

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ HATLARI ÜZERİNDEN İNTERNET ERİŞİMİ

Suna TOKALI (KOCAOĞLU)

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Hanifi GÜLDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2009

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ HATLARI ÜZERİNDEN İNTERNET ERİŞİMİ

Suna TOKALI (KOCAOĞLU)

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Hanifi GÜLDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2009

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ HATLARI ÜZERİNDEN İNTERNET ERİŞİMİ

Suna TOKALI (KOCAOĞLU)

Yüksek Lisans Tezi
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

Bu tez, 06/03/2009 tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı/ başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Dr. Hanifi GÜLDEMİR

Üye:

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında benden yardımlarını, desteğini, sabrını ve bilgisini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Hanifi Güldemir'e, Elektronik – Bilgisayar Eğitim Anabilim Dalı'nda görevli tüm hocalarıma ve özellikle Prof. Dr. Asaf Varol'a hoşgörü ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Ayrıca bana destek olan aileme ve sevgili eşime sonsuz bir minnet ve teşekkür borçluyum.

Suna TOKALI (KOCAOĞLU)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	III
TABLolar LİSTESİ	V
KISALTMALAR LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT	IX
1- GİRİŞ	1
1.1. HomePlug İletim Hattı Alliance.....	5
1.2. Konu ile İlgili Diğer Standartlar	6
1.3. Tez Organizasyonu	7
2- İLETİM HATLARINDAN EV AĞI OLUŞTURMA	8
2.1. Ev Ağ Sistemi ve Otomasyon	8
2.2. Ev Ağı Sistemleri Rekabet Alanları	8
2.3. Ev Ağı Teknolojileri	9
2.3.1. Yapısal Kablo Teknolojileri	11
2.3.2. Mevcut Kablolama Teknolojileri	11
2.3.3. Kablosuz Ağ.....	13
2.4. İletim Hattı Ağı	15
2.4.1. Ev-içi İletim hattı Ağı Bileşenleri	18
2.4.2. Ev-İçi İletim Hattı Ağ İletişimin Avantajları	19
2.4.3. Ev-içi İletim Hattı İletişim Ağı'nın Dezavantajları	19
2.4.4. Ev-İçi İletim Hattı Ağı'nın Teknik Engelleri	20
2.5. Ev Ağ Sistemlerinin Tipik Uygulamaları	20
2.5.1. Kaynak Paylaşımı	20
2.5.2. İletişimler	20
2.5.3. Ev Kontrol ve Otomasyon Sistemler.....	20
2.5.4. Ev Programlanması (Home Scheduling).....	21
2.5.5. Eğlence ve Bilgi Sağlamak	21

3- İLETİM HATTI İLETİŞİM PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	23
4- İLETİM HATTI İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ.....	27
4.1. Yerel Çalışan Ağlar (Local Operation Networks -LonWorks)	27
4.1.1. LonWorks Teknolojisi	28
4.1.2 LonWorks Sistem Bileşenleri	30
4.2. PassPort ve Plug-in PLX.....	33
4.3. X-10	33
4.3.1 X-10 İletim Teorisi.....	35
4.4. PowerPacket.....	40
4.4.1. PowerPacket Teknolojisi.....	40
5. İLETİM HATTI AĞ ÜRÜNLERİ	44
5.1. GigaFast Alan Ürünleri.....	44
5.2. Phonex Genişband Alan Ürünleri	46
5.3. Siemens Alan Ürünleri.....	48
5.4. Linksys Alan Ürünleri.....	48
5.5. NETGEAR Alan Ürünleri.....	49
5.6. Asoka Alan Ürünleri	49
5.7. IOGEAR Alan Ürünleri	51
5.8. ST&T Alan Ürünleri	52
5.9. Telkonet Alan Ürünleri	54
5.10. Corinex Global Alan Ürünleri.....	55
5.11. Ürün Karşılaştırma Kartı.....	57
6. İLETİM HATTI AĞININ TESTLERLE GÖSTERİMİ	59
6.1. Testte Kullanılan Modüller/Ürünler.....	59
6.1.1. GigaFast HomePlug modülleri.....	59
6.1.2. Phonex Genişband HomePlug Modülü.....	60
6.2. Aynı Firmanın 2 Modülünü Kullanarak Ağ Sistemi Oluşturma	61
6.3. Farklı Firmalardan 2 Modül Kullanarak Ağ Sistemi Oluşturma	65
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ.....	

