

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TCP/IP İLE KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARINA ERİŞİM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Müh. Haşim Gürhan ZİHNİ

HAZİRAN 2011

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK – ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TCP/IP İLE KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARINA ERİŞİM

Elektrik Elektronik Müh. Haşim Gürhan ZİHNİ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"ELEKTRONİK YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.06.2011
Tezin Savunma Tarihi : 29.06.2011**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. İsmail KAYA

Trabzon 2011

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda
Haşim Gürhan Zihni tarafından hazırlanan**

TCP/IP İLE KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARINA ERİŞİM

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 14.06.2011 gün ve 1409 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından 29.06.2011 tarihinde yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan: Doç. Dr. Ali GANGAL

Üye: Yrd. Doç. Dr. İsmail KAYA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ULUTAŞ

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“TCP/IP ile Kablosuz Algılayıcı Ağlarına Erişim” adlı bu araştırma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Güncel teknolojiler incelenmiş ve bu teknolojileri kullanan sistemin uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarında danışmanlığımı üstlenerek ilgisini ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim sayın hocam Yrd. Doç. Dr. İsmail KAYA’ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca bana destek olan Benoşe Oylum ÇAVDAR’a, Meltem ERBAŞ’a, Ali Burhan Haliloğlu’na, Cem Eryaşar’a, Cenk ALBAYRAK’a, Hakan KARPUZ’a ve yardımlarını gördüğüm diğer tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak gerek tez çalışmalarım boyunca gerekse hayatımın her alanında maddi-manevi desteklerini esirgemeyen sevgili babam Naci ZİHNİ’ye, annem Selma ZİHNİ’ye, ablalarım Suna ZİHNİ PİRİMOĞLU, Mine ZİHNİ ULU ve Meltem ZİHNİ KORKMAZ’a teşekkür ederim.

Haşim Gürhan ZİHNİ
Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “TCP/IP ile Kablosuz Algılayıcı Ağlarına Erişim” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. İsmail KAYA'nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 01.06.2011

Haşim Gürhan ZİHNİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. OSI Referans Modeli.....	2
1.2.1. OSI Referans Modeli Katmanları	2
1.2.1.1. Uygulama Katmanı	3
1.2.1.2. Sunum Katmanı	4
1.2.1.3. Oturum Katmanı	4
1.2.1.4. Taşıma Katmanı.....	4
1.2.1.5. Ağ Katmanı.....	5
1.2.1.6. Veri Bağlantı Katmanı	5
1.2.1.7. Fiziksel Katman	5
1.3. TCP/IP.....	6
1.3.1. TCP/IP Katmanları.....	6
1.3.1.1. Uygulama Katmanı	7
1.3.1.2. İletim Katmanı	7
1.3.1.3. İnternet Katmanı	8
1.3.1.4. Bağlantı Katmanı	8
1.3.2. TCP/IP Modelinde Sık Kullanılan Protokoller.....	8
1.3.2.1. HTTP.....	9
1.3.2.2. IP.....	10
1.3.2.2.1. IP Adresi.....	11

1.3.2.2.2.	Alt Ağ Maskesi	12
1.3.2.2.3.	DNS	13
1.3.2.3.	DHCP	13
1.3.2.4.	UDP	15
1.3.2.5.	TCP	15
1.4.	Web Araçları	16
1.4.1.	HTML	17
1.4.2.	JavaScript	18
1.4.3.	AJAX	18
1.5.	Kablosuz Algılayıcı Ağları	18
1.5.1.	Ağ Topolojileri	19
1.5.2.	ZigBee	21
1.5.3.	Bluetooth	23
1.5.4.	Bluetooth ULP	24
1.5.5.	WirelessHART	25
1.6.	Analog Sayısal Dönüşüm	26
1.7.	Seri İletişim	28
1.7.1.	UART	28
1.7.2.	I ² C	29
1.7.3.	SPI	30
1.8.	Bu Çalışmanın Önemi	30
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE TARTIŞMA	32
2.1.	Kullanılan İşlemciler ve Modüller	33
2.1.1.	MSP430F2274	33
2.1.1.1.	Çevresel Birimler	34
2.1.1.1.1.	ADC10	34
2.1.1.1.2.	Evrensel Seri İletişim Arayüzü	35
2.1.2.	TIBBO EM203A	35
2.1.2.1.	Teknik Özellikler	37
2.1.2.2.	Ethernet Portu	38
2.1.2.3.	Seri Port	38
2.1.2.4.	LED Hatları	39
2.1.2.5.	Güç, Reset ve Mod Seçme Hatları	39

2.1.2.6.	Bellek	40
2.1.3.	CC2480.....	40
2.2.	Kullanılan Yazılımlar ve Betikler.....	40
2.2.1.	Tarayıcı.....	41
2.2.2.	jQuery.....	42
2.2.3.	XMLHttp	43
2.3.	Oluşturulan Donanım	43
2.4.	Elde Edilen Sonuçlar.....	45
3.	SONUÇLAR.....	55
4.	ÖNERİLER	56
5.	KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans

ÖZET

TCP/IP İLE KABLOSUZ ALGILAYICI AĞLARINA ERİŞİM

Haşim Gürhan ZİHNİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik- Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd.Doç. Dr. İsmail KAYA
2011, 58 Sayfa

Kablolu ve kablosuz iletişim tekniklerinin yaygın olarak kabul görmesi, bu alandaki gelişmeleri tetiklemiş ve iç içe kullanılmaları için araştırmalara konu olmuştur. Her iki alanda da boyut ve maliyet bakımında uygun ürünler ortaya çıkmış ve başta sanayi olmak üzere birçok alanda yaygınlaşmıştır. İnternet teknolojisi teorik olarak 1970'lerde ortaya çıksa da 1990'lı yılların sonunda tanınmaya başlamıştır. Başlarda düşük veri hızları ile kısıtlı uygulamalarda kullanılırken günümüzde yüksek hızlarda ve kapsamlı bir alt yapıyla hizmet vermektedir. Kablosuz algılayıcı sistemleri askeri alanda 1940'lardan beri kullanılmaktadır. Başlangıçta güvenlik ve bilgi toplamak gibi uygulamalarda kullanılan bu teknoloji günümüzde özellikle otomasyon alanında kullanıcılara düşük maliyet, enerji tasarrufu ve güvenilirlik gibi konularda faydalar sağlamaktadır. Bu çalışmada, batarya ile beslenen ve analog veriyi sayısal veriye dönüştüren birimin elde ettiği bilgiyi kablosuz olarak aktaran ve TCP/IP vasıtası ile görüntüleyen bir sistem gerçekleştirilmiştir. TCP/IP protokolüne ait alt protokoller, ZigBee standardı ve internette kullanılan bazı teknolojiler incelenmiş; bu teknolojilerin bir arada kullanıldığı bir ortam oluşturulmuştur. Çalışmada MSP430Fxx üzerinde bulunan ADC10 modülü ile sayısal veri elde edilmiş, yine işlemci üzerinde bulunan CC2480 modülü ile kablosuz haberleşme gerçekleştirilmiş ve TIBBO EM203A ile elde edilen veri TCP/IP ortamına aktarılmaya hazır hale getirilmiştir. Elde edilen veriyi görüntülemek için web tarayıcıları kullanılmış ve çeşitli platformlardaki tarayıcılar ile gecikme ölçülmüştür. Bu çalışmanın kablosuz algılayıcı ağları, gömülü ağ sistemleri ve TCP/IP altyapısı hakkında araştırma yapmak ve benzeri sistemleri kurmak isteyen akademik ve uygulama personeline yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: TCP/IP, Kablosuz algılayıcı ağları, internet

Master Thesis

SUMMARY

ACCESSING WIRELESS SENSOR NETWORKS VIA TCP/IP

Haşim Gürhan ZİHNİ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Electrical-Electronics Engineering Graduate Program
Supervisor: Assist. Prof. İsmail KAYA
2011, 58 Pages

Widely acceptance of wired and wireless communications techniques became a reason for innovations and subject for researches to apply this techniques together. Low cost and small size products that using this technologies are widespread applied in industry. Although theory was invented in 1970's, internet has been recognized at the end of 1990's. Because of low datarate, applications about internet was limited early. But now, it serves high speed with comprehensive structure. Wireless sensor networks has been used in military for security and data collection since 1940. Today it has many benefits like low cost, energy saving and security especially at automation systems. In this study, data which obtained by a battery powered unit is transferred over wireless networks and monitored by TCP/IP. Sub-protocols of TCP/IP, ZigBee, and some internet technologies is discovered and performed a platform that using this technologies. Digital data obtained by ADC10 module on MSP430Fxx, transmitted as wireless by CC2480 and become ready with EM203A for TCP/IP. Web browsers are used to monitor the obtained data and delay performance is measured at several platforms. This work is thought to be a guide for academical stuff or developers to research sensor networks, TCP/IP and embedded networks.

Key Words: TCP/IP, Wireless sensor networks, internet

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. OSI Referans Modeli katmanları.....	3
Şekil 2. IP başlık bilgisi.....	10
Şekil 3. DHCP paketinin içeriği.....	14
Şekil 4. UDP başlık bilgisi	15
Şekil 5. TCP paketinin başlık bilgisi içeriği	16
Şekil 6. Ağ topolojileri	20
Şekil 7. ZigBee ağ topolojileri	22
Şekil 8. Bluetooth ağ topolojileri	23
Şekil 9. WirelessHART ağı	26
Şekil 10. Analog sayısal dönüşüm aşamaları	27
Şekil 11. UART paketinin içeriği	29
Şekil 12. I ² C paketinin içeriği	29
Şekil 13. Oluşturulan sistemin blok diyagramı.....	33
Şekil 14. MSP430F2274 işlemcisi	33
Şekil 15. Ayar ekranı.....	35
Şekil 16. TIBBO EM203A modülü	36
Şekil 17. Tibbo EM203A bağlantı uçları	37
Şekil 18. HTML Sayfasının Masaüstü Platformdaki Görüntüsü.....	41
Şekil 19. HTML Sayfasının Mobil Platformdaki Görüntüsü	42
Şekil 20. Kablosuz birim	44
Şekil 21. Şebeke gerilimi ile beslenen donanım	44
Şekil 22. 3 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü.....	45
Şekil 23. 5 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü.....	46
Şekil 24. 7 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü.....	46
Şekil 25. 10 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü	47
Şekil 26. 12 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü.....	47
Şekil 27. 15 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü.....	48
Şekil 28. 18 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü.....	48
Şekil 29. 20 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü	49

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. OSI ve TCP/IP Modeli katmanları	6
Tablo 2. HTTP istek türleri.....	9
Tablo 3. HTTP Durum bilgisi.....	9
Tablo 4. IP adresleri sınıfları ve değer aralıkları	11
Tablo 5. Bluetooth, Bluetooth ULP ve Zigbee Karşılaştırması	24
Tablo 6. Tibbo EM203A giriş ve çıkışları.....	38
Tablo 7. Test yapılan platformlar	49
Tablo 8. Windows işletim sistemi kablolu bağlantı	50
Tablo 9. Linux işletim sistemi kablolu bağlantı.....	50
Tablo 10. Windows işletim sistemi kablosuz bağlantı.....	51
Tablo 11. Linux işletim sistemi kablosuz bağlantı	51
Tablo 12. Android işletim sistemi 2G bağlantı.....	52
Tablo 13. Android işletim sistemi 3G bağlantı.....	52
Tablo 14. IOS işletim sistemi kablosuz bağlantı	53
Tablo 15. Platformlara göre yaşanan gecikmeler	54

SEMBOLLER DİZİNİ

ADC	: Analog sayısal dönüşüm
AJAX	: Asenkron JavaScript ve XML
ARP	: Adres çözümleme protokolü
ASCII	: Amerikan bilgi deęiřtirme kodu
CMOS	: Bütünleyici metal oksit silikon
CPU	: Merkezi işlem ünitesi
CSS	: Kademeli stil sayfası
DARPA	: Geliřmiř Teknoloji Savunma Projeleri Kurumu
DHCP	: Dinamik host denetleme protokolü
DNS	: Alan adı servisi
DSL	: Sayısal katılımcı hattı
EEPROM	: Elektriksel olarak silinip programlanabilir bellek
FTP	: Dosya iletim protokolü
GSM	: Mobil iletişim için küresel sistem
GTP	: GPRS tünel protokolü
HTML	: Hipermetin işaretleme dili
http	: Hipermetin iletim protokolü
ICMP	: İnternet denetleme mesajı protokolü
IEEE	: Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
IOS	: Iphone işletim sistemi
IP	: İnternet protokolü
ISDN	: Sayısal aę birleřik servisleri
LED	: Iřık yayan diyot
NFS	: Aę dosya sistemi
NTP	: Aę zaman protokolü
OSI	: Açık sistem bağlantısı
PAN	: Kiřisel alan ağı
PDA	: Kiřisel dijital asistan
POP	: Post ofis protokolü

PPP	: Noktadan noktaya protokolü
RAM	: Rastgele erişilebilir bellek
RF	: Radyo frekansı
SDP	: Oturum tanımlama protokolü
SMTP	: Basit posta iletim protokolü
SNMP	: Basit ağ yönetim protokolü
SPI	: Seri çevresel arayüz
TCP	: İletim denetleme protokolü
TDMA	: Zaman bölmeli çoklu erişim
UART	: Evrensel asenkron kabul ve iletim
UDP	: Kullanıcı datagram protokolü
ULP	: Ultra düşük güç
XML	: Genişletilebilir işaretleme dili

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Aynı anda birden çok bilgisayarın birbirine bağlı olduğu ve birbirleri ile haberleştiği sistemler bilgisayar ağı olarak adlandırılmaktadır. Bilgisayar ağlarının kullanım amacı, kaynakların ve veri, ses, görüntü gibi bilgilerin paylaşılması ve kişiler arasında iletişimin sağlanmasıdır [1]. Bir ağa bağlı olan cihaz, ağa bağlı diğer cihazlara erişim hakkına sahiptir. Ağdaki her bilgisayar ya da çevre birimi birer düğüm, ağ üzerinde paylaşılan kaynakları bulunduran cihazlar ise sunucu, sunucudan istekte bulunan birimler istemci olarak adlandırılmaktadır. Protokol, bu cihazların birbirleri ile iletişimi için kullanılan kurallar bütünüdür.

İnternet, belli protokoller dahilinde bilgisayarları ve diğer ağ cihazlarını birbirine bağlayan evrensel bir ağıdır. OSI Referans Modeli'ni temel alan TCP/IP teknolojisi üzerine kurulmuştur.

Gömülü ağ uygulamaları, internet teknolojisinin gelişimi ile önemli mesafe kat etmiştir. Fiziki şartların elverişsizliği, ulaşım imkânlarının kısıtlılığı ve geniş ölçekli uygulamaların denetlenme zorluğu gibi etkenler, uygulamalarda gömülü ağların tercih edilmesinde önemli role sahiptir. Gömülü ağ sistemleri internete bağlı olmadan sadece sistem içindeki cihazları içerebileceği gibi internete bağlı olarak evrensel bir kimlik de kazanabilir.

GSM alanındaki ilerlemeler ve mobil işletim sistemlerindeki gelişmeler, internete yüksek hızlarda erişimi sağlamaktadır. Cep telefonları ve PDA'lar ile mobil şebeke erişiminin olduğu her yerde internete bağlanılabilmektedir. Dünya nüfusunun %80'ini aşkın bir kısmı GSM kapsama alanındadır [3]. Bu da mobil cihazlar ile gömülü ağ sunucularına dünyanın birçok noktasından erişimi mümkün kılmaktadır.

Kablosuz algılayıcı ağları (Wireless Sensor Network, WSN), temel olarak birbirinden bağımsız sınıflandırılmış cihazların algılayıcılar yardımıyla fiziksel ve çevresel koşulları görüntülemeye yarayan ağlardır [2]. Özellikle IEEE tarafından geliştirilen kablosuz ağ protokolleri, kablosuz ağların yaygınlaşmasında önemli bir role sahiptir.

Uygulamanın amacına göre düşük güç tüketen, yüksek veri hızına sahip ya da geniş kapsama alanını içeren ağ protokolleri mevcuttur.

Ağ uygulamaları 1960'lı yıllarda ortaya çıkmaya başlamıştır. Başlarda belli üreticiler ve organizasyonlar, kendi ürettikleri ürünlere yönelik protokoller kullanmışlardır. Bu da farklı üreticilerin ürünlerinin birbirleri ile iletişim kurma konusunda sıkıntıları beraberinde getirmiştir. Çeşitli evrensel protokollerin geliştirilmesi bu ile bu sorunun önüne geçilmiştir.

1.2. OSI Referans Modeli

OSI, International Organization for Standardization (ISO) ve ITU-T tarafından, ağ ortamını standart hale getirmek geliştirilmiş bir modeldir [7]. 1978 yılında geliştirilen bu model 1984 yılında OSI Referans Modeli olarak yayınlanmıştır. Bu model kısa sürede kabul göerek yaygınlaşmış ve ağ sistemleri için bir kılavuz olmuştur.

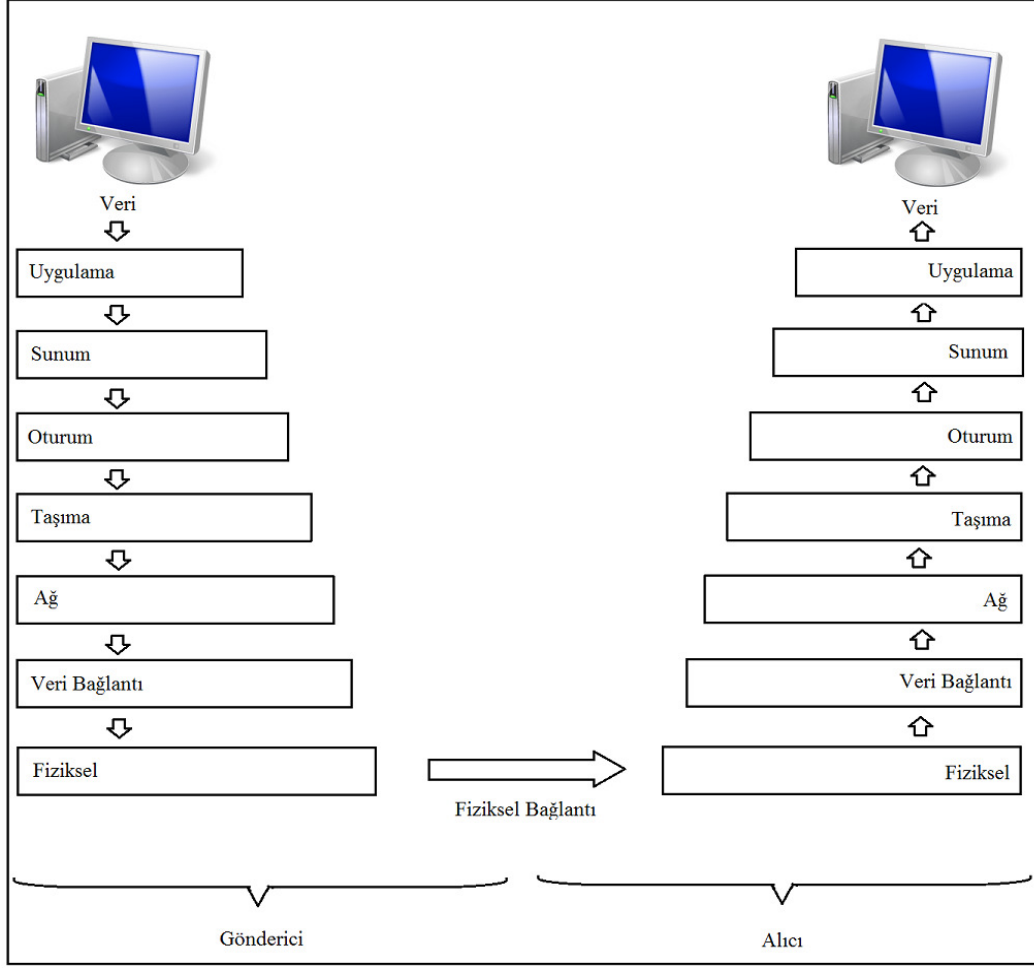
OSI Referans Modeli'nin amacı, farklı üreticilerin ürünlerinin birbirleri ile haberleşmesi için genel bir protokol oluşturmaktır. Bu modeli kullanan cihazlar, üreticiden bağımsız olarak birbirleri ile iletişim kurabilmektedir [11].

OSI Referans Modeli, yedi katmandan oluşmaktadır. Veri, her katmanda protokoller dahilinde işlenip bir alt katmana gönderilmektedir.

1.2.1. OSI Referans Modeli Katmanları

OSI Referans Modeli'nde her katmana dair farklı protokoller mevcuttur. Bu katmanlar aşağıda listelenmiştir.

- Uygulama katmanı
- Sunum katmanı
- Oturum katmanı
- Taşıma katmanı
- Ağ katmanı
- Veri bağlantı katmanı
- Fiziksel katman



Şekil 1. OSI Referans Modeli katmanları

1.2.1.1. Uygulama Katmanı

Uygulama katmanı, programların ağı kullanabilmesi için araçlar sunar. Bilgisayar uygulaması ile ağ arasındaki arabirim görevini yerine getirmekte ve uygulamaların ağ üzerinde çalışmasını sağlamaktadır.

Katmanların sıralanışında kullanıcıya en yakın olanıdır. Sadece bu katman diğer katmanlara servis sağlamaz. HTTP, SMTP, POP, SNMP, FTP, Telnet, NFS, NTP, SSH, GTP ve SDP protokollerini içerir.

1.2.1.2. Sunum Katmanı

Sunum katmanının görevi, yollanan verinin karşı bilgisayar tarafından anlaşılabilir halde olmasını sağlamaktır. Böylece farklı programların birbirlerinin verisini kullanılabilmesi mümkün olur.

DOS ve Windows 9x, metin tipli veriyi 8 bit ASCII olarak kaydederken, XP tabanlı işletim sistemleri 16 bit Unicode 'u kullanmaktadır. Sunum katmanı bu gibi farklılıkları ortadan kaldırır.

Sunum katmanı ayrıca verilen sıkıştırılmasından da sorumludur ve genel olarak Hoffman kodlama sistemini kullanmaktadır.

1.2.1.3. Oturum Katmanı

Oturum katmanı, bir cihazın birden fazla cihazla aynı anda iletişim içinde olduğu durumlarda doğru cihazla iletişim kurmasını sağlar. Uygulamalar arasındaki bağlantıları kurar, yönetir ve sonlandırır. Bu katman yardımı ile farklı bilgisayarlardaki kullanıcılar arasında oturumlar kurulması sağlanır. Bu işlem oturumların kurulmasını, yönetilmesini ve bitirilmesini içerir.

Örneğin A bilgisayarı B üzerindeki yazıcıya yazdırırken, C bilgisayarı B üzerindeki diske erişiyorsa B hem A ile olan, hem de C ile olan iletişimini aynı anda sürdürmek zorundadır.

Bu katmanda çalışan NetBIOS ve Sockets gibi protokoller farklı bilgisayarlarla aynı anda olan bağlantıları yönetme imkânı sağlarlar. Named Pipes, NetBIOS, SIP, SAP, SDP protokolleri bu katmana aittir.

1.2.1.4. Taşıma Katmanı

Taşıma katmanının görevi üst katmanlardan gelen veriyi ağ paketi boyutunda parçalara bölmektir.

Taşıma katmanı alt katmanlar ve üst katmanlar arasında geçit görevi görür. Alt katmanlar verinin ne olduğuna bakmandan karşı tarafa yollama işini yaparken üst katmanlarda kullanılan donanım ile ilgilenmeden verinin kendisini işleyebilirler.

Ayrıca veri paketlerinin hatasız gönderilmesinden de sorumludur. Bu katmanda gönderilen son paketler bir tamponda tutulur. İstemciden veri paketinin hatasız şekilde ulaştığına dair onay mesajı gelmezse, aynı paketi tekrar gönderir. DCCP, SCTP, SPX, TCP ve UDP protokolleri bu katmana aittir.

1.2.1.5. Ağ Katmanı

Ağ katmanı, veri paketinin farklı bir ağa gönderilmesi gerektiğinde pakete yönlendiricilerin kullanacağı bilginin eklendiği katmandır.

Bu katman, sunucular arası yönlendirme dahil olmak üzere kaynaktan hedefe paketin iletilmesinden sorumludur. IP, ICPM, IPsec, ARP, RIP, OSPF, BGP protokollerini içerir.

1.2.1.6. Veri Bağlantı Katmanı

Veri bağlantı katmanı, donanım katmanına erişmek ve kullanmak ile ilgili kuralları belirler [7]. Veri bağlantı katmanının büyük bir bölümü ağ kartı içinde gerçekleşir. Bu katman ağ üzerindeki diğer bilgisayarları tanımlama, kablunun o anda kim tarafından kullanıldığının tespit etme ve fiziksel katmandan gelen verinin hatalara karşı kontrolü görevini yerine getirir.

Ayrıca veri bağlantı katmanında paketlere boş bitler eklenir. Bu sayede veriler standart bir uzunluğa ulaşmış olur. Ethernet, Token Ring, FDDI, PPP, HDLC, Frame Relay, ATM ve Fibre Channel protokollerini içerir.

1.2.1.7. Fiziksel Katman

Fiziksel katman verinin hat üzerinden aktarılması için gerekli olan işlevleri kapsamaktadır. Bu işlevler donanım özelliklerini belirleme, kodlama ve işaret üretimi, bilgi iletimi ve kabulü, bağlantı ve fiziksel ağ tasarımıdır. RS-232, V.35, V.34, T1, E1, 10BASE-T, 100BASE-TX, ISDN, SONET, DSL ve 802.11 a/b/g/n protokolleri bu katmana aittir.

1.3. TCP/IP

Günümüzde kullanılan internetin altyapısı olan TCP/IP, yoğun veri trafiği olan ağlarda yüksek performans gösteren protokoller bütünüdür [4].

TCP/IP modeli, United States Department of Defense birimi olan DARPA tarafından 1970'li yıllarda oluşturulmuş internet erişim kuralları dizisidir [10]. Dünyanın ilk geniş alan ağı ARPANET protokolünden türetilmiştir ve OSI Referans Modeli'ni temel alır.

1.3.1. TCP/IP Katmanları

TCP/IP modeli de OSI Referans Modeli gibi katmanlardan oluşmaktadır.

- Uygulama katmanı
- İletim katmanı
- İnternet katmanı
- Bağlantı katmanı

Bu katmanlar OSI Referans Modeli'ndeki katmanların bir ya da birkaçına karşılık gelebilir.

Tablo 1. OSI ve TCP/IP Modeli katmanları

OSI Referans Modeli	TCP/ IP Modeli
Uygulama	Uygulama
Sunum	
Oturum	
Taşıma	İletim
Ağ	İnternet
Veri bağlantı	Bağlantı
Fiziksel	

1.3.1.1. Uygulama Katmanı

Ağa ulaşmak ve ağ üzerinde iletişim kurmak isteyen tüm yazılımların uygulama katmanında yer aldığı kabul edilir. Bu katmanda yer alan temel protokoller, gündelik yaşamda kullanılan programların nasıl çalıştığını ve bu programların nasıl veri alıp verdiğini belirlemektedir [1].

Bu katmana ait sıkça kullanılan bazı uygulamalar aşağıda listelenmiştir.

- Telnet veya uzaktan erişim
- Web sayfalarını göstermek için tarayıcı desteği
- Dosya transfer uygulamaları
- Elektronik posta uygulamaları

HTTP, SMTP, FTP, SNMP gibi protokoller bu katmanda yer alırlar.

1.3.1.2. İletim Katmanı

Ulaşım katmanının temel işlevi, uygulama katmanından gelen veriyi ihtiyaç duyulduğunda küçük paketlere ayırıp ağ katmanına göndererek istemciye bu parçaların doğru bir şekilde ulaştığından emin olmaktır. Ulaşım katmanı, uygulama katmanı tarafından ihtiyaç duyulan her taşıma bağlantısı için soket adı verilen sanal ağ bağlantısı oluşturur [4].

Soket, TCP/IP' de bir bağlantıyı simgeleyen sanal bir yapıdır. İnternet'te ana sistemler arasında güvenilir, çift yönlü, kalıcı, noktadan- noktaya ve akış tabanlı bağlantılar için kullanılır.

Bir soket 7 temel işlemi gerçekleştirebilir.

- Uzaktaki bir makineye bağlanma
- Veri gönderme
- Veri alma
- Bir bağlantıyı kapatma
- Bir yerel bağlantı noktasına bağlanma
- Gelen veriyi dinleme
- Bağlantı noktasına uzak makinelerden gelen bağlantıları kabul etme

DCCP, SCTP, SPX, TCP ve UDP protokolleri iletim katmanına ait protokollerden bazılarıdır.

Farklı uygulamalar aynı anda TCP/IP bağlantısını kullanabilir. İletim katmanı protokolleri, başlık bilgilerine uygulamayı belirten ve port adı verilen kimlik bilgisi ekler. Uygulamalar kullandığı protokollere göre kendileri için ayrılmış port numaralarını kullanırlar. Örneğin dosya transferi için FTP protokolü ve 20 ve 21 numaralı portları, e-posta için SMTP protokolü ve 25 numaralı port ve http için 80 numaralı port kullanılmaktadır [15].

1.3.1.3. İnternet Katmanı

Ağ katmanı olarak da adlandırılan internet katmanı, paketlerin ağ üzerindeki hareketlerini düzenler. Paketin istenilen noktaya ulaşması için rota belirler ve arada geçilecek sistemler ve geçiş yollarının bu paketi doğru yere ulaştırması için kendi başlık bilgisini bir üst katmandan gelen veriye ekler [4]. IP (IPv4, IPv6), ICMP, ICMPv6, IGMP ve IPsec, bu katmanda kullanılan protokollerden bazılarıdır.

1.3.1.4. Bağlantı Katmanı

TCP/IP modelinin en alt katmanı olan bağlantı katmanı, iletmeye hazır veriyi haberleşme kanalından iletmek için kullanılır. Bu katmanda ağ bağlantı cihazları, ağ bağdaştırıcıları, tekrarlayıcılar, yönlendiriciler ve kablolar gibi ağın fiziksel yönü ile ilgili araçlar bulunur.

1.3.2. TCP/IP Modelinde Sık Kullanılan Protokoller

TCP/IP modeli kapsamlı bir iletişim protokolü olmasına rağmen içerdiği protokollerin tamamı günlük hayatta kullanılmaz. Özellikle internetin yaygın olarak kullanılması, web tarayıcıları ve e-posta programları gibi uygulamaların günlük hayatta geniş kitleler tarafından kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Bu uygulamalar belirli protokoller dahilinde çalışması bazı protokollerin ön plana çıkmasına neden olmuştur. HTTP, IP, DHCP, UDP ve TCP sık kullanılan protokollerden bazılarıdır.

1.3.2.1. HTTP

HTTP, istemcinin sunucudaki dosyalara ya da diğer kaynaklara istek gönderebilmesini sağlayan protokoldür. İstem, bu protokolü kullanarak birkaç çeşit istekte bulunabilir. Bunlardan en sık kullanılanları sırasıyla veriyi isteyen ve gönderen GET ve POST istekleridir. Sunucu isteği aldığı anda durum bilgisini içeren başlığı (header) istenen dosyaya ekler, istemciye gönderir ve bağlantıyı kapatır [5].

HTTP mesajı istek ve cevaplardan oluşur. İstek mesajında istek satırı ve istek hakkında bilgi içeren başlık satırları bulunur. Cevap mesajı ise cevap satırı bu satırı takip eden başlık satırları ve gövdeden oluşur. Mesajın gövde kısmı ve başlık kısmı boş bir satır ile ayrılır.

İstek mesajının ilk satırı istek türünü belirler. İstek türleri aşağıdaki Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. HTTP istek türleri

İstek Türü	Açıklama
GET	Sunucudaki bir HTML sayfasını veya dosyayı okumak için istek göndermek
POST	Sunucuya bilgi oluşturması için gönderilen istek
HEAD	Web sayfasının başlık bilgisini okumak için gönderilen istek
PUT	Web sayfasını depolamak için gönderilen istek
DELETE	Web sayfasını silmek için gönderilen istek
LINK	İki kaynağı birbirine bağlamak için gönderilen istek
UNLINK	İki kaynak arasındaki bağlantıyı bitirmek için gönderilen istek

Bütün HTTP istekleri, durum bilgisi satırı içeren sayısal cevaplar ve bu cevaplara karşılık gelen açıklamalarla karşılık bulur. Bu durum bilgileri Tablo 3’de listelenmiştir.

Tablo 3. HTTP Durum bilgisi[5]

Durum kodu	Durum açıklaması	Açıklama
200	OK	Tamam
201	Created	Oluşturuldu
202	Accepted	Kabul edildi
204	No Content	İçerik yok
301	Moved Permanently	Kalıcı olarak taşında
302	Moved Temporarily	Geçici olarak taşında
304	Not Modified	Değiştirilmedi

Tablo 3'ün devamı

400	Bad Request	Geçersiz istek
401	Unauthorized	Yetkisiz
403	Forbidden	Yasak
404	Not Found	Bulunamadı
500	Internal Server Error	Sunucu hatası
501	Not Implemented	Uygulanamadı
502	Bad Gateway	Geçersiz ağ geçidi
503	Service Unavailable	Servis dışı

1.3.2.2. IP

IP, internet teknolojisinin temelini oluşturan protokollerden biridir. Elde edilen veri paketlerini (Datagram) ağ üzerinde noktadan noktaya ulaştırmak için gereken kurallar bütünüdür.

TCP, UDP ve ICMP mesajları IP paketleri şeklinde iletilmektedir. Paketlerin güvenliğinden sorumlu değildir.

Standart bir IP paketi başlığı ek veriler hariç 20 bayt büyüklüğündedir ve her biri 32 bitlik beş satırdan oluşmaktadır, en soldaki bit 0, en sağdaki bit 31 olarak numaralandırılmıştır. Paket yapısı aşağıdaki Şekil 2'de görülmektedir.

4 bit - Versiyon	4 bit - Başlık uzunluğu	8 bit - Servis çeşidi	16 bit - Toplam uzunluk	
16 bit - Kimliklendirme			3 bit - Bayrak	13 bit - Bölüm ofseti
8 bit - Geçerlilik süresi		8 bit - Protokol	16 bit - Başlık sağlaması	
32 bit - Kaynak IP adresi				
32 bit - Hedef IP adresi				
Seçenekler (mevcutsa)				
Veri				

Şekil 2. IP başlık bilgisi

Ağlarda çok sayıda cihaz bulunduğundan, noktadan noktaya iletişimin sağlanması için her cihazın bir adrese sahip olması gerekmektedir. İletilmek istenen verinin yönlendiriciler ve düğümler arasında gideceği rota adresler sayesinde belli olur. Bu adreslemeyi IP protokolü gerçekleştirmektedir.

1.3.2.2.1.IP Adresi

İnternete bağlı her cihazın sadece kendisine ait 32 uzunluğunda bir IP adresi vardır. Kolayca okunabilmeleri için her biri oktet adı verilen 8 bit uzunluğunda dört parçaya ayrılır ve ondalık düzene çevrilir ve aralarına nokta koyulur. Örneğin 192.168.0.1 adresinin 32 bitlik karşılığı aşağıdaki örnekte gösterilmiştir.

32 bit Gösterim:	11000000	10101000	00000000	00000001
Ondalık Gösterim:	192	168	0	1

IP adresleri beş sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar ve değer aralıkları Tablo 4'te verilmiştir

Tablo 4. IP adresleri sınıfları ve değer aralıkları [21].

Sınıf	İçerik					Değer Aralığı		
A	1	7 bit NetID		24 bit HostID		0.0.0.0 127.255.255.255		
B	1	0	14 bit NetID		16 bit HostID	128.0.0.0 191.255.255.255		
C	1	1	0	21 bit NetID		8 bit NetID	192.0.0.0 223.255.255.255	
D	1	1	1	0	28 bit Multicast Grup ID		224.0.0.0 239.255.255.255	
E	1	1	1	1	0	28 bit Rezerve		240.0.0.0 255.255.255.255

Ağ adresleri A sınıfı adreslerde ilk oktet ile, B sınıfı adreslerde ilk iki oktet ile, C sınıfı adreslerde ilk 3 oktet ile belirlenmektedir. Kalan oktetler ağdaki cihazı gösterir. D ve E sınıfı adresler özel test adresleridir ve kullanıcılar tarafından kullanılmaz [6].

Üç çeşit IP adresi bulunmaktadır. Bunlar tek birimi hedefleyen Unicast, ağdaki bütün cihazları hedefleyen Broadcast ve birden çok cihazı hedefleyen Multicast olarak adlandırılır.

1.3.2.2.2. Alt Ağ Maskesi

Ethernet ağ teknolojisinin bir sonucu olarak bir cihaz yalnızca kendisiyle aynı fiziksel ağda bulunan bir cihazla doğrudan iletişime geçebilmektedir [6]. Farklı ağlardaki cihazlar ile iletişim için dolaylı yoldan gerçekleşmektedir.

IP adresinin bir bölümü ağı, bir bölümü de cihazın ağdaki adresini göstermektedir. Bir cihaz, sahip olduğu IP adresinin hangi bölümünün ağı, hangi bölümünün ağdaki cihazları tanımladığını anlamak için alt ağ maskesi adı verilen bir değer kullanılır.

Alt ağ maskesi ile IP adresine mantıksal VE işlemi uygulandığında elde edilen sonuç, ağın sahip olduğu IP adresini vermektedir. Örneğin IP adresi 195.134.67.200 bir cihaz ve alt ağ maskesi 255.255.255.0 olan bir ağın IP adresi 195.134.67.200'dür [6].

195.134.67.200	11000011.10000110.01000011.11001000
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
<hr/>	
192.134.67.0	11000011.10000110.01000011.00000000

Alt ağ maskesi kullanılarak elde edilen adresler ile ağdaki bir cihaz iletişim kurmak istediği cihaz ile aynı ağda olup olmadığını belirleyebilir. Alt ağ maskesinin hatalı olduğu durumlarda cihazlar hedef cihazın hangi ağda olduğunu saptayamayacağından doğru bir şekilde iletişim kuramaz.

Ağdaki cihazın farklı bir ağdaki cihaza erişmeye çalıştığı durumlarda, ağ dışına çıkması için bir yönlendiriciye ihtiyaç duyar. Bu yönlendiricinin IP adresi ağ geçidi olarak adlandırılmaktadır.

1.3.2.2.3. DNS

32 bitten oluşan IP adresi teorik olarak 2^{32} farklı değer alabilmektedir. Günümüzde de sıkça kullanılan internet sitelerinin her birinin sabit IP adresi vardır.

1984 yılında kullanıma geçen DNS adı verilen servis, IP adreslerine alan adı ataması yaparak bu adları bir sunucuda saklamaktır [9].

Bir web tarayıcısının adres satırına alan adı girildiğinde, DNS sunucusuna başvurulur. DNS sunucusu kendi veritabanında girilen alan adına karşılık IP adresi varsa, bu adresi istemciye gönderir.

İnternet adresleri, sonuna eklenen harflerle etki alanlarına ve ülkelere göre ayrılmaktadır. Türkiye için “.tr”, Almanya için “.de”, İngiltere için “.uk” adreslerin sonuna eklenen ülke uzantılarından bazılarıdır. Ayrıca aşağıda listelenen uzantılar ile etki alanlarına ayrılabilir.

- Com: Ticari kuruluşları belirtir
- Edu: Eğitim kurumlarını belirtir
- Org: Ticari olmayan organizasyonları belirtir
- Net: İnternet omurgası işlevini gösteren ağları belirtir
- Gov: Hükümete bağlı kurumları belirtir
- Mil: Askeri kurumları belirtir

1.3.2.3. DHCP

TCP/IP protokolünü kullanan bir ağda IP adresi, alt ağ maskesi ve ağ geçidi adresi gibi parametrelerin tanımlanması gerekmektedir.

Ağdaki cihaz sayısının çok olması, yeni cihazların eklenmesi ya da çıkarılması ve parametrelerin belirlenirken hata yapılması çeşitli çakışmalara ve sorunlara neden olmaktadır.

Bu sorunların önüne geçmek için DHCP adı verilen bir protokol oluşturulmuştur. DHCP sunucusu bulunan bir ağa cihaz bağlandığında, cihaz sunucu ile iletişime geçip ağ parametrelerini elde etmektedir [9].

DHCP sunucusundan elde edilen veriler IP adresi, ağ geçidi adresi, DHCP sunucusunun IP adresi, sunucu alan adı ve kiralama süresidir. Bir cihaz DHCP ile elde

ettiği IP adresini belirli bir süre için kiralar. Bu süre dolmadan önce cihaz ağda mevcutsa süre uzatılır. Cihaz ağda mevcut değilse sahip olduğu IP adresi sunucu tarafından geri alınır.

DHCP paketinin başlık bilgisi 300 bayt uzunluğundadır ve içeriği Tablo 5'te gösterilmiştir.

8 bit Opcode	8 bit Donanım türü	8 bit Donanım adresi	8 bit Sayaç
Geçiş kimliği			
Zaman sayacı		Boş	
İstemci IP adresi			
IP adresi			
Sunucu IP adresi			
Ağ geçidi IP adresi			
İstemci donanım adresi			
Sunucu alan adı			
Boot dosya adı			
Üretici bilgileri			

Şekil 3. DHCP paketinin içeriği [22]

DHCP sunucusundan parametre kiralama işlemi dört aşamada gerçekleşmektedir.

1. DHCP DISCOVER: İstemci, ağa bağlandığında gerekli parametreler için tüm ağa bir mesaj yayınlam. Bu mesajda cihazın IP adresi 0.0.0.0 ve hedef IP adresi 255.255.255.255'dir.

2. DHCP OFFER: Ağda DHCP sunucusu varsa öncelikle IP havuzunu kontrol eder ve uygun adres varsa adresi öneri olarak gönderir. İstemcinin IP adresi henüz olmadığından bu mesaj da tüm ağa yayınlam. Bu mesaj, IP adresinin yanı sıra kiralama süresini de içerir.

3. DHCP REQUEST: İstemci kendisine önerilen IP adresini içeren mesajı kabul eder ve bu adresi almak istediğini belirtmek için mesaj yayınlam.

4. DHCP ACK: Adres önerisi kabul edilen DHCP sunucusu, işlemi tamamladığını bildirmek için onay mesajı yayınlam.

1.3.2.4. UDP

Basit ve hızlı bir protokol olan UDP, verinin bir noktadan başka bir noktaya iletimi için kullanılmaktadır. UDP paketleri diğer iletişim protokollerine oranla daha az bilgi içerdiği için hızlıdır fakat kontrol işlemleri içermediği için güvenilir değildir. Ağ yönetim protokolü olan SNMP ve DNS servisi gibi işlemlerde bu protokol kullanılmaktadır [6].

UDP başlığı 8 bayt uzunluğundadır. Veriyi gönderen cihazın portu, verinin ulaşacağı hedef cihazın portu mesaj uzunluğu ve kontrol toplamından oluşmaktadır [5]. Şekil 4 UDP başlık bilgisini göstermektedir.

16 bit Kaynak port	16 bit Hedef port
16 bit Uzunluk	16 bit Kontrol Toplamı
Veri	

Şekil 4. UDP başlık bilgisi

1.3.2.5. TCP

TCP/IP modelinin en önemli protokollerinden biri olan TCP, güvenilir bir iletişim sağlamak için oluşturulmuştur. Bu protokolün işlemesi için cihazların kendi aralarında oturum açması gerekmektedir.

TCP protokolü ile veri gönderildiğinde, hedef cihaz veriyi sorunsuz aldığına dair onay mesajı göndermektedir. Belirli bir süre içerisinde onay mesajı gelmezse paket tekrar gönderilmektedir.

TCP protokolü, iletim güvenliğini sağlamak için aşağıdaki adımları gerçekleştirmektedir.

- Elde edilen verinin gönderilmek için en uygun boyutta paketlere bölünmesi
- Gönderilen paket için onay mesajı alması, onay mesajının gelmemesi halinde paketi tekrar göndermesi
- Alınan paket için onay mesajı göndermesi

- Başlık bilgisine kontrol toplamı eklemesi, bu sayede bozulan paketleri ayırt etmesi
 - Paketlerin farklı sırada ulaşması halinde tekrar sıraya koyması
 - Aynı paketin birden çok sayıda gelmesi halinde, fazla paketleri elemesi
- TCP paketinin başlık bilgisi içeriği Şekil 5'te gösterilmektedir.

16 bit Kaynak port numarası		16 bit Hedef port numarası	
32 bit Sıra numarası			
32 bit Onay numarası			
4 bit Başlık uzunluğu	6 bit (Ayrılmış)	6 bit Bayraklar	16 bit Pencere uzunluğu
16 bit TCP kontrol toplamı		16 bit Acil durum işaretçisi	
Seçenekler (mevcutsa)			
Veri			

Şekil 5. TCP paketinin başlık bilgisi içeriği

TCP iletişimde iletilmek istenen veriler çerçevelere ayrılır ve her çerçeveye bir sıra numarası verilir. Gönderici birim, çerçeveleri teker teker göndermek yerine pencere adı verilen bir boyutta topluca gönderir. Gönderilen çerçeve için onay mesajı gelmezse, onay mesajı gelmeyen çerçeveden başlayarak pencere tekrar gönderilir. Bu yönteme kayan pencereler yöntemi adı verilmektedir [6].

1.4. Web Araçları

Ağ uygulamalarının amacı veri akışı olsa da elde edilen verinin görüntülenmesi ve sunucuya etkileşimli olarak kullanılması bazı teknolojilerin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır.

Sunucuda dosyalara erişim, sunucudan veri alma ve sunucuya veri iletme gibi işlemler için çeşitli arayüzler geliştirilmiştir. Bu arayüzlerden en çok kullanılanı web tarayıcılarıdır.

Web tarayıcıları, başta HTML dosyaları olmak üzere sunucuda bulunan dosyaları görüntülemek ve değiştirmek için geliştirilmiş yazılımlardır. Günlük hayatta da internet sitelerine erişmek ve görsel olarak zengin içerik elde etmek için kullanılırlar. Microsoft Internet Explorer, Google Chrome ve Mozilla Firefox dünyada yaygın olarak kullanılan tarayıcılarıdır.

Sunucuda bulunan dosyaların tarayıcılar tarafından istenilen şekilde görüntülenmesi için HTML adı verilen bir metin işaretleme dili geliştirilmiştir. Başlarda sabit içerikli olan HTML sayfaları, çeşitli betik dillerinin ortaya çıkmasından sonra dinamik bir yapı kazanmıştır.

1.4.1. HTML

HTML, 1991 yılında ortaya çıkmaya başlayan bir metin işaretleme dilidir [12]. Sunucuda “.htm” veya “.html” uzantıları ile saklanır. Tarayıcı ile sunucuya bağlanıldığında, aksi belirtilmemişse index.html ya da default.html sayfası kendiliğinden görüntülenir.

HTML sayfalarında metni işaretlemek için etiketler kullanılır. Tarayıcı bu etiketleri yorumlayarak metni biçimlendirir. Paragraf, italik, koyu, başlık, bağlantı ve resim bu etiketlerden bazılarıdır.

HTML standartları günümüzde W3C isimli topluluk tarafından geliştirilmektedir. Günümüze kadar birçok HTML versiyonu bu topluluk tarafından oluşturulmuştur.

1996 yılında ortaya çıkan HTML 2.0, İnternet Mühendisliği HTML Çalışma Grubu tarafından geliştirilmiştir. Günümüzde geçerliliği bulunmamaktadır.

Daha sonra 1997 yılında W3C tarafından HTML 3.2 geliştirilmiştir. Yazı tipi, tablo, uygulama ve betik desteği gibi yenilikleri içermektedir.

Yine 1997 yılında geliştirilen HTML 4.0 standardı biçim sayfası (CSS) kavramını ortaya çıkarmıştır. Bazı düzeltmeler ve güncellemeler ile 1999 yılında HTML 4.01 olarak tekrar yayınlanmıştır.

2008 yılında HTML 5, W3C tarafından çalışan taslak olarak yayınlanmıştır. Bu standartta nav, header, footer gibi etiketlerin yanı sıra ses, video ve grafik gömme; kullanıcı tarafında veri depolama gibi yenilikler bulunmaktadır [23].

1.4.2. JavaScript

ECMAScript olarak da bilinen JavaScript, Netscape firması tarafından geliştirilen nesne tabanlı bir betik dilidir. HTML ile hazırlanan sayfalara dinamik içerik kazandırmak için geliştirilmiştir.

JavaScript yardımı ile HTML kaynak kodları değiştirilebilir. Bu sayede HTML sayfalarının içeriği dinamik yapıya kavuşmuş olur. Geçerli olabilmesi için kullanılan tarayıcının bu dili desteklemesi gerekmektedir. Fare ve klavye hareketlerini algılama, zamanlayıcı ve iteratif fonksiyon desteği gibi özellikler ile kullanıcı ile etkileşimli web sayfaları hazırlamak için uygun bir dildir.

1.4.3. AJAX

AJAX, tarayıcıda çalışan, sunucuya bağlanıp çeşitli yöntemlerle bilgi alış verişi yapabilen, sonuçların kullanıcıya ulaşana kadar durumunun takibini yapan ve en sonunda elde edilen bilgilerin kullanılmasını sağlayan bir yaklaşımdır. Web uygulamalarında yeni bir dönem başlatan bu yaklaşım bir programlama dili değil, birçok dilin bir arada kullanılabilirdiği bir yöntem şeklinde tanımlanmaktadır.

AJAX, tarayıcı üzerinde çalışan bir JavaScript komut kümesinin sayfa üzerinde meydana gelen tıklama gibi olaylara göre sunucudan istekte bulunup gelen veriye göre sayfayı değiştirmesini sağlar. AJAX, JavaScript dilini ve XML veri yapısını çok iyi kullanan bir yaklaşımdır. Bunların yanında DHTML, CSS ve HTML dillerini de kullanır. Yaygın olarak kullanılan tarayıcıların yeni versiyonlar AJAX'ı desteklemektedir [14].

1.5. Kablosuz Algılayıcı Ağları

Kablosuz ağ standartlarının yaygınlaşması ile birlikte bu teknolojiyi kullanan cihazların sayısı artmıştır. Hareketli ve kablonun ulaşması zor olan uygulamalarda kablosuz

teknolojilerin kullanılması büyük kolaylıklar sunmaktadır.

IEEE tarafından yayınlanan düşük güç tüketen kablosuz ağ standartları, uzaktan izleme ve kontrol gibi uygulamalarda kablosuz ağların kullanılmasında önemli bir unsur olmuştur. Bu teknolojiler; ev, askeri, zirai, tıbbi ve ticari uygulamalarda kullanılan algılayıcılar ile elde edilen verilere erişimde ve işlenmesinde önemli bir role sahiptir.

Kablosuz algılayıcı ağları kavramı 1980'lerin başında ortaya çıkmıştır. Kablosuz haberleşme sistemlerindeki ilerlemelerle birlikte 1990'lı yıllarda önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir [13].

Akıllı evlerde ev cihazlarında, askeri alanda donanım bilgilerine ulaşmada, bina içi uygulamalarda aydınlatma, havalandırma, ısıtma ve soğutma gibi sistemlerde kullanılmaktadır.

Günümüzde algılayıcı ağlarda yaygın olarak kullanılan kablosuz iletişim protokolleri ZigBee, Bluetooth, Bluetooth ULP ve Wireless HART'dır.

1.5.1. Ağ Topolojileri

Bir ağdaki birimlerin birbirleri ile kuracağı iletişim yöntemleri topoloji olarak adlandırılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan beş adet topoloji aşağıda listelenmiştir.

- Yol topoloji
- Yıldız topoloji
- Halka topoloji
- Ağ topoloji
- Salkım topoloji

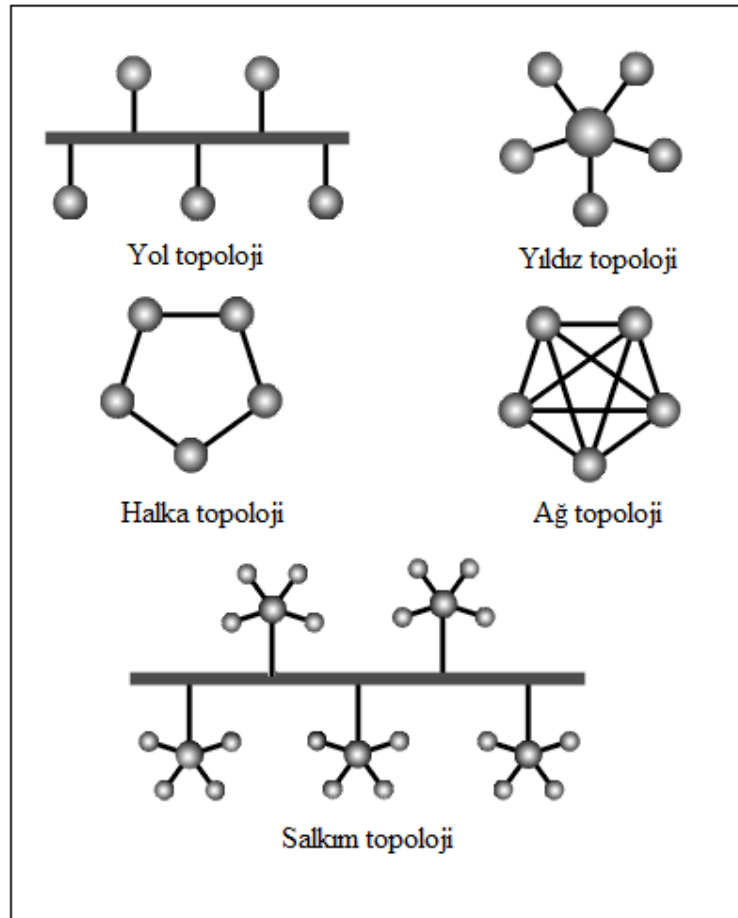
Yol topolojide bütün birimler doğrusal bir hatta bağlıdır. Veri ağdaki bütün birimleri dolaşır. Bu birimler verideki adres bilgisini kontrol ederek kendisine ait olup olmadığını denetler.

Yıldız topolojide ağ, cihazların merkezi bir birime bağlanması ile oluşmaktadır. Bir cihazın başka bir cihazla iletişimi, merkezi bizim üzerinden olur. Cihazlar kendi aralarında doğrudan iletişim kuramazlar.

Halka topolojide cihazlar mantıksal olarak bir halka üzerinde birbirine bağlıdır. Veri halka üzerinde belli bir yönde ilerler. Ağdaki cihazlardan biri devre dışı kaldığında iletişim kesilir.

Ağ topolojide bütün cihazlar birbirine bağlıdır. bir cihaz diğer cihazla doğrudan iletişime geçebilir. Herhangi bir birimin devre dışı kalması durumunda veri alternatif yollardan iletilebilir.

Salkım topoloji hiyerarşik yapıda ve genellikle yıldız topoloji ile oluşturulmuş birden çok ağın birleştirilmesi için kullanılmaktadır.



Şekil 6. Ağ topolojileri

1.5.2. ZigBee

ZigBee teknolojisi, uzaktan izleme, kontrol ağları uygulamalarında ve geniş çaplı kablosuz ağların daha düşük maliyet ve güç tüketimi ile oluşturulmasında kullanılan kablosuz ađ standardıdır.

ZigBee, Bluetooth gibi yüksek veri hızı gerektirmeyen fakat uzun batarya ömrü ihtiyacına sahip cihazlara düşük güçlü bağlanabilirlik sunmayı amaçlar [2]. Ayrıca geniş ağlara adapte olabilmektedir. Ađ topolojiyi desteklemesi ve uç aygıtların uyku moduna geçebilmesi gibi önemli avantajlara sahiptir.

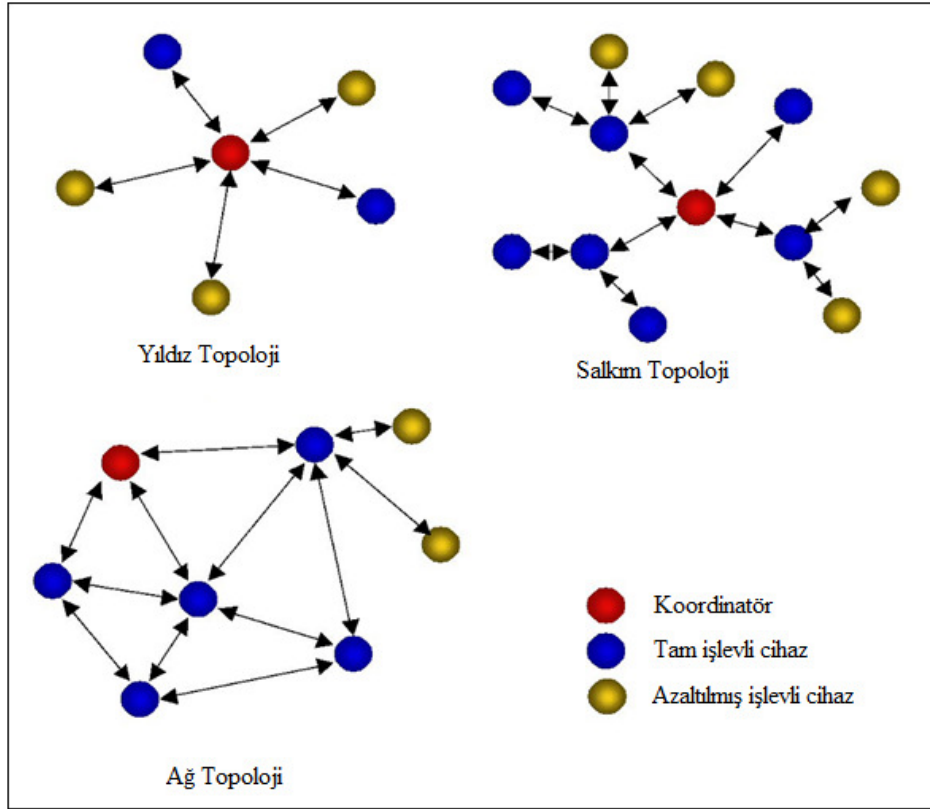
ZigBee standardında iki çeşit aygıt bulunmaktadır. Bunlardan biri indirgenmiş işlevli aygıtlar, diğeri de tam işlevli aygıtlardır [19].

İndirgenmiş işlevli aygıtlar enerji kapasitesi düşük, genellikle batarya ile beslenen, sınırlı servis sunan ve bellek boyutu az olan cihazlardır. ZigBee ağlarında uç aygıt olarak görev yaparlar.

Tam işlevli aygıtlar ise yüksek işlem yeteneğine sahip ve ağda çeşitli görevlerde bulunabilen cihazlardır. Her zaman aktiftirler ve servislerin tamamını sunabilirler.

Ayrıca cihazlar görevlerine göre koordinatör, yönlendirici ve uç aygıt olarak üçe ayrılırlar. Koordinatör ağı oluşturmakla, yönlendirici diğer aygıtlardan gelen verileri koordinatöre iletmekte, uç aygıt da izleme ve kontrol işlevlerini oluşturmakla görevlidir.

ZigBee üç çeşit ađ şeklini desteklemektedir. Bunlar yıldız topoloji, ađ topoloji ve salkım topolojidir. Şekil 7’de ZigBee’nin desteklediği ađ topolojileri gösterilmektedir.



Şekil 7. ZigBee ağ topolojileri

Yıldız topolojide iletişim aygıtlar ve PAN adındaki merkezi kontrol birimi arasında sağlanır. PAN koordinatörü genel olarak şebekeden beslenirken diğer aygıtlar batarya ile beslenmektedir [2]. Ağdaki cihazlar birbirleri ile direk iletişim kuramazlar. İletişimi sağlamak için PAN üzerinden haberleşmeleri gerekmektedir. Ağdaki her birim PAN tarafından atanan bir kimliğe sahiptir.

Ağ topolojide tüm aygıtlar birbirleri ile iletişim kurabilirler. Bu ağlarda hedef birimlere sadece talep olduğunda yönlendirme yapılmaktadır. İndirgenmiş işlevli aygıtlarla iletişim aygıtların bağlı olduğu ebeveynler üzerinden iletilmektedir [19].

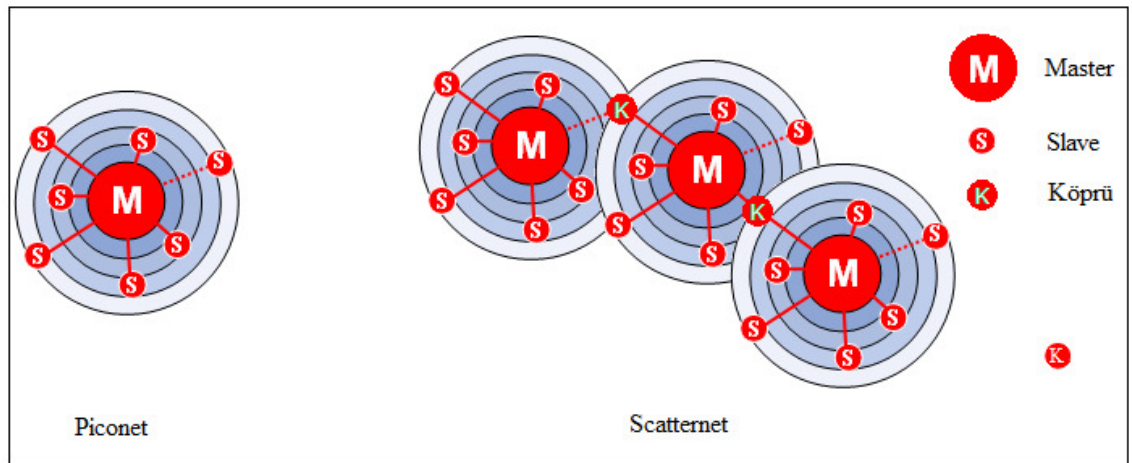
Salkım topolojide ağdaki cihazlar birbirleri ile hiyerarşik bir düzende haberleşmektedir. Burada cihazların çoğu tam işlevlidir ve istendiğinde indirgenmiş işlevli aygıt olarak ağa bağlanabilirler. Bütün tam işlevli cihazlar koordinatör olarak çalışabilir ve diğer cihazlar ile senkronizasyonu sağlayabilirler [2]. Ağda sadece bir tane PAN koordinatörü bulunmalıdır.

1.5.3. Bluetooth

Günümüzde cep telefonu, PDA, dijital kamera ve bilgisayar gibi birçok elektronik aygıt kullanılmaktadır. Bu aygıtların birbirleri ile iletişimi için kablo kullanmak çeşitli sorunları beraberinde getirmiştir. İletişim için her seferinde kablo takmak, farklı üreticilerin ve cihazların soketlerinin farklı olması ve dolayısı ile her cihaz için farklı kablo edinme gereksinimi Bluetooth teknolojisinin geliştirilmesine neden olmuştur.

Bluetooth, 2,4 GHz bandında çalışan, nispeten yüksek veri hızına sahip fakat düşük menzilli bir kablosuz ağ standardıdır [24]. Temel olarak elektronik cihazlar arasında kablo yerine geçerek iletişimi sağlamayı amaçlasa da farklı amaçlı kablosuz ağlar için de kullanılabilir.

Bluetooth ağları en çok sekiz cihazdan oluşabilmektedir. Piconet adı verilen bu ağlarda master ve slave olmak üzere iki çeşit cihaz bulunmaktadır. Her piconet'te sadece bir tane master cihaz bulunur. Master cihaz ağı kurmak, yönetmek ve iletişim sağlamakla yükümlüdür. Ayrıca piconet'lerin birbirine bağlanarak scatternet adı verilen ağların oluşmasını sağlar.



Şekil 8. Bluetooth ağ topolojileri

Bluetooth aşağıda listelenen üç çeşit güç modunu desteklemektedir.

- 1. sınıf: 100mW (20dBm)
- 2. sınıf: 2,5mW (4 dBm)
- 3. sınıf: 1mW (0 dBm)

Bu sınıflar iletişim menzilini de değiştirmektedir. Menzil birinci sınıf için 100 metre iken üçüncü sınıf için 10 metredir. Düşük güç tüketiminden dolayı ikinci ve üçüncü sınıf yaygın olarak tercih edilmektedir [25].

1.5.4. Bluetooth ULP

Nokia tarafından geliştirilen ve Wibree olarak da bilinen Bluetooth ULP, Bluetooth teknolojisinden türetilmiştir. Düşük güçle yüksek hızlarda veri transferini amaçlayan bu protokol Bluetooth'un %10'u kadar enerji harcamaktadır. Bu da kısa mesafeli kablosuz ağlarda önemli bir avantaj sağlamaktadır [26].

Bluetooth ULP, Bluetooth ile beraber çalışması için tasarlanmıştır. Bluetooth ULP protokolünü destekleyen bir cihaz aynı anda Bluetooth'u da desteklemektedir. Tablo 5'de Bluetooth, Bluetooth ULP ve ZigBee karşılaştırılması incelenmektedir.

Tablo 5. Bluetooth, Bluetooth ULP ve Zigbee Karşılaştırması

	Bluetooth	Bluetooth ULP	ZigBee
Frekans Bandı	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
Anten	Paylaşımlı anten		Bağımsız anten
Güç	100 mW	10 mW	30 mW
Ortalama Batarya Ömrü	Birkaç gün	1-2 yıl	6 ay-2 yıl
Menzil (metre)	10-30	10	10-75
Veri Hızı	1-3 Mbps	1 Mbps	25-250 Kbps
Topoloji	Noktadan noktaya, yıldız, Ad-hoc	Noktadan noktaya, yıldız, Ad-hoc	Ağ, yıldız, Ad-hoc
Güvenlik	128 bit şifreleme	128 bit şifreleme	128 bit şifreleme
Uyanma ve İletim süresi	3 sn	Belirtilmemiş	15 ms

1.5.5. Wireless HART

HART, kontrol ve otomasyon sistemleri için çift yönlü veri iletişimini destekleyen, saha için geliştirilmiş ve birçok firma tarafından desteklenen bir iletişim protokolüdür. WirelessHART ise HART organizasyonunun geliştirdiği; 2,4 GHz bandında işlem gören TDMA tabanlı bir iletişim protokolüdür [27].

Ağ topoloji desteğinden dolayı veriyi girişim ve engeller olması durumunda farklı rotalardan hedefe ulaştırabilir. Ağ yönlendirmesinde iki farklı mekanizma sunulur. Bunlar Grafik Yönlendirme ve Kaynak Yönlendirmedir. Grafik yönlendirme kaynak aygıttan aldığı bilgiyi hedef aygıtı ulaştırmak için önceden belirlenmiş yolları kullanır. Artık yollardan yararlanabilmek için grafik yönlendirme kaynak aygıtla hedef aygıt arasında birçok farklı yoldan oluşur. Bu iki yön için de geçerli olan mesaj iletiminde tercih edilen yoldur. Kaynak yönlendirme mesaj için yol çeşitliliği olmayan rastgele oluşturulmuş yönlendirme şeklidir. Bu yüzden kaynak yönlendirme mesaj işlemlerinden ziyade ağ tanımlamalarında kullanılır[2].

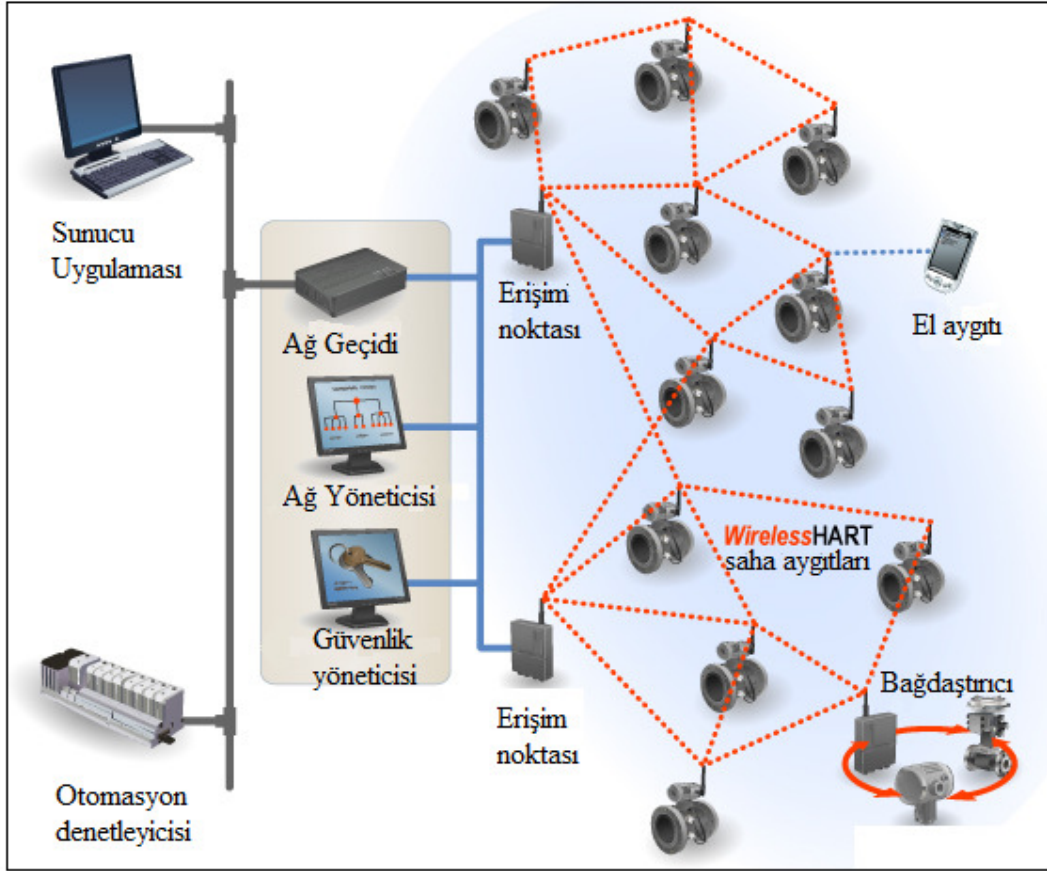
WirelessHART ağlarında kendi içinde gruplara ayrılabilen dört çeşit cihaz bulunmaktadır. Bunlar saha aygıtları, ağ geçidi aygıtları ve bağdaştırıcılar ve yönetici birimlerdir.

