılandırılmış olsa da çeşitli güvenlik açıkları kullanılarak bağlantı yapılmasını engellemek amacıyla ek bir güvenli ilkesi tanımlanmıştır.

3.5. Yazılım Alt Yapısı

Tez çalışmasında, İnternet destekli laboratuvarın yazılım alt yapısında kullanılan yazılımlar; Web, deney denetleyicisi, veri tabanı erişimi, dosya barındırma ve aktarım ve görüntü akışı işlevlerini sağlamak üzere yapılandırılmıştır. Temel işlevler sunucusu RHEL 5.0 işletim sisteminde yer almaktadır. Apache http sunucusu, Pureftpd FTP sunucusu, MySQL veritabanı sunucusu yazılımlarını içerir. Deney denetleyicisi laboratuvarı için oluşturulan PHP kodlarının tamamı bu sunucuda yer almaktadır. Bu sunucu, deney sunucusuna bağlantı kurmaya yetkili tek harici bilgisayardır. Deney sunucusu MATLAB ve Filezilla Server FTP sunucusu yazılımlarını içerir. Görüntü sunucusu Windows Media Encoder ile görüntü yayımı yapmaktadır.

3.5.1. Web sunucusu

Eğitsel içeriğin sunumu, erişim için kimlik denetimi, deneylerin gerçekleştirilmesi ve elde edilen sonuçların görüntülenebilmesi için bir HTTP art alan programcığının sunucu bilgisayarda çalışması gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan Microsoft Windows, Linux ve Unix işletim sistemlerinde çalışabilen Apache HTTP sunucusu tercih edilmiştir.

3.5.2. PHP üstün-metin ön işlemcisi

Kimlik denetimi, deneyler için harici yazılım çalıştırma ve deney denetimi işlevleri için genel amaçlı PHP betik dili kullanılmıştır. Tercih edilen Web sunucusu yapısı

üzerinde yüksek bir çalışma uyumu sağlaması nedeniyle bu üstün metin ön işlemcisi tercih edimiştir.

3.5.3. MySQL veri tabanı yazılımı

Deney sistemi bir çok bölümünde veri tabanı kullanımına ihtiyaç duymaktadır. PHP betik dilinde gerçekleştirilen veri tabanı sorgu işlevlerini yerine getirmek üzere MySQL veri tabanı yazılımının ticari olmayan bir sürümü kullanılmıştır.

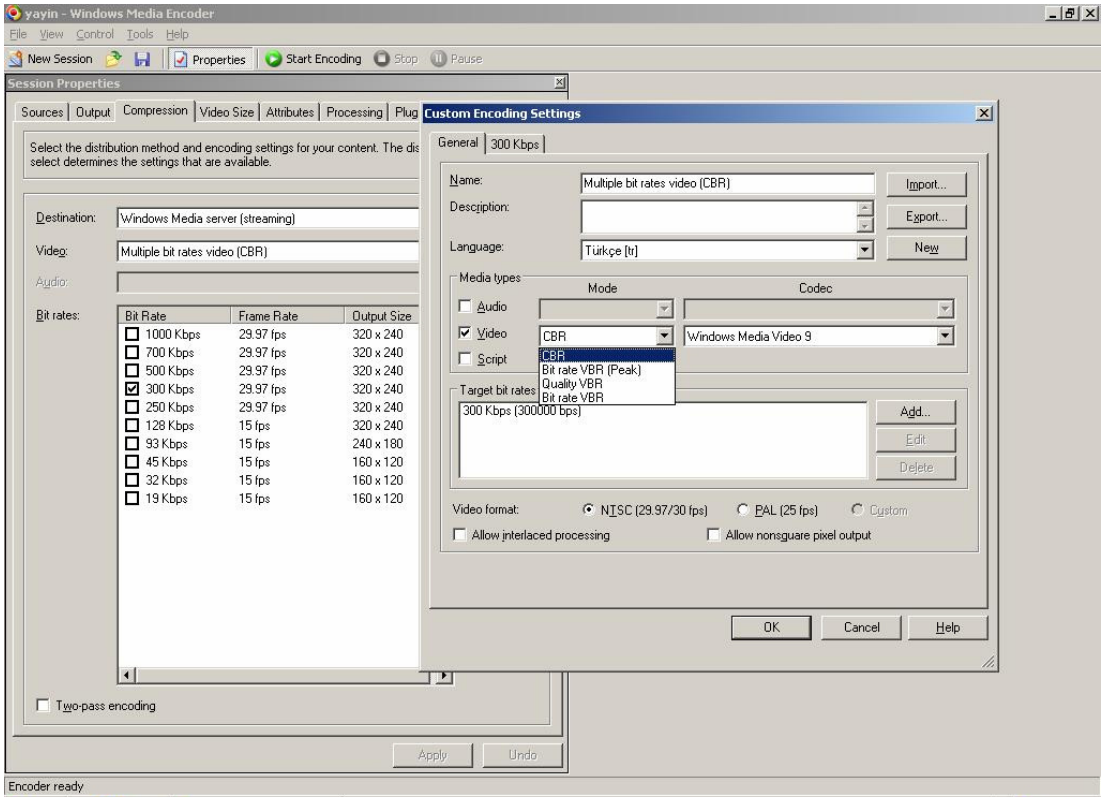
3.5.4. PureFTPd FTP sunucusu yazılımı

Temel işlevler sunucusuna gerçekleştirilecek FTP bağlantıları için yapılandırılmış sunucu yazılımıdır. Deney sunucusunda çalıştırılmış deney sonuçlarının yine deney sunucusunda yürütülmekte olan yazılım tarafından temel işlevler sunucusuna yüklenmesinde ve deney yönetim sistemi yöneticilerinin öğrencilere ait sonuçlara erişimini sağlamakta kullanılmaktadır.

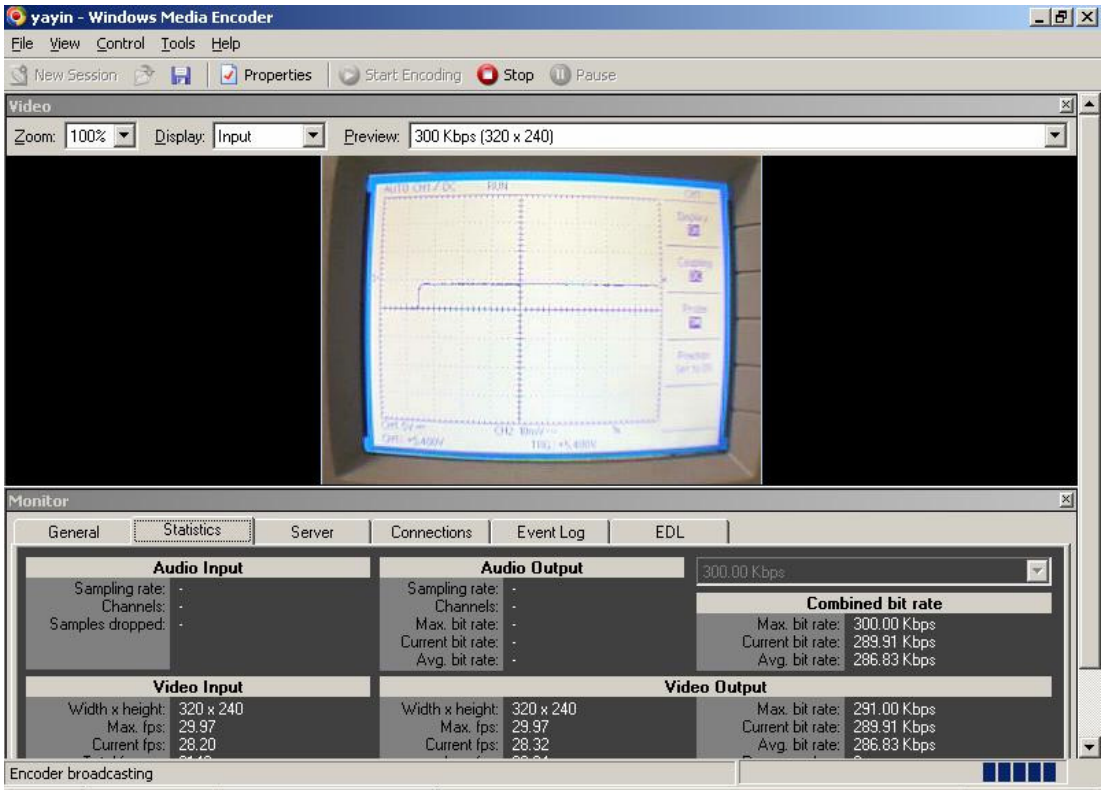
3.5.5. Windows media encoder

Windows media encoder yazılımı, görüntü sunucusunda yer alan Windows 2003 server işletim sistemi üzerinde kuruludur. Türkiye genelindeki kullanıcı profilinin yansıttığı verilere dayalı olarak, kullanıcıların istemci işletim sistemleri ve bunlar üzerinde kullanılan Web tarayıcılar düşünülerek Microsoft Windows 2003 işletim sistemi üzerinden yine bir Microsoft yazılımı kullanılarak yayım yapılması tercih edilmiştir.

Şekil 3.7'de parametreler için kullanılabilecek pencere ve sekmeler görülmektedir. Bu bölümde görüntü yayımı için kullanılacak parametreler, hedef kullanıcılara göre belirlenir. Bu çalışmada, genele uygun olacak bir görüntü yayımı sağlamak üzere; saniyede 300 Kbit, saniyede 29.97 çerçeve ile, 320x240 çözünürlük boyutlarında bir görüntü yayımı tercih edilmiştir. Gerekli görüldüğü durumlarda farklı ağ yapıları veya istemcilerden bağlanmakta sorun yaşayabilecek öğrenciler için farklı yayım seçenekleri de oturum yapılandırmasına dahil edilebilir.



Şekil 3.7: Görüntü yayımı parametreleri



Şekil 3.8: Görüntü sunucusu, yayım ekranı

Şekil 3.8'de görüntü sunucusu yayım ekranı görülmektedir. "Start Encoding" komutuyla birlikte kameradan alınan görüntü; 10.20.2.118 IP adresi, 8080 bağlantı noktası ve http protokolü üzerinden yayımlanmaya başlar. Görüntü sunucusu tarafında gönderim öncesi ön bellekleme özelliği devredışı bırakılarak, uygun olduğu koşullarda, istemci tarafında ön belleklemesiz ve dolayısıyla zaman gecikmesiz izleme olanağı sağlanmaktadır.

3.5.6. Filezilla FTP sunucusu

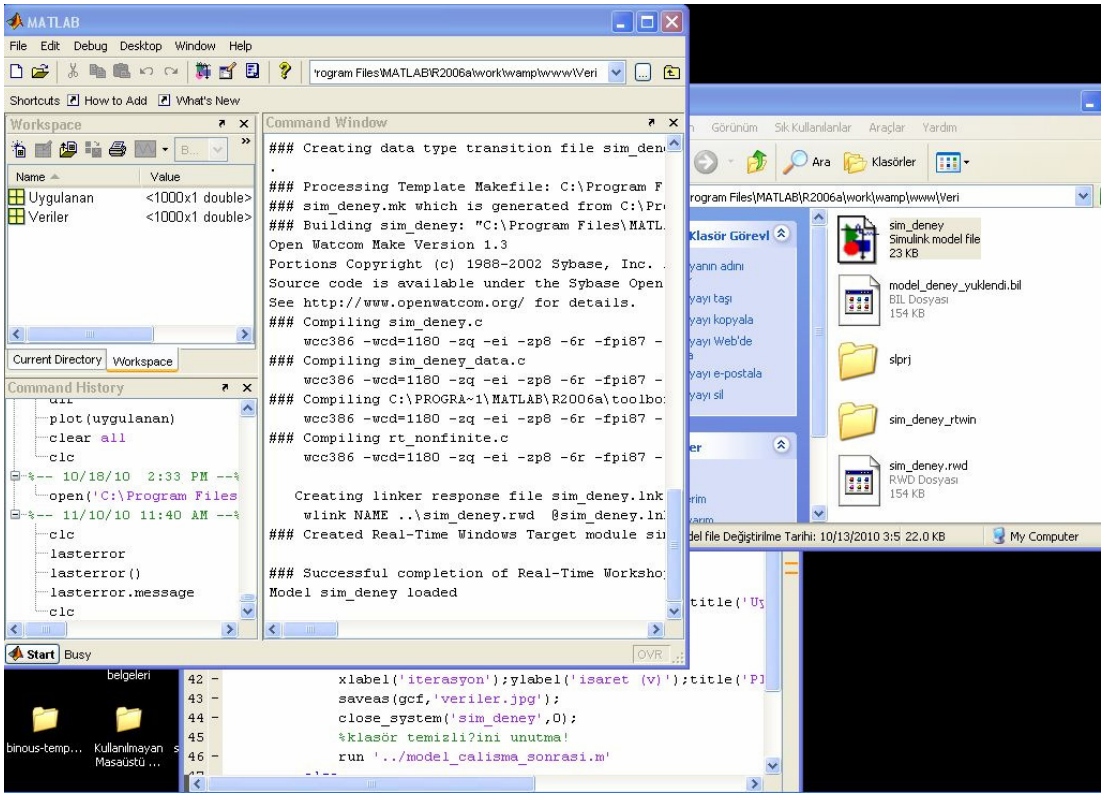
Deney sunucusunda yer alan bu FTP sunucu yazılımı temel işlevler sunucusuna yüklenmiş dosyaların, ön değerlendirme ve kod değerlendirme işlemleri sonrası deney sunucusuna yüklenmesi için kullanılmaktadır. FTP sunucu yalnızca temel işlevler sunucundan gelen FTP isteklerine yanıt verecek şekilde yapılandırılmıştır.

3.5.7. Matlab R2006a

Deney sunucusu üzerinde çalışan yazılımdır. Kontrol sistemleri eğitiminde bu yazılımın kullanıldığı varsayılarak deney sunucusunda bu yazılım yapılandırılmıştır. Sunucu tarafında hazırlanmış bir Matlab kodu, deney sunucusuna FTP dosya aktarımı yapıldığında, iki özel isimli dosyanın varlığını denetlemektedir. Bunlar, 'kod_deney_yuklendi.bil' ve 'model_deney_yuklendi.bil' dosyalarıdır.

Bu dosyalardan herhangi birinin varlığı doğrulandığında, dosya tipi algılanmakta ve ilgili kod ya da model deneyi yürütülmektedir. Temel işlevler sunucusunda tüm ".m" uzantılı dosyalar ve ".mdl" uzantılı dosyalar tek tip isimli kod (kod_deney.m) veya model (sim_deney.mdl) isimlerine dönüştürülmektedir. Normal şartlarda bu dosyaların varlık denetimi yeterlidir. Bununla birlikte dosya oluşturma zamanı ile dosya aktarımının tamamlanması arasında oluşabilecek zaman farkı ya da beklenmedik bir zamanlama, henüz tamamlanmamış bir dosya için yürütme işlemine ve dolayısıyla deney sunucusu tarafında beklenmedik bir hataya yol açabilir. Bu nedenle, temel işlevler sunucusundan deney sunucusuna sunucu denetimli dosya aktarım (kod/model dosyasının) işlemi sonrasında, dosya tipine uygun bir ".bil" uzantılı dosyasının yüklenmesiyle son bulmaktadır. Deney sunucusunda alınan bir diğer önlem, ilgili klasörde dosya ön bellekleme işlevinin devre dışı bırakılmasıdır.

Şekil 3.9'da deney sunucusu, temel işlevler sunucusundan yüklenmiş model dosyasını algıladığında oluşan durumun ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.9: Deney sunucusunda model deneyinin algılanması ve çalıştırılması

4. GÜVENLİ DENEY YÖNETİM SİSTEMİ

İnternet destekli laboratuvarlarla ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalarda, yöntem olarak, giriş ve çıkış değişkenlerinin önceden tanımlandığı deneylerde kontrol parametrelerinin öğrenci tarafından belirlenmesine sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu durumda, deney konusu ile ilgili tatminkar düzeyde bilgi edinilmesi gerçekleşememektedir. Örneğin büyük bir düzeneğin donanımsal olarak modellendiği bir cihazda, farklı denetim yöntemleri uygulanmak istendiğinde, sunulan imkanların ötesinde bir deney gerçekleştirmek mümkün olmamaktadır. Böyle bir deneyde, genel olarak kabul görmüş denetim yöntemlerinin önceden tanımlanması da mümkün olabilir ancak bu durumda da özgün veya karma denetim yöntemlerinin sınanması ve karşılaştırmalı olarak sonuçların incelenmesi sorunu sürecektir. Bu nedenle, bu çalışmada geliştirilen İnternet destekli laboratuvarda öğrencinin hazırladığı MATLAB kodunu ya da Simulink bloklarını sunucuya yüklemesi olanağı sağlanmıştır. Bu kod veya blokların bir deney denetleyicisi ile denetimi, güvenli bir laboratuvar deney sistemi ve öğrenci hatalarının geri beslemesi açısından önemlidir.

4.1. İnternet Destekli Laboratuvar

Bu çalışma ile tasarlanan İnternet destekli laboratuvar, aşağıdaki işlevleri gerçekleştirmektedir:

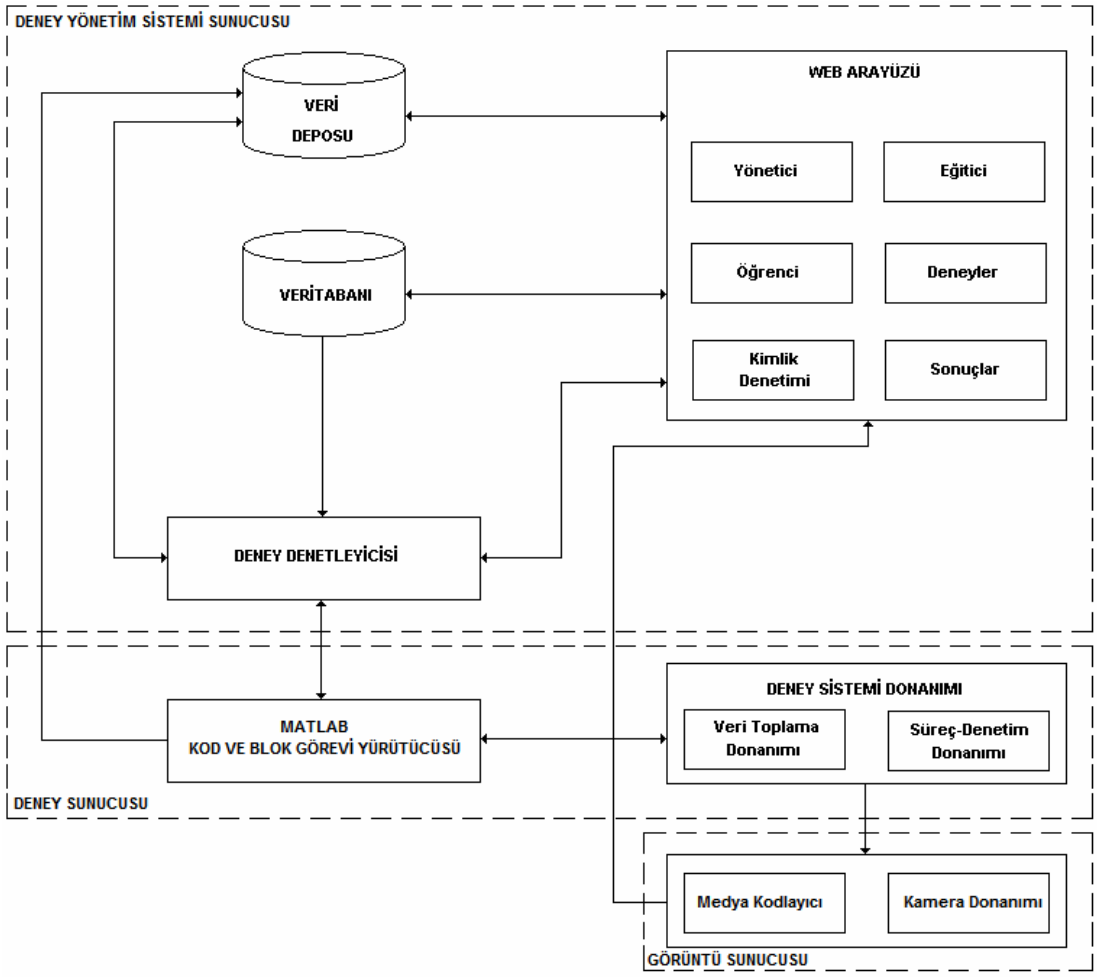
a. Öğrenciler için

- İnternet Destekli Laboratuvarı tanıtır,
- Laboratuvar kullanımıyla ilgili bilgiler sunar,
- Deney konusuyla ilgili ek bilgi alabileceği dış bilgi kaynakları sunar,
- Kimlik denetimi sağlar,
- Deneylere erişim ve gerçekleştirme imkanı sağlar,
- Deney sonuçlarına erişimi sağlar.

b. Yönetici öğretim elemanları için

- Deneye erişecek öğrencilerin kayıt işlemlerinin yönetimini sağlar,
- Deney görev ve yasaklarının tanımlanmasını ve düzenlenmesini sağlar,
- Deney sonuçlarına erişimi sağlar.

İnternet Destekli Laboratuvar, aşağıdaki şekilde gösterilmiş yapıdadır:

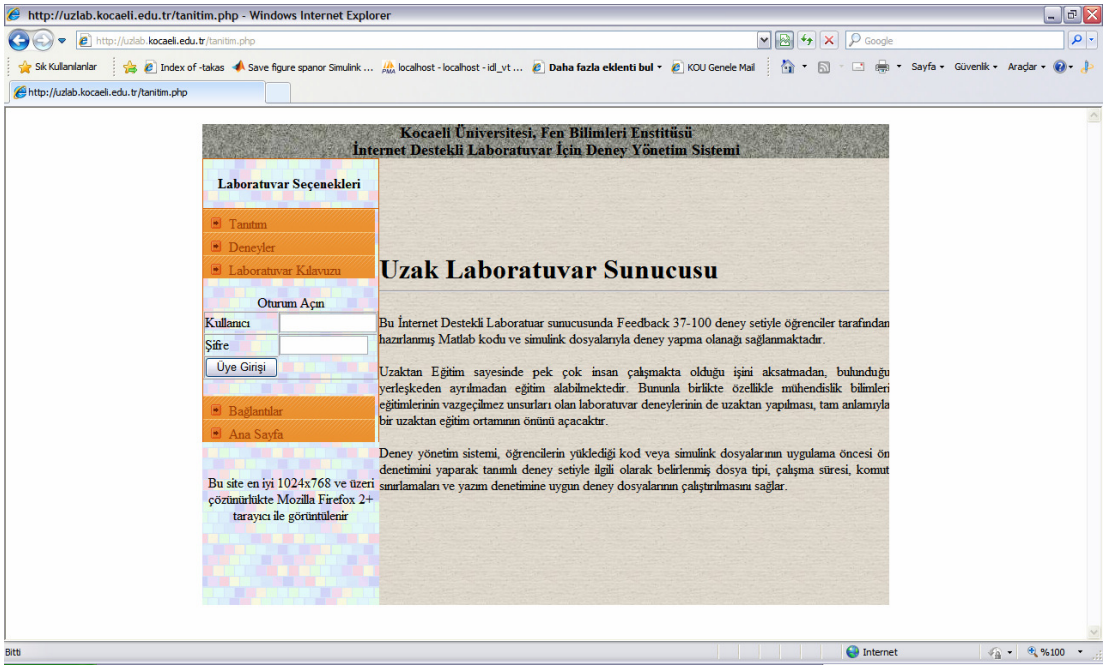


Şekil 4.1: İnternet Destekli Laboratuvar Şeması

4.1.1. İnternet destekli laboratuvarın tanıtımı

Bir İnternet destekli laboratuvarı ilk defa kullanacak öğrenciler için bir tanıtım yapılması önemlidir. Daha önce bu tip bir eğitimi almış öğrencilerin de olası yeni katkılarla oluşturulmuş laboratuvarı tanıması gerekir. Bu tanıtım sayfasında

laboratuvar olanakları bir özet şeklinde sunulabilir. Şekil 4.2'de, çalışmada kullanılan internet destekli laboratuvar sisteminin tanıtım ekranı görülmektedir.



Şekil 4.2: Uzak laboratuvar tanıtım ekranı

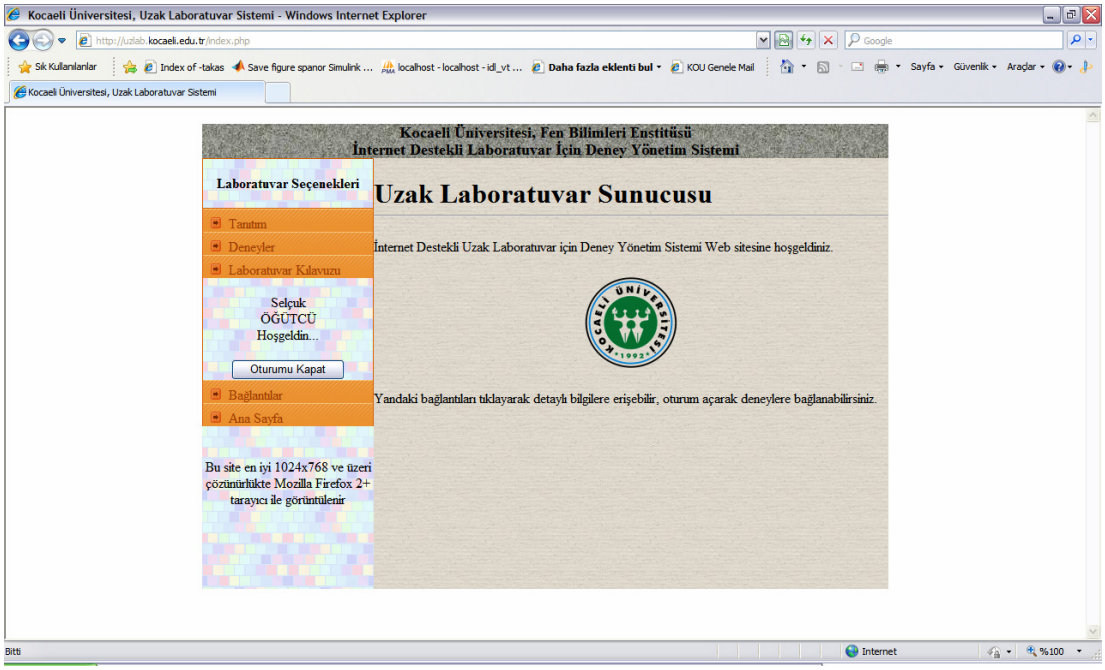
Ekranda görülen Web sayfası aynı zamanda bir genel tasarım şablonudur. Üstte başlık, solda uzak laboratuvar sistemiyle ilgili bağlantılar ve oturum açma bölümü yer alır. Sağ kısımda seçilen bağlantının gerektirdiği bilgilendirme ve varsa diğer bağlantılar yer alır. EK-A'da bu şablonun HTML kodları yer almaktadır.

Oturum açma bölümü, tüm seçeneklerde dahil edilmiş "oturumac.php" (EK-B) isimli bir PHP dosyasıdır. Oturum açılmadığı durumda öğrecinin oturum bilgilerini girmesi için kullanıcı adı ve şifresini soran metin kutuları görüntülenir. Oturum bilgileri gönderilip doğrulanmadan deneylere erişim mümkün değildir. Oluşturulacak tüm deneyler, doğrulanmış kimlik denetimi kullanarak izinsiz erişimi engellemektedir.

Laboratuvar sunucusunda HTML ve PHP karma şekilde kullanılmaktadır. Kimlik denetimi, veri tabanı erişimi, kod denetimi gibi bölümlerde ise yalnızca PHP betikleri kullanılmaktadır. Oturum bilgilerinin her ekranda korunabilmesi, tüm bu ekranlarda oturum denetiminin başlatılmasına bağlıdır. Aksi halde oturum bilgileri unutulur ve oturum bilgilerine dayalı tüm denetimler oturum açılsa dahi başarısızlıkla sonuçlanır.

Bu amaçla PHP betiği şeklindeki her Web sayfasının başlangıcına “session_start();” satırının yerleştirilmesi gerekmektedir.

Oturum açıldığında, tüm Web sayfalarına dahil edilmiş ‘oturumac.php’ dosyası veri tabanından oturum açan öğrencinin adını ve soyadını çekerek görüntüler. Aşağıdaki Şekil 4.3’de bu işlem görülmektedir:



Şekil 4.3: Oturum açılmış Web sayfası görünümü

Günümüzde sekmeli tarayıcılar yaygın olarak kullanılmaktadır. Oturum açıldığında eğer diğer sekmelerden herhangi birinde de laboratuvar sunucusuna bağlantı yapıldıysa aynı oturum bilgileri o sekmelerde de geçerli olacağından sisteme bağlantı kurulmuş tüm sekmelerde oturum kapatılana kadar erişim devam edecektir.

Tüm sunucu tabanlı betik ve kodlarda, zaman içerisinde tespit edilen saldırılar olacaktır. Bu gibi saldırılar basit işlevsel sorunlara neden olabileceği gibi veri kaybı ya da sızmasıyla sonuçlanabilecek, sunucu tarafında bir kod çalıştırmaya neden olabilecek karmaşık sorunlara da neden olabilirler. Örneğin kendini çağıran bir form ile veri gönderim işlemi yapan bu çalışmada herhangi bir önlem alınmadığı takdirde sunucu tarafında istenmeyen bir betik çalıştırılabilir. Bu nedenle aşağıdaki kod temel bir önlem olarak form gönderme kısmına gömülebilir:

```
echo "<form action='";
```

```
$phpself = basename(__FILE__);
$_SERVER['PHP_SELF'] = substr($_SERVER['PHP_SELF'], 0,
strpos($_SERVER['PHP_SELF'],$phpself)) . $phpself;
echo $_SERVER['PHP_SELF'] . "' method='post'>";
```

Veri güvenliği için XSS adı verilen saldırılara karşı önlem alınması gerekir. Yukarıda gösterilen temel bir önlemdir. Buna benzer bir çalışma gerçekleştirirken kullanılan sunucu taraflı kodlarla ilgili tespit edilmiş güvenlik açıkları ve önlemlerinin öğrenilmesi ve uygulanması gerekir. Temel olarak istemci tarafındaki bir kodun, sunucu tarafındaki uygulamanın bir bölümüne yerleştirmesi (injection) şeklinde gelişen bu saldırılar güvenlik duvarları tarafından fark edilemeyebilirler. Bu nedenle kod doğrulama, çerez güvenliği, uygun olmayan karakterlerin filtrelenmesi gibi önlemlerin alınması uygun olacaktır.

Oturum açılması, deney görevlerinin öğrenilmesi gibi işlevlerin gerçekleştirileceği konumlarda veri tabanına bağlantı kurulması gerekmektedir. Veri tabanına sürekli bir bağlantı kurmak yerine ihtiyaç duyulduğunda veri tabanına bağlantı kurulması ve gerekli işlemler gerçekleştirildikten sonra veri tabanıyla kurulan bağlantının koparılması, güvenli bir çalışma ortamını destekleyecektir.

Veri tabanına bağlantı kurmak için bağlantının hazırlanması gerekmektedir. Bu amaçla, aşağıdaki değişken tanımları yapılır:

```
<?php
$vt_sunucu = 'localhost';
$vt_kullanici = 'lab_baglayici';
$vt_sifre = '********';
$vt_ad = 'laboratuvar';
?>
```

Bu ön hazırlık sonrası veri tabanına bağlantı açılır:

```
<?php
```

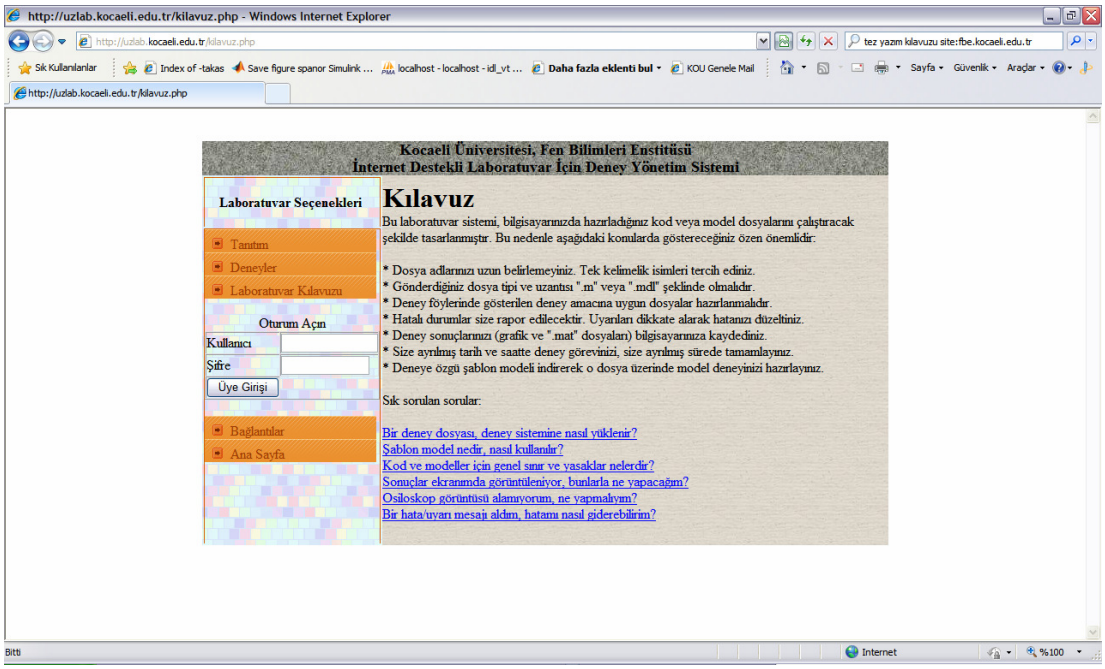
```
$vt_baglanti = mysql_connect($vt_sunucu, $vt_kullanici, $vt_sifre) or die ('mysql bağlantısı sorunu!');
mysql_query("SET NAMES 'latin5'"); //Türkçe karakterler için latin5_ci
mysql_select_db($vt_ad);
?>
```

Veri tabanıyla ilgili işlem kalmadığında veri tabanı kapatılır:

```
<?php
mysql_close($vt_baglanti);
?>
```

Farklı PHP dosyalarında depolanmış bu kodlar gerekli görülen kod bölümlerinden çağrılarak istenen işlevler gerçekleştirilir.

4.1.2. Laboratuvar kullanım kılavuzu



Şekil 4.4: Laboratuvar kullanım kılavuzu

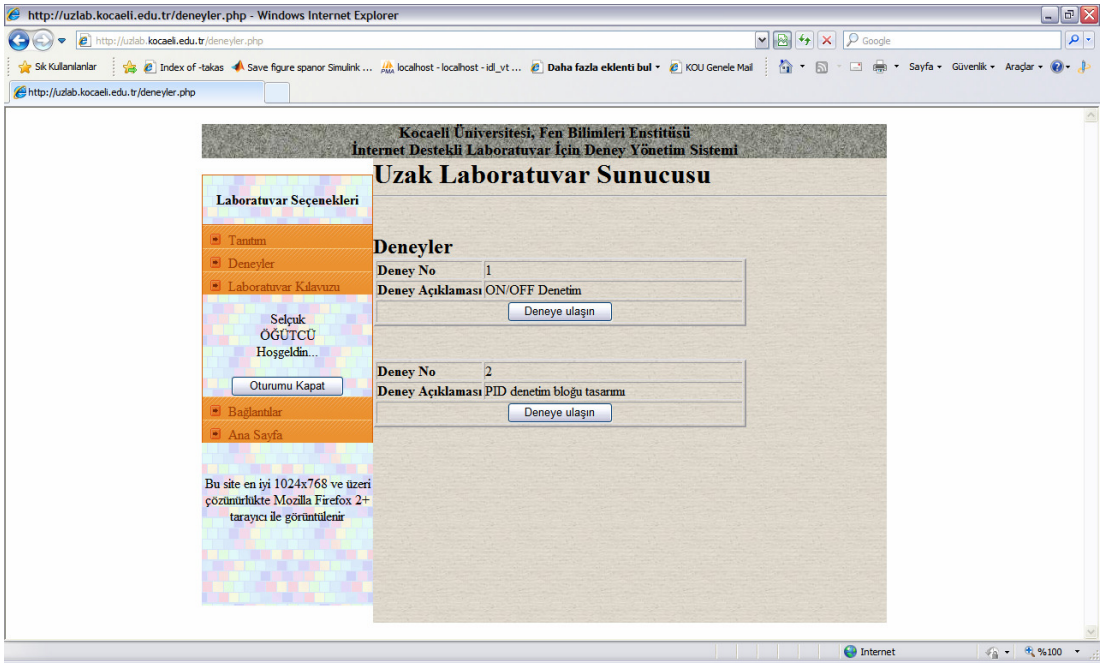
Özet bilgilerin sunulduğu tanıtım sayfası dışında daha detaylı bir bilgilendirmenin yapılması önemlidir. Bu amaçla hazırlanmış bir laboratuvar kılavuzunda

laboratuvarın kullanım şeklinin yanı sıra kullanım kurallarının da belirtilmesi, laboratuvar devamlılığı ve etkin kullanımı için gereklidir. Şekil 4.4'te laboratuvar kullanım kılavuzu görülmektedir. Laboratuvar kılavuzu, genel kullanım ilkelerinin yanı sıra sıkça sorulan sorular ve bunlarla ilgili olarak öğrencilerin uygulacağı işlem basamaklarını içermektedir.

4.1.3. Bağlantılar

Bağlantılar bölümünde, gerçekleştirilecek deneylerle ilgili sunucu ve İnternet kaynaklı bağlantılar yer almaktadır. Öğrencilerin buralardan edinecekleri deney konularını pekiştirici bilgiler sayesinde daha iyi bir öğrenim sağlanacağı düşünülmektedir.

4.1.4. Deneyler



Şekil 4.5: Deneyler

Yönetici konumundaki öğretim elemanı tarafından oluşturulmuş deney görevleri bu bölümde yer alır. Tamamı veri tabanında tanımlı, alan kayıtları şeklindeki görevler, başlıklarına göre öğrenciler tarafından seçilebilmektedir.

Deneylerden herhangi biri seçildiğinde yeni bir Web sayfasında açılacakları için bu siteden açılır pencerelere her zaman izin verilmesi gerekebilir. Öğrenciler tarayıcı ayarlarını buna izin verecek şekilde yapılandırabilirler.

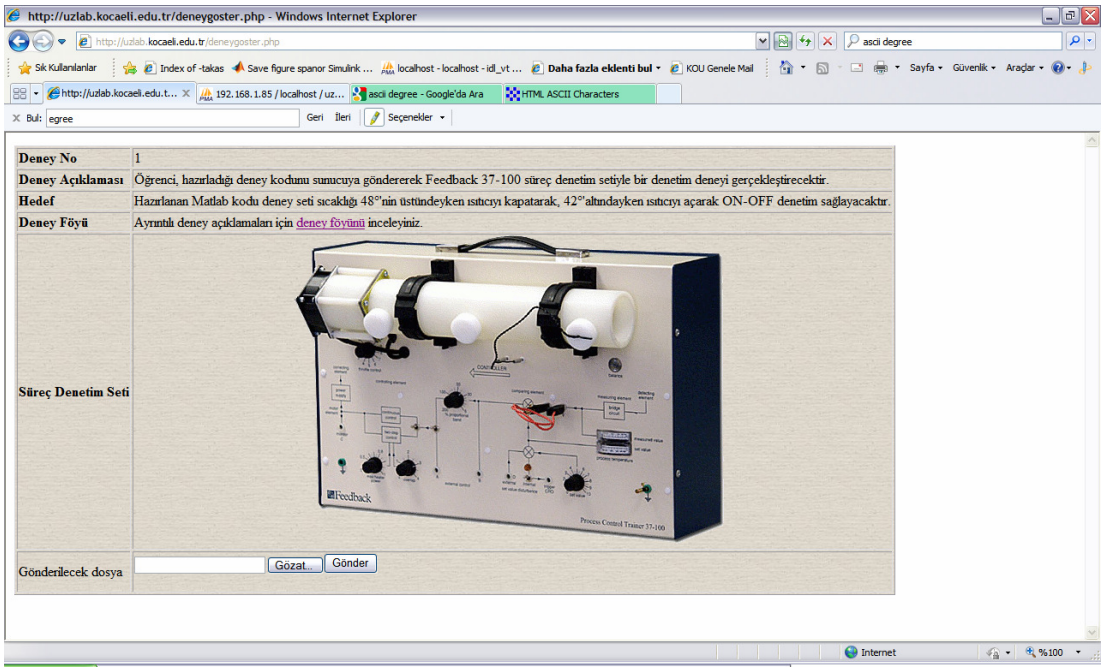
Bu çalışmada, çeşitlendirilebilecek ve sayıları arttırılabilecek iki temel deney görevi ele alınmıştır. Bunlardan ilki öğrencinin deney kuralları doğrultusunda hazırlayacağı Matlab kodunun deney denetleyicisi tarafından denetlenerek kabul edileceği, çalıştırılacağı ve sonuçlarının gözleneceği gerçek zamanlı bir deneydir. İkinci deney, öğrenci tarafından hazırlanmış simulink bloklarının sunucuya alınacağı, deney denetleyicisi tarafından denetleneceği ve derlenerek çalıştırılacağı ve sonuçlarının gözleneceği bir gerçek zamanlı deneydir.

4.1.4.1. Kod tabanlı laboratuvar deneyi

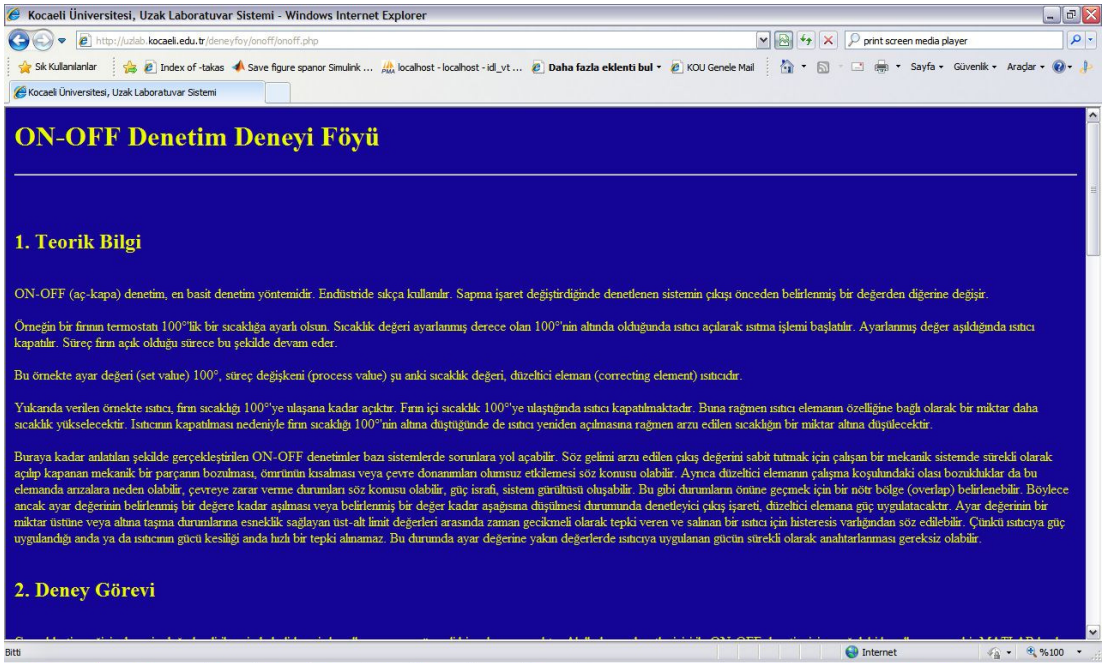
Öğrenciler yerel bilgisayarlarında, yapacakları deneyin Matlab kodlarını hazırlar. Bu kodları .m uzantılı bir dosya şeklinde kaydederek sunucuya yüklemeleri ve görevde belirlenmiş hedefe ulaşmaları gerekmektedir.

Şekil 4.6'da yer alan bilgiler deneyler veri tabanında tanımlı deney bilgilerinden alınmaktadır. Veri tabanındaki; deney föyü, şekil gibi veriler sunucu tarafındaki öğe konumlarına işaret eden bağlantılardır.

Şekil 4.7'de gösterilen deney föyü, deney görevini içermektedir. Deney görevinde veri toplama cihazıyla olan giriş/çıkış bağlantıları, üfleyici seçici anahtar konumu tarif edilir. Söz konusu deneyde arzu edilen referans değer 5V'tur. Bu değerin önceden belirlenmiş bir seviye kadar üzerine çıkıldığı ya da altına düşüldüğü durumlarda, öğrencinin yazdığı kod aracılığı ile ısıtıcının çıkışının 45˚ sıcaklıkta yani 5V'luk referans geriliminde, ON-OFF denetim yöntemiyle tutması istenmektedir.



Şekil 4.6: Kodla denetim deneyi



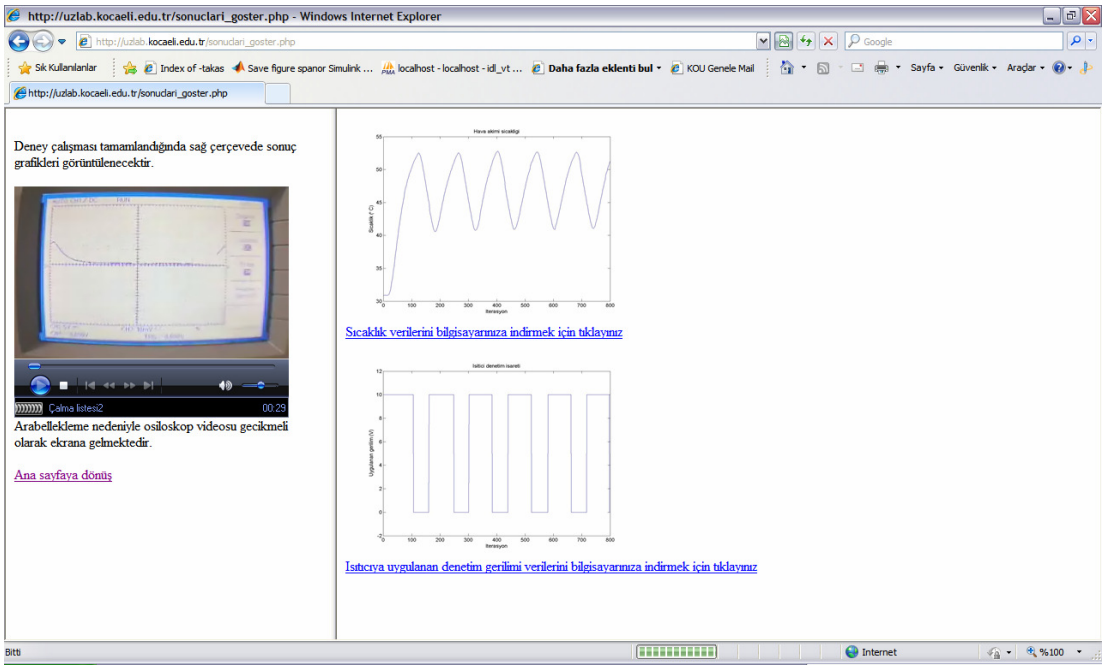
Şekil 4.7: Deney föyü

Bu deney için kullanılabilecek bir kod örneği EK-C'de verilmiştir. Bu kod incelendiğinde, deney sürecinin ne kadar süreceğinin öğrencinin belirlediği değerlere bağlı olduğu görülecektir. Olası sorunların saptanması ve deneyin tanımlı bir sürenin

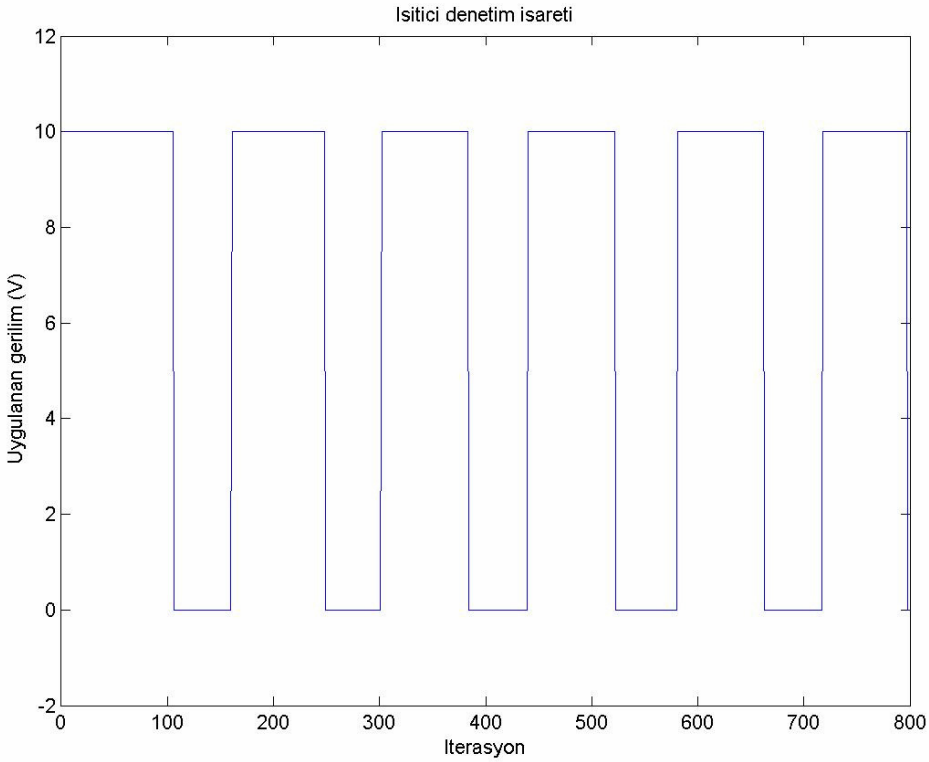
üzerinde çalışmasına engel olunması için deney denetleyicisinin çalışmaya müdahale etmesi gerekmektedir.

Şekil 4.8'de öğrenci tarafından gönderilmiş kodun yürütülmesi sonucunda oluşan sonuç ekranı görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi öğrenci, gönderdiği kodun oluşturduğu sistem cevabını video olarak görebilmektedir. Ayrıca öğrenci, oluşan grafik dosyalarıyla elde ettiği sonucu sağdaki çerçevede gözlemleyebilmekte, bu grafikleri ve grafiklerin altlarında yer alan bağlantılardan bu grafiklere ait verileri ASCII biçimli bir dosya şeklinde bilgisayarına kaydedebilmektedir. Dosya içeriğinin varsayılan MATLAB biçiminde tercih edilmemesinin nedeni öğrencilerin farklı yazılımlarla elde ettikleri verileri işlemesine veya görüntülemesine olanak sağlamaktır.

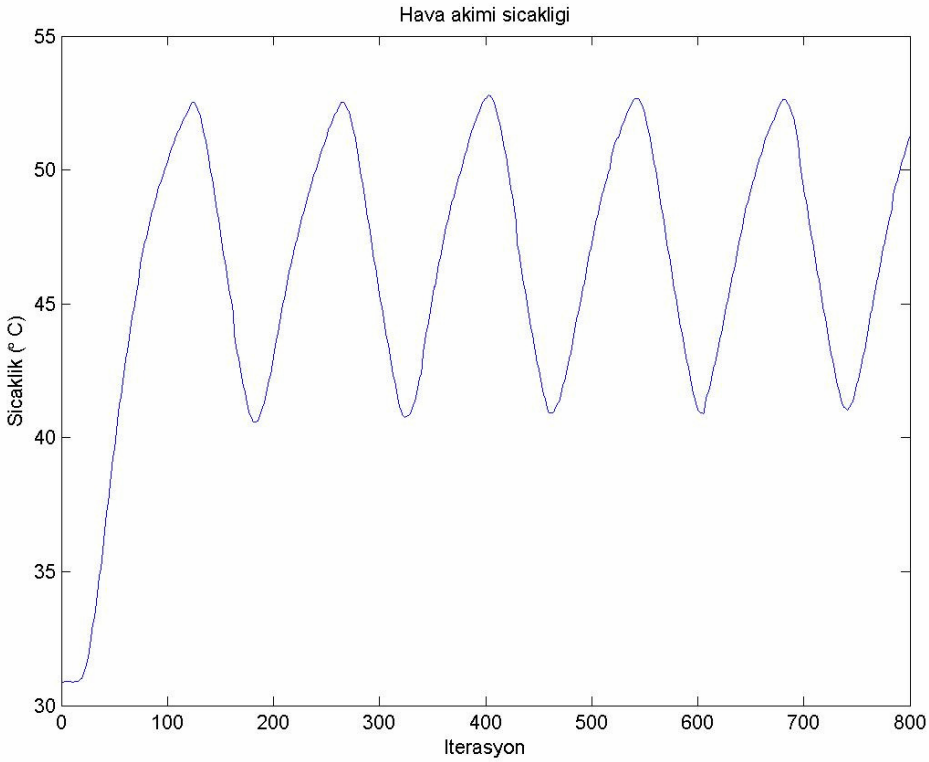
Şekil 4.9'da, öğrencinin yazdığı kodun sistem sıcaklığına dayalı olarak uyguladığı denetim gerilimi ve Şekil 4.10'da süreç denetim sisteminin bu uygulamaya verdiği sıcalık cevabı görülmektedir. Bu deney, ilgili föyünde de belirtildiği gibi, deney seti ölçüm sıcaklığı 42°'nin altındaysa ısıtıcıyı açan, 48°'nin üstündeyse ısıtıcıyı kapatan bir ON-OFF denetim deneyidir.



Şekil 4.8: ON-OFF denetim deney ekranı.



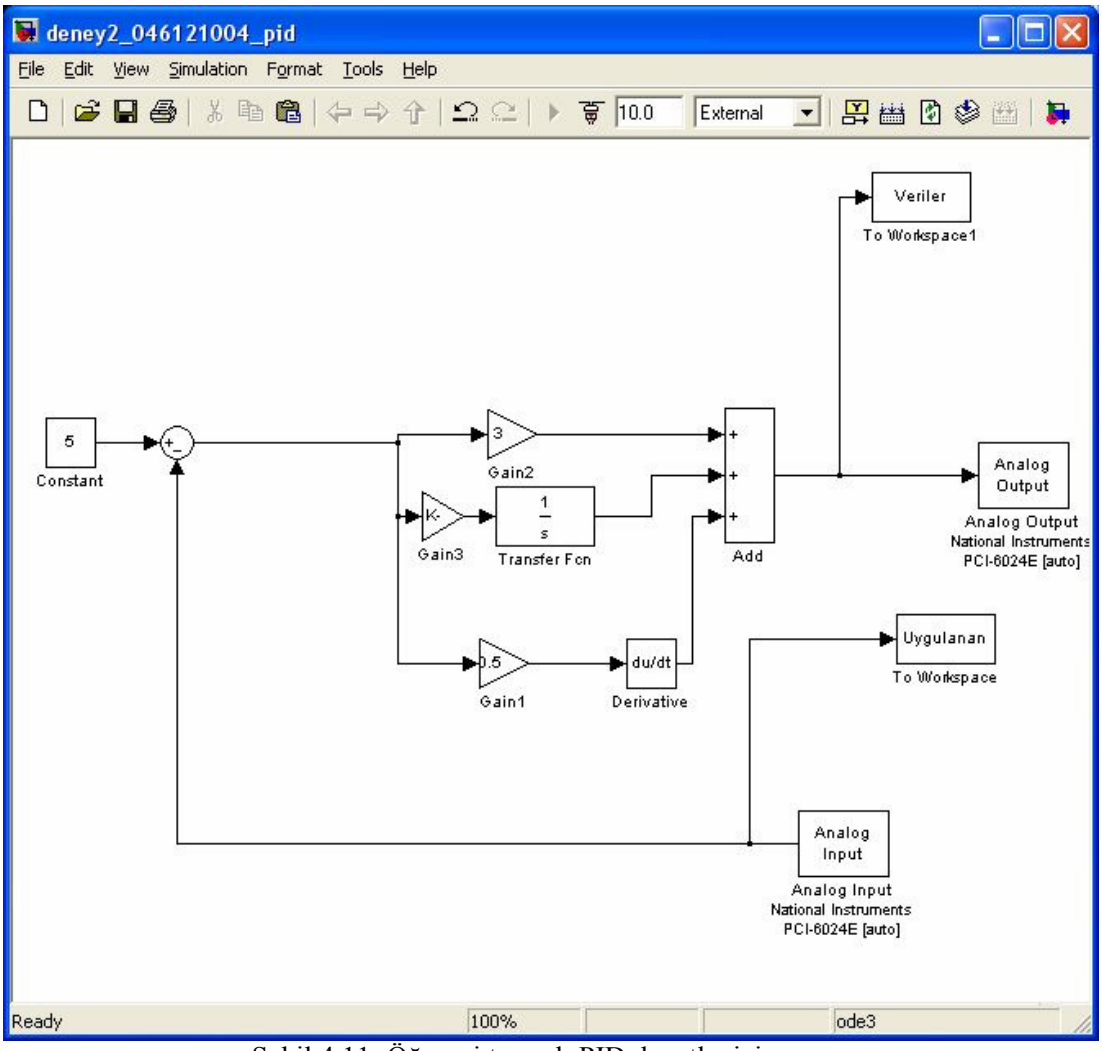
Şekil 4.9: Uygulanan gerilim grafiği



Şekil 4.10: Denetim işaretine sistemin verdiği cevap grafiği

4.1.4.2. Simulink blokları ile laboratuvar deneyi

Matlab Simulink şema düzenleyicisi ile gerçekleştirilen deney görevi sunucuya yüklenecektir. Öğrencinin veri toplama kartını giriş/çıkış olarak kullanabilmesi için kartın yerel bilgisayarında tanımlı olması gerekir. Ancak bu sorun, sunucuda tanımlı olan bu cihazı içeren analog giriş ve çıkış bloklarının kaydedildiği bir şablon dosyanın öğrenciye sunulmasıyla aşılabilir. PID denetim deneyi föyünde bu şablon dosyası sunulmuştur.



Şekil 4.11: Öğrenci tanımlı PID denetleyici şeması

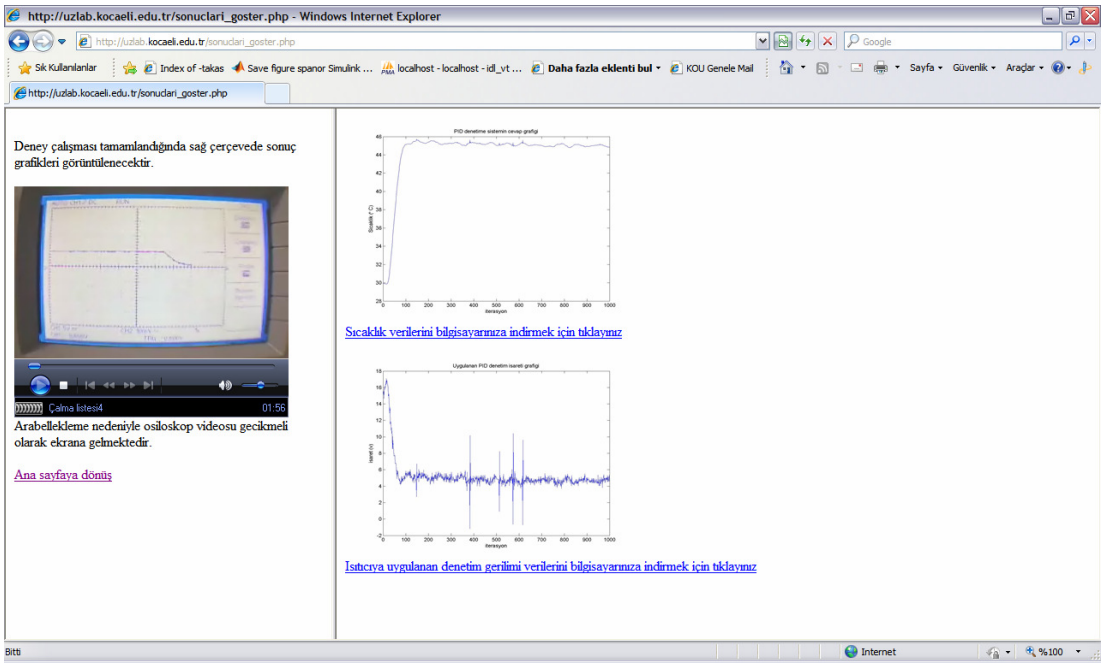
Deney görevi olarak bir PID denetleyici (örneğin Şekil 4.11) ile deney seti sıcaklığının 45°'ye ulaştırılması ve bu seviyede tutulması tanımlandığında öğrencinin bir PID denetleyicisi tasarlaması ve deney setinde yer alan tüpün çıkışındaki hava

sıcaklığını 45°'de tutması gerekmektedir. Blok deneylerinde, deney süreci blok parametreleri öğrenci tarafından hatalı tanımlansa da deneyin deney sunucusuna yüklenmesi ve derlenmesi öncesi temel işlevler sunucusu tarafından düzenlenmesi ile kararsız çalışmaya yolaçabilecek bir süre tanımlamasının önüne geçilebilir.

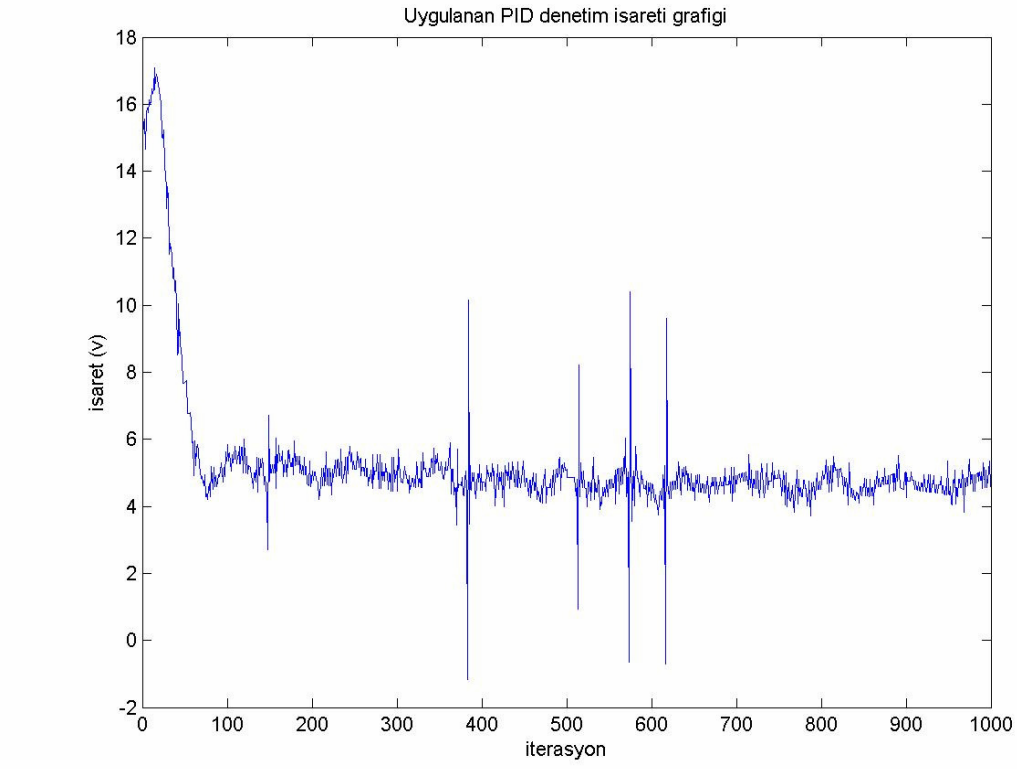
Simulink ile gerçekleştirilecek gerçek zamanlı deneylerde, bir veri toplama cihazının kullanılacağı durumlarda, çalışma öncesi, benzetim kipinin harici (external) olarak seçilmesi ve sonra veri toplama cihazına bağlanılması gerekmektedir. Veri toplama kartının takılı olduğu bilgisayarlarda bu işlem elle gerçekleştirilebilmektedir. Ancak uzak laboratuvar çalışmalarında bu işlemi elle gerçekleştirmek mümkün olamayacağı için komut satırından bu tanımların zorlanması gerekmektedir. Benzer şekilde gerçek zamanlı bir blok deneyinin çalışabilmesi için önce derlenmesi gerekir. Derleme işlemi de uzaktan yapılamayacağı için Simulink bileşeninin bir deneyi gerçekleştirmeden önce gerçekleştirilmiş olmasını beklediği derleme işlemi deney sunucusu tarafından otomatik olarak yapılmaktadır. Ek G'de bu amaçla kullanılabilecek kod örneği gösterilmiştir.

Deney sunucusuna PID denetleyici içeren deney görevine yönelik Simulink şeması yüklendiğinde ve içerik denetiminden başarıyla geçen uygulama çalıştırıldığında Şekil 4.12'deki ekran görüntülenir.

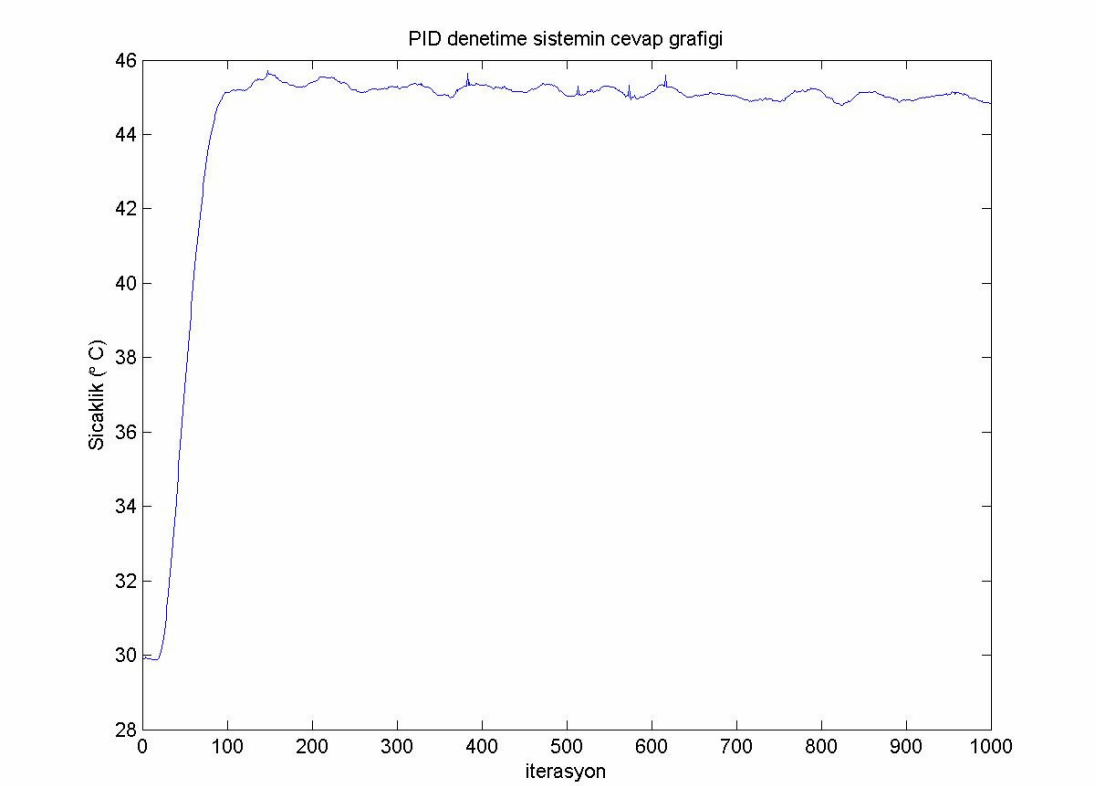
Şekil 4.13'te, kullanıcı tanımlı PID denetleyicinin sistemi arzu edilen 5V çıkışı vermeye, başka bir deyişle 45° sıcaklığı sağlamaya yönelik kullandığı denetim işareti görülmektedir. Grafiğe dikkat edilirse, yaklaşık 19V'luk bir denetim işareti oluşturulmaya çalışıldığı görülecektir. Bu değer, PID denetleyicinin doğal davranışı için normaldir ancak veri toplama kartının çıkış ve deney setinin giriş için kabul edeceği 10V'un çok üzerindedir. Normal şartlarda böyle bir gerilim uygulaması sete zarar verebilir. Ancak deney denetleyicisi, eşik değer olan 10V'u aşan işaretleri deney setine uygulatmamakta, bunun yerine sınır değer olan 10V'u uygulatmaktadır. Bu uygulama ideal bir denetim açısından dezavantaj sağlasa da deney sistemi güveliği için gereklidir. Deney denetleyicisi, Simulink bloklarında yer alan analog çıkış üst limitinin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığını, deneyi çalıştırmadan önce denetlemektedir.



Şekil 4.12: Simulink şeması ile PID denetim deneyi



Şekil 4.13: PID denetleyicisi tarafından sisteme uygulanan denetim işareti grafiği



Şekil 4.14: Deney seti sıcaklık grafiği

4.2. Deney Denetleyicisi

Öğrencilerin göndermeye çalışacakları kod ya da bloklar bilinçli ya da bilinçsiz olarak zararlı sonuçlar doğurabilecek şekilde oluşturulmuş olabilir. Bir öğrenci, yürütülmekte olan bir deneye dahil olmaya çalışabilir. Bu ve bunun gibi sorunları çözmek için bir deney denetleyicisi gerçekleştirilmiştir.

Deney denetleyicisi aşağıdaki işlevleri yerine getirmek üzere tasarlanmış PHP betik dilinde bir yazılımdır:

- Laboratuvarın deney yapılması için uygunluğunu denetler, deney ortamında bakım gerçekleştiriliyorsa veya başka bir deney yürütülmekteyse öğrencinin deney yapmasına engel olur,
- Laboratuvar sunucusuna yüklenecek dosyayı bir dosya tipi süzgecinden geçirerek zararlı dosya gönderimini engeller,

- Sunucuya yüklenecek Matlab kodu veya Simulink blok şeması dosyası içeriğinde laboratuvar çalışmasını aksatacağı öngörülmüş bölümleri yakalar, dosyanın işletilmesine engel olarak öğrenciyi uyarır,
- Deney süresini denetler,
- Başarılı bir şekilde çalıştırılmış deneyin sonuçlarını bir FTP sunucusunda öğrenci için ayrılmış alana yükler,

Öğrenciler tarafından oluşturulmuş deney kod ve blokları sunucu tarafında çalıştırılmaktadır. Açık metin şeklinde düzenlenmiş kod sunucu tarafında deney denetleycisi ve Matlab tarafından değerlendirilir. Açık metin formunda olmakla birlikte, gerçek zamanlı çalışma bölümleri içeren Simulink dosyası, deney denetleyicisi denetimi sonrası bir derleme işleminden geçirilerek çalıştırılır. Bu derleme işlemi de yine sunucu tarafında gerçekleştirilir. Hiçbir zaman önceden derlenmiş bir dosya sunucuya kabul edilmez.

Deney denetleyicisi kod ve bloklar içerisinde yer alan parametrelere müdahale ederek yönetici tanımlı düzenlemeler ve eklemeler yapabilir.

4.2.1. Kod için deney denetimi

Öğrencinin gönderdiği kod aşağıdaki sorunları içeriyor olabilir:

- Kelime dizilişi hataları,
- Çok uzun ya da sonsuz döngüler,
- Yasaklanmış komut kullanımı,
- Veri toplama cihazına sınır taşan değer gönderimi,

Kelime dizilişi hataları programın belirli bir noktada durmasına neden olabilir. Sorun yaşanan satıra kadar çalışmış olan kod bölümlerinin deney setine göndermiş olabileceği değerler, deney setini süren veri toplama kartında sürekli olarak tutulacağı için programın hatalı kelime dizilişiyle çalışması engellenmeli ve öğrenci uyarılmalıdır. Sorunlu bir kod parçası siseme yüklenerek öğrenci tarafından çalıştırılmak istenebilir. Bu durum, çalışması mümkün olmayan bir kod parçasıyla izah edilebilir:

```
…
putsample(ao,9);
hatalikomut(a,b);
disp(‘bu satır asla çalışmaz’);
…
```

Bu durumda, veri toplama kartı üzerinden deney seti girişine uygulanan 9V, çıkışta sabit kalacaktır. Öğrenci bu hatalı deney kodunu çalıştırıp sistemi terkettiğinde bu veri, veri toplama kartı çıkışında tutulmaya devam edecektir. Bu nedenle de, örneğin bu tez çalışmasındaki deney setinde, tüp içerisine ısıtılarak hava üflenmeye devam edilecektir. Bu, istenmeyen bir durumdur. Eğer kod aşağıdaki şekilde düzenlenmiş olsaydı bu problem giderilmiş olurdu:

```
…
try
        putsample(ao,9);
        hatalikomut(a,b);
        disp(‘bu satır asla çalışmaz’);
catch
        putsample(ao,0);
        sorun=lasterror;
end
…
```

Öğrencinin gönderdiği kodun, “try” ve “catch” deyimlerinin arasında kalan kısımda yer aldığını ve bu kodun hatalı olduğunu düşünelim. Bu durumda hatalı satıra gelindiğinde kod çalışma süreci catch deyiminin altında ilerleyecektir. Bu bölüme program hatalarının oluşturabileceği kritik durumları giderecek ve karşılaşılan sorun konusunda öğrencinin bilgilendirilmesini sağlayacak komutlar yazılabilir.

Örneğin yukarıdaki kod hatayla karşılaştığında deney setine 0V göndererek çıkışı düzeltmekte ve sorun değişkenine son karşılaşılan hata yapısını kaydetmektedir. Bu durumda sorun.message alanı, son karşılaşılan hatayı içermektedir. Öğrencinin bu sorunu Web sayfasında görmesi sağlanabilir. Öğrenci normal olarak bu şekilde bir

kod yazmayacaktır. Bu nedenle öğrencinin gönderdiği kod, deney denetleyicisi tarafından bu şekilde düzenlenmektedir.

Öğrencinin hazırladığı deney kodu çok uzun ya da sonsuz döngüler içeriyor ise, bu da deney seti güvenliğini etkileyebileceği gibi diğer öğrencilerin deneye erişimini de engelleyecektir. Bu durumun engellenmesi gerekir. Bu amaçla, öğrenci kodlarının içinde yer alan "for" ve "while" gibi döngü içeren satırların bir alt satırında daha önce "tic" komutuyla deney denetleyicisinin yaptığı eklenti sonrası başlatılmış zamanlayıcının değerini denetleyen bir satır yerleştirilir. Örneğin bu değer 15 saniyeyi aştığında "break" komutu çalıştırılarak döngü kesilir. Olası tüm döngülerin içinde aynı kesme işlemi uygulanacağından süre aşımı halinde tüm döngülere kesme işlevi uygulanır ve zaman sorunu deney denetleyicisine raporlanır. Bu durumda öğrenci, deney süresinin planlanmış süreyi aştığı konusunda uyarılacaktır. Hatalı bir çalışma yöntemi tercih edildiğinden sonuçların öğrenci ekranına döndürülmemesi uygun görülmüştür.

Öğrenci kodlarındaki bazı komutların, öğretim elemanı tarafından yasaklanması söz konusu olabilir. Bu, bir deney görevinin istenen yöntem dışındaki yöntemlerle gerçekleştirilmesinin istenmediği durumlarda gerekli olabilir. Güvenlik sorunlarına yol açabilecek bazı işletim sistemine dönük Matlab komutlarının çalıştırılması da uygun değildir. Bazı komutlar da deney setiyle istenmeyen etkileşimlerin gerçekleştirilmesine neden olabilir. Tüm bu durumlar karşısında deney denetleyicisi varsayılan komut kümesi dışında öğretim elemanınca tanımlanmış yasaklı komut ve deyimlerin varlığını denetleyerek deneyin bunlarla çalışmasını engeller.

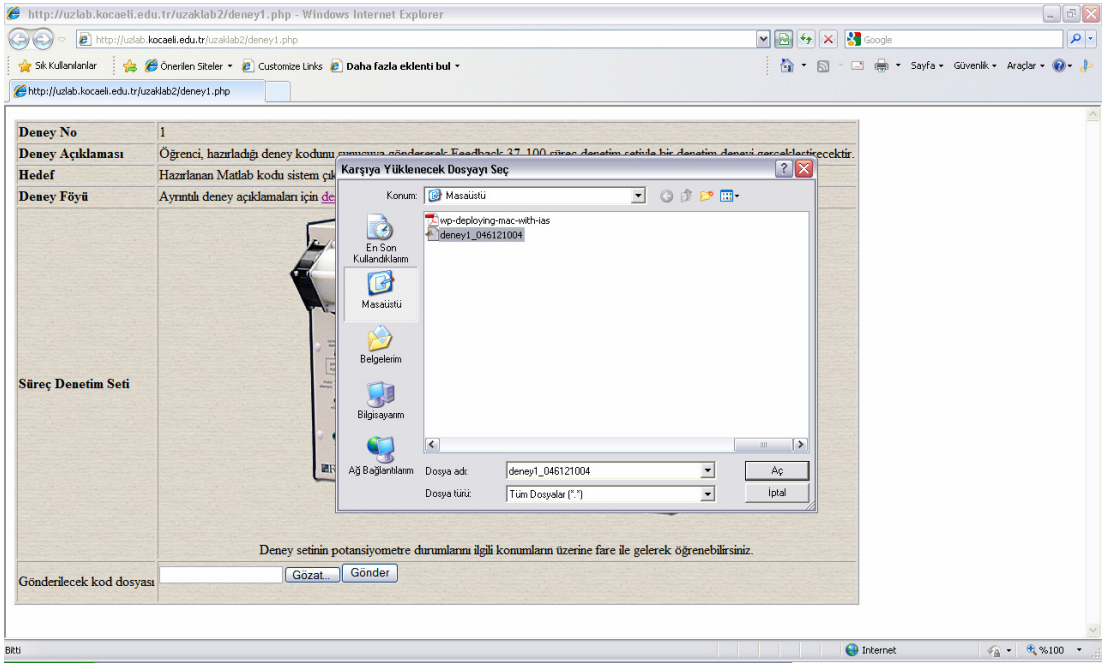
Öğrencinin gönderdiği kod içerisinde veri toplama kartına gönderilen değerler, veri toplama kartının ya da deney setinin kabul edebileceği değerleri aşabilir. Veri toplama kartının işletim sistemi sürücüsünün herhangi bir hata döndürmediği ya da deney setine sınırlarının kabul ettiği değerler dışında veriler gönderilmek istendiğinde ciddi donanım arızalarına neden olunabilir. Bu gibi durumları engellemek üzere deney denetleyicisi, olası tüm veri toplama kartına çıkış ürettiren satırları yakalar ve koşullu olarak veri gönderimine izin verir. Değişken

kullanılmayarak doğrudan veri gönderiminin zorlandığı durumları tespit ederek ilgili değeri denetler ve eğer uygun değilse çalışmayı iptal eder.

Deney denetleyicisinin gerçekleştirdiği işlevler PHP betik diline dayalıdır. Öncelikle öğrenci kodunun okunması gerekir. Seçilen ve gönderilen kod dosyasının öncelikle dosya tipinin doğruluğu denetlenir. Dosyanın alınması ve dosya tipinin denetlenmesi için Ek-D'de yer alan koddan faydalanılabilir.

Deney denetleyicisi PHP betik dilinin dosya içi metin arama, metin kesme, metin birleştirme, satır yerleştirme işlevlerini karma bir şekilde gerçekleştirerek ve Matlab kodlarını kullanarak deney setiyle çalışmaya uygunluk denetimleri yapar ve deney setiyle gerçekleştirilecek uygulamanın çalışmasına izin verir. Öğrenciler kod bloğu deneylerinde "putsample" komutunu kullanarak deney setine veri göndermektedirler. Deney denetleyicisi bu komutun kullanıldığı tüm konumları ve komut ya da komutlara girilmiş değişkenleri denetler.

Şekil 4.15'te öğrencinin, yerel bilgisayarındaki dosyayı sunucuya yüklemesiyle ilgili bölüm görülmektedir. Öğrenci bu şekilde ilgili klasörden kod dosyasını seçer.



Şekil 4.15: Gönderilecek kod dosyasının seçimi

4.2.2. Simulink blokları için deney denetimi

Grafik ekranda gerçekleştirilen Simulink bloklarına ait dosyalar, blok bilgilerini içeren metin tabanlı bir dosyadır. Blok konumlandırmaları, blok özellikleri, çalışma süreç ayarları gibi bir çok yapılandırma satırı içerir. Bunlardan deneyin kararlı çalışmasıyla ilgili olan kritik bazı parametrelerin uygunluğu denetlenebilir. Bu parametrelerin bazıları StopFcn, Simulink.Configset altındaki StartTime, StopTime, FixedStep Solver satırları ve veri toplama cihazına ait AttributesFormatString başlığıdır. Bu tez çalışmasında öğrencilerin bu parametrelere yönelik işlemleri yok sayılarak bu parametreler otomatik olarak en uygun hale dönüştürülmektedir.

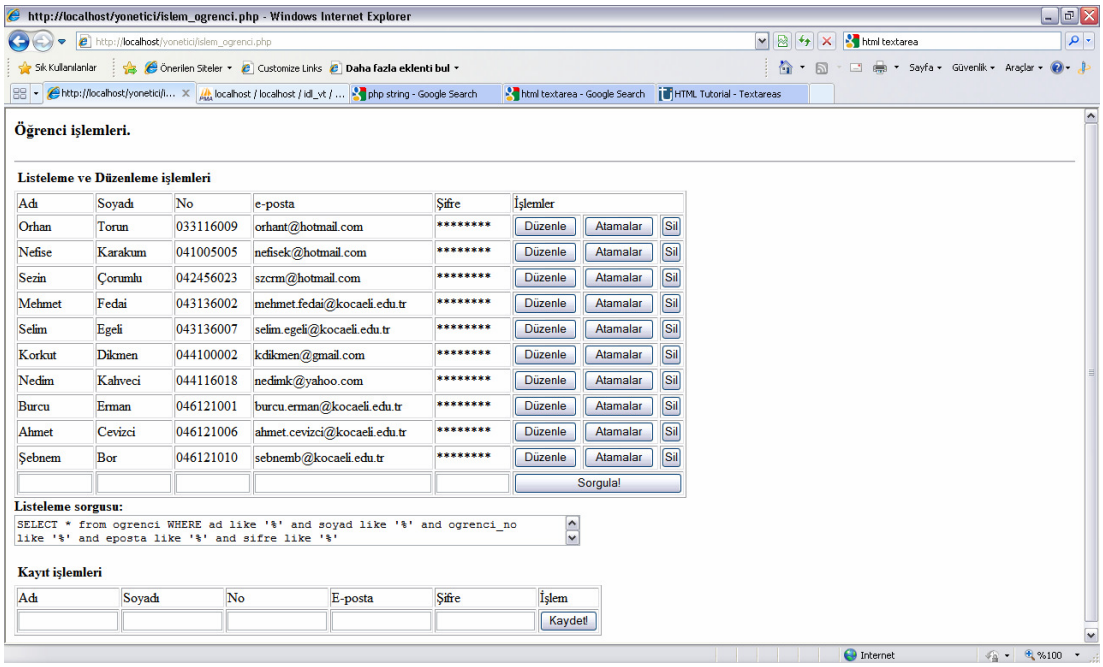
4.3. Sistem Yönetimi

Sistem yönetimi öğrenci işlemleri, öğretim elemanı işlemleri ve deney işlemlerinden oluşur. Yönetim bölümüne yalnızca yetkilendirilmiş öğretim elemanları ulaşabilir.

4.3.1. Öğrenci işlemleri yönetimi

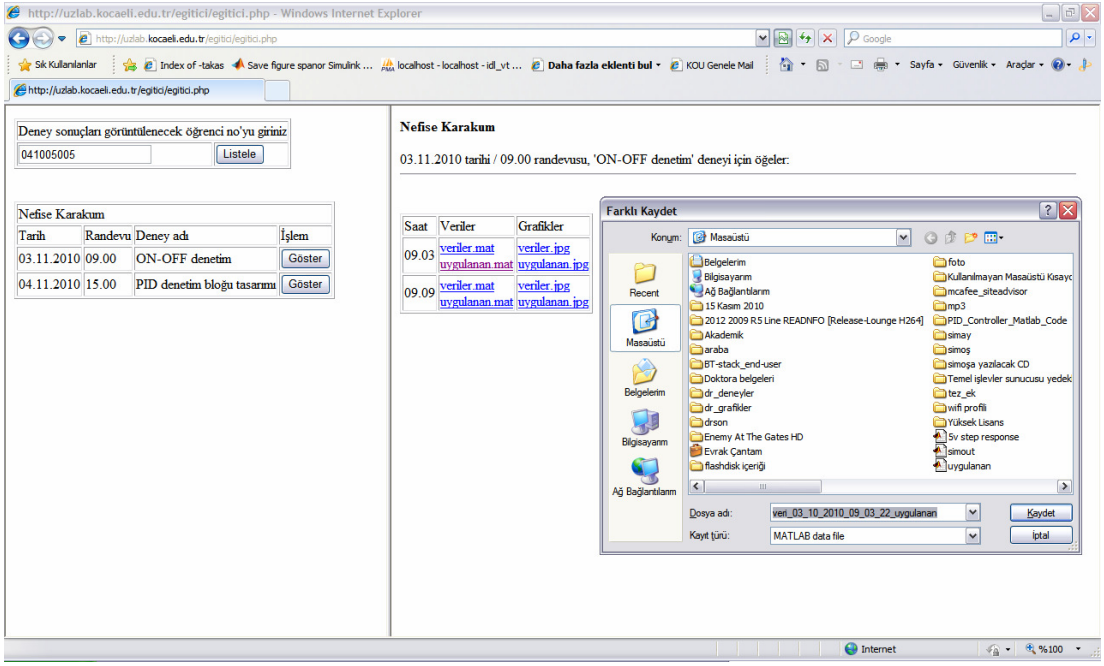
Öğrenci işlemleri yönetim bölümünde öğrencilerin kayıt, düzenleme, deney ataması ve silinmesi işlemleri gerçekleştirilir (Şekil 4.16).

Varsayılan olarak tüm öğrenci kayıtlarını görüntüleyen bu bölümde yönetici; ad, soyad, öğrenci numarası, e-posta adresi, şifre gibi alanlarından gerekli gördüklerine giriş yaparak yalnızca aradığı şartlara uygun kayıtların görüntülenmesini sağlayabilir. Sorgulama şekli ne olursa olsun ekranda en fazla koşullara uyan on kayıt gözlemlenebilir. Yönetici, SQL kelime diziliş kurallarına uyan sorgulamalar gerçekleştirebilir. Örneğin sorgulama metin kutularından “soyad” bölümüne “%ed%” şeklinde bir ifade girip sorgulama yaparak yalnızca soyadında “ed” şeklinde yan yana gelmiş harfleri içeren soyadlara sahip öğrencileri görüntüleyebilir. Yönetici, karma sorgu yöntemleri kullanarak isteğe özel veri tabanı tablosu sorgulamaları gerçekleştirip sonuçları daraltarak aradığı kayıda ulaşabilir. Öğrenci işlemleri yönetimi ekranının alt kısmında hızlı bir şekilde yeni öğrenci kayıtları girilebilir.



Şekil 4.16: Öğrenci Yönetimi İşlemleri

4.3.2. Öğretim elemanı işlemleri yönetimi



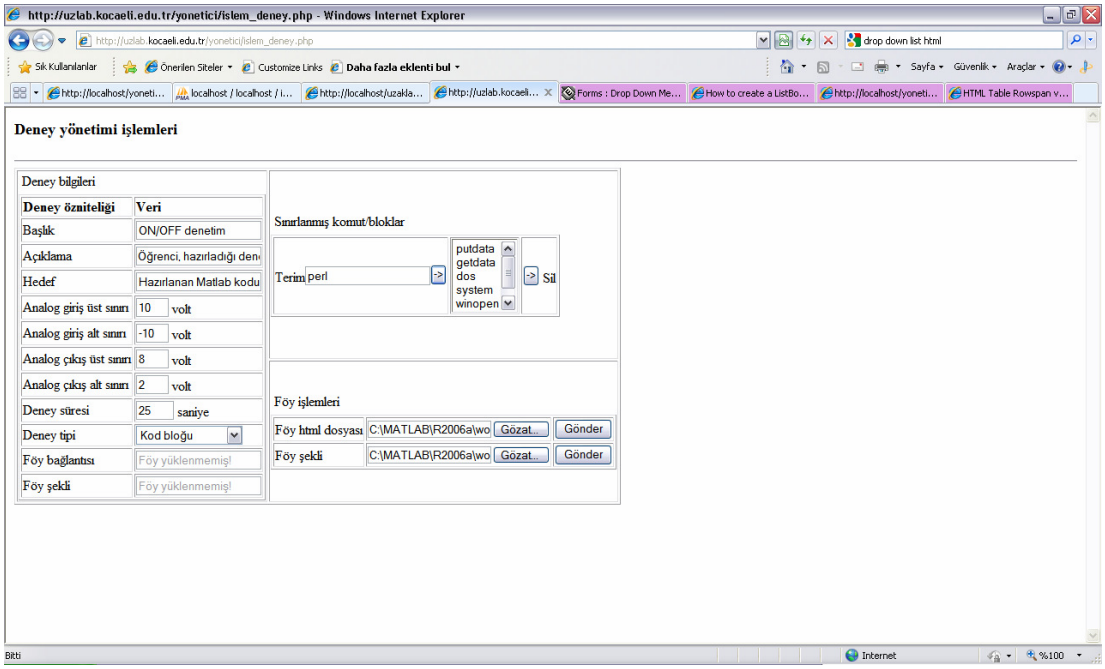
Şekil 4.17: Öğretim elemanları için öğrenci verilerine erişim ekranı

Öğretim elemanı işlemleri yönetimi bölümünde öğrenci yönetimi bölümünde yapılan tanımlama işlemlerinden farklı olarak no yerinde sicil no yer alır ve kullanıcı özniteliği bu tanımlanan farklı numara tipinden belirlenir. Bu şekilde yeni öğretim

elemanları oluşturulabilir, mevcut öğretim elemanı bilgileri düzenlenebilir, öğretim elemanları veri tabanından silinebilir ve sorumlu olacakları öğrencilerle ilgili atama yapma veya atama iptal işlemleri gerçekleştirilebilir. Öğretim elemanları için "Atamalar" başlığı altında deney atamalarının yanında sorumlu olduğu öğrenciler de atanabilmektedir. Öğretim elemanı tipindeki kullanıcılar, atandıkları öğrencilerin deney verilerine ulaşabilir ve bunları vereceği notlarla değerlendirebilir (Şekil 4.17).

4.3.3. Deney yönetimi işlemleri

İnternet destekli laboratuvar deneylerinin oluşturulabildiği, düzenlenerek güncellenebildiği bölümdür (Şekil 4.18). Bu bölümde, deneyle ilgili açıklamalar ve sınırlamalar belirlenebilmektedir. Deney denetleyicisinin kullanacağı tüm deneysel sınırlamalar bu bölümde belirlenir.



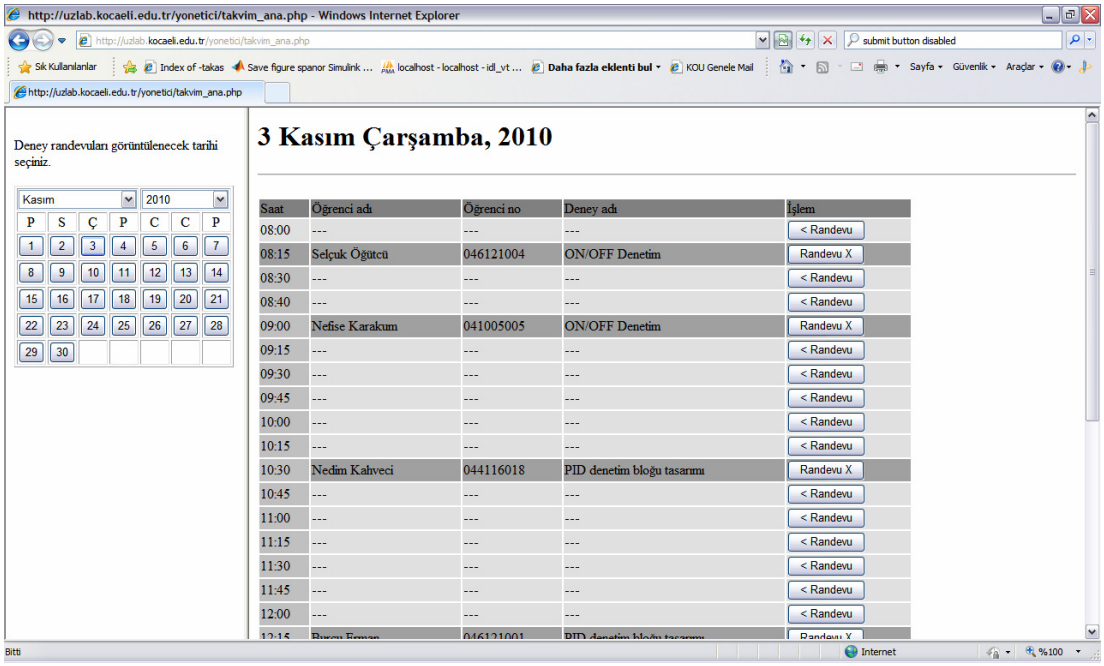
Şekil 4.18: Yeni deney oluşturma sayfası

Yeni bir deney oluşturulurken deneyin başlığı, deney açıklaması, deneyin hedefi, analog giriş/çıkış için üst ve alt sınır gerilim değerleri, deneyin çalışma süresi, deneyin tipi (kod bloğu ya da Simulink bloğu), deney föy Web sayfası ve föy şekli, sınırlanmış kod ya da blok terimleri belirlenir.

Var olan deneylerle ilgili düzenlemeler yapılabilir. Bu düzenlemeler, deney oluşturma verilerinde yapılacak güncellemeler olabileceği gibi deneylere atanan öğretim elemanı ve/veya öğrencilerin değiştirilmesi şeklinde de olabilir.

Deney denetleyicisi varsayılan olarak bazı Matlab komut istemi kelimelerini yasaklamaktadır. Bunların yanı sıra deney senaryosuna özgü, öğrenciyi bir görevi farklı yollardan yapmaya iten başka sınırlamalar da gerekebilir. Öğrencinin gönderdiği kod ya da şema yasaklanmış bir terim içeriyorsa deney kod ya da bloğu doğru çalışan bir nitelikte olsa dahi çalıştırılmayacaktır.

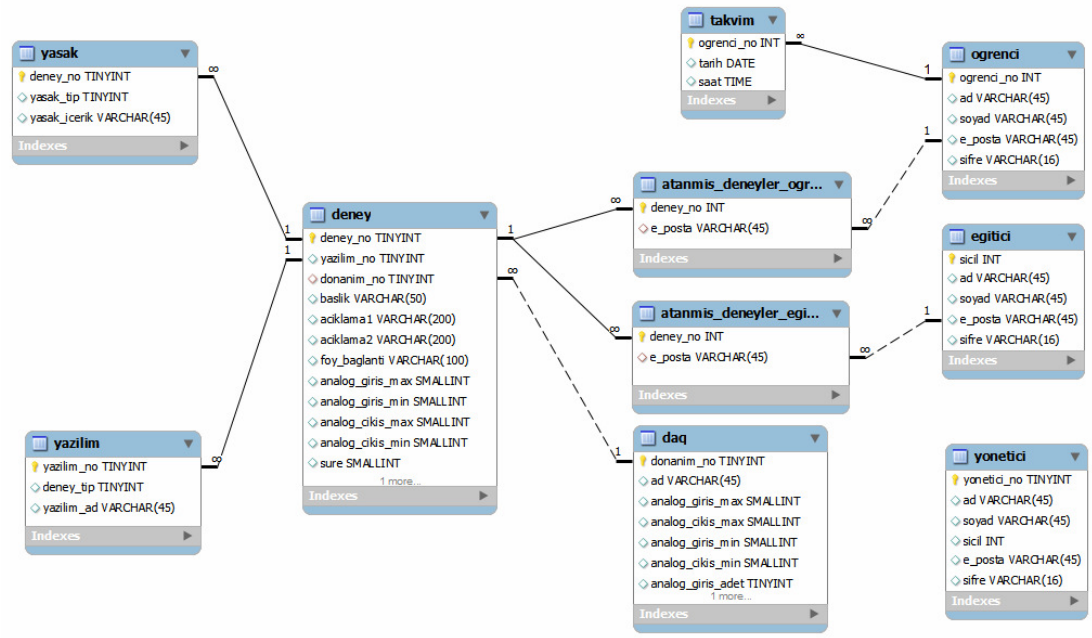
Bu çalışmada, randevu sistemi kullanılarak oluşturulan takvim/görev yapısı öğrencilere 15 dakikalık süreler dahilinde deneylerini gerçekleştirme imkanı sunmaktadır (Şekil 4.19). Eğer süre bitiminde başka bir randevu yer almıyorsa öğrencinin çalışmasına izin verilmektedir.



Şekil 4.19: Randevu işlemleri

Oluşturulan veritabanı Şekil 4.20'de gösterildiği gibi tasarlanmıştır. Öğrenciler, eğiticiler, yöneticiler, deneyler, veri toplama donanımları, deneyde kullanılacak yazılımlar, deney yasakları, öğrenci ve eğiticilere atanmış deneyler ile deney görev randevuları bu veri tabanı içerisinde yer almaktadır. Tüm yönetim işlemleri, denetim süreç ve işlevleri bu yapıyı temel almaktadır. Kontrol sistemleri eğitiminde

kullanılacak deney sistemlerinin analog giriş ve çıkışları olacağı varsayılarak yapı tasarlanmıştır. Veri tabanı yapısından da anlaşılacağı gibi yönetim işlevleri, farklı donanım ve yazılımlarla çalışabilme olanağı sağlayacak şekilde planlanmıştır.



Şekil 4.20: Uzlab veritabanı varlık-ilişki diyagramı

4.4. Tez Çalışmasının Literatürdeki Çalışmalarla Karşılaştırılması

Bu tez çalışmasında sunulan uygulama bir gerçek deneyin gerçek zamanlı olarak ve tamamen öğrenci tarafından hazırlanmış denetim kod ve bloklarıyla gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Literatürde yapılan incelemelerde İnternet destekli laboratuvarların; sanal deney ortamları, parametrelerle gerçekleştirilen gerçek zamanlı gerçek deney uygulamaları ve kullanıcı kod ve/veya şemalarının kullanımıyla gerçekleştirilen gerçek zamanlı gerçek deney uygulamaları ana başlıkları altında sınıflandırılabileceklerini göstermektedir.

Literatürde sunulan bazı laboratuvar uygulamalarının çevrim içi olarak deneye müdahaleye olanak tanıdığı gözlemlenmiştir. Bu gibi uygulamalarda istemci tarayıcılarının bazı eklentilere ve özelliklere ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Görsel geri beslemelerin kullanıldığı uygulamalarda deney ortamının modellenmiş bir

sürümünün ya da gerçek zamanlı yakalanan görüntü yayınlarının kullandığı gözlemlenmiştir. Bazı uygulamalarda gerçek zamanlı olarak deney düzeneğine ait giriş/çıkış işaretlerini istemciye ulaştırdığı görülmüştür. Bu uygulamalar TCP ya da UDP veri paketlerini istemci tarafına ulaştırmakta ve orada bir osiloskop benzetimi yapmaktadırlar ve yine bazı eklenti ve betiklerin istemci tarafında çalıştırılmasına ihtiyaç duymaktadırlar. Bu çalışmada farklı işletim sistemlerinin ve tarayıcılarının en yüksek düzeyde desteklenmesi için deney işlevselliği korunmaya çalışılırken platform bağımlı uygulama bileşenlerinden kaçınılmıştır.

Laurentiu Frangu ve Claudiu Chiculita tarafından tanıtılan sistemde [28], öğrencilerin deney sisteminde tam bir denetim sahibi oldukları belirtilmiştir. Bu çalışmada bir denetim sistemi deneyi gerçekleştirilmektedir ve tamamen öğrenciler tarafından yazılan kod çalıştırılmaktadır. Uygulama yazılımı dili olarak Python seçilmiştir. Öğreniminin kolay olduğu ve komut kümesi sınırlamalarının yapılabildiği için Python dilinin seçildiği belirtilmiştir. Rezervasyon sistemiyle çalışan deneylere ulaşmak için öncelikle oturum açılması gerekmektedir. Oturum açıldıktan sonra öğrenciler özel dosyalarına ulaşabilmekte ve deney takvimi uygunsa deneylerini gerçekleştirebilmektedir. Matlab ile Simulink, LabView ve Quanser gibi ürünlerin incelendiği çalışmada bu yaygın kullanımlı ürünlerin özel kullanıcı dizini ve öğretmen erişimi olanakları sunmadığı savunulmuştur. En amaca uygun ürün olarak gördükleri Quanser'in derlenmiş dosyalarla çalışıyor olması ve deney sırasında parametre değişimine izin vermemesini eleştirmişlerdir. Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen uygulama Matlab ve Simulink ile çalışmaktadır ve uzaktan eğitimde kod ve şemaların derlenerek ya da yorumlanarak sunucu taraflı bir şekilde çalıştırılabilmesi olanağını sunmuştur. Python tabanlı çalışmanın yapıldığı tarihte de bu çalışmada kullanılan temel ancak amaca uygun yöntemlerle benzer uygulamayı gerçekleştirmek mümkündür.

Montse Garcia-Famoso ve Robert Rallo Moya tarafından gerçekleştirilen uygulama [32], sanal bir klavye ve bir işaret üreteci yardımıyla öğrencilerin kod girerek mikro denetleyici deneyi deney düzeneğine işaret uygulaması sağlanmıştır. Dikkat çekici bir donanım alt yapısına sahip uygulama C ve makine dili tabanlı çalışmaktadır. Deneyler yalnızca deney başında bir öğretmen varken çalışabilmektedir. Bu

çalışmanın bir diğer dikkat çekici yönü deney görevlerinin açık kaynak kodlu bir öğrenme yönetim sistemi olan Moodle içerisine gömülebilmesidir. Özel bir deney donanımı ve ona özel bir dili kullanan uygulama, belirli bir konunun öğretilmesi konusunda başarılıdır. Bununla birlikte genel olarak denetim yöntemlerinin öğretilmesi için tek başına yeterli bir çalışma değildir. Yaygın kullanıma sahip yüksek başarımlı, kolay kullanımlı bir teknik hesaplama yazılımında denetimle ilgili temel bilgilerin öğretildiği ve böyle bir yapının yanında edinilmiş denetim sistemleri tekniklerinin özel donanım ortamlarına uygulandığı özel bir laboratuvar tasarımı daha kapsayıcı olacaktır.

Marco Casini ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada [37] dört temel denetim sistemleri deneyinin öğrenci tanımlı bir denetleyiciler ile gerçekleştirilmesi anlatılmıştır. Öğrenciler tarafından deney çalışma süreci sırasında değiştirilebilecek Simulink blok bileşenlerinde özel bir isimlendirme kullanılması gerekmektedir. Değer değişikliklerinin gerçekleştirilmesi için TCP/IP paketleri kullanılmakta ve bu paketleri algılayan yazılım, ilgili blok bileşeninin değerini güncelleyebilmektedir. Deneyin gerçek zamanlı görüntüyle öğrenciye geri beslenmesinin de sağlandığı bu uygulamayla ilgili öğrenci izlenimleri de değerlendirilmiştir. Uygulamada öğrencilerin hatalı bloklarla deneyi çalıştırmak istediğinde oluşabilecek olumsuz deney koşullarıyla ilgili olarak sistemin ne gibi önlemleri devreye aldığı belirtilmemiştir.

Mariya Ishutkina ve arkadaşları tarafından tasarlanan sistemde [29] üç serbestlik dereceli bir helikopter modeli üzerinde güvenliği kritik bir sistemle ilgili bir uzak laboratuvar çalışması gerçekleştirilmiştir. Deney, tanımlanmış güvenli bölge dışında çalışmaya zorlanan kritik güvenlikli bir donanımın yeniden güvenli sınırlar dahilinde çalışmasının sağlanması senaryosunu işlemektedir. Bunun için bir sonraki en kötü durumun, belirlenmiş güvenli çalışma bölgesinin durum uzay tanımlaması içerisindeki yeri ön görülmekte ve kritik durum tespit edilmişse deney donanımı yeniden güvenli bölgede çalışacak şekilde çalışmaya zorlanmaktadır. Deneyin çalışması sırasında istemciyle sağlanmış bağlantı durumu bir vekil sunucu tarafından denetlenmekte ve bağlantı kopması yaşandığı durumda sistem güvenli bir şekilde başlangıç koşullarına getirilmektedir. Marco Casini ve arkadaşları tarafından

gerçekleştirilen uygulamayı [37] alt yapı olarak kullanan bu uygulamada, kritik güvenliğe gereksinim duyulduğundan anılan çalışmaya ek bir güvenlik önlemi düşünülmüştür.

Bu tez çalışmasında, literatürde yer alan yayınlarda ele alınan sistemler incelenerek özgün bir deney sistemi oluşturulmuştur (Tablo 4.1). Öncelikle platform ve yazılım bağımsızlığı düşünülerek, deney sisteminde herhangi bir deneyin çalıştırılması öncesi hedeflenen denetimler ve çalışma sonrası oluşan verilerin değerlendirilmesi amacıyla platform-bağımsız PHP betiklerine dayalı bir ortam tasarlanmıştır. İncelenen bazı çalışmalarda yer alan oturum ve hata denetimleri, veritabanına dayalı olarak bu çalışmada da kullanılmıştır. Kamera ile ortamın izlenebilmesi imkanı, hem kod hem model deneylerini gerçekleştirebilme niteliği, deneyin başında herhangi bir yönetici olmasına gereksinim duyulmaması özelliklerini de anılan diğer özelliklere ek olarak barındıran bu sistem, tüm bu işlevleriyle literatürdeki çalışmaları kapsayıcı bir yapıdadır.

Tablo 4.1: Literatürdeki çalışmaların tez çalışmasıyla karşılaştırılması

	Tez Çalışması	[28]	[29]	[32]	[37]
Yazılım/platform bağımsızlığı	X			X	
Güvenlik denetimleri	X	X	X		X
Hata tespit ve giderme	X		X		X
Kullanıcı yönetimi	X	X			X
Kod deneyi	X	X		X	
Model deneyi	X		X		
Gerçek zamanlı parametre değişimi		X	X		X
Kamera görüntüsü desteği	X				X
Yöneticisiz deney yapabilme imkanı	X	X	X		X
Takvim/randevu sistemi	X	X			

Deney sunucusu ile temel işlevler sunucus arasında yalnızca kimlik denetimli FTP erişimi kullanılmış olması sayesinde deney sunucusu; iki yönlü olarak kimlik denetimli FTP erişimi yapabilen, donanımı dahilindeki veri toplama cihazına iki

yönlü erişim yapabilen ve hata ayıklama niteliklerine sahip olan herhangi bir işletim sistemi dahilindeki herhangi bir yazılım kullanılarak deney denetimli deney sistemi oluşturmak mümkündür. PHP betik dilinin metin işleme özelliklerinden faydalanılarak sağlanan dosya birleştirme, kelime/deyim arama gibi işlevler hedef yazılım ya da programlama diline yönelik olarak, veritabanına dayalı olarak gerçekleştirilebilir. Güvenlik ve esneklik amaçlı bu sistem gerektiğinde çift yönlü TCP ve/veya UDP paketleriyle gerçek zamanlı parametre değiştirme gibi niteliklere kavuşturulabilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, öğrencilerin geliştirdikleri kontrolör kod ve bloklarının İnternet destekli laboratuvarlar aracılığıyla yürütülmesi, ve bunun daha fazla öğrenci-laboratuvar etkileşiminin sağlanarak yapılması halinde İnternet üzerinden gerçekleştirilecek deneylerin öğrencilerin fiziksel olarak bulunacakları bir laboratuvar ortamındakine yakın bir çeşitlilikte ve etkin bir yapıda olabileceğini göstermektedir. Bunun yanında, deneyin gerçekleştirilmesi için kullanılan donanımların, deneyler için öğretim elemanı görevlendirmeyi gerektirmeyecek bir şekilde korunabileceğini göstermiştir. Öğrencilere sunulan kod ve blok geliştirebilme özgürlüğü, karşılaştırmalı deneyler yoluyla ileri düzey akademik çalışmalar yapma olanağı sağlamaktadır.

Gerçekleştirilen literatür çalışmaları ve elde edilen uygulama deneyimleri bir üniversitenin tam anlamıyla uzaktan eğitim verebilmesi için bütün bilişim alt yapısını gözden geçirmesi ve buna uygun olarak düzenlemesi gerektiğini göstermektedir. Mevcut merkezi bilgi işlem olanakları, ağ yapısı ve yazılım yeteneklerine dayalı olarak yapılan değerlendirme sonucunda bir üniversite dahilindeki farklı disiplinlere hizmet verebilecek, ortak kullanıma açık bir şekilde ve bu tez çalışmasında gösterilen uzaktan erişimli yapıda çalıştırılabilecek gerçek deney laboratuvarlarının bir çatı altında toplanabileceği ve yönetilebileceği görülmüştür. Bu çalışmada sunulan sistemin daha kapsamlı bir yapıya ölçeklenmesi halinde kaynak ve zaman paylaşımlı bu yapı yardımıyla üniversitelerin; iş gücü, maddi kaynak ve zaman bağlamlarında ciddi tasarruflar sağlayabilecekleri, eğitsel açıdan da önemli bir esneklik kazanabilecekleri düşünülmektedir.

Gerçek laboratuvar deneylerinde tanımlanmış görevleri gerçekleştiren öğrencilerin elde ettiği verilerin tanımlanmış hedef verilere uygunluğunun denetlenmesi ve bu doğrultuda otomatik olarak puanlama yapılması halinde bu çalışmada ele alınan sistem, öğretim üye ve elemanlarına önemli bir kolaylık sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

[1] Lookabaugh T. and Sicker D. C., "Information Technology Mediated Education – Revolution not Evolution", ***34th ASEE/IEEE Frontiers in Education***, Savannah, GA, A.B.D. (2004)

[2] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, *Uzaktan Eğitim* [online], http://egitek.meb.gov.tr/KapakLink/UzaktanEgitim/UzaktanEgitim.html **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[3] Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi, *Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Sistemi* [online], http://www.aof.edu.tr/tanitim.html **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[4] Yükseköğretim Kurulu, *Enformatik Milli Komitesi Yönetmeliği* [online], http://www.yok.gov.tr/content/view/452/183/lang,tr/ **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[5] Sakarya Üniversitesi, *e-Sertifika programları* [online] http://www.ido.sakarya.edu.tr/NewsDetails.aspx?id=124 **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[6] İstanbul Teknik Üniversitesi, *UZEM* [online], http://www.uzem.itu.edu.tr/ **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[7] Bilkent Üniversitesi, BeCampus - *Bilkent University Virtual Campus* [online], http://ecampus.bilkent.edu.tr **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[8] Ahmet Yesevi Üniversitesi, *Uzaktan Eğitim Sistemi Öğrenci Kılavuzu* [online], http://www.yesevi.net/Ogrenci_Kilavuzu.pdf **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[9] Gazi Üniversitesi, *e-Öğrenim ile eğitimde zaman ve mekan engeli kalkıyor* [online], http://www.ue.gazi.edu.tr/eogrenme.html **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[10] Ankara Üniversitesi, *Hakkımızda \ Özgeçmişimiz* [online], http://www.ankuzem.ankara.edu.tr/menuler/1_ozgecmis.htm **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[11] Heerema, D. and Rogers, L., 2001, *Avoiding the Quality/Quantity Trade-Off in Distance Education* [online], http://thejournal.com/Articles/2001/12/01/Avoiding-the-QualityQuantity-TradeOff-in-Distance-Education.aspx?p=1 **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[12] Ascough, R. S., "Designing for Online Distance Education: Putting Pedagogy before Technology", ***Teaching Theology and Religion***, 5, 1, 17-29, (2002).

[13] Williamson, J., 2007, *Going Green: Why Distance Education is Better for the Environment* [online], http://www.distance-education.org/Articles/Going-Green--Why-Distance-Education-is-Better-for-the-Environment-46.html **(Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)**.

[14] Gillet, D., Crisalle, O., D., Latchman, H., A., "Web-based experimentation integration in engineering curricula: experience in deploying resources distributed among universities." ***Proceedings of the Thirty-Fourth Southeastern Symposium***, Huntsville, Alabama, A.B.D., s:66-70 (2002).

[15] Lowe, G., Cambrell, A., "Web System for Control of Mechatronic Devices.", ***Control, Automation, Robotics and Vision, ICARCV 2002. 7th International Conference***, Singapur, Vol. 3, s:1464-1469 (2002)

[16] Watson, J. L., Bibel, G., Ebeling, K., Erjvaec, J., Salehfar, H., Zahui, M. "On-Line Laboratories for Undergraduate Distance Engineering Students." ***Frontiers in Education, 2004. FIE 2004. 34th Annual***, Savannah, Georgia, A.B.D., T3C/1-T3C/6 Cilt. 1 (2004)

[17] Chirico, M., Scapolla, A., M., Bagnasco, A., "A New and Open Model to Share Laboratories on the Internet.", ***IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement***, Cilt. 54, No. 3, 1111-1117 (2005)

[18] Sivakumar, S., C., Robertson, W., Artimy, M., Aslam, N. "A Web-Based Remote Interactive Laboratory for Internetworking Education." ***IEEE Transactions on Education***, Cilt. 48, No. 4, 586-598. (2005)

[19] Yan, Y., Liang, Y., Du, X., Hassane, H., S., Ghorbani, A., "Putting Labs Online with Web Services." ***IT Professional***, Cilt. 8, No. 2, 27-34. (2006)

[20] Hahn H., H. and Spong, M., W., "Remote Laboratories for Control Education", ***Proceedings of the 39th IEEE Conference an Decision and Control***, Sydney, NSW, Australia , Cilt:1, s:895-900 (2000)

[21] Röhrig C. and Bischoff, A., "Web-based Environment for Collaborative Remote Experimentation", ***Proceedings of the 42nd IEEE Conference on Decision and Control*** Maui, Hawaii A.B.D. (2003)

[22] Corradini, M., L., Ippoliti, G., Leo, T., Longhi, S., "An Internet based Laboratory for Control Education", ***Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*** Orlando, Florida A.B.D. (2001)

[23] Benmohamed, H., Leleve, A., Prevot, P., "Generic Framework for Remote Laboratory Integration", ***6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training ITHET 2005***, Santo Domingo Dominik Cumhuriyeti (2005)

[24] Valera, A., Diez, J., L., Valles, M., Albertos, P., "Virtual and Remote Control Laboratory Development", ***IEEE Control Systems Magazine***, Cilt. 25, 35-39. (2005)

[25] Deniz, D., Z., Bulancak, A., Ozcan, G., "A Novel Approach to Remote Laboratories", ***33rd Annual Frontiers in Education, 2003. FIE 2003***, Boulder CO A.B.D. (2003)

[26] Callaghan, M.J.; Harkin, J.; Prasad, G.; McGinnity, T.M.; Maguire, L.P., 2003, "Integrated architecture for remote experimentation", ***IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics.***, Washington, D.C. A.B.D., vol.5, no.pp. 4822- 4827 vol.5, 5-8 (2003)

[27] Fernandes, R. M., Rolim, L. G. B., Suemitsu, W. I., "Design and implementation of a power-electronic remote-laboratory (ELEPOT-rLab)", ***Industrial Electronics, 2003. ISIE '03. 2003 IEEE International Symposium***, IEEE, Rio de Janeiro, Brezilya, 307-311 vol. 1, (2003)

[28] Frangu, L.; Chiculita, C., "Remote laboratory allowing full-range student-designed control algorithm," ***9th International Conference on Electronics, Circuits and Systems***, Dubrovnik, Hırvatistan, vol.3, no.pp. 1235- 1238 vol.3 (2002)

[29] Ishutkina, M., Feron, E., Casini, M., Vicino, A., "An Internet Based Laboratory for Control of a Safety Critical System", ***IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics***, Massachusetts Inst. of Technol., Cambridge, MA, A.B.D., (2004)

[30] Fujii, N.; Koike, N., "A new remote laboratory for hardware experiment with shared resources and service management", ***Third International Conference on Information Technology and Applications. ICITA 2005***., Sydney, Avustralya, vol.2, no.pp. 153- 158 vol.2 (2005)

[31] Cennamo, F.; Fusco, F.; Inverno, M.; Masi, A.; Ruggiero, A., 2004, "A remotely controlled measurement system for education and training of experiments in wind tunnel", ***Proceedings of the 21st IEEE on Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC 04.***, Como, İtalya, vol.2, no.pp. 991-995 (2004)

[32] Garcia-Famoso, M.; Moya, R.R., "Towards the integration of remote laboratories into learning management systems", ***10th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. ETFA 2005.,*** Catnaia, İtalya, vol.2, no.pp. 7 pp. (2005)

[33] Asumadu, J.A., Tanner, R., Fitzmaurice, J., Kelly, M., Ogunleye, H., Belter, J., Song Chin Koh, "A Web-Based Electrical and Electronics Remote Wiring and Measurement Laboratory (RwmLAB) Instrument", ***IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement***, Vol. 54, NO. 1 (2005)

[34] Sivakumar, S.C., Robertson, W., Artimy, M., Aslam, N., "A Web-Based Remote Interactive Laboratory for Internetworking Education", ***IEEE Transactions on Education***, vol. 48, No. 4 (2005)

[35] Safaric, R.; Hedrih, I.; Klobucar, R.; Sorgo, B., "Remote controlled robot arm" ***IEEE International Conference on Industrial Technology***, Maribor, Slovenya, vol.2, no.pp. 1202- 1207 Vol.2, 10-12 (2003)

[36] Ramaswamy, B.; YangQuan Chen; Moore, K., "Omni-directional robotic wheel - a mobile real-time control systems laboratory", ***American Control Conference***, Minneapolis, Minnesota A.B.D., vol., no.pp. 6 pp (2006)

[37] Casini, M., Prattichizzo, D., Vicino, A., "The Automatic Control Telelab: A User-Friendly Interface for Distance Learning", ***IEEE Transactions On Education***, Vol. 46, No. 2, s. 252-257 (2003)

[38] Casini, M.; Prattichizzo, D.; Vicino, A., "The Automatic Control Telelab: a remote control engineering laboratory", ***Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control***, Vol.4, s:3242-3247 (2001)

EKLER

Ek-A. GENEL TASARIM ŞABLONU

```
<?php
session_start();
?>

<html>
<head>
<link rel='stylesheet' type='text/css' href='menu_style.css'>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1254">
</head>
<body>
<br>
<center>
<table border="0" width="800" cellspacing="0" cellpadding="0">
<tr>
<td colspan="2" align="center" background="images/arkaplan2.jpg">
<font size="4">
<strong>
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü<br>
İnternet Destekli Laboratuvar İçin Deney Denetleyicisi<br>
</strong>
</font>
</td>
</tr>
<tr>
<td width="200">
<table border="0" background="images/arkaplan.gif" cellpadding="0"
cellspacing="0">
<tr>
<td id='menu4' align="center">
<br>
<strong>
Laboratuvar Seçenekleri
</strong>
<br><br>
</td>
</tr>
<tr>
<td id='menu4'>
<ul>
<li><a href="tanitim.php">Tanıtım</a></li>
<li><a href='deneyler.php'>Deneyler</a></li>
<li><a href='kilavuz.php'>Laboratuvar Kılavuzu</a></li>
</ul><?php
include 'oturumac.php';?>
<ul>
```

```
<li><a href="baglantilar.php">Bağlantılar</a></li>
<li><a href="index.php">Ana Sayfa</a></li>
</ul>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
<br><br>
<center>Bu site en iyi
1024x768 ve üzeri çözünürlükte
Mozilla Firefox 2+ tarayıcı
ile görüntülenir</center>
<br><br><br><br><br>
</td>
</tr>
</table>
</td>
<td width="600" background="images/arkaplan3.jpg">

<h1>Uzak Laboratuvar Sunucusu</h1>
<hr>
<p align="justify">
<br>
İnternet Destekli Uzak Laboratuvar için Deney Denetleyicisi doktora tezine ait Web
sitesine hoşgeldiniz.
<br><br>
<center><img src="images/kou.gif" width="20%"></center><br>
Yandaki bağlantıları tıklayarak detaylı bilgilere erişebilir, oturum açarak deneylere
bağlanabilirsiniz.
</p>
<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>
</td>
</tr>
</table>
</body>
</html
```

Ek-B. OTURUM DENETİM KODU

```
<?php
session_start();
if (isset($_POST['oturumu_kapat']))
{
session_unset();
session_destroy();
header('Location: index.php');
}
if (!isset($_SESSION['oturum_acildi']) || $_SESSION['oturum_acildi'] !== true)
{
if (!isset($_POST['giris_eposta']) || !isset($_POST['giris_sifre']))
{
echo "<form action='";
$phpself = basename(__FILE__);
// XSS saldırı önlemi PHP_SELF içerik temizliği
$_SERVER['PHP_SELF'] = substr($_SERVER['PHP_SELF'], 0,
strpos($_SERVER['PHP_SELF'],$phpself)) . $phpself;
echo $_SERVER['PHP_SELF'] . "' method='post'>";
echo "<p align='center'>";
echo "<br>";
echo "<table border='1' cellspacing='0' cellpadding='0'>";
echo "<caption>Oturum Açın</caption>";
echo "<tr>";
echo "<td>Kullanıcı</td>";
echo "<td><input type='text' name='giris_eposta' size='13'></td>";
echo "</tr>";
echo "<tr>";
echo "<td>Şifre</td>";
echo "<td><input type='password' name='giris_sifre' size='13'></td>";
echo "</tr>";
echo "<tr>";
echo "<td><input type=submit value='Üye Girişi'></td>";
echo "</tr>";
echo "</table>";
echo "</p>";
echo "</form>";
echo "<br>";
} else
{
$denetle_eposta=$_POST['giris_eposta'];
$denetle_sifre=$_POST['giris_sifre'];
//Veri tabanına bağlan
include 'vt_ayarla.php';
```

```
include 'vt_baglan.php';
//Veri tabanını sorgula
$sorgu = "SELECT * FROM kullanicilar
WHERE eposta='$denetle_eposta' AND
sifre=password('$denetle_sifre')";
$sonuc = mysql_query($sorgu) or die('Sorgu başarısız:' . mysql_error());
if (mysql_num_rows($sonuc) == 1)
{
$_SESSION['oturum_acildi']=true;
while ($sonuc_satir = mysql_fetch_assoc($sonuc))
{
$_SESSION['k_ad']=$sonuc_satir['ad'];
$_SESSION['k_soyad']=$sonuc_satir['soyad'];
}
header('Location: index.php');
exit;
}
else
{
//Kullanıcı adı ya da şifre hatalı
header('Location: index.php');
}
//Veritabanını kapat
include 'vt_kapat.php';
}
}
if (isset($_SESSION['oturum_acildi']) || $_SESSION['oturum_acildi'] == true)
{
echo "<br><center>";
echo $_SESSION['k_ad'] . "<br>";
echo $_SESSION['k_soyad'] . "<br>";
echo "Hoşgeldin...";
echo "</center><br>";
echo "<form action='";
$phpself = basename(__FILE__);
// XSS saldırı önlemi PHP_SELF içerik temizliği
$_SERVER['PHP_SELF'] = substr($_SERVER['PHP_SELF'], 0,
strpos($_SERVER['PHP_SELF'],$phpself)) . $phpself;
echo $_SERVER['PHP_SELF'] . "' method='post'>";
echo "<input type='hidden' name='oturumu_kapat'>";
echo "<center><input type='submit' value='Oturumu Kapat'></center>";
echo "</form>";
}
?>
```

Ek-C. KOD DENEYİ

```
try;
tic;
ao = analogoutput('nidaq','Dev1');
ai = analoginput('nidaq','Dev1');
ch_out = addchannel(ao,0);
ch_in = addchannel(ai,0);
set(ai,'SampleRate',5000);
zaman_sorunu=0;
surec=800;
ref=6;uygula=0;overlap=1;
for i=1:surec
zaman_kont=toc;
if (zaman_kont>15)
zaman_sorunu=1;
break;
end;
b=getsample(ai);
data(i)=b*3+30; %voltaj-sıcaklık dönüşümü
if b<(ref-overlap)
uygula=10;
end
if b>(ref+overlap) uygula=0;end
putsample(ao,uygula);
q(i)=uygula;
end
if (zaman_sorunu==1)
hatadosya=fopen('hata.txt','a');fwrite(hatadosya,'Deneyiniz 15 saniyeden fazla zaman
kullanıyor!!!');fclose(hatadosya);end;
putsample(ao,0);
figure(1);plot(q);
ylabel('Uygulanan gerilim (V)');
xlabel('Iterasyon');
title('Isitici denetim isareti');
saveas(gcf,'uygulanan.jpg');
figure(2);plot(data);
ylabel('Sicaklik (\circ C)');
xlabel('Iterasyon');
title('Hava akimi sicakligi');
saveas(gcf,'veriler.jpg');
close(gcf);
save uygulanan.mat q -ascii;
save veriler.mat data -ascii;
save zaman.asc zaman -ascii
```

Ek-Ç. KAYITLI DENEYLERİ SUNAN KOD

```
<?php
session_start();
include 'oturum_denetle.php';

//geçmiş verileri içeren takas klasörünü boşalt...
$_SESSION['k_deneytamam']='0';
if (chdir('takas'))
{
if ($klasor_icerik = opendir('.')) {
   while (false !== ($dosya_sil = readdir($klasor_icerik))) {
      if ($dosya_sil != "." && dosya_sil != "..") {
         unlink($dosya_sil);
      }
   }
   closedir($handle);
}
chdir('..');
}
else
{
        die('Takas dosyalarını silerken hata oluştu. Lütfen laboratuvar sorumlusuyla
iletişime geçiniz.');
}

if (chdir('yukleme'))
{
if ($klasor_icerik = opendir('.')) {
   while (false !== ($dosya_sil = readdir($klasor_icerik))) {
      if ($dosya_sil != "." && dosya_sil != "..") {
         unlink($dosya_sil);
      }
   }
   closedir($handle);
}
chdir('..');
}
else
{
        die('Takas dosyalarını silerken hata oluştu. Lütfen laboratuvar sorumlusuyla
iletişime geçiniz.');
}
include 'vt_ayarla.php';
include 'vt_baglan.php';
```

```
	$hedef_klasor='/var/www/html/data/uzlab/ogrenci_veri/' .
$_SESSION['k_ogrno'];
	if (file_exists($hedef_klasor))
		{
			echo "Hedef klasör mevcut\n";
		}
		else
		{
			echo "Hedef klasör yok, oluşturuluyor\n";
			mkdir ($hedef_klasor,0755);
			$sorgu="SELECT * FROM deney";
			$sonuc = mysql_query($sorgu) or die('Sorgu başarısız:' .
mysql_error());
			echo "sorgu öncesi...\n";
			while ($sonuc_satir = mysql_fetch_assoc($sonuc))
				{
					mkdir ($hedef_klasor . "/" .
$sonuc_satir['deney_no'],0755);
				}
		}

$sorgu="SELECT * from deney WHERE deney_no='" . $_POST['deney_goster'] .
"'";
$sonuc = mysql_query($sorgu) or die('Sorgu başarısız:' . mysql_error());
$sonuc_satir = mysql_fetch_assoc($sonuc);

$_SESSION['k_deneyno']=$_POST['deney_goster'];

echo "<table border='1' background='images/arkaplan3.jpg'>";
echo "<tr><td><strong>Deney No</td><td colspan='2'>" . $sonuc_satir['deney_no']
. "</td></tr>";
echo "<tr><td><strong>Deney Açıklaması</strong></td><td colspan='2'>" .
$sonuc_satir['aciklama1'];
echo "<tr><td><strong>Hedef</strong></td><td colspan='2'>" .
$sonuc_satir['aciklama2'];
echo "<tr><td><strong>Deney Föyü</strong></td><td colspan='2'>Ayrıntılı deney
açıklamaları için <a href='";
echo $sonuc_satir['foy_baglanti'];
echo "' target='_blank'>deney föyünü</a> inceleyiniz.</tr>";
echo "<tr><td><strong>Süreç Denetim Seti</strong></td>";
echo "<td colspan='2'><center><img src='images/37-100.gif'></center></td></tr>";
echo "<td>Gönderilecek dosya</td><td colspan='2'>";
echo "<form action='dosya_al.php' enctype='multipart/form-data' method='post'>";
echo "<input type='file' name='gonderilen_dosya'><input type='submit'
value='Gönder'></form>";
echo "</td></tr></table>";
?>
```

Ek-D DOSYA İÇE AKTARIM KODU

```
<?php
session_start();
?>
<html>

<body>

<?php
include 'vt_ayarla.php';
include 'vt_baglan.php';
$sorgu="select * from yasak";
$bulsatir=0;
$sonuc = mysql_query($sorgu) or die('Sorgu başarısız:' . mysql_error());
                                        while ($sonuc_satir = mysql_fetch_assoc($sonuc))
                                        {
                                                $bulsatir+=1;
                                                $yasaklar[$bulsatir]=$sonuc_satir['kelime'];
                                        }
include 'vt_kapat.php';

$klasor = '/var/www/html/data/uzlab/yukleme/'; //. $_SESSION['k_ogrno'];
$uploaddir = $klasor; // . "/";
//echo $uploaddir;
$uploadfile1 = $uploaddir . basename($_FILES['gonderilen_dosya']['name']);
$contentType1 = $_FILES['gonderilen_dosya']['type'];
$izinlitip1 = "text/html";
$izinlitip2 = "text/plain";
$izinlitip3 = "application/octet-stream";
echo '<pre>';
if (($contentType1 == $izinlitip1) or ($contentType1 == $izinlitip2) or
($contentType1 == $izinlitip3))
        {
                //echo "Dosya tipi kabul edildi.\n";
                //chdir($uploaddir);
                if (move_uploaded_file($_FILES['gonderilen_dosya']['tmp_name'],
$uploadfile1))
                {

$dosya_yolu = pathinfo($uploadfile1);
$uzanti = $dosya_yolu['extension'];
//echo "Dosya uzantısı:" . $uzanti . "\n"; //Dosya uzantısını öğren.
$ftp_kullanici="lab_ftp_yukleyici";
$ftp_sifre="********";
```

```
//$ftp_dosya=$uploaddir . "son_hal.m";//$uploadfile1;
$ftp_tetik_dosya="/var/www/html/data/uzlab/kod_deney_yuklendi.bil";

$ftp_sunucu="10.20.2.120";

//Uzantı denetimi
if ($uzanti == "m")
        {
                $ftp_dosya=$uploaddir . "son_hal.m";//$uploadfile1;
                $ftp_uzak_dosya="kod_deney.m";
                $ftp_tetik_dosya_uzak="kod_deney_yuklendi.bil";
                //********************************************** KOD
DENEY DOSYASINA DENETİM *****
                $dosya_tutucu = fopen($uploadfile1, "rb");
                $dosya=fopen($uploaddir . "son_hal.m","w");
                //echo $uploadfile1 . "<br>";
                //echo $ftp_dosya . "<br>";
                //echo $uploaddir . "<br>";

//$dosya=fopen("son_hal.m","w");
$i=0;$sag=0;$sol=0;$deg_kont=true;

$aranacak="for ";
$aranacak1="putsample";
$aranacak2="while";

while (!feof($dosya_tutucu) ) {
$i++;
$satir_metni = fgets($dosya_tutucu);
$parca = explode('\n', $satir_metni);
if ($i == 1) {
//echo "ilk satıra konması gereken komut satırını yazıyorum.<br>";
fwrite ($dosya, "try\n");
fwrite ($dosya, "tic\n");
fwrite ($dosya, "ao = analogoutput('nidaq','Dev1');\n");
fwrite ($dosya, "ai = analoginput('nidaq','Dev1');\n");
fwrite ($dosya, "ch_out = addchannel(ao,0);\n");
fwrite ($dosya, "ch_in = addchannel(ai,0);\n");
fwrite ($dosya, "set(ai,'SampleRate',5000);\n");
fwrite ($dosya, "zaman_sorunu=0;\n");


//fwrite ($dosya, "t = timer('TimerFcn', 'exit','StartDelay',10);start(t);stat=true;\r\n");
}

//echo "satır=".$i."...";
$yazilacak = $parca[0] . $parca[1];

$bul = strpos($yazilacak,$aranacak);
```

```
$bul1 = strpos($yazilacak,$aranacak1);
$bul2 = strpos($yazilacak,$aranacak2);
$yasakara=0;

foreach ($yasaklar as $kelimetest)
{
	$yasakara+=1;
	$bul3 = strpos(trim($yazilacak),$kelimetest);
	if ($bul3 === false)
	{
		//yasak kelime mevcut satırda yok
	}
	else
	{
		//session_destroy();
		die('Yasak komut kullanıldı: ' . $yasaklar[$yasakara] . "!!!");
	}
}


//$bul3 = strpos(trim($yazilacak),$aranacak3);

if ($bul3 === false)
{
//yasak kelime mevcut satırda yok
}
else
{
session_destroy();
die('Yasak komut kullanıldı!');
}

if ($bul === false)
{
//döngü kelimesi bulunamadı
}
else
{
//print "buldum!!!!! satır no=".$i."<br>";
$yazilacak = rtrim($yazilacak,"\n") . "\nzaman_kont=toc;\nif
(zaman_kont>15)\nzaman_sorunu=1;\nbreak;\nend;\n";
$putsample_tamam = true;
}

if ($bul2 === false)
{
//döngü kelimesi bulunamadı
}
else
```

```
{
//print "buldum!!!!! satır no=".$i."<br>";
$yazilacak = rtrim($yazilacak,"\n") . "\nzaman_kont=toc;\nif
(zaman_kont>15)\nzaman_sorunu=1;\nbreak;\nend;\n";
}

if ($bul1 === false)
{
//satırda putsample yok
}
else
{
        //echo "putsample komutu tespit edildi...";
        //echo "satır no=" . $i . "<br>";
        $parantez = ");";
        $dene1 = strpos($yazilacak,$parantez);
        if ($dene1 !== false)
        {
                //echo "bulduklarım:" . ($dene1+1) . "<br>";
                $uzunluk=strlen($yazilacak);
                //echo "uzunluk===" . $uzunluk;
                while ($uzunluk >= 0)
                {
                        $karakter=$yazilacak[$uzunluk];
                        if ($karakter == ")")
                        {
                                $sag=$uzunluk;
                        }
                        if ($karakter == "," and $sag != 0)
                        {
                                $sol=$uzunluk+1;
                                $degisken=substr($yazilacak,$sol,$sag-$sol);
                                $deg_uz=strlen($degisken);
                                if ($deg_uz > 1 and $degisken-1<0)
                                {
                                        //bu bir string
                                }
                                else
                                {
                                        if ($degisken+0 < 0 or $degisken+0 >10)
                                        {
                                        echo "Doğrudan girilen değer hatalı!!!<br>";
                                        }
                                        else
                                        {
                                        $deg_kont=false;
                                        }
                                }
                                //echo "değişken=" . $degisken . "<br>";
```

```
                        $dongukes = true;
                    }
                    //echo $uzunluk . "<br>";
                    //echo $uzunluk . "karakteri=" . $yazilacak[$uzunluk] . "<br>";
                    $uzunluk=$uzunluk-1;
                    if ($dongukes)
                    {
                        break;
                    }

                }

        }

}

//echo "satır içeriği:";
//echo $yazilacak."<br>";
if ($dongukes)
{
        $dongukes=false;
        if ($deg_kont !== false)
        {
                $yazilacak="if (" . $degisken . "<0 || " . $degisken .
">10)\nhatadosya=fopen('hata.txt','a');\nfwrite(hatadosya,'Sete 0-10V aralığında
olmayan bir değeri doğrudan göndermeye
çalıştınız!!!');\nfclose(hatadosya);\nbreak;\nend;\n" . $yazilacak;
                $deg_kont=true;
        }
}
fwrite($dosya, $yazilacak);
}
fwrite ($dosya, "\n");
fwrite ($dosya, "if
(zaman_sorunu==1)\nhatadosya=fopen('hata.txt','a');\nfwrite(hatadosya,'Deneyiniz
15 saniyeden fazla zaman kullanıyor!!!');\nfclose(hatadosya);\nend;\n");
fwrite ($dosya, "putsample(ao,0);\n");
fwrite ($dosya, "figure(1);plot(q);\n");
fwrite ($dosya, "ylabel('Uygulanan gerilim (V)');\n");
fwrite ($dosya, "xlabel('Iterasyon');\n");
fwrite ($dosya, "title('Isitici denetim isareti');\n");
fwrite ($dosya, "saveas(gcf,'uygulanan.jpg');\n");
fwrite ($dosya, "figure(2);plot(data);\n");
fwrite ($dosya, "ylabel('Sicaklik (\circ C)');\n");
fwrite ($dosya, "xlabel('Iterasyon');\n");
fwrite ($dosya, "title('Hava akimi sicakligi');\n");
fwrite ($dosya, "saveas(gcf,'veriler.jpg');\n");
fwrite ($dosya, "close(gcf);\n");
fwrite ($dosya, "save uygulanan.mat q -ascii;\n");
```

```
fwrite ($dosya, "save veriler.mat data -ascii;\n");

fwrite ($dosya, "catch\n");
fwrite ($dosya, "hatamsg=lasterror;\n");
fwrite ($dosya, "hatadosya=fopen('hata.txt','a');\n");
fwrite ($dosya, "fwrite(hatadosya,hatamsg.message);\n");
fwrite ($dosya, "fclose(hatadosya);\n");
fwrite ($dosya, "end\n");

if ($putsample_tamam === false)
{
        session_destroy();
        die('Kodunuzda deney setine veri gönderme komutu (putsample)
bulunmuyor!');
}

fclose($dosya_tutucu);
fclose($dosya);

        //************************************************************
*******************************
        }
        else
                {
                        if($uzanti == "mdl")
                                {
                                        $ftp_uzak_dosya="sim_deney.mdl";

        $ftp_tetik_dosya_uzak="model_deney_yuklendi.bil";
                                        $ftp_dosya=$uploadfile1;
                                        //$ftp_dosya=$uploaddir . "son_hal.mdl";
                                        //***************
                                        $dosya_tutucu = fopen($uploadfile1, "rb");
                                        $dosya=fopen($uploaddir . "son_hal.m","w");
                                        //***************
                                        $aranacak="Chirp Signal";
                                        while (!feof($dosya_tutucu) )
                                        {
                                                $i++;
                                                $satir_metni = fgets($dosya_tutucu);
                                                $parca = explode('\n', $satir_metni);
                                                $blok_incele = $parca[0] . $parca[1];
                                                $bul=strpos($blok_incele,$aranacak);

                                                if ($bul === false)
                                                {
                                                        //rezerv bölüm, satırda aranan
blok yok
                                                }
```

```
                                        else
                                        {
                                                die('Chirp Signal bloğunun
kullanımı yasaktır!!!');
                                        }
                                }
                        }
                else
                        {
                                session_destroy();
                                die ("Desteklenmeyen dosya uzantısı!");
                        }
        }


$ftp_baglanti_id = ftp_connect($ftp_sunucu) or die ("$ftp_sunucu adresine
bağlanılamadı!");
$ftp_giris_durum = ftp_login($ftp_baglanti_id, $ftp_kullanici, $ftp_sifre) or die
("$ftp_sunucu adresine giriş yapılamadı!");

if (ftp_put($ftp_baglanti_id, $ftp_uzak_dosya, $ftp_dosya, FTP_ASCII)) {
 echo "$ftp_dosya dosyası başarıyla yüklendi...\n";
} else {
 echo "$ftp_dosya dosyası FTP aktarımında sorun!\n";
}

if (ftp_put($ftp_baglanti_id, $ftp_tetik_dosya_uzak, $ftp_tetik_dosya, FTP_ASCII))
{
 echo "Tetikleyici dosya başarıyla yüklendi...\n";
} else {
 echo "Tetikleyici dosyanın FTP aktarımında sorun!\n";
}

// ftp bağlantısını kapat
ftp_close($ftp_baglanti_id);

?>

<?php
        }       else
                {
                        echo "Dosya gönderme sorunu!\n";
                        echo "Klasör:".getcwd();
                }
} else
        {
                echo "İzin verilmemiş dosya tipi!\n";
                echo $_FILES['dosya']['name'], "\n";
                echo "Dosya tipi:", $contentType1 . "\n";
```

```
                        echo "Klasör:".getcwd() . "\n";
                        session_destroy();
                        die('Pencereyi kapatarak deney ekranından doğru dosya tipini
seçiniz.');
                }
header('Location: http://uzlab.kocaeli.edu.tr/sonuclari_goster.php');
?>
```

Ek-E SONUÇ SUNUM KODLARI

1. Ekran çerçevesi

```
<?php
session_start();
?>

<html>

<frameset cols="30%,*">
  <frame src="sol_cerceve.php" />
  <frame src="sag_cerceve.php" />
</frameset>

</html>
```

2. Sol çerçeve

```
<html>
<body>
<br>
Deney çalışması tamamlandığında sağ çerçevede sonuç grafikleri görüntülenecektir.<br><br>
<!--- BEGIN PLAYER --->
<!-- webbot bot="HTMLMarkup" startspan ---->
<object ID="MediaPlayer" WIDTH="320" HEIGHT="270"
CLASSID="CLSID:22D6f312-B0F6-11D0-94AB-0080C74C7E95"
STANDBY="Loading Windows Media Player components..." TYPE="application/x-oleobject"
CODEBASE="http://activex.microsoft.com/activex/controls/mplayer/en/nsmp2inf.cab#Version=6,4,7,1112">

<param name="autoStart" value="True">
<param name="filename" value="http://10.20.2.118:8080">
<param NAME="ShowControls" VALUE="True">
<param NAME="ShowStatusBar" VALUE="True">
<param NAME="ShowDisplay" VALUE="False">
<embed TYPE="application/x-mplayer2" SRC="10.20.2.118:8080"
NAME="MediaPlayer" WIDTH="320" HEIGHT="270" autostart="1"
showcontrols="0"></embed></object>
<!-- webbot bot="HTMLMarkup" endspan ---->
<!--- end PLAYER --->
<br>Arabellekleme nedeniyle osiloskop videosu gecikmeli olarak ekrana gelmektedir.<br><br>
<a href="http://uzlab.kocaeli.edu.tr" target="_top">Ana sayfaya dönüş</a>
</body>
```

```
</html>
```

2. Sağ çerçeve

```
<?php
session_start();
if (!isset($_SESSION['k_deneyno']))
{
	die('Erişim sorunu! Durum kütük dosyasına raporlanmıştır. Deney yöneticinizle görüşünüz.');
}
else

chdir('/var/www/html/data/uzlab/takas/');
$resim1='/var/www/html/data/uzlab/takas/veriler.jpg';
$resim2='/var/www/html/data/uzlab/takas/uygulanan.jpg';
$yenile="1";

if ((file_exists($resim1)) and (file_exists($resim2)) and ($_SESSION['k_deneytamam'] != '1'))
	{
	$hedef_klasor='/var/www/html/data/uzlab/ogrenci_veri/' . $_SESSION['k_ogrno'];
	global $su_an;
	$su_an=date('d\/m\/Y H\:i\:s');
	//İşlevsel değişiklikler gerekebilir. Döngüsüz, ayrı ayrı dosya yükleme işlemleri yürüt.
	$dosya='veriler.jpg';
	$hedef_dosya=$hedef_klasor . '/' . $_SESSION['k_deneyno'] . '/grafik_' . date('d\_m\_Y\_H\_i\_s\_') . $dosya;
	if (!copy($dosya, $hedef_dosya))
		{
			echo "$dosya dosyası kopyalanamadı...\n";
		}
	$dosya='uygulanan.jpg';
	$hedef_dosya=$hedef_klasor . '/' . $_SESSION['k_deneyno'] . '/grafik_' . date('d\_m\_Y\_H\_i\_s\_') . $dosya;
	if (!copy($dosya, $hedef_dosya))
		{
			echo "$dosya dosyası kopyalanamadı...\n";
		}
	$dosya='uygulanan.mat';
	$hedef_dosya=$hedef_klasor . '/' . $_SESSION['k_deneyno'] . '/veri_' . date('d\_m\_Y\_H\_i\_s\_') . $dosya;
	if (!copy($dosya, $hedef_dosya))
		{
			echo "$dosya dosyası kopyalanamadı...\n";
		}
	$dosya='veriler.mat';
```

```
	$hedef_dosya=$hedef_klasor . '/' . $_SESSION['k_deneyno'] . '/veri_' .
date('d\_m\_Y\_H\_i\_s\_') . $dosya;
	if (!copy($dosya, $hedef_dosya))
		{
			echo "$dosya dosyası kopyalanamadı...\n";
		}
	$yenile=0;
	$_SESSION['k_deneytamam']='1';
	}

	if ($_SESSION['k_deneytamam']=='1')
	{
		echo ('Deney gerçekleştirme zamanı: ' . $su_an . '<br>');
		echo "<img src='http://uzlab.kocaeli.edu.tr/takas/veriler.jpg'
width='40%' height='40%'><br>";
		echo "<a href='http://uzlab.kocaeli.edu.tr/takas/veriler.mat'>Sıcaklık
verilerini bilgisayarınıza indirmek için tıklayınız</a><br><br>";
		echo "<img src='http://uzlab.kocaeli.edu.tr/takas/uygulanan.jpg'
width='40%' height='40%'><br>";
		echo "<a
href='http://uzlab.kocaeli.edu.tr/takas/uygulanan.mat'>Isıtıcıya uygulanan denetim
gerilimi verilerini bilgisayarınıza indirmek için tıklayınız</a><br>";
	}

if (($yenile == "1") and ($_SESSION['k_deneytamam']!='1'))
	{
	echo "Denetim deneyi yürütülüyor.<br>";
	echo "Voltaj ve Sıcaklık grafikleri ve verileri hazırlanıyor, lütfen
bekleyiniz.<br>";
	echo "Veriler ASCII biçimindedir. MATLAB yazılımıyla komut satırından
bunları yüklerken -ASCII parametresini kullanınız.<br>";
	echo "Grafikler ekrana sığdırılmak için küçültülmüştür. Orijinal boyutlarında
indirmek için üstlerine sağ tıklayıp farklı kaydedin.<br>";
	//sleep(10);
	header("refresh:5; url=sag_cerceve.php");
	}
?>
```

Ek-F VERİ TABANI BAĞLANTI KODLARI

1. vt_ayarla.php

```
<?php
$vt_sunucu = 'localhost';
$vt_kullanici = '**********';
$vt_sifre = '*******';
$vt_ad = 'uzlab';
?>
```

2. vt_baglan.php

```
<?php
$vt_baglanti = mysql_connect($vt_sunucu, $vt_kullanici, $vt_sifre) or die ('mysql bağlantısı sorunu!');
mysql_query("SET NAMES 'latin5'"); //Türkçe karakterler için latin5_ci
mysql_select_db($vt_ad);
?>
```

3. vt_kapat.php

```
<?php
mysql_close($vt_baglanti);
?>
```

4. oturum_denetle.php

```
<?php
session_start();
if (!isset($_SESSION['oturum_acildi']) || $_SESSION['oturum_acildi'] !== true)
        {
                echo ('Oturum açmadınız!<br>');
                echo('Oturum açmadan deney gerçekleştiremezsiniz...<br><br>');
```

```
                echo"<a href='http://uzlab.kocaeli.edu.tr'>Ana sayfaya
dönün</a><br><br>";
                die('Girişiminiz kütük dosyasına raporlanmıştır');
        }
?>
```

Ek-G DENEY SUNUCUSU ÇALIŞMA DÖNGÜSÜ

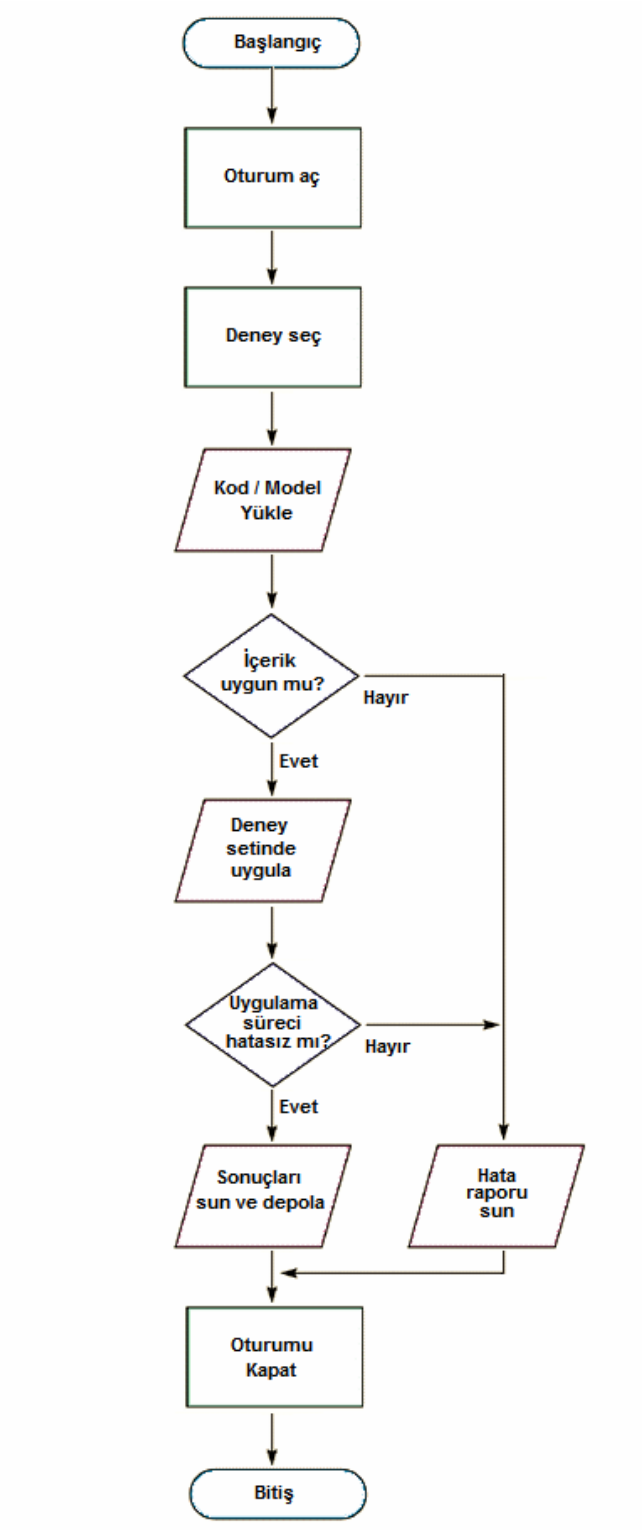
```
clc;
cd 'C:\Program Files\MATLAB\R2006a\work\wamp\www\Veri';
while true
    if exist('kod_deney_yuklendi.bil')
        run '../kod_calisma_oncesi.m'
        run kod_deney;
        pause(12);
        f=ftp('192.168.1.85','******','******');
        mput(f,'C:\Program
Files\MATLAB\R2006a\work\wamp\www\Veri\*.jpg');
        mput(f,'C:\Program
Files\MATLAB\R2006a\work\wamp\www\Veri\*.mat');
        close(f);
        %yerel temizlik
        delete *.mat;
        delete *.jpg;
        delete *.bil;
        delete kod_deney.m;
        run '../kod_calisma_sonrasi.m'
    else
        if exist('model_deney_yuklendi.bil')
            run '../model_calisma_oncesi.m'
            load_system('sim_deney.mdl');
            rtwbuild('sim_deney');
            set_param('sim_deney','SimulationCommand','connect');
            pause(10);
            %connect islemi zaman aliyor, pause bunun icin...
            set_param('sim_deney','SimulationCommand','start');

            while ~strcmp(get_param('sim_deney','SimulationStatus'),
'stopped');
                set_param('sim_deney', 'ExtModeCommand',
'ProcessMsg')
            end;

            save uygulanan.mat uygulanan -ascii;
            save veriler.mat veriler -ascii;
            figure(1);
            plot(uygulanan);
            xlabel('iterasyon');ylabel('isaret
(v)');title('Uygulanan PID denetim isareti grafigi');
            saveas(gcf,'uygulanan.jpg');
            figure(2);
            plot(veriler);
            xlabel('iterasyon');ylabel('isaret (v)');title('PID
denetime sistemin cevap grafigi');
            saveas(gcf,'veriler.jpg');
            close_system('sim_deney',0);
            cd 'C:\Program Files\MATLAB\R2006a\work\wamp\www\Veri';
            f=ftp('192.168.1.85','******','******');
            mput(f,'C:\Program
Files\MATLAB\R2006a\work\wamp\www\Veri\*.jpg');
```

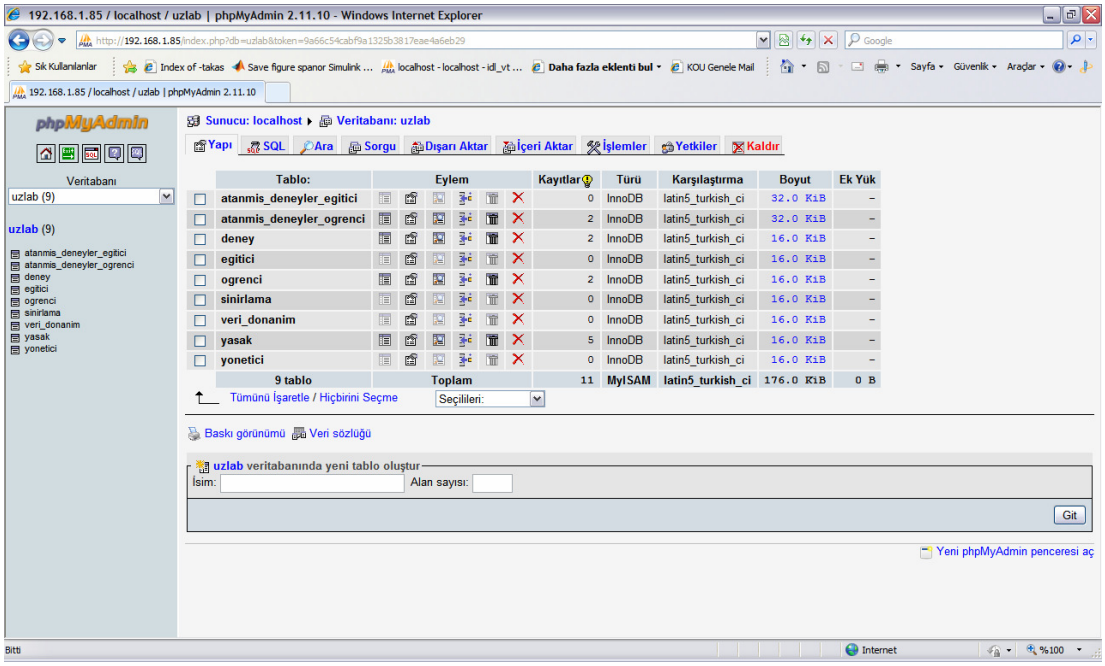
```
            mput(f,'C:\Program
Files\MATLAB\R2006a\work\wamp\www\Veri\*.mat');
            close(f);
            delete *.mdl;
            delete *.jpg;
            delete *.mat;
            delete *.bil;
            delete *.rwd;
            rmdir ('slprj','s');
            rmdir ('sim_deney_rtwin','s');
            run '../model_calisma_sonrasi.m'
        else
            disp('Yuklenen deney yok, 15 sn. bekliyorum');
            pause(15);
        end
    end
end
disp ('i?lem sonu');
```

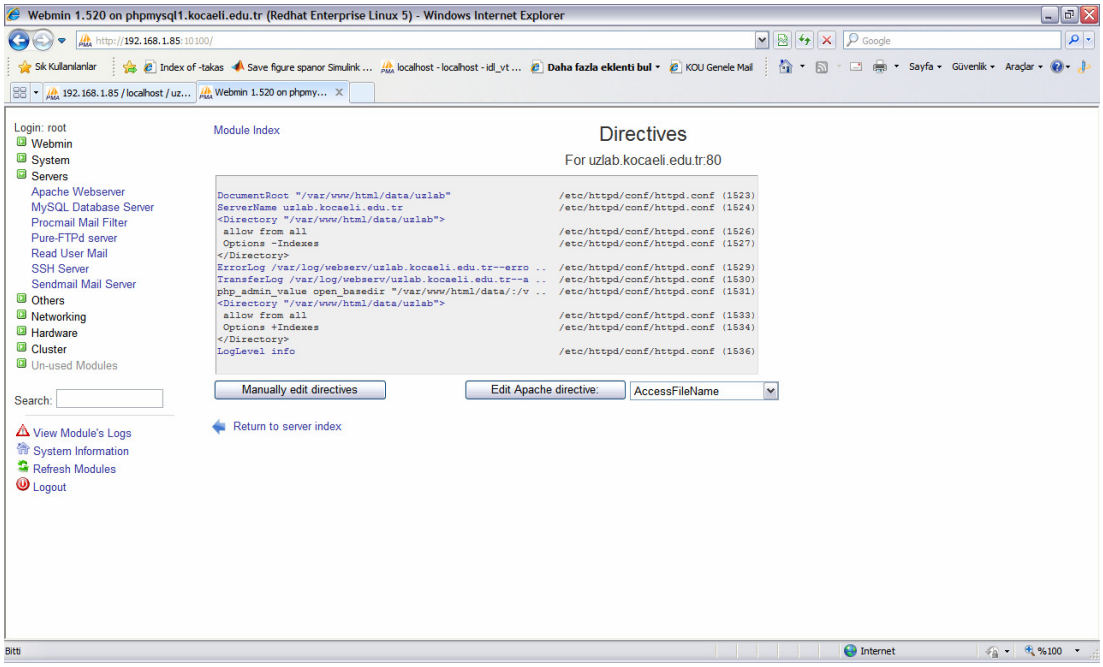
Ek-Ğ DENEY YÜRÜTME AKIŞ DİYAGRAMI



Ek-H VERİTABANI VE WEB SUNUCUSU YAPISI

MySQL ve Apache Web sunucuları yapılandırmaları aşağıdaki konumlarda tanımlanmıştır:





Ek-I DENEY SETİ FEEDBACK 37-100'ÜNÖZELLİKLERİ

Güç kaynağı

Donanım, ön panelin altında bulunan anahtarla seçilen 220-250V ya da 100-120V dalgalı akım şebeke beslemesiyle çalışır. Şebeke açma kapama anahtarı, neon gösterge lambası, 2A ve 100mA sigortalar cihazın sol el tarafına monte edilmiştir.

Ön panel

Sistemi oluşturan öğeler blok şema biçiminde ön panelde gösterilmiştir.

Süreç

Bu genel terim fiziksel ya da kimyasal değişimi ya da tanımlamada kullanılır ve bir akışkanın basınç, sıcaklık ya da hız değişimini, kimyasal bir tepkimenin hızını, bir tanktaki akışkan seviyesini de içerir. Bu donanımda süreç tüpünde akan hava arzu edilen bir değere, ortam sıcaklığı ile 60˚C aralığında artırılmaktadır.

Boğaz öğesi

Tüp boyunca ısıtıcıdan 28mm, 140mm ve 279mm'lik aralıklı üç noktadan herhangi birinden hava akışına sokulabilecek bir ölçüm ucuna bir boncuk ısıl direnç yerleştirilmiştir.

Ölçüm öğesi

Isıl direnç ölçüm ucu 40˚C'da dengelenmiş bir doğru akım köprüsünün bir kolunu oluşturur. Köprü çıkış gerilimi bir doğru akım yükseltecine uygulanmıştır ve 30˚C ile 60˚C arasında değişen sıcaklık için 0'dan +10 volta kadar değişebilen bir doğru akım üretir. Ölçüm öğesinin çıkışı ön panelin 'Y' oyuğundan izlenebilir.

Ölçülen Değer θ_O

Denetlenen durum değerine ilişkin ölçüm öğesinin çıkış işaretidir.

Ayar Değeri θ_i

Otomatik denetleyicinin ayarlandığı denetlenen durum değeridir. Dahili ayar değeri süreç hava sıcaklığını 60˚C'ye artırmakta kullanılabilir. Ayar değeri ön panelin 'D' oyuğundan 0 ile -10V arasında, süreç sıcaklığında artış üreten negatife giden bir değişimde, gerilim uygulayarak harici olarak ayarlanabilir.

Sapma θ

Denetlenen durumun ölçülen değeri ve ayar değeri arasındaki fark $\theta=\theta_O-\theta_i$

Ayar Değeri Bozukluğu

'Internal set value disturbance' olarak işaretlenmiş dahili ayar değeri bozucu anahtarın kullanılmasıyla ayar değerinde bir adım değişimi dahili olarak uygulanır.

Karşılaştırma Öğesi

Köprü yükseltecinden gelen ölçülen değerle ayar değerini karşılaştırmakta kullanılan bir toplamsal yükselteçtir. Bu donanımda işaretler ters işarette olacak şekilde düzenlenmiştir, böylece toplamsal yükselteç çıkışı sapmayı temsil eder. Bu durum, ön panelin 'B' oyuğundan izlenebilir.

Denetleyen Öğe

Düzeltici birime iletim için bir denetim işareti üreten sapmaya orantılı bir işaret denetleyen öğeye uygulanmıştır. Bu donanımda denetleyen öğe sürekli ya da iki adımlı denetim sağlayacak şekilde anahtarlanabilir. Denetim çıkış işareti ön panelin 'C' oyuğundan izlenebilir.

Sürekli Denetim

a. Dahili

'% proportional band' yüzdelik oransal bant ayarlamasının ortalamaları ile yalnızca oransal eylem sağlar. Ölçüm öğesinin aralığının bir yüzdesi olarak ifade edilen denetleyici çıkışının tam çalışma aralığı üstünde değişmesine neden olacak sapma değerlerinin aralığı, örnek olarak gösterilebilir.

b. Harici

Oransal bant ayarlama devre dışı bırakılarak onun yerine PCS327 süreç denetim benzetimcisi gibi ayrı bir denetleyici bağlanabilir. Bu, oransal + integral, oransal + türevsel, oransal + integral + türevsel eylemlerin kullanılmasına olanak sağlar.

İki Adımlı Denetim

Denetleyen eleman 'two-step control ya da aç-kapa eylemine anahtarlandığında oransal ayarlama göz ardı edilir ve en yüksek ısıtıcıgücü ayarı ve örtüşme sistem içine tanıtılır. Bu terimler aşağıda açıklanmıştır.

En Yüksek Isıtıcı Gücü

Bu ayar 15 ve 80 watt arasında ayarlanma durumlarında ısıtıcıya uygulanacak güce izin verir.

Örtüşüm

Sıfır örtüşümde denetleyici çıkış işareti, denetlenen durum istenilen değerine altına düştüğünde ya da üzerine çıktığında ısıtıcıya uygulanan gücün en yüksek ve en düşük düzeyler arasında değişmesine neden olur. Örtüşüm verildiğinde, denetlenen durum bir alt sınırın altına düştüğünde ya da üst sınırın üstüne çıktığında ısıtıcıya uygulanan gücün en yüksek ve en düşük değerler arasında değişmesine neden olur.

Motor Öğe

Her süreçte bu öğe, denetleyen öğeden gelen bir işarete cevap olarak çıkış işareti düzeyi ayarlandığında elektriksel güç, mekanik yerdeğişim ve benzeri bir biçim alan bir çıkış üretir. Bu donanımda motor öğe, denetleyici işareti tarafından belirlenen 15 ve 80 watt elektriksel çıkış veren bir değişken güç kaynağıdır.

Düzeltici Öğe

Doğrudan denetlenen durumu etkiler. Bu donanımda düzeltici öğe motor öğe çıkışının uygulandığı elektriksel olarak ısıtılan bir tel ızgaradır. Isı ızgaradan hareket eden havaya aktarılır, aktarılan ısının hızı ısıtıcı sıcaklığı, hava akış hızı ve benzerlerine bağlıdır.

Otomatik Denetleyici

Ölçüm, karşılaştırma ve denetim öğelerinden oluşur.

Düzeltici Birim

Motor ve düzeltici öğelerden oluşur.

FeedBack 37-100 deney setinin bileşenlerine ait özellikler aşağıda verilmiştir.

Genel

Giriş işareti gerilim aralığı	: 0'dan -10V'a
Çıkış işareti gerilim aralığı	: 0'dan +10V'a
Herhangi bir çıkıştaki en düşük dirençsel yük	: 5KΩ
Ayar ve ölçülen değer ölçü ölçeği	: 0'dan 80C'ye

Süreç

Hava akış aralığı	: 0.3'den 3m/s'ye
Isıtıcı güç aralığı	: 15'den 80 watt'a
Denetlenen hava sıcaklık aralığı	: 30'dan 60C'ye
İtici denetimi 4 ve almaç 27.9 cm konumundayken	
Uzaklık/hız gecikmesi	: 0.18 saniye

Denetleyici

a. Sürekli denetim

Oransal bant	: 0.5'ten 20'ye kazanca karşılık gelen %200'den %5'e
Ayar değeri ayarlama ölçeği	: 0'dan 10'a
Ayar değeri aralığı	: 30C'den 60C'ye
Ölçülen Değer Aralığı	: 30C'den 60C'ye

b. İki Adımlı Denetim

En yüksek ısıtıcı güç ölçeği	: 0.25'den 1'e
Örtüşüm ölçeği	: 0'dan 4'e

Güç Kaynağı ve Dahili Gerilim Düzeyleri

AC kaynak girişi	: 220'den 250V'a 50/60Hz ya da 110'dan 120V'a 50/60Hz
Dahili DC hatları	: +-15V
Dahili AC ısıtıcı hattı	: 115V, 50/60Hz

Boyutlar

Genişlik	: 520mm
Derinlik	: 292mm
Yükseklik	: 216mm
Ağırlık	: 9.5kg

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Kocaeli'de doğdu. İlk, orta, lise ve üniversite öğrenimini Kocaeli'de tamamladı. 1994 yılında Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Eğitimi Bölümü'nde başladığı üniversite öğrenimini 1998 yılında mezun olarak tamamladı. 1998-1999 yılları arasında lise öğretmenliği yapmıştır. 1998-2001 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi bölümünde Bilgisayar Sistemleri Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 1999 yılında Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Eğitimi Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamıştır. 2003 yılından bu yana geçici görevlendirmeyle Kocaeli Üniversitesi, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'nda Sistem Yöneticisi olarak görev yapmakta olup evli ve bir çocuk babasıdır.