

**MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ İÇİN İNTERNETE
DAYALI, İNTERAKTİF, SANAL
MİKRODENETLEYİCİ LABORATUAR
TASARIMI**

Kubilay TAŞDELEN

**Yüksek Lisans Tezi
ELEKTRONİK HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ İÇİN İNTERNETE DAYALI, İNTERAKTİF,
SANAL MİKRODENETLEYİCİ LABORATUAR TASARIMI**

Hazırlayan

Kubilay TAŞDELEN

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Akif KUTLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRONİK HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Isparta 2004

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından ELEKTRONİK - HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Mustafa MERDAN

Üye : Yrd.Doç.Dr. Akif KUTLU

Üye : Yrd.Doç.Dr. Ali MANZAK

ONAY

Bu tez/...../ 2004 tarihinde Enstitü Yönetim kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri
üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../ 2004

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLGİSİ	4
3. MATERYAL VE METOD	10
3.1 Java	10
3.1.1 Java' nın Özellikleri	10
3.1.2 Java Yazılım Geliştirme Kiti	10
3.2 C#	12
3.2.1 C#' ın Özellikleri	12
3.3 SQL Server	13
3.3.1 SQL Server'ın özellikleri:	13
3.4 PCICan-D	14
3.5 T89C51CC01	16
3.5.1 CAN Denetleyicisi	17
3.5.2 Kesme (Interrupt) Sistemi	18
3.5.3 UART Bootloader ve CAN Bootloader	19
3.6 PCA82C251	19
3.7. Uzaktan Eğitim	21
3.7.1. Uzaktan Eğitimin Yararları Ve Sınırlılıkları	22
3.7.2. İnternete Dayalı Uzaktan Eğitim	23
3.7.3 İnternete Dayalı Uzaktan Eğitimin Önemi ve Özellikleri	24
3.7.4. Mühendislik Eğitimi	25
3.7.4.1 Geleneksel ve Sanal Laboratuvarlar	25
3.7.4.2 Geleneksel Laboratuvarlar ve Sanal Laboratuvarların Karşılaştırılması	26
3.7.4.3 Uzak Laboratuvarlar	27
3.8. Kontrol Alan Ağı (Controller Area Network - CAN)	29
3.8.1. Kontrol Alan Ağının (CAN) Özellikleri	29
3.8.2. OSI Referans Modeli	29
3.8.3. CAN Mimarisi	31
3.8.4. CAN Uygulamaları	33
3.8.5. Topoloji	33
3.8.6. Mesaj İletimi	35
3.8.7. CAN Sisteminin Gereksinimleri	38
3.8.8. CAN Frame	39
3.8.8.1 Data Frame	40
3.8.8.2 Remote Frame	42
3.8.8.3 Error Frame	43
3.8.8.4 Overload Frame	44
4. BULGULAR	46
4.1. Donanım	46

4.1.1. CAN Modülleri	46
4.1.2. Deney Modülleri	53
4.1.2.1 I/O Deney Modülü	53
4.1.2.2 LCD Display Deney Modülü	55
4.2 Yazılım	56
4.3. Sistemin Çalışması	59
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	63
6. KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	71

ÖZET

Mühendislik fakültelerini diğer eğitim veren kurumlardan ayıran en önemli özellik uygulamalı eğitim vermesidir yani teorik eğitimin laboratuvar çalışmaları ile desteklenmesidir. Bu sayede öğrenciler uygulama becerisi kazanmaktadırlar. Fakat ihtiyaçlara cevap verebilecek bir laboratuvar kurulması üniversitelere yüksek bir mali yükümlülük getirmektedir.

Bu çalışmada, özellikle elektrik – elektronik, elektronik – haberleşme ve bilgisayar mühendisliğinde eğitimi verilmekte olan mikro denetleyici dersi için 8051 tabanlı bir uzaktan eğitim laboratuvarı tasarlanmıştır. Bu laboratuvar, sanal bir laboratuvar olmayıp internete dayalı gerçek bir laboratuvardır. Deneyler internet üzerinden gerçek elektronik devreler kullanılarak yapılabilmektedir. Öğrenciler böylece, laboratuvar çalışmalarını belirli zaman ve mekana bağlı kalmadan internet üzerinden istenilen yer ve zamanda gerçekleştirebilmektedir.

Bu çalışma için 3 ayrı mikro denetleyici seti hazırlanmıştır. Bu deney setleri sunucu ile yerel ağ üzerinden haberleşecektir. Öğrencilerin hazırladığı programlar internet üzerinden sunucu aracılığı ile yerel ağa gönderilecek ve ilgili deney seti programlanacaktır. Programın çalışması yine sunucu sayesinde sanal olarak izlenebileceği gibi, kamera ile de deney sonuçları gözlemlenebilecektir.

Bu çalışmada deney setlerini ve sunucu bilgisayarı kontrol etmek ve öğrencilerin internet üzerinden deneye bağlanmaları için kullanılacak ara yüz Java, C# programlama dilleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Uzaktan Eğitim, Web Tabanlı Eğitim, İnternet Tabanlı Laboratuvar, Kontrol Alan Ağı (CAN), 8051

ABSTRACT

The main characteristic of Engineering Faculties that differs from other education institutions is that they carry out practical education; that is to say their studies are supported by theoretical education laboratories. By this, students gain practical skills. However, installation of a laboratory that serves a need, brings high economical obligations to the universities.

In this study, an 8051 based microcontroller remote laboratory for Microcontroller Lecture was designed for electric – electronics, electronics – communication and computer engineering. This laboratory is an internet based real laboratory, not a virtual one. The students can do experiment using real electronic circuit through internet. So the students can do their laboratory studies wherever they are and whenever they want via internet.

In the study, 3 different microcontroller modules were designed. These modules communicate with a server through an industrial local area network. The programs that are prepared by students will be sent to local area network via server and the associated experiment modules will be programmed via internet. The operation of program can also be monitored virtually by the server and experiment results can be observed with using a camera.

In this study, in order to control server and experiment modules and to connect to the experiment via internet, the user interface is designed using Java and C# programming languages.

KEY WORDS: Distance Education, Web Based Education, Internet Based Laboratory, Controller Area Network (CAN), 8051 Microcontroller

TEŞEKKÜR

Danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Akif KUTLU' ya, böyle bir çalışmanın yapılması önerisinde bulunduğu, çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli ortamı sağladığı, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak her konuda destek olduğu ve tez metnini inceleyerek biçim ve içerik bakımından son şeklini almasına katkıda bulunduğu için teşekkür ederim.

Sayın Öğrt. Gör. Ecir Uğur KÜÇÜKSİLLE' ye, programlama konusunda vermiş olduğu sonsuz destek ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Bu tezin yapılmasına yardımları dokunan ve emeği geçen tüm arkadaşlarıma ve meslektaşlarıma teşekkür ederim.

Maddi - manevi desteklerini ve koşulsuz güvenlerini her zaman hissettiğim sevgili eşime ve aileme teşekkür ederim.

Kubilay TAŞDELEN

04/06/2004

Proje No :

03 – YL – 754

Proje Adı :

Mühendislik Eğitimi İçin İnternete Dayalı, İnteraktif, Sanal Mikro denetleyici Laboratuar Tasarımı

Desteleyen Kuruluş :

Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi

KISALTMALAR DİZİNİ

ACK	Acknowledgement
ADC	Analog Digital Converter
ALE	Address Latch Enable
API	Application Programming Interface
ASCII	American Standart Code for Information Interchange
CAL	CAN Application Layer
CAN	Controller Area Network
CRC	Cyclical Redundancy Check
CD	Compact Disk
CiA	CAN in Automation
CMS	CAN Message Spesification
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
CSMA/CR	Carrier Sense Multiple Access with Collision Resolution
CPU	Central Processing Unit
DBT	Identifier Distributor
DC	Direct Current
DLL	Dynamic Link Library
EA	External Access
EBCDIC	Extended Binary Coded Decimal Interchange Code
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read - Only Memory
EMK	Enformatik Milli Komitesi
EOF	End of Frame
FLIP	Flexible In-System Programming
FTP	File Transfer Protocol
GUI	Graphical User Interface
IAP	In Application Programming
IDE	Identifier Extension
I/O	Input / Output
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Standarts Organization

ISP	In System Programming
İDÖ	İnternet Destekli Öğretim
JVM	Java Virtual Machine
J2SE	Java 2 Standart Edition
LCD	Liquid-Crystal Display
LMT	Layer Management
LSB	Least Significant Bit
MSB	Most Significant Bit
NMT	Network Management
OSI	Open System Interconnection
PCA	Programmable Counter Array
PSEN	Program Store Enable
RAM	Random Access Memory
RDBMS	Relational Database Management System
RTR	Remote Transmission Request
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SDK	Software Development Kit
SFR	Special Function Register
SLIO	Serial – Linked Input Output
SNMP	Simple Network Management Protocol
SOF	Start of Frame
SRR	Substitute Remote Request Bit
TCP	Transmission Control Protocol
USB	Universal Serial Bus
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 NetBeans IDE Ara Yüzü.....	11
Şekil 3.2 PCICan-D Kartının Blok Diyagramı	14
Şekil 3.3 PCICan-D Kartının Pin Bağlantıları.....	15
Şekil 3.4 T89C51CC01' in Blok Diyagramı.....	16
Şekil 3.5 PLCC44 Kılıf ve T89C51CC01 için Pin Konfigürasyonu	17
Şekil 3.6 CAN Denetleyicisi Blok Diyagramı	18
Şekil 3.7 PCA82C251' in Blok Diyagramı.....	20
Şekil 3.8 PCA82C251'in Pinleri.....	20
Şekil 3.9 Eğitimin Uygulama Yöntemleri.....	21
Şekil 3.10 Bir Uzak Laboratuvarın Genel Görünümü	28
Şekil 3.11 OSI Referans Modeli	30
Şekil 3.12 OSI ve CAN Mimarisi	31
Şekil 3.13 CiA' ya göre CAL Kullanan Endüstriyel Uygulamalar için CAN Haberleşme Sistemi.....	33
Şekil 3.14 Bus, Ring, Star Topolojileri.....	34
Şekil 3.15 ISO99-2 Standardına göre CAN Bus Topolojisi	35
Şekil 3.16 Hatta Mesaj Gönderen Üç Düğümün Mesaj Önceliklerinin İncelenmesi	36
Şekil 3.17 CAN Hattına Mesaj Gönderme.....	37
Şekil 3.18 Mesajın İstasyonlar Tarafından Filtrelenmesi	37
Şekil 3.19 Mesajın İlgili İstasyonlar Tarafından Alınması	37
Şekil 3.20 CAN Dügümü	38
Şekil 3.21 CAN Data Frame Çeşitleri.....	40
Şekil 3.22 Remote Frame.....	43
Şekil 3.23 Error Frame.....	44
Şekil 3.24 Overload Frame	45
Şekil 4.1 8051 Tabanlı Mikro Denetleyici Laboratuvarı	46
Şekil 4.2 CAN Modülünün Blok Diyagramı.....	47
Şekil 4.3 Devrenin Açık Şeması	47
Şekil 4.4 Baskı Devrelerin Alttan Ve Üstten Görünüşü	48
Şekil 4.5 Devre Elemanlarının Yerleşim Planı	48
Şekil 4.6 Devre Elemanlarının Bacakları ve Bacak Kalınlıkları.....	49
Şekil 4.7 Bilgisayar ve CAN Modülünün Seri Porttan Birbirine Bağlanması.....	49
Şekil 4.8 Flip Programının Ara Yüzü	51
Şekil 4.9 Programlama ve Çalışma Modlarına Geçiş Devresi.....	52
Şekil 4.10 CAN Deney Modülü	53
Şekil 4.11 I/O Modülü	54
Şekil 4.12 I/O Deney Modülünün Açık Şeması.....	54
Şekil 4.13 LCD Display Deney Modülünün Blok Diyagramı	55
Şekil 4.14 LCD Deney Modülünün Açık Şeması	56
Şekil 4.15 Yazılım Mimarisi.....	57
Şekil 4.16 Giriş Sayfası.....	59
Şekil 4.17 Lobby Sayfası	60
Şekil 4.18 Kullanıcı Arayüzü.....	61
Şekil 5.1 İnternet Tabanlı Bir Laboratuvar Uygulaması.....	63
Şekil 5.2 Gerçekleştirilen İnternete Dayalı Mikro Denetleyici Laboratuvarı.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Microsoft SQL Server'ın Genel Özellikleri	13
Çizelge 3.2 PCICan-D Kartının Özellikleri	15
Çizelge 3.3 CAN Hattı için Önerilen Bit Hızları ve Kablo Uzunlukları	39
Çizelge 3.4 Standart ve Extended CAN Frame' lerindeki Toplam Bit Sayıları	42
Çizelge 4.1 CAN Modülünün Programlama ve Çalışma Modları için Pin Değerleri	50
Çizelge 4.2 Client ve Server Komutları	57
Çizelge 4.3 Deney Modüllerinin Tanımlayıcı Haritası	58

1. GİRİŞ

Teknolojik değişimler, bilgi sistemindeki hızlı gelişmeler, insanları hayatla devamlı bir uyuma zorlamış, bu zorunluluk da ömür boyu öğrenme kavramının doğmasına yol açmıştır. Bireyleri bu zorunluluğa iten teknolojik değişim ve gelişmeler, aynı zamanda, bu eğitim gereksinimini sağlayacak olanakları da beraberinde getirmiş, bireylerin istedikleri yerde, istedikleri zamanda, diledikleri kadar tekrar ederek öğrenmelerine olanak tanıyan uzaktan eğitim modelini çözüm olarak öne çıkarmıştır (Palancı, 2001).

Uzaktan eğitim başlangıçta posta ile yapılırken gelişen teknolojiyle birlikte radyo, telefon, televizyon gibi araçlarla da uygulanmaya başlamıştır. Fakat internetin ortaya çıkması ve gelişen bilgisayar teknolojisi ile birlikte uzaktan eğitim yeni bir boyut kazanmış, web tabanlı eğitim ve sanal sınıf gibi kavramlar ortaya çıkmıştır.

İnternet ve bilgisayar teknolojileri, uzaktan eğitimde çeşitliliği ve kaliteyi arttırmasına rağmen mühendislik fakültesi gibi okullarda uygulanması çeşitli sorunlar ortaya çıkarmıştır. Çünkü uzaktan eğitimin amacı, öğrencinin sınıf ortamından kurtarılması, istediği zamanda ve yerde eğitim almasıdır. Mühendislik fakülteleri gibi okullarda dersler uygulamalıdır ve öğrencinin bilgi ve becerilerini geliştirmek için laboratuvar çalışmalarında bulunması gerekir. Bu nedenle mühendislik fakültelerindeki uzaktan eğitim uygulamaları için sanal laboratuvar (Virtual Laboratory) kavramı ortaya çıkmıştır.

Elektronik paket programları kullanarak internet üzerinden bilgisayar ortamında deneyler yapmak ve deney sonuçlarını simülasyonlarla görmek mümkün olmuştur. Fakat bu çalışmalar, gerçek laboratuvar ortamının yerini tutmamaktadır. Bu eksikliği gidermek için uzak laboratuvar (Remote Laboratory) ve internet tabanlı laboratuvar (Internet Based Laboratory) kavramı ortaya atılmıştır. Yani öğrenciler internet üzerinden herhangi bir yerde bulunan laboratuvara bağlanarak deneylerini gerçekleştirebilmekte ve deney sonuçlarını laboratuvarında bulunan kameradan eş

zamanlı olarak görebilmektedirler. Bu tip çalışmalar, mühendislik fakültelerindeki uzaktan eğitim uygulamaları için bir çözüm olmaktadır.

Günümüzde mikro denetleyici adı verilen işlemciler yaygın olarak bir çok alanda kullanılmaktadır. Çok sayıda analog ve sayısal tümleşik elemanlar kullanılarak gerçekleştirilebilecek devre tasarımları tek bir mikro denetleyici ile yapılabilmektedir. Mikro denetleyici kullanılarak yapılan devreler daha az yer kaplamaktadır. Harici donanım elemanları ile yapılan işler mikro denetleyici kontrol yazılımı ile yapılabilmektedir. Böylece donanımda değişiklik yapmadan sadece yazılımı değiştirerek aynı cihaz üzerinde farklı işlemler yapma imkanı sunulmaktadır. Bu yüzden mikro denetleyicilerin öğrenilmesi ve öğretilmesi lisans eğitiminde büyük önem arz etmektedir (Bay ve Görgünoğlu, 2002).

Bu tezin amacı, internet üzerinden gerçek zamanlı bir 8051 tabanlı mikro denetleyici laboratuvarı tasarlamak ve öğrencilerin istedikleri yerden, istedikleri zaman internet üzerinden deney setlerine bağlanarak mikro denetleyici dersi için uygulama yapabilecekleri bir laboratuvar ortamı hazırlamaktır. Tezin ilk bölümlerinde uzaktan eğitim konusu açıklanmış daha sonra sanal laboratuvarlar ile gerçek laboratuvarlar karşılaştırılmış ve internet tabanlı laboratuvarlar hakkında bilgi verilmiştir.

Bilgisayara bir deney seti bağlamak için bilgisayarın portları kullanılır. Bu nedenle bir bilgisayara birden fazla deney modülü bağlamak mümkün olmamaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin gerçekleştirmeleri için 2 adet I/O (Input/Output) deney modülü, 1 adet LCD (Liquid – Crystal Display) deney modülü olmak üzere 3 adet deney modülü kurulmuştur. Endüstriyel ağ üzerinden bilgisayara bağlanarak birden fazla deney setinin kullanılabilmesi sağlanmıştır.

Gerçekleştirilen mikro denetleyici laboratuvarı yazılım ve donanım olmak üzere iki bölümden meydana gelmektedir. Yazılım kısmında sunucu ve kullanıcı programlarını oluşturmak için Java ve C# programlama dilleri, kullanıcı bilgilerini tutmak içinse SQL Server programı kullanılmıştır. Donanım kısmında ise elektronik devrelerin birbirleriyle ve server ile haberleşmesini sağlamak için CAN protokolü

kullanılmıştır. CAN, endüstriyel uygulamalar için geliştirilmiş, seri haberleşme protokolüne sahip bir endüstriyel ağdır. Donanım kısmı, CAN ağını kontrol etmek için kullanılan PCICan-D kartı, deney modüllerine mesaj göndermek ve deney sonuçlarını almak için T89C51CC01 entegresi ile gerçekleştirilen elektronik devreler ve bu elektronik devrelere bağlanacak 3 adet deney modülü mevcuttur.

2. KAYNAK BİLGİSİ

Hoyer vd. (2004), yayınlamış olduğu makalesinde, uzaktan kontrol edilebilen bir laboratuvar için bir işbirliği ile oluşturulan sanal çevreden bahsetmiştir. Öğrenciler internet aracılığıyla her zaman ve her yerden laboratuvara giriş yapabilirler. Deneyleri ek bir yazılıma ihtiyaç duymadan yalnızca kendi standart web browser'ları ile kontrol edebilirler. Öğrenciler bir çalışma grubu oluşturabilirler. Grup üyeleri çalışmalarının sonuçlarını tartışabilirler ve karşılıklı etkileşim sağlayabilirler. Bu laboratuvar Java programlama dilinde uygulanmış bir istemci/sunucu mimarisi tabanlıdır.

Casini vd. (2003), yayınlamış olduğu makalesinde, otomatik kontrol uygulamaları için hazırlanmış bir uzak laboratuardan bahsetmiştir. Bu laboratuvar internet üzerinden bir takım fiziksel süreçlerle öğrencilerin kolayca etkileşmesine izin vermektedir. Öğrenciler, deneyleri uzaktan çalıştırabilir, kontrol parametrelerini uzaktan değiştirebilir ve sonuçları uzaktan analiz edebilirler. Otomatik kontrol laboratuvarı, kullanıcıya kendi kontrol ara yüzü tasarlamasına izin verir. Tasarlanan bu kullanıcı ara yüzü test edilebilir. Bu laboratuvarın diğer bir özelliği mimarisidir: yani kontrol deneyleri için yeni işlemlerin kolayca sisteme entegre edilmesine izin verir.

Bu laboratuvara <http://www.dii.unisi.it/~control/act> adresinden ulaşılabilir.

Ekiz vd. (2003), yayınlamış olduğu makalesinde, mühendislik fakülteleri ve teknik eğitim fakülteleri ile meslek yüksek okullarında “mantık devreleri”, “lojik devreler” veya “dijital elektronik” adı ile okutulan dersin uzaktan, internet destekli öğretim (İDÖ) metodu ile verilmesine yönelik olarak hazırlanmasındaki kriterleri anlatılmıştır ve ders içeriğinin oluşturulmasına, geliştirilmesine yönelik araçlar, yöntemler tanıtılmış ve internet destekli uzaktan eğitimin değerlendirilmesini yapmıştır.

Yeung ve Huang (2003), yayınlamış olduğu makalesinde, internet üzerinden kullanıcıların kontrol deneylerini yapmalarına izin veren bir uzaktan erişilebilen

kontrol sisteminin gelişimini anlatmıştır. Tasarımı gerçekleştirebilmek için örnek olarak bir DC motor kontrol modülü kullanılmıştır. Sistem web sunucusu, video sunucusu ve istemci sunucusu olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır.

Deneye http://www.acae.cuhk.edu.hk/_accl/ibc/ adresinden ulaşılabilir.

Akın ve Karaköse (2003), hazırlamış olduğu bildirisinde, elektrik ve bilgisayar mühendisliği dersleri için simülasyon programları kullanılarak hazırlanan üç sanal laboratuvar örneği sunmuştur. Bu bildiride gerçek ve sanal laboratuvarların karşılaştırılması ve Türkiye'deki on üniversitenin laboratuvar olanakları üzerine kısa bir değerlendirme yapılmıştır.

Doğan ve Onurhan (2003), hazırlamış olduğu bildirisinde, mühendislik eğitimi için gerekli olan laboratuvar deneylerinin uzaktan eğitim ortamında nasıl yapılabileceği araştırılmış, diğer üniversitelerdeki mevcut sistemler incelenmiş, ve Yakın Doğu Üniversitesi'nde bu konuda yapılmış olan bir çalışmadan bahsedilmiştir. Bu çalışmada istemci – sunucu şeklinde hazırlanmış olan bir lojik deney setinden bahsedilmiştir.

Wulff ve Ytterdal (2002), yayınlamış olduğu makalesinde, programlanabilir analog entegre devrenin kullanımıyla devre programlayabilen, uzaktan kontrol edilebilen bir laboratuardan bahsetmiştir. Programlanabilir analog entegre devrenin mimarisi ve uygulaması yapılan yüksek seviyeli simülasyonlar anlatılmıştır.

Bay ve Görgünoğlu (2002), yayınlamış olduğu makalesinde, mikro denetleyicilerin öğrenilmesini kolaylaştırmak ve deneysel çalışmalarda kullanabilmek için genel amaçlı bir mikro denetleyici eğitim seti tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Deney setinin kullanımı ile ilgili örnek yazılımlar verilmiş, setin kullanımına yönelik bilgisayar ortamında bir ara yüz yazılımı da yapılmıştır. Böylece mikro denetleyicinin ve eğitim seti içinde yer alan modüllerin daha iyi anlaşılması sağlanmıştır.

Aslantürk (2002), yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, SCORM (Sharable Content Object Reference Model), Öğrenme Nesneleri (Learning Objects), Üst - veri (Meta-data), Kullanıcı Belgisi (User Profile), İçerik Paketleme (Content Packaging) ve İçerik İletişimi (Content Communication) adı verilen kavramlarla ilgili olarak yapılan çalışmaların sonuçları bir araya getirilerek oluşturulan bir modeldir. Bu çalışmada, SCORM modelini temel alan ve bir uzaktan eğitim yönetim sisteminin taşınması gereken temel birimleri sağlayan bir Web Tabanlı Uzaktan Eğitim Yönetim Sistemi yazılımı geliştirilmiştir.

Kaya (2002), yayınlamış olduğu kitabında, uzaktan eğitimin kavramsal çerçevesinin ne olduğu, uzaktan eğitim kurumlarının nasıl yapılandırıldığı, uzaktan eğitimde öğrenme ortamlarının neler olduğu, uzaktan eğitim programlarının değerlendirilmesinin nasıl olmasını gerektiğini, internet yoluyla eğitimi, bu eğitim çeşitlerinin yararları ve zararlarını açıklamıştır.

Palancı (2001), yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, web tabanlı uzaktan eğitime genel bir bakış açısı getirmiş, uzaktan eğitimde platform olarak web tabanının seçilmesinin getireceği kolaylıklar ve zorluklar, dikkat edilmesi gereken noktalarla birlikte verilmiştir. Bu çalışma uzaktan eğitim için ders ve hipermedya tasarımı üzerine araştırmalar ve böyle bir eğitimin yürütülmesi, yönetilmesi ve değerlendirilmesi üzerine olan görüşleri kapsamaktadır. Yapılan çalışma çerçevesinde bir yüksek lisans dersi olan “Bilgi Sistemleri” dersi web üzerinde geliştirilmiştir.

Koçer (2001), yapmış olduğu yüksek lisans tezinde, uzaktan eğitimi kavram olarak ele almış, uzaktan eğitimin tarihsel gelişimi çerçevesinde bugüne kadar yapılan uzaktan eğitim metodları incelenmiş, bu metotlarla kullanılan teknolojiler avantaj ve dezavantajları ile anlatılmıştır. Tez çalışmasına örnek uygulama açısından “Pascal Programlama Dili” dersi için bir web tabanlı uzaktan eğitim modeli hazırlanmıştır.

Etschberger (2001), yayınlamış olduğu kitabında, veri haberleşmesinin en önemli prensipleri, kontrol alan ağının (CAN) yedi katmanı ,bu ağın genel özellikleri, bu

sistemde kullanılan CAN tabanlı entegrelerden ve transcieverlardan bahsedilmiştir. Ayrıca bu sistemde kullanılan CANopen ve DeviceNet gibi yüksek katman protokollerinden bahsetmiştir.

Hahn ve Spong (2000), hazırlamış olduğu bildirisinde, Illinois Üniversitesi'ndeki internet tabanlı kontrol laboratuvarının birleştirilmiş ağındaki gelişimin ilerlemesini anlatmıştır. Yaptıkları projenin önemli özelliği, simülasyon ve animasyonlara ek olarak gerçek deneyler kullanılmıştır. Deneylerin ilk kısmı bir DC motor, bir terslenmiş sarkaç, bir eylemsiz teker sarkacı ve iki bağlantılı doğrudan sürücülü robot kolu içermektedir. Bu deneye <http://weblab.ge.uiuc.edu> adresinden ulaşılabilir.

Alhalabi vd. (2000), hazırlamış olduğu bildirisinde, bu bildiriye hazırlayan bilim adamlarının simülasyonlara karşı geliştirdiği bir alternatifi anlatmaktadır. Bu bildiri, internet yoluyla uzaktan bağlanılabilecek gerçek laboratuvar olanaklarının örneklerini göstermektedir. Bu bildiride elektrik mühendisliği ve fizik bölümü için hazırlanmış iki laboratuvar prototipi anlatılmıştır. Gerçek fiziksel laboratuvarlar, sağladığı gerçek fiziksel elemanlardan gelen cevapları ve sonuçları simülasyonların sağlayamadığına değinilmiştir.

Ewald ve Page (2000), yayınlamış olduğu makalesinde, 1998 yılında geliştirdiği sistemle öğrencilerin internet aracılığıyla deneyleri uzaktan kontrol edebildiğini, bu kontrol işleminin İngiltere'deki öğrencilerin Almanya'da bulunan deney cihazlarını kontrol etmesi şeklinde test edildiğini anlatmıştır. Bu sistem başarılı olmasına rağmen, laboratuvarında uzman yazılım kullanmak gerekmektedir. Çünkü hangi cihazın neredeki hangi kullanıcı tarafından kullanıldığının bilinmesi gerekmektedir. Bundan başka öğrenciler, gerçek cihazı görememekte, sadece diyagramlar ve sanal cihazlar görebilmektedirler. Ancak sunucuya eklenen bir kamera ile kullanıcı bilgisayarından doğrudan deneyi gözleyebilme olanağı eklenmiştir.

Hamza vd. (2000), hazırlamış olduğu bildirisinde, laboratuvar deneylerine uzaktan bağlanmayı sağlayacak internet olanaklarını anlatmıştır. Bu çalışma, bir uzak

laboratuar sisteminin gelişiminin içerdiği yazılım, donanım, işlemler ve yapısal sistemleri anlatmıştır.

Alhalabi vd. (2000), hazırlamış olduğu bildirisinde, bilgisayar teknolojisinin gelişimiyle mühendislik eğitiminde simülasyon programlarının gerçek laboratuvarların yerini aldığına dikkat çekilmiş, simülasyonlara alternatif olarak internet yoluyla uzaktan giriş yapılabilecek gerçek laboratuar olanaklarından bahsedilmiş, makine ve elektrik mühendisliği için hazırlanmış iki laboratuar prototipi anlatılmış ve gerçek fiziksel laboratuvarların sağladığı gerçek fiziksel elemanlardan gelen cevapları ve sonuçları simülasyonların sağlayamadığına değinilmiştir.

Fuertes vd. (1999), hazırlamış olduğu bildirisinde, üniversitenin yerel ağına bağlamak için geliştirilen Fieldbus teknolojisi tabanlı çok amaçlı sistemini anlatmaktadır. Bu sistemin temel parçaları bir bilgisayar ve iki CAN düğümüdür. Donanım, INTEL'in 87C196 mikro denetleyicisini kullanan geliştirme kartı, SJA1000 CAN denetleyicisi ve PCA82c250 transceiver'dır. 87C196 mikro denetleyicisinin programlamak için gerekli yazılım C ve Assembler programlama dilleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ve CAN düğümü arasındaki haberleşme, seri haberleşme RS232 standardına uygun tasarlanmıştır.

Farsi vd. (1999), yayınlamış olduğu makalesinde, Kontrol Alan Ağının (Controller Area Network - CAN) tarihçesiyle konuyu incelemeye başlayıp daha sonra bir CAN sisteminin temel özelliklerinden bahsetmiştir. Bu temel özellikler CAN sisteminin katmanları, mesaj özellikleri, donanım ve yazılım özellikleridir. Makalenin sonunda CAN sistemi ile ilgili yazılım ve donanım örnekleri verilmiştir.

Çetiner vd. (1999), hazırlamış olduğu bildirisinde, uzaktan eğitim ve çoklu ortam uygulamaları değerlendirilmiştir. Ayrıca, ODTÜ Enformatik Enstitüsü tarafından yürütülen çoklu ortam destekli uzaktan eğitim faaliyetleri kapsamında yer alan derslerdeki uygulamaların getirdiği bilgi aktarım zamanı sorunlarını değerlendirmek amacıyla performans analizleri yapılmış ve uzaktan eğitimde kullanılan çoklu ortam araçlarının (ses, video, imge vs) sunucu ve ağlar üzerine getirdiği yük araştırılmıştır.

Shen vd. (1999), yayınlamış olduğu makalesinde, otomatik internet ölçme laboratuvarı (AIM-Lab) olarak adlandırılan uzaktan eğitim için tasarlanmış internet ve WWW ile yararlanılabilen bir interaktif çevrimiçi laboratuvarı anlatmıştır. Bu laboratuvar, laboratuvar ekipmanının laboratuvar derslerinde ve uzaktan eğitim çevresinde düzenli ve verimli bir şekilde kullanılmasına izin vermektedir. Bu çalışmada örnek olarak, yarıiletken malzeme karakteristiği, uzaktan yapılmış deney uygulaması olarak anlatılmıştır.

Lawrenz (1997), yayınlamış olduğu kitabında, temel haberleşme protokollerinin karakteristiklerini anlatmış, daha sonra CAN mimarisinde, CAN mimarisinin katmanlarından olan fiziksel katmandan, bu sistemde kullanılan entegrelerden, yüksek katman protokollerinden bahsetmiştir. CAN uygulama örnekleri ve bir CAN sisteminin nasıl test edilebileceği ile ilgili bilgiler vermiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Java

Java, Sun Microsystems firması tarafından geliştirilmiş nesneye dayalı bir programlama dilidir. Bilgisayar ağının varlığı da göz önüne alınarak programların farklı işletim sistemleri üzerinde çalıştırılabilmesi düşüncesiyle geliştirilmiş yeni bir teknolojidir. Java dili ve buna bağlı alt teknolojiler belirli bir firma tarafından geliştirilen ürünler değildir. Sun Microsystems tarafından tanımlanan kurallara sadık kalarak herkes JVM (Java Virtual Machine) ve java diline bağlı alt teknolojiler geliştirilebilir (Altıntaş, 2003).

3.1.1 Java' nın Özellikleri

Java dilinin tercih edilmesinin bazı nedenleri vardır. Bu nedenler java dilinin uygulama gerçekleştirirken kullanıcıya sağladığı avantajlardır. Bu avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Platform bağımsızdır. Her türlü makinede ve işletim sisteminde çalışabilir.
- Nesneye dayalı bir programlama dilidir.
- Öğrenmesi kolaydır.
- Diğer programlama dillerine göre daha güvenlidir.
- İnternet uygulamaları için kullanışlıdır.

Java diliyle, GUI (Graphical User Interface) uygulamaları, appletler, veri tabanı uygulamaları, web tabanlı uygulamalar, cep telefonu ve cep bilgisayarları için yazılım uygulamaları gerçekleştirilebilir.

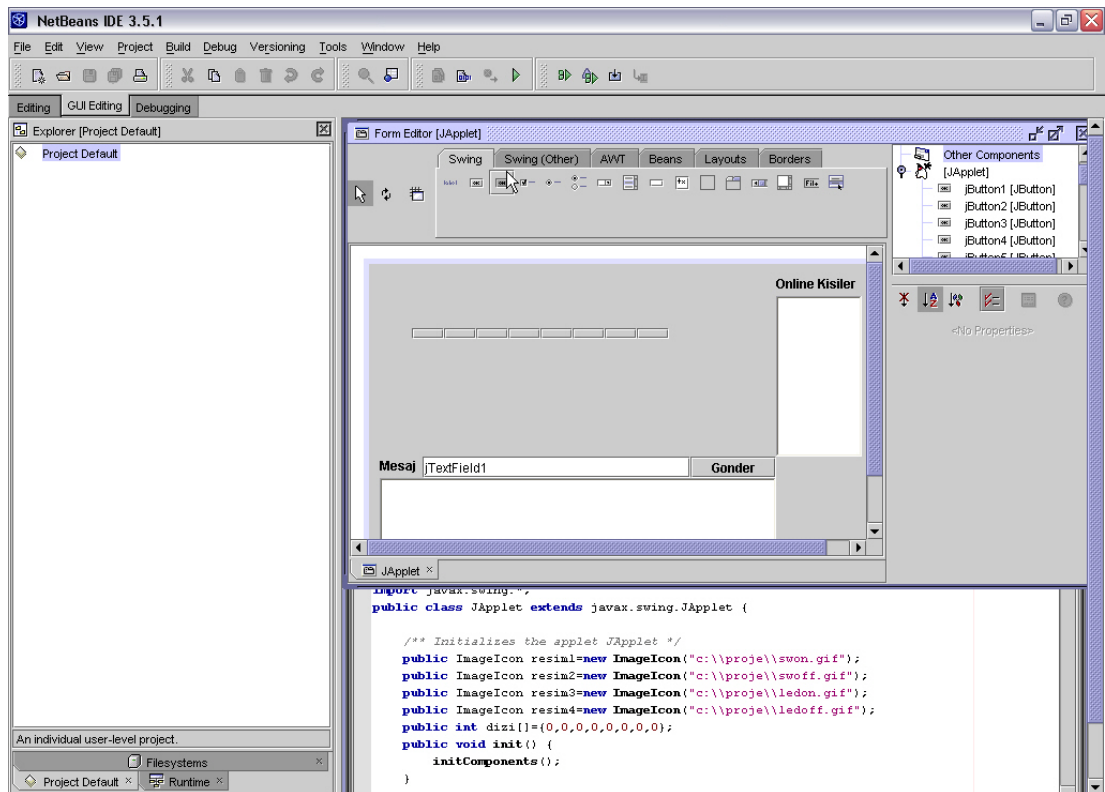
3.1.2 Java Yazılım Geliştirme Kiti

J2SE (Java 2 Standart Edition) java yazılım geliştirme kiti olarak anılır. Bu kit uygulama geliştirmek için gerekli kütüphaneleri sağlamakta hem de uygulamaları derlemek, hata ayıklamak, dokümantasyon oluşturmak, appletleri görüntülemek,

arşiv dosyaları oluşturmak gibi işlemlerin yapılmasını sağlayan programlar içermektedir. Aşağıda J2SE ile gelen yardımcı programlar verilmiştir (Kanlıoğlu).

- Compiler (Derleyici): Kodları byte code' a çevirmemizi sağlar.
- Interpreter (Yorumlayıcı)
- Applet Gösterici (Appletviewer): Web tarayıcı olmadan yazılan appletlerin görüntülenmesini sağlar.
- Java Arşiv Oluşturucu
- Java Doküman Oluşturucu

Bu proje kapsamında java yazılımı kullanılarak geliştirilen kullanıcı ara yüzü NetBeans IDE platformu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1' de NetBeans IDE platformunun ara yüzü gösterilmiştir.



Şekil 3.1 NetBeans IDE Ara Yüzü

3.2 C#

C#, C/C++ ve Java dillerinden türeyen, güçlü, basit, esnek, güvenli, modern ve Microsoft.Net platformu için sıfırdan geliştirilmiş tek programlama dilidir. C#, orta düzeyli diller grubuna girer. Özellikle hem alt düzey hem de üst düzey programlar yazılabilir (Algan, 2003).

3.2.1 C#' in Özellikleri

C# programlama dilini diğer programlama dillerinden ayıran bazı özellikler vardır. Bu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Öğrenilmesi kolaydır.
- Nesne yönelimli programlamayı destekler. Bu sayede büyük ölçekli projeler hızlı bir şekilde geliştirilebilir.
- Yüksek verim. Program yazarken oluşan hataların önüne geçilmiştir.
- Güç ve kolaylık arasındaki denge. Hızlı ve güçlü programlar geliştirmek için uygundur.
- XML desteği.
- Yönetilmeyen kod. C# ile yazılım geliştirirken gerekli olmasa da işaretçiler (Pointer) kullanılır. Bu tür program kodlarına yönetilmeyen kod denir.
- Modern bir dil. İnternet çağının gerektirdiği tüm özellikleri desteklemesinin yanında hızlı yazılım geliştirmeye olanak tanır (Algan, 2003).

C# programlama dili bilgisayar dünyasında her platformda çalışacak yazılımlar geliştirilmek için kullanılabilir. C# ile yapılabilecek bazı işler şunlardır:

- C#, Windows uygulaması gerçekleştirme, Asp.Net uygulaması geliştirme
- Windows için gelişmiş, güçlü, hızlı ve güvenli program yazma
- Web form uygulamaları
- Web üzerinden servis veren program parçacıkları
- Mobil uygulamalar geliştirme
- .Net desteği olan diller için güçlü, hızlı ve esnek DLL (Dynamic Link Library) bileşenleri yazma.

3.3 SQL Server

Microsoft SQL Server, bir veritabanı yönetim sistemi yazılımıdır. Yazılım sunucu üzerinde çalışır ve çok sayıda kullanıcıya hizmet verir. Windows NT Server üzerine kurulan Microsoft SQL Server ile veritabanı ve tablolar, view, depolanmış prosedürler, transaction oluşturabilir, veritabanı güvenliğinin kullanıcılara verdiği haklarla saklayabilir, uzaktan veritabanı yönetimi ve yedekleme (geri yükleme) gibi işlemler yapılabilir.

3.3.1 SQL Server'ın özellikleri:

- Veritabanı yönetim sistemidir.
- İstemci/Sunucu mimariye sahiptir.
- İlişkisel bir yapıya sahiptir.
- Veri işleme araçlarına sahiptir.
- Uygulama geliştirmeye açık bir ortamdır.

SQL Server, istemci/sunucu bir veritabanı yönetim sistemidir. İstemci ile sunucu arasında isteklerin gönderilmesi için SQL dili kullanılır. RDBMS (Relational Database Management System) özelliği ile verilerin etkin bir şekilde organize edilmesini ve bütünleşmesini sağlar (Çubukçu, 1999). Çizelge 3.1' de Microsoft SQL Server programının genel özellikleri verilmiştir.

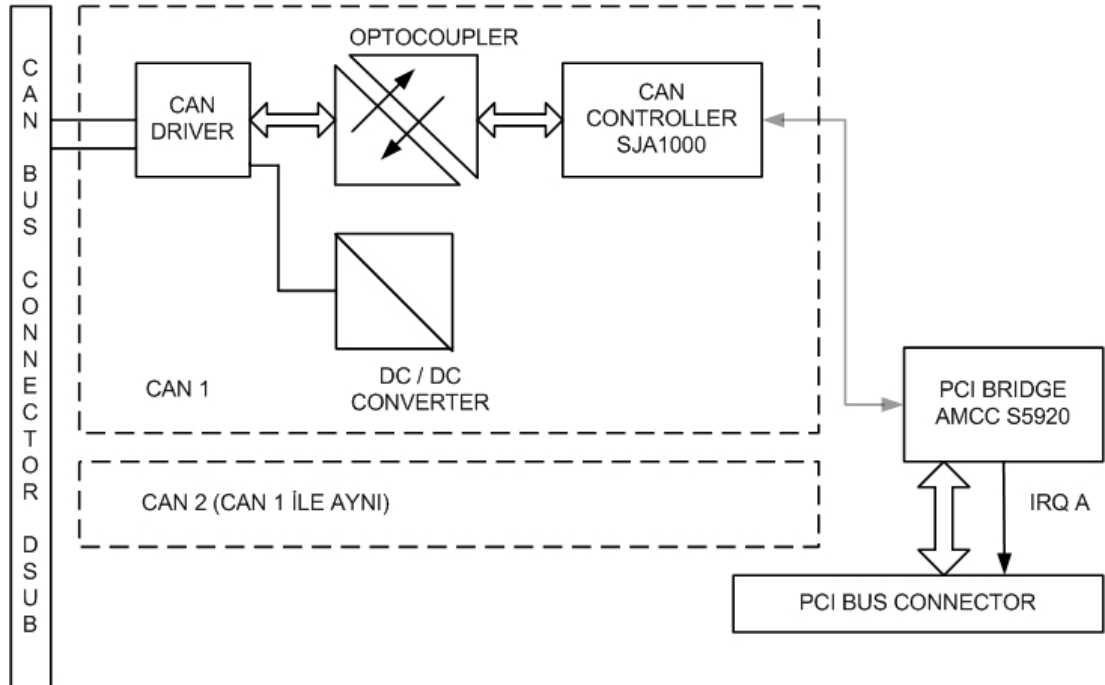
Çizelge 3.1 Microsoft SQL Server'ın Genel Özellikleri

Özellik	Açıklama
Ölçeklenebilir Mimari	Bir ya da daha çok işlemci üzerinde çalışabilir ve gelecekteki isteklere yanıt verebilme
Sağlam ve Güvenli İşlem	Sistem arızalarına ve veri kayıplarına karşı tam koruma
Windows NT ve Windows 2000 İle Tümüleşik	Windows NT ve 2000 üzerinde çalışır.
Geniş Bir Client Desteği	Macintosh, UNIX, DOS, OS/2 ve Windows istemcilerinin desteği
Replication (Yineleme)	Verinin kopyalanarak güvenliğini artıran bir çoğaltma sistemidir. Dağıtılmış database uygulamaları destekler
Merkezi Yönetim	Birçok sunucu ile birlikte çalışır. Çok sayıda Windows NT ve diğer işletim sistemlerine hizmet verir

Görev Programlama ve Mesajlaşma	Yedekleme, yineleme gibi belli görevlerin tanımlanmasını ve zamanlarda çalıştırılmasını sağlar. Bir görevin tamamlanmasının ardından sistem yöneticisi bir e-mail gönderebilir. İşlerin ve mesajların yönetimini sağlar
Backup (Yedekleme) ve Restore (Geri Yükleme)	Yedekleme işlemlerinin tarihini tutar ve belli bir zamana ait verilerin yedeklenmesini sağlar
Veritabanı Bakım Sihirbazı	Yedekleme, tutarlılık ve istatistik kontrolleri gibi işlemlerin bir Database Maintenance Plan Wizard ile yapılmasını sağlar
Web Assistant	Verilerin HTML formatında saklanması ve SQL Server verilerinin Web Server'a ulaştırılmasını sağlar
SQL Profiler	Sunucu aktivitelerinin izlenmesi

3.4 PCICan-D

Bu bölümde sunucu ile CAN arasındaki bağlantıyı sağlayan PCICan-D kartının özellikleri açıklanmıştır. PCICan-D kartı, düğümler ile bilgisayar arasındaki iletişimi sağlamak, hatta (CAN Bus) olan mesaj trafiğini gözlemlemek için kullanılmıştır. Şekil 3.2' de PCICan-D kartının blok diyagramı görülmektedir (Kvaser, 2002).



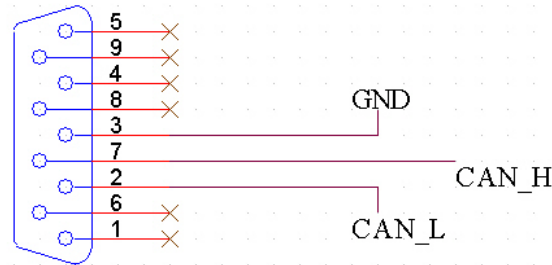
Şekil 3.2 PCICan-D Kartının Blok Diyagramı

Kvaser firmasının ürettiği PCICan-D kartı CAN 1 ve CAN 2 olmak üzere çift kanallı CAN hizmeti sunan bir karttır. Bu kanallardan biri CAN modüllerine mesaj göndermek için diğer kanal ise monitör görevi için yani CAN kanalını gözetlemek için kullanılmaktadır. PCICan-D kartı hatta CAN 1 ve CAN 2 çıkışlarındaki 9 pinli DSUB soket aracılığıyla bağlanmaktadır. ISO 11898 standardında belirtildiği gibi eğer bu PCICan-D kartı CAN hattının sonunda tek ise, bir sonlandırıcı ile bağlanmalıdır. PCICan-D kartının donanımsal ve elektriksel özellikleri çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 PCICan-D Kartının Özellikleri

GENEL ÖZELLİKLER	
Güç Tüketimi	PCICan-D Kartı 5 V ile çalışmaktadır.
CAN Bus Konnektörleri	2 adet 9 pinli Erkek DSUB Soket vardır.
Can Controller	2 adet SJA1000 CAN Controller bulunur.
CAN Clock Frekansı	16 MHz
CAN Bus Driver	ISO 11898 standardıyla uyumlu Philips 82C251

PCICan-D kartını CAN hattına bağlamak için kart çıkışlarının bağlantılarına dikkat edilmelidir. 9 pinli DSUB soketin 3 pini CAN hattına bağlantı için kullanılır. 1, 4, 8 numaralı pinler rezerve, 5, 6, 9 numaralı pinler ise opsiyoneldir. Şekil 3.3’ de PCICan-D kartında CAN hattına bağlamak için kullanılan pinler gösterilmiştir.



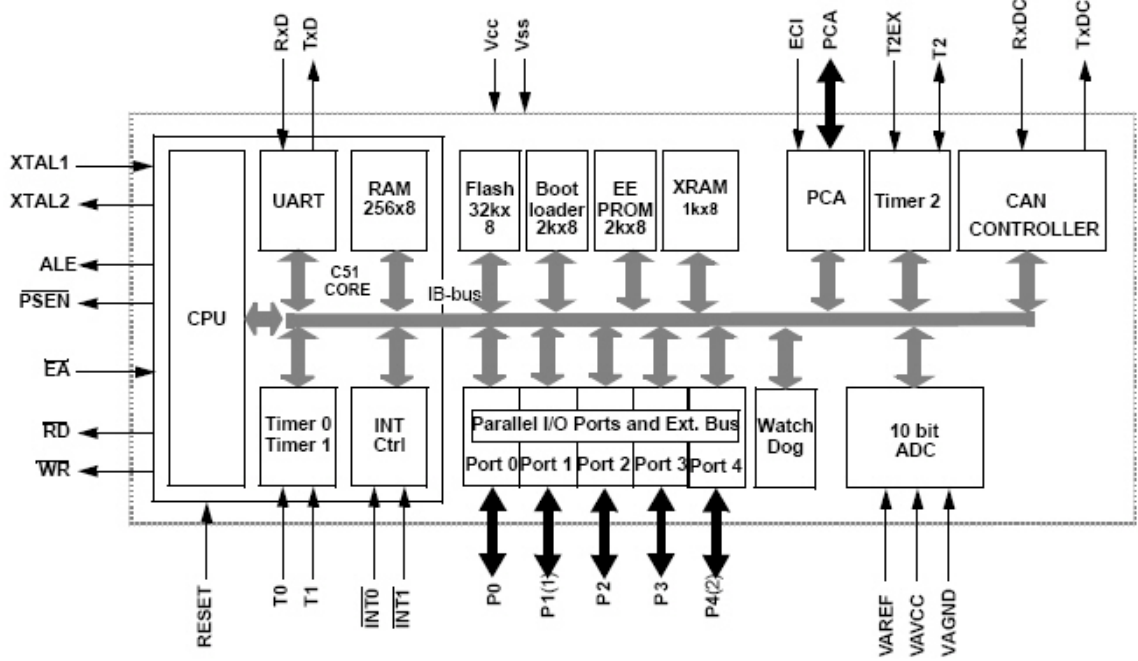
Şekil 3.3 PCICan-D Kartının Pin Bağlantıları

3.5 T89C51CC01

T89C51CC01, CAN ağ uygulamaları için tasarlanmış 8 bit mikro denetleyicilerin CANary ailesinin ilk üyesidir. 8051 mikro denetleyicisinin çekirdeği üzerine kurulmuştur. Bu nedenle aynı zamanda bir 8051 entegresidir. 32 Kbytes Flash Memory, 2 KBytes Boot Flash Memory, 2 KBytes EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read - Only Memory) ve 1.2 KByte RAM (Random Access Memory) vardır. T89C51CC01’ de iki adet On-Chip Memory tanımlanır.

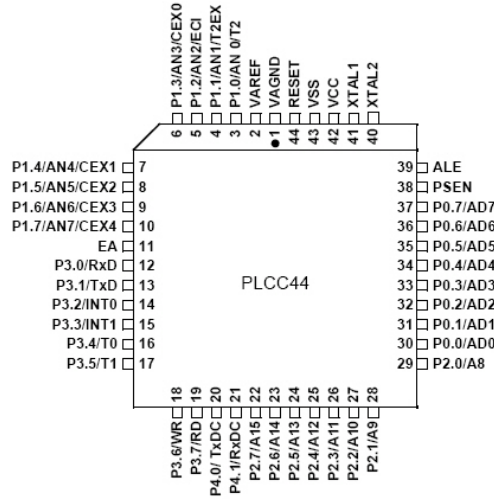
- FM0 Flash Memory : Program hafızasının (Kullanıcı alanı) 32 KByte’lık kısmını içerir.
- FM1 Flash Memory : API (Application Programming Interface) ve bootloader için 2KByte’lık alandır.

FM0 alanı paralel programlama ve Seri ISP (In System Programming) ile programlanabilirken FM1 alanı sadece programlayıcılarla paralel programlanabilir. Şekil 3.4’ de T89C51CC01’ in blok diyagramı görülmektedir (Atmel, 2002).



Şekil 3.4 T89C51CC01’ in Blok Diyagramı

T89C51CC01 44 bacaklı bir mikro denetleyicidir. 4 adet porta sahiptir. CAN denetleyicisi entegrenin içindedir yani Stand-Alone tipi değil on chip CAN entegresidir. T89C51CC01 entegresi için iki çeşit kılıf ve pin konfigürasyonu vardır. Bu çalışmada, PLCC44 kılıfı ve pin konfigürasyonu kullanılmıştır. Şekil 3.5’ de PLCC44 kılıfı ve pin konfigürasyonu görülmektedir.



Şekil 3.5 PLCC44 Kılıf ve T89C51CC01 için Pin Konfigürasyonu

T89C51CC01 entegresi bir 8051 entegresinde farklı olarak RxDC ve TxDC pinlerine sahiptir.

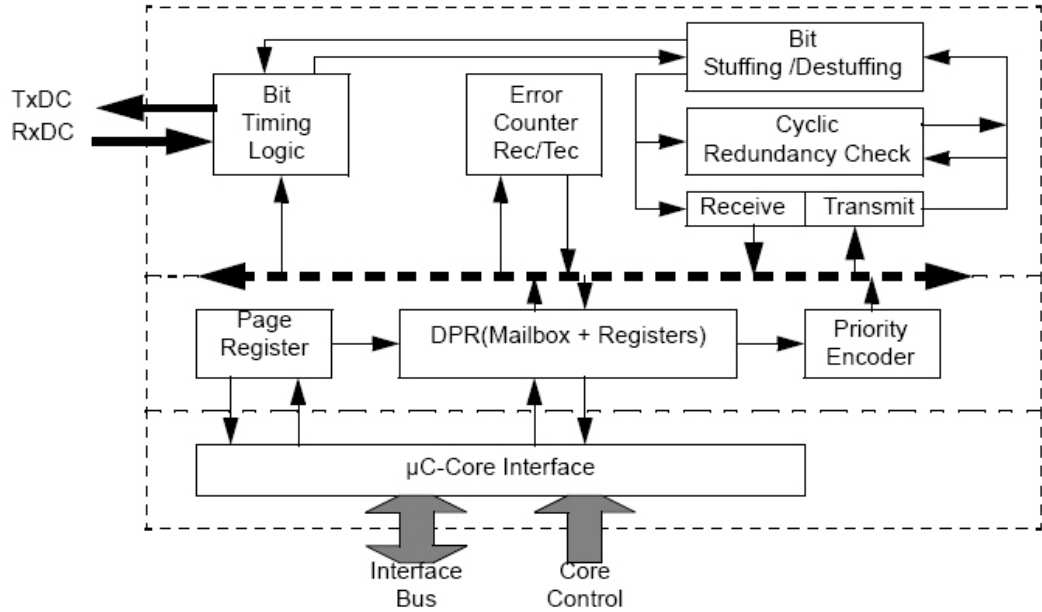
- TxDC : CAN denetleyicisinin verici çıkışı
- RxDC : CAN denetleyicisinin alıcı çıkışı

3.5.1 CAN Denetleyicisi

CAN denetleyicisi, Bosch GmbH tarafından tanımlanan seri haberleşme protokolü CAN uygulaması için gerekli tüm özellikleri sağlar. CAN özellikleri, yüksek hız için ISO/11898, düşük hız için ISO/11519-2 standardı ile belirlenmiştir. Şekil 3.6’ da CAN denetleyicinin blok diyagramı verilmiştir. CAN denetleyicisi girişleri SFR (Special Function Register) tarafından gerçekleştirilir. SFR tarafından gerçekleştirilen bazı işlemler:

- Aritmetik ve mantık işlemleri, transferler ve program kontrolleri

- 15 bağımsız mesaj objesinin uygulanması.



Şekil 3.6 CAN Denetleyicisi Blok Diyagramı

3.5.2 Kesme (Interrupt) Sistemi

Programın çalışmasında önemli bir yeri olan kesmelerin mesajlarda olduğu gibi 4 adet öncelik seviyesi vardır. En düşük öncelik seviyesi 0, en yüksek öncelik seviyesi 3' tür. Yüksek öncelikli bir kesme düşük öncelikli bir kesmeyi engelleyebilir. Eğer talep edilen iki kesme aynı anda alınırsa öncelik seviyesi yüksek olan kabul edilir. CAN denetleyicisinin toplam 10 adet kesme vektörü vardır. Bunlar:

- Harici Kesmeler INT0 ve INT1
- Zamanlayıcı Kesmeleri Timer 0, Timer 1, Timer 3
- Seri port kesmesi
- PCA (Programmable Counter Array)
- CAN kesmesi
- Zamanlayıcı aşımı kesmesi
- ADC

3.5.3 UART Bootloader ve CAN Bootloader

T89C51CC01 bootloader ISP (In System Programming) ve IAP (In Application Programming) işlemlerinin gerçekleşmesini kolaylaştırır. ISP kullanıcının mikro denetleyiciyi, tekrar programlama uygulamasına ihtiyaç olmadan ve sistemden kaldırmadan onchip flash memory' yi programlamasına veya tekrar programlamasına izin verir.

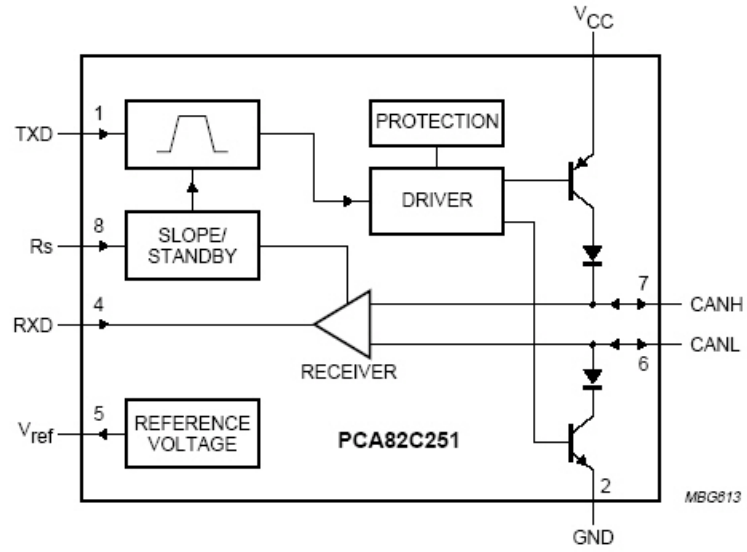
IAP mikro denetleyiciyi, gömülü uygulama çalışırken sistemden kaldırmadan onchip flash memory' yi tekrar programlamasına izin verir.

UART bootloader, seri olarak kurulmuş ağın içinden ana bilgisayarla haberleşmeyi yönetebilir. Ayrıca onchip flash memory' ye girebilir ve burada istenilen işlemleri gerçekleştirebilir.

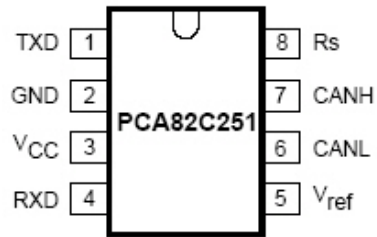
CAN bootloader, CAN ağı içinden ana bilgisayarla haberleşmeyi yönetebilir. Ayrıca onchip flash memory' ye girebilir ve burada istenilen işlemleri gerçekleştirebilir.

3.6 PCA82C251

Öncelikle kamyonlar ve otobüslerdeki uygulamalar için tasarlanmıştır. Transciever, hatta (CAN Bus) farklı iletim kapasitesi ve CAN denetleyicisine farklı alım kapasitesi sağlar. PCA82C251, CAN denetleyicisi ile fiziksel hat arasındaki ara yüzdür ve ISO 11898 standardı ile tamamen uyumludur. Şekil 3.7' de PCA82C251' in blok diyagramı, şekil 3.8' de PCA82C251' in pinleri görülmektedir (Philips, 1997).



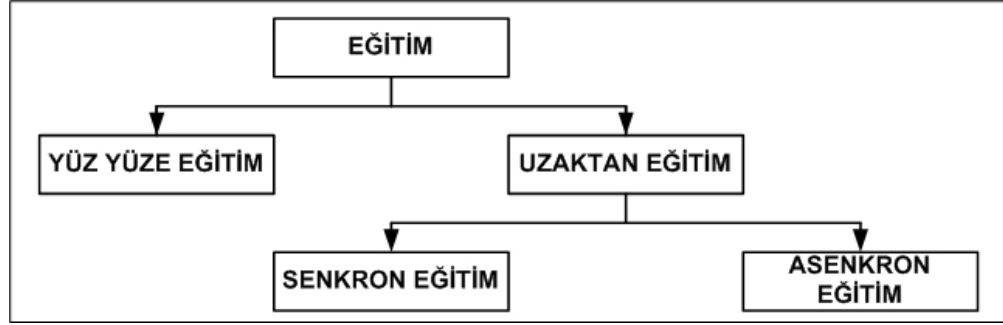
Şekil 3.7 PCA82C251' in Blok Diyagramı



Şekil 3.8 PCA82C251'in Pinleri

3.7. Uzaktan Eğitim

Eğitim bir ülkenin ekonomik, politik ve sosyal gelişiminde temeli oluşturan yapı taşıdır (Koçer, 2001). Şekil 3.9’da genel olarak eğitimin uygulama yöntemine göre çeşitleri görülmektedir.



Şekil 3.9 Eğitimin Uygulama Yöntemleri

Uzaktan eğitimi açıklamak için, bu eğitimin geleneksel yüz yüze eğitimden hangi yönlerden farklı olduğunu ortaya koymak gerekir. Uzaktan eğitim şu yönlerden yüz yüze eğitimden farklılaşmaktadır (Kaya, 2002).

1. Öğrenme süresi boyunca öğrenci ve öğretmenin birbirlerinden ara sıra / sürekli olarak ayrı oluşu.
2. Teknolojiden uzaktan eğitime özgü yararlanma.
3. Öğrenme sürecinde ara sıra yada sürekli ayrı olma nedeniyle insanların genellikle bireysel olarak eğitilmesi.

Bu farkları ortaya koyduktan sonra tanımlanacak olursa uzaktan eğitim, eğitimci ile öğrencilerin aynı mekanda olmadan gerçekleştirdikleri eğitimdir. Bu özelliğiyle uzaktan eğitim, isteyene istediği yaşta, istediği yer ve zamanda, istediği hızda öğrenme olanağı sağlar (Koçer, 2001). 14 Aralık 1999 tarih ve 23906 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren "Üniversitelerarası İletişim ve Bilgi Teknolojilerine Dayalı Uzaktan Yükseköğretim Yönetmeliği" gereğince Yükseköğretim Kurumu Enformatik Milli Komitesi (EMK) uzaktan eğitimi, "öğrenci ve öğretim elemanlarının farklı coğrafi mekanlarda olduğu, ders malzemesi aktarımı

ve etkileşimin teknolojiden yararlanılarak gerçekleştirildiği eğitim biçimi” olarak tanımlanmıştır.

Uzaktan eğitim, her ne kadar basılı yayınlarla başlamışsa da (mektup, bülten vb. gibi) 1950 ve 1960’ lı yıllarda radyo ve televizyon yayınlarının popüler olup eğitsel amaçlı kullanımıyla günümüzdeki önemini kazanmıştır. Teknolojinin gelişimiyle uzaktan eğitimde kullanılan ortamlar da çeşitlilik göstermiştir. Video kasetler, ses kasetleri, faks, televizyon, multimedya CD’ leri daha çok tek yönlü bilgi akışı sağlamış, tele-konferans, video-konferans ve internet gibi ortamlar ise eğitimle öğrenci arasındaki iletişimde karşılıklı etkileşimi sağlamasıyla uzaktan eğitimin etkinliğini arttırmıştır (Palancı, 2001).

Uzaktan eğitim uygulama yönetimine göre senkron ve asenkron olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir. Senkron uzaktan eğitimde, öğrenci ile eğitimci, eğitim sürecinde karşılıklı bir iletişim içerisindeyler. Ortaklaşa hazırlanan bir rapor, ses ve video düzeneği üzerinden anında izlenebilen dersler, herhangi bir iletişim aracılığı ile fikir alışverişinde bulunabilecek bir ortam, senkron uzaktan eğitime örnek olarak verilebilir. Senkron uzaktan eğitim, yukarıda belirtilen eğitimci – öğrenci etkileşim yetersizliğini teknolojinin belirlediği sınırlar çerçevesinde ortadan kaldırmaya da en aza indirgemektedir.

Asenkron uzaktan eğitimde, eğitimci bilgiyi iletişim yolu aracılığı ile dağıttıktan sonra öğrenci bu bilgiye herhangi bir zamanda ulaşabilir. Etkileşimli paylaşım yoktur. Bilgi kullanıma ve erişime açıktır, öğrenci bilgiyi alıp almamakta yada istediği zaman almakta özgürdür (Koçer, 2001).

3.7.1. Uzaktan Eğitimin Yararları Ve Sınırlılıkları

Yapılan uzaktan eğitim tanımlamalarından böyle bir eğitimin çeşitli olanaklar sağladığı anlaşılmaktadır. Bunlardan bazıları şöyle özetlenebilir.

- Kitle eğitimini kolaylaştırma.
- Eğitim programlarında standart sağlama.

- Eğitimde maliyet düşürme.
- Öğrenciye serbestlik sağlama.
- Bireysel öğrenmeyi sağlama.
- Bağımsız öğrenmeyi sağlama.
- Bireye öğrenme sorumluluğu kazandırma.
- Uzmanlardan daha fazla kişinin yararlanmasını sağlama.
- Eğitimi bir taraftan kitleleştirilebilirken, diğer taraftan bireyselleştirebilme.
- Belli bir zamanda ve belli bir kapalı alanda bulunma zorunluluğunu ortadan kaldırma.

Görülüyor ki uzaktan eğitim önemli olanaklar sağlamaktadır. Önemli olanaklar sağlayan uzaktan eğitimin sınırlılıkları da bulunmaktadır. Bunlar da şu şekilde özetlenebilir (Kaya, 2002).

- Yüz yüze eğitim ilişkilerinin uzaktan eğitimde kolay sağlanamaması.
- Öğrencilerin sosyalleşmelerini engellemesi.
- Yardımsız ve kendi kendine öğrenme alışkanlığı olmayan öğrencilere yeterince yardım sağlayamama.
- Beceri ve tutuma yönelik davranışların gerçekleştirilebilmesinde etkili olamama.
- Ulaşım olanaklarına ve iletişim teknolojilerine bağımlı olma
- Uygulamaya dönük derslerden yeterince yararlanamama.

3.7.2. İnternete Dayalı Uzaktan Eğitim

Son yıllarda giderek yaygınlaşan uzaktan eğitim için internet önemli bir öğrenme ortamı olarak görülmektedir. Özellikle uzaktan eğitim öğrencilerinin, öğretmenlerle ve öteki öğrencilerle etkileşimlerini olanaklı kılması ve bunun hızlı bir biçimde gerçekleşmesini sağlaması bu görüşü güçlendirmektedir. İnternet üzerinden yazılı, sesli ve görüntülü iletişim ve etkileşim sağlanabilmektedir (Kaya, 2002).

İnternete dayalı uzaktan eğitim, internet yapısını kullanan bütün eğitim modellerinin içinde yer aldığı bir yelpazeyi belirtmek üzere kullanılan bir isimdir. İnternete dayalı uzaktan eğitimin çeşitli uygulama modelleri vardır (Aslantürk, 2002).

- a. **Sanal Sınıf Modeli:** İnternete dayalı uzaktan eğitim kapsamında incelenebilecek bir modeldir. Öğretmen ve öğrencilerin yüz yüze gelmediği, dersin zaman uyumsuz ve çevrimiçi olarak verildiği bir sınıf yapısı oluşturur.
- b. **Web Tabanlı Uzaktan Eğitim:** Ders içeriklerinin, kaynakların, ödev ve projelerin web ortamında sunulduğu, derslerle ilgili belgelere erişimi sağlamak üzere bağlantıların hazırlandığı, öğrencilere ait e-posta listeleri gibi araçların kullanıldığı bir modeldir.
- c. **Web Tabanlı Sanal Sınıf Modeli:** İlk başlarda sadece ders içeriklerinin web sayfaları şeklinde internet yada yerel ağ ortamına sunulması ve www üzerindeki kaynaklara bağlantıların sağlanması şeklinde uygulamaları görülen model, gereksinimlerin daha belirginleşmesi ve web erişiminin hızlı, kolay ve ucuz hale gelmesiyle birlikte sanal sınıf uygulamalarıyla bütünleşmiştir. Sanal sınıf uygulamalarında web ortamından daha farklı arabirimler aracılığıyla iletişim sağlanmasına rağmen, zamanla web ortamına kayılmış, sanal sınıflar web ortamlarında oluşturulmaya başlamıştır. Zaman uyumlu ve zaman uyumsuz araçların web ortamında birlikte kullanılması ile bu karışık model iyice güçlenmiş, sonuç olarak web tabanlı sanal sınıf modeli ortaya çıkmıştır.
- d. **Mobil İnternete Dayalı Model:** Mobil internet, internetteki içeriğin mobil şebeke üzerinden terminaller aracılığıyla kullanıcılara aktarılmasıdır. Özellikle cep telefonları için geliştirilen uygulamalarla duyulmuş ve yıldızı parlamış yeni bir teknolojidir. İnternete göre bazı iyi yanları olduğu gibi yarar yitimleri de söz konusudur.

3.7.3 İnternete Dayalı Uzaktan Eğitimin Önemi ve Özellikleri

İnternete dayalı uzaktan eğitim, zamandan ve mekandan bağımsız olması, internete bağlantı var olduğu sürece ders materyallerine erişim hakkı vermesi gibi özellikleri ile ön plana çıkarılan bir eğitim yöntemidir. Ama internete dayalı eğitimin

özelliklerini bunlarla sınırlamak yanlıştır. İnternete dayalı uzaktan eğitimin diğerk özellikleri:

- Kişileştirilebilir : Eğitim bireye göre özelleştirilebilir.
- İçerik : Eğitim içeriğı her zaman güncel olarak değıştirilebilir (Aslantürk, 2002).
- Düşük Maliyet : Özellikle mühendislik fakülteleri gibi uygulamalı eğitim veren laboratuvar teçhizatı pahalı olan okullar için eğitim maliyetini düşürür.
- Küreselleşme : Uzaktan eğitim hizmeti veren kurumlar genel olarak küresel düzeyde eğitim verebilecek niteliğe sahiptir.
- Geleneksel eğitime uygun olmayan öğrencilere hizmet verme.
- Hızlı geri besleme: Günümüzde uzaktan eğitim sayesinde öğrenciler, e-posta yolu ile dünyanın herhangi bir yerinden günün herhangi bir saatinde ödevlerini gönderebilmekte ve bu çalışmalarının değerlendirme sonuçlarını hemen aynı şekilde www üzerinden alabilmektedirler (Çetiner, 1999).

3.7.4. Mühendislik Eğitimi

Mühendislik eğitimi diğerk eğitimlerden oldukça farklıdır. Bunun en önemli sebebi ise diğerk eğitimlerde öğrenci verilen derslere çalışır, ödevleri, raporları yazar ve imtihandan başarılı olarak mezun olur. Öğrencinin üniversiteye gelmesine veya derse katılmasına gerek yoktur.

Mühendislik eğitiminin en önemli bir özelliğı ise pratiğın ve bilhassa laboratuvar çalışmalarının başarılı mühendis eğitiminde son derece önem taşımasıdır. Mühendis öğrenciler üniversite hayatlarının büyük bir kısmını laboratuvar da deney yapmakla ve rapor yazmakla harcarlar (Doğın ve Onurhan, 2003).

3.7.4.1 Geleneksel ve Sanal Laboratuvarlar

Laboratuvar, öğrencilerin tecrübe kazanacağı eğitimin önemli bir bileşenidir. Geleneksel laboratuvar çalışması mühendislik eğitim programının tamamlayıcı bölümünü oluşturur. Bu deneysel çalışmalar öğrencilere pratik beceri kazandırır ve onları gerçek yaşam durumlarına hazır hale getirmekte yardımcı olur. Bununla

birlikte geleneksel deneylerin değişik kısıtlamaları nedeniyle daha uygun alternatiflerin aranma zorunluluğu ortaya çıkabilmektedir. Bilgisayarların maliyet verimliliği ve çok yönlülüğünün yanında ağlar aracılığıyla birbirleriyle haberleştirilmesi ile tüm dünyada geleneksel laboratuarlara uygun bir alternatif olarak sanal laboratuvarların oluşturulması yaygınlaşmıştır.

Hiçbir zaman sanal laboratuvarlar geleneksel laboratuvarların yerini tutamazlar. Ancak geleneksel laboratuvarların değişik dezavantajlarından dolayı ve bilgisayarlar ile sunulan potansiyel birçok gelişmeler ve yararlar sanal laboratuvarların kullanımını geleneksel laboratuvarlara uygun ve destekçi bir alternatif yapabilir.

Sanal laboratuvar, eğitimde uygulama deneyimi kazanmak için yapılması gereken deneylerde etkileşimli bir gerçek zamanlı simülasyon olanağı sağlayan bilgisayar ortamı olarak tanımlanabilir. Günümüzde tüm mühendislik dallarında matematiksel model tabanlı paket program kullanımı standartlaşmaya başlamıştır. Bu durumun göstergelerinden biri de, bu yazılımlarla ilgili basılan kitap sayılarının, geleneksel ders kitaplarının sayısından oldukça fazla olmasıdır. Böylece sanal laboratuvarlar ile bilgisayar benzetimli sistemler üzerinde deneyleri gerçekleştirme olanağı büyük ilgi kazanmıştır (Akın ve Karaköse, 2003).

Uzaktan mühendislik eğitiminde laboratuvar kullanımı ve öğrencilere pratik uygulamaları öğretme her zaman için bir problem olmuştur. Simülasyon her ne kadar da önemli olsa hiçbir zaman gerçek laboratuvar çalışmasının yerini alamaz. Laboratuvar sorununu çözmek için bazı üniversiteler uzaktan kontrol edilebilen laboratuvar deneyleri geliştirmişlerdir (Doğan ve Onurhan, 2003).

3.7.4.2 Geleneksel Laboratuvarlar ve Sanal Laboratuvarların Karşılaştırılması

Tipik bir geleneksel laboratuvar, cihaz veya gereçler üzerinde direkt olarak çalışan öğrenci veya öğrencilerden laboratuvar amaçları ve prosedürlerini içeren ana noktalardan oluşur. Laboratuvarlar genellikle öğretiler, laboratuvar teknisyenleri ve/veya öğretmenlerden uzman görüşler altında yapılır (Akın ve Karaköse, 2003).

Geleneksel laboratuvarlar birçok farklı problemlerle ortaya çıkarlar.

- Maliyet: Cihazları, depolamanın ve bakımın maliyeti önemli miktarda yüksektir.
- Kaynak sınırlaması: Öğrencilerin genellikle sadece laboratuvar saatleri sırasında olmak üzere laboratuvarlara erişimi sınırlandırılmıştır.
- Yetersiz eğitim: Ölçülen veriyi işlemek ve tekrarlanan ölçümleri sıkıcı prosedürler ile almak öğrenciler için önemli bir zaman almaktadır ve sonuçları tartışmak için öğrencilere çok küçük bir zaman kalmaktadır.
- Güvenlik: Öğrencilerin yaygın olarak elektrik - elektronik mühendisliğindeki gibi potansiyel olarak tehlikeli cihazlarla çalışması gerekmektedir.

İyi tasarlanmış sanal laboratuvarlar ile sunulan değişik avantajlar vardır. Bu pozitif görüşlerden bazıları şunlardır.

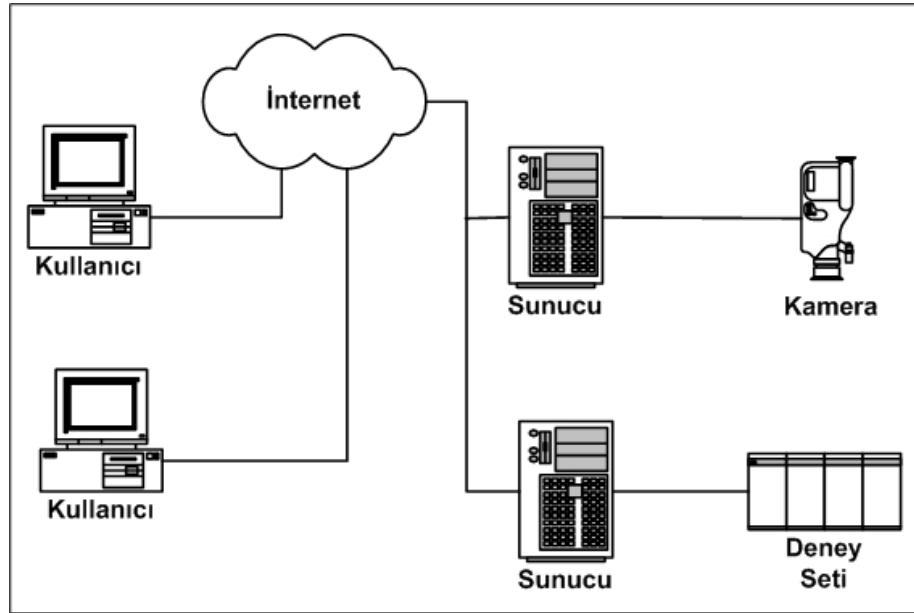
- Maliyet verimliliği: Sanal laboratuvarlar laboratuvar gereçlerinin bir kısmı veya tamamı ile yer değiştirebilirler. Bundan dolayı satın alma, bakım ve depolama maliyetleri yoktur.
- Kullanılabilirlik: Bilgisayarlar ve bilgisayar ağları herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde laboratuvar hazırlamak için yardımcıdır. Öğreticiler, denetleyiciler ve bilgisayarlar içeren tam bir laboratuvar sisteminin birleşimi istenilen zaman ve yerde laboratuvar oluşturulmasında yardımcıdır.
- Güvenlik: Bilgisayarlar potansiyel tehlike durumlarının engellenmesini sağlayarak öğrencileri korur. Hatta öğrencilerin laboratuvar cihazı ile direkt etkileşimini azaltır veya yok eder. Böylece çoğu kazalardan korunma sağlanır.
- İdari faydalar: Sanal laboratuvarların faydaları not, kayıt tutma ve geri besleme gibi online değerlendirmelerde öğrencilere yardımcı olabilir.

3.7.4.3 Uzak Laboratuvarlar

Uzaktan öğrenimin başarısına rağmen, laboratuvar imkanlarının yaygın kullanımının gerektiği -laboratuvar deneyleri yoluyla öğrenme sürecinin zorunlu olduğu- kurslar için şüphe içermektedir.

Araştırma üniversitelerinin ve bilimsel yayınların hiçbiri internet yoluyla gerçek laboratuvarlar kavramını veya fikrini tartışmamışlar veya incelememişlerdir. Bunun yerine, sanal laboratuvarlar gibi, öncelikle simülasyon yazılımları kullanmışlardır (Hamza, 2000).

Uzak laboratuvarlar, bir web ara yüzü aracılığıyla uzaktan çalışan gerçek laboratuvar deneyleridir. Bu tip laboratuvarlar öğrencilerin fiziksel olarak kampüste bulunmalarını gerektirmeyen uzaktan eğitim kursları için uygundur. Öğrenciler bir bilgisayar ağıyla gerçek deneylere bağlanabilirler ve cihazı kontrol edebilirler. Bir kamera aracılığıyla da deney ortamında gerçekleşen olaylar gerçek zamanlı olarak izlenebilir (Chen, 1999). Şekil 3.10' da genel olarak bir uzak laboratuvar şekli görülmektedir.



Şekil 3.10 Bir Uzak Laboratuvarın Genel Görünümü

Yüksek hızlı bant genişliği ve ISDN veri hatlarının artmasıyla web tabanlı uzaktan eğitim deneyleri, 7 gün 24 saat gerçek deneylerin uygulanmasını sağlayarak öğrenme sürecinin desteklenmesinde önemli rol oynayabilir (Chang ve Hung, 2000).

3.8. Kontrol Alan Ağı (Controller Area Network - CAN)

CAN (Controller Area Network), Robert Bosch GmbH firması tarafından geliştirilen bir seri veri haberleşmesi protokolüdür. 1985 yılında INTEL firmasıyla ortaklık kurulduktan sonra haberleşme protokolü iyileştirilerek CAN protokolünde uygulanan ilk silikon CAN çip 1989 yılında kullanılabilir hale geldi. Kısa bir sürede CAN protokolünün faydaları, çabuk bir şekilde endüstri standardı olması ve endüstriyel çevrelerde ağlar için ucuz bir çözüm olması nedeniyle arzu edilir hale gelmiştir (Kutlu, 1997).

3.8.1. Kontrol Alan Ağının (CAN) Özellikleri

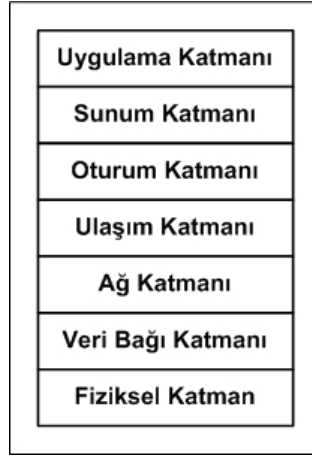
Otomotiv sanayi için geliştirilen CAN protokolünün diğer endüstriyel sistemler içinde bu kadar popüler hale gelmesini ve kullanılmasının genel sebeplerini düşük fiyat, yüksek kalite ve ürün performansı olarak sayılabilir. CAN protokolünün diğer özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Ağa bağlı bir düğümden tüm sistem kontrol edilebilir.
2. Fonksiyonları kontrol eden komutlar seri olarak gönderildiği için kablo ve konektör karışıklığı azalır.
3. Sistemin çözülmesi veya toplanması daha kolay ve daha hızlıdır.
4. Verimli hata bulma ve sinyalizasyon
5. Kullanıcıya uyarı ve durum bilgisi göndermek için daha yüksek kapasite
6. Ağa yeni kontrol birimlerinin kolayca eklenebilmesi
7. Ağa erişimde farklı erişim öncelikleri sağlar (Kutlu, 1997).

3.8.2. OSI Referans Modeli

CAN protokolünün daha iyi kavranabilmesi için OSI (Open System Interconnection) referans modelini ve katmanlarını çok iyi anlamak gerekir. OSI, ISO (International Standards Organization – Uluslararası Standartlar Organizasyonu) tarafından 1970'lerin başlarında geliştirilmiş ve ağ uygulamalarının açıklanmasında kullanılan örnek bir başvuru modelidir. Bu model sayesinde değişik bilgisayar firmalarının

ürettikleri bilgisayarlar arasındaki iletişimi bir standarda oturtmak ve farklı standartlar arası uyumsuzluk sebebi ile ortaya çıkan iletişim sorununu ortadan kaldırmak hedeflenmiştir. OSI modeli pratikte kullanılan bir veri iletişim protokolü değildir. Ancak çeşitli veri iletişim protokollerinin oluşturulmasında ve açıklanmasında kullanılan temel başvuru modelidir. Bu model şekil 3.11’de görüldüğü üzere 7 katmandan meydana gelmektedir.



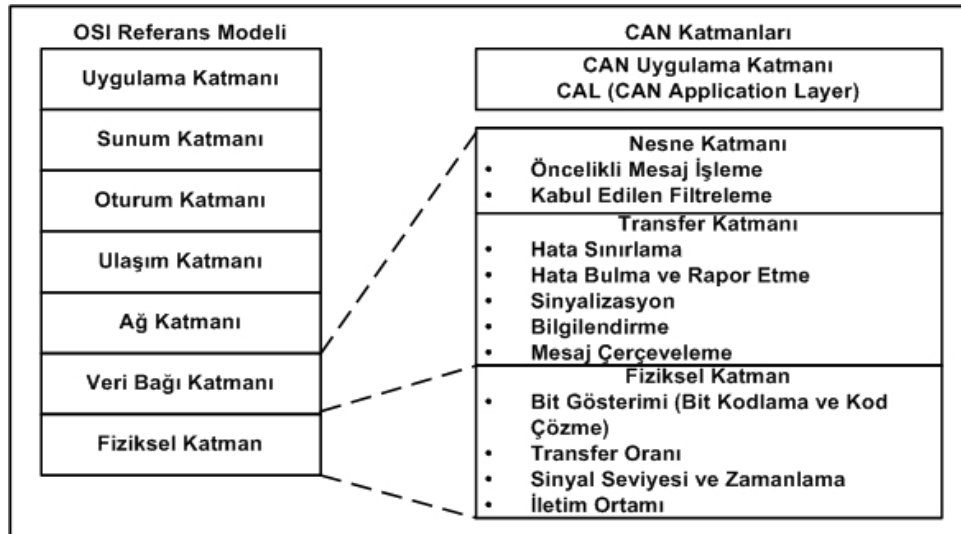
Şekil 3.11 OSI Referans Modeli

1. **Uygulama Katmanı** : İki uygulama işlemi arasındaki haberleşmeyi sağlar. Kullanıcının çalıştırdığı uygulama programları doğrudan bu katmanda tanımlıdır (Çölkesen, 2001). Uygulama programlarının ağa erişimi için gerekli işlevleri kapsar; kullanıcının etkileşimde bulunduğu uygulama programları doğrudan bu katmanla iletişim içindedir. Dosya aktarımı (FTP), e-posta, uzaktan dosya erişimi, ağ yönetimi (SNMP) vb.
2. **Sunuş Katmanı** : Bilginin iletimde kullanılacak biçiminin düzenlenmesini sağlar; sıkıştırma/açma, şifreleme/şifre çözme, EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) – ASCII (American Standart Code for Information Interchange) dönüşümü ve ters dönüşümü gibi işlevlerin yerine getirilmesini kapsar (Çölkesen, 2001) (Çölkesen ve Örencik, 2000).
3. **Oturum Katmanı** : Farklı makinelerdeki uygulama işlemleri arasındaki diyalogun kurulması, kontrol edilmesi ve sonlandırılması işlemlerini sağlar.
4. **Ulaşım Katmanı** : Bilginin açık bir şekilde transferini sağlar (Kutlu, 1997)

5. **Ağ Katmanı** : Kaynak ve hedef düğüm arasındaki mantıksal bağlantıyı sağlar (Kutlu, 1997). Veri paketlerinin bir uçtan diğer uca ağdaki çeşitli düğümler üzerinden geçirilip yönlendirilerek alıcısına ulaşmasını sağlar (Çölkesen, 2001).
6. **Veri Bağı Katmanı** : Frame seviyesinde haberleşmeyi korur ve kontrol eder.
7. **Fiziksel Katman** : İki haberleşme sistemi arasındaki bitlerin iletimi ile ilgilidir (Kutlu, 1997). Kablo çeşitleri, konnektörler, sinyalin elektriksel özellikleri gibi haberleşme sisteminin mekanik ve elektriksel özellikleri ile ilgilidirler (Lawrenz, 1997).

3.8.3. CAN Mimarisi

Günümüzde CAN ve diğer protokoller OSI referans modelinin sadece fiziksel katman ve veri bağı katmanından oluşurlar (Lawrenz, 1997). OSI referans modeli ile CAN' in yapısı arasındaki ilişkiyi, Lawrenz (1997) ve Microchip (1999) şekil 3.12' deki gibi göstermiştir.



Şekil 3.12 OSI ve CAN Mimarisi

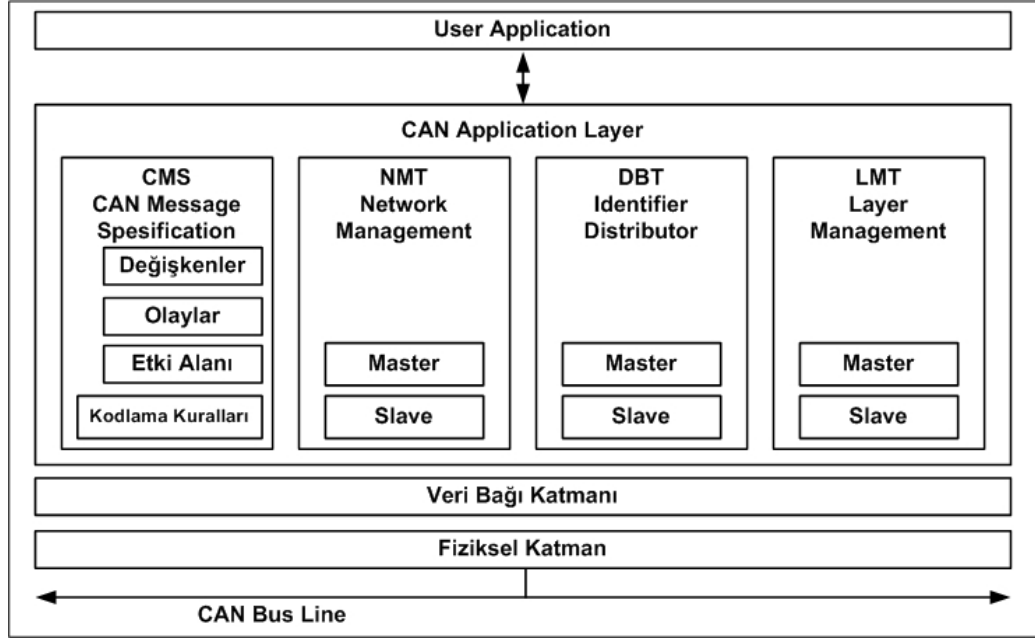
OSI referans modelinin ilk iki katmanı CAN katmanlarının gereksinimlerini birleştirir. CAN' de haberleşme protokolü, uygulama katmanının altındaki haberleşme için kurallar kümesini tanımlayan 3 alt katmana bölünmüştür. Bu CAN protokol katmanları:

- Nesne Katmanı
- Transfer Katmanı
- Fiziksel Katman

Nesne katmanı, kullanıcı uygulama katmanı ve transfer katmanı arasındaki haberleşme için tanımlanır. Nesne katmanı ve transfer katmanı OSI referans modelinde tanımlanan veri bağı katmanının tüm fonksiyonlarını içine alır. Fiziksel katman, CAN düğümleri arasındaki CAN frame sinyallerinin iletimi için kullanılan ortamdır ve ortamın elektriksel özelliklerini tanımlar (Kutlu, 1997).

Endüstriyel kontroller için CAN tabanlı ağ sistemlerinin uygulanmasını kolaylaştırdığı için, CiA (CAN in Automation) adlı grup endüstriyel uygulamalar için CAN uygulama katmanını (CAL – CAN Application Layer) standartlaştırdı (Lawrenz, 1997). CAL, istemci – sunucu modeli şeklinde birlikte çalışan uygulama işlemleri arasındaki etkileşimi tanımlar (Etschberger, 2001).

CAL, CAN tabanlı ağların kurulumu, düzenlenmesi, denetlenmesi ve uygun haberleşme nesnelere tarafından CAN tabanlı cihazların modellenmesi için servisler sağlar (Kutlu, 1997). Bu servislere örnek olarak CMS (CAN Message Specification), NMT (Network Management), DBT (Identifier Distributor) ve LMT (Layer Management) verilebilir. CAL, şekil 3.13’ de gösterildiği gibi CMS, NMT, DBT ve LMT servisleri ile bir uygulama işlemi sağlar. CAL, dağıtılmış CAN tabanlı uygulamaların uygulanması için servisler ve nesnelere sunan bir toolbox olarak düşünülebilir (Kutlu, 1997).



Şekil 3.13 CiA' ya göre CAL Kullanan Endüstriyel Uygulamalar için CAN Haberleşme Sistemi

3.8.4. CAN Uygulamaları

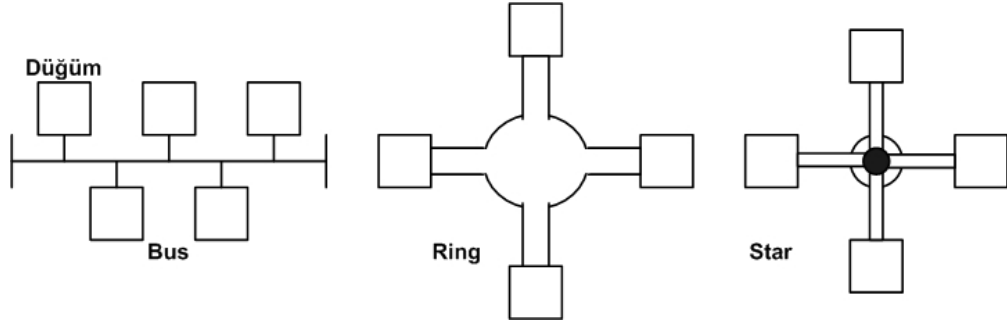
CAN seri haberleşme sistemi otomasyon kontrol sistemleri gibi çok geniş bir alanda kullanılmaktadırlar. CAN sisteminin kullanıldığı alanları şu şekilde sıralanabilir.

- Otomotiv Sanayi
- Denizcilik Elektronik
- Uçak ve Uzay Elektronik
- Fabrika Otomasyonu
- Bina Otomasyonu
- Tıbbi Cihaz ve Aletler
- Tekstil makineleri ve Tarım makineleri

3.8.5. Topoloji

Bir ağ topolojisi, bir haberleşme ağının düğümleri arasındaki fiziksel bağlantı yapısını tanımlar (Etschberger, 2001). CAN topolojisi, bir ağda CAN düğümlerine

bağlanmak için kullanılan kablunun yapısıdır. CAN' deki genel topolojiler, şekil 3.14' de görüldüğü gibi bus, star ve ring topolojileridir (Kutlu, 1997).



Şekil 3.14 Bus, Ring, Star Topolojileri

CAN' de en yaygın kullanılan topoloji bus topolojidir. Bus topolojinin avantajları:

- Daha az kablolama maliyeti,
- Düğüme basit bağlantı,
- Bir düğümdeki meydana gelen hata diğer düğümleri etkilemez.

Bus topolojinin dezavantajları:

- Repeater kullanılmazsa düğümlerin sayısı ve hat uzunluğu sınırlıdır.

Star topoloji, en basit basit topolojidir. Bütün düğümler merkezi bir düğüme bağlıdır (Etschberger, 2001). Star topolojinin avantajları:

- Her bir düğüm merkezi düğüme kendi bağlantısını yapar,

Star topolojinin dezavantajları:

- Düğümler arası haberleşme sadece merkezi düğüm aracılığıyla olur,
- Merkezi düğümde hata oluşursa haberleşme mümkün olmaz.

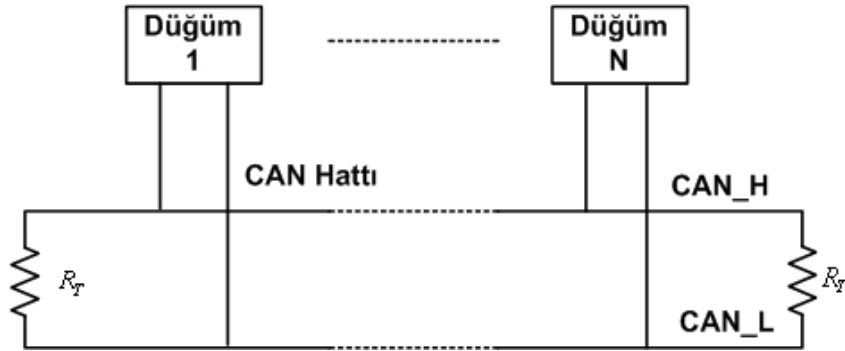
Ring topolojide veri transferi, komşu düğümler aracılığıyla gerçekleşir. Ring topolojinin avantajları:

- Her bir düğüm sinyali yeniden oluşturduğundan uzatılmış ağlara uygulanması mümkündür.

Ring topolojinin avantajları:

- Düğümlerden bir tanesi bozulursa tüm sistem bozulur,
- Bir düğümün yeniden yerleştirilmesi veya yeni bir düğüm eklenmesi için operasyon kesilmelidir.

CAN protokolünde, her bir düğüm çoğunlukla iki yönlü olarak hatta (CAN Bus) bağlıdır. Her düğüm istediği zaman mesaj gönderebilir. CAN protokolünde, bilgisayar haberleşmelerindeki standart haberleşme sistemi CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) yerine CSMA/CR (Carrier Sense Multiple Access with Collision Resolution) giriş metodu kullanılır. Normal olarak, birden fazla istasyon, hata aynı zamanda girmeyi denerse, bir mesaj gönderme mücadelesi yaşanır ve mesajın iletimi iptal edilir. Rasgele bir süre geçtikten sonra istasyonlar tekrar hata girmeyi denerler. Bu ek süre gecikmesi mesaj iletimi süresini arttırır. Buna karşın, CSMA/CR giriş metodunda her bir mesajın, mesajlara sabit bir öncelik sağlayan benzersiz tanımlayıcısı vardır. Çakışma durumu süresince en yüksek öncelikli mesaj ilk giriş yapar ve mesaj iletimi iptal edilmez. Ağın yazılım ve donanımında herhangi bir ek gereksinim olmadan sisteme her düğüm eklenebilir. (Kutlu, 1997). Şekil 3.15’ de CAN protokolü için ISO99-2 standardına uygun bir bus topoloji görülmektedir (Etschberger, 2001).

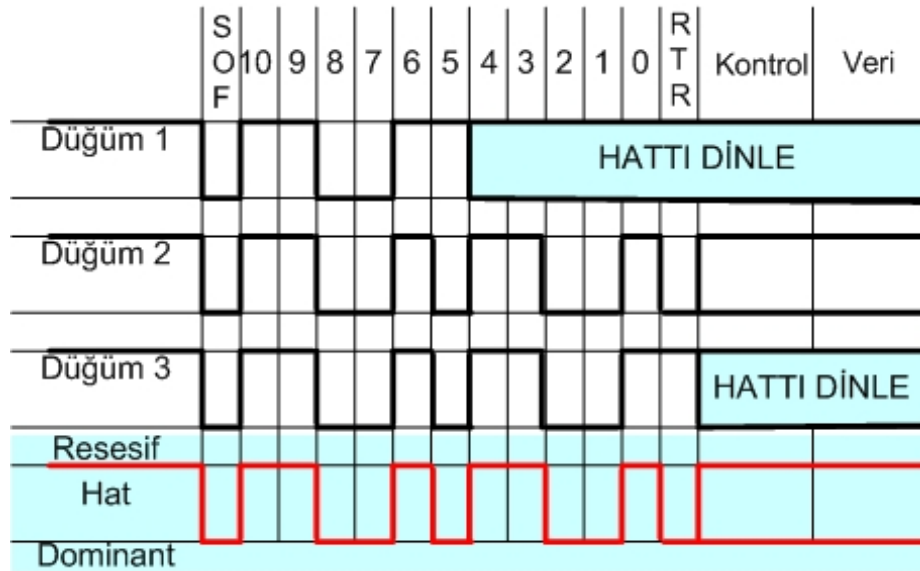


Şekil 3.15 ISO99-2 Standardına göre CAN Bus Topolojisi

3.8.6. Mesaj İletimi

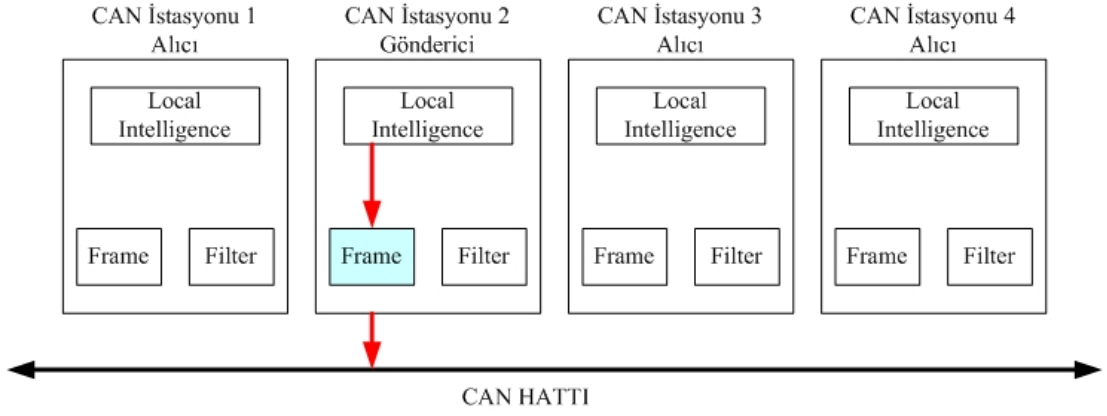
CAN protokolünde bir mesaj iletilirken hedef ve kaynak istasyonlar ile ilgili hiçbir bilgi yer almaz. Bunun yerine mesajın tipini belirleyen bir tanımlayıcı mesajla birlikte yollanır. CAN protokolünde veriler 8 byte’ tan oluşan veri uzunlukları şeklinde iletilir (Irmak, 2004). Hatta aynı anda gönderilmek istenen mesajlar tanımlayıcı kısmındaki binary değerlere göre kıyaslanır ve öncelikli mesaj hatta gönderilir diğer mesajlar hattın boşalmasını beklerler. Hatta iki farklı sinyal seviyesi

vardır. 1, resesif biti, 0 ise dominant biti gösterir. Hatta aynı zamanda iki farklı sinyal seviyesi meydana gelirse hattın sinyal seviyesi dominant olur (Kutlu, 1997). Düğümlerden gönderilen mesajların tanımlayıcı kısmındaki binary 1 ve 0 değerleri karşılaştırılır. Dominant mesaj hata gönderilirken bu karşılaştırma sonucunda resesif mesaj gönderen düğüm tekrar hattı dinlemeye başlar ve hat boşalınca tekrar mesaj gönderir. Şekil 3.16’ da hata 3 düğümden gönderilmek istenen mesajların önceliklerine bakılmaktadır (CiA, 2004). Karşılaştırma sonucunda ilk olarak birinci düğümden gönderilen mesaj resesif olmuştur yani önceliğini kaybetmiştir. Bu durumda 1 numaralı düğüm tekrar mesaj göndermek için hattı dinlemeye başlar. 2 ve 3 numaralı düğümlerin mesajları karşılaştırılmaya devam etmektedir. 3 numaralı düğümde mesaj önceliğini kaybettiği için hata 2 numaralı düğümün mesajı gönderilir.

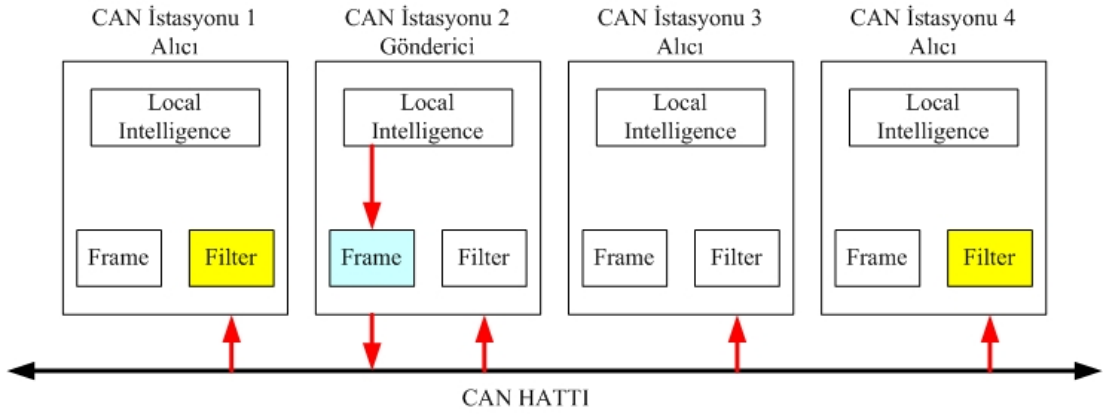


Şekil 3.16 Hatta Mesaj Gönderen Üç Düğümün Mesaj Önceliklerinin İncelenmesi

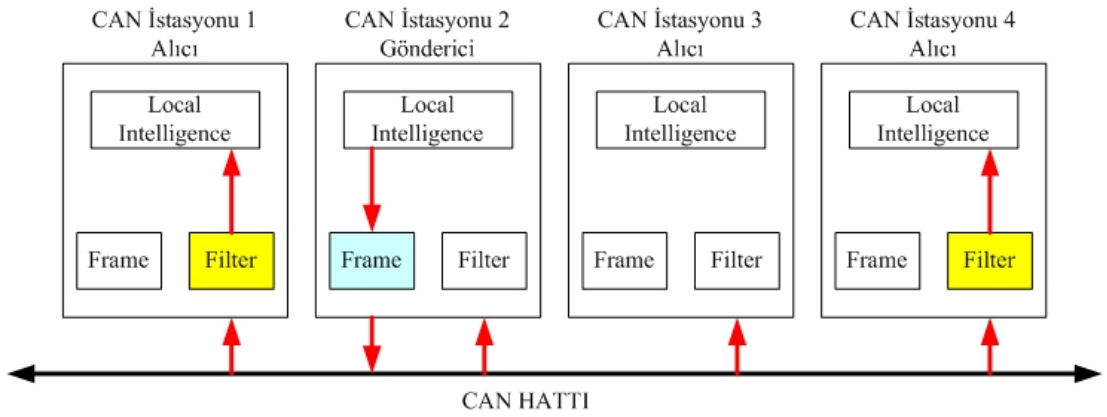
CAN sisteminde mesaj gönderme ve düğümlerin gönderilen mesajı alma işlemi şekil 3.17, şekil 3.18 ve şekil 3.19 üzerinde gösterilmektedir. Şekil 3.17’ de 2 numaralı istasyon hata bir mesaj göndermektedir. Gönderilen bu mesaj şekil 3.18’ de görüldüğü üzere gönderen istasyon dahil ağdaki tüm istasyonlar tarafından alınır. İstasyonlar tarafından alınan bu mesaj, filtreleme işlemine tabi tutulur. Şekil 3.19’ da görüldüğü gibi filtreleme işlemine tabi tutulan mesaj hangi istasyonlarla ilgili ise o istasyonlar tarafından alınır.



Şekil 3.17 CAN Hattına Mesaj Gönderme



Şekil 3.18 Mesajın İstasyonlar Tarafından Filtrelenmesi



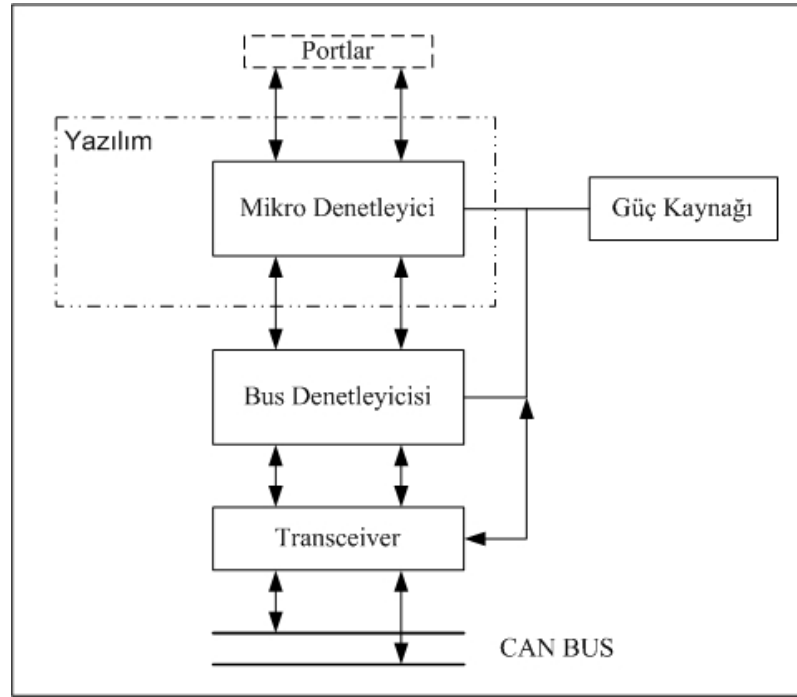
Şekil 3.19 Mesajın İlgili İstasyonlar Tarafından Alınması

3.8.7. CAN Sisteminin Gereksinimleri

Bir CAN sistemini donanım, yazılım ve fiziksel ortam olmak üzere 3 bölüme ayrılabilir. CAN sisteminde kullanılan donanımlar:

- Tranceiver
- Bus Denetleyicisi (CAN Çip)
- Mikro Denetleyici
- Uygulama Ara yüzü
- Güç Kaynağı

Kutlu (1997) bir CAN düğümünün mimarisini Şekil 3.20' deki gibi göstermiştir.



Şekil 3.20 CAN Düğümü

Transceiver hattaki gerilimi mantıksal seviyeye dönüştürür. Fiziksel hat ve CAN denetleyicisi arasındaki bir ara yüz olarak kullanılır. CAN çip olarak bilinen bus denetleyicisi ortama giriş gerçekleştirmek için ve CAN frame şeklinde iletim kanalı üzerinden iletilen fiziksel bitlerin akışındaki kullanıcı verisini dönüştürmek için kullanılır. Piyasada bağımsız, Serial-Linked ve entegre edilmiş olmak üzere 3 çeşit

CAN çipi vardır. Bağımsız denetleyicide CAN çipi adresler ve veri yolları ile bir sunucu mikro denetleyicisine bağlıdır. Entegre edilmiş denetleyicide CAN çipi ve sunucu mikro denetleyicisi bir çip içerisinde birleştirilmiştir. SLIO (Serial – Linked Input Output) CAN düşük zekalı bir elemandır ve başka bir sunucu mikro denetleyicisi tarafından kontrol edilmeye ve programlanmaya ihtiyacı vardır. Yazılım kullanıcı tanımlı uygulamaları gerçekleştirmek için kullanılır. Yazılım CAN çipi ve portlar arasındaki veri toplama işlemini düzenler. Mesaj toplama işlemi boyunca, mesajları ara belleğe alma (tamponlama) metoduna göre CAN denetleyicileri iki grupta sınıflandırılır. Mesajlar mikro denetleyicinin hafızasında tutulursa CAN denetleyicisi BasicCAN olarak adlandırılır. Eğer mesajlar CAN denetleyicisinin çift portlu RAM’ inde tutulursa FullCAN olarak adlandırılır. FullCAN ve BasicCAN arasındaki fark maliyet ve CPU’ nun (Central Processing Unit) iş yüküdür. BasicCAN daha ucuzdur. FullCAN’ in ise iş yükü daha azdır (Kutlu, 1997).

Bir CAN düğümünün maksimum iletim hızı 1Mbits/s’ dir. Mesajın iletim hızına göre sistemdeki kablo uzunluğu değişir. Mesajın iletim hızına göre kablo uzunlukları çizelge 3.3’ de verilmiştir. Ağa 128’ in üzerinde düğüm bağlanabilir (NI, 2000).

Çizelge 3.3 CAN Hattı için Önerilen Bit Hızları ve Kablo Uzunlukları

Bit Hızı	Kablo Uzunluğu
125 Kbits/s	500 m
250 Kbits/s	250 m
500 Kbits	125 m
1 Mbits/s	40 m

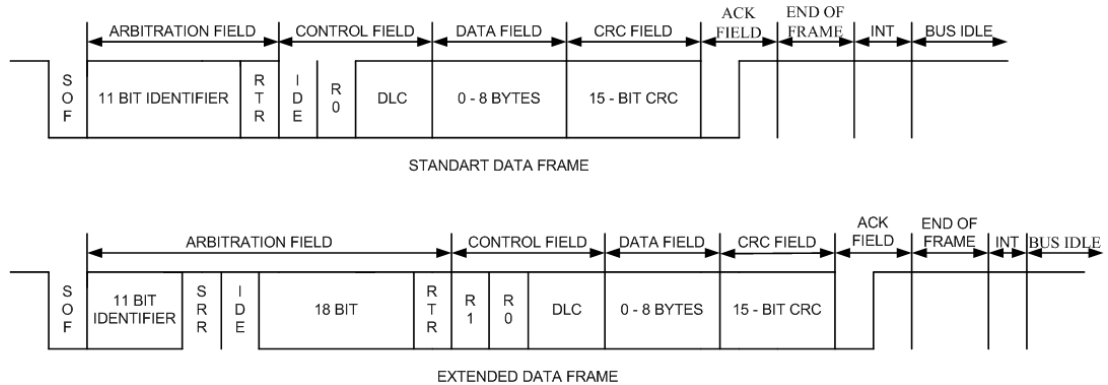
3.8.8. CAN Frame

Mesaj transferi 4 çeşit frame tipi ile kontrol edilir ve gösterilir. Etkin veri transferi sağlayan “kontrol frame’ leri” ve kullanıcı bilgisinin transferi için kullanılan “bilgi frame’ leri” vardır. Bu frame’ ler:

- Data Frame (Bilgi Frame)
- Remote Frame (Kontrol Frame)
- Error Frame (Kontrol Frame)
- Overload Frame (Kontrol Frame)

3.8.8.1 Data Frame

Data frame, vericiden alıcıya veri taşıyan frame'dir. CAN denetleyicileri tarafından desteklenen Standart data frame (CAN 2.0A) ve Extended data frame (CAN 2.0B) olmak üzere 2 çeşit frame biçimi vardır. Standart data frame 2032 öncelik seviyesini oysa Extended data frame 536 milyonun üzerinde öncelik seviyesini destekler. Bu nedenle pratik uygulamalarda Extended data frame kullanılmaz çünkü Standart data frame'nin öncelik seviyeleri çoğu uygulamalar için yeterlidir (Lawrenz, 1997) (Kutlu, 1997). Standart ve Extended data frame şekil 3.21' de gösterilmiştir.



Şekil 3.21 CAN Data Frame Çeşitleri

Bir data frame 7 farklı bit alanından oluşmuştur. Bu alanlar; Start Bit, Arbitration Field, Control Field, Data Field, CRC Field, Acknowledge Field, End of Frame'dir (Motorola, 1998) (Kutlu, 1997) (Lawrenz, 1997).

- Start of Frame (SOF – 1 Bit) : Bu bit, bir data / remote frame'in başlangıcını gösterir (Etschberger, 2001). Hat boş iken farklı ağ düğümlerinin senkronizasyonu için kullanılır (Lawrenz, 1997).

- Arbitration Field (11 Bit + 1 Bit) : Arbitration Field, Standart data frame için 11 bit tanımlayıcıdan ve 1 bit RTR (Remote Transmission Request)‘ den oluşur (Etschberger, 2001) (Kutlu, 1997).
11 Bit Tanımlayıcı : Mesajın önceliğini ve mantıksal adresini gösterir (Lawrenz, 1997). 11 bit uzunluğundadır bunun anlamı, CAN sisteminde $2^{11} = 2048$ farklı frame görülebilir (Etschberger, 2001).
Remote Transmission Request (RTR – 1 Bit) : RTR biti, data frame için dominant, remote frame için ise resesif bittir (Kutlu, 1997).
- Control Field (6 Bit) : Control Field’ deki ilk bit IDE Bitidir (Identifier Extension). Eğer bu bit mantıksal 0 (dominant) olarak iletilirse bunun anlamı gönderilecek daha fazla tanımlayıcı bit yoktur (Standart Data Frame). r0 biti rezerve edilmiştir. Sonraki 4 bit Data Field için (DLC – Data Length Code) data uzunluk kodunu içerir (Lawrenz, 1997).
- Data Field (0 – 8 Bytes (0 – 64 Bit)) : Gönderilecek veriyi içerir. Remote frame’ de Data Field 0’ dır (Kutlu, 1997).
- CRC (Cyclical Redundancy Check) Field (16 bit) : 15 bit CRC hata kodu ve 1 bit resesif CRC sınırlayıcı içerir (Kutlu, 1997). Mesajın önceki bitlerinin sağlamasını yapar. CRC sağlaması sadece hata bulma için kullanılır. Hata düzeltme için kullanılmaz (Lawrenz, 1997).
- ACK (Acknowledgement) Field (2 Bit): ACK Slot ve ACK sınırlayıcı olmak üzere 2 bitten oluşur. Verici bu bitler için bir resesif seviye gönderir. ACK, düğümlerin aldığı dominant biti gönderir ve bunu resesif ACK sınırlayıcı biti takip eder.
- End of Frame (EOF – 7 bit) : Frame sonundaki 7 resesif bittir. Frame ‘in bittiğini gösterir (Kutlu, 1997) (Lawrenz, 1997).
- Idle : Hattın kullanılmadığını gösterir (Lawrenz, 1997).

Extended CAN mesajları, Standart CAN mesajlarından aşağıdaki bit seviyelerinden dolayı farklıdır.

- Substitute Remote Request Bit (SRR – 1 Bit) : Standart CAN mesajında gönderilen RTR bitinin yerine geçen resesif bittir (Kutlu, 1997) (Lawrenz, 1997).

- Identifier Extension (IDE – 1 Bit) : IDE biti, Standart CAN mesajında Control Field’ de ve dominant, Extended CAN mesajında Arbitration Field’ de ve resesiftir (Kutlu, 1997).
- Control Field (6 Bit) : Extended CAN mesajının Control Field’ deki ilk iki bit (r0 ve r1) rezerve edilmiştir. Diğer 4 bit Standart CAN mesajındaki ile aynıdır (Lawrenz, 1997).

Standart ve Extended CAN Frame’ lerindeki minimum ve maksimum alabileceği toplam bit sayıları Çizelge 3.4’ de gösterilmiştir.

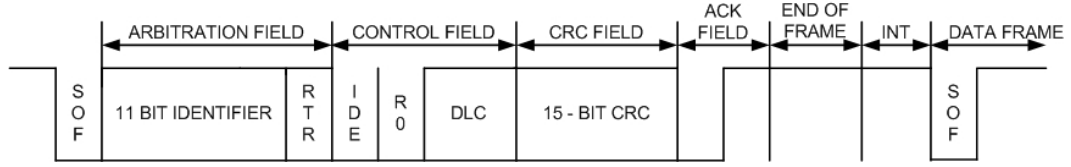
Çizelge 3.4 Standart ve Extended CAN Frame’ lerindeki Toplam Bit Sayıları

Standart CAN Frame		Extended CAN Frame	
Mesaj Alanı	Mesaj Alanı	Mesaj Alanı	Mesaj Alanı
SOF	1	SOF	1
Identifier	11	Identifier	11
RTR	1	SRR	1
Identifier	1	IDE	1
R0	1	Identifier	18
DLC	4	RTR	1
Data Field	0 - 64	r1	1
CRC Field	16	r0	1
ACK Field	2	DLC	4
EOF	7	Data Field	0 - 64
		CRC Field	16
		ACK Field	2
		EOF	7
Toplam	44 - 108 Bit	Toplam	64 - 128 Bit

3.8.8.2 Remote Frame

Sistemdeki merkezi düğüm bazen özel bilgilere ihtiyaç duyabilir. Bu durumda, remote frame kullanılır. Bilgi isteyen master düğüm, diğer düğümlerden bilgi istemek için bu frame’i kullanır. Data frame ile remote frame arasındaki tek fark,

remote frame Data Field içermez. Diğer kısımlar şekil 3.22’ de görüldüğü üzere aynıdır.

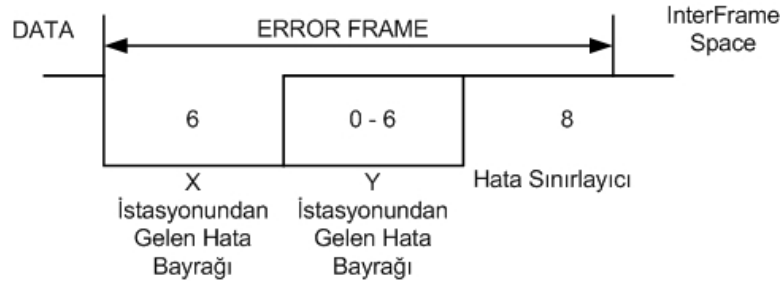


Şekil 3.22 Remote Frame

Master düğüm ağa bağlı bir düğümden bilgi almak istediği zaman, RTR biti resesif olan bir remote frame gönderir. İstenilen bilginin şeklini belirtmek için remote frame tanımlayıcısı, data frame tanımlayıcısı ile aynı olmalıdır. Remote ve data frame aynı anda gönderilirse o zaman hatta girişte bir çakışma oluşur. Bu RTR biti ile çözülür. Data frame’indeki dominant RTR bitinden dolayı bir data frame her zaman remote frame’ e göre daha yüksek önceliğe sahiptir (Kutlu, 1997).

3.8.8.3 Error Frame

Error frame bir mesaj transferinden sonra veya transfer sırasında bir hata oluşması durumunda gönderilen bir kontrol tipi frame’dir (Kutlu, 1997). CAN protokolünde, mesaj gönderen bir istasyon, gönderdiği sinyaller ile veri yolu üzerinde görünen sinyallerin, her bir bitini ayrı ayrı karşılaştırır. Eğer bunlar arasında farklılık varsa, bir error frame göndermeye başlar. Diğer taraftan da alıcı istasyon gönderilen frame’ in SOF, RTR, IDE, DLC, Delimiter ve EOF alanlarını, CAN özelliklerine göre kontrol eder. Eğer bu alanlardan herhangi birisinde, CAN standartlarına uymayan bir durum varsa, hemen bir error frame yayınlar ve gelen hatalı mesajı da geri çevirir. Herhangi bir şekilde tespit edilen ve ağa yayınlanan bir hata mesajını ağdaki bütün istasyonlar alırlar (İrmak, 2004). Şekil 3.23’ de bir error frame görülmektedir.



Şekil 3.23 Error Frame

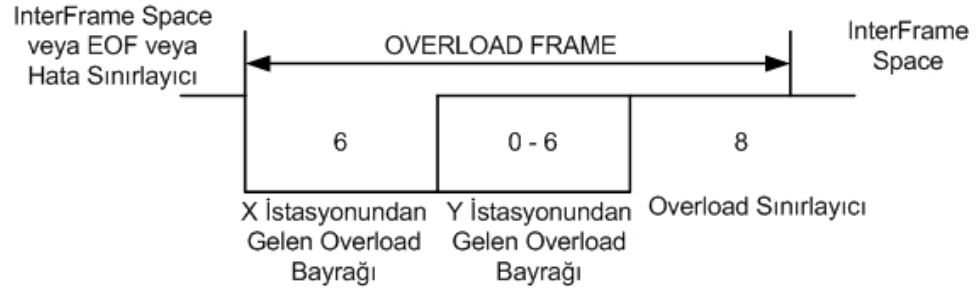
Error frame, hata bayrağı (Error Flag) ve hata sınırlayıcı (Error Delimiter) olmak üzere iki farklı kısımdan meydana gelir. Hata bayrağının aktif ve pasif hata bayrağı olmak üzere iki şekli vardır. Aktif hata bayrağı, 6 ardışık dominant bitten oluşur. Pasif hata bayrağı, 6 ardışık resesif bitten oluşur. Pasif hata bayrağı, resesif bitlerin üzerine diğer istasyonlardan veri yüklenerek dominant hale gelebilir. Hata sınırlayıcı ise 8 resesif bitten oluşur (Motorola, 1998).

CAN çevresinde 5 farklı hata tipi vardır. Bunlar :

1. Bit Error: Eğer hata gönderilen bit, görüntülenen bitten farklı ise bit hatası meydana gelir.
2. Stuff Error: 6 ardışık aynı bit gönderilirse bir hata olarak ifade edilir. Bu problemi çözmek için bit stuffing kuralı uygulanmalıdır.
3. CRC Error: Verici ve alıcı düğümler tarafından sırasıyla CRC Field hesaplanır. Eğer bu iki hesaplamalar farklı ise bir hata meydana gelir (Kutlu, 1997).
4. Form Error: Sabit form alanları (CRC sınırlayıcı, ACK sınırlayıcı, EOF alanı) bir veya daha fazla illegal bit içerirse bu hata meydana gelir.
5. ACK Error: Verici, ACK yuvası esnasında dominant biti gözetleyemiyorsa ACK Error oluşur (Kutlu, 1997) (Lawrenz, 1997).

3.8.8.4 Overload Frame

Overload frame, overload bayrağı ve overload sınırlayıcısından meydana gelir (Kutlu, 1997). Şekil 3.24' de overload frame görülmektedir.



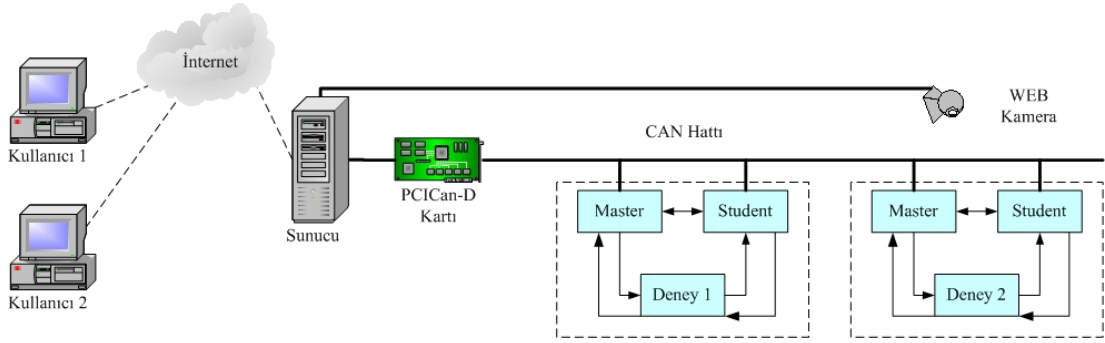
Şekil 3.24 Overload Frame

Overload frame' in iletimi için iki durum mümkündür. Birincisi, bir sonraki frame alınmadan önce dahili uygulamayı gerçekleştirmek için yeterli süre yoktur. Diğer durum ise Interframe boşluğu esnasında alınan dominant bit varsa overload frame gönderilir.

Interframe boşluğu, data ve remote frame' i ayırmak için kullanılır. Interframe boşluğu bir aralık periyodundan ve hatın boş olduğu zamandan ibarettir. Aralık periyodu 3 resesif bitten ibarettir (Motorola, 1998) (Kutlu, 1997).

4. BULGULAR

İnternet tabanlı laboratuvar uygulamasını gerçekleştirmek için yapılan çalışmalar yazılım ve donanım olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Şekil 4.1’ de gerçekleştirilen çalışmanın temel şeması görülmektedir.



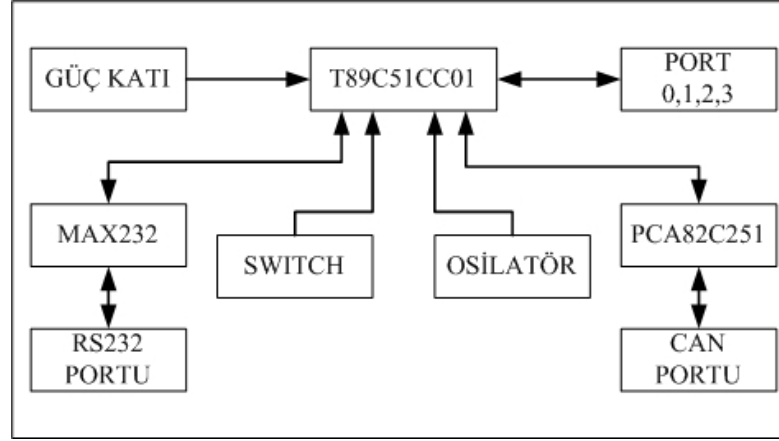
Şekil 4.1 8051 Tabanlı Mikro Denetleyici Laboratuvarı

4.1. Donanım

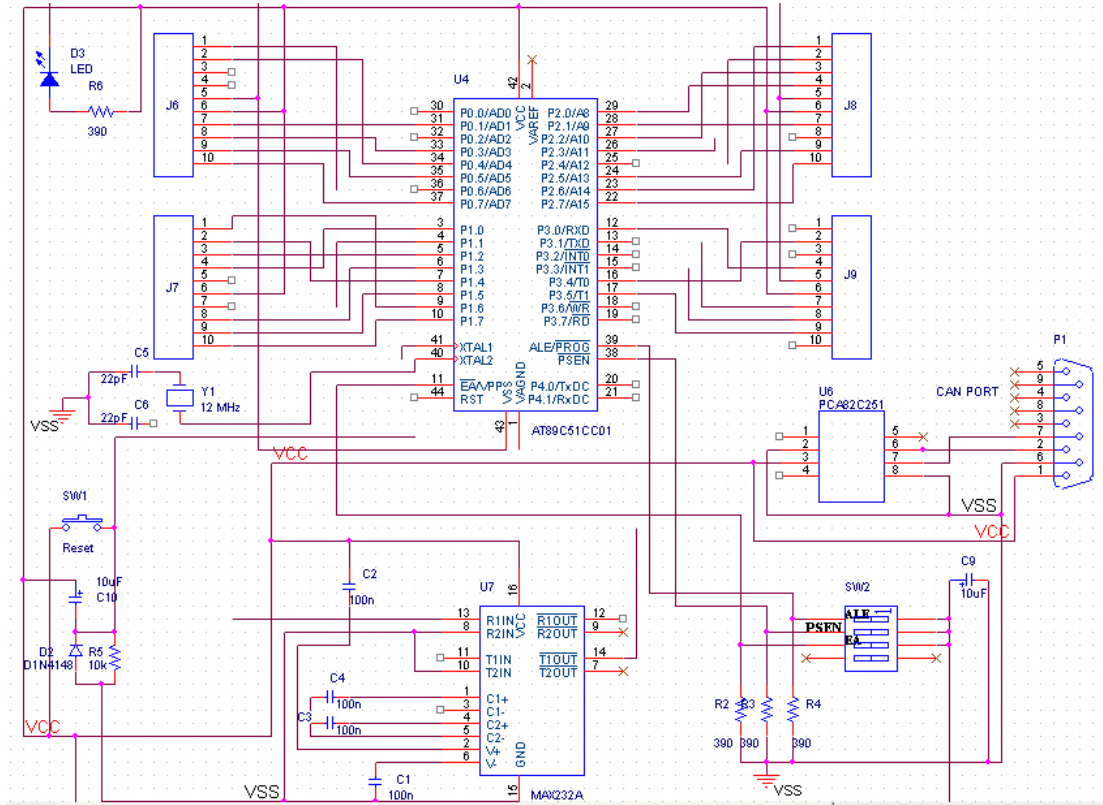
Bu çalışmanın donanım kısmı iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm CAN modüllerinin gerçekleştirilmesi, ikinci bölümde ise öğrencilerin uygulamasını yapacakları deneyler için çeşitli deney modüllerinin gerçekleştirilmesidir.

4.1.1. CAN Modülleri

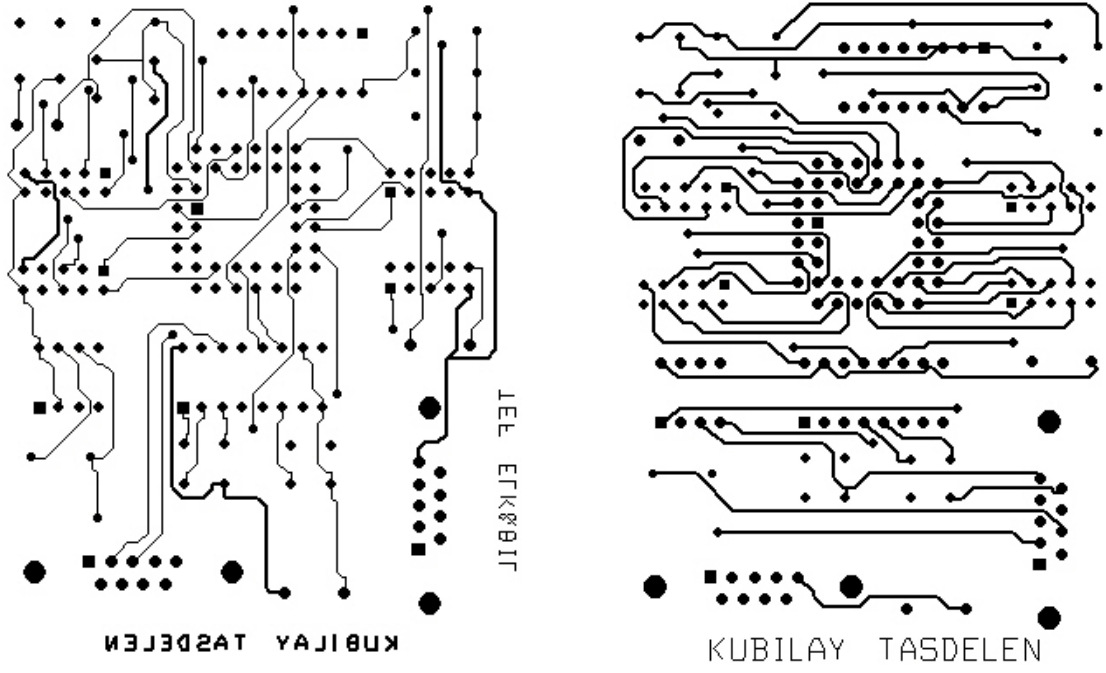
CAN modüllerinin yapılması için temel devre elemanlarının yanı sıra MAX232, içinde mantıksal OR kapısı bulunan 7432 entegreleri, bölüm 3’ de anlatılan 8051 tabanlı CAN entegresi T89C51CC01 ve transceiver entegresi PCA82C251 kullanılmıştır. Şekil 4.2’ de CAN modülünün blok diyagramı görülmektedir. Şekil 4.3’ de internet tabanlı 8051 mikro denetleyici laboratuvarı için tasarlanan CAN modülü devresinin açık şeması, şekil 4.4’ de CAN modülünün baskı devresinin alttan ve üstten görünüşleri, şekil 4.5’ de CAN modülü için devre elemanların yerleşim planı ve şekil 4.6’ da baskı devre için elemanların bacakları ve bu bacakları delmek için gerekli delik kalınlıkları gösterilmiştir.



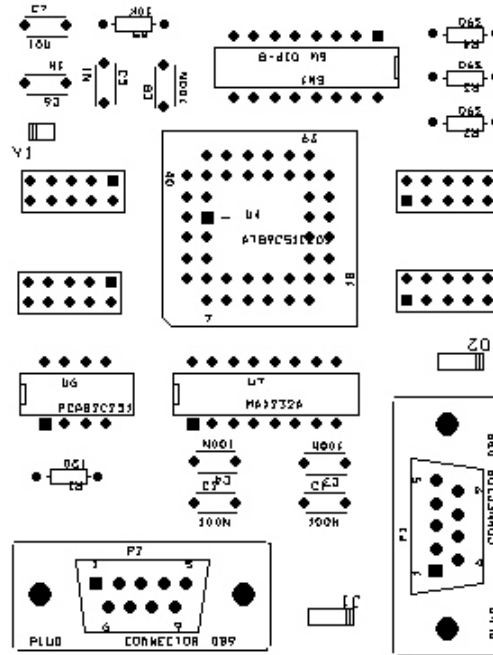
Şekil 4.2 CAN Modülünün Blok Diyagramı



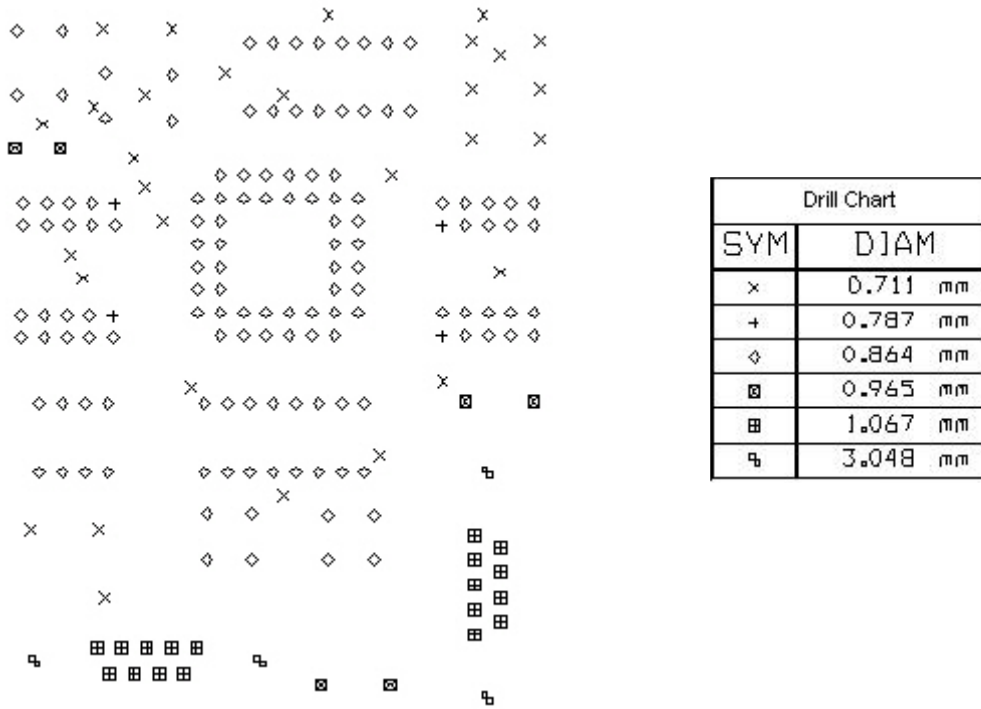
Şekil 4.3 Devrenin Açık Şeması



Şekil 4.4 Baskı Devrelerin Alttan Ve Üstten Görünüşü

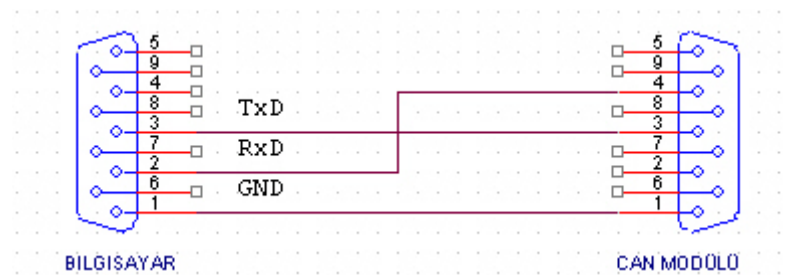


Şekil 4.5 Devre Elemanlarının Yerleşim Planı



Şekil 4.6 Devre Elemanlarının Bacakları ve Bacak Kalınlıkları

Gerçekleştirilen CAN modüllerinin çalışmalarını kontrol etmek ve bu modüllerin seri porttan programlanmasını sağlamak için devreye RS232 portu eklenmiştir. RS232 portu sayesinde gerçekleştirilen CAN modüllerinin CAN hattına bağlanan CAN port ve transceiver kısımları hariç diğer bölümlerinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilebilmektedir. Bu kontrol için bilgisayar ile CAN modülü seri port aracılığıyla birbirine bağlanır. Bilgisayar ve CAN modülü arasındaki bağlantıyı sağlamak için kullanılan kablunun bağlantıları Şekil 4.7’ de verilmiştir.



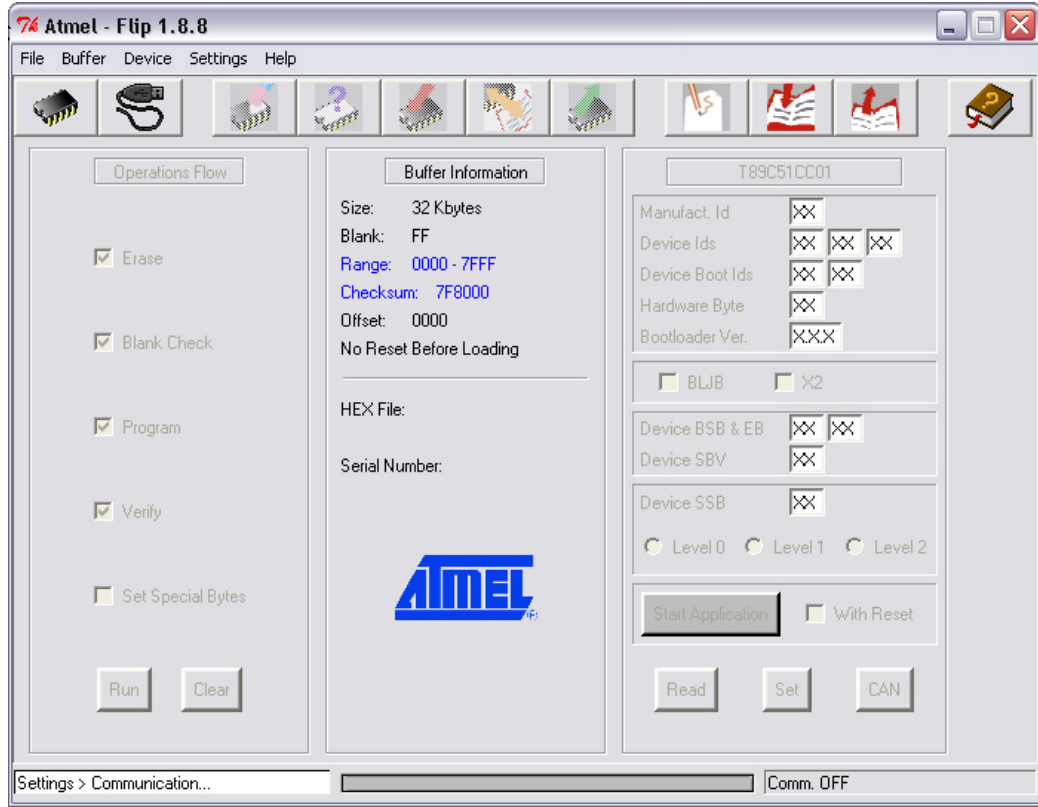
Şekil 4.7 Bilgisayar ve CAN Modülünün Seri Porttan Birbirine Bağlanması

Seri port aracılığıyla bilgisayara bağlanan CAN modülünün programlanmasını sağlamak için Atmel firmasının geliştirmiş olduğu Flip (Flexible In-System Programming) programı kullanılmıştır. Flip programı sayesinde bilgisayarın seri portlarını kullanarak CAN modülüne bağlanabilmek mümkündür. CAN modülünü programlama moduna geçirmek için T89C51CC01 entegresinin ALE (Address Latch Enable) pini 1, PSEN (Program Store Enable) pini 0 ve EA (External Access) pini 1 olmak zorundadır. Çalışma modunda ise ALE pini 1, PSEN pini 0 ve EA pini 0 olmak zorundadır. Çizelge 4.1’ de CAN modülünün programlama ve çalışma modları için pinlerin mantıksal değerleri verilmiştir. Bu pin değerlerinde bilgisayar CAN modülüne bağlanabiliyor, CAN modülünü programlayabiliyor ve yüklenen programı çalıştırabiliyorsa CAN modülü çalışıyor demektir.

Çizelge 4.1 CAN Modülünün Programlama ve Çalışma Modları için Pin Değerleri

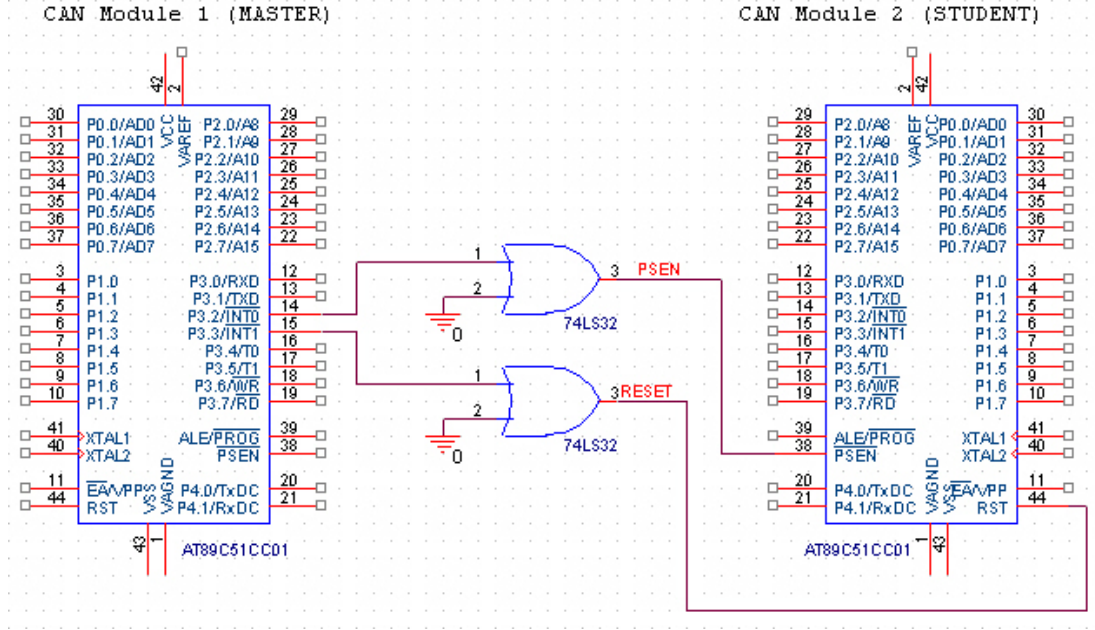
Programlama Modu		Çalışma Modu	
Pin	Mantıksal Değer	Pin	Mantıksal Değer
ALE (Address Latch Enable)	1	ALE (Address Latch Enable)	1
PSEN (Program Store Enable)	0	PSEN (Program Store Enable)	1
EA (External Access)	1	EA (External Access)	1

Flip programı, Atmel firmasının ürettiği 8051 tabanlı mikro denetleyicileri RS232, USB ve CAN cihazları ile programlamak için üretilmiş PC tabanlı ücretsiz bir yazılımdır. Windows işletim sistemlerinin tümünde çalışabildiği gibi Linux işletim sistemi üzerinde de çalışabilir. Şekil 4.8’ de Flip programının ara yüzü görülmektedir.



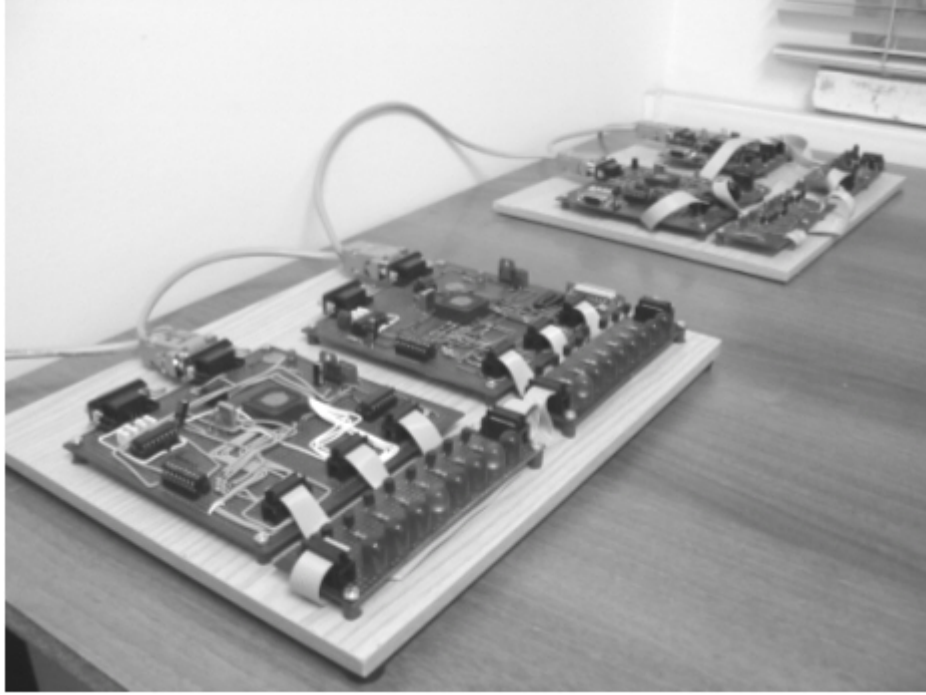
Şekil 4.8 Flip Programının Ara Yüzü

CAN modülünün CAN kısmının çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için CAN Modülü CAN hattına bağlanmalıdır. Programlama modunda CAN modülüne seri porttan veya CAN portundan bağlanarak uygulama programı yüklenmektedir. Çalışma modunda ise yüklenen uygulama programı çalıştırılmaktadır. Seri porttan CAN modülünü programlamak ve çalıştırmak için kullanılan pin değerleri, CAN hattı üzerinden CAN modülünü programlama moduna ve çalışma moduna geçirmek için kullanılan pin değerleri ile aynıdır. Bu pin değerleri çizelge 4.1' de gösterildiği gibidir. CAN modüllerini programlama ve çalışma modlarına geçirmek için pin değerlerinin değiştirilmesi manuel olarak switchler kullanılarak yapılmıştır. Fakat bu geçişlerin otomatik olması gerekmektedir. Bu amaçla pinleri otomatik olarak programlama ve çalışma moduna geçirmek için 7432 entegresi kullanılmaktadır. Otomatik olarak modlar arası geçişi sağlamak için tasarlanan devrelerin açık şeması şekil 4.9' da gösterilmektedir.



Şekil 4.9 Programlama ve Çalışma Modlarına Geçiş Devresi

Bir deney modülü iki adet CAN modülünden meydana gelmektedir. Bu CAN modüllerinden biri “master” diğeri ise “student” olarak adlandırılmıştır. Student CAN modülü öğrencinin gönderdiği kaynak kodlarını almak ve bu kaynak kodlarını çalıştırmakla görevlidir. Master CAN modülünün görevi, öğrencinin giriş parametrelerini çalıştırmak ve devreyi gözlemlemektir. Şekil 4.10’ da gerçekleştirilen deney düzeneğinin bir resmi görülmektedir.



Şekil 4.10 CAN Deney Modülü

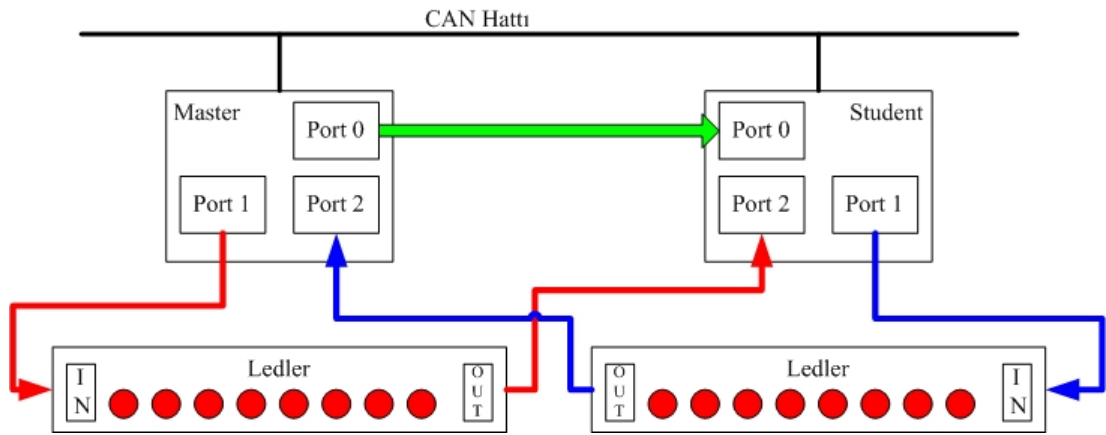
4.1.2. Deney Modülleri

Tasarlanan 8051 tabanlı mikro denetleyici laboratuvarında öğrencilerin uygulama yapabilmesi için 3 adet deney modülü hazırlanmıştır. Bu deney modüllerinden 2 tanesi ledlerle yapılan I/O modülleri, 1 tanesi LCD display deney modülüdür. T89C51CC01 CAN entegresinin 4 adet portu vardır. CAN modülünü programlama ve çalışma moduna geçirmek için 3 numaralı port kullanıldığından deney modüllerini bağlamak için diğer 3 porttan herhangi bir tanesi kullanılabilir.

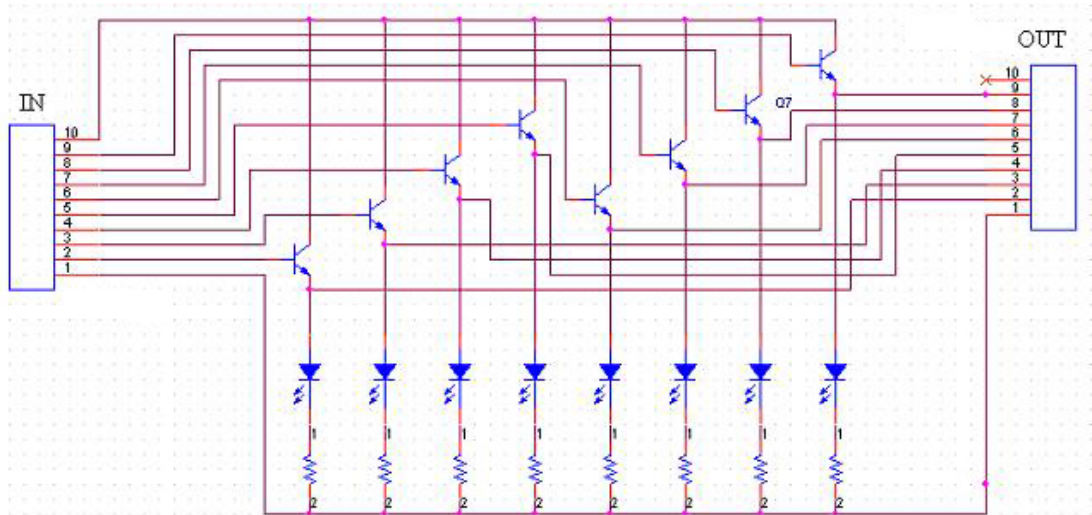
4.1.2.1 I/O Deney Modülü

Bir adet I/O deney modülü için iki adet 8 ledten oluşan elektronik devre yapılmıştır. Kullanıcının hazırlamış olduğu program master isimli CAN modülünün port 0 çıkışı üzerinden student isimli CAN modülüne ulaştıktan sonra port 1 çıkışları kullanılarak I/O modülüne iletilir. Ledlerin durumu out çıkışından master isimli devrenin port 2

girişine iletilir. Bu gelen bilgi port 1 çıkışları kullanılarak master CAN modülüne bağlı ledlere uygulanır. Bu ledlerin çalışma bilgileri out çıkışından student isimli CAN modülünün port 2 girişine iletilir. Alınan bu bilgiler CAN hattı üzerinden kullanıcıya iletilir. Kullanıcı ara yüzündeki görsel simülasyon kısmında öğrenci yazdığı programın çalışmasını gözlemleyebilir. Ayrıca devrenin çalışması bir kamera aracılığıyla ile görüntülenerek sonuçların eş zamanlı olarak kullanıcı ara yüzünde görülmesi sağlanabilir. Şekil 4.11’ de I/O deney modülünün şeması ve çalışması görülmektedir. Şekil 4.12’ de ise I/O deney modülü devresinin açık şeması görülmektedir.



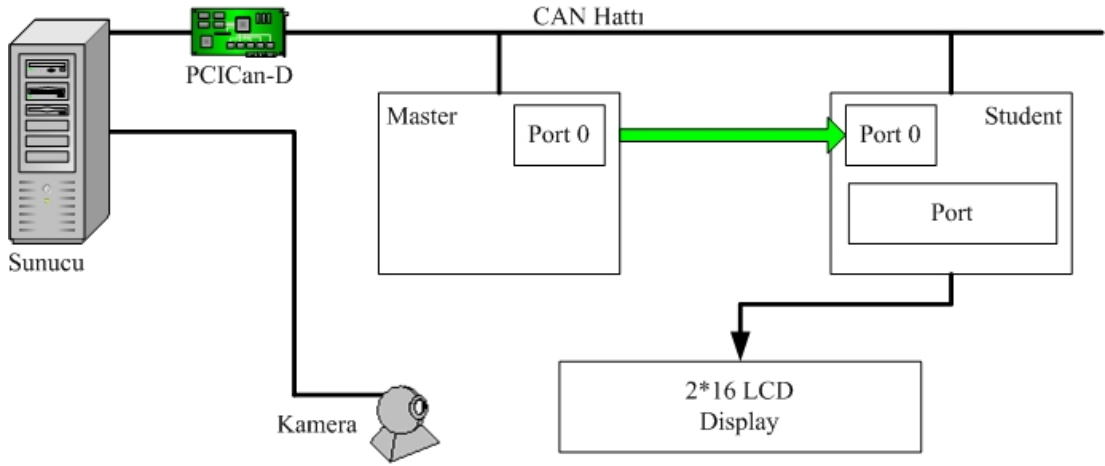
Şekil 4.11 I/O Modülü



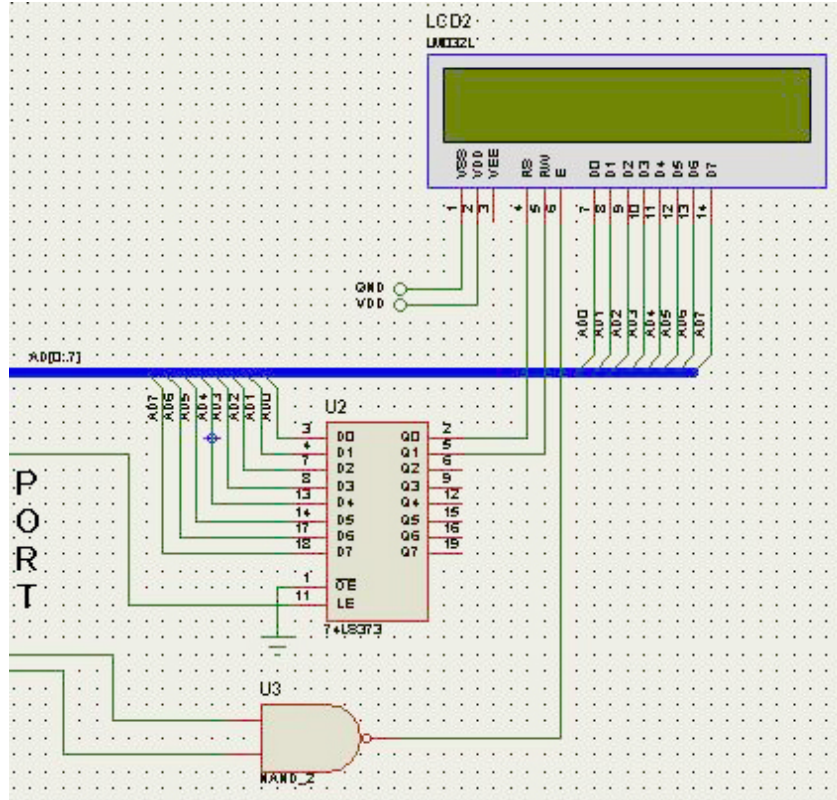
Şekil 4.12 I/O Deney Modülünün Açık Şeması

4.1.2.2 LCD Display Deney Modülü

LCD deney modülünde, kullanıcının yazdığı program master CAN modülünün port 0 çıkışları üzerinden student CAN modülüne iletilir. Alınan program student CAN modülü port çıkışları aracılığıyla LCD display' e iletilir. Burada student CAN modülü port 0 ve port 3 hariç diğer iki porttan herhangi birini kullanabilir. Deney sonuçları I/O modülünden farklı olarak sadece bilgisayar bağlı bir kamera ile kullanıcıya iletilir. Şekil 4.13' de LCD display deney modülünün blok diyagramı, şekil 4.14' de ise LCD deney modülünün açık şeması görülmektedir.



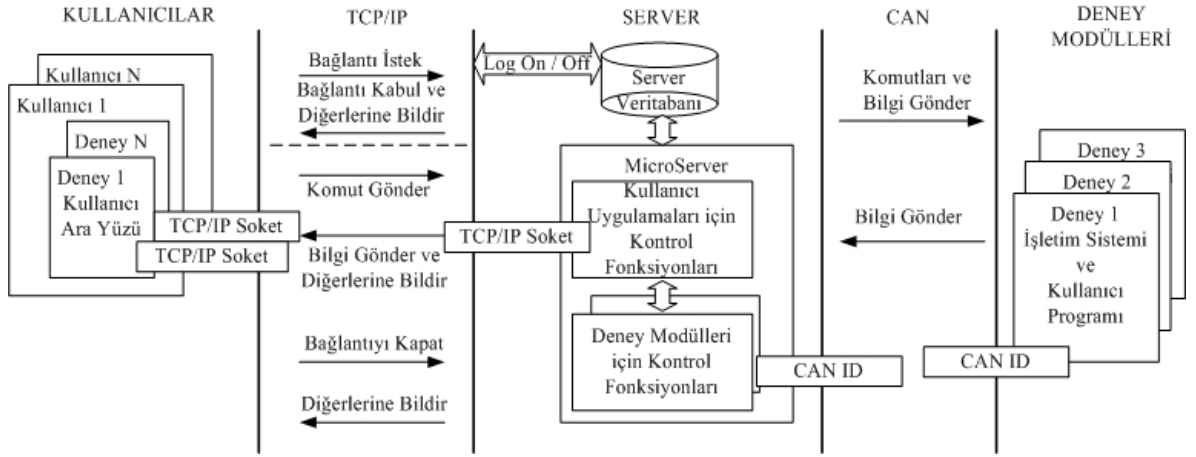
Şekil 4.13 LCD Display Deney Modülünün Blok Diyagramı



Şekil 4.14 LCD Deney Modülünün Açık Şeması

4.2 Yazılım

Gerçekleştirilen internet tabanlı laboratuvarın yazılım kısmı genel olarak server ve client olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Client programı Java programlama dili ile server programı C# programlama dili ile gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı adları ve şifreleri SQL veritabanı programı kullanılarak server programı üzerinde tutulmaktadır. Çalışmanın yazılım mimarisi şekil 4.15’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.15 Yazılım Mimarisi

Her bir deney modülü için server üzerinde çalışan kontrol fonksiyonları bulunmaktadır. Bu kontrol fonksiyonları kullanıcı TCP (Transmission Control Protocol) komutlarını CAN mesajlarına çevirmekle görevlidir. Deneylere bağlanabilmek için, client tarafından gönderilen kullanıcı TCP komutları CAN mesajlarına çevrilerek CAN hattına transfer edilir. Transfer fonksiyonları Kvaser firmasının CANlib SDK (Software Development Kit) C# kütüphaneleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Client ve server için kullanılan TCP komutları çizelge 4.2’ de listelenmiştir.

Çizelge 4.2 Client ve Server Komutları

TCP Komut Adı	Gönderen	İşlem
CONN	Client	Bağlantı İsteği
JOIN	Server	Bağlantı Kabul
LIST	Server	Client’a Kullanıcı Listesini Gönder
GONE	Client	Bağlantıyı Sonlandır
CHAT	Client	Metin Mesajı Gönder
CHAT	Server	Metni Client’a Transfer et
PRIV	Client	Özel Metin Mesajı Gönder
PRIV	Server	Client’a Özel Metin Mesajı Transfer et
PASS	Client	Modül Kontrolüne Geç
PASS	Server	Modül Kontrolüne Geç
IPOINT	Client	Switch’lerin Durumunu Gönder
SWTC	Server	Client’lara Switch’lerin Durumunu Transfer et

LEDS	Server	Client'lara Deney Modülünün Bilgisini Transfer et
START	Client	Deney Modülünü Başlat
RESET	Client	Deney Modülünü Resetle
PROG	Client	Deney Modülünü Programlamaya Başla
FILE	Client	Server' a Kullanıcı Programını Yükle
OK	Server	Transfer Tamamlandı Modül Programlandı

CAN tanımlayıcıları 11 bit uzunluğundaki standart ve 29 bit uzunluğundaki extended tanımlayıcılar olmak üzere iki çeşittir. Bu çalışmada 11 bit tanımlayıcı uzunluğu yeterli olduğu için standart CAN tanımlayıcıları kullanılmıştır. Çizelge 4.3' de deney modülleri için tanımlayıcı haritası görülmektedir. Bu çizelgeye göre, iki MSB (Most Significant Bit) biti sistemdeki sınıfların sayısını tanımlamak için yerleştirilmiştir. Sınıflar için 2 bit ayrıldığından dolayı 00, 01, 10 ve 11 olmak üzere sadece 4 farklı sınıf uygulanabilir. 11 tanımlayıcı bitin 5 tanesi deney modüllerini tanımlamak için yerleştirilmiştir. Bir sınıf için $2^5 = 32$ tane farklı deney modülü kullanılabilir. 4 LSB (Least Significant Bit) bitinin kullanımıyla her bir deney modülü için $2^4 = 16$ farklı komut uygulanabilir. Çizelge 4.3' de deney modülleri için hazırlanmış tanımlayıcı haritası görülmektedir.

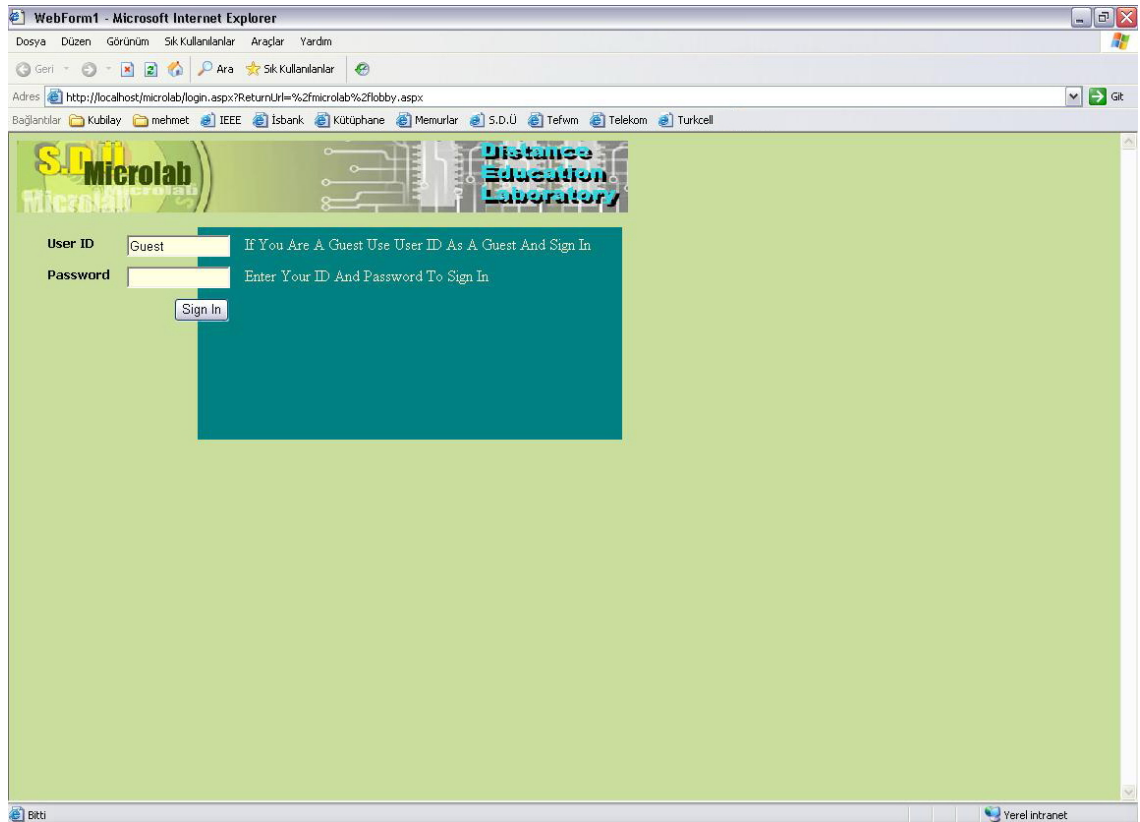
Çizelge 4.3 Deney Modüllerinin Tanımlayıcı Haritası

Standard ID											Hex-Dec	Kullanımı
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	000	ID SELECT NODE
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	001	ID PROG_START
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	002	ID PROG_DATA
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	003	ID DISP_DATA
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	004	ID WRITE_COMMAND
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	005	ID READ_COMMAND
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	006	ID ERROR
Sınıf		Deney Modülü				Komutlar						
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	01F	IDMASK_MODULE_1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	010-16	BOOTLOADER_START(M1)_RX
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	011-17	MONITOR_P2(M1)_TX
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	012-18	WRITE_P1(M1)_RX
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	013-19	SET_PARAM(M1)_RX
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	014-20	RESET(M1)_RX
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	015	
...
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	01F	

0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	02F	IDMASK_MODULE_2
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	020-32	BOOTLOADER_START(M2)_RX
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	021-33	MONITOR_P2(M2)_TX
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	022-34	WRITE_P1(M2)_RX
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	023-35	SET_PARAM(M2)_RX
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	024-36	RESET(M2)_RX
...
0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	02F	

4.3. Sistemin Çalışması

Öğrenci internet üzerinden deney sayfasına bağlandığında şekil 4.16’ da görüldüğü gibi bir giriş sayfası ile karşılaşacaktır.

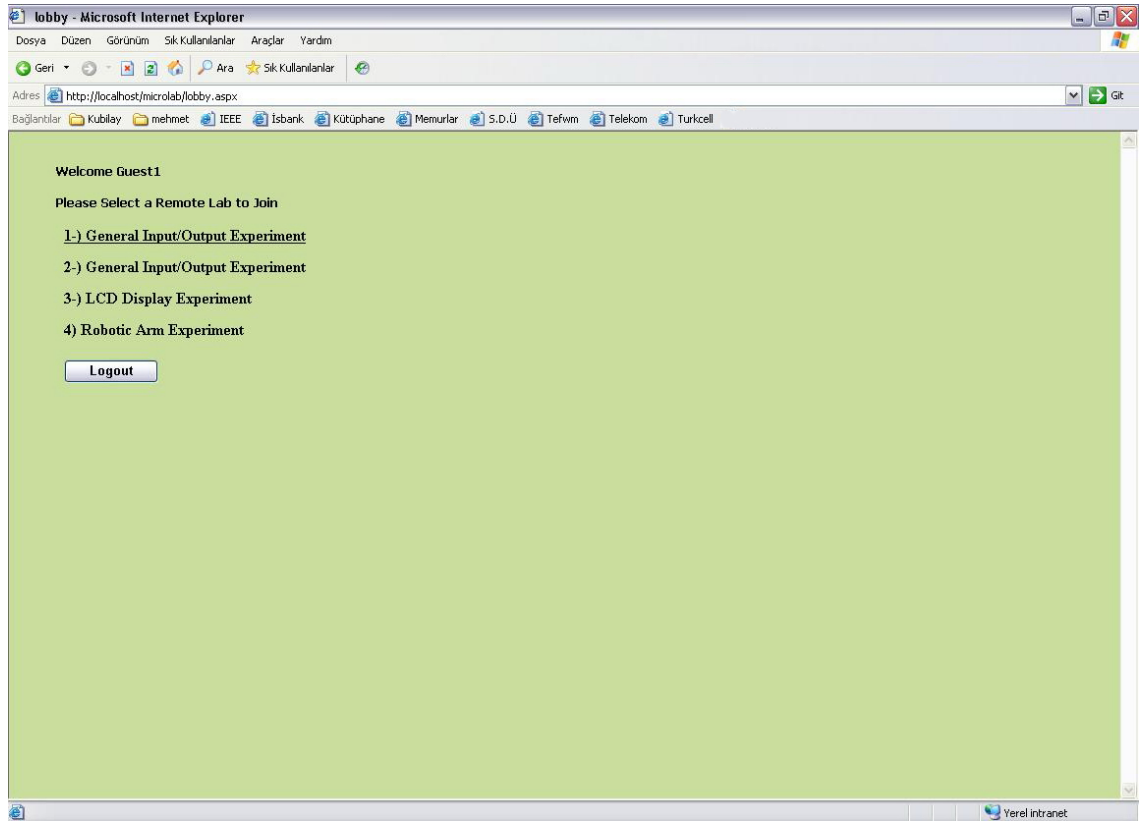


Şekil 4.16 Giriş Sayfası

Bu sayfada öğrencilere, kullanıcı adları ve şifreleri sorulmaktadır. Kullanıcı adı ve şifresi olmayan öğrenciler deneye “Guest” kullanıcı adı ile herhangi bir şifreye

ihtiyaç duymadan bağlanabilirler. Öğrenci deneye kendi kullanıcı adı ve şifresi ile girmişse “Online Kişiler” bölümünde kullanıcı adı yazacaktır. Eğer “Guest” kullanıcı adı ile bağlanmışsa kendisine veritabanından verilen “Guest” numarası ile diğer misafir kullanıcılardan ayrılacaktır.

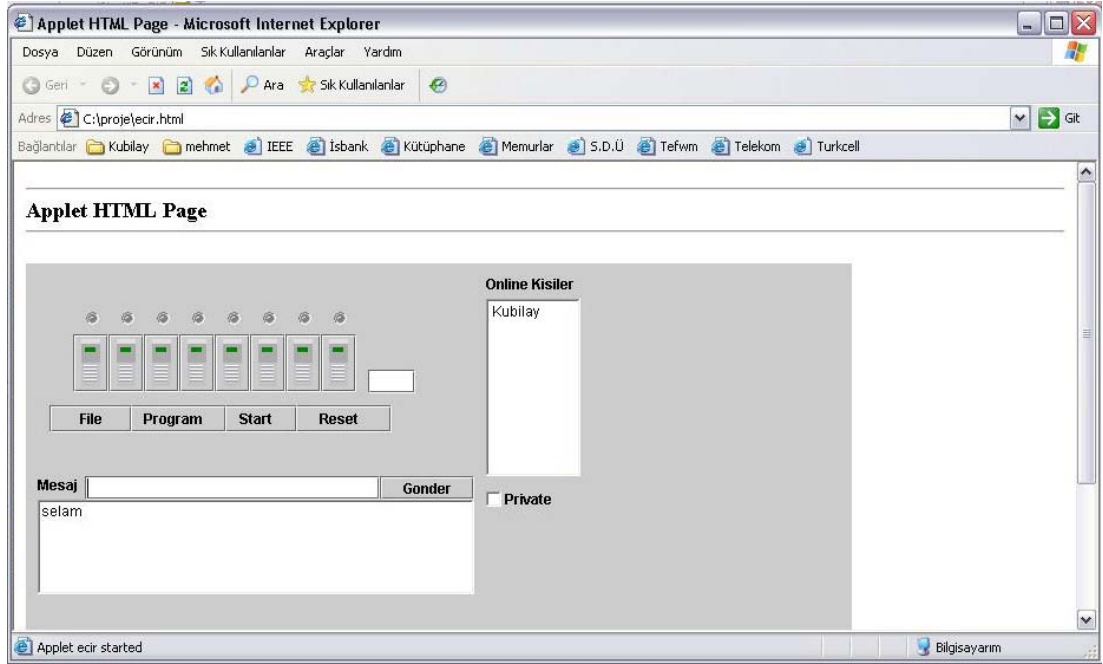
Kullanıcı adı ve şifresinin sorulduğu giriş sayfasından giriş yapan öğrenci “Lobby” olarak adlandırılan deneylerin listesinin bulunduğu sayfaya geçecektir. “Lobby” sayfasında deney modülleri ile ilgili bilgilerin bulunduğu web bağlantıları bulunmaktadır. Bu bağlantılar sayesinde öğrenci istediği deney modülü ile ilgili bilgilere ulaşabilir. Şekil 4.17’ de “Lobby” sayfası görülmektedir.



Şekil 4.17 Lobby Sayfası

Öğrenci “Lobby” sayfasından yapmak istediği deney modülünün linkine tıklayarak deneye bağlanıldığında deney modülünün ara yüzü ekrana gelir. Deneye ilk bağlanan öğrenci o deney modülünün yöneticisidir ve her deney için sadece bir deney

yöneticisi olabilir. Deney yöneticisi, deney modülünü programlayarak deneyi gerçekleştirirken diğer kullanıcılar deneyi gözlemci olarak izleyebilirler fakat deneye müdahale etme yetkileri yoktur. Fakat deney modülünün ara yüzünde bulunan “Chat” kısmını kullanarak birbirleriyle haberleşebilirler ve deney sonuçlarını tartışabilirler. Şekil 4.18’ de I/O deney modülü için kullanıcı ara yüzü görülmektedir.



Şekil 4.18 Kullanıcı Arayüzü

Deney yöneticisine deneyi gerçekleştirilmesi için verilen süre 10 dakikadır. Deney için kalan süre deney modülünün ara yüzünde görülebilmektedir. Bu süre laboratuvar yöneticisi tarafından ayarlanabilir. Bu süre zarfında deney yöneticisi deneyi bitirmek zorundadır. Deneyin bu süre içinde bitmemesi durumunda deney yöneticisinin oturumu kapatılacaktır. Bu durumda deney yöneticisi deneye ikinci sırada bağlanan öğrenci olacaktır. Eğer deney süresi bitmeden deney yöneticisi deneyi bitirirse veya deneyi yarım bırakmak isterse deneyi herhangi bir öğrenciye devredebilir. Deneyi devralan yeni yönetici deneye kaldığı yerden devam edebilir veya yeniden başlayabilir. Deney yöneticisi, kullanıcı ara yüzündeki düğmeleri kullanan tek kişidir, bu düğmeler diğer öğrencilerin kullanıcı ara yüzlerinde pasif durumdadır.

Deneyi bitiren veya yarım bırakan bir öğrenci, diğer bir deney modülüne bağlanabilir. Bunun için giriş sayfasından tekrar kullanıcı adı ve şifresi ile giriş yapmasına gerek yoktur. “Lobby” sayfasına geri dönülerek istenilen deneye bağlanılabilir.

Deney yöneticisinin bir deney modülünde çalışabilmesi için 8051 mikro denetleyicisi için yazılan hex dosyayı deney modülüne yüklemesi gerekmektedir. Dosyayı yüklemek için “file” düğmesi kullanılır. Yüklenecek dosyanın formatı sadece hex olmak zorundadır. Diğer dosya türleri “client” programı tarafından reddedilecektir. Öğrenci program düğmesine basarak hex dosyanın, “server” programı aracılığıyla deney modülüne yüklenmesini sağlar. Eğer deney yöneticisi deneyden çıkarsa veya deney yöneticiliğini başka bir öğrenciye devrederse deney modülüne yüklenen hex dosya server programı tarafından otomatik olarak silinecektir.

Deney modülünün kullanıcı ara yüzünde bulunan switch’ler ve ledler deneyleri görsel olarak gözlemlemek için kullanılmıştır. Switch’ler “on” ve “off” olmak üzere iki kademelidir ve giriş portlarını temsil etmektedir. Ledler ise çıkış portlarını göstermektedir. Kullanıcı ara yüzündeki ledlerin durumu, deney devresi üzerinde çalışan ledlerin durumu ile aynıdır yani deney sonuçları eş zamanlı olarak gözlenebilmektedir. LCD deney modülünde deney sonuçlarını gözlemleyebilmek için kamera kullanılmıştır. Bu sayede deney sonuçlarının internet üzerinden canlı olarak izlenebilmesi sağlanmıştır.

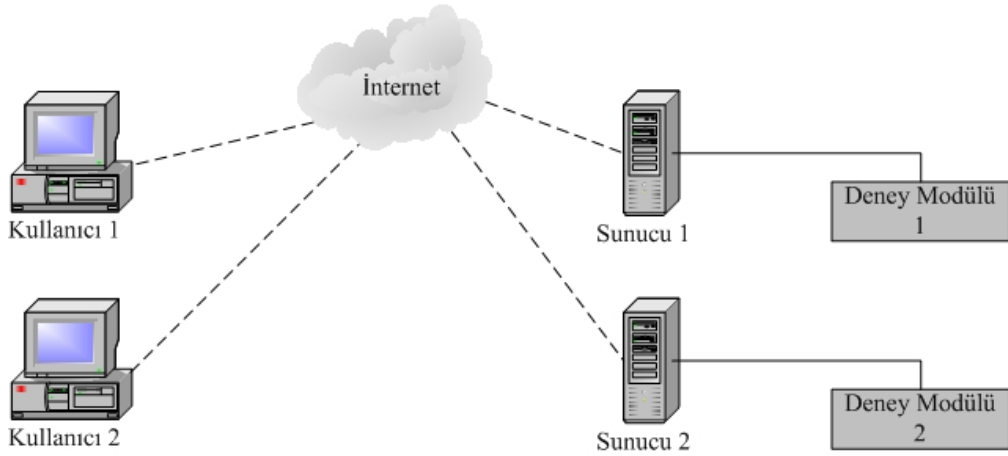
5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu yüksek lisans tezinde, mühendislik eğitimi için uzaktan eğitim uygulamaları değerlendirilmiş ve elektrik – elektronik, elektronik – haberleşme ve bilgisayar mühendisliği bölümlerinde okutulan mikro denetleyici dersi için bir internete dayalı 8051 tabanlı mikro denetleyici laboratuvar tasarlanmıştır.

Bir laboratuvar kurmanın yüksek maliyeti ve öğrencilerin her zaman bu laboratuvarlardan faydalanamaması mühendislik eğitiminin en önemli dezavantajıdır. İnternete dayalı laboratuvarlar ile bu maliyet asgariye düşürülmüş ve öğrencilerin 7 gün 24 saat laboratuvarlardan faydalanmaları sağlanmıştır.

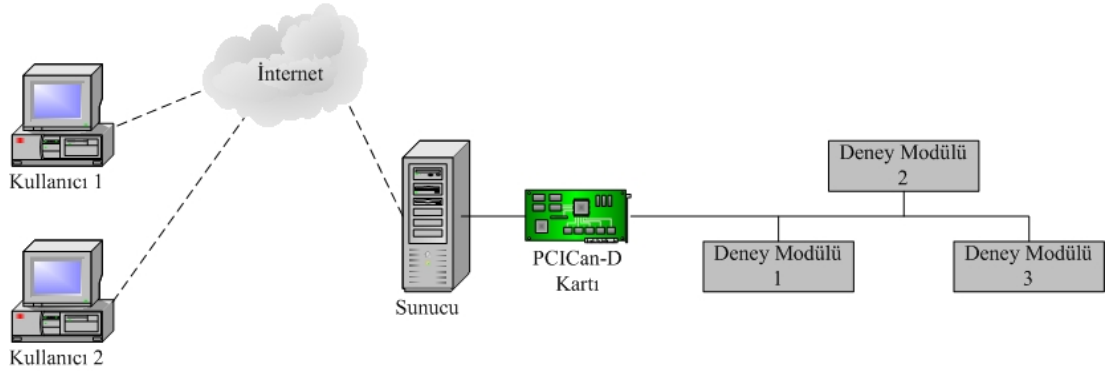
Bu çalışmayı, sanal laboratuvarlarla karşılaştırmamak gerekir, çünkü deneylerin gerçek olması, gerçek bir laboratuvar ortamı sağlaması ve deney sonuçlarının gerçek zamanlı olarak kameralarla görüntülenebilmesi bu internete dayalı laboratuvarı sanal laboratuvarlardan farklı kılmaktadır.

Bu çalışmayı kendi sınıfında bulunan internet dayalı gerçek laboratuvarlarla karşılaştırdığımızda bazı yönlerden diğer uygulamalara avantaj sağlamaktadır. Bu avantajlardan bahsetmeden önce şekil 5.1’ de şu ana kadar yapılan internete dayalı laboratuvarların genel olarak sistemini incelemek gerekmektedir.



Şekil 5.1 İnternet Tabanlı Bir Laboratuvar Uygulaması

Şekil 5.1’ de görüldüğü üzere her deney modülü için bir sunucu bilgisayar gerekmektedir. Bu belki 1 veya 2 deney modülünden oluşan uygulamalar için bir problem oluşturmayabilir fakat deney modülü sayısı arttıkça problem ortaya çıkacaktır. Bilgisayar sayısının artması maliyeti arttıracak, çok sayıda bilgisayar kullanılması laboratuarda kablo karmaşasına neden olacaktır. Şekil 5.2’ de bu çalışma çerçevesinde gerçekleştirilen internet dayalı mikro denetleyici laboratuvarının yapısı görülmektedir.



Şekil 5.2 Gerçekleştirilen İnternete Dayalı Mikro Denetleyici Laboratuvarı

Gerçekleştirilen internet dayalı mikro denetleyici laboratuvarının PCICan-D kartı kullanılarak CAN sisteminin üzerine kurulması bir bilgisayara birden fazla deney modülü bağlanabilmesine olanak vermektedir. Bu sayede birden fazla deney modülü için tek bilgisayar kullanılması yönüyle laboratuvar maliyeti asgariye indirilmiş ve kablo karmaşıklığı sona ermiştir. Bu laboratuvar bu yönüyle bu alandaki uygulamalar arasında bir ilktir.

Sonuç olarak internete dayalı böyle bir laboratuvar tasarlanması ve kurulması ile öğrencilere devamlı kullanabilecekleri bir laboratuvar hazırlanmış olmaktadır. Bu çalışmanın üzerine yapılacak bazı eklemeler şunlar olabilir.

- Hangi öğrencilerin ne zaman, hangi deneyi, ne kadar sürede yaptıklarının bilgileri yeni bir yazılım geliştirilerek saklanabilir.
- I/O deneyleri hariç deney sonuçları, bilindiği üzere kameralar aracılığıyla alınmaktadır. İster istemez deney sonuçları öğrenciye ulaşırken yaklaşık 8 saniye

civarında gecikme olmaktadır. Bu gecikmenin asgariye indirilmesi için çalışmalar yapılabilir.

- c. Şu anda laboratuarda aktif olarak 2 adet I/O deney modülü ve 1 adet LCD deney modülü bulunmaktadır. Bu deney modüllerinin sayısı ve çeşitliliği artırılabilir.
- d. Bu mikro denetleyici laboratuarı 8051 tabanlıdır. Şu anda yaygın olarak kullanılan ve derslerde gösterilen PIC mikro denetleyicileri içinde benzer bir laboratuar ve deney modülleri tasarlanabilir.
- e. Bu laboratuar sadece mikro denetleyici dersi için değil diğer uygulamalı dersler içinde gerçekleştirilebilir.
- f. Üniversiteler ile işbirliği yapıp bu tür laboratuarlar ortak kullanıma açılabilir.

Uzaktan eğitim uygulamalarının gün geçtikçe arttığı ve eğitime önemli bir destek sağladığı günümüzde bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler, bundan sonra yapılacak benzer çalışmalara ışık tutacaktır.

6. KAYNAKLAR

Akın, E., Karaköse, M., (2003). Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Eğitiminde Sanal Laboratuvarların Kullanımı. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1. Ulusal Sempozyumu ve Sergisi. EMO 166 – 169. Ankara.

Alhalabi, B., Marcovitz, D., Hamza, K., Hsu, S., (2000). Remote Labs: An Innovative Leap in Engineering Distance Education. Proceedings of the 5th IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE 2000), Gold Coast, Avustralya.

Alhalabi, B., Marcovitz, D., Hamza, K., Hsu, S., (2000). Remote Labs: An Innovative Leap in The World Of Distance Education. Proceedings of The 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI (2000)), The 6th International Conference on Information Systems, Analysis and Synthesis (ISAS 2000). Orlando.

Algan, S., 2003. Her Yönüyle C#. Pusula Yayıncılık ve İletişim Ltd. Şti. 780s. İstanbul

Altıntaş, B.A., (2003). Java ve Yazılım Tasarımı. Papatya Yayıncılık. 688s, İstanbul.

Aslantürk, O., (2002). Bir Web Tabanlı Uzaktan Eğitim Yönetim Sisteminin Tasarlanması Ve Gerçekleştirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 100s, Ankara.

Atmel , (2002). Enhanced 8 – Bit MCU with CAN Controller and Flash Memory T89C51CC01 Datasheet. www.atmel.com

- Bay, Ö. F., ve Görgünoğlu, S., (2002). 8051 Ailesi Mikrodenetleyici Eğitim Setinin Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi. *Journal of Polytechic*. 5 (3), 195 – 207. Ankara.
- Casini, M., Prattichizzo, D., Vicino, A., (2001). The Automatic Control Telelab: A Remote Control Engineering Laboratory. *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*. 4 , 3242 -3247
- Chang, T. N., Hung, D. C., (2000). Web - Based Distance Experiments: Design and Implementation. *Proceedings of the International Conference on Engineering Education*. 14 – 18, Taiwan.
- Chen, S. H., Chen, R., Ramakrishnan, V., Hu, S. Y., Zhuang, Y., Ko, C. C., Chen, B. M., (1999). Development of Remote Laboratory Experimentation Through Internet. *Proceedings of the 1999 IEEE Hong Kong Symposium on Robotics and Control*. 756 – 760, Hong Kong.
- CiA, (2004). CAN in Automation. CAN Standarts, <http://www.can-cia.de/can/>
- Çubukçu, F., (1999). Microsoft SQL Server 7.0 Sistem Yönetimi ve Uygulama Geliştirme. Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti. 771s. İstanbul
- Çetiner, M. H., Gencel, Ç., Erten, Y. M., (1999). İnternete Dayalı Uzaktan Eğitim ve Çoklu Ortam Uygulamaları, 5'nci İnternet Konferansı Tebliğleri, Ankara.
- Çölkesen, R., (2001). Network TCP/IP Unix El Kitabı. Papatya Yayıncılık. 260s. İstanbul.
- Çölkesen, R., Örencik, B., (2000). Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri. Papatya Yayıncılık. 402s. İstanbul.

- Doğan, İ., Onurhan, E., (2003). Uzaktan Mühendislik Eğitiminde Laboratuvar Kullanımı. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1. Ulusal Sempozyumu ve Sergisi. EMO 173 – 176. Ankara.
- Ekiz, H., Bayam, Y., Ünal, H., (2003). Mantık Devreleri Dersine Yönelik İnternet Destekli Uzaktan Eğitim Uygulaması. The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET). 2 (4), Makale No: 14, Sakarya.
- Etschberger, K., (2001). Controller Area Network Basics, Protocols, Chips and Applications. IXXAT Press. 431s. Germany.
- Ewald, H., Page, G.F., (2000). Performing Experiments By Remote Control Using The Internet. Global Journal of Engineering Education. 4 (3), 287 – 292, Avustralya.
- Farsi M., Ratcliff K., Barbosa M., (1999). An Overview of Controller Area Network. IEEE Computing & Control Engineering Journal. 10 (3), 113 – 120.
- Fuertes, J.M., Vazquez, L., Rojas, L., (1999). Educational Architecture LAN/CAN For Process Control Engineering. Third International Workshop on Design of Mixed-Mode Integrated Circuits and Applications, 203 – 206, Meksika
- Hahn, H.H., Spong, M.W., (2000). Remote Laboratories for Control Education. Proceedings of the 39th IEEE Conference on Decision and Control. Vol. 1. 895 – 900. Sidney, Avustralya.
- Hamza, K., Alhalabi, B., Marcovitz, D., (2000). Remote Labs!. Society for Information Technology and Teacher Education International Conference. 155 – 161.

- Hoyer, H., Jochheim, A., Rohrig, C., Bischoff, A., (2004). A Multiuser Virtual-Reality Environment for a Tele-Operated Laboratory. IEEE Transactions on Education. 47 (1), 121 – 126.
- Irmak, E., (2003). Controller Area Network Nedir?. <http://w3.gazi.edu.tr/web/irmak/>
- Kanlıoğlu, C. Java-loji I. Cilt. Bilginç Bilgisayar Eğitimi ve Danışmanlığı Tic.Ltd.Şti. İstanbul
- Kaya, Z., (2002). Uzaktan Eğitim. Pegem Yayıncılık. 291s. Ankara.
- Koçer, H. E., (2001). Web Tabanlı Uzaktan Eğitim. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 156s. Konya
- Kutlu, A., (1997). Wireless Medium Access Control Protocols for Real-Time Industrial Applications. The University of Sussex School of Engineering, PhD Thesis, 124s. Brighton, England.
- Kvaser, (2002). PCICan-D. Kvaser AB. www.kvaser.com
- Microchip, (1999). Controller Area Network (CAN) Basics. Microchip Technology Inc. ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00713a.pdf
- Motorola, (1998). Bosch Controller Area Network (CAN) Version 2.0. Motorola Inc. e-www.motorola.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/BCANPSV2.pdf
- NI, (2000). Industrial Networks. National Instruments. www.ni.com
- Lawrenz, W., (1997). CAN System Engineering From Theory to Practical Applications. Springer – Verlag. 468s. United States of America.

Palancı, T., (2001). Web Tabanlı Uzaktan Eğitim. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49s. İzmir.

Philips, (1997). PCA82C251. Philips Semiconductors.

<http://www.semiconductors.philips.com/pip/PCA82C251T.html>

Shen, H., Xu, Z., Dalager, B., Kristiansen, V., Strøm, Ø., Shur, M. S., Fjeldly, T. A., Lu, J., Ytterdal, T., (1999). Conducting Laboratory Experiments over the Internet. IEEE Transaction. on Education, 42 (3), 180 – 185.

Wulff, C., Ytterdal, T., (2002) Programmable Analog Integrated Circuit For Use In Remotely Operated Laboratories. International Conference On Engineering Education (ICEE 2002). 21 – 26, Manchester, England.

Yeung, K., Huang, J., (2003). Development of a Remote - Access Laboratory: A DC Motor Control Experiment. Computers in Industry Journal. 305 – 311.

YÖK, (1999). Enformatik Milli Komitesi, <http://www.ii.metu.edu.tr/emk/ilkeler.htm>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kubilay TAŞDELEN

Doğum Yeri : Osmaniye

Doğum Yılı : 1978

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu :

Lise 1992 – 1995 Kahramanmaraş Özel Kahramankent Erkek Koleji

Lise 1995 – 1996 Osmaniye Çukurova Lisesi

Lisans 1997 – 2001 Gazi Üniversitesi

Lisansüstü 2002 – ? Süleyman Demirel Üniversitesi

Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi :

2002 – Araştırma Görevlisi (Süleyman Demirel Üniversitesi)