Saha cihazları, WirelessHART ağlarındaki cihazların çoğunluğunu oluşturur. Yönlendiriciler ve el aygıtları bu kapsama dahildir. Yönlendirici cihazlar iletişim işlevlerini gerçekleştirirler. El aygıtları bütün WirelessHART aygıtlarının tamamının kurulumu, ayarlanması, görüntülenmesi ve onarılması işlemlerinde kullanılır.

Ağ geçidi aygıtları, sunucu uygulamaları ve ağ arasında iletişimi sağlamakla yükümlüdür. Farklı protokollerde çalışan sistemler arasında bir tercüman görevi görmektedir.

Bağdaştırıcılar ise HART protokollerini destekleyen kablolu ve kablosuz cihazları birbirine bağlar. Bir adaptör birden çok kablolu birimin ağ ile iletişimini sağlayabilmektedir.

Yönetici aygıtların işlevi ağı yönetmektir. Ağı yapılandırılması, idare edilmesi ve görüntüleme işlemleri bu birim tarafından yapılmaktadır. Her WirelessHART ağında bir adet bulunmaktadır.

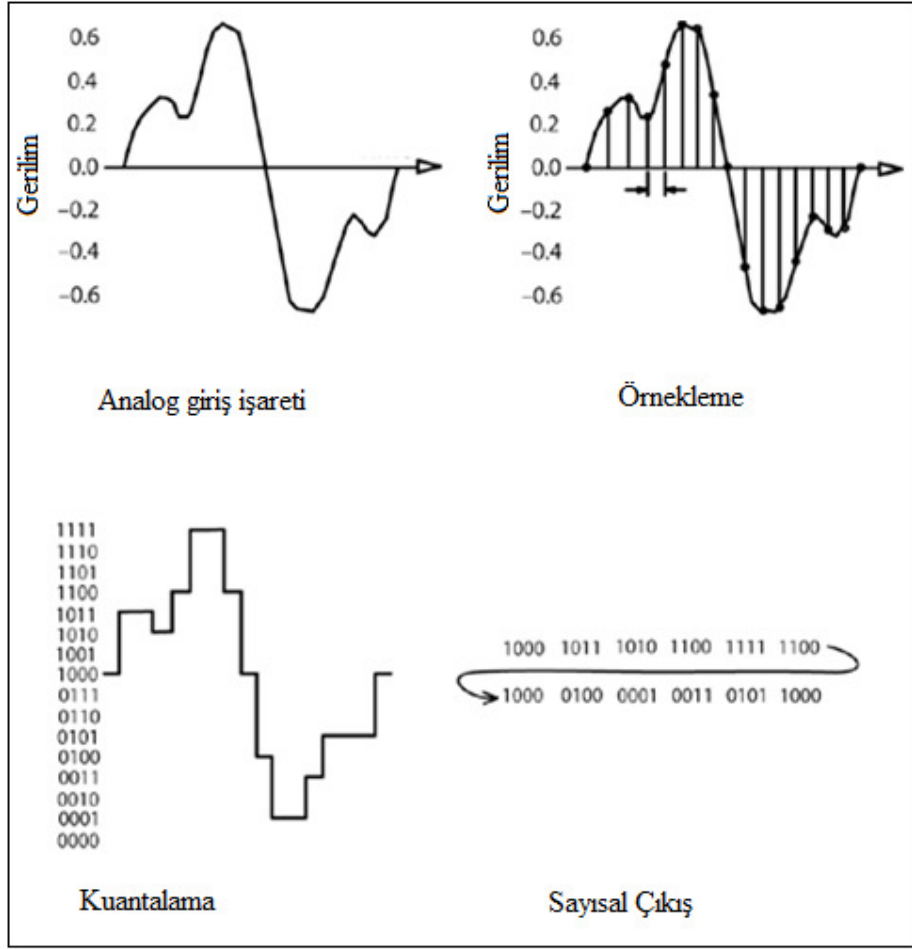


Şekil 9. WirelessHART ağı

1.6. Analog Sayısal Dönüşüm

Dünya genelinde, özellikle endüstriyel uygulamalarda kullanılan fiziksel değerler analog olarak ortaya çıkmaktadır. Basınç, nem, ağırlık, debi gibi değerleri elektrik işaretine dönüştüren algılayıcıların analog işaret üretmesi, buna karşılık bilgi işleyen cihazların sayısal olması, analog sayısal dönüşümün kullanımını zorunlu kılmıştır.

Analog sayısal dönüşüm, giriş işaretinin örneklenip kuantalanması sonrasında elde edilen örneklerin sayısal bir karşılığa dönüştürülmesi işlemidir. Analog sayısal dönüşüm aşamaları Şekil 10'da gösterilmektedir.



Şekil 10. Analog sayısal dönüşüm aşamaları

Referans gerilim, dönüşüm yapılacak azami ve asgari değerlerdir. Analog giriş işaretinin referans gerilim sınırları dahilinde olmadığı durumlarda işaret bu değerlere yuvarlanır.

Analog sayısal dönüşümde elde edilen örneklerin ifade edileceği bit sayısı çözünürlük olarak adlandırılmaktadır [28]. Çözünürlük ve dönüşüm hızı birbiri ile ters orantılıdır. Bit sayısı “n” olan bir sistemde çözünürlük aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Çözünürlük} = 2^n \quad (1)$$

Alınan örnek, en yakın adım düzeyine yuvarlanır. Bu işlem kuantalama olarak adlandırılmaktadır. Kuantalama sırasında giriş işareti az miktarda da olsa bozulur. Kuantalama hatası olarak adlandırılan bu bozulma önlenemez ancak çeşitli yöntemlerle

azaltılabilir. Bit sayısı “n” olan bir sistemde kuantalamadan dolayı oluşan işaret gürültü oranı aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır [29].

$$SQNR = 6,02 \times n + 1,76 \text{ dB} \quad (2)$$

1.7. Seri İletişim

Mikroişlemci ve tüm devre teknolojisinin gelişmesi ve uygulamaların geniş ölçek kazanması sistemde bulunan birimlerin birbiriyle haberleşme ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu ihtiyaca karşılık vermek için birçok iletişim yöntemi geliştirilmiştir. Bunlar temelde seri ve paralel iletişim olarak ikiye ayrılmaktadır.

Paralel iletişim hızlı ve basit bir iletişim şekli olmasına rağmen çok sayıda kablo bağlantısı ile uygulanabilmektedir. Tipik bir paralel iletişim sisteminde veri iletimi için 8 hatta ihtiyaç varken kontrol hatları ile beraber bu sayı toplam 25 olmaktadır [17]. Bu da boyut ve maliyet bakımından önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır.

Bu gibi dezavantajların önüne geçmek için günümüzde seri iletişim oldukça yaygınlık kazanmıştır. Genel olarak iki ya da üç hatta gereksinim duyması, paralel iletişim yapan sistemlere göre daha uzun mesafelere bilgi iletilebilmesi gibi avantajları vardır.

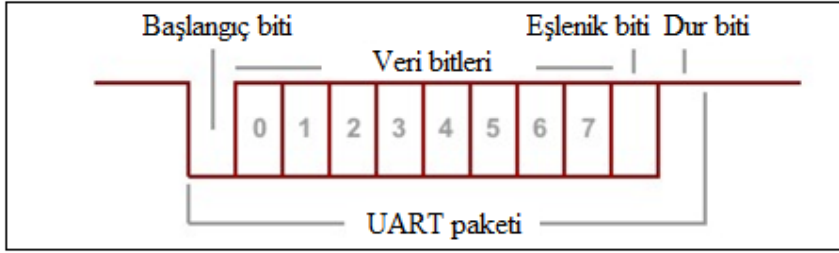
Seri standartları senkron ve asenkron olarak ikiye ayrılmaktadır. Senkron iletişimde iletim hızı ayrı bir hat üzerindeki saat darbesi ile belirlenir. Asenkron iletişimlerde saat darbesi yoktur. Bunun yerine alıcı ve verici önceden belirlenmiş frekanslarda iletişimi gerçekleştirmektedir.

Günümüzde en yaygın kullanılan seri iletişim teknikleri UART, I²C ve SPI'dır.

1.7.1. UART

UART, seri portu ve seri haberleşmeyi kontrol eden, seri/paralel bilgi dönüşümünü gerçekleştirilen bir tümdevredir.

UART sisteminde iletim yokken alıcı ve verici hatları mantık 1 seviyesindedir. Mantık 0 seviyesindeki başlangıç biti ile iletim başlar, önceden belirlenmiş bilgi biti adedi kadar bit iletilir, tanımlanmış ise eşlenik biti pakete eklenir ve tekrar mantık 0 seviyesindeki 1 ya da 2 bit ile iletim sonlanır [8]. Bir UART paketinin içeriği Şekil 11'de gösterilmiştir.



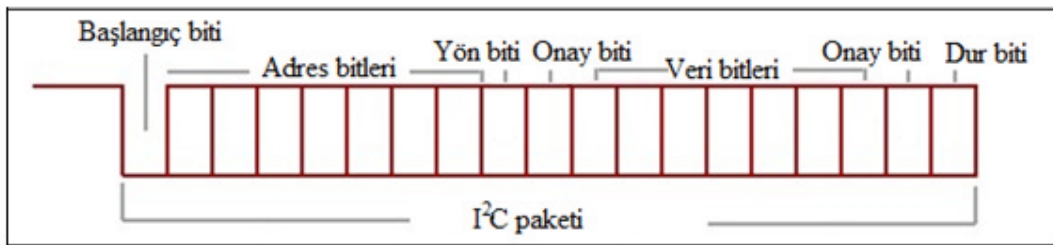
Şekil 11. UART paketinin içeriği

Asenkron haberleşme gerçekleştirdiği için hem alıcıda hem de vericide bilgi hızı belirlenmiş olmalıdır. Bu parametre veri aktarım hızı olarak adlandırılmaktadır. Veri aktarım hızı alıcı ve vericideki saat darbelerinin önceden belirlenmiş bir katsayıya bölünmesi ile elde edilir.

1.7.2. I²C

I²C, küçük ölçekli gömülü sistemlerde kullanılabilen ve düşük maliyetli olmasına rağmen verimli bir seri iletişim tekniğidir. İletişim için iki adet hat kullanır. Bu hatların oluşturduğu veriyolu çift yönlü, düşük hızlı ve belirli bir saat darbesi ile eşzaman olarak çalışmaktadır. Hatlardan biri saat, diğeri seri veri hattıdır.

İletişim yokken hattaki gerilim mantıksal olarak yüksek değerdedir. Paket içeriğinde başlangıç biti, adres, yön, onay, veri ve dur bitleri bulunmaktadır. Şekil 12’de I²C paketinin içeriği gösterilmektedir [30].



Şekil 12. I²C paketinin içeriği

. Bir veriyoluna aynı anda birden çok cihaz bağlanabilir. I²C haberleşmesinde iki tip cihaz bulunmaktadır. Bunlardan birincisi hattı yöneten ve cihazları adresleyen master, diğeri de slave olarak adlandırılmaktadır.

1.7.3. SPI

SPI, Motorola firması tarafından mikroişlemciler ve çevresel birimleri arasında haberleşmeyi sağlamak için geliştirilmiştir. İletişim için üç veya dört hatta ihtiyaç duyar.

Bu protokolda haberleşme master cihazın ürettiği saat darbesi ile gerçekleşir. Dolayısı ile senkron bir haberleşme protokolüdür. Çevresel birim bu saat darbesini kullanarak eşzamanlama yapar ve gelen veriyi elde eder.

SPI protokolünü kullanan bir sistem birden çok cihazı içerebilir. Master cihaz iletişim kurmak istediği çevresel birimi seçme hattı ile seçer. Sistemde giriş, çıkış, saat darbesi ve seçme hatları bulunmaktadır.

1.8. Bu Çalışmanın Önemi

Uzaktan izleme sistemleri, sisteme müdahale ve veri elde etme bakımından oldukça kullanışlı olduğundan birçok akademik ve ticari projede yer almıştır. Bu çalışmada teorik bir çalışmadan çok geçerli teknolojilerin bir araya getirilmesi ve kısıtlı kaynaklarla sistemin kurulmasının araştırılması üzerine yoğunlaşmıştır. Yaygın olarak kullanılan internet ve kablosuz ağ teknolojileri araştırılmış, farklı üreticilerin ürünleri birleştirilerek hem donanımsal hem de yazımsal olarak bir sistem elde edilmiştir.

Ayrıca kablosuz algılayıcı ağları, sistemin kurulu olduğu çevrede verinin etkili bir şekilde elde edilmesine neden olmuştur. Hareketli ve zor fiziki şartlara sahip yerlerde kablo gerekliliğinin önüne geçilmiş, esnek ve kullanışlı bir sistem oluşturmak amaçlanmıştır.

Günümüzde bazı platformlar geniş çevreler tarafından kabul görse de hızla gelişen mobil teknolojiler ve Linux gibi açık kaynak kodlu işletim sistemleri için geliştirilen

uygulamalar platform bağımlı niteliktedir. Elde edilen verinin görüntülenmesi ve işlenmesi için platforma özel yazılımlar ve cihazlar gerekmektedir.

Bu çalışmada elde edilen verilerin platformdan bağımsız olarak sadece bazı betik dillerini destekleyen web tarayıcıları ile görüntülenmesi ve gerektiğinde sisteme web arayüzü kullanılarak müdahale edilebilmesi mümkün kılınmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE TARTIŞMA

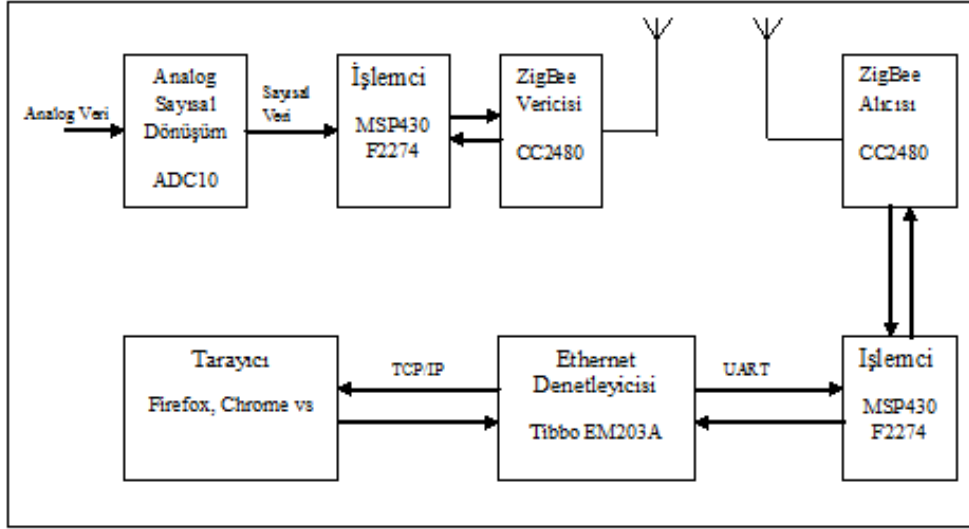
Bu çalışmada, elde edilen analog verinin sayısal veriye dönüştürülüp kablosuz olarak gömülü sunucuya aktarılması ve internet ortamında görüntülenmesi gerçekleştirilmiştir.

Analog işaret, MSP430F2274 işlemcisi içerisinde bulunan ADC10 modülü ile sayısal veriye dönüştürüldükten sonra işlemcide işlenip, CC2480 modülü ile kablosuz olarak gönderilmektedir. Gönderilen işaret, başka bir ağ birimi üzerindeki CC2480 modülü ile algılanıp demodülasyon ve kod çözme işlemlerinden geçtikten sonra MSP430F2274 işlemcisine ulaşmaktadır. İşlemciye ulaşan veri, bağlı olduğu TIBBO EM203A modülüne UART üzerinden gönderilmektedir ve modül gelen veriyi işleyerek saklamaktadır.

Bu aşamadan sonra bilgisayarda web tarayıcısı ile TIBBO EM203A modülünün IP adresine bağlanıldığında, modülün içine gömülmüş olan HTML sayfası görüntülenmektedir. Bu HTML sayfasında MSP430F2274 işlemcisinden alınıp işlenen veri grafik olarak görüntülenmektedir. Ayrıca modül içine gömülmüş olan diğer HTML sayfaları ile elde edilen veri farklı şekillerde işlenerek farklı şekillerde görüntülenebilmektedir.

Standart bir HTTP bağlantısında, HTML sayfası sunucudan yüklendikten sonra bağlantı kendiliğinden kesilmektedir [8]. Bu da sürekli olarak gelen veriyi tarayıcıda görüntülemek için sayfanın yeniden yüklenmesini gerektirmektedir. Bunun önüne geçmek ve verinin gerçek zamanlı olarak HTML sayfasında görüntülenebilmesi için HTML kodlarının yanı sıra JavaScript ve AJAX betikleri kullanılmaktadır. Görüntülenecek veri, gerçek zamanlı olarak ayrı bir HTML sayfasına kaydedilip ana HTML sayfasından belli periyotlar ile çağırılarak görüntülenmektedir.

Sistemin blok diyagramı Şekil 13’de görüldüğü gibidir.



Şekil 13. Oluşturulan sistemin blok diyagramı

2.1. Kullanılan İşlemciler ve Modüller

Yapılan çalışmada farklı üreticilerin ürünleri bir araya getirilerek bir donanım elde edilmiştir. Ayrıca bu donanımlar üzerinde bulunan bütünleşik modüller bulunmaktadır. Bu bölümde sistemi oluşturan donanım ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmektedir.

2.1.1. MSP430F2274

Analog sayısal dönüşüm, elde edilen verinin işlenmesi, CC2480 yongası ve TIBBO EM203A modülü ile seri haberleşme yapmak için MSP430F2274 işlemcisi kullanılmıştır.



Şekil 14. MSP430F2274 işlemcisi

Texas Instruments tarafından üretilen MSP430 ailesi işlemciler, özellikle düşük güç gerektiren taşınabilir ölçüm sistemlerinde kullanılmaktadır. Seri haberleşme birimi, analog/sayısal dönüştürücü, zamanlayıcı ve beş adet düşük güç modu ile geniş çaplı olarak uygulamalarda yer almaktadır.

2.1.1.1. Çevresel Birimler

MSP430 ailesi işlemcilerde, çoğu CPU müdahalesi gerektirmeyen ve düşük güç tüketimi ile ön plana çıkan çevresel birimler bulunmaktadır. Analog sayısal dönüşüm için ADC10, seri iletişim için USCI ve sayısal giriş çıkış portları bu birimlerden bazılarıdır.

2.1.1.1.1. ADC10

MSP430F2274 işlemcisi üzerinde bulunan ADC10 modülü, girişine uygulanan analog veriyi 10 bitlik sayısal veriye dönüştürmektedir.

Saniyede 200 bin dönüşüm, programlanabilir periyotlarda örnekleme ve tutma, yazılım ile ayarlanabilir referans gerilimi, 12 adet harici kanal ve veri aktarım denetleyicisi (DTC) gibi özelliklere sahiptir.

Giriş işaretinin genliği pozitif referans gerilime eşit ya da bu değerden büyükse sayısal çıkış 03FF değerini alır. Negatif referans değerinin altındaki girişlerde ise bu değer sifıra eşittir.

ADC10 modülü, ADC10CTL0 ve ADC10CTL1 isimli kontrol kaydedicileri ile yapılandırılır. Ayrıca işlemci müdahalesine gerek kalmadan sonuçları belli bir hafıza bölgesine yazan DTC birimi de mevcuttur.

Dönüşüm, kontrol kaydedicilerinde bulunan ADC10ON, ADC10SC ve ENC bitlerinin ayarlanması ile başlar. Elde edilen sonuç ADC10MEM kaydedicisinde saklanır. Tek kanaldan ya da kanalların sıralı olarak örneklenmesi gibi dönüşüm kipleri mevcuttur.

Analog olarak elde edilen veriyi sayısal veriye dönüştürmek için ADC10 modülünün 4 adet harici kanalı kullanılmıştır. Bu kanallar işlemci üzerinde bulunan sayısal giriş ve çıkış portlarından P2.2, P2.3, P2.4 ve P3.0 olarak seçilmiştir. HTML sayfasında aşağıdaki şekilde gösterilen panel ile ADC10 kontrol kaydedicilerine müdahale edilebilmekte ve

ayarları değiştirilebilmektedir. Bu ayarlar kanal seçimi, örnekleme ve tutma zamanı, saat darbesi bölüni ve referans gerilimdir.

Kanal 1 ▾
Sample & Hold Time 4 ▾
Clock Divider 1 ▾
Referans Gerilim Kapalı ▾
Tamam

Şekil 15. Ayar ekranı

Oluşturulan sistemde saniyede örnekleme hızı saniyede 200 bin örnektir. 80 adet örneğin alınması ile oluşturulan paket kablosuz olarak ana birime iletilmektedir.

2.1.1.1.2. Evrensel Seri İletişim Arayüzü

Evrensel seri iletişim arayüzü (USCI), birden çok seri iletişim yöntemini destekleyen bir modüldür. Bu modüllerle UART, SPI ve I²C protokolleri ile iletişim yapılabilmektedir.

TIBBO EM203A ile iletişim için UART, CC2480 ile iletişim için SPI protokolleri kullanılmıştır.

UART modunda iletişim için biri alıcı diğeri verici olmak üzere port 3 üzerinde bulunan iki pin kullanılmaktadır. SPI modunda ise yine port 3 üzerinde bulunan dört adet pin kullanılmaktadır.

Veri hızı UART modunda 9600 bps olarak kullanılmaktadır.

2.1.2. TIBBO EM203A

Mikroişlemciler yaygın ve kolay ulaşılabilir olmalarına rağmen TCP/IP protokolü ile ağ kurmak için elverişli değildirler [16]. Karmaşık kütüphaneler ve algoritmalar,

gerçekleştirilmek istenen uygulamanın verimini düşüreceği gibi yüksek güç tüketimi ve maliyet artışı gibi olumsuz durumları beraberinde getirmektedir.

Bu gibi olumsuzlukların önüne geçmek için uygulamaya yönelik özellikleri barındıran ağ modülleri kullanmak, sistem karmaşıklığını azaltmak ve sorunlara karşı kolayca destek alabilmek gibi üstünlükleri ortaya çıkarmaktadır.

Yapılan çalışmada elde edilen işlenmiş sayısal bilgiyi TCP/IP protokolü ile aktarmak için TIBBO EM203A modülü kullanılmıştır.



Şekil 16. TIBBO EM203A modülü

18,1 mm genişliğe ve 30,1 mm uzunluğa sahip modülün bazı donanımsal özellikleri aşağıdaki gibidir [16].

- 10/100 BaseT Ethernet portu
- DAVICOM DM9000EP ethernet denetleyicisi
- CMOS seri port
- 4 adet durum LED'i
- 5 Volt besleme gerilimi ve 220 mA akım
- Seri port veya ağ üzerinden bellenim (firmware) güncellenebilmesi

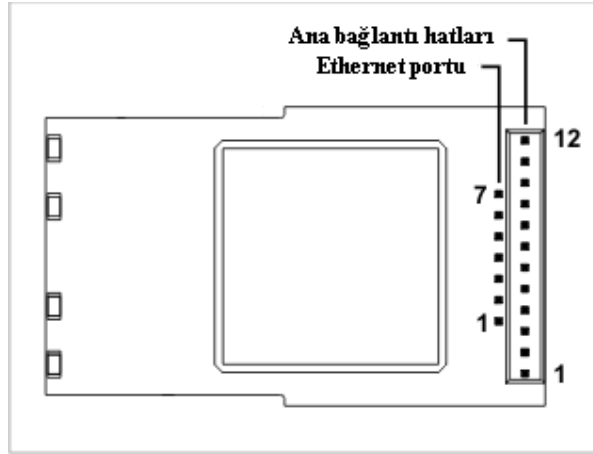
Modül, Tibbo firması tarafından ücretsiz sağlanan TIDE (Tibbo İntegrated Development Environment) yazılımı ile programlanabilmektedir. Bu yazılım, yine Tibbo firmasının geliştirdiği Tibbo Basic dili ile yazılmış programları derleyip modüle yüklemektedir. Yükleme hem ethernet hem de seri port vasıtası ile yapılabilir.

Ayrıca modülün içine HTML sayfaları gömülebilir ve modül bu sayfaların bazı kısımlarını ya da tamamını dinamik olarak oluşturabilir. Bu özellik sayesinde tarayıcı

(browser) dışında herhangi bir yazılıma ihtiyaç duyulmadan görüntüleme ve denetleme yapılabilir.

2.1.2.1. Teknik Özellikler

EM203A modülü ağ uygulamaları için gerekli olan bileşenleri içinde barındırmaktadır. CMOS seviyesinde bir adet seri portu, uygulamaya yönelik işlemcisi (ASIC), mod ve reset butonları, dört adet LED'den oluşan durum göstergesi ve ethernet portu bunlardan bazılarıdır. Ana bağlantı kısmında toplam 12 adet giriş ve çıkış hattı bulunmaktadır. Bu hatlar Şekil 17'de, görevleri Tablo 6'da belirtilmiştir.



Şekil 17. Tibbo EM203A bağlantı uçları

Tablo 6. Tibbo EM203A giriş ve çıkışları

Hat No	İsim	Yön	Açıklama
1	MD	Giriş	Mod seçme hattı
2	RST	Giriş	Reset hattı
3	P3	Giriş ve çıkış	Genel amaçlı giriş ve çıkış, seri port DTR hattı
4	P2	Giriş ve çıkış	Genel amaçlı giriş ve çıkış, seri port DSR hattı
5	L3	Çıkış	Yeşil durum LED'i kontrol hattı
6	L4	Çıkış	Kırmızı durum LED'i kontrol hattı
7	VCC		5V güç giriş hattı
8	GND		Toprak hattı
9	RX	Giriş	Seri port RX hattı
10	TX	Çıkış	Seri port TX hattı
11	P4	Giriş ve çıkış	Genel amaçlı giriş ve çıkış, seri port CTS hattı
12	P5	Giriş ve çıkış	Genel amaçlı giriş ve çıkış, seri port RTS hattı

2.1.2.2. Ethernet Portu

EM203A Modülünde bir adet 10/100Mb hızlarında çalışabilen ethernet portu bulunmaktadır. TCP ve UDP protokollerini destekleyen bu port RJ45 bağlantı noktası içermektedir. Ayrıca TCP/IP protokolünü sağlamak için DAVICOM firmasının DM9000EP denetleyicisini kullanmaktadır.

2.1.2.3. Seri Port

EM203A modülünün sahip olduğu bir adet seri port, uzaktan erişilebilir uygulamalarda sıkça kullanılmakta olan UART, Wiegand ve Clock/Data olmak üzere üç adet seri iletişim protokolünü desteklemektedir. Kullanılan protokol yazılım ile belirlenir ve modül çalışırken dinamik olarak değiştirilebilir. CMOS seviyesinde olduğundan herhangi bir ara birime ihtiyaç duymadan mikroişlemciler ile haberleşme yeteneğine

sahiptir. Bilgisayarlarda bulunan COM portu ile kullanılabilmesi için de işaret seviyelerini dönüştürücü birimlere ihtiyaç duymaktadır.

MSP430F2274 ile iletişim için UART modu kullanılmıştır. Veri hızı olarak 9600Bps seçilmiştir.

2.1.2.4. LED Hatları

EM203A modülü dört adet dahili LED'e sahiptir. Bunlardan iki tanesi ethernet durum göstergesi, iki tanesi de kullanıcı tarafından programlanabilen durum göstergeleridir.

Ethernet durum göstergesi sarı ve yeşil renklindedir. Sarı renkteki LED, modül ethernet kablosu ile başka bir cihaza bağlandığında yanar, paket kabulünde kısa süreli olarak söner. Yeşil LED ise bağlantı hızını gösterir ve bağlantı 100Mb iken yanar.

Diğer durum LED'leri yeşil ve kırmızı renktedirler. Ayrıca bu hatlara harici olarak LED bağlanabilir ve ana bağlantı uçlarındaki beşinci ve altıncı hatlar ile kontrol edilirler.

Seri port tamponuna veri gelmesi, butona basılması gibi olaylarda LED hatları gösterge olarak kullanılmıştır.

2.1.2.5. Güç, Reset ve Mod Seçme Hatları

EM203A modülü 5V ile çalışmaktadır ve %5 toleransa sahiptir. 100Mb bağlantıda ortalama 230mA akım tüketmektedir.

Modül, reset hattına uygulanacak 5V gerilim ile resetlenir. İşlemin geçerli olabilmesi için darbe süresinin 50ms'nin üzerinde olması gerekmektedir.

EM203A, açılışta mod seçme hattının durumunu denetler. Hattaki gerilim mantıksal olarak yüksek seviyede ise yüklenmiş olan uygulamayı koşturur. Mod hattı mantıksal olarak düşük seviyede ise modül seri güncelleme moduna girer. Bu durumda modüle seri port aracılığı ile bellenim veya uygulama yüklenebilir. Bu özellik yanlış yüklemeler ve bağlantının olmaması gibi durumlarda sigorta görevi görür. Mod seçme hattı ayrıca sisteme bağlı buton olarak da çalışabilir.

2.1.2.6. Bellek

EM203A modülünde üç çeşit bellek bulunmaktadır. Bunlar program belleği /(Flash), RAM ve EEPROM'dur. Program belleği 65KB, RAM 20KB ve EEPROM 2KB boyutundadır. EEPROM'un sekiz baytlık kısmı MAC adresini saklamak için ayrılmıştır.

Seri port ve ethernet portunun tampon belleği programlanabilir büyüklüktedir. Tampon belleği uygulamanın gerektirdiği ölçüde ayarlamak sistem kaynaklarının en iyi şekilde kullanılmasına neden olacağından performans artırıcı nitelik taşır.

2.1.3. CC2480

CC2480, Texas Instruments tarafından ZigBee protokolünü sağlamak için geliştirilmiş özel bir işlemcidir.

Elde edilen analog veri, işlendikten sonra mevcut düğümden ağdaki başka bir düğüme iletilmektedir. Bu iletimi sağlamak için her düğümden CC2480 yongası kullanılmıştır. Elde edilen veri seri iletişim vasıtası ile CC2480'e aktarılmakta ve RF kanalında yayın yapılmaktadır. Karşı düğümden bulunan CC2480 bu yayını algılayarak veriyi elde etmekte ve yine seri iletişim vasıtası ile işlemciye ulaşturmaktadır.

CC2480'de alınan işaret düşük güçlü bir yükseltici tarafından yükseltilir ve ara frekansa indirgenir. Ara frekansta (2MHz) karmaşık I/Q işareti filtrelenip yükseltilir ve RF alıcı ADC modülü tarafından sayısallaştırılır. CC2480 göndericisinin girişi, çerçeve başlangıcı sınırlayıcısı donanım tarafından üretilir. Her sembol (4 bit) IEEE 802.15.4 standardı kullanılarak iletilir. Analog bir alçak geçiren filtre işareti çeyreğe çevirir. RF işareti bir güç yükseltecinde yükseltilir ve antene gönderilir. Dâhili A/V anahtar devresi anten arayüzünü kolaylaştırır. RF bağlantıları fark yükselteç girişlidir. Tek uçlu antenler için balun kullanılabilir.

2.2. Kullanılan Yazılımlar ve Betikler

Elde edilen veri tarayıcılar ile HTML sayfasında görüntülenmektedir. Verinin sürekli yenilenmesi, durağan bir kimliğe sahip HTML sayfalarında görüntülenmesinde sorun teşkil etmektedir. Bu sorunun önüne geçmek ve HTML sayfasındaki içeriğin dinamik olarak

güncellenmesi için JavaScript ve AJAX betik dilleri ve bu dilleri destekleyen tarayıcılar kullanılmıştır.

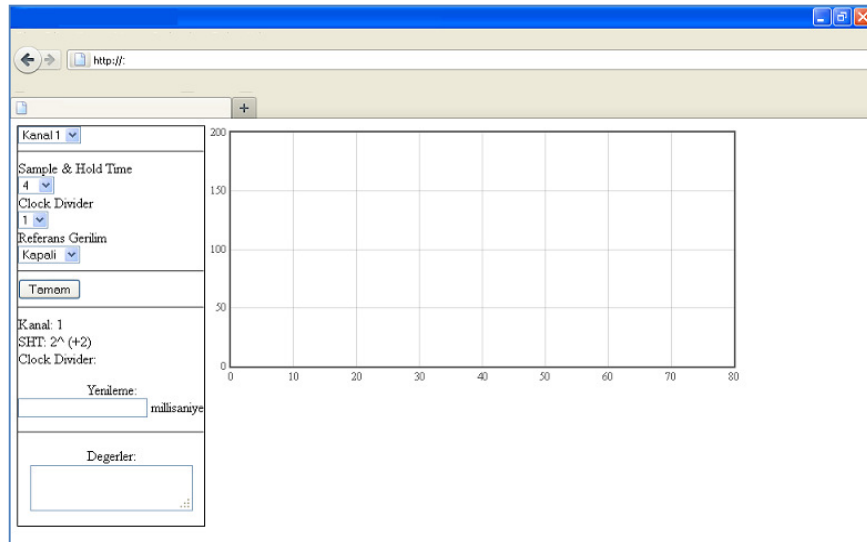
2.2.1. Tarayıcı

Tarayıcı, kullanıcıların ağ üzerinde yer alan web sayfalarını görüntülemek için kullanılan yazılımlardır. Gelişen internet teknolojilerine uyumlu olarak çıkan yeni sürümler, kullanıcıların hızlı, etkili ve etkileşimli bir şekilde sayfalara erişebilmelerini sağlamaktadır.

Yapılan çalışmada elde edilen veriyi tarayıcı ile görüntülemek için çeşitli teknolojiler kullanılmıştır. Bu teknolojiler yaygın olarak kullanılan güncel tarayıcılar tarafından desteklenmektedir. Bilgisayar üzerinde Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera ve Safari, IOS ve Android gibi mobil işletim sistemlerinde Safari ve Dolphin Browser bu teknolojileri destekleyen tarayıcıların bazılarıdır.

Hazırlanan HTML sayfasında çeşitli giriş ve çıkışlar bulunmaktadır. Bu giriş ve çıkışlar sistemdeki bileşenlere erişmek üzere tasarlanmıştır. Ayrıca mevcut durum bilgisini gösteren bölmeler de içermektedir.

Şekil 18 hazırlanan html sayfasının masaüstü platformdaki görüntüsünü, Şekil 19 ise mobil platformdaki görüntüsünü göstermektedir.



Şekil 18. HTML Sayfasının Masaüstü Platformdaki Görüntüsü



Şekil 19. HTML Sayfasının Mobil Platformdaki Görüntüsü

2.2.2. jQuery

jQuery, istemci tarafında hızlı ve kolay şekilde betik yazmak için geliştirilmiş bir JavaScript kütüphanesidir. 2006 yılının başında John Resig tarafından yayınlanmıştır [20]. Özellikle kod boyutunu kısaltması, sınırlı kaynaklara sahip sistemlerde kullanılabilirliğini artırmaktadır.

jQuery, içerisinde grafik çizdirmeye yarayan “flot” isimli kütüphaneyi barındırmaktadır. Bu kütüphane, yapılan çalışmada elde edilen verinin grafiğini çizdirmek için kullanılmıştır.

2.2.3. XMLHttp

Tarayıcılar web sayfalarını görüntülemek için HTTP protokolünü kullanırlar. Standart bir HTTP bağlantısında istemci ile sunucu arasındaki bağlantı, sayfa yüklendikten sonra kesilir. Bu aşamadan sonra sayfa üzerinde görüntülenen değişkenlerin yenilenmesi için sayfanın tamamının tekrar yüklenmesi gerekmektedir.

Bu durumun önüne geçmek için Microsoft tarafından XMLHttp adında bir teknoloji geliştirilmiştir. JavaScript ve AJAX gibi betik dilleri ile iç içe kullanılabilen bu teknoloji sayesinde, sayfanın belli kısımları sayfayı yenilemeksizin güncellenebilmektedir.

XMLHttp ile sunucuda bulunan herhangi bir dosyadan alınan bilgi etkin olarak görüntülenen sayfaya aktarılabilir. Bu sayede gerçek zamanlı bilgi aktarımı, kullanıcı etkileşimli sayfalar ve görsel olarak zengin içerik herhangi bir ek yazılıma ihtiyaç duymadan elde edilebilir.

EM203A içine gömülen HTML sayfaları Tibbo Basic kodları içerebilmektedir. Bu kodların çalışması için sayfanın yüklenmesi gerekmektedir. Bu noktada devreye giren XMLHttp, aktif olan sayfanın haricindeki sayfalara istekler göndererek arka planda çalışmalarını sağlamaktadır. Bu sayede sayfa içine gömülü olan Tibbo Basic kodları da çalışmaktadır.

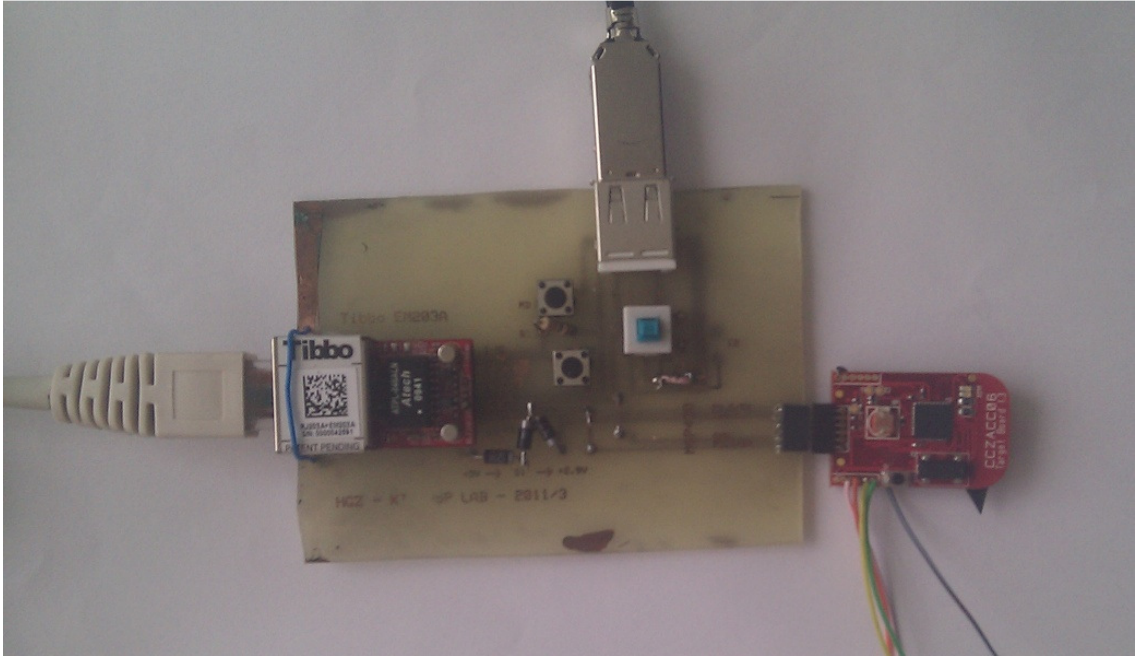
2.3. Oluşturulan Donanım

Kullanılan işlemci ve modüllerle birbiri ile iletişim halinde çeşitli birimler elde edilmiştir. Bu birimlerden ilki batarya ile beslenen ve analog sayısal dönüşümü gerçekleştirip kablosuz olarak ileten birimdir. Şekil 20, bu donanımı göstermektedir.



Şekil 20. Kablosuz birim

Oluşturulan diğer donanım ise kablosuz olarak gelen veriyi alıp TCP/IP vasıtası ile ağ ortamına aktarmak için kullanılmaktadır. MSP430F2274 işlemcisi ve bu işlemciye bağlı EM203A modülüdür. Şebeke gerilimi ile beslenen donanım aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 21. Şebeke gerilimi ile beslenen donanım

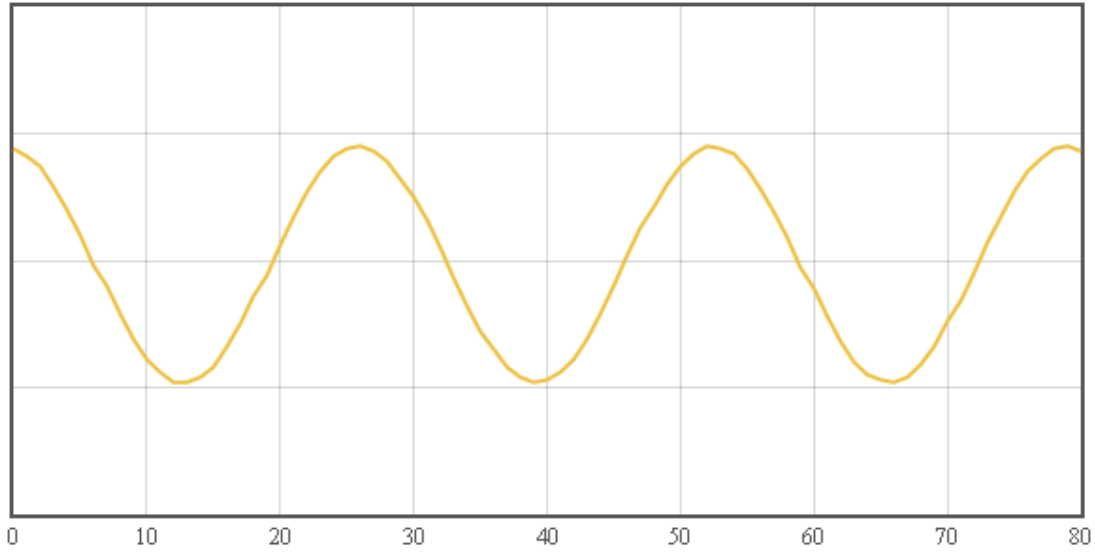
2.4. Elde Edilen Sonuçlar

Analog sayısal dönüşüm sonucu elde edilen veri işlendikten sonra kablosuz olarak aktarılıp TCP/IP ortamına verilmektedir.

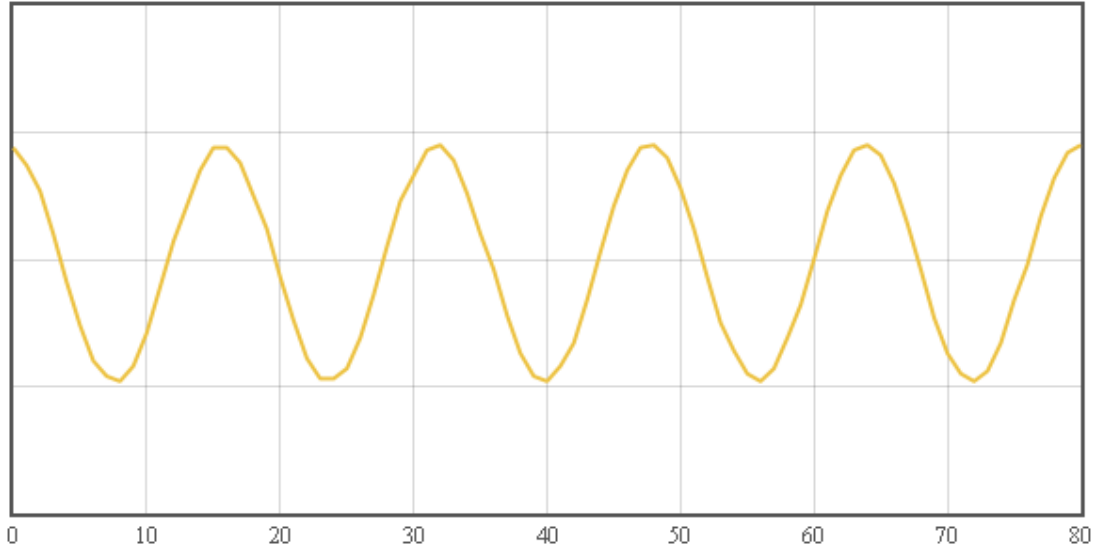
ZigBee protokolü ile gönderilebilecek veri boyutu kısıtlı olduğundan devamlı iletişim sağlanamamaktadır. Ayrıca ADC10 birimi belli sınırlara kadar doğru ölçüm yapabilmektedir.

Ölçüm düzeneğinde 3kHz, 5kHz, 7kHz, 10kHz, 12kHz, 15kHz, 18kHz ve 20kHz frekansında sinüs işareti görüntülenmiştir.

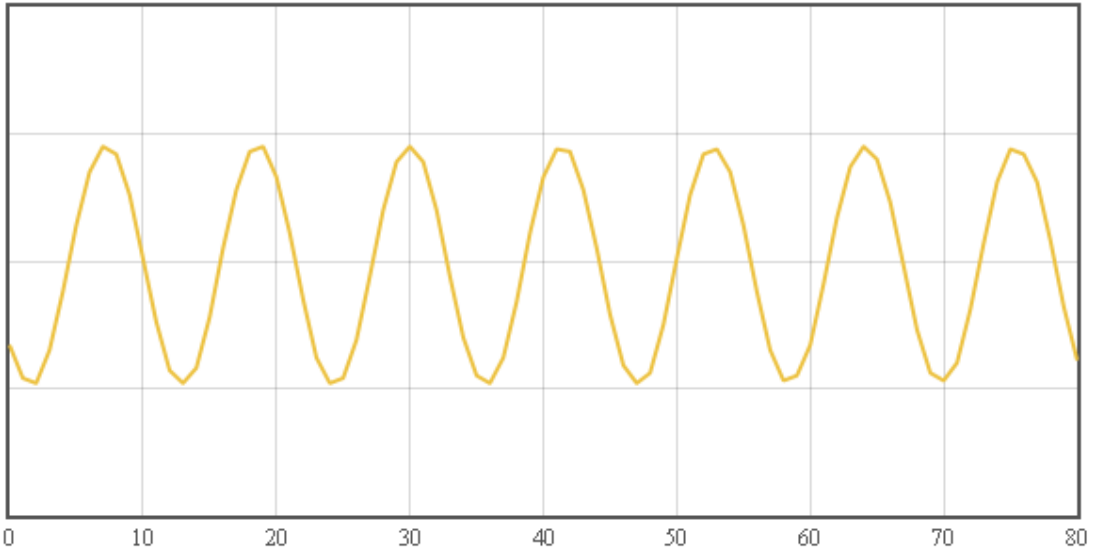
Frekansın 7kHz üzerinde olması durumunda bozulmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bu sınır insan sesi taşınmasında yeterli olmaktadır. Frekanslara göre elde edilen grafikler Şekil 22, Şekil 23, Şekil 24, Şekil 25, Şekil 26, Şekil 27, Şekil 28 ve Şekil 29'da gösterilmektedir.



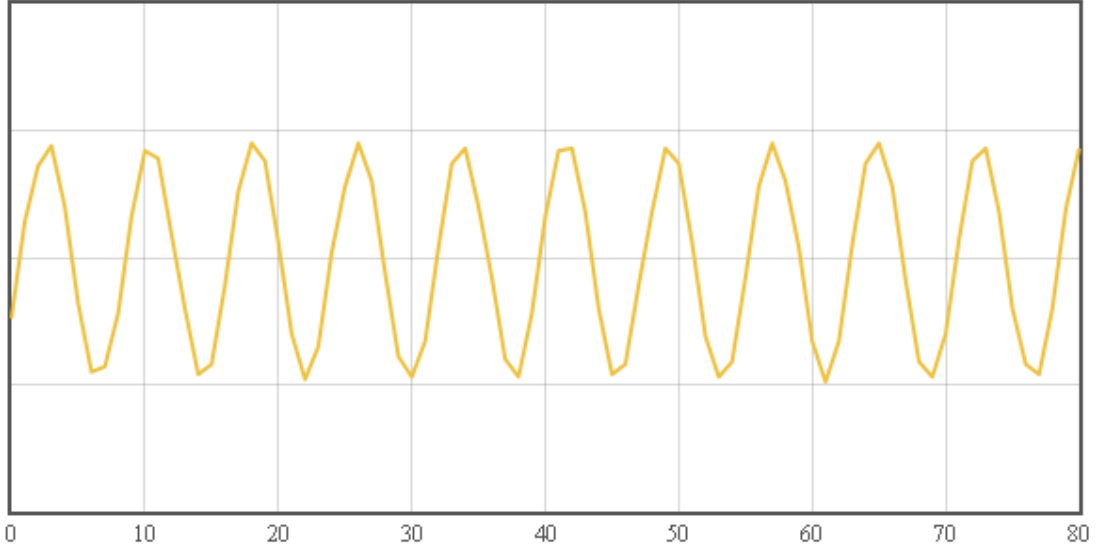
Şekil 22. 3 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü



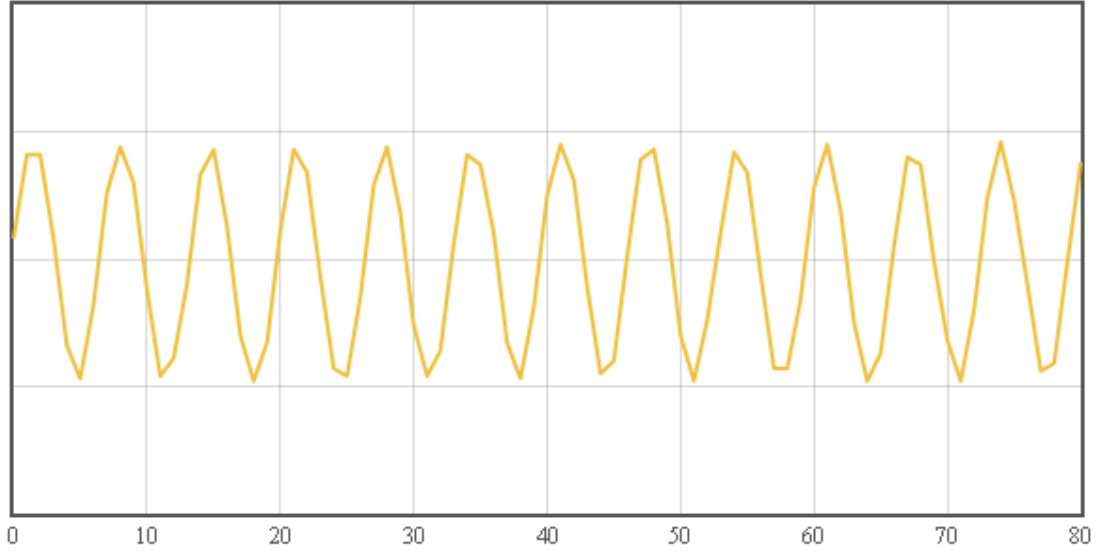
Şekil 23. 5 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü



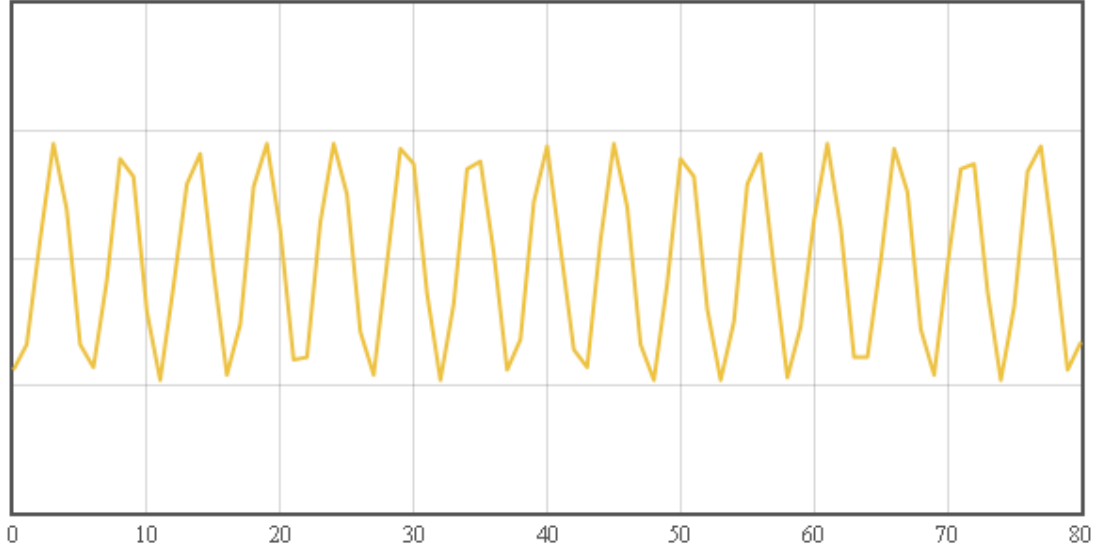
Şekil 24. 7 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü



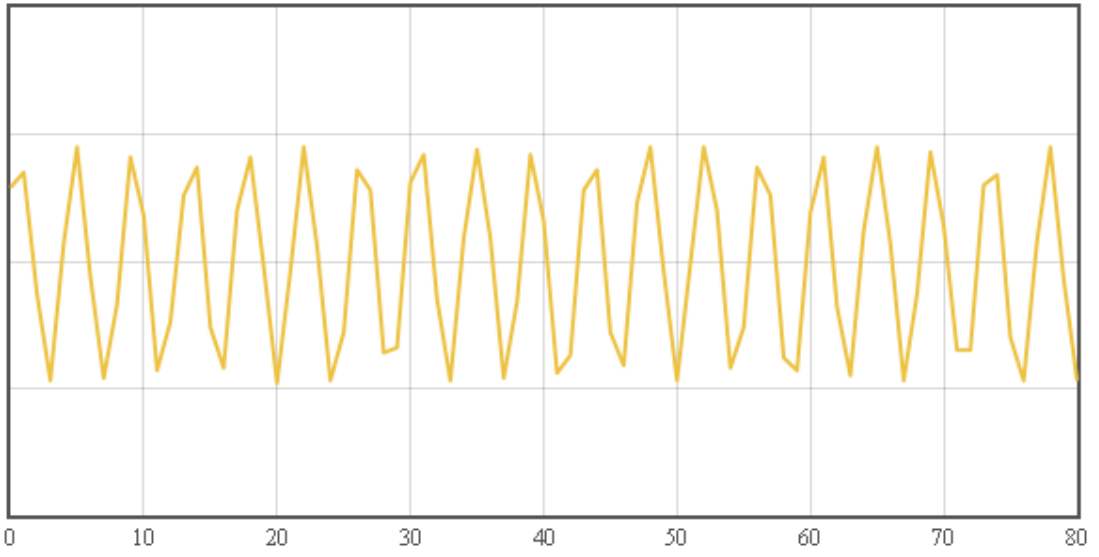
Şekil 25. 10 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü



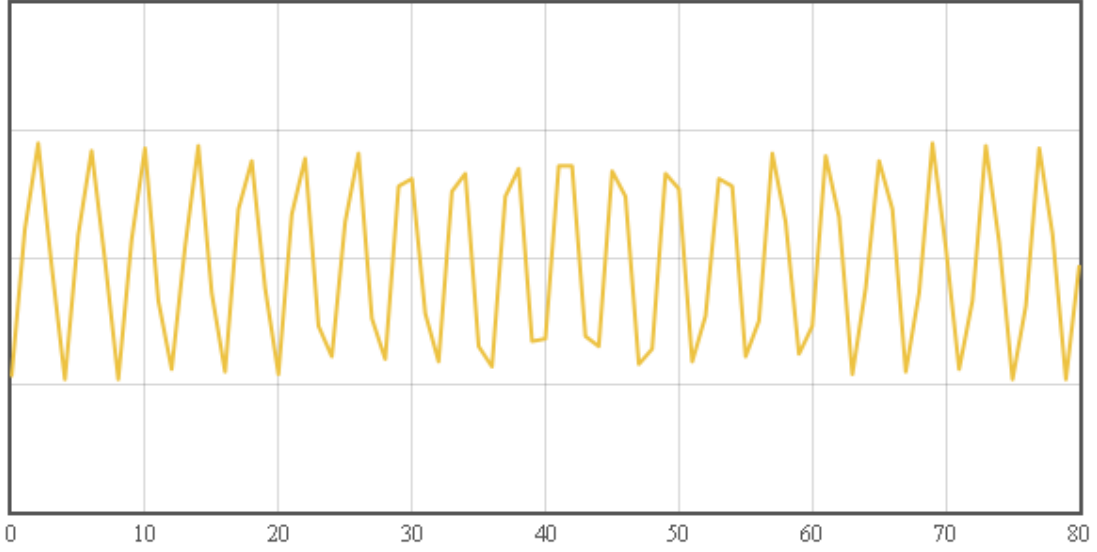
Şekil 26. 12 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü



Şekil 27. 15 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü



Şekil 28. 18 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü



Şekil 29. 20 kHz işaretin tarayıcıdaki görüntüsü

Elde edilen veri tarayıcıya gelirken donanımsal ve yazılımsal olarak birçok aşamadan geçmektedir. Bu aşamalarda bir miktar gecikme yaşanmaktadır.

Bu gecikmeler çeşitli mobil ve masaüstü platformlarda ölçülmüştür. Tablo 7’de ölçüm yapılan platformlara ait, speedtest.net uygulaması ile ölçülen bağlantı hızları ve gecikmeler görülmektedir. Masaüstü platformları Microsoft Windows7 ve bir Linux dağıtımı olan Ubuntu’dur. Mobil platform olarak Android 2.3.4 ile Apple firmasına ait IOS 4.3.3 kullanılmıştır.

Tablo 7. Test yapılan platformlar

Platform	Bağlantı türü	Gecikme (Milisaniye)	Bağlantı Hızı
Microsoft Windows	Kablolu	50	37,16 Mbps
	Kablosuz	154	11,4 Mbps
Linux	Kablolu	51	32,45 Mbps
	Kablosuz	157	11,3 Mbps
Android	2G	481	12,3 Kbps
	3G	209	82,8 Kbps
IOS	Kablosuz	163	10,8 Mbps

Kablolu bağlantı testleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektronik Elektronik Mühendisliği Bölümü’nde yapılmıştır. Mobil platformlarda 2G ve 3G bağlantılar ayrı ayrı

denenmiştir. Ayrıca kablosuz bağlantılar ADSL üzerinde Wi-Fi bağlantısı ile test edilmiştir.

Daha sonraki aşamalarda veri paketinin TCP/IP ortamında geçtiği rota ve bu rotada yaşadığı gecikmeler işletim sisteminde “traceroute” komutu ile elde edilmiştir.

Tablo 8. Windows işletim sistemi kablolu bağlantı

Geçit No	Gecikme (milisaniye)		
	Paket 1	Paket 2	Paket 3
1	9	19	6
2	<1	<1	<1
3	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
4	15	14	14

Tablo 9. Linux işletim sistemi kablolu bağlantı

Geçit No	Gecikme (milisaniye)		
	Paket 1	Paket 2	Paket 3
1	9	17	8
2	<1	<1	<1
3	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
4	13	14	14

Tablo 10. Windows işletim sistemi kablosuz bağlantı

Geçit No	Gecikme (milisaniye)		
	Paket 1	Paket 2	Paket 3
1	3	3	3
2	9	9	9
3	8	10	9
4	10	10	11
5	26	24	25
6	32	32	31
7	31	30	30
8	30	32	30
9	30	31	30
10	41	42	42
11	43	41	41
12	43	41	42
13	42	41	42
14	40	40	41
15	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
16	73	74	74

Tablo 11. Linux işletim sistemi kablosuz bağlantı

Geçit No	Gecikme (milisaniye)		
	Paket 1	Paket 2	Paket 3
1	3	3	3
2	9	9	8
3	9	10	9
4	10	9	9
5	26	25	25
6	32	30	31
7	31	31	31
8	31	31	31
9	31	31	29
10	43	41	41
11	42	42	40
12	42	40	40
13	42	41	41
14	41	41	42
15	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
16	72	73	73

Tablo 12. Android işletim sistemi 2G bağlantı

Geçit No	Gecikme (milisaniye)		
	Paket 1	Paket 2	Paket 3
1	331	309	269
2	246	285	266
3	231	327	287
4	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
5	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
6	315	319	298
7	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
8	354	316	295
9	272	329	289
10	255	259	361
11	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
12	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
13	257	254	276
14	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
15	329	325	386

Tablo 13. Android işletim sistemi 3G bağlantı

Geçit No	Gecikme (milisaniye)		
	Paket 1	Paket 2	Paket 3
1	107	108	149
2	136	108	149
3	142	122	124
4	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
5	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
6	126	126	126
7	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
8	154	142	148
9	170	170	159
10	157	158	157
11	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
12	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
13	124	128	127
14	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
15	281	282	319

Tablo 14. IOS işletim sistemi kablosuz bağlantı

Geçit No	Gecikme (milisaniye)		
	Paket 1	Paket 2	Paket 3
1	8	8	7
2	57	56	56
3	57	58	57
4	175	174	175
5	67	67	67
6	64	63	65
7	66	65	65
8	76	77	78
9	87	87	89
10	91	90	90
11	88	86	87
12	86	85	87
13	95	94	94
14	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı	Zaman Aşımı
15	102	102	100

Tarayıcıda, ekranda belirtilen yere fare tıklaması ile ölçüm komutu verilmektedir. Komut verildikten sonra görüntü ekrana gelmektedir. Tıklama ve görüntü gelme süresi arasındaki gecikme her platform için 20 defa ölçülmüştür. Bu ölçümler Tablo 16'da milisaniye cinsinden gösterilmiştir.

Tablo 15. Platformlara göre yaşanan gecikmeler

Ölçüm No	Platform						
	Masaüstü				Mobil		
	Ms Windows		Linux		Android		IOS
	Kablolu	Kablosuz	Kablolu	Kablosuz	2G	3G	Kablosuz
1	2,58	2,83	2,62	2,18	6,24	2,41	3,51
2	1,54	2,13	2,30	2,28	7,16	1,36	2,39
3	2,74	2,81	1,87	2,01	7,24	1,85	2,21
4	2,24	2,89	2,16	2,12	6,48	1,41	3,25
5	2,18	2,91	2,22	2,61	6,28	1,66	3,42
6	2,18	2,10	2,39	3,25	5,96	1,72	3,16
7	2,12	2,59	2,01	2,18	5,96	1,74	2,94
8	2,16	2,42	2,07	2,70	6,58	1,57	2,37
9	2,22	2,47	2,70	2,62	6,96	2,14	2,35
10	2,02	2,22	2,01	2,69	6,72	2,24	2,88
11	2,36	2,19	2,04	3,07	8,04	1,94	2,69
12	1,92	2,24	2,71	2,04	7,92	2,14	2,47
13	1,72	1,99	1,89	2,71	7,44	2,10	2,39
14	1,92	2,02	2,37	2,94	6,96	1,53	1,84
15	1,72	2,68	1,81	2,88	8,56	1,82	3,13
16	1,74	2,81	2,49	1,94	8,48	1,42	2,46
17	2,14	2,20	2,50	2,27	7,18	1,44	2,33
18	1,78	3,24	2,09	2,52	6,24	2,24	2,78
19	1,74	2,93	2,62	2,43	6,12	1,76	2,56
20	1,68	2,94	1,92	2,16	6,08	1,56	3,78
Ort	2,03	2,53	2,24	2,48	6,24	3,605	2,75

Ölçüm sonucunda bağlantı hızı ve tepki süresinin sistem performansı üzerinde ciddi bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bağlantı hızının yüksek ve tepki süresinin düşük olduğu bağlantılarda gecikme düşüken bağlantı hızının düştüğü ve tepki süresinin arttığı durumlarda gecikme artmaktadır.

Veri paketinin geçtiği yol gözlemlendiğinde son adımlara doğru gecikme süresinde artış gözlemlenmiştir. Geçit sayısı arttığında toplam gecikme de arttığından sistemin performansı düşmektedir.

3. SONUÇLAR

• Kablosuz algılayıcı ağı, kablosuz ölçüm sistemleri gerçekleştirilmek için kullanılabilir. Çok sayıda terminalden elde edilen veri bu şekilde tek merkezde toplanabilir.

- Elde edilen veri TCP/IP protokolü sayesinde web tarayıcılar ile görüntülenebilir.
- Çeşitli betik dilleri ile HTML sayfalarına dinamik içerik kazandırılabilir.
- Mevcut teknolojiler ile platformlardan bağımsız olarak görüntüleme sistemleri oluşturulabilir.
- TCP/IP teknolojisinde bağlantı kalitesi sistemin performansı üzerinde etkiye sahiptir.

4. ÖNERİLER

Bu çalışmada TCP/IP altyapısını kullanarak kablosuz algılayıcı ağları ile uzaktan veri gözleme incelenmiş, TCP/IP, ZigBee ve HTML teknolojileri kullanılarak elde edilen veriyi görüntüleyen sistem gerçekleştirilmiştir.

Gömülü ağ uygulamalarında elde edilen verinin görüntülenmesi ve sistemde değişiklik yapılabilmesi için çeşitli yazılımlar gerekmektedir. Bu yazılımlar platformlara bağımlı olduğundan her sistem için ayrı geliştirilmelidir. HTML teknolojisindeki gelişmeler bu noktada devreye girip elde edilen verinin dinamik olarak görüntülenmesinde platform kavramını ortadan kaldırmaktadır.

Bağlantı hızı verinin anlık olarak görüntüleme performansını etkilemektedir. Mobil platformlardan erişimde gecikmeler meydana gelmektedir. Bu nedenle benzer sistemlerin uygulamasında bağlantı kaliteli olmalıdır.

Yapılan çalışmada kullanılan birimler haricinde farklı firmaların ürünleri ile uygulamalar geliştirilerek sistem başarımı gözlemlenebilir. Ayrıca kablosuz iletişim tekniklerinin sürekli gelişmesi sonucu ortaya çıkan protokoller ile benzer sistemler oluşturulabilir.

5. KAYNAKLAR

1. Kadakoğlu S., Kablosuz Yerel Alan Ağlarında(Wlan) Güvenlik Uygulamaları ve Ses Haberleşmesi(VoIP), Yüksek Lisans Tezi,Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2010.
2. Somay A., Bir Kablosuz Ölçüm Sisteminin IEEE 802.15.4 (ZigBee) Standardı Kullanılarak Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2009.
3. Moghtadaiee V., Lim S. ve Dempster A., System-Level Considerations for Signal-of-Opportunity Positioning, International Symposium on GPS/GNSS, Tayvan, 2010.
4. Aktepe K., Borland C++ Builder ve TCP/IP ile Gerçek Zamanlı Kamera Görüntü Aktarımı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 2005.
5. Anonim, AVR460: Embedded Web Server Application Note, Atmel Corp., 2002.
6. Yıldırımoğlu M., Her Yönüyle İnternetin Altyapısı TCP/IP, Pusula Yayıncılık, İstanbul, 2005.
7. www.wikipedia.org, 13 Mayıs 2011.
8. Anonim, TIDE and Tibbo BASIC User Manual, Tibbo Technology Inc., 2011.
9. Droms R., Automated Configuration of TCP/IP With DHCP, IEEE Internet Computing, 8 (1999) 45-53.
10. Leiner B., Cerf V., Clark D., Kahn R., Kleinrock L., Lynch D., Postel J., Roberts L. ve Wolff S., The Past And Future History of the Internet, Communications of the ACM, 40, 2 (1997) 102-108.
11. Zimmermann H., OSI Reference Model-The ISO Model of Arhitecture for Open Systems Interconnection, IEEE Transactions on Communications, 28,4(1980) 425-432.
12. www.w3.org/MarkUp, 14 Mayıs 2011.
13. Karasulu B., Toker L. ve Korukoğlu S., ZigBee – IEEE 802.15.4 Standartı Temelli Kablosuz Algılayıcı Ağları, Inet-tr Aralık 2009, İstanbul.
14. Yıldırım M. ve Küçüksille E., Web Dünyasında Yeni Bir Yaklaşım: AJAX, Akademik Bilişim, Denizli, 2006.

15. You C. ve Chandra K., Time Series Models for Internet Data Traffic, In Proc. 24th Conf. on Local Computer Networks, LCN-99, 1999.
16. www.tibbo.com, 14 Mayıs 2011.
17. www.elektronikhobi.com/dokuman.asp?id=135, 14 Mayıs 2011.
18. MSP430x2xx Family User's Guide, 2008.
19. Güney M., ZigBee Tabanlı Ev Otomasyon Sistemi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
20. www.Jquery.org, 15 Mayıs 2011.
21. Bentham J., TCP/IP Lean, CMP Books, Amerika, 2002.
22. Droms R., Automated Configuration of TCP/IP With DHCP, IEEE Internet Computing, 6 (1999) 45-53.
23. www.w3.org/HTML, 14 Mayıs 2011.
24. Wells P., Bluetooth, IEEE Potentials, 2 (2005) 33-35.
25. Pamuk C., Enerji Efficient Bluetooth Scatternet Formation Based On Device And Link Characteristics, Yüksek Lisans Tezi, Bilken Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
26. Shandle J., <http://www.eetimes.com/design/microwave-rf-design/4012680/Introduction-to-Bluetooth-ULP>, 16 Mayıs 2011.
27. Song J., Han S., Mok K., Chen D., Lucas M., Nixon M. ve Pratt W. IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, Çin, 2008.
28. Walden R., Analog to Digital Converter Survey and Analysis, IEEE Journal On Selected Areas In Communications, 4 (1999).
29. Deng W., Mahmoudi R., Harpe P. ve Roermund A., Radio and Wireless Symposium, Amerika, 2008.
30. Catsoulis J., Embedded Hardware, O'REILLY, Amerika, 2009.

ÖZGEÇMİŞ

12.09.1983 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlköğrenimini Dumlupınar İlkokulu'nda, orta öğretimi ve liseyi Yunus Emre Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2002 yılında kazandığı Kırıkkale Üniversitesi Elektrik-Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Yabancı dil olarak iyi seviyede İngilizce bilmektedir.