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Elektrik enerjisi taşıma sistemi	1
Şekil 1.2 Tipik bir Avrupalı elektrik güç dağıtımı.....	2
Şekil 1.3 HomePlug sertifikası	6
Şekil 2.1 Tipik HomePNA ağı	12
Şekil 2.2 İletim hattı ağı [Xilinx]	15
Şekil 2.3 Orta gerilim ağı iletim hattı ulaşım teknolojisi	17
Şekil 2.4 Düşük gerilim ev-içi iletim hattı teknolojisi	18
Şekil 2.5 Tipik bir ev-içi iletim hattı ağ iletişim yapısı	18
Şekil 3.1 Hz güç devresiyle çalışan ışık ayarlayıcısı ile üç universal motorun gerilim tayflarının karşılaştırılması	24
Şekil 4.1 Merkezi kontrol mimari modeli [Echelon]	27
Şekil 4.2 LonWorks dağıtık kontrol mimarisi [Courtesy: Echelon]	28
Şekil 4.3 Bazı LonWorks aygıtların anatomisi [Echelon]	31
Şekil 4.4 X-10 Zamanlama ilişkisi.....	35
Şekil 4.5 Sıfır geçiş noktası algılayıcısı	37
Şekil 4.6 Yüksek frekanslı işaret üretici.....	38
Şekil 4.7 Yüksek frekanslı işaret algılayıcı.....	38
Şekil 4.8 X-10 Kontrol kapasiteleri	39
Şekil 4.9 PowerPacket diferansiyel modülasyonu	41
Şekil 4.10 IFFT tarafından sembol oluşumu.....	42
Şekil 5.1 GigaFast PE901-UI HomePlug USB adaptörü	44
Şekil 5.2 PE902-EB GigaFast HomePlug ethernet köprüsü	45
Şekil 5.3 PE909-UI GigaFast HomePlug USB adaptörü	45
Şekil 5.4 Phonex NeverWire 14 iletim hattı ethernet köprüsü	46
Şekil 5.5 Phonex NeverWire Combo	47
Şekil 5.6 Phonex kablosuz modem fişi	47
Şekil 5.7 Phonex NeverWire USB	48
Şekil 5.8 Asoka PlugLink kablosuz erişim noktası.....	50
Şekil 5.9 Asoka PlugLink PL kablolu /DSL Router	51
Şekil 5.10 IOGEAR HomePlug USB adaptörü	52
Şekil 5.11 ST&T İletim hattı ethernet köprüsü M51	53
Şekil 5.12 ST&T İletim hattı USB adaptörü U21	53

Şekil 5.13. ST&T İletim hattı USB adaptörü U22	53
Şekil 5.14 ST&T İletim hattı USB adaptörü U23.	54
Şekil 5.15 ST&T İletim hattı PCI adaptörü P11	54
Şekil 5.16 Corinex akıllı PowerNet ethernet adaptörü	56
Şekil 5.17 Corinex akıllı PowerNet USB adaptörü.....	56
Şekil 5.18 Corinex akıllı PowerNet PCI kart.....	57
Şekil 6.1 GigaFast PE901-UI HomePlug USB adaptörü	59
Şekil 6.2 PE902-EB GigaFast HomePlug ethernet köprüsü.	60
Şekil 6.3 Phonex NeverWire 14 İletim hattı ethernet köprüsü	60
Şekil 6.4 NeverWire14 modülü kullanarak iletim hattı ağı kurulması	61
Şekil 6.5 Phonex genişband ağ yönetim konsolu.....	62
Şekil 6.6 Phonex NAC düğüm bilgisi.....	63
Şekil 6.7 Düğümler arasında dosya transferi olmadan Phonex NAC.	64
Şekil 6.8 GigaFast ve Phonex modüllerini kullanan İletim hattı ağ kurulumu.	65
Şekil 6.9 Power-line veri çıktısı testleri (Mbps)	66

TABLÖLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1 CENELEC Frekans Aralığı.....	4
Tablo 2.1 Fiziksel ortamda genişband ev ağı.....	10
Tablo 2.2 Mevcut kabloları kullanan ev ağı teknolojileri	12
Tablo 2.3 Kablosuz ev ağı teknolojileri	15
Tablo 2.4 Ev ağı uygulamaları	21
Tablo 4.1 Kanal karakteristikleri.....	31
Tablo 4.2 Ev kodları.....	35
Tablo 4.3 Eleman kodