

**PIC MİKRODENETLEYİCİ KULLANARAK  
AĞ BAĞLANTILI GÖMÜLÜ SİSTEM TASARIMI  
İKLİMLENDİRME CİHAZ KONTROL  
ÜNİTESİ UYGULAMASI**

Emre KAÇMAZ  
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı  
Nisan – 2007

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

**Emre Kaçmaz**'ın "**PIC Mikrodenetleyici Kullanarak Ağ Bağlantılı Gömülü Sistem Tasarımı - İklimlendirme Cihaz Kontrol Ünitesi Uygulaması**" başlıklı **Bilgisayar Mühendisliği Anabilim** Dalındaki, Yüksek Lisans tezi 03.04.2007 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	<b>Adı-Soyadı</b>	<b>İmza</b>
Üye (Tez Danışmanı)	: <b>Prof.Dr.Ali GÜNEŞ</b>	.....
Üye	: <b>Yard.Doç.Dr. Nihat ADAR</b>	.....
Üye	: <b>Yard.Doç.Dr Cüneyt AKINLAR.....</b>	.....

**Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun**  
..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### PIC MİKRODENETLEYİCİ KULLANARAK AĞ BAĞLANTILI GÖMÜLÜ SİSTEM TASARIMI İKLİMLENDİRME CİHAZ KONTROL ÜNİTESİ UYGULAMASI

Emre KAÇMAZ

Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali GÜNEŞ  
2007, 72 sayfa

Bu tezde, bir gömülü sistem tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan gömülü sistem bir mikrodenetleyici, ısı algılayıcısı, röle ve ethernet kartından oluşmaktadır. Mikrodenetleyici olarak PIC mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Gömülü sistem bir iklimlendirme cihazını kontrol etmek üzere tasarlanmıştır. Mikrodenetleyici üzerinde bulunan sayısal/analog çeviriciye bağlı olan ısı algılayıcısından okunan değer, iklimlendirme cihazının faaliyete geçmesini ya da faaliyetini durdurmasını sağlamaktadır. Bu işlem mikrodenetleyiciye bağlı bir röle ile iklimlendirme cihazının elektrik bağlantısının kesilip açılması esasına göre çalışır. Belirlenen ısı değerlerinin üzerinde iklimlendirme cihazı devreye girmekte, altındaki değerlerde ise faaliyet durmaktadır. Ethernet kartı ile TCP/IP yığını kullanılarak gönderilen veriler, ısı algılayıcısının okuduğu değerler ve iklimlendirme cihazı faaliyet durumu, ağ üzerinde bulunan belirli bir bilgisayarda çalışan program ile izlenmektedir. Bilgisayar kullanıcısı istediği durumlarda ısı değerine bağlı kalmaksızın iklimlendirme cihazı faaliyetine müdahale edebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gömülü Sistemler, PIC Mikrodenetleyici, Isı Algılayıcısı, İklimlendirme Cihaz Kontrolü, TCP/IP Yığını

## **ABSTRACT**

**Master of Science Thesis**

### **NETWORKED EMBEDDED SYSTEM DESING BY USING PIC MICROCONTROLLER AIR CONDITIONER CONTROL UNIT APPLICATION**

**Emre KAÇMAZ**

**Anadolu University  
Graduate School of Sciences  
Computer Engineering Program**

**Supervisor: Prof. Dr. Ali GÜNEŞ  
2007, 72 pages**

In this thesis, a desing of an embedded system is done. The system consists a microcontroller, temperature sensor, switch and an ethernet chip. As a microcontroller, PIC microcontroller was used. The embedded system was designed to control an air conditioner unit. The value read from the temperature sensor, which is connected to the digital/analog converter (DAC) of the microcontroller, provides the air conditioner unit to start or to stop the service. This process is based on the power circuit of the air conditioner unit to turn on or turn off with a switch connected to the microcontroller. Above the specified heat values, the air conditioner unit starts to service on the other hand, below these values the air conditioner unit stops. The data, which is sent using TCP/IP stack by ethernet card, the temperature values and the state of the air conditioner unit, is monitored by a program on a specified network computer. The end user can intervene the service of the air conditioner unit without paying attention to the temperature values whenever he/she wants.

**Keywords:** Embedded Systems, PIC Microcontroller, Temperature Sensor,  
Climate Control, TCP/IP Stack

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GÖMÜLÜ SİSTEMLER</b> .....	<b>3</b>
2.1 Gömülü Sistem Tasarım Farklılıkları.....	4
2.1.1 Tek Fonksiyonluluk.....	4
2.1.2 Kısıtlar.....	4
2.1.3 Tepki Zamanı ve Gecikmesiz Çalışma.....	5
2.2 Gömülü Sistem Çeşitleri.....	5
2.2.1 Tek Çalışan Gömülü Sistemler.....	5
2.2.2 Gerçek Zamanlı Gömülü Sistemler.....	6
2.2.3 Ağa Bağlı Uygulamalar.....	7
2.2.4 Hareketli Cihazlar.....	7
2.3 Gömülü Sistemlerin Gereklilikleri.....	8
2.3.1 Güvenilirlik.....	8
2.3.2 Maliyet Etkisi.....	8
2.3.3 En Az Güç Sarfıyatı.....	9
2.3.4 İşlemci Gücünün Etkin Kullanımı.....	9
2.3.5 Etkili Bellek Kullanımı.....	9
2.3.6 Uygun İşlem Zamanı.....	10
2.3.7 Boyut.....	10
2.3.8 Kullanım Ömrü.....	10
2.3.9 Parça Sayısı.....	10
2.4 Gömülü Sistem Tasarımı.....	10

2.4.1 Ön Tasarım.....	11
2.4.2 İşletim Sistemi Tasarımı.....	11
2.4.3 Kod Eniyilemesi.....	11
2.4.4 Giriş-Çıkış Ünitelerinin Etkin Kullanımı.....	12
2.4.5 Test ve Hata Ayıklaması.....	12
2.5 Gömülü Sistem Uygulamaları.....	12
2.5.1 Tüketici Ürünleri.....	12
2.5.2 Biyomedikal Sistemler.....	13
2.5.3 Saha Uygulama Cihazları.....	13
2.5.4 Veri İletişim Cihazları.....	13
2.5.5 El Bilgisayarları.....	13
2.5.6 Telekomünikasyon Cihazları.....	14
2.5.7 Ağ Bilgi Cihazları.....	14
2.5.8 Kablosuz Uygulamaları.....	14
<b>3. MİKROİŞLEMCİLER VE MİKRODENETLEYİCİLER.....</b>	<b>15</b>
3.1 Mikroişlemci Mimarisi.....	15
3.1.1 Kaydediciler.....	16
3.1.2 Aritmetik ve Mantık Birimi.....	16
3.1.3 Zamanlama ve Kontrol Birimi.....	18
3.2 Mikrodenetleyiciler ve PIC.....	19
3.2.1 Von-Neuman Mimarisi.....	21
3.2.2 Harward Mimarisi.....	22
3.3 PIC Programlama Süreci.....	24
3.3.1 Kişisel Bilgisayar İhtiyacı.....	27
3.3.2 Bir Metin Editörü Kullanımı.....	27
3.3.3 Derleyici Dil Yazılımı.....	28
3.3.4 PIC Programlama Devre Kartı.....	28
3.3.5 Program Yükleme Yazılımı.....	29
3.3.6 Programlanmış PIC Deneme Kartı.....	29

<b>4. GÖMÜLÜ SİSTEMLERİN AĞA BAĞLANMASI.....</b>	<b>30</b>
4.1 Yaygın Ağ Oluşturma Metotları.....	30
4.2 Ağa Bağlanmış Gömülü Sistem Örnekleri.....	33
4.2.1 Endüstriyel Ethernet.....	33
4.2.2 Satış Uçbirim Terminalleri.....	33
4.2.3 Çevresel Görüntüleme Cihazları.....	34
4.2.4 Son Kullanıcı Uygulamaları.....	34
4.2.5 Bilgisayar Çevrebirimleri.....	34
4.2.6 Alarm ve Güvenlik Sistemleri.....	35
4.2.7 IP Üzerinde Ses Sistemleri.....	35
4.3 Protokoller ve İletişim Modelleri.....	36
4.3.1 Standart OSI katman modeli.....	36
4.3.2 İnternet Modeli.....	39
4.3.3 IEEE 802 modeli.....	40
4.4 İnternet Protokolü(IP).....	41
4.4.1 IP Adresleme.....	41
4.5 Gömülü Sistemlerde Veri İletimi.....	45
4.5.1 UDP.....	45
4.5.2 TCP.....	47
<b>5. UYGULAMA.....</b>	<b>52</b>
5.1 Problemin Tanımı.....	52
5.2 İklimlendirme Cihaz Kontrol Üniteleri.....	53
5.3 Kontrol Üniteleri Uygulama Alan Sorunları.....	54
5.4 Modelin Tanıtımı.....	55
5.4.1 Mikrodenetleyici Kartı.....	56
5.4.2 Ek Kart.....	59
5.4.3 Isı algılayıcısı.....	60
5.4.4 Röle.....	61
5.5 Sistem Çalışma Prensibi.....	62
5.6 Mikroişlemci Kart Isı Alıcısı Bağlantısı.....	64
5.7 Devre Kesici Röle Çalışma Prensibi.....	64

5.8 Gömülü Sistem Ağ Bağlantısı ve Bilgisayar Yazılımı.....	65
<b>6.SONUÇ.....</b>	<b>69</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>71</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1 Gömülü sistem uygulama örnekleri.....	4
2.2 Sayısal termometre tasarım örneği.....	6
3.1 8 Bitlik bir işlemci için kaydediciler gurubu.....	16
3.2 Aritmetik ve mantık birimi.....	17
3.3 Zamanlama ve kontrol biriminin giriş çıkış sinyalleri.....	18
3.4 Bir mikroişlemci sisteminin temel bileşenler çizimi.....	20
3.5 Bir mikrodenetleyici sistemin temel bileşenler çizimi.....	20
3.6 Von Neuman mimarili bilgisayar sistemi.....	21
3.7 Harward mimarili bilgisayar sistemi.....	22
3.8 PIC mikrodenetleyici ürün geliştirme yaşam döngüsü akış şeması.....	26
3.9 MPLAB metin editörü ekran görünüşü.....	27
3.10 MPASM derleyici programın görünüşü.....	28
4.1 İki mikrobilgisayar arasında basit arayüz.....	30
4.2 Mikrobilgisayarlar arasında uzun mesafeli arayüz oluşturma.....	31
4.3 Birebir (a) ve çoklu prizli (b) ağ oluşturma karşılaştırması.....	32
4.4 Geniş alan ağları düğümleri kullanılan sistem.....	32
4.5 Yerel alan ağı kullanan bilgisayar çevrebirimleri.....	35
4.6 Yedi katmanlı OSI modeli.....	37
4.7 Temel OSI modeli (a) ile internet modelinin (b) karşılaştırılması.....	40
4.8 Temel OSI modeli (a) ile IEEE 802 modelinin (b) karşılaştırılması.....	40
4.9 Yönlendirici farklı ağ alanları arasında yönlendirme yapabilir.....	42
4.10 UDP parçası.....	46
4.11 Gönderici ve alıcı geçici bellek sistemi.....	48
4.12 TCP Parçası.....	49
4.13 Üç yöllü el sıkışma.....	50
5.1 SBC65EC kart görünüşü.....	56
5.2 Yazılım Akış Şeması.....	58
5.3 DEV65T Ek Kart Görüntüsü.....	59
5.4 DEV65T üzerine yerleştirilmiş SBC65EC ile beraber.....	60
5.5 Isı algılayıcısı görünümü.....	60

5.6 Isı algılayıcısı bağlantı bacakları.....	61
5.7 Röle görüntüsü.....	62
5.8 Gömülü sistem çalışma şeması.....	63
5.9 Cihaz kapalı iken ekran görüntüsü.....	67
5.10 El ile kumanda edilerek cihaz aktif hale getirilmiş.....	67
5.11 Otomatik kullanım düğmesi tıklanmış.....	68
5.12 Sınır ısı değeri 30 santigrat derece olarak belirtilmiş.....	68

## ÇİZELGELER DİZİNİ

4.1 IP başlığının tanımlanması.....	44
4.2 UDP ve TCP karşılaştırması.....	51

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ALU	: Arithmetic Logic Unit
ARP	: Address Resolution Protocol
ATM	: Automated Teller Machine
CD	: Compact Disk
CISC	: Complex Instruction Set Computer
CPU	: Central Processing Unit
DAC	: Digital / Analog Converter
DNS	: Domain Name Server
DSP	: Digital Signal Processing
DVD	: Digital Versatile Disk
EEPROM	: Electronically Erasable Programmable Read Only Memory
EKG	: Electrocardiogram
FPU	: Floating Point Unit
HTTP	: Hyper Text Transfer Protocol
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	: Internet Protocol
IPv4	: Internet Protocol Version 4
IPv6	: Internet Protocol Version 6
I2C	: Inter Integrated Circuit
LCD	: Liquid Crystal Screen
LED	: Light Emitting Diode
MAC	: Media Access Control
MR	: Magnetic Resonance
MSS	: Maximum Segment Size
OSI	: Open System Interconnection
PBX	: Private Branch Exchange
PIC	: Peripheral Interface Controller
POS	: Point of Sale
RAM	: Random Access Memory
RARP	: Reverse Address Resolution Protocol

RFC : Request For Comments

RISC : Reduced Instruction Set Computer

ROM : Read Only Memory

SPI: Serial Peripheral Interface

TCP : Transmission Control Protocol

TCP/IP : Transmission Control Protocol / Internet Protocol

UART : Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

UDP : User Datagram Protocol

## 1.GİRİŞ

Günümüzde, hayatın her alanında elektronik donanımlardan yardım alınmaktadır. Teknolojinin hızlı ilerlemesi sayesinde elektronik donanımların kapasiteleri artmakta, fiyatları düşmekte ve boyutları küçülmektedir. Örneğin, çamaşır ve bulaşık makineleri, fırınlar, buzdolapları, televizyon ve ses sistemleri, iklimlendirme cihazları. Elektronik donanımlar işlemlerini gerçekleştirmek için, mikrodenetleyici olarak adlandırılan birimlere ihtiyaç duyar. İstenilen amacı gerçekleştirmek için kullanılan bir mikrodenetleyici, çevre cihazları ve yazılımdan oluşan sistemler “Gömülü Sistemler” olarak adlandırılır. Günlük hayatta kullanılan birçok elektronik cihaz gömülü sistem içerir ve bu sistemler tarafından kontrol edilir. Gömülü sistemler genellikle başka bir cihazı kontrol etmek ve işlemlerini gerçekleştirmek amacıyla, cihaz içerisine yerleştirilmiş olarak kullanılır. Bazı durumlarda ise, gömülü sistemler cihaz kontrollerini çevre algılayıcılarla elde edilen değerlere göre uzaktan da yapabilir. Bu tür uygulamalarda gömülü sistem ile ana cihazın bağlantısı için kablolu ya da kablosuz iletişim yolları kullanılır. Uzaktan veri iletişimi istenildiğinde kablosuz iletişim türleri daha çok tercih edilir.

Bu çalışmanın uygulama bölümünde, bir gömülü sistem tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan gömülü sistem ile bir iklimlendirme cihazını kontrol etmek, ısı algılayıcısının değerine göre işleme geçirmek ya da kapatmak ve ağ bağlantı yolu ile belirlenen bir bilgisayara durum hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır. Gömülü sistem bir mikrodenetleyici ve buna bağlı ısı algılayıcısından oluşmaktadır. Asıl amacı bir iklimlendirme cihazını kontrol etmek olan mikrodenetleyici, ısı algılayıcısı ile nesneye yakın alanın ısını tespit ederek, belirlenen sınırların dışında oluşan ısı değerlerinde söz konusu iklimlendirme cihazının faaliyete geçmesini sağlamaktadır.

Tasarlanan sistemde mikrodenetleyici, kullanıcı kontrolüne ihtiyaç duymadan üzerindeki yazılım desteği sayesinde kullanıcı tarafından daha önceden belirlenen ısı değerlerinin aşılması durumunda cihazın çalıştırılmasından sorumludur. Isı değeri belirlenen değerlere ulaştığında ise mikrodenetleyici, cihaz çalışmasını durdurarak gereksiz enerji sarf edilmesini önleyecektir.

Bu çalışmada ayrıca, mikrodnetleyiciye bağlı ethernet veri yolu ve İletim kontrol protokolü/İnternet protokolü (TCP/IP) yığını kullanılarak, belirlenen bir bilgisayara, alan ısı ve iklimlendirme cihazı çalışma durumu gönderilecektir. Bilgisayar kullanıcısı gerektiğinde ısı değerine bağlı kalmaksızın iklimlendirme cihaz faaliyetine müdahale edecektir.

İklimlendirme cihazları, üzerinde bulunan kontrol üniteleri ve algılayıcılar ile alan içerisindeki ısı değerini okumakta ve buna bağlı olarak ısıtma ya da soğutma işlemini gerçekleştirmektedir. Isı algılayıcılarının cihaz üzerine yerleştirilmesi, sadece cihaz ve çevresinin ısısının okunarak buna göre işlem yapılmasını sağlar. Tasarlanan gömülü sistemin iklimlendirme cihazından ayrı olarak konumlandırılması, alan içerisinde belirli bir yerin ısısına göre işlem yapmasını sağlamaktadır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm tezin konusunun ve kapsamının açıklandığı giriş bölümüdür. İkinci bölüm gömülü sistemler, gömülü sistem çeşitleri, gömülü sistem tasarım süreci ve uygulama alanlarını kapsamaktadır. Üçüncü bölümde gömülü sistemlerin işlemlerini gerçekleştirmek için kullandıkları mikrodnetleyiciler ele alınmıştır. Bu bölümde ayrıca mikroşlemciler ve mimarisi, mikrodnetleyiciler ve bir mikrodnetleyici çeşidi olan çevre arayüz kontrolörü (PIC) mikrodnetleyicisi hakkında genel bilgi, programlama süreci ve işlemleri ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan mikrodnetleyici türü de PIC mikrodnetleyicisidir. Dördüncü bölümde bilgisayarların ve mikrodnetleyicilerin aralarında haberleşmesine yönelik kavram ve uygulamalar açıklanmaktadır. Günümüzde kullanılan ağ metodları, iletişim modelleri ve protokoller, gömülü sistemlerin ağ bağlantısı için gerekli tanım ve örnekler bu bölümde kısaca ele alınmıştır. Beşinci bölümde bir iklimlendirme cihazı kontrol ünitesi gömülü sistem olarak tasarlanmıştır. Ünite ısı algılayıcılarından aldığı değerlere göre iklimlendirme cihaz faaliyetlerine müdahale etmektedir. Ağ ile sağlanan bilgisayar bağlantısı sayesinde kullanıcı ünite üzerindeki ısı değerini ve iklimlendirme cihaz faaliyetlerini izlemektedir. Bu uygulamada gömülü sistem içerisindeki mikrodnetleyici olarak Microchip firması tarafından üretilen PIC Mikrodnetleyici türü olan 16F6680 kullanılmıştır. Isı algılayıcısı, devre içeren transistörlü ısı algılayıcısıdır.

## 2. GÖMÜLÜ SİSTEMLER

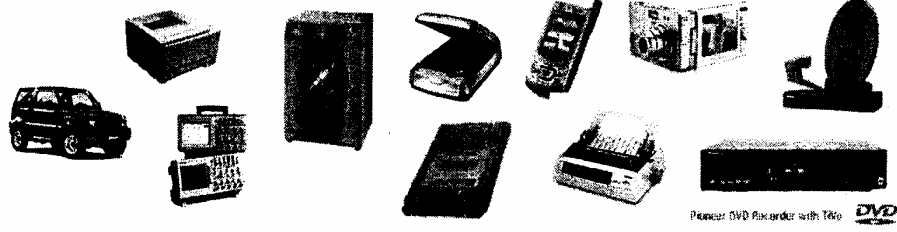
Masaüstü bilgisayarları, sunucular ya da ana bilgisayarlar günümüzde “Genel Amaçlı Bilgisayarlar” kategorisine girmektedir. Bu tür bilgisayarlar programlanabilen ve programı doğrultusunda her işi yapabilen bilgisayarlardır. Üzerlerine yüklenen programa göre kullanım amaçları da değişmektedir. Bu bilgisayarları kelime işlemek, finansman işlemleri yapmak, oyun oynamak ya da bilimsel hesaplamalar için kullanmak mümkündür. Diğer taraftan sadece yapıldığı amaç için hizmet eden bilgisayarlar mevcuttur. Müzik setleri, elektronik çamaşır makineleri, cep telefonları, taşınabilir müzik cihazları bu tür bilgisayarlar sayesinde işlemlerini gerçekleştirir. Bu cihazlar “Özel Amaçlı Bilgisayarlar” olarak adlandırılır[1]. Özel amaçlı bilgisayarlar işlemlerini gerçekleştirmek için gömülü sistem olarak adlandırılan elektronik devrelere ihtiyaç duyarlar.

Gömülü sistem deyince akıllara sadece belirli bir amacı gerçekleştirmek üzere üretilmiş işlemci ve çevre cihazlarından oluşan ve bir yazılım tarafından desteklenen elektronik sistem gelmektedir. Bu sistem genellikle başka bir alete bağlı ya da içinde bulunan bir kontrolör ve bu kontrolörün istenilen işlemleri gerçekleştirmesi için tasarlanmış yazılımdan oluşan mantıksal bir yapıdır. Gömülü sistem kullanan herhangi bir alet, kullanıcısı tarafından görülür ve kullanılır. Fakat kullanıcı; gömülü sistemi çalıştıran ve gömülü sistem üzerindeki yazılım doğrultusunda işlemleri gerçekleştiren kontrolörü göremez. Gömülü sistemler çok nadiren çöken ve güncellemeye gerek duymayan yazılımları ile birlikte üretilir. Genellikle gömülü sistemler bağımsız çalışır[2]. Örneğin, elektronik bir çamaşır makinesi içinde yer alan sistem, makine üzerindeki düğmelere, makinenin kontrol ettiği motorlara ve makine içinde yer alan çevre cihazlarına bağlıdır.

Bazı durumlarda gömülü sistemler yakınlarındaki cihazlarla ya da uzak bilgisayarlarla iletişim kurabilir. Cep telefonları, modemler ya da kredi kartları ile satış işlemi yapmak için kullanılan satış uçbirim terminalleri (POS) bu tür sistemlere örnektir. Bu cihazlar işlemlerini yerine getirebilmek için uzak bilgisayarlarla bağlantılı olmalı ve dolayısıyla veri iletişimi sağlamalıdır. Gönderilen mesajlar veri toplamak, veri işlemek ya da bakım için kullanılabilir[3].



Gömülü sistemlerin güncel hayatta uygulama alanları Şekil 2.1’de örnek resimlerle gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Gömülü sistem uygulama örnekleri[2].

## 2.1 Gömülü Sistem Tasarım Farklılıkları

Gömülü sistem içeren özel amaçlı bilgisayarlar ile genel amaçlı bilgisayarları birbirinden ayıran üç temel fark bulunmaktadır[3]. Bu farklar ilerleyen paragraflarda açıklanmaktadır.

### 2.1.1 Tek fonksiyonluluk

Gömülü bir sistem donanımı sadece tek bir amaç doğrultusunda çalışmaya yönelik tasarlanmış olup sistem üzerindeki yazılım yalnız bu amaç için hazırlanmıştır. Buna karşılık genel amaçlı bir bilgisayarda, bilgisayar üzerine yüklenen yazılım doğrultusunda bilgisayarın kullanım amacı değişiklik gösterebilmektedir. Gömülü sistem işlevlerini gerçekleştirirken bir mikrodenetleyici tarafından yönetilir. Kullanılan mikrodenetleyiciler depolama ve işlem miktarı sınırlı elektronik devreler topluluğudur. Gömülü sistemlerin tek bir işlem için tasarlanmasının sebebi üzerlerinde barındırdıkları mikrodenetleyicinin yazılım konusunda kapasitelerinin sınırlı olmasıdır.

### 2.1.2 Kısıtlar

Tüm bilgisayarlar tasarlanırken fiyat, ebat, performans ve güç gibi tasarım bileşenleri göz önüne alınır. Bu bileşenlere bakacak olursak, örneğin, maliyetin en

az seviyede olması için gömülü sistemler, ucuz fiyatlı bir mikrodenetleyici üzerine geliştirilmelidir. Diğer cihazların içinde yer alan ve cihazın işlemlerini gerçekleştirmesini sağlayan gömülü sistemler için ebat önemli bir kısıttır. Küçük ebatta mikrodenetleyiciler üzerinde sistem tasarımı yapmak önemlidir. Küçük ebattaki gömülü sistem üzerindeki sistem yazılımı, performans kaybı olmamasına dikkat edilerek tasarlanmalıdır. Gömülü sistemler bazı durumlarda şehir gerilimi yerine üzerlerinde bulunan bataryalar ile beslenirler. Sistemin batarya ömrünün uzaması amacıyla en az enerji sarfıyatı ile çalışması sağlanmalıdır.

### **2.1.3 Tepki zamanı ve gecikmesiz çalışma**

Gömülü sistemler çevresel değişikliklere göre tepkilerini gecikme olmaksızın vermek zorundadır. Örneğin, bir arabanın otomatik sürat sistemini çalıştıran bir gömülü sistem fren ya da gaz değişikliklerinde zaman geçirmeden tepki göstermelidir. Genel amaçlı bir bilgisayarda ise yapılan işlemlere verilen tepki sürelerinin uzaması bir sistem hatasına yol açmayacaktır.

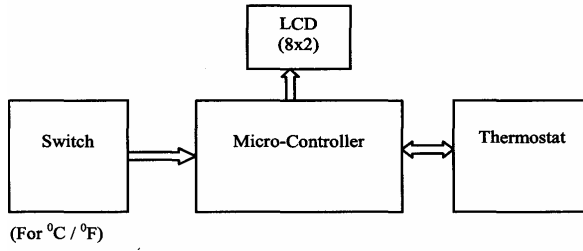
## **2.2 Gömülü Sistem Çeşitleri**

Gömülü sistemler kullanım şekillerine, çalışma şartlarına ya da tepki verme sürelerine göre çeşitlilik gösterir. Güncel hayatta karşımıza çıkan gömülü sistem uygulamalarını dört başlık altında inceleyebiliriz[4]:

### **2.2.1 Tek çalışan gömülü sistemler**

Bu tür gömülü sistemler veri girişlerini ve yordam çıkışlarını başka bir cihaza ihtiyaç duymadan yapabilir. Veri girişi algılayıcılardan alınan sinyallerle ya da sistem üzerine yerleştirilmiş düğmelere basılarak yapılabilir. Yordam çıkışları ise başka bir sürücüye gönderilen elektrik sinyalleriyle, sistem üzerinde bulunan ışık diyotlarıyla ya da sıvı kristal ekran üzerinden görüntülenebilir. Üretim tesislerinde kullanılan sistemler ya da otomobiller üzerine yerleştirilmiş sistemler tek çalışan gömülü sistemlere örnek verilebilir. Tek çalışan gömülü

sistem cihazları dış dünyadan algıladıkları verileri çeviriciler yardımıyla elektrik sinyallerine çevirir. Elektrik sinyalleri gömülü sistem tarafından işlemde geçirildikten sonra çevre cihazların kontrolüne yönelik yordam ile yine elektrik sinyalleri ile gerekli sürücülere gönderilir. Örneğin iklimlendirme cihazı ısı kontrolünde tanımlanan gömülü sistemin, işlemi gerçekleştirme süresi çok kesin sınırlarla belirtilmemiştir. Algılayıcı tarafından algılanan ısı belirlenen dereceye ulaştığında cihaz çalışmaya başlayacaktır. Şekil 2.2’de tek çalışan gömülü sistemlere örnek olarak bir sayısal termometre tasarım örneği görülmektedir. Bir mikrodenetleyici ile ısı algılayıcısından alınan değerler sıvı kristal ekran (LCD) üzerinde görüntülenmektedir. Gerekliğinde Celcius ve Fahrenheit dereceleri arasında çevirimler anahtar sayesinde yapılmaktadır. Bu örnekte olduğu gibi sayısal termometre cihazının birkaç milisaniye önce ya da sonra çalışması sistemin işleyişinde hataya sebep olmaz.



Şekil 2.2 Sayısal termometre tasarım örneği[4].

Tek çalışan gömülü sistemler, çalışmak için başka bir çevre cihaza ihtiyaç duymamaları sayesinde, istenilen her yerde kullanılabilirler. Çok küçük ebatları olan tasarımlar işlem yapmak için sadece çevre algılayıcılardan aldıkları bilgilere ihtiyaç duyarlar. Bu sayede diğer cihazların kontrolleri için kullanılırlar. Enerji sarfiyatı fazla olmayan tek çalışan gömülü sistemler bir batarya ile sürekli çalışır hale getirilirler.

### 2.2.2 Gerçek zamanlı gömülü sistemler

Gömülü sistemlerin bu çeşitlerinde sistem, belirlenen görevi tam zamanında gerçekleştirmek zorundadır. Örneğin, arabaların fren sistemini kontrol

eden bir gömülü sistem sürücünün fren pedalına basması anında devreye girmek zorundadır. Milisaniyelerle ifade edilen hatalar dahi kazalara sebep olabilir. Gerçek zamanlı gömülü sistemler işlem süresinin sınırlarına göre “zorunlu gerçek zamanlı gömülü sistemler” ve “esnek gerçek zamanlı gömülü sistemler” olarak ikiye ayrılır. Gerçek zamanlı tanımı ses ve görüntü iletiminde sıkça karşılaşılan bir kelimedir. Fakat ses ve görüntü iletiminde birkaç milisaniyelik gecikmenin olması sistemin işleyişini etkilemez. Bu sebepten dolayı ses ve görüntü taşımaya yönelik tasarlanmış olan gerçek zamanlı gömülü sistemler, esnek gerçek zamanlı gömülü sistem olarak adlandırılır.

### **2.2.3 Ağa bağlı uygulamalar**

Gömülü sistemler, haberleşmenin sağlanması ve kaynakların ortak kullanılması istendiğinde, bilgisayar sistemlerine ya da birbirlerine bağlanarak kullanılırlar. Gömülü sistemlerin birbirlerine ya da bir bilgisayar sistemine veri göndermesi istenildiğinde aralarındaki iletişimi sağlamak için TCP/IP yığını devreye girer. Dördüncü bölümde incelenen TCP/IP yığını sayesinde farklı gömülü sistemler ya da bilgisayar sistemleri arasında veri alış verişi sağlanır. Bu tür sistemler son yıllarda gelişme göstermiştir. Gömülü sistemler hiper metin aktarım iletişim kuralını (HTTP) kullanan bir internet sunucusu sistemin üzerinde çalıştırılabilir. Bu sayede sistemin algılayıcıları ile görüntülenen ısı, nem ve basınç gibi değerler bir web sayfası gezgini tarafından görüntülenebilir ya da bir merkeze gönderilerek işleme alınabilir. TCP/IP yığını ile gönderilen bilgiler üzerinde bir web sayfası görüntüleyicisi çalıştıran sunucu bilgisayarda toplanır. İnternet üzerine görüntü sunan web kameraları da bu tür sistemlere örnektir. Bu uygulamalar internet bilgi uygulamaları olarak adlandırılır.

### **2.2.4 Hareketli cihazlar**

Kablosuz internet bağlantı hızının artması ile taşınabilir cihazlar ses iletimine ek olarak yüksek oranlı veri iletim servisleri de çalıştırmaya başlamıştır. Hareket halindeki bir insan bu cihazlar ile e-posta, internet, dosya gönderme ve

alma gibi veri alış verişlerinden yararlanabilir. Java dili desteği ile üzerinde birçok uygulama yazılımı çalıştırılan bu cihazlar sayesinde kullanıcı verilerini yerel belleklerde toplayabilir, verileri üzerinde işlem yapabilir ve verilerini istenilen kaynağa iletebilir. Gerçek zamanlı ve gerçek zamanlı olmayan uygulamalar, çoklu ortam uygulamaları bu cihazların güçlü işletim sistemleri ve yüksek kapasitedeki bellekleri ile en az güç sarfıyatı yapılarak kullanılabilir.

## **2.3 Gömülü Sistemlerin Gereklilikleri**

Günümüzde gömülü sistemin tasarımında kullanılacak çok sayıda ve özellikte mikrodenetleyici bulunmaktadır. Sistem için gerekli işlemci seçimi yapılırken güvenilirlik, maliyet, kaynak kullanımı, işlem zaman sınırı gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması, tasarımın en uygun şekilde yapılabilmesi için gereklilik haline gelmiştir[4,5]. Sistem tasarımını yapmadan önce bu gereklilikleri incelememiz gerekmektedir.

### **2.3.1 Güvenilirlik**

Gömülü sistemler genellikle cihazların içinde kullanıcıların ulaşamayacağı yerlerde bulunurlar. Kullanıcı müdahalesine imkân vermeyen tasarımları sebebiyle sıfırlama ve yeniden başlatılma ihtiyaçları bulunmaz. Masaüstü bilgisayarlarda sistem genelinde bir sorunla karşılaşıldığında sistemin sıfırlanması kullanıcı tarafından sağlanabilir. Gömülü sistemler güvenilir donanıma ve yazılıma sahiptir. Bir donanım arızası yüzünden sistem sorunu ile karşılaşıldığında gömülü sistem kendini otomatik olarak sıfırlar. Gömülü sistemler için güvenilirlik son derece önemlidir.

### **2.3.2 Maliyet etkisi**

Bir gömülü sistemin, bir nükleer santralde işlemler yapmak için tasarlandığını varsayalım. Nükleer santralde yapılan işlemler çok detaylı ve risklidir. Bu tür uygulamalarda yapılan işlemlerin önemliliği sebebiyle, gömülü

sistem ve tasarımındaki maliyet göz ardı edilir. Fakat çoğu gömülü sistem satışa yönelik tüketim mallarının içerisinde bulunmaktadır. Bu sebeple maliyet faktörü önem kazanmaktadır. CD çalıcı, DVD oynatıcı gibi cihazların içinde bulunan gömülü sistemleri tasarlarken uygun işlemci, bellek ve çevre cihazların seçimi maliyet açısından önemlidir. Tasarımcı bazı durumlarda yazılıma yönelik sistem seçimini de tercih edebilir.

### **2.3.3 En az güç sarfiyatı**

Tasarlanan sistemlerde gömülü sistemlere gerekli olan enerji ihtiyacı çoğu zaman şehir şebeke gerilimi yerine bataryalarla sağlanır. Gömülü sistemin uzun süre işlem yapabilmesi için en az güç sarfiyatı hedeflenmelidir. Sistem kullanılmadığı durumlarda kendini uyku durumuna almalı ve güç sarfiyatını azaltacak tedbirler düşünülmelidir.

### **2.3.4 İşlemci gücünün etkin kullanımı**

Mikrodenetleyicilerin, mikro işlemcilerin ve dijital sinyal işlemcilerin (DSP) genel adı “işlemci” ‘dir. Gömülü sistem tasarımı için farklı işlem kapasitelerine sahip işlemciler mevcuttur. Tasarımcılar maliyet faktörünü de düşünerek uygun işlemciyi seçmelidir. Aynı güce sahip işlemciler arasında seçim yaparken maliyet ve daha önceki tecrübeler etkili olmaktadır.

### **2.3.5 Etkili bellek kullanımı**

Gömülü sistemler ek bir depolama birimine sahip değildir. Bellek ihtiyaçlarını yazılımın depolandığı salt okunur bellek (ROM) ve verilerin depolandığı rassal erişimli bellek (RAM) ile giderir. Tasarımcılar yazılımlarının boyutunu sistem üzerindeki salt okunur bellek büyüklüğü ile sınırlandırmalıdır. Mikrodenetleyiciler, günümüzde üzerlerine yerleşik bellek ile satışa sunulmaktadır. Bu sayede düşük maliyet ve hızlı işlem yeteneği elde edilir.

### **2.3.6 Uygun işlem zamanı**

Gömülü sistemler tanımlanan işlemleri belirlenen zaman aralığında bitirmek zorundadır. Genel amaçlı bilgisayarlarda işlem zaman sınırlarının yeterli olmaması gerçek zaman gerektiren uygulamalarda özel işletim sistemine sahip gömülü sistemlerin kullanımını zorunlu bırakmıştır.

### **2.3.7 Boyut**

Tek bir amaca yönelik tasarlanan gömülü sistemler genellikle başka bir cihazın içine yerleştirilmiş durumdadır. İçine yerleştirilen cihazın boyutlarına bağlı olarak gömülü sistemin boyutu da tasarımda önemlidir.

### **2.3.8 Kullanım ömrü**

Üzerindeki yazılımın defalarca kullanılmasına yönelik tasarlanan gömülü sistemlerin kullanım ömürlerinin uzun olması, beraberinde bulunan cihazın ömrünü de etkileyecektir. Bu sebeple gömülü sistemlerin donanım ve yazılım ömrünün uzun olması istenir.

### **2.3.9 Parça sayısı**

Cihazların içinde bulunan ve onların işlemlerini sağlamak için yaratılan gömülü sistemlerin çok fazla parçadan oluşmaması gerekmektedir. Gömülü sistemlerin işlemci, salt okunur bellek, rassal okunur bellek, sayısal analog çevirici (DAC) gibi parçalarının tek bir kart üzerine yerleştirilmesi uygundur.

## **2.4 Gömülü Sistem Tasarımı**

Donanım ve yazılım olarak iki parçadan oluşan gömülü sistemlerin tasarımı yapılırken, istenilen işlemleri, en hızlı şekilde ve en az kaynak kullanımı ile

gerçeklemek gereklidir. Bu sebeple tasarım aşaması sırasında verilmesi gereken bir takım kararlar bulunur.

#### **2.4.1 Ön tasarım**

Sistem tasarımında her şeyden önce donanım özelliklerinin ve yazılım türünün belirlenmesi gerekir. İstenilen işlemler donanımsal ya da yazılımsal olarak gerçekleştirilebilir. Donanımsal gerçekleştirme hızlı olmasına rağmen maliyet ve çalışma alanını kısıtlar. Yazılımsal gerçekleştirme ise daha esnekler. Çözüm yolunun ve yazılımın geliştirilmesi daha kolaydır. Donanımsal ya da yazılımsal gerçekleştirme karar vermek ön tasarım problemi. Bir diğer ön tasarım problemi ise TCP/IP yığınının gerçekleştirilmesidir. Gömülü sistemlerin ağa bağlı kullanılması istenildiğinde TCP/IP yığını kullanmak gereklidir[4]. Genel amaçlı bilgisayarlarda ikincil depolama üniteleri ve bellek miktarları sınırlı olmadığı için TCP/IP gerçekleştirilmesi işletim sistemi ile birlikte sağlanır. Gömülü sistemlerde ise sınırlı alana TCP/IP gerçekleştirilmesi maliyeti artırır; fakat bu gerçekleştirme sayesinde gömülü sistemler ağa bağlanabilir.

#### **2.4.2 İşletim sistemi tasarımı**

Gömülü sistemlerde işletim sistemine ihtiyaç duyulmadan da makine dili ya da C programlama dili ile yazılım gerçekleştirilebilir. İşletim sistemi kullanılan uygulamalarda tasarımcı, bellek kullanımı ya da işlemci yönetimi gibi sorunlarla uğraşmadan, sadece yazılım üzerinde çalışabilir. Gömülü işletim sistemleri, uygulama yazılımları için kullanıcı ara yüzlerine ihtiyaç duyar[4].

#### **2.4.3 Kod eniyilemesi**

Genel amaçlı bilgisayarlarda bellek ve depolama ünitesi sığaları yeterli olduğu için kod eniyilemesi ihtiyacı en az düzeydedir. Gömülü sistemlerde ise kaynak kısıtları kod eniyilemenin zorunluluğunu ortaya çıkartır[4,5].



#### **2.4.4 Giriş-çıkış ünitelerinin etkin kullanımı**

Birçok gömülü sistemde veri girişi 8 ya da 12 düğmeli klavyelerle sağlanır. Aynı şekilde veri çıkışı için de az sayıda ışıklı diyot (LED) ya da sınırlı kapasitede LCD kullanılır. Kısıtlı giriş-çıkış üniteleri ile programın en iyi şekilde çalıştırılması sağlanmalıdır[4-6].

#### **2.4.5 Test ve hata ayıklaması**

Tasarım aşamasında gömülü sistemler için oluşturulmuş kodları donanım üzerinde test etmek imkânsızdır. Test işlemi en son işlem olarak yapılır. Günümüzde tasarlanan kodlar, sistemin üzerine yüklenmeden, test ve hata ayıklaması işlemlerini yapan yardımcı uygulama yazılımları bulunmaktadır. Bu sayede hatalı kod yazımı en aza indirilmiştir[4-6].

### **2.5 Gömülü Sistem Uygulamaları**

Maliyetlerin düşmesi, boyutlarının küçülmesi ve işlem yetenekleri ile kapasitelerinin artması sayesinde günümüzde gömülü sistemler ile her alanda karşılaşılır. Eskiye nazaran, gömülü sistemler tarafından kontrol edilen cihaz sayısında artış olmuştur. Gömülü sistem içeren cihaz uygulamalarına ilişkin bilgiler, izleyen paragraflarda verilmiştir[4-6].

#### **2.5.1 Tüketici ürünleri**

Bu kategoriye ofis makineleri, dijital kamera ve fotoğraf makineleri, CD ve DVD oynatıcılar ve kaydediciler girer. Ayrıca üretim sisteminde kullanılan fabrika cihazları da bu kategori içinde listelenebilir. Örneğin, günümüzde gömülü sistemlerin gelişimi sayesinde dijital kameraların fonksiyonelliklerinde de önemli değişiklikler olmuştur. Dijital kameralar dış dünyadan gelen görüntüler bir çevirici sayesinde analog sinyallere dönüşmekte ve gerekli dönüşümler ve

sıkıştırılmalar uygulandıktan sonra depolama ünitesine ya da bir masaüstü bilgisayarına çıkış üniteleri tarafından aktarılmaktadır.

### **2.5.2 Biyomedikal sistemler:**

Bunlar, sağlık sorunlarına yönelik çalışmalarda faydalanılan cihazlardır. Manyetik titreşim görüntüleme cihazı (MR), kalp grafiği cihazı (EKG), röntgen ve hastane cihazları biyomedikal gömülü sistemlere örnektir. Ayrıca güvenlik sektöründe faydalanılan parmak izi tanımlama cihazı, retina tarama cihazı ve yüz algılama cihazları da bu kategoride yer alır.

### **2.5.3 Saha uygulama cihazları:**

Bu tür cihazlar yapılması gereken bir deney için uygun koşullar gerçekleşmediğinde sahadan veri toplamak için kullanılan cihazlardır. Bu cihazlar sanal istasyonlar oluşturularak algılayıcılar tarafından alınan bilgilerin bir merkeze iletilmesi ve bu bilgiler üzerinde işlem yapılması esasına dayalı olarak çalışır.

### **2.5.4 Veri iletişimi cihazları**

Veri iletişim cihazları, ağ üzerinde bulunan cihazların birbirleri ile veri alış-verişini sağlayan, veri trafiğini düzenleyen ve yönlendirme yapan, sayısal verileri örneksel verilere dönüştüren modem, IP üzeri ses telefonu gibi cihazlardır.

### **2.5.5 El bilgisayarları**

El bilgisayarları üzerilerindeki işletim sistemi sayesinde kapasiteleri büyük, buna karşın ebat olarak küçük ama kullanışlı olan cihazlardır. Bu cihazlar, Windows CE işletim sistemi, Palm işletim sistemi ve Symbian işletim sistemi gibi işletim sistemleri ile desteklenir.

### **2.5.6 Telekomünikasyon cihazları**

Ses ve görüntü taşınması esnasında en büyük sorun veri sığasının büyüklüğüdür. Bu verileri sığa olarak küçültmek için gerekli işlemler gömülü bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilir. Örneğin coğrafi pozisyon görüntüleme sistemleri bu kategoride yer almaktadır.

### **2.5.7 Ağ bilgi cihazları**

Ağa bağlı çalışan ve sıcaklık, basınç, nem gibi değerleri algılayıcılardan alarak diğer çevre cihazlara gönderen uygulamalar ağ bilgi cihazları olarak adlandırılırlar. Genellikle internet ve TCP/IP yığını veri yolu olarak kullanılır. Örnek olarak, güvenlik kameraları uygulamaları, hava istasyonları bu tür cihazlar sınıfına girer.

### **2.5.8 Kablosuz uygulamalar**

Kablosuz veri hızlarındaki artış sayesinde birçok sistem artık çevre cihazlarla kablosuz olarak haberleşmeye başlamıştır. RFC 802.11 b ve g iletişim kuralları bu teknoloji için gerekli tanımları sunmaktadır. Gömülü sistemler, cihaz bağlantılarında ve veri aktarımlarında kablosuz iletişim yolunu seçmektedir.

### 3. MİKROİŞLEMCİLER VE MİKRODENETLEYİCİLER

Mikroişlemciler cam, seramik, plastik gibi malzemelerin karışımından üretilen bir kafa ve kafanın alt kenarlarına dizili metal bacaklardan oluşan kapalı kutulardır. Küçük bir hacimde on binlerce elektronik devre elemanının birleşmesi ile oluşmasından dolayı “yonga” olarak adlandırılır. Mikroişlemciler özellikle bilgisayarlarda tüm işlemleri yerine getiren merkezi işlem birimleri (CPU) olarak kullanılır. Mikroişlemciler, ev bilgisayarları da dahil bir çok alanda kullanılmaktadır. Mikroişlemciler yerleşkelerinde bulunan aritmetik/mantık birimi (ALU) sayesinde işlem yapma ve kontrol birimi sayesinde çevre cihazlarını kontrol etme yetilerine sahiptir. Genel olarak mikroişlemcilerin sistem içinde gerçekleştirdikleri görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir[7]:

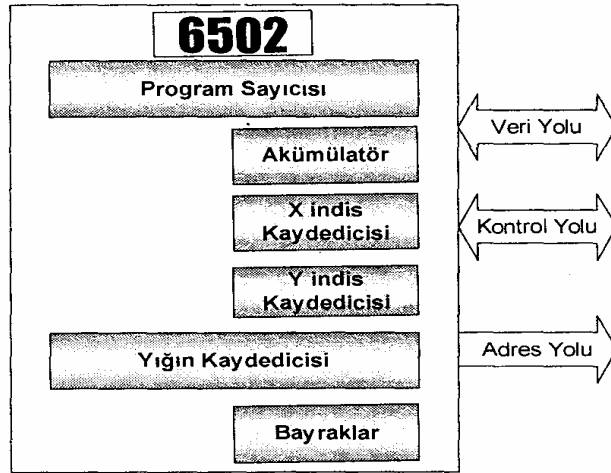
- Mikroişlemci, sistemdeki tüm elemanlara ve birimlere kontrol sinyali sağlar,
- Bellekten komutları alıp getirir,
- Komutların kodunu çözer,
- Komutun işlenişine göre veriyi kendisine ya da giriş/çıkış birimlerine aktarır,
- Program işlenirken, diğer donanım parçaları tarafından gönderilen kesme isteklerine cevap verir.

#### 3.1 Mikroişlemci Mimarisi

Bir mikroişlemcinin çalışması için bir grup kaydedici, işlemleri gerçekleştiren ALU ve gerçekleştiren işlemleri denetleyen zamanlama ve kontrol birimine ihtiyaç vardır. Mikroişlemci mimarisi bu birimlerin oluşturduğu elektronik yapının düzenidir. Mikroişlemciyi oluşturan birimler hakkında bilgi izleyen paragraflarda verilmiştir.

### 3.1.1 Kaydediciler

İşlemci çalışma prensibi ile insanoğlunun günlük yaptığı iş ve davranışlar benzerlik göstermektedir. Temelde yatan problem ham verinin işlemlerden geçirilerek gerekli bilgiye dönüştürülmesinin sağlanmasıdır. Ham veri alındıktan sonra işlemci içerisinde programlar yürütülürken bu verilerin geçici olarak saklanacağı kaydedicilere ihtiyaç vardır. Kaydediciler işlemci mimarisinde önemli bir yer tutan ve doğrudan işlemci mimarisini belirleyen faktörlerden birisidir. Kaydediciler verinin hareketlerinde ve geçici olarak saklanmasında birinci dereceden görevlidir[7]. Örneğin 8-Bitlik 6502 işlemcisi için kaydediciler grubu Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



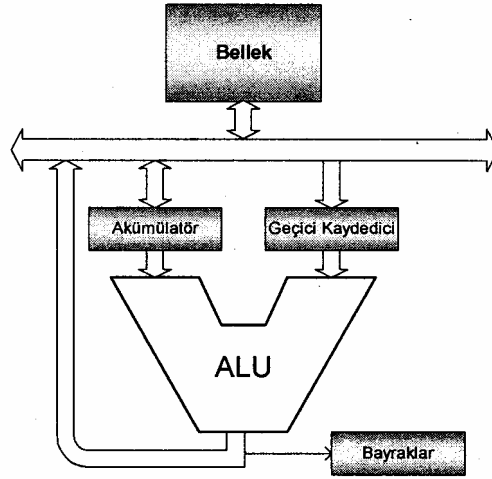
Şekil 3.1 8 Bitlik bir işlemci için kaydediciler grubu[7].

### 3.1.2 Aritmetik ve mantık birimi (ALU)

Aritmetik ve mantık birimi işlemci içerisinde işlemlerin yapıldığı en önemli birimdir. Bu birime giriş işlemleri, akümülatör kaydediciyle bellekten alınan veri arasında ya da akümülatörlerle diğer kaydediciler arasında olabilir. Aritmetik işlemler toplama, çıkartma, bölme ve çarpma; mantıksal işlemler ve, veya, değil gibi işlemlerdir. Komutlarla birlikte bu işlemler mantık kapılarının oluşturduğu toplayıcılarla, çıkarıcılarla ve kaydıran kaydedicilerle gerçekleşir.

Bloklaştırılmış bu devreler bir dahili veri yolu ile kaydedicilere ve zamanlama-kontrol birimine bağlanmıştır. Aritmetik ve mantık biriminde gerçekleştirilen tüm işlemler kontrol sinyalleri sayesinde, zamanlama ve kontrol birimi ise eş güdüm halinde yapılır.

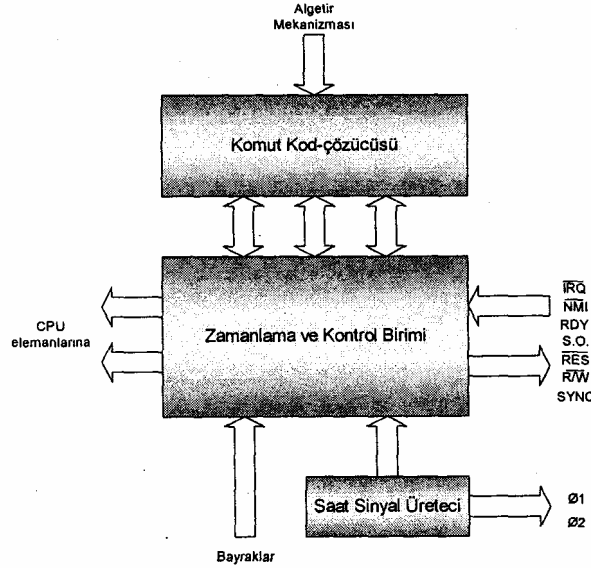
Aritmetik ve mantık birimi basit işlemleri hızlı bir şekilde gerçekleştirir. Karmaşık işlemleri gerçekleştirmek için ise altyordam gruplarına ve ek elektronik devrelere ihtiyaç duyulur. Eğer ek elektronik devre konulmamışsa karmaşık bir işlemi gerçekleştirmek için bir işlemi defalarca tekrarlamak gereklidir. Tam sayı mantığına göre tasarlanan işlemcilerde kesirli sayılarla işlem yapmak oldukça zordur. Büyük kesirli sayılarla işlem yapılmak istenildiğinde gelişmiş işlemcilerde bulunan kayan nokta ünitesi (FPU) birimi yardımcı olur. Eğer işlemcide kayan nokta birimi mevcut ise ağır matematiksel işlemlerde bu birim işlemi yapacağı için ana işlemci diğer işlemlerle meşgul olabilir. Bu da işlemci hızında yavaşlama olmamasını sağlar[8]. Şekil 3.2’de aritmetik ve mantık birimi ile ilişkide olduğu diğer birimler gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Aritmetik ve mantık birimi[7].

### 3.1.3 Zamanlama ve kontrol birimi

İşlemcinin üçüncü bölümünü meydana getiren bu kısım, sistemin tümünün işleyişinden ve işlemlerin zamanında yapılmasından sorumludur. Zamanlama ve kontrol birimi, bellekte program bölümünde saklanan program kodunun alınıp getirilmesi, kodun çözülmesi, aritmetik ve mantık birimi tarafından işlenmesi ve sonucun alınıp belleğe geri yerleştirilmesi için gerekli olan kontrol sinyallerini üretir. Sistem dahilinde ve haricinde bulunan tüm birimler üretilen sinyaller ile denetlenir[7,8]. Şekil 3.3'te zamanlama ve kontrol birimi giriş ve çıkış sinyalleri gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Zamanlama ve kontrol biriminin giriş çıkış sinyalleri[8].

Basit bir mikroişlemcide zamanlama ve kontrol birimi, aşağıda açıklanan üç farklı işlevi yerine getirir:

- **Zamanlama kontrolü:** İşlemci harici saat sinyali üreten bir birimden giriş alan iç-saat devresine sahiptir. Bu sinyal alınarak, yapılması gereken işlem sırasına göre zamanlama sinyallerine çevrilir. Zamanlama sinyallerine çevrilen saat sinyalleri sistem içindeki gerekli birimlere gönderilir.

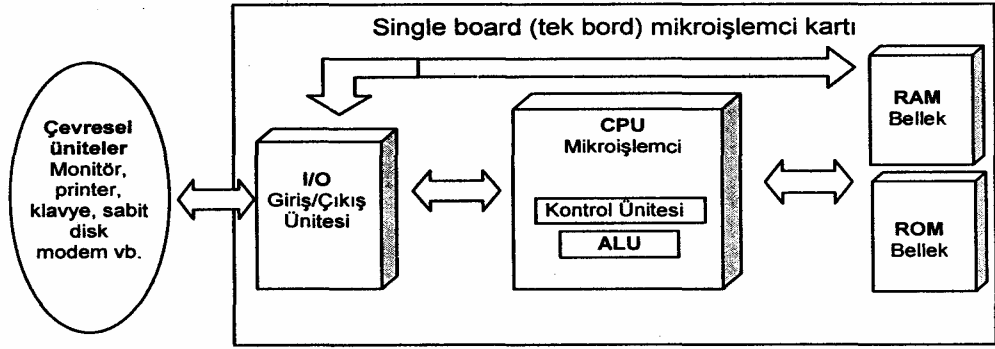
- **Komut kod çözücüsü:** Bu devre komut kaydedicisinde tutulan komutları yorumlar ve aritmetik ve mantık birimine kaydedicilerle çalışmasını sağlayan zamanlama ve kesme sinyallerini gönderir.
- **Kesme mantık birimi:** Bu birim de diğer birimler gibi gerektiğinde kesme sinyalleri olarak işlemciyi uyarır.

Mikroişlemciler birim zamanda işledikleri veri miktarına göre sınıflandırılırlar. İlk mikroişlemciler birim zamanda sadece 8 bitlik veri işleme kapasitesine sahiplerdi. Teknoloji ilerledikçe, mikroişlemcilerin birim zamanda işleyebilecekleri veri miktarı da artış göstermiştir. Mikroişlemciler birim zamanda işledikleri veri miktarına bağlı olarak 8 bitlik, 16 bitlik, 32 bitlik ve 64 bitlik mikroişlemciler olarak sınıflandırılırlar. Tasarım mimarisi aynı temeller üzerine oturmuş olsa da 8 bitlik bir işlemci üzerinde fonksiyonelliğin artırılması gerektiğinde işlemci içerisindeki birim sayılarının da artırılması gereklidir[7].

### 3.2 Mikrodenetleyiciler ve PIC

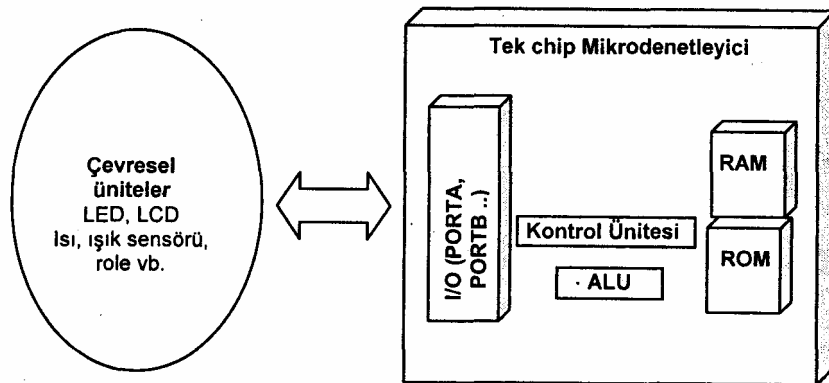
Bilgisayarlar üzerindeki tüm işlemler merkezi işlem birimleri yani işlemci tarafından gerçekleştirilir. İşlemci ham veriyi alarak, üzerinde bulunan yazılım doğrultusunda işlemleri gerçekleştirir ve kullanılabilir veri haline getirir. İşlemciye ham veriyi göndermek ve işlemde geçirilmiş verileri görüntüleyebilmek için giriş/çıkış birimlerine ihtiyaç vardır. İşlemcinin veri saklama kapasitesi sınırlı olduğu için üzerinde ham ve işlenmiş verileri geçici olarak depolama görevi rassal erişimli bellekler tarafından üstlenilmiştir. Birbirinden ayrı olarak yerleştirilen merkezi işlem birimi, rassal erişimli bellek, salt okunur bellek ve giriş/çıkış üniteleri veri yolları ile birbirlerine ve çevresel ünitelere bağlanmıştır. Bu yapı, mikrobilgisayar sistemi olarak adlandırılır[2]. Mikroişlemci kullanılan bir mikrobilgisayar sisteminin temel bileşenlerinin blok çizimi Şekil 3.4'te görülmektedir.





Şekil 3.4 Bir mikroişlemci sisteminin temel bileşenler çizimi[2].

Gömülü sistemlerde ise merkezi işlem birimi, rassal erişimli bellek ve giriş/çıkış birimleri için yeterli alan bulunmayabilir. Bu birimlerin tamamının tek bir çatı altında toplanması ile mikrodenetleyiciler oluşturulur. Mikrodenetleyicilerin mikroişlemcilerden temel farkı, merkezi işlem birimi, rassal erişimli bellek ve giriş/çıkış ünitelerinin tek bir yonga altında toplanmasıdır. Bu şekilde üretilmiş olan yongalarda birimlerin tamamı bir araya geldiği için, bu birimlerin arasında ayrıca veri iletim hattı ve adresleme hattı oluşturulmasına gerek olmaz. Üç birimin bir arada bulunması ayrıca maliyeti de düşürücü bir etken olmuştur. Maliyet faktörü ve tek bir çatı altında tüm birimlerin toplanmış olmasının getirdiği kullanım kolaylıkları ile mikrodenetleyiciler gömülü sistemlerin vazgeçilmezi haline gelmiştir[2,8]. Bir mikrodenetleyici sistemin blok çizimi Şekil 3.5’te görülmektedir.

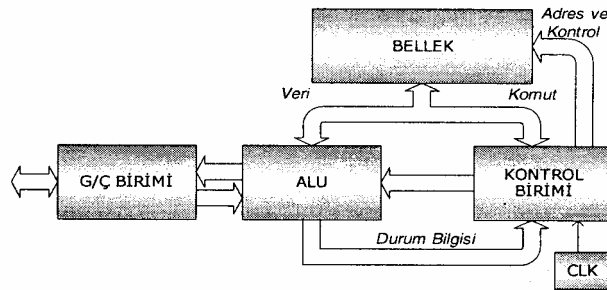


Şekil 3.5 Bir mikrodenetleyici sistemin temel bileşenler çizimi[2].

Mikrodenetleyici sistemler ayrıca tasarım mimarisi açısından da mikroşlemcilerden farklıdır. Mikroşlemcilerde kullanılan Von-neuman mimarisinin yerini alan Harward mimarisi mikrodenetleyicilere avantajlar sunmuştur[9,10]. Bu iki mimari izleyen paragraflarda ele alınmıştır.

### 3.2.1 Von-neuman mimarisi

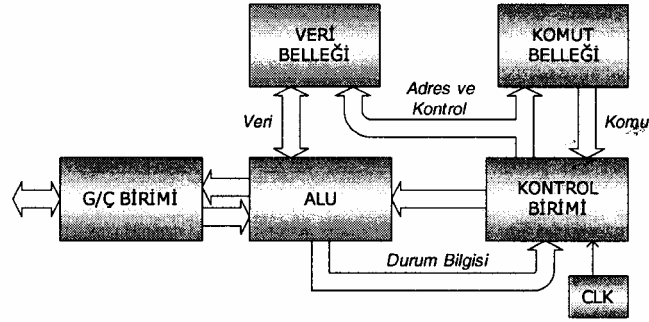
Bilgisayarlarda ilk kullanılan mimari türü Von-neuman mimarisidir. Aritmetik ve mantık birimi, kontrol birimi, bellek, giriş/çıkış birimleri ve bu birimler arasında veri iletişimini sağlayan veri yolları olmak üzere beş birimden oluşmaktadır. Bu mimaride program kodları ve işlenecek veriler aynı bellek bloğu hücrelerinde saklanmaktadır. Her bir komut çevirimi ya bir program ya da bir veri hücrelerine erişilebilmektedir. Bu nedenle işlem hızı düşüktür. Bir komutun icra edilebilmesi için çok fazla dahili saat çevirimi gerekir. Yazılan programların verileri işleme için çok fazla sayıda komut kullanmak gereklidir. Merkezi işlem birimi ile rassal erişimli bellek arasında sadece bir veri yolu mevcuttur. Rassal erişimli bellek ve program belleği aynı veri yolunu paylaştığı için aynı bit genişliğinde olmaları zorunludur. Von-neuman mimarisinde çok fazla komut ve adresleme yolu mevcuttur. Bu mimarinin uygulandığı işlemciler genellikle karışık komut kümelikli bilgisayarlar (CISC) adı verilir[9,10]. Mikroşlemcinin işlevsel birimlere sahip olduğu basit bir Von Neuman mimarili bilgisayar Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6 Von Neuman mimarili bilgisayar sistemi[10].

### 3.2.2 Harward mimarisi

Genellikle mikrodenetleyicilerde kullanılan Harward mimarisi program kodlarının ve verilerin farklı bellek bloklarında bulunması esasına dayanmaktadır. Buna göre, veri ve komut aktarımında kullanılan iletişim yolları da birbirinden farklıdır. Komutla birlikte veriler de aynı çevirim içinde farklı iletişim yolları ile işlemciye getirilebilir. Bu sayede işlemcinin hızı artar. Bir komutun yerine getirebilmesi için sadece bir saat çevrimine ihtiyaç vardır. Bu mimari sayesinde mikrodenetleyicilerin kullanımı için az sayıda komuta ihtiyaç vardır. Veri ve program veri yolları farklı bit genişliğinde olabilir. Mikrodenetleyicilerde Harward mimarisinin kullanılması sistemin hızlı ve güvenilir olmasını sağlar. Bu mimarinin kullanıldığı işlemciler genellikle indirgenmiş komut kümeli bilgisayar (RISC) adı verilir[7-10]. Harward mimarisinin yapısı Şekil 3.7’de görülmektedir.



Şekil 3.7 Harward mimarili bilgisayar sistemi[10].

Mikroişlemci üretimine yönelik çalışan firmalar son yıllarda mikrodenetleyici üretimine de başlamışlardır. Mikrodenetleyiciler üretici firmalarına göre kodlanır. Örneğin, Microchip firması tarafından üretilen mikrodenetleyicilere çevre arayüz kontrolcüsü (PIC) adı verilir. Adından da anlaşılacağı gibi PIC, çevresel birimlerin (motor, röle, lamba, ışık, ısı ve nem algılayıcıları... vb.) giriş/çıkış birimlerini kolayca kontrol eder[2].

PIC mikrodenetleyicisi de diğer mikrodenetleyicilerdeki gibi mikroişlemci, program belleği, veri belleği ve giriş/çıkış ünitelerinin bir araya gelmesi ve tek bir yonga altında toplanması ile oluşur. Bu tür mikrodenetleyiciler Harward mimarisini kullanır. Tek bir yonga altında toplanan ve

mikrodenetleyiciyi oluşturan birimlerin işlemleri izleyen paragraflarda verilmiştir[8].

- **Mikroişlemci birimi:** Mikrodenetleyicideki tüm işlemleri başlatır, kontrol eder ve sonlandırır. Mikrodenetleyici belleğinden okuduğu bilgileri kendi iç yazmaçlarına geçici olarak depolar. İşlenecek olan bu verilerin bulunduğu yeri işaret eden adresler de bu yazmaçlarda tutulur. Veriler 1 ya da 0 değerini alabilen ikili sayı dizileri biçimindedir. İç yazmaçlarda bir seferde en çok tutulabilen veri sayısı, o mikroişlemcinin sözcük uzunluğu olarak adlandırılır. Mikrodenetleyicinin sözcük uzunluğu mikroişlemci sözcük uzunluğuna göre adlandırılır ve genelde 2 sayısının tam katları şeklinde düzenlenmiştir. Mikroişlemci birimi daha önce bahsedilen kaydediciler, aritmetik ve mantık birimi ile zamanlama ve kontrol birimlerini de içinde barındırır.
- **Program belleği:** Mikrodenetleyicinin uygulaması için verilen komutlardan oluşan programın yerleştirildiği yerdir. Mikroişlemci uygulayacağı tüm işlemleri ve bu işlemlerin sırasını program belleğinin ilgili adreslerine bakarak öğrenir. Program belleği olarak genellikle salt okunur bellek (ROM) olarak anılan devre elemanları kullanılır. ROM üretim aşamasında bir kere yazılır ve bir daha bu kod değiştirilemez. PIC uygulaması tasarlayanlar kendi kodlarını yazmayı ve uygulatmayı amaçladıkları için günümüzde program belleği olarak elektrik ile defalarca programlamaya olanak tanıyan elektronik olarak silinip programlanabilen salt okunur bellek (EEPROM) devreler kullanılmaktadır.
- **Veri belleği:** Programların üzerinde çalışacağı veri dizelerini saklamak için kullanılır. Programların çalışması için veri belleği üzerindeki yazmaçlar ve veri belleği olarak da genellikle rasgele erişimli bellek (RAM) devreleri kullanılır. RAM devreleri, veri saklamaya ve saklanan veriyi istenildiği anda silmeye, yenilemeye ya da değiştirmeye olanak sağlayan devrelerdir. Veri belleği olarak genelde program belleği olarak

kullanılan EEPROM kullanılması da mümkündür. EEPROM devre üzerine kayıt işlemi RAM devre kadar hızlı değildir. Bu nedenle EEPROM devreler veri belleği olarak kod ve şifre tutma gibi amaçlarla kullanılır.

- **Giriş/Çıkış birimi:** Giriş birimi mikroişlemci dışındaki devreler ya da sistemlerden gelen cihazları mikroişlemciye aktaran tümleşik bir yapıdır. Benzer şekilde çıkış birimi de işlemci dışındaki devrelere çıkış sinyallerini aktaran tümleşik bir yapıdır. Mikroişlemcinin dış dünya iletişimi giriş/çıkış birimleri ile kurulur. Bu birimler mikroişlemciye göre değişiklik gösterir. Giriş/çıkış birimleri sayesinde mikroişlemciye, uygulama için geliştirilen elektronik kartlara bağlı olarak, potansiyometre, röle, algılayıcı, klavye, yazıcı, sıvı kristal ekran gibi cihazlar bağlanarak veri girişi ya da veri çıkışı sağlanabilir.

Mikrodenetleyicilerin çalışması için mutlaka saat sinyali gereklidir. Sinyal bir osilatörün ürettiği kare dalgadır. Saat sinyali mikrodenetleyicinin çalışma ritmini sağlar[8].

Mikrodenetleyiciler yazılan programlara bağlı olarak iş yapma yetisine sahiptir. Fakat kendi başlarına durağan bir yapıları vardır. Yalnızca kendisine tanımlanan işlem dizisine uygun hareket etmek zorundadır. Mikrodenetleyici tarafından yapılması gereken işlemlere “komut” adı verilir. Komutların uzunluğu yapılması gereken işin karmaşıklığı ile doğru orantılıdır. Bir ışığı yakıp söndürmek ya da iki sayının toplanması işlemleri birkaç komut ile sağlanırken, bir bilgisayarın işletimini sağlamak ise yüz binlerce komuttan oluşmaktadır[11].

### 3.3 PIC Programlama Süreci

PIC Mikrodenetleyici kullanarak bir gömülü sistem tasarlamak istendiğinde ilk olarak geliştirilecek sistemin hangi amaç veya amaçlara hizmet edeceğinin belirlenmesi gerekir. Tasarlanacak sistem kullanılacak donanım ve geliştirilecek yazılım ile doğrudan bağlantılıdır. Donanım tasarımı önemli bir iş adımıdır. Gerçekleştirilmesi gereken işlem dizisine bakarak, öncelikle işlemleri

gerçekleştirebilecek kapasitede bir PIC mikrodnetleyicisi seçilmelidir. PIC seçiminin hatalı yapılması tasarlanacak yazılım kodlarının, giriş/çıkış birim kontrollerinin ve işlemlerin doğru ve zamanında yapılamamasına sebep olur. Donanım tasarımından sonra PIC ile işlemleri gerçekleştirebilmek için gerekli yazılımın tasarlanması gerekmektedir.

PIC mikrodnetleyicileri tek bir yonga içinde tüm birimlerin birleştirilmesi ile oluşturulur. Bu sebeple veri saklama ve işleme kapasiteleri düşüktür. Yazılım tasarlama sürecinde gereksiz kodlar kullanılmadan işlemlerin gerçekleştirilebileceği minimum kod satırı tasarlanmalıdır. Tasarlanan kodun PIC mikrodnetleyicisi tarafından anlaşılabilmesi için dönüştürülmesi gereklidir. Bu işlem derleme olarak adlandırılır.

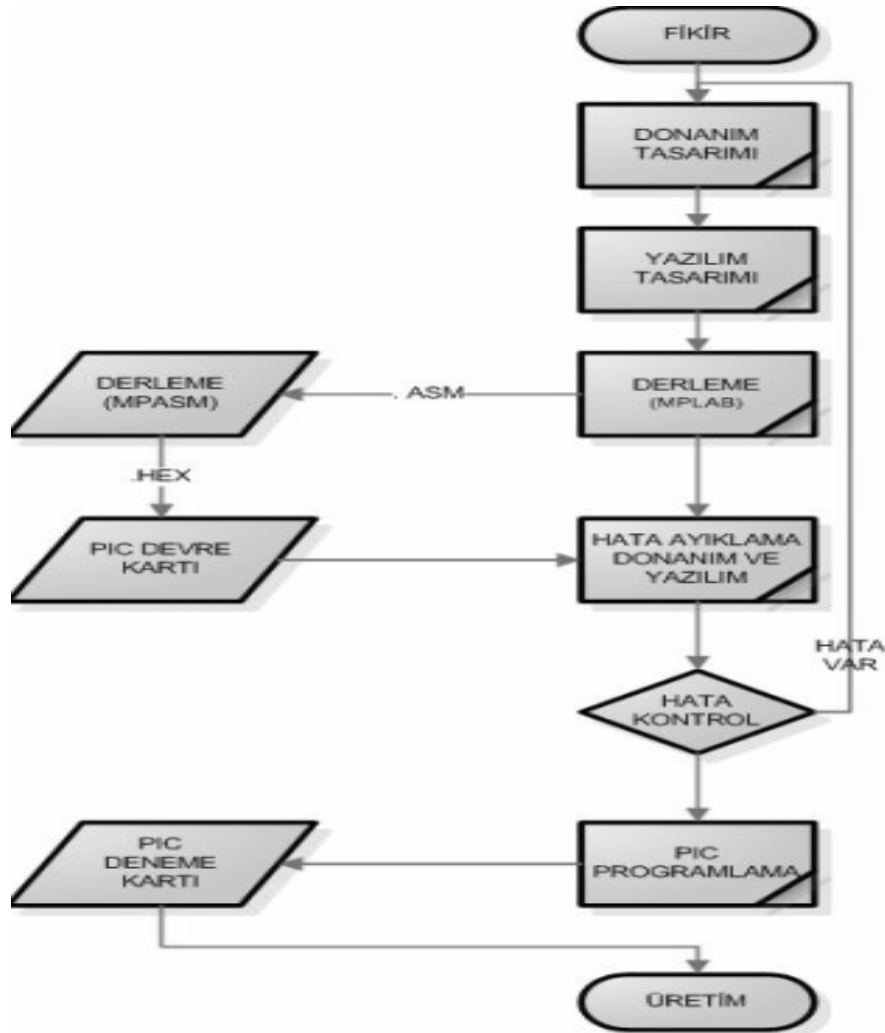
PIC mikrodnetleyici Microchip firması tarafından üretilen bir mikrodnetleyicidir. Microchip firması tarafından PIC mikrodnetleyici yazılım tasarımında kullanılmak üzere uygulama yazılımları üretilmiştir. Firmanın internet sayfasından ücretsiz olarak sağlanan bu yazılımlar ile kod yazım ve derleme işlemleri yapılmaktadır. MPLAB yazılımı metin editörü, derleme ve hata ayıklama işlemlerinde, MPASM yazılımı ise makine dili dönüşüm işlemlerinde destek sağlamaktadır. Örneğin C programlama dili ile geliştirilmiş bir kod sayfası önce MPLAB yazılım ortamında MPASM yazılımı tarafından okunabilecek dosya biçimine dönüştürülür. Daha sonra MPASM yazılımı bu dosyayı PIC mikrodnetleyici üzerine gönderilecek makine diline çevirir.

PIC mikrodnetleyici üzerine gönderilmeden yazılım, testlerden geçirilir. Gömülü sistem için geliştirilmiş yazılımlar sayesinde hata ayıklama ve test işlemleri bilgisayar üzerinde canlandırılabilir. Hata ayıklama işlemi ayrıca PIC mikrodnetleyici deneme kartı üzerine yüklenen yazılım ile de yapılır. Hata denetimi sonrasında sorun ile karşılaşılmazsa PIC mikrodnetleyicisi programlanır. Karşılaşılan bir hata anında, yazılım tekrar gözden geçirilir. PIC mikrodnetleyici üzerine yüklenen yazılım, gerçekleştirilen tasarım üzerinde test edilir.

Gömülü sistemin donanım ve yazılımının sorunsuz çalıştığı anlaşıldığında, gerekiyorsa üretim aşamasına geçilir[8]. PIC mikrodnetleyicisi için yapılan tasarımlarda metin editörü ya da derleyici olarak kullanılan farklı yazılımlar da

mevcuttur. Bu yazılımlar da PIC mikrodenetleyici içeren bir gömülü sistem tasarımında, aynı yaşam döngüsünü kullanırlar. Şekil 3.8’de yukarıda açıklanan PIC mikrodenetleyicisi kullanarak ürün geliştirme yaşam döngüsü, akış şeması şeklinde görülmektedir.

PIC mikrodenetleyicisi kullanılarak gömülü sistem tasarımı yapılması istenildiğinde mikrodenetleyici haricinde ek donanımlara da ihtiyaç duyulmaktadır. Yazılımı geliştirmek, kodları oluşturmak, kodların derlenmesi ve hata ayıklanması, test işlemlerinin yapılabilmesi için gerekli donanım ve yazılım ürünleri kişisel bilgisayar, metin editörü, çevirici dili yazılımı (assembler), test kartları ve program yükleme kartları olarak sıralanabilir[8,11].



Şekil 3.8 PIC mikrodenetleyici ürün geliştirme yaşam döngüsü akış şeması[11].

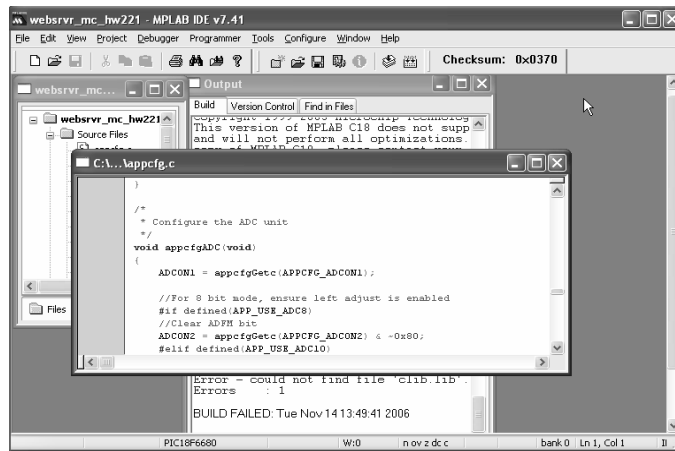
PIC mikrodenetleyicisi kullanılan bir gömülü sistemin tasarımı ve üretimi aşamalarında aşağıda belirtilen donanım ve yazılım parçalarına ihtiyaç duyulur.

### 3.3.1 Kişisel bilgisayar ihtiyacı

Program kodlarının yazılması, doğru ve hızlı bir şekilde PIC mikrodenetleyici belleğine gönderilmesi için üzerinde işletim sistemi ve uygulama yazılımları çalıştırabilecek güçte bir bilgisayara ihtiyaç vardır. Bir metin editörü kullanılarak yazılan kodların PIC'e yüklenmesi gerekir. Ayrıca Microchip firması tarafından üretilen mikrodenetleyiciye ait CD'lerin kullanılabilmesi için CD sürücüsü de gereklidir[2,8].

### 3.3.2 Bir metin editörü kullanımı

PIC mikrodenetleyici yazılımı geliştirmek için öncelikle bir metin editörüne ihtiyaç vardır. Çalışmada Microchip firması tarafından internet ortamında ücretsiz kullanıma sunulan MPLAB yazılımı metin editörü olarak kullanılmıştır. MPLAB metin editörü C programlama dili ile geliştirilen yazılımı üzerinde oluşturmayı sağlar. Ayrıca MPLAB yazılım ortamı, hata denetimi yapmak ve PIC mikrodenetleyici üzerine gönderilmesi için derlemeyi yapma işlemlerinde aracıdır. MPLAB ayrıca renklendirilmiş yazı biçimleri sayesinde yazılan kod satırlarının kolay okunabilmesini sağlar[2,8]. Şekil 3.9'da MPLAB yazılım editörünün ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.9 MPLAB metin editörü ekran görüntüsü.



### 3.3.3 Derleyici Dil Yazılımı

PIC mikrodenetleyici, çevirme dili olarak adlandırılan ve 35 komuttan oluşan programlama dili ile programlanır. Bu basit komutlar bir metin editöründe yazılabilir. Bu çalışmada PIC mikrodenetleyici programlanması için MPLAB yazılım ortamı üzerinde C programlama dilinden faydalanılmıştır. Her iki durumda da oluşturulan bu komutlar dizisinin PIC mikrodenetleyicinin anlayabileceği makine diline çevrilmesi gerekmektedir. Makine diline çevirme işlemi derleyici dil yazılımı adı verilen bir program ile sağlanır. Derleyici dil yazılımı sayesinde yazılan kodlar PIC tarafından kullanılacak .HEX dosyasına çevrilir. Bu çevirimi sağlayan derleyici program olarak MPLAB yazılımı ile birlikte gelen MPASM yazılımı kullanılır[2]. Şekil 3.10'da MPASM ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.10 MPASM derleyici programının görüntüsü

### 3.3.4 PIC programlama devre kartı

Derleyici dil yazılımı sayesinde PIC mikrodenetleyici tarafından anlaşılacak makine diline çevrilmiş program kodlarını kişisel bilgisayardan alarak mikrodenetleyiciye yazmak için elektronik devrelere ihtiyaç vardır. Bilgisayar ile mikrodenetleyici arasında köprü işlemi gören bu devre kartları

üzerlerindeki giriş/çıkış birimleri ile seri ya da Ethernet veri yolları kullanarak kişisel bilgisayar ile veri alış verişinde bulunurlar[8].

### **3.3.5 Program yükleme yazılımı**

Makine diline çevrilmiş kodların PIC mikrodenetleyici üzerine yüklenmesi için programlama devre kartını destekleyen bir yazılıma ihtiyaç vardır. Devre kartı üreticileri genellikle bu yazılımı kart ile birlikte kullanıma sunarlar[8].

### **3.3.6 Programlanmış PIC deneme kartı**

Programlanmış PIC mikrodenetleyicinin yazılan kod ile belirtilen işlemleri eksiksiz ve tanımlanan zaman aralığında yaptığını test etmek gereklidir. Test işlemi, eğer çıkış birimi olarak ışıklı diyotlar ya da sıvı kristal ekran kullanılıyorsa daha kolay sonuçlanır. Eğer çıkış birimleri sadece sinyal vermeye yönelikse programlanmış PIC mikrodenetleyiciyi test etmek için devre kartları kullanmak gereklidir. Bu kartlar üzerlerindeki 7 haneli görüntüleyici ya da ışıklı diyotlar yardımıyla PIC kodlarının eksiksiz çalışmasının test edilmesini sağlar. Kartlar çoğu zaman üzerlerinde programlama devreleri ile birlikte satışa sunulur[2,8].

PIC üzerine gönderilecek yazılım fikir ürünüdür. Öncelikle PIC mikrodenetleyicisinin ne yapması gerektiğinin belirlenmesi gerekir. Yazılım geliştirirken yazılımın yapısını oluşturan mantıksal işlevlerin belirlenmesi ve kullanılan kod tablosunun ikilik ya da onaltılık sayı sistemlerinde dönüşümünün sağlanması gereklidir. Kaynak program yazımında komut setiyle ilgili söz dizimi kurallarının belirlenmesi, makine dili komutlarının kullanılması, yapısal program geliştirme tekniklerinin belirlenmesi, iç yazmaçların düzenlenmesi, veri tablolarının oluşturulması, giriş/çıkış kanallarının yönlendirilmesi, kesmelerin ve yığınların tanımlanması, sayısal ve dijital çeviricilerin düzenlenmesi, PIC mikrodenetleyici programlanması için gerekli yazılım parçalarıdır[8].

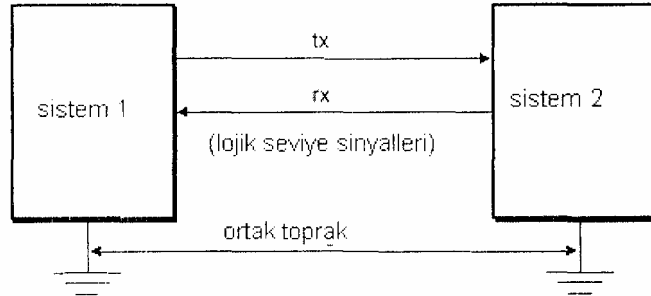
## 4. GÖMÜLÜ SİSTEMLERİN AĞA BAĞLANMASI

Ağ oluşturma, coğrafi olarak birbirlerine uzak yerleşkelerde bulunan cihazların güvenilir bir şekilde iletişim kurması için gerekli olan metotlar ve teknikler adına kullanılan genel bir tanımdır. Standartlar, tamamen farklı mimaride ve işletim sisteminde olan makinelerin ağ ortamında haberleşmelerini sağlar.

### 4.1 Yaygın Ağ Oluşturma Metotları

Gömülü sistemler gerektiğinde uzaktan erişimin sağlanması ve sistem tarafından toplanan verilerin sunucu bilgisayara aktarılması gibi sebepler ile ağa bağlanır. Gömülü sistemler aynı zamanda kurulan ağ ortamında verilerin akış yollarını bulmalarına yardımcı yönlendiriciler ya da diğer aletlerin ağ ortamına bağlantılarını sağlayan modem cihazları olarak da çalışır.

Kısa mesafede ve aynı elektrik gerilimini kullanan birbirine yakın iki ya da daha fazla sistem birbirleriyle haberleşmek istediğinde, elektrik tertibatından faydalanılır. Bu haberleşme seri ya da paralel veri kullanılarak sağlanır. Bu sistemler ağ sistemi yerine veri yolu sistemi olarak adlandırılır. İki taraf tek bir toprak noktasını paylaşır. Veri onları birleştiren tek veya ayrı kablolardan iletilir[6]. Örnek olarak Şekil 4.1’de ortak toprak noktasını paylaşan iki mikrobilgisayar sistemin veri haberleşmesi amacı ile birbirlerine bağlanması görülmektedir.

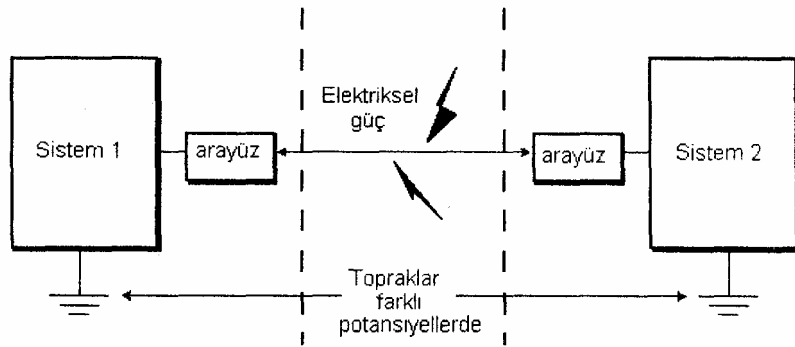


Şekil 4.1 İki mikrobilgisayar arasında basit arayüz[6].

Birçok mikroişlemci içlerinde cihaz içi iletişim için konulmuş devrelere sahiptir. Seri donanım arayüzü, uluslar arası eşzamansız al-ver (UART), gömülü

bütünleşmiş devre (I2C), seri çevrebirimi arayüzü (SPI) bunlardan bazılarıdır. Üretici firmalar dış cihazlarla iletişimi kolaylaştıran bu bütünleşmiş devreleri kullanabilmek için örnek, şema ve uygulama notları yayınlarlar. Daha uzak mesafelerde özellikle sunucu makineler arasında ise paralel ya da seri veri yollarını kullanmak uygun değildir. Bazı ağ oluşturma metotları alma ve verme işlemini tek kablo üzerinden yaparlar. Bu durumda sadece bir uç veri gönderebilir.

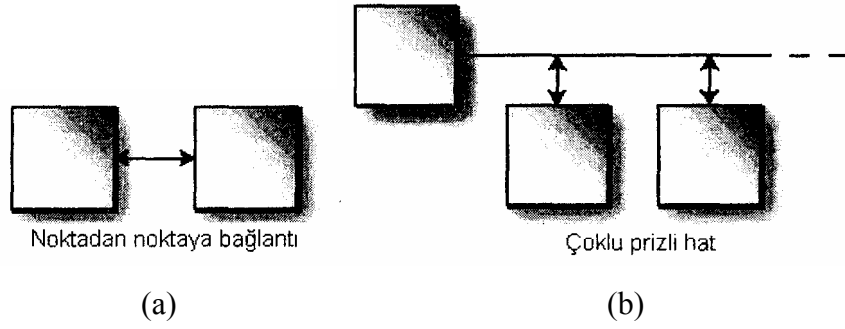
Coğrafi olarak farklı yerlerde bulunan sistemlerin farklı toprak potansiyelinde bulunması ana güç çıkışları arasında voltaj farklılıklarına yol açar. Birbirlerine uzak yerlerdeki iki kablonun ya da telin üzerinden gerilim geçmesi aralarında elektriksel hat oluşmasına neden olur. Uzun kablolar anten alıcılar gibi davranır ve üzerilerindeki sinyallerin karışmasına sebep olur. Sinyallerin karışmasına sebep olan bu değişiklikler parazit olarak adlandırılır. Sayısal sinyal seviyesindeki bu değişiklikler ürünün donanımına zarar verir. Aynı zamanda kablo üzerinde yol alan verilerin bozulması da bu sebeple olur. Günümüzde üretilen kablo, kablo bağlayıcısı, yönlendirici cihazlar ve bunların yerleştirildiği dolaplar parazitlere karşı koruma sağlamaktadır[6].Şekil 4.2’de uzak mesafede haberleşen mikrobilgisayar sistemi gösterilmektedir. Her iki mikrobilgisayar sistemi de farklı toprak potansiyellerine sahiptirler. Aralarındaki haberleşme arayüz olarak adlandırılan donanımsal ya da yazılımsal parçalarla sağlanmaktadır.



Şekil 4.2 Mikrobilgisayarlar arasında uzun mesafeli arayüz oluşturma[6].

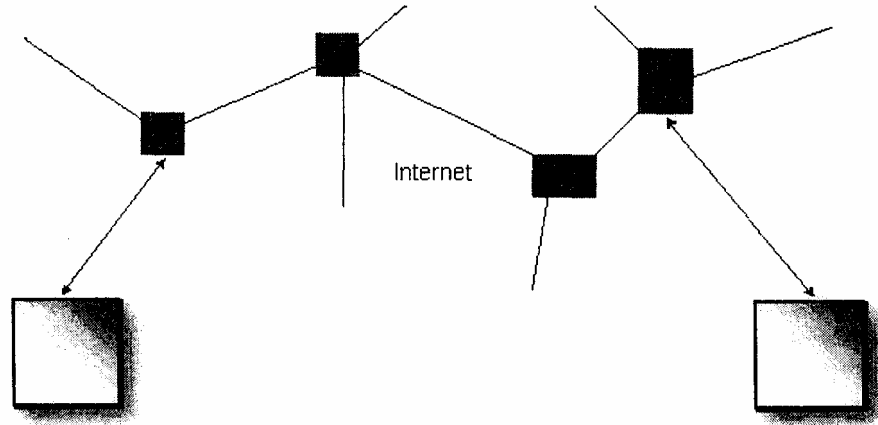
Ağ oluşturmak istenildiğinde bazı koşullarda ikiden fazla sistemin aynı anda birbirlerine bağlı çalışması gerekebilir. Ağ oluşturma teknolojileri birbirleriyle üst üste binmeden ya da karışmadan tüm kullanıcıların tek hat üzerinde işlem yapmasını sağlar. Bu uygulama çoklu prizli ağ adını alır. Birçok istasyon, tek bir kanalı kullandığı zaman her düğümdeki yazılımın, her bir mesajın

ne içerdiğini, kime gönderildiğini ve mesajın içeriğini anlaması gerekir. Veri bir düğüme geldiğinde, düğüm mesajın kendine geldiğini anlamak zorundadır. Bir istasyona gönderilen mesajlar işlenirken başka istasyonlara gönderilen mesajların da reddedilmesi gerekir[6].Şekil 4.3’de noktadan noktaya bağlantı ve çoklu prizli hat karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 4.3 Birebir (a) ve çoklu prizli (b) ağ oluşturma karşılaştırması[6].

Gömülü sistemler dış dünyaya internet ile bağlanır. Coğrafi olarak birbirleriyle yakın yerleşelerde bulunan sistemlerin birbirine bağlanması ile yerel alan ağları oluşturulur. Daha uzak coğrafi yerleşelerde ise bu kavram geniş alan ağları olarak adlandırılır. Geniş alan ağları yerel alan ağlarının birbirlerine bağlanması ile de oluşturulur. Şekil 4.4’de geniş alan ağları kullanımı ve internet ortamına bağlantı görüntülenmektedir.



Şekil 4.4 Geniş alan ağları düğümleri kullanılan sistem [6].

## 4.2 Ağa Bağlanmış Gömülü Sistem Örnekleri

Gömülü sistemlerin ağ bağlantıları sayesinde birbirleri ile ya da ana sunucu bilgisayarlarla iletişim kurduğu durumlara günlük hayatta sıkça rastlanmaktadır. Ağa bağlı gömülü sistemlere örnek, izleyen paragraflarda verilmiştir[4,6].

### 4.2.1 Endüstriyel Ethernet

Bir endüstriyel tesis ya da fabrika binası, birbirlerine değişik şekillerde bağlanmış ve farklı arayüzlere sahip birçok gömülü sistem içerir. Bu cihazlardan çoğu veri toplama amacıyla yaratılmıştır. Sıcaklık algılayıcıları, basınç anahtarları ya da basit aç/kapa aletleri bu tür gömülü sistemlere örnektir. Programlanabilir mantıksal denetçiler verilerin işlenmesinde ya da ana sunucuya iletilmesinde kullanılır. Endüstriyel alanda kullanılan gömülü sistemlerde önemli bir unsur işlemin gerçekleşme zamanının kesinliğidir. Örneğin, otomatik bir şişe doldurucu işlemini zamanında bitirmediği zaman sistemde problem oluşur. Bazı durumlarda farklı sistemlerin birbirleri ile iletişim kurması gerekebilir. Böyle durumlarda TCP/IP olarak adlandırılan protokoller sayesinde sistemler Ethernet üzerinden haberleşebilir.

### 4.2.2 Satış uçbirim terminalleri

Günümüzde kullanımı oldukça yaygınlaşan kredi kartları sayesinde satış uçbirim terminalleri (POS) tüm ticari firmalarda kullanılmaktadır. Kredi kartı bilgileri alındıktan sonra, kartın bağlı bulunduğu bankaya hesap bilgilerini sorma ve yeterli bakiye durumunda mal ücretinin kullanıcı hesabından düşmesi amacıyla kullanılır. Gömülü sistemin yaptığı işlem telefon hatlarını kullanarak veri alışverişinde bulunmaktır. Satış uçbirim terminallerinin bir çeşidi de firma dışında satış işlemi yapan pazarlamacılara yöneliktir. Pazarlamacı taşınabilir satış uçbirim terminali ile firma stoklarına ulaşabilir, fiyatlandırmayı ve müşteri siparişlerini firmaya bildirebilir.

### **4.2.3 Çevresel görüntüleme cihazları**

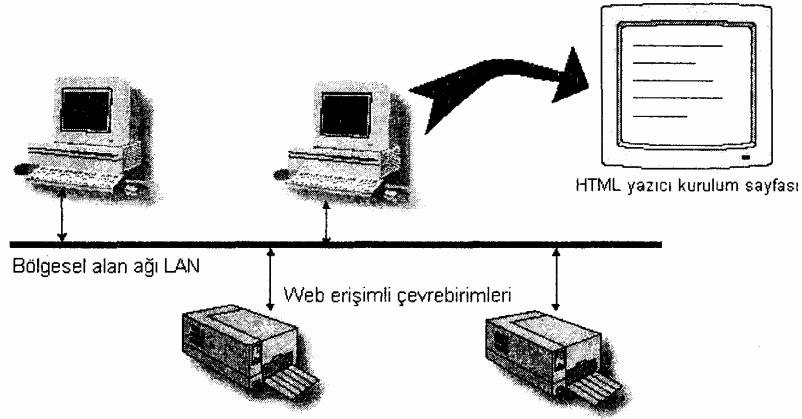
Düşük fiyatlı ağ oluşturma, yerel ve küresel görüntülemenin belkemiğidir. Dağıtılmış algılayıcılar ve denetçiler verilerini merkeze göndermek için var olan yerel alan ağlarını kullanabilirler. Hava istasyonları, çevre kirliliği gözlem istasyonları gömülü sistemlerin çevresel görüntüleme merkezlerinde kullanılan türleridir.

### **4.2.4 Son kullanıcı uygulamaları**

Gömülü sistemlerin akıllı evlerde kullanılması yıllardır süregelen bir uygulamadır. Evde kullanılan elektronik cihazların neredeyse hepsi gömülü sistemler sayesinde kontrol edilmektedir. Bu cihazların birbirine ve bir ana merkeze bağlanarak ağ oluşturulması son günlerde revaçta olan bir sistem tasarımıdır. Örnek olarak iklimlendirme cihazının kontrol ünitesi ağ veri yolu ile istenilen bir bilgisayara veri göndermekte ve gerektiğinde uzaktan komuta ile programlanabilmektedir.

### **4.2.5 Bilgisayar çevrebirimleri**

Tarayıcı, yazıcı gibi cihazlar tipik bir sistemde ofis ağındaki istasyonlardan birine bağlı olur. Güncel uygulamalarda çevrebirimlerin ofis yerel ağına direk olarak bağlanmaları mümkündür. Sürücülerini işletecek bir cihaza bağlı olmadan çalışan çevrebirimleri, kullanıcılara özelliklerini bir internet sayfası gibi görüntüler ve işlemlerini gerçekleştirmeyi sağlar. Bu metodun yararı, istasyonların her birinin çevrebirim sürücülerine ayrı ayrı ihtiyaç duyulmamasıdır. Şekil 4.5'te bir yerel alan ağını kullanan bilgisayar çevre birimleri görülmektedir.



Şekil 4.5 Yerel alan ağı kullanan bilgisayar çevrebirimleri[6].

#### 4.2.6 Alarm ve güvenlik sistemleri

Alarm sistemleri kapı kilitleri, kameralar, kızılötesi hareket algılayıcıları ve bina içerisine dağıtılmış kablolardan oluşan sistemlerdir. Yaygın bir şekilde kullanılan ağ kablolaması sayesinde güvenlik sisteminin de ağ üzerinden kullanımı sorunsuz çalışmaktadır. Genellikle yerel ağlarda kullanılan güvenlik sistemleri bir terminal makinede verilerin toplanmasına, görüntülerin kayıt edilmesine olanak sağlar. Güvenliği ihlal eden durumlarda sistem kendi içindeki yazılımı kullanarak kapıların kilitlenmesi, sirenlerin çalması ya da güvenlik güçlerine uyarı sinyallerinin gönderilmesinden sorumludur.

#### 4.2.7 IP üzerinde ses sistemleri

Güncel hayatta kullanılan telefon şebekeleri sanal devre kitlemeli sisteme uygundur. Bir telefon diğer bir numarayı aradığında karşı tarafla arasında bir devre kurulur. Devrenin tamamlanması için her iki uca da kablo ve gerekli donanımın yerleştirilmesi gereklidir. İnternet teknolojisi ve ağ oluşumunun yaygınlaşması akıllara paketler halinde taşınan internet verileri şeklinde ses ve görüntü taşıma tasarımını getirmiştir. İnternet bağlantısında kullanılan ağ protokolleri yardımıyla ses taşımak ve telefon görüşmelerini yapmak gömülü sistemler tarafından uygun protokolleri kullanan donanımlar sayesinde mümkündür.



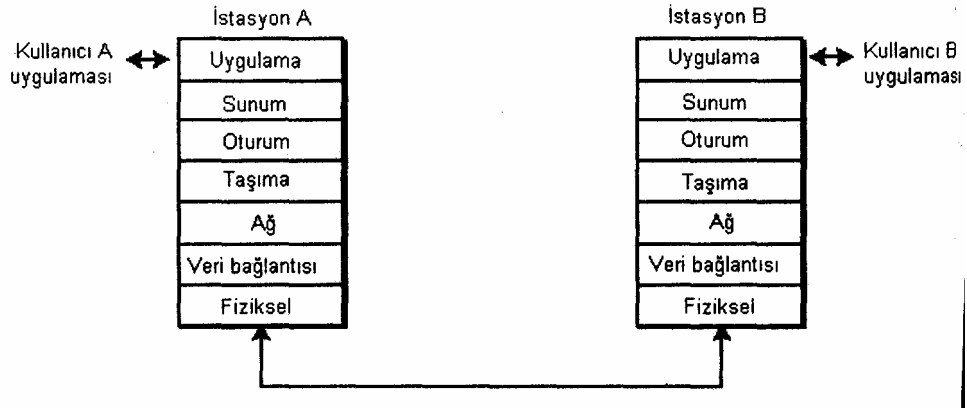
Ağa bağılı gömülü sistemler ayrıca otomatik haber makineleri (ATM), akıllı ana güç dağıtım şebekeleri, telefon sistem kutuları (PBX) rapor sistemleri, liman donanım ve lojistik destek, zaman ve katılım saat raporlaması gibi uygulamalarda da sıkça karşımıza çıkmaktadır.

### **4.3 Protokoller ve İletişim Modelleri**

Ağ yaratmak için birden fazla cihazın birbirleri ile iletişimi gerekmektedir. İletişimin sağlanması için bilgisayar ağında bulunan tüm kullanıcılar tarafından uyulması gereken kurallar vardır. Bu kurallar bütünü protokoller olarak adlandırılır. Bir cihazdan diğer bir cihaza veri göndermek ve karşı cihaz tarafından bu verinin deforme olmadan teslim alınması için bazı protokol katmanları sistemlere yardımcı olur. Gömülü sistem tasarımcısı, belli bir protokol tasarımını gerçekleştirirken, aygıtı uygun olmayan ve gereksiz koruma tipi yazılımlarla tıkamadığından emin olmalıdır. Başlangıç noktası katmanların nasıl çalıştığının anlaşılmasıdır.

#### **4.3.1 Standart OSI katman modeli**

Uluslar arası Standart Oluşturma Organizasyonu 1984 yılında referans modellerini ve iletişim protokollerini açık sistem içhaberleşmesi (OSI) adı altında standartlaştırmıştır. OSI modeli son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlandı ve temelleri diğer modellere örnek olmuştur. Pratik kullanımda ağ sistemlerinin bazıları OSI standartlarına birebir uymaz; fakat bütünlüğün sağlanması için OSI standartları ile ilişkilidir. OSI modeli yedi ayrı katmandan oluşur[6,12-16]. Şekil 4.6'da iki istasyon haberleşmesinde kullanılan 7 katmanlı OSI temel modeli gösterilmektedir. İzleyen paragraflarda OSI temel modeli katmanları incelenecektir.



Şekil 4.6 Yedi katmanlı OSI modeli[6].

### **Fiziksel bağ katmanı:**

Bilgiyi iletmek için kullanılan fiziksel metotlarla ilgilidir. Kablo, fiber optik, kızılötesi ya da radyo sistemleri ile veri iletimi mümkündür. Bu katmanda karar verilmesi gereken hangi fiziksel bağlantı metodu ile veri iletileceğidir. Fiziksel metodun seçimi cihazlar arasındaki mesafe, gönderilecek ya da alınacak veri miktarı ve kullanılan donanımın özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir[6].

### **Veri bağlantı katmanı:**

Bir ağ üzerinde iletişim kuran uç noktalara, düğüm, istasyon ya da aygıt adı verilir. Veri bağlantı katmanı tek bir bölgesel ağ üzerinde düğümden düğüme iletişim sağlamakla yükümlüdür. Her bir düğüm, hedefe ulaştırmak için mesaj çerçevesini nasıl adreslemesi gerektiğini tam olarak bilmelidir. Veri bağlantı katmanının görevlerinden bir tanesi adreslemedir. Sinyaller, sadece doğru tanıtıcıları ve adresleri atanmış olan istasyonlar ya da düğümler tarafından kabul edilir. Bu katmanın bir diğer işlemi de çevirmedir. Çevirme işlemi veri boyutu değişiklikleri ve bit katmanı işlemleridir. Üst katmanlardan gelen verilerin fiziksel katman tarafından taşınabilecek şekle dönüştürülmesi “çevirme” olarak adlandırılır[6,12-16].

### **Ağ katmanı:**

Basit ağ oluşturma uygulama işlemleri, veri ve fiziksel bağ katmanları kullanılarak gerçekleştirilir. Ağ genişledikçe, alt bölümlere ayrılmış bir ağ,

yönlendirici, anahtar, ağ geçidi, köprü adı verilen aletlerin yardımıyla birbirine bağlanır. Ağı alt bölümlere ayırmak farklı ağ teknolojisi kullanan sistemlerin de birbirleri ile iletişim kurmasını zorunlu kılar. Ağ katmanı veri iletişimde kullanılan paketlere ağ adresi ya da internet protokol (IP) adresi olarak adlandırılan bir adres ekler. Bu adresleme sayesinde yönlendirici cihazlar, verilerin doğru adreslere iletimine olanak sağlar. Sadece diğer cihaza ulaşmak için yol alan veriler diğer ağ ortamlarını da gereksiz yere işgal etmemiş olur[6,13,14,16].

### **Taşıma Katmanı:**

Taşıma katmanı, verilerin fiziksel ortamda taşınabilecek en büyük sığadaki parçalara ayrılmasını sağlar. Parçalara ayırmanın yan etkilerinden birisi çerçevelerin tekrardan sıralanması gerekliliğidir. Bu katman sayesinde parçalara ayrılan veriler tekrar sıralanır. Bir iş istasyonu birden fazla ağ uygulamasını aynı anda çalıştırmak isteyebilir. Her bir uygulamanın erişim noktalarının belirlenmesi ve bu sayede yanlış verilerin yanlış uygulamalara iletilmemesi görevi taşıma katmanınınındır. Servisin kaliteli çalışması, güvenli bir şekilde verilerin teslim edilmesi ve teslim alınması işlemlerinden de taşıma katmanı sorumludur[6,12-16].

### **Oturum Katmanı:**

Bu katman iki düğüm arasında bir altyapı ve diyalog kurulmasından sorumludur. Veri iletimi için karşı makine ile bağlantının kurulması, verinin transfer edilmesi ve bağlantının sonlandırılması bu katman tarafından gerçekleşir. İki şekilde karşı bilgisayar ile veri iletişimi sağlanır. Bunlardan ilki olan bağlantısız iletişimde verilerin iletim güvenliği yoktur. Veri sadece gerekli adreslemeler yapılarak karşı bilgisayara gönderilir. Diğer yol olan bağlantılı gönderimde ise karşılıklı bilgisayarlarla bağlantı oluşturulur ve verilerin eksiksiz ve sıralı olarak iletilmesi sağlanır[6,13,14,16].

### **Sunum Katmanı:**

Sunum katmanı veriyi uygulama katmanına sunmak ya da uygulama katmanından gelen veriyi gönderime hazırlamak için gerekli veri şifreleme, veri şifresi çözme, veri sıkıştırma ve veri açma işlemlerinden sorumludur[6].

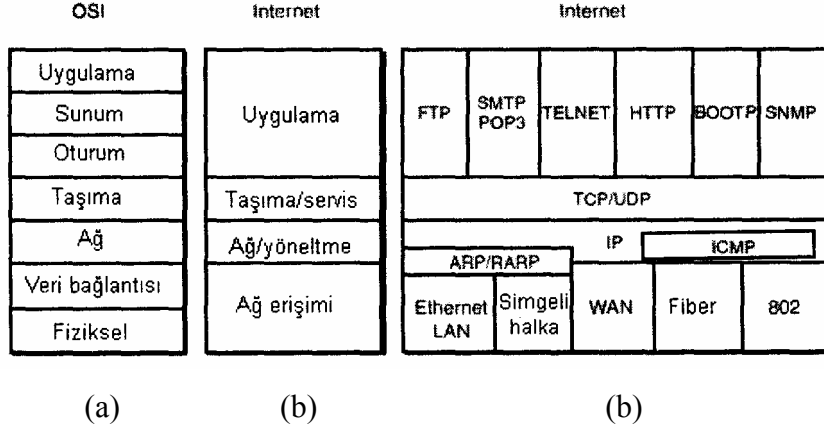
### **Uygulama Katmanı:**

Uygulama katmanı veri transferi, e-posta işlemleri, kullanıcı dosya paylaşımı, uzaktan iş yürütme, uzak dosya erişimi gibi ağ uygulamalarını içerir. Programcıların, ağ ortamının sağladığı servislere ulaşmak için geliştirdiği tüm yazılımlar bu katmanda yer alır. Gömülü sistem yazılımcıları da ağ protokolü arayüzleri ile ağ ortamına dahil olurlar[6,12,14].

## **4.3.2 İnternet Modeli**

OSI modeli seneler süren çalışma sonucunda yaratılmış bir ağ oluşturma modelidir. İnternet ise zorunluluklar sayesinde yaratılmış bir modeldir. OSI modelinin karmaşıklığı ve çok katmanlı oluşu, daha hızlı ve serbest çalışma gerekliliğini ortaya koymuştur. Temeli OSI modeline dayanan internet modelinde ağ erişimi katmanı OSI modelindeki fiziksel bağ katmanı ve veri bağlantı katmanının yaptığı işlemleri gerçekleştirir. Ağ ya da yönlendirme katmanı adreslemenin yapılmasını sağlar. Taşıma ve servis katmanının üstlendiği görev, bağlantılı yönlendirme ve bağlantısız yönlendirme işlemlerini gerçekleştirerek karşı bilgisayarla diyalog kurmaktır. Uygulama katmanı OSI modelindeki servis, sunum ve uygulama katmanlarının yaptığı işlemleri gerçekleştirir. Bu katmanda uygulamalardan gelen veriler düzenlenerek alt katmanlara gönderilecek biçimlere dönüştürülür. İnternet modeli sayesinde yedi farklı katmandan oluşan OSI modeli hafifleyerek ve serbestleşerek dört ayrı katmandan oluşan bir model haline gelmiştir. Bu sayede ağ uygulamalarının veri iletimi işlemlerini gerçekleştirme hızlanmıştır[6,12]. Şekil 4.7’de temel OSI modeli ile internet modelinin protokol katmanlarının karşılaştırması yapılmaktadır. Yedi katmandan oluşan OSI modelin

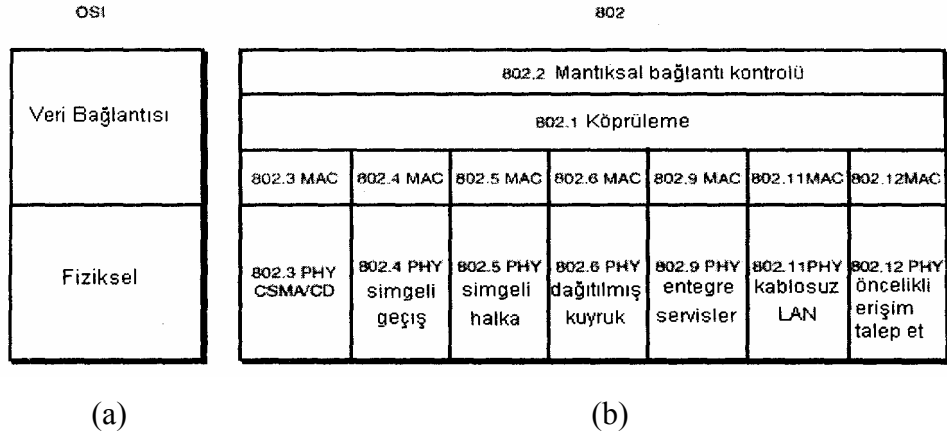
yerine dört katman üzerinden hizmet veren internet modeli yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.7 Temel OSI modeli (a) ile internet modelinin (b) karşılaştırılması [6].

### 4.3.3 IEEE 802 modeli

OSI modelinin veri bağlantısı ve fiziksel bağ katmanlarında yapılan değişiklikler farklı veri iletişim hızlarındaki ve fiziksel veri aktarımı kullanan hatlardaki sistemlerin çalışmasını sağlar. IEEE 802 modeli tam olarak OSI modeline karşılık gelmez. Şekil 4.8’de temel OSI modeli ile IEEE 802 modelinin karşılaştırması yapılmaktadır[6,15,16]. IEEE modeli, OSI modelinin en alt iki katmanına yönelik çalışmaları kapsamaktadır. OSI modelinde kullanılan veri bağlantısı ve fiziksel bağ katmanının tüm hızlara ve farklı bağlantı türlerine destek vermesi amacı ile geliştirilmiştir.



Şekil 4.8 Temel OSI modeli (a) ile IEEE 802 modelinin (b) karşılaştırılması[6].

Mantıksal bağ kontrol katmanı bir dizi bağlantı noktası ya da düğüm arasında bağ servisi kurma metotlarını açıklar. Köprüleme katmanı yönlendirme, köprüleme ve internet iş iletişimini kapsayan tercihleri içerir. Ortam erişim katmanı çerçeve oluşturulması ve alınmasından, sağlama toplamlarıyla verinin doğrulanmasından ve ağın kendisine erişimini kontrol eden adreslemeden sorumludur. Fiziksel katman her bir özel donanım uygulamasını, operasyonunu ve ortam idare etme metotlarını açıklar. Farklı ortamlar, aynı standartlar içinde kullanılabilir. Bu sayede farklı hızlarda kablolu ya da kablosuz erişim sağlanabilir[16].

#### **4.4 İnternet Protokolü (IP)**

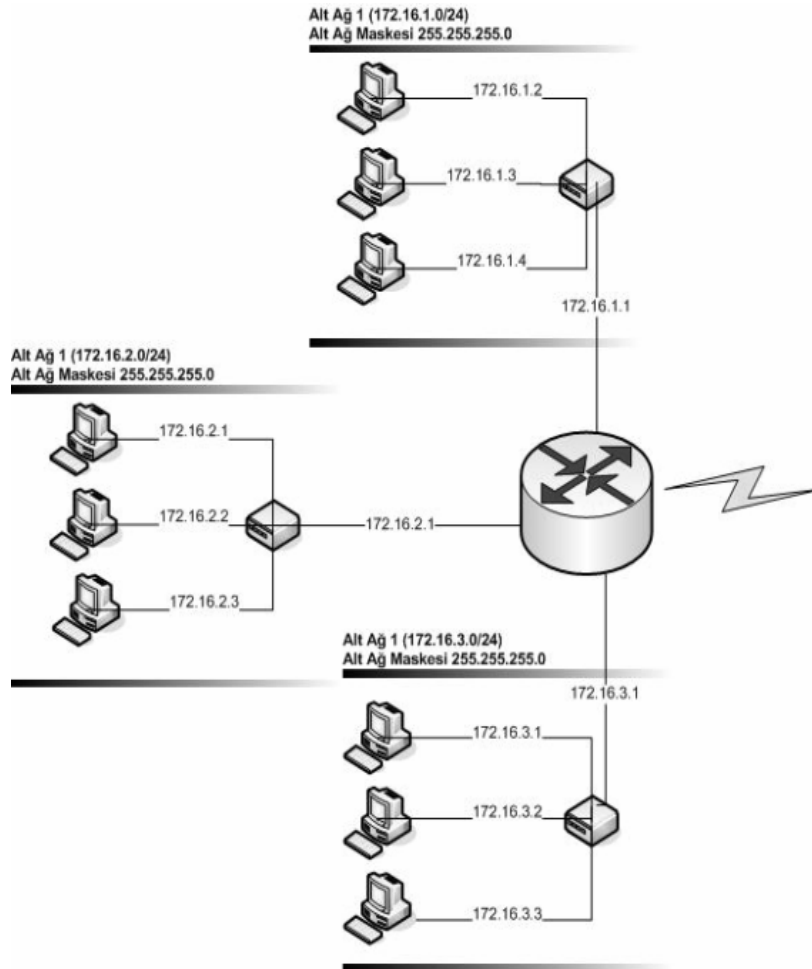
Farklı ağ ortamlarında veri iletişimi yapmak istenildiğinde karşımıza çıkan sorunlardan birisi de birçok sistemin bağlı olduğu ağ ortamında verinin doğru sisteme iletilmesidir. İnternet adresi, interneti oluşturan farklı ağ ortamlarında gönderilen verinin yolunu bulmasını sağlamak üzere geliştirilmiştir. Bu sayede yönlendiriciler aracılığıyla uzak mesafe paylaşımcıları arasında dahi sorunsuz olarak veri iletimi mümkündür. Temelde internet protokolünün iki görevi mevcuttur. Bunlardan birincisi kaynak ve alıcı adreslerinin tanımlanarak verinin farklı ağ arayüzleri arasında yolunu bulmasını sağlamaktır. Bir diğer görev tanımı ise veri yığınının değişken kapasiteli ağ ortamları arasında paket büyüklüklerinin ya da parçalarının yeniden boyutlandırılarak ilerlemesinin sağlanmasıdır[14,17].

##### **4.4.1 IP Adresleme**

İnternet protokolünü kullanan tüm sistemlerin bir IP adresine sahip olması gerekmektedir. IPv4 ve IPv6 olarak iki sürümü bulunan IP adreslerinin genelde kullanılan sürümü 32 bit değerden oluşan 4. sürüm IP adresleridir. IP adresleri, aralarında nokta ile ayrılan 8 bitlik 4 gruptan oluşur. Veri iletişimde kullanılan her veri parçası kaynak ve hedef IP adreslerini ayrı ayrı bulundurmak zorundadır. İnternet ortamında haberleşen her sistemin kendisine özel bir IP adresi bulunur.

Her IP adresi, ağ adresi ve ev sahibi adresi olarak iki bölümden oluşur. Ağ adresi, kullanılan yerel ağ ortamına ait bilgileri almamızı sağlar. Ağ adresi sayesinde yönlendiriciler verinin hangi yerel ağ grubuna iletileceğini belirler. Ev sahibi adresi ise yerel ağ alanı içinde verinin tam olarak hangi cihaza iletileceğinin belirlenmesini sağlar.

Ağ adresi, alt ağ maskesi olarak adlandırılan 32 bitlik adres sayesinde kaç adet ev sahibi adresi barındırılacağını belirler. Herhangi bir ev sahibi adresi, alt ağ maskesi ile mantıksal toplandığında ağ adresine ulaşılır. Alt ağ maskeleri sayesinde yönlendiriciler veri iletimini doğru ve kısa yollar ile sağlarlar.[14,17] Şekil 4.9’da farklı IP adreslerine ve alt ağ adreslerine sahip yerel alan ağlarının yönlendirici tarafından idaresi gösterilmektedir.



Şekil 4.9 Yönlendirici farklı ağ alanları arasında yönlendirme yapabilir.[17]

Sürüm 4 IP adresleri içeren başlıklar belirli bölümlerden oluşur. Bu bölümler verinin alıcıya gönderilmesine yardımcı fonksiyon ve kümeleri içerir. İzleyen paragraflarda IP başlıkları anlatılmaktadır[14,15,17].

- **Sürüm:** 4 bitten oluşan bu alanda, sürüm 4 ya da sürüm 6 kullanımına yönelik olarak sürüm bilgisi saklanır.
- **Başlık Uzunluğu:** Datagram başlık uzunluğunun saklandığı 4 bitlik alandır. Açıklama bölümüne göre IP başlığının uzunluğu da değişebilir.
- **Servis Tipi:** Yönlendirici cihazlara veri parçaları hakkında bilgi vermeyi amaçlayan bölümdür. 8 bit yer kaplar. Servis tipi sayesinde güvenilirlik artırılır, gecikme zamanı azaltılır, maliyet azaltılır ve bir seferde gönderilen veri miktarı artırılır.
- **Datagram uzunluğu:** Başlık ve veri alanı toplamı olmak üzere veri parçasının tüm uzunluğunun saklandığı 16 bitlik alandır.
- **Datagram Tanımı:** Ev sahibi bilgisayar göndereceği verinin tüm parçalarına 16 bit uzunluğunda bir tanım ekler. Böylelikle yönlendiricilerin parçaları tekrar bölme ihtiyacında veri tanımlarından faydalanılır.
- **Bayraklar:** 3 bitlik yer işgal eden bayraklar 1 değerini aldığı anda yönlendiriciye verinin parçalanamayacağı bildirilmiş olur. Yönlendirici bu paketi parçalamadan bütün biçimde gönderecek bir yol bulmak zorundadır. Bayrak 2 değerini aldığı anda verinin parçalandığı ve farklı parçalar bulunduğu anlaşılır.
- **Parça Offseti:** Parçalanmış paketlerde verilerin sırasını göstermeye yarayan 13 bitlik alanlardır.
- **Yaşama Zamanı:** Yönlendiriciler datagramları farklı yollardan hedefe yollayabilir. Eğer bir datagram belirli bir zaman için hedefe ulaşamazsa sonsuza kadar ağ işgalinde bulunmaması için bir yaşam süresi belirlemek gereklidir. 8 bitlik bu alanda gönderilen datagramın yaşama süresi tanımlanmaktadır.
- **Protokol:** Datagramın bir üst ağ katmanında hangi protokole gönderileceğinin belirlendiği 8 bitlik alandır.



- **Başlık Kontrol Toplamı:** Gönderilen datagramın alıcıya ulaştığında bozulup bozulmadığının kontrolü için kullanılan alandır. Matematiksel işlemler kullanılarak kaynak makine tarafından hesaplanan değerler, hedef tarafta aynı algoritmayla hesaplanarak, verinin doğruluğu test edilir.

IP başlığında bu yazdığımız alanlara ek olarak kaynak ve hedef IP adresleri ayrı ayrı yer almaktadır. Ayrıca güvenlik, yönlendirme, tanımlama gibi ek veriler kullanılmak istenildiğinde, seçeneysel alan bu bilgileri saklamak için tanımlanmıştır[17]. IP başlığı içerisinde yer alan alanlar, kullanılan bit sayısı ve tanımlamalar Çizelge 4.1’de görülmektedir.

Alan	Kullanılan Bit Sayısı	Tanım
Sürüm	4	Kullanılan IP sürümü
Başlık Uzunluğu	4	Toplam başlık uzunluğu değeri
Servis Tipi	8	Yönlendiriciye gecikme en azlaması, en çok çıkış miktarı gibi bilgilerin iletilmesi
Toplam Uzunluk	16	Taşınacak datagram miktarı
Tanımlama	16	Tekrar parçama için tanımlama
Bayraklar	3	Parçalamada kullanılan bilgi
Parça Offseti	13	Parçalar arasındaki sıra bilgisi
Yaşam Süresi	8	Datagramın yaşama süresi ya da dolaşacağı en çok yönlendirici sayısı
Protokol	8	Datagramın veri parçaları için tanımlayıcısı
Başlık Kontrol Toplamı	16	Başlık için hata denetim değeri
Kaynak Adresi	32	Gönderen bilgisayar IP adresi
Alıcı Adresi	32	Alıcı bilgisayar IP adresi
Seçeneysel Alan	Değişken	Tanımlama, yönlendirme ya da güvenlik için seçeneysel alan

Çizelge 4.1 IP başlığının tanımlanması[17].

Yerel ağlarda adres çözümleme protokolü (ARP) sayesinde IP adresi ile ethernet kartının üzerinde bulunan medya giriş kontrolü (MAC) adresi eşleştirilir. Gerekliğinde bir ARP mesajı gönderilmek suretiyle IP adresini üzerinde bulduran sistemin ethernet MAC adresi elde edilebilir. Ters adres çözümleme

protokolü (RARP) sayesinde ise ethernet MAC adresi bilinen bir makinenin IP adresine ulaşılır. [15]

#### **4.5 Gömülü Sistemlerde Veri İletimi**

İnternet modelinde, taşıma katmanı, uygulama katmanı ile ağ katmanı arasında en önemli yere sahiptir. Farklı uygulamalar çalıştıran sistemler arasındaki bağlantı bu katman ile sağlanır.

Gömülü sistemlerde veri iletimi yapmak istenildiğinde, iki farklı protokol kullanılabilir. İletim kontrol protokolü (TCP) ve kullanıcı datagram protokolü (UDP) gömülü sistemlerde ağ ortamına veri aktarımını sağlar. Tüm TCP ve UDP iletişimleri iki son noktaya yani bağlantı noktasına sahiptir. IP adreslerinin dışında bu bağlantı noktaları yardımıyla verilerin hangi protokollere iletileceği ve iletimin aynı bağlantı noktaları tarafından yapılması sağlanır.[14,17]

##### **4.5.1 UDP**

UDP, bir taşıma protokolünün yapabileceklerinin en azını gerçekleştirir. Çoklama/azlama fonksiyonu ve bazı basit kontroller dışında IP'ye hiçbir yük eklemeyiz. Kullanıcı TCP yerine UDP kullanarak veri aktarımı yapıyorsa; doğrudan doğruya IP'den faydalanır. IP, verileri hedef tarafa ulaştırmak için en iyisini yapmak zorundadır. Fakat bu işlemler verilerin hedef tarafından doğru bir şekilde alındığını garanti edemez.[15]

UDP, uygulama işleminden mesajları alır, çoklama/azlama servisi için kaynak ve hedef bağlantı noktası alanlarını ilişktirir, iki küçükbaşlık uzantısı daha ekleyerek sonuç bölümünü ağ katmanına iletir. Ağ katmanı, bölümü IP datagramı içerisinde sarmalar ve sonra bu bölüm alıcıya ulaştırılmaya çalışılır. Eğer bölüm alıcıya ulaşırsa; UDP, bağlantı noktası numaraları ve IP hedef adresini kullanarak bölüm verisini doğru uygulamaya yönlendirir. UDP veri gönderimi yapmadan önce, kaynak ve hedef taşıma katmanları arasında herhangi bir bağlantı kurmaz. Bu sebeple UDP bağlantısızdır.[15]

Bir tasarımcının TCP yerine UDP kullanarak veri göndermeyi seçmesinin nedeni birçok uygulamanın UDP'ye yakın olmasıdır. UDP kullanarak veri iletimi yapılırken izleyen paragraflarda açıklanan özellikler önemlidir[14].

- **Bağlantı sağlanmaz:** UDP veri transferine başlamadan önce herhangi bir ön bilgi göndermez. Bu nedenle UDP, bir bağlantı oluşturmak istenildiğinde gecikmeye sebep olmaz. Ana isim sunucusu (DNS)'nun TCP yerine UDP üzerinden hizmet vermesinin sebebi budur. Aksi takdirde DNS çok daha yavaş olacaktır.
- **Bağlantı sürdürülmez:** TCP, uç sistemlerde bağlantı durumu sağlar. Bu bağlantı durumu geçici bellekler üzerinde tıkanıklık kontrol parametreleri, sıra ve onay numara parametreleri gibi bilgileri almaya ve yollamaya yöneliktir. Bu durum TCP verilerinin hedef tarafından güvenilir ve sıralı bir şekilde teslim alınmasını sağlar. Diğer taraftan UDP, bağlantı durumu sağlamaz ve bu parametrelerin izini sürmez. Bu nedenle belli bir uygulamaya atanan sunucu, uygulama TCP yerine UDP üzerinde çalıştırıldığında daha fazla aktif kullanıcıya hizmet verir.
- **Küçük başlık alanı:** TCP kullanarak veri iletilmek istenildiğinde, protokol tarafından her bir bölüm 20 bayt başlık ek yükü edinir. UDP ise sadece 8 bayt başlık ek yükü ile veri iletimine olanak sağlar. Bu başlık alanı, kaynak sistem ve hedef sistem arasındaki uygulamaların doğru belirlenmesini sağlayan bağlantı noktası, bölüm içerisinde bir hata oluşup oluşmadığını denetleyen toplam kontrol değeri ve başlık da dahil olmak üzere kesimin toplam uzunluğunun belirtildiği alandır. Şekil 4.10'da UDP parçası görülmektedir.



Şekil 4.10 UDP parçası[14]

- **Düzensiz gönderim hızı:** TCP’de kaynak ve hedef arasındaki bir ya da daha fazla bağlantı aşırı tıkanığında, kaynağı kısıtlayan tıkanıklık kontrolü devreye girer. Bu kısıtlamanın gerçek zamanlı uygulamalarda etkisi büyüktür. Gerçek zamanlı uygulamalarda bazı paket kayıpları göz ardı edilebilir; fakat gönderim hızı gereklidir. UDP veri gönderim hızı, veri geliştirme hızı, kaynağın kapasitesi ve internet bant genişliği ile kısıtlıdır. Gerçek zamanlı uygulamalarda yönlendirici geçici bellek taşması nedeniyle ağ tıkanığında, bazı veriler göz ardı edilebilir. Böylece gönderim hızı kısıtlanmamış olsa dahi ağ tıkanıklılığı nedeniyle aktarım hızı kısıtlanabilir.

Gömülü sistem ağ iletişimde UDP kullanılması istenildiğinde[17]:

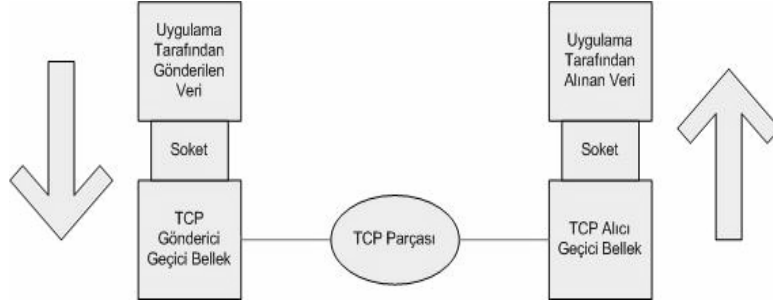
- UDP başlığının oluşturulması,
- Başlığa veri eklenmesi,
- UDP datagramı IP datagramının başına eklenmesi,
- IP datagramının gönderilmek üzere ethernet kontrolcüsüne ve ağ ortamına aktarılması işlemleri gerçekleştirilir.

#### 4.5.2 TCP

TCP, UDP’deki gibi çoklama/azlama ve hata denetimi sağlar. Buna rağmen TCP ile UDP birçok şekilde farklılık gösterir. En önemli fark UDP bağlantı gerektirmez bir protokol iken TCP’nin bağlantı yöntemli bir protokol olmasıdır. UDP’nin bağlantı gerektirmez bir protokol olarak anılmasının sebebi veri gönderimi öncesinde kaynak ile hedef sistemler arasında herhangi bir bağlantı kurulmamasıdır. TCP ise bir uygulamadan diğer bir uygulamaya veri yollama işlemine başlamadan önce, bu iki uygulamanın ilk olarak birbirleriyle anlaşma yapmalarını gerekli kılar. [14,15,17]

TCP bağlantısı tamamıyla çift yönlü veri transferi sağlar. Eğer bir ana sistem üzerindeki A işlemi ile başka bir ana sistem üzerindeki B işlemi arasında TCP bağlantısı varsa, veri paketleri A’dan B’ye akarken, aynı zamanda B’den A’ya doğru da akar. [14]

Bir TCP bağlantısı her zaman noktadan noktaya tanımlanır. Tek bir kaynak ve tek bir hedef arasındadır. Bu nedenle, verinin bir kaynaktan birçok hedefe tek gönderim işlemi ile iletilmesi olan çoklu dağıtım, TCP ile mümkün değildir. TCP her kullanıcı veri yığınına, bir TCP başlığı ile sararak, TCP parçasını oluşturur. Bu parçalar ağ katmanında IP datagramları içine gönderilir. Bundan sonra IP datagramları ağ ortamına yollanır. Karşı taraf bir veri parçası aldığı anda, parça verisini, TCP bağlantısının alınan geçici bellek kısmına yerleştirir. Uygulama bu geçici bellekten verileri okur. Bağlantının her bir kısmı kendine gönderilen geçici belleğe ve kendine ait alınan geçici belleğe sahiptir. [14,15] Şekil 4.11’de gönderilen ve alınan geçici bellek uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Gönderici ve alıcı geçici bellek sistemi[14]

Şekil 4.11’den de anlaşılacağı gibi bir TCP bağlantısı, geçici belleklerden, değişkenlerden, bir ana sistem üzerindeki işleme soket bağlantısından ve diğer geçici bellek kümesi değişkenleri ve diğer ana sistem üzerindeki işleme soket bağlantısından oluşur.

### TCP Parçası

TCP parçası bir başlık alanı ve veri alanından oluşur. Veri alanı uygulama veri yığınına içerir. En çok parça boyutu (MSS), parça içerisindeki veri alanının boyutunu sınırlandırır. TCP, web sayfasının bir parçasından kodlanmış bir görüntü gibi büyük bir dosya gönderdiğinde, bu dosyayı MSS’de tanımlanan boyutlara ayırır. Şekil 4.12’de TCP kesiminin yapısı görülmektedir.

Kaynak Portu (16 bit)				Varış Portu (16 bit)				
Sıra Numarası (32 bit)								
ACK Numarası (32 bit)								
Veri Offset (4 bit)	Rezerve (6 bit)	U R G	A C K	P S H	R S T	S Y N	F I N	Pencere (16 bit)
Checksum (16 bit)				Acil İşaretçisi				
Opsiyonlar (Değişken)				Dolgu				
Veri (Değişken)								
...								

**Şekil 4.12** TCP Parçası[14]

TCP başlığı, UDP'deki gibi üst katmandan gelen veriyi çoklamak ya da üst katman uygulamalarına giden veriyi azlamak için kullanılan kaynak ve hedef bağlantı noktası numaralarını içerir. Ayrıca başlık içerisinde kontrol toplam değeri de bulunmaktadır. TCP parçası güvenilir bir veri transferi için kullanılan sıra ve bilgi numaralarını da içerir. Akış kontrolü için kullanılan pencere boyutu, TCP başlığının uzunluğunu belirten alan uzunluğu değeri ve seçeneysel alan TCP parçasığında bulunan diğer alanlardır. [17]

TCP parçasığında bulunan bayrak alanı ile gönderim ve uygulama iletimi konusunda gerekli işaretlemeler yapılır. Bayraklar sayesinde verinin sıralı iletimi, bağlantının sürdürülmesi ve uygulama tarafına acil olarak iletilmesi gereken verilerin hedef sisteme bildirilmesi sağlanır. [15]

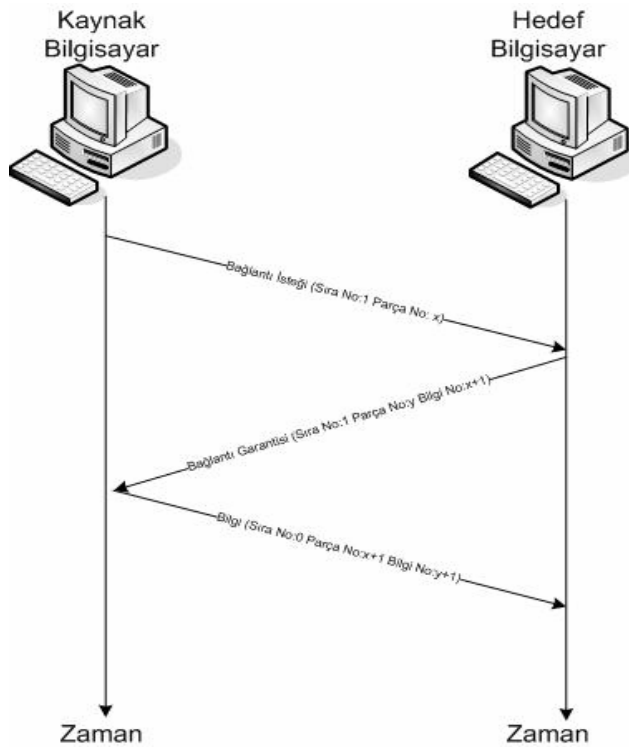
TCP parçası içinde bulunan en önemli alanlardan ikisi sıra ve bilgi numara alanlarıdır. Verinin karşı tarafa sıralı gitmesi, alıcı tarafından alınamayan verilerin tekrar gönderilmesi gibi işlemler için bu numaralar kullanılır. TCP veriyi yapılandırılmamış ama sıralı bit akışı olarak görür. Bir kesim için sıra numarası parça içerisindeki ilk bitin bit akış numarasıdır. Sıra ve bilgi numaraları sayesinde TCP sıralı veri akışını gerçekleştirir. [14]

TCP bağlantısının her iki tarafındaki ana bilgisayarlar, bağlantı için bir alıcı geçici belleği oluşturur. Doğru ve sıralı veri akışı gerçekleşmeye başladığında, kaynak bilgisayar alınan verileri alıcı geçici belleğine depolar. İşlemci o esnada başka bir işlemle meşgulse ya da işlemci hızı düşükse tampon bellekte saklanan verileri işleyemeyebilir. Bu sayede alıcı geçici belleği dolar. Bu nedenle gönderici bilgisayarın alıcı geçici belleğini doldurmaması için akış kontrolü olarak adlandırılan bir servis devreye girer. Akış kontrolü aslında bir hız

eşleştirme servisedir. Kaynak sistemin gönderme hızı ile hedef sistemin veri alma hızını birbirine eşitlemek esası ile çalışır.

Bir TCP göndericisi, IP ağındaki tıkanıklık nedeniyle de kısıtlanabilir. Böyle durumlarda tıkanıklık kontrolü servisi devreye girer.

TCP veri iletişimde, önce hedef sistem ile bağlantı kurmak zorundadır. Üç yollu el sıkışma olarak adlandırılan bu uygulama, TCP kaynak sistemin, hedef sisteme özel bir TCP parçası göndermesi ile başlar. Bu özel parça hiçbir uygulama katman verisi içermez. Hedef sistem bu mesajı aldığı anda geçici belleklerini ve değişkenlerini ayırır ve karşı tarafa bağlantı garanti mesajı iletir. Bağlantı garanti mesajı kaynak bilgisayar tarafından alındıktan sonra geçici bellek ve değişkenler atanır. Bundan sonra hedef uygulama, sunucu makinenin son parça numarasını bilgi numarası olarak gönderir. Bağlantı olduğu sürece sıra biti 0 olarak atanır.[14]



Şekil 4.13 Üç yollu el sıkışma[14]

Bu işlem üç yollu el sıkışma olarak adlandırılır ve Şekil 4.13’de görüntülenmektedir. Üç yollu el sıkışma ile sağlanan bağlantının sonlandırılması da veri iletişimi bittikten sonra kaynak sistemin hedef sisteme sonlandırma mesajı

göndermesi, mesaj alındısının ve sonlandırma mesajının geri alınması ve bağlantının kapatılması esasına dayalı olarak yapılır. Bu özellikler sayesinde TCP bağlantı gerektiren, güvenli ve sıralı veri iletimi sağlayan bir protokoldür. [14]

Gömülü sistem ağ iletişimde TCP kullanılması istenildiğinde[17]:

- Üç yönlü el sıkışma ile bağlantı sağlanması,
- Alıcı bilgisayardan gelen alım pencere büyüklüğünün belirlenmesi,
- TCP başlığında gerekli yerlere kaynak ve hedef bağlantı noktası numaraları, sıra numarası, bilgi numarası, başlık uzunluğu, alım pencere büyüklüğü ve kontrol toplam değerinin yerleştirilmesi,
- TCP başlığının IP paketine gönderilmesi ve ethernet kontrolcüsüne iletilmesi,
- Hedef bilgisayarın paketi teslim aldığı öğrenmek için, bilgi numarası içeren paketin gelmesinin beklenmesi gerekmektedir.

TCP kullanarak veri iletişimi yapılması istenildiğinde UDP'ye göre daha yoğun ve karmaşık işlemler yapılsa da verinin hedef adrese eksiksiz ve bozulmadan iletimi sağlanır.[17] Çizelge 4.2'de veri iletirken UDP ya da TCP kullanmanın hangi özelliklere destek vereceği gösterilmektedir.

<b>Protokol</b>	<b>UDP</b>	<b>TCP</b>
Gönderilen birim ismi	Datagram	Kesim
Uzak sistem ve kaynak sistem bağlantı noktası tanımı	Opsiyonel	Gerekli
Veri gönderiminden önce bağlantı kurulması	Hayır	Evet
Hata Kontrolü	Opsiyonel	Gerekli
Taşma Denetimi	Hayır	Evet
El Sıkışma Desteği	Hayır	Evet
Sıra Numarası Desteği	Hayır	Evet
Çoklu Gönderim ve Yayınlama Desteği	Evet	Hayır

**Çizelge 4.2** UDP ve TCP karşılaştırması[17]

Gömülü sistemler ağa bağlanmak için IP adresine sahip olmalıdır. Güvenli ya da daha güvensiz fakat basit iletişim yolunu seçme işlemi TCP ya da UDP seçimi ile belirlenir. TCP ya da UDP kullanımı gömülü sistemin işlevine ve ağ kullanımının gömülü sistem için önemine bağlıdır.



## 5. UYGULAMA

### 5.1 Problemin Tanımı

Fiyatlarının azalması sayesinde günlük hayatta kullanımı artan cihazlardan biri de iklimlendirme cihazlarıdır. İklimlendirme cihazlarının ev yada işyeri ortamlarında kullanımı genellikle kişisel konfora yöneliktir. Kişisel konfor dışında ise bir alan içerisinde bulunan cihazların ısı değişikliklerinden etkilenerek çalışmalarının engellenmemesi, arıza yapmaması ya da saklanan ürünlerin bozulmaması için iklimlendirme cihazları kullanılır. Örnek olarak, ağ ana sunucu ve yönlendirici odaları, yiyecek maddesi depolama alanları, uzak mesafelerdeki verici istasyonları iklimlendirme cihazlarının alan içerisindeki çalışma koşullarını düzenlemesi için kullanıldığı uygulamalardır. Bu tür cihazların çalışması ve ürünlerin raf ömürleri için gerekli en az ve en çok ısı değerleri belirlenmiştir. Bu ısı değerinin artması cihazların arızalanmasına ya da düşmesi donmaya bağlı performans kaybına sebep olur. Yiyecek maddesi depolama alanlarında ise ısı değişiklikleri tüm ürünlerin bozulmasına yol açar. Isı derecesini belirlenen sınırlar içinde tutmak bu cihazların doğru çalışmasını ve depolama ürünlerinin bozulmamasını sağlar.

İklimlendirme cihazlarının, kişisel konfor dışında, bir alan içerisinde bulunan cihazların belirlenen ısı değerleri aralığında çalışmalarının sağlanması için de kullanıldığından bahsedilmiştir. Örneğin konservatuar ya da ev kullanımındaki bir piyanonun çok ufak ısı değişikliklerinde dahi ayarları bozulmaktadır. Bu durumda piyano kullanım dışı kalabilir. Fiyatı çok yüksek olan bu ürünün hasar görmesi istenilmeyecek bir durumdur. Ayrıca birçok sanat eseri ve resim de saklama koşulları kesin sınırlarla belirlenmiş nesnelere dendir. Bu nesnelere belirlenen ısı değerlerinin altında veya üzerinde ısıya maruz kalmaları onarılmayacak zararlara sebep olmaktadır. Yiyecek maddesi depolama alanları da ısı derecesi kesin olarak belirlenmiş uygulamalardandır. Saklama koşullarında belirlenmiş şartların sağlanması zorunludur. Isı değerlerindeki çok ufak değişiklikler dahi ürünlerin bozulmasına ve maliyet artışına sebep olmaktadır. Bu tür durumlarda oda içerisine yerleştirilmiş iklimlendirme cihaz algılayıcısı, nesne

ile yeterli yakınlıkta bulunmayabilir. Ürünlerin çevresindeki ısı değerinin algılanabilmesi ve cihaza çalışma ya da durma talimatının iletilmesi için uzaktan algılayıcı sistemler kullanımı zorunludur.

Özel ısı değerleri gerektiren ortamlarda iklimlendirme cihaz durumunun ve oda ısı değerinin uzak bir sistem tarafından görüntülenmesi gerekebilir. Birbirine bağlı olarak çalışan bina iklimlendirme sistemleri tüm binanın istenilen sınırlar içerisinde bulunmasını sağlamak için çalışır. Bina sistemlerinde birçok iklimlendirme cihazı tek bir kontrol ünitesine bağlı olarak çalışır. Tüm cihazlar üzerinde bulunan ısı algılayıcılarından alınan değerler bir sistem üzerinde toplanmakta ve hangi cihazın ne kadar süre ile ve ne zaman çalışmaya başlayacağına ana kontrol ünitesi karar vermektedir. Bina sistemleri dışında tek çalışan iklimlendirme cihazları, ana sunucu üzerine veri gönderme özelliğine sahip değildir.

## **5.2 İklimlendirme Cihaz Kontrol Üniteleri**

Tüm iklimlendirme cihazları faaliyetlerini sürdürmek için bir ısı algılayıcısına ihtiyaç duyar. Isı algılayıcısı iklimlendirme cihazının modeline ve özelliklerine bağlı olarak cihaz üzerinde yerleştirilmiş ya da uzaktan veri iletişimi sağlayan ferdi bir ünite içerisine yerleştirilmiş olarak bulunur. Uzaktan kumanda ünitesi olarak adlandırılan bir ünite iklimlendirme cihazı, ısı algılayıcısını üzerinde barındırır. Bu ünitenin algıladığı ısı miktarına göre kablosuz veri yolu kullanılarak ana cihaza çalışması ya da durması emri gönderilir.

İklimlendirme cihazları üzerlerine yerleştirilmiş sıvı kristal ekran(LCD) sayesinde kullanıcının sıcaklık değerini görmesini ve istenilen sıcaklığı belirlemesini sağlar. Bu ekran üzerinde tanımlı ısı değerinin alt ya da üzerinde bir ısı değeri algılandığında cihaz ısıtma ya da soğutma işlemi için çalışmaya başlar. Bina tipi iklimlendirme cihazları, bina içerisinde farklı yerlere yerleştirilen algılayıcılardan aldıkları ısı değerini bir sunucu makineye iletir. Bu ısı değerlerine bağlı olarak, iklimlendirme cihazlarının çalışma zamanı, ısıtma ya da soğutma işlemi yapması sunucu makine tarafından belirlenir.

Günümüzdeki tasarım çalışmalarından bir tanesi de akıllı ev uygulamasıdır. Bu uygulama ev içerisinde kullanılan buzdolabı, fırın, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi ve iklimlendirme cihazının ev içerisinde yaratılan ortak bir ağa bağlanmasını amaçlamaktadır. Tüm cihazlar kendi algılayıcıları ile elde ettikleri verileri, ev içerisinde yerleştirilmiş bir ana sunucuya gönderir. Bu ana sunucu üzerinde bulunan kullanıcı ekranı sayesinde tüm cihazları kontrol imkanı sağlar. Ana sunucu bir bilgisayar olabileceği gibi televizyon ekranını kullanarak kontrol imkanı sağlayan bir mikrodenetleyici de olabilir. İklimlendirme cihaz çalışması da bu sunucu tarafından kullanıcı emirleri doğrultusunda değiştirilir[19].

### **5.3 Kontrol Üniteleri Uygulama Alan Sorunları**

İklimlendirme cihaz kontrol üniteleri, cihaz üzerine yerleşik bulunan ısı algılayıcıları ile üretilmiş ise, büyük alanlar içerisinde kullanımında problem çıkmaktadır. Cihaz sadece kendi çevresinde algılanan ısı değeri doğrultusunda faaliyetine yön vereceğinden, geniş alanın tamamına hükmetme şansı kalmayacaktır. İklimlendirme cihazı çevresi istenilen ısı değerine sahip olsa da alanın diğer kısımlarında gereken ısı değeri sağlanamayacaktır.

Bu tür uygulamalarda cihazdan ayrılabilen uzaktan erişimli algılayıcıların kullanılması zorunludur. Ayrı parça üzerindeki ısı algılayıcısı kullanılan alanın farklı yerlerine yerleştirilerek cihazın faaliyeti sağlanabilir. Isı algılayıcı parça ile cihaz arasında iletişim genellikle kablosuz olarak sağlanır. Kontrol ünitesi ile cihaz arasında bulunan bir engel yüzünden ya da mesafe etkeni ile iletişim kesilebilir. İletişimin kesilmesi cihazın kullanılamaması anlamına gelir.

İklimlendirme cihazları bazı durumlarda ağa bağlı kontrol gerektirir. Büyük saha uygulamaları ve özel ürünlerin korunması için iklimlendirme cihazı kullanımı gerektiğinde, kullanıcılar cihaz fonksiyonlarını ve alan içerisindeki ısı derecesini bir sunucu makineden görüntülemek isteyebilir. Gerçek zamanlı olarak görüntüleme gerektiren bu uygulama, sadece birden fazla iklimlendirme cihazının birbirine bağlı çalıştığı profesyonel ve yüksek fiyatlı ürünlerde kullanıma sunulmaktadır. Çoklu sistemlerde karşımıza çıkan bağlantılı çalışma sistemi tek çalışan bir iklimlendirme cihazında genellikle bulunmaz.

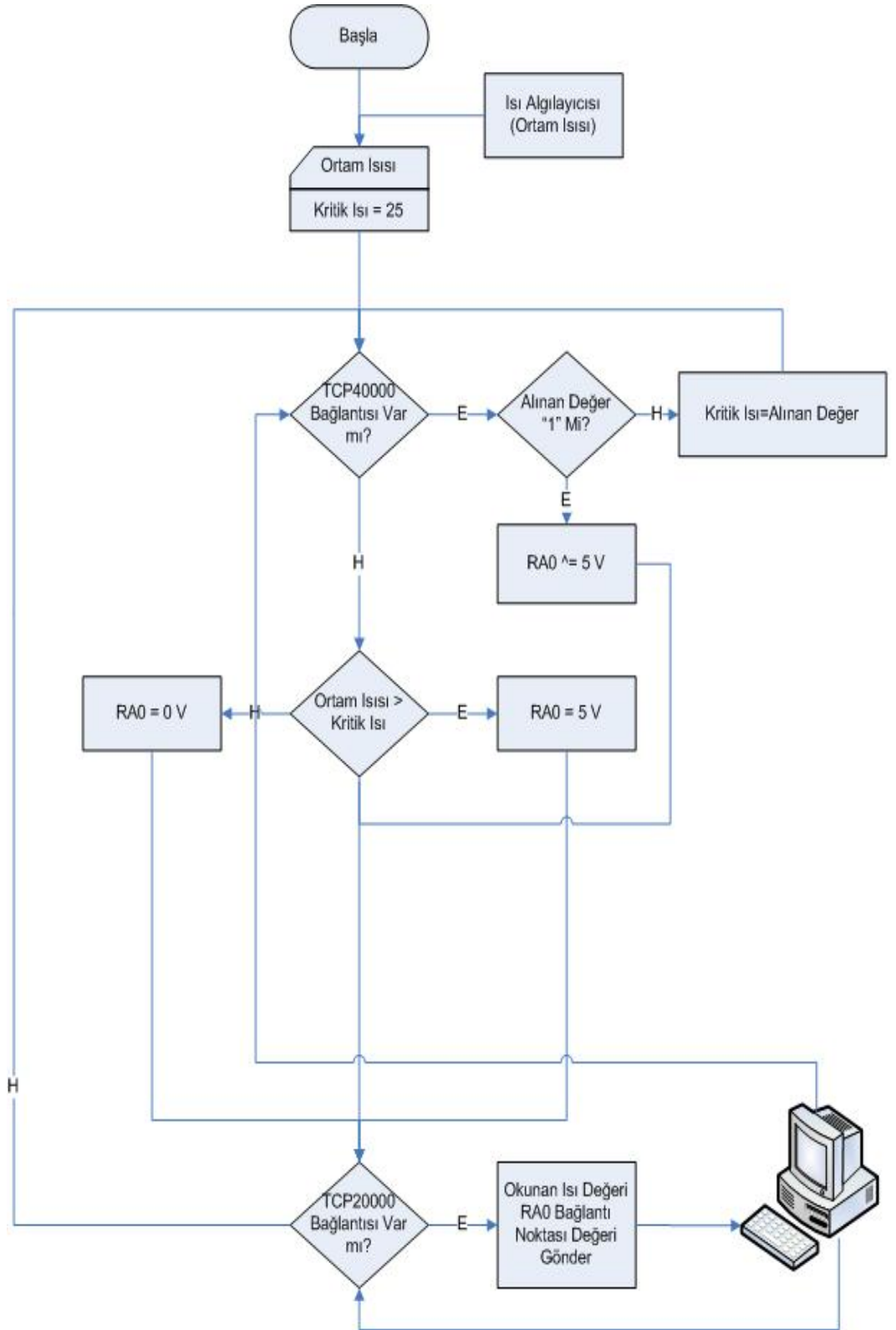
#### 5.4 Modelin Tanıtımı

Bu bölümde bir gömülü sistem tasarımı yapılarak iklimlendirme cihazı kontrolü amaçlanmıştır. Gömülü sistem bir kart üzerine yerleştirilmiş mikrodenetleyici ve ethernet kartı bloğunun, üzerinde sıvı kristal ekran(LCD) ve yazılan kodların saklanması yardımcı olan bir yerleşik besleme pili barındıran bir ek karta bağlanması ile oluşmaktadır. Mikrodenetleyici karta gerekli ısı bilgilerinin iletilebilmesi için dışardan bağlanan bir ısı algılayıcısı ek kart üzerindeki bağlantı noktası ile iletişim kurmaktadır. Ek kart üzerinde yerleşik bulunan veri yolları sayesinde mikrodenetleyici kapılarına bağlanan bir röle de gömülü sisteme işlemler için destek vermektedir. Mikrodenetleyici olarak PIC mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Mikrodenetleyici ile aynı kart üzerinde yerleşik bulunan ethernet yongası olarak Realtek firması tarafından üretilen RTL 8019/AS yongası kullanılmıştır. Bu yonga sayesinde ethernet veri yolu ile 10 Mbps hızında veri iletişimi sağlanmaktadır. Isı algılayıcısı tek kablolu Dallas tipi algılayıcıdır. Isı algılayıcısı mikrodenetleyici üzerindeki sayısal/örneksel çevirici ile direkt bağlantısı bulunan ek kart üzerindeki bir kablolu bağlantı noktasına bağlanmıştır. Sayısal/örneksel çevirici ile alınan elektrik sinyalleri ortamın sıcaklığını algılayacak şekilde ölçeklendirilmiştir. Mikrodenetleyici bağlantı noktalarından birine ek kart sayesinde bağlı bulunan bir röle ile iklimlendirme cihazının faaliyeti kontrol edilmektedir. Bu röle iklimlendirme cihazını besleyen ana gerilim hattı üzerine yerleştirilmiştir. Isı algılayıcısından okunan ortam ısı değeri ve iklimlendirme cihazı faaliyet durumu ağ üzerinde tanımlı bir bilgisayara ethernet yongası sayesinde gönderilmektedir. Bu bilgisayar üzerinde çalışan bir yazılım bu değerleri ve cihaz faaliyet durumunu kullanıcıya TCP kullanılarak iletmektedir. Kullanıcı gerektiği durumlarda cihaz faaliyetine bu yazılım sayesinde müdahale etmektedir. İzleyen paragraflarda gömülü sistem parçaları ele alınmıştır.



- Kart üzerinde PIC 18F6627 mikrodenetleyicisi ve 24LC512 EEPROM bulundurmaktadır,
- 64 KByte flaş bellek, 3840 Bytes durağan rassal erişimli bellek (SRAM) mikrodenetleyici ve yazılım bilgilerini saklamakta, işlemlerin yapılmasını sağlamaktadır,
- 32 adet kullanıcı tarafından tanımlanacak giriş/çıkış noktası bulunmaktadır,
- 12 adet kullanıcı tarafından programlanacak, 10 bit sayısal/örneksel çevirici bulunmaktadır,
- RB6 bağlantı noktasına bağlı kırmızı bir LED yerleştirilmiştir,
- 10 Mbps çalışan ethernet yongası bağlantısı üzerinde bağlantıyı tanımlayan yeşil ve ağ aktivitelerini gösteren sarı ledler bulunmaktadır,
- Kart üzerinde RS232 seri bağlantı yolunu kullanmak üzere atanmış üç bağlantı ucu bulunmaktadır,
- Kart, 7-35 V arasında voltaj ile çalışabilmektedir.
- Kart programlaması devre seri programlama yolu (ICSP) sayesinde devre ile programlanabilmektedir.
- Kart üzerinde Modtronix tarafından geliştirilmiş web sunucu yazılımı ile gelmektedir. Bu yazılım sayesinde kart ethernet veri yolu ile programlanabilmekte ya da bağlantı noktası ayarları bu sunucu kullanılarak güncellenmektedir.

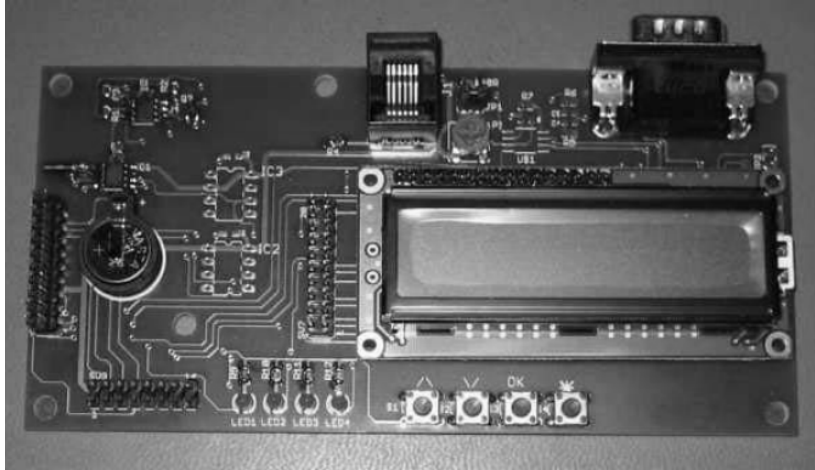
Kart üzerinde bulunan PIC mikrodenetleyicisinin belirlenen işlemleri yapması için yazılım geliştirme sürecinde C programlama dili kullanılmıştır. Kart ile beraber mikrodenetleyici üzerinde gelen yazılım tasarlanırken de C dili kullanılmıştır. Bu yazılım, kartın web sunucu gibi çalışmasını ve ağ ortamındaki bir makineden web tarayıcı kullanılarak kartın yönlendirilmesini sağlamaktadır. Geliştirilen yazılımın genel bir akış şeması Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2 Yazılım akış şeması

## 5.4.2 Ek Kart

Mikrodenetleyici kart modülüne sıvı kristal ekran ve ayarlamaları, besleme pili, çeşitli ledler ve düğmeler yardımıyla kolay kumanda imkanı sağlayan ek kart, mikrodenetleyici karta özel geliştirilmiştir. DEV65T olarak isimlendirilen ek kart, tek başına çalışma özelliğine sahip değildir. Bu kart üzerine bağlı bulunan SBC65EC kart ile mikrodenetleyici özelliklerini kullanmaya ve mikrodenetleyiciyi kolay kumanda etmeye yönelik tasarlanmış bir anakart görevi üstlenmektedir. Mikrodenetleyici kart, ek kart ile birlikte kullanıldığında sağlanan özellikler aşağıdaki paragraflarda belirtilmiştir[21]. Şekil 5.3'de ek kart görüntülenmektedir.

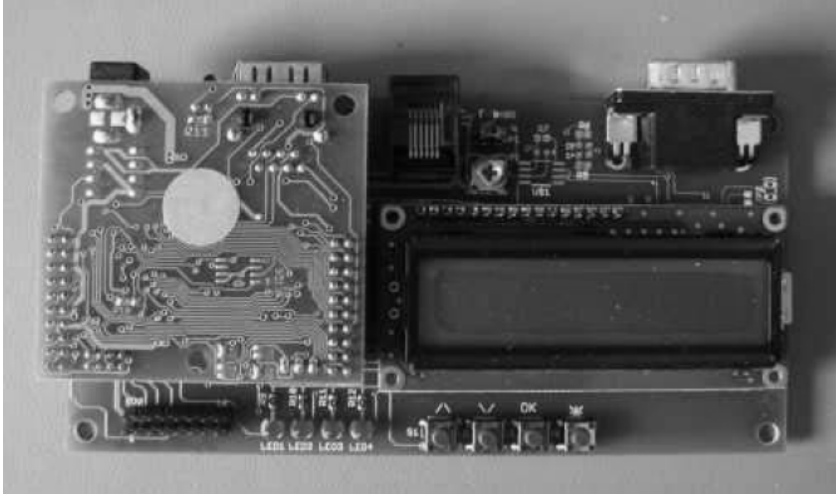


Şekil 5.3 DEV65T Ek Kart görüntüsü

- 2 x 16 karakterlik led aydınlatmalı sıvı kristal ekran,
- Dallas 1-Kablo ana yolu,
- Batarya korumalı gerçek zaman saati,
- Kullanıcı tanımlı 4 adet düğme,
- Kullanıcı tanımlı 4 adet led,
- RS232 bağlantı yolu,
- Dışsal giriş/çıkış işlemleri için 2 x 8 bağlantı noktası,
- SBC65EC kartın bağlanması için 2 x 10 bağlantı noktası.



Ek kart üzerinde yerleşik bulunan Dallas 1-Kablo ana yolu sayesinde ısı alıcısı ek kart üzerine bağlanmış ve ısı değeri santigrat derece cinsinden okunmuştur. Şekil 5.4'te ek kart üzerine yerleştirilmiş mikrodenetleyici kart görülmektedir.



Şekil 5.4 : DEV65T üzerine yerleştirilmiş SBC65EC ile beraber.

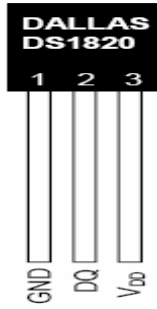
### 5.4.3 Isı algılayıcısı

Kart üzerine bağlanan bir ısı algılayıcısı ortam sıcaklığını mikrodenetleyiciye göndermektedir. Isı algılayıcısı olarak devre içeren ısı algılayıcısı kullanılmıştır. Bir transistordan oluşan bu ısı algılayıcısı, kart içerisindeki sayısal/örneksel dönüştürücüye ısı değerlerine göre farklı voltajlar göndermektedir. Sayısal/örneksel dönüştürücü bu voltajları alarak ısı değerlerine dönüştürmektedir. Isı algılayıcısının toprak, voltaj ve çıkış olarak üç bacağı bulunmaktadır. Şekil 5.5'de ısı algılayıcısının resmi görülmektedir.



Şekil 5.5 Isı algılayıcısı görünümü

Şekil 5.6'de ise ısı algılayıcısının alt taraftan görünümü ve bacakları incelenmektedir.  $+V_{DD}$  bacağı kart üzerinden ısı algılayıcısının çalışması için gerekli elektrik voltajının alındığı bacaktır. Bu uygulamada ısı algılayıcısı üzerine +5V gerilim gönderilmiştir. DQ bacağı sayesinde okunan ısıya bağlı değişen voltaj değerleri mikrodenetleyici üzerinde yerleşik bulunan sayısal/örneksel çeviriciye gönderilmektedir. GND bacağı toprak hattının sağlanması için kullanılan bacaktır.



Şekil 5.6 Isı algılayıcısı bağlantı bacakları

Isı algılayıcısı santigrat derece okumak üzere kalibre edilmiştir. Herhangi bir kalibrasyona gerek kalmadan ülkemiz ısı ölçü birimi olan derece ile işlem yapabilmektedir.  $-55^{\circ}$  ile  $+125^{\circ}$  arasında işlem gerçekleştirebilmektedir. Çalışması için 4 ila 30 volt arasında herhangi bir gerilim voltajı yeterli olmaktadır. Bu uygulamada ısı algılayıcısı değerleri doğrusallaştırılmamıştır.

#### 5.4.4 Röle

Kart üzerinde yer alan mikrodenetleyici bağlantı noktalarına bağlanan rölenin amacı gereken durumlarda 5 volt direkt gerilim ile ana hat enerjisini kesmek ya da vermektir. Röle üzerinde bulunan bacaklara mikrodenetleyici çıkış biriminden 5 volt gerilim gönderildiğinde kendisi üzerinde bulunan hattın kısa devre yapmasını ve böylelikle gerilimin üzerinden geçmesini sağlamaktadır. Mikrodenetleyici tarafından gönderilen 5 volt gerilim kesildiğinde kısa devre de sona ererek gerilimin geçişi engellenmektedir. Bu sayede iklimlendirme cihazı gerilimi kart üzerinden kontrol edilerek kesilecek ya da verilecektir. Omron firması tarafından üretilen röle 2 amper güç taşımaya yönelik tasarlanmıştır. Röle

üzerinde bulunan bacaklar faaliyetini yönlendirmek istenilen cihazların gerilim voltajlarının faz ucuna bağlanmaktadır. Uygulamada kullanılan röle ile aynı anda iki cihaz faaliyeti kontrol etme imkanı mevcuttur. Bu sayede ortam içerisinde yerleşik bulunan iki adet iklimlendirme cihaz kontrolü de imkanı hale gelmektedir. Röle üzerinde 120 volt ila 240 volt enerji taşıma ya da engelleme kapasitesine sahiptir. Şekil 5.7’de röle resmedilmiştir.



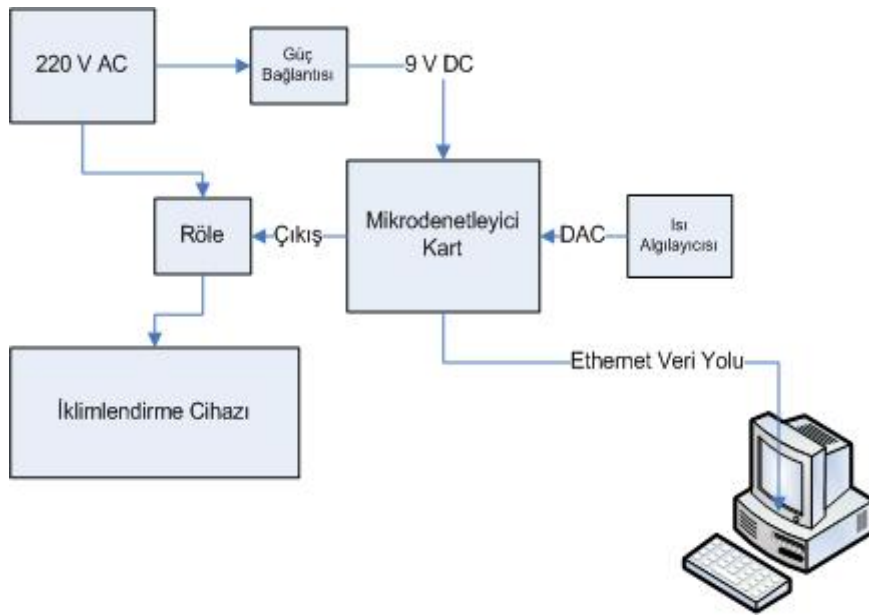
Şekil 5.7 Röle Görüntüsü

### 5.5 Sistem Çalışma Prensibi

Bu uygulamada, ek kart üzerinde bulunan veri yolları kullanılarak mikrodenetleyici üzerinde bulunan sayısal/örneksel çeviriciye bağlantılı bir ısı algılayıcısı kullanılmıştır. Isı algılayıcısının çeviriciye gönderdiği elektrik sinyalleri ölçeklendirilerek gerçek zamanlı ısı değerine dönüştürülmüştür. Bu ısı değerleri ek kart üzerindeki sıvı kristal ekran üzerinde görüntülenmektedir. Aynı zamanda mikrodenetleyici tarafından algılanan ısı değerlerinin sınırları belirlenmiştir. Bu uygulama için ısı sınırı 25 santigrat derece olarak atanmıştır. Belirlenen sınırların üzerindeki ısı değerleri algılandığında mikrodenetleyici kart çıkış kapısına 5 volt elektrik gerilimi gönderilmiştir. Bu gerilim gönderimi, ısı algılayıcısı tarafından algılanan ısı değeri belirlenen ısı değerinden 1 derece, yani 24 santigrat derece olana kadar sürmektedir. 5 volt elektrik geriliminin çıkış kapısından gönderilmesi, bu kapıya bağlı bulunan röleyi çalıştırmıştır. Rölenin çalışması, üzerine bağlı bulunan uçlardan elektrik geriliminin geçmesi anlamına gelmektedir. Bu elektrik gerilimi iklimlendirme cihazını besleyen elektrik gerilimidir. Bu sayede mikrodenetleyici çıkış kapısı voltajı ile iklimlendirme cihazı faaliyete geçmektedir. İklimlendirme cihazı mikrodenetleyici çıkış kapısından gelen 5 volt elektrik gerilimi kesilene kadar sürmektedir. Gerilim

kesildiğinde, röle üzerine bağlı bulunan uçları ayırmakta ve iklimlendirme cihazı elektrik gerilimini kesmektedir. Bu sayede iklimlendirme cihazı faaliyeti sonlanmaktadır. Bu işlemler bir döngü içerisinde sürekli kontrol edildiği için algılanan ısı değeri 25 santigrat derecenin üzerine her çıkışında ortam ısısını seviyede tutmak için röle açılmakta ve 24 santigrat derece ısı algılandığında röle kapanmaktadır.

Diğer taraftan mikrodenetleyici kart üzerinde bulunan ethernet yongası kullanılarak ısı değerleri ve iklimlendirme faaliyet durumu TCP/IP yığını kullanılarak ağ üzerinde yer alan bir bilgisayara gönderilmektedir. TCP paketler halinde gönderilen veriler bilgisayarda bulunan bir yazılım ile kullanıcının ısı değerini görmesini ve iklimlendirme cihazı faaliyeti konusunda bilgilendirilmesini amaçlamaktadır. Yine yazılım üzerinde bulunan özellikler sayesinde kullanıcı da istediği takdirde iklimlendirme cihaz faaliyetlerine yön vermektedir. Mikrodenetleyici kart üzerine bilgisayardan gönderilen bir mesaj ile mikrodenetleyici çıkış kapısına gönderilen 5 volt gerilim kesilmekte ya da yeniden gönderilmektedir. Bu sayede uzak kullanıcı da iklimlendirme cihazını faaliyete sokma ya da faaliyetini durdurma işlemlerini gerçekleştirmektedir. Şekil 5.8’de iklimlendirme cihazı kontrol ünitesi olarak tasarlanan gömülü sistemin çalışma şeması çizilmiştir.



Şekil 5.8 Gömülü sistem çalışma şeması

## 5.6 Mikroişlemci Kart Isı Alıcısı Bağlantısı

Mikroişlemci kart ile devre içeren ısı alıcısının birleştirilmesi için ek kart veri yolları ve sayısal/örneksel çevirici girişleri kullanılmıştır. Isı alıcısı üzerinde bulunan üç bacak mikrodnetleyici kart üzerinde bulunan voltaj geliş, toprak ve sayısal/örneksel çevirici uçlarına bağlanmıştır. Mikrodnetleyici üzerinde 12 adet sayısal/örneksel çevirici olarak çalışabilecek kapı mevcuttur. Isı algılayıcısının çalışması için gerekli 5 volt gerilim ek kart üzerinde bulunan 1-Kablo ana yol ile sağlanmış ve ısı algılayıcısının çıkışından voltaj değerleri elde edilmiştir. Voltaj değerleri doğrusallaştırılmadan kullanılmıştır. Bu voltaj değerleri ölçülendirilerek santigrat derece cinsinden ısı değerlerine ulaşılmıştır. Elde edilen ısı değerleri mikrodnetleyici kart üzerinde saklanmıştır. Gerçek zamanlı ısı değerini elde edebilmek amacı ile ısı değerlerinin algılayıcıdan elde edilmesi işlemi döngüye sokulmuştur. Bu sayede ısı miktarında olacak değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu ısı değerleri gözlemlenerek belirtilen bir ısı değerinin üzerindeki tespitlerde RA0 bağlantı noktasına 5 volt elektrik gerilimi gönderilerek rölenin çalışması sağlanmaktadır.

## 5.7 Devre Kesici Röle Çalışma Prensibi

Devre kesici röle, altı adet bacağa sahiptir. Bu bacaklardan ikisi mikrodnetleyici tarafından gönderilecek 5 volt elektrik gerilimini almak için tasarlanmış toprak ve voltaj bacaklarıdır. Bu bacaklar mikrodnetleyici kart üzerinde bulunan RA0 bağlantı noktasına ve toprak hattına bağlıdır. Çift bacaklardan iki tanesi şehir geriliminin faz gerilimini ve iklimlendirme cihazına giden faz gerilimini almak ve beslemek için kullanılmıştır. Mikrodnetleyici kart çıkış kapısından 5 volt elektriği gönderdiği an, devre kesici röle, üzerine bağlı şehir gerilimi faz ucu ve iklimlendirme cihazı faz ucunu kısa devre yaparak cihaza elektrik gitmesini sağlamaktadır. Bu sayede cihaz faaliyete geçmekte ve soğutma işlemine başlamaktadır. Mikrodnetleyici tarafından gönderilen 5 volt gerilim kesildiği zaman, devre kesici üzerinde kısa devre konumunda bulunan uçlar da ayrılarak iklimlendirme cihazına gönderilen gerilim kesilmektedir. Röle üzerine

yerleşik diğer çift bacaklar ise farklı bir cihaza hizmet vermek için yedek olarak saklanmaktadır.

## 5.8 Gömülü Sistem Ağ Bağlantısı ve Bilgisayar Yazılımı

Mikrodenetleyici kart üzerinde bulunan ethernet yongası saniyede 10 megabit veri iletişimi hızı ile ağ bağlantısını sağlamaktadır. Mikrodenetleyici üzerinde yazılımı yapılan TCP/IP yığını sayesinde mikrodenetleyici sisteme de bir IP adresi atanmaktadır. IP adresi ile ağ sistemine dahil olan mikrodenetleyici kart, istenilen mesajları göndermek ve almak için TCP kullanmaktadır. Mikrodenetleyici kart aynı zamanda UDP desteği de vermektedir. Mikrodenetleyici kart üzerindeki yazılım ile bir TCP paket içerisine ısı değeri ve klima çalışma durumu veri olarak kendisine bağlanan yazılıma göndermektedir. Bilgisayar TCP paketi belirlenen bağlantı noktasından teslim alarak üzerindeki yazılım ile mikrodenetleyici kart tarafından gönderilen ısı ve iklimlendirme cihaz faaliyet verilerini açmaktadır. Bilgisayar üzerinde tasarlanan yazılım, aynı ekran üzerinde iklimlendirme cihaz faaliyetini ve mikrodenetleyici tarafından algılanan ısı değerini görüntülemektedir. Yazılım üzerinde tanımlanan düğmelerden birincisi cihazı el kumandası ile açma ya da kapama işlemini sağlamaktadır. Diğer düğme ise kart üzerine istenilen ısı değerinin gönderilmesini ve mikrodenetleyici kartın bu ısı değeri ile işlem yapmasını sağlamaktadır.

Mikrodenetleyici kart ile yazılımın konuşması temelde iki adet TCP bağlantısı ile sağlanmaktadır. Mikrodenetleyici kart üzerinde bulunan yazılım sürekli döngü içerisinde TCP 20000 ve TCP 40000 bağlantı noktalarını dinlemektedir. Bu iki bağlantı noktasından herhangi birine yapılan bağlantıda tcpserver.c kod sayfası çağırılmakta ve aşağıda tanımlı işlemler yapılmaktadır.

Bu TCP bağlantılardan birincisi TCP 20000 bağlantı noktasına yapılmaktadır. Bu bağlantı noktasına yapılan her bağlantıda mikrodenetleyici kart üzerinde algılanan ısı değerini ve RA0 bağlantı noktası durumunu bağlantıyı yapan yazılım üzerine göndermektedir. Tasarlanan yazılımda ısı durumu ve bağlantı noktası durumu yarım saniyede bir güncellenmektedir. Daha önce bahsedildiği gibi RA0 bağlantı noktası röle ile bağlantılı olduğundan bu bağlantı noktasında 5 volt

gerilimin olması iklimlendirme cihazının o an faaliyette olduğunu, gerilimin kesilmiş olması ise iklimlendirme cihaz faaliyetinin durduğunu işaret etmektedir.

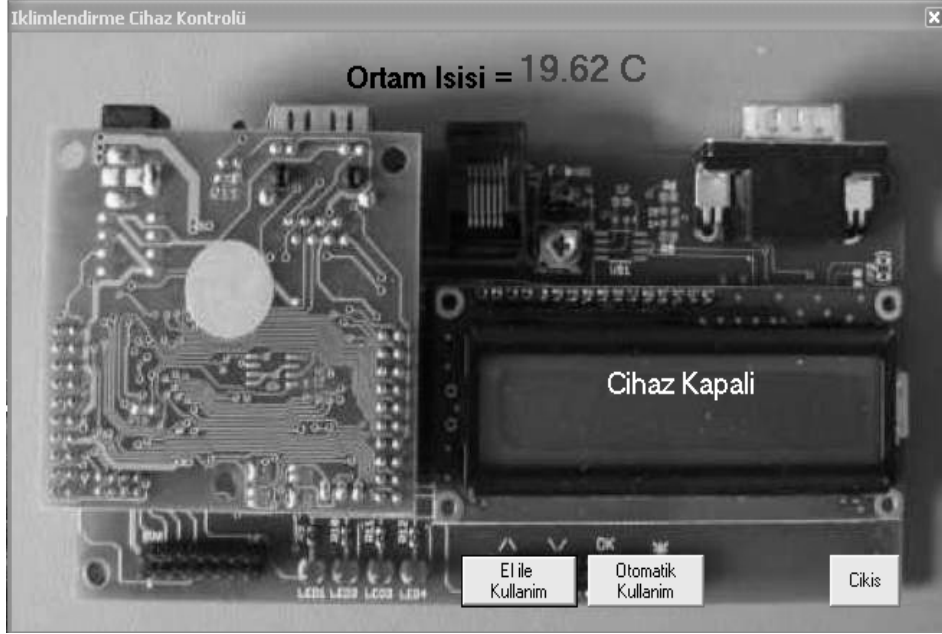
Mikrodenetleyici kart ilk çalıştırmada sınır ısı değeri olarak 25 santigrat dereceyi görmektedir. Sunucu makine üzerindeki yazılım çalıştırıldığında TCP 20000 bağlantı noktasından alınan verilere göre ortam sıcaklığı ve cihaz faaliyet durumu görüntülenmektedir. Eğer ısı algılayıcısı ile algılanan ısı değeri 25 santigrat derecenin üzerinde ise kart içerisindeki kod sayesinde RA0 bağlantı noktasına 5 volt elektrik gerilimi gönderilmekte ve iklimlendirme cihazı faaliyete alınmaktadır. Ortam ısısı sınır değerin 1 derece altına düşene kadar bu işleme devam edilmektedir. 24 santigrat derece ısı algılandığı an cihaz faaliyetine son verilmektedir. Bu kod satırları bir döngü içerisinde sürekli kontrol edilmekte ve sınır ısı değeri ile algılanan gerçek ısı değeri karşılaştırılmaktadır.

Diğer bir bağlantı ise TCP 40000 bağlantı noktası ile yapılmaktadır. Bu bağlantı noktası yazılım üzerine yerleştirilen düğmeler kullanıldığında devreye girmektedir. Yazılım üzerinde el ile kumandayı sağlayan ve otomatik kullanım için sınır ısı değerini değiştirmeye yardımcı olan iki adet düğme bulunmaktadır. El ile kumandayı sağlayan düğme tıklandığında, mikrodenetleyici kart üzerinde tanımlanan ve 25 santigrat derecelik sınır ısı değerine göre hizmet vermeyi sağlayan kod satırları geçersiz duruma gelmektedir. El ile kumanda cihazın durumuna göre faaliyet varsa kesmeyi, faaliyet yoksa faaliyeti başlatmayı amaçlamıştır. Bu düğme tıklandığında TCP 40000 bağlantı noktasına RA0 bağlantı noktasının yeni değeri gönderilmektedir. Otomatik kullanım için tasarlanan diğer düğme ise tıklandığında yeni sınır ısı değerinin girilmesi için bir giriş kutusu belirlemektedir. Kullanıcı tarafından giriş kutusuna girilen ısı değeri kart üzerindeki sınır ısı değerinin üzerine yazılmaktadır. Mikrodenetleyici kart bundan sonra kullanıcı tarafından girilen sınır ısı değeri ile algılanan ortam gerçek ısı değeri karşılaştırmasını yaparak RA0 bağlantı noktasına ve dolayısıyla iklimlendirme cihaz faaliyetine yön verecektir.

Yazılım üzerinde bulunan son düğme yazılımın kapatılmasını sağlamaktadır.

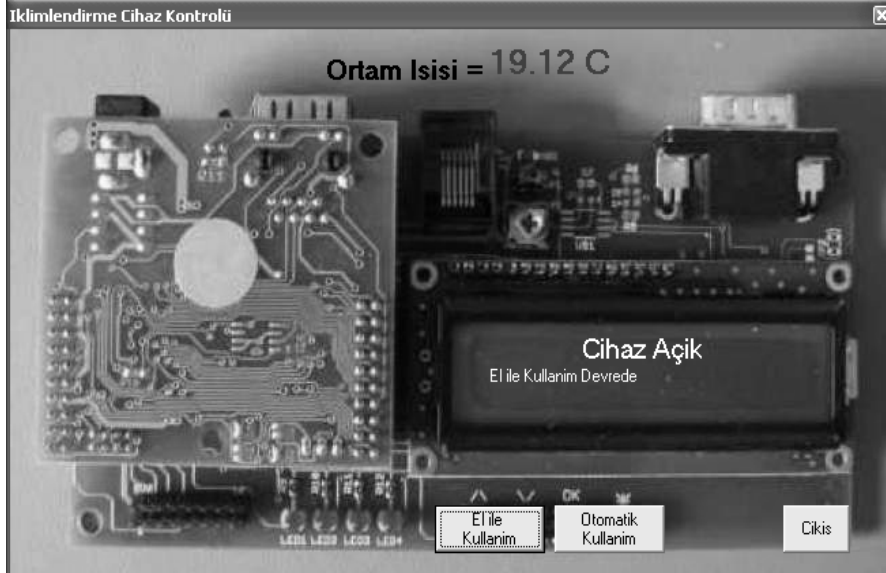
Mikrodenetleyici işlemleri için geliştirilen kodlar C yazılım ortamı ile düzenlenmiştir. Sunucu makine yazılımı ise Visual Basic 6.0 yazılım ortamı ve

Winsock eklentisi ile geliştirilmiştir. Şekil 5.9’de cihaz kapalı iken uygulama arayüzü bulunmaktadır.



5.9 Cihaz kapalı iken uygulama arayüzü

Şekil 5.10’da el ile kumanda edilerek cihazın aktif hale gelmiş şekli görüntülenmektedir.



5.10 El ile kumanda edilerek cihaz aktif hale getirilmiş

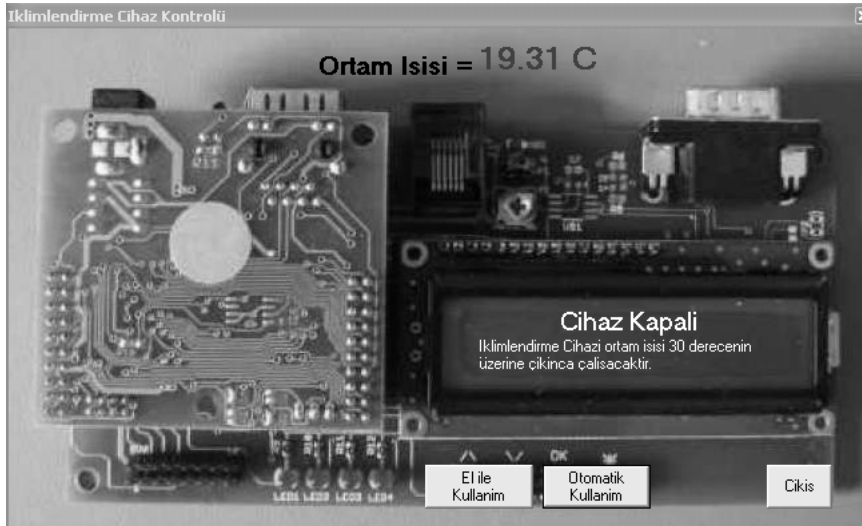


Şekil 5.11’de yazılım üzerinde bulunan Otomatik Kullanım düğmesi tıklanığında görünen şekli bulunmaktadır.



5.11 Otomatik kullanım düğmesi tıklanmış

Şekil 5.11’de Otomatik kullanım düğmesi ile açılan giriş kutusuna 30 sayısı girilmiştir. Bu değer TCP 40000 bağlantı noktası kullanılarak mikrodenetleyici kart üzerine gönderilmiş ve sınır ısı değeri olarak 30 santigrat derece işleme alınmıştır. Şekil 5.12’de yazılım tarafından sınır ısı değeri olarak 30 derece görüntülenmektedir.



5.12 Sınır ısı değeri 30 santigrat derece olarak belirlenmiştir.

## 6.SONUÇ

Gömülü sistem tasarımı yapılan bu tez, bir iklimlendirme cihazını ısı algılayıcısından elde edilen değerlere göre kontrol etmeyi amaçlamıştır. Tezin önemli bir avantajı da gömülü sistem tarafından elde edilen verilerin ağ ortamına dahil bir bilgisayar tarafından görüntülenmesidir. Bilgisayar kullanıcısı aynı zamanda cihazın faaliyetlerine yön de verebilmektedir.

Bu sistem tasarımı yapılırken uzak alanlarda ve belirli ısı derecelerine ihtiyaç duyan cihazlar düşünülmüştür. Cihazın korunması için ısı değerlerinin cihazın yakınından elde edilmesi ve iklimlendirme cihazının fonksiyonlarına müdahale edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede çok az ısı değişikliklerinde dahi tahrip olabilecek ürünler korunacaktır. Ağ bağlantısı ile bir bilgisayara veri gönderilmesi, iklimlendirme cihaz faaliyetlerinin ve ısı değerinin uzak bilgisayarlar tarafından görüntülenmesini sağlamaktadır. İnternet teknolojisi sayesinde ağ ortamının genişlediği günümüzde bu mesafe artmaktadır.

Standart iklimlendirme cihazlarının ısı alıcıları üzerlerinde yerleşik durumdadır. Özel ısı değer aralıklarında saklanması istenilen cihazlarda bu bir sorun olarak görünmektedir. Ayrıca standart iklimlendirme cihazlarının uzak bilgisayarlar tarafından görüntülenmesi ve çalışmalarına müdahale edilmesi zor ve maliyetli bir işlemdir.

Tasarlanan bu sistem maliyeti düşük bir sistemdir. Üzerinde bulunan yazılımın basitliği sayesinde kaynakların zorlanmadan uzun süre çalışması sağlanmaktadır.

Tasarlanan sistemin çalışmak için 9 volt elektrik gerilimine ihtiyaç duyması, şehir gerilimi olmayan alanlarda bir batarya yardımı ile çalışmasını sağlamaktadır.

Gömülü sistemin ağ ortamında çalışması için atanan IP adresi kullanıcı tarafından kolayca değiştirilebilmektedir. Bu sayede sistem farklı ağ gruplarına takıldığında adaptasyon problemi olmamaktadır. Bilgisayar üzerine yüklenen yazılımın çalışması için fazla kaynağa ihtiyaç duymaması, her türlü işletim sistemine ve her özellikteki bilgisayara yüklenebilmesini sağlamaktadır.

Gömülü sistemin iklimlendirme cihaz faaliyetine, cihaz elektrik gerilimini keserek ya da açarak müdahale etmesi sayesinde her türlü iklimlendirme cihazında kolaylıkla çalışmasını sağlamaktadır. Kontrol ünitesinin cihaza göre ayarlanması ya da cihaz değişiminde kontrol ünitesinin pasif kalması sorunu bu sayede ortadan kalkmaktadır.

İstenildiğinde gömülü sistem üzerine eklenecek nem, basınç gibi algılayıcılarla çalışma imkanı da mevcuttur. Yapılacak yazılım genişletmesi sayesinde farklı cihaz kontrolleri de sistem üzerinden sağlanabilecek ve tüm algılayıcı ve cihaz bilgileri uzak bilgisayara iletilebilecektir.

Bu tezde tasarlanan gömülü sistem sayesinde düşük maliyet ile herhangi bir iklimlendirme cihazı belirlenen yerdeki ısı değerine göre faaliyetini gerçekleştirecek, cihaz faaliyetleri ve ısı değeri uzak bilgisayar tarafından görüntülenecek ve kumanda edilebilecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] Çelik, H.C., Daban, Ş., Çınar, O., Yanarateş, E., Kocaman, M.K., Başboğaoğlu, U., Akdağ, M., Tarımer, İ., Kiper, A., Kıyıcı, M., Gündüz, Ş., Çuhadar, C., Kuzu, A., *Bilgisayar 1 Temel Bilgisayar Becerileri* (Ed: Güneş, A.), Pegema Yayıncılık, Ankara, 2006.
- [2] Altınbaşak, O., *Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama*, Atlas Yayıncılık, İstanbul, 2005.
- [3] Vahid, F., Givaris, T., *Embedded System Desing*, John Wiley and Sons Inc., New York, ABD, 2002.
- [4] Dreamtech Software Team, *Programming of Embedded Systems*, Wiley Publishing, Inc., New York, ABD, 2002.
- [5] Barr, M., *Programming Embedded Systems in C and C++*, O'Reilly & Associates, Inc., California, ABD, 1999.
- [6] Insam, E., *TCP/IP Embedded Internet Applications* (Çev: Şiltu, T.), Bileşim Yayıncılık A.Ş., İstanbul, 2003.
- [7] Topaloğlu, N., *x86 Tabanlı Mikroişlemci Mimarisi ve Assembly Dili*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2001.
- [8] Bodur, Y., *Adım Adım PICmicro Programlama*, Era Bilgi Sistemleri Yayıncılık Ltd.Şti., Ankara, 2000.
- [9] Topaloğlu, N., *Mikroişlemciler ve Assembly Dili*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2003.
- [10] Topaloğlu, N., Görgünoğlu, S., *Mikroişlemciler ve Mikrodenetleyiciler*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2003.
- [11] Gardner, N., *PIC Programlama El Kitabı*(Çev: Yalçın, C.), Bileşim Yayıncılık A.Ş., İstanbul, 1998.
- [12] Jones, M.T., *TCP/IP Application Layer Protocols for Embedded Systems*, Charles River Media, Inc., Massachusetts, ABD, 2002.
- [13] Bentham, J., *TCP/IP Lean Web Servers for Embedded Systems*, CMP Books, Canada, ABD, 2002.
- [14] Kurose, J., F., Ross, K., W., *Computer Networking*, Addison Wesley Longman, Inc., New York, ABD, 2001.

- [15] Stevens, R., *TCP/IP Illustrated Volume I The Protocols*, Addison Wesley Longman, Inc., Massachusetts, ABD, 1994
- [16] RFC web sitesi, [www.ietf.org](http://www.ietf.org), 2006.
- [17] Axelson, J., *Embedded Ethernet and Internet Complete*, Lakeview Research LLC, Madison, ABD, 2003.
- [18] Bilgisayar Terimleri Karşılıklar Kılavuzu, <http://www.tdk.gov.tr/bilterm>, 2006.
- [19] Lg Electronics Web Sitesi, [www.dreamlg.com](http://www.dreamlg.com), 2006.
- [20] Modtronix Firması Web Sitesi [www.modronix.com](http://www.modronix.com), 2006
- [21] SkPang Firması Web Sitesi [www.skpang.com](http://www.skpang.com) , 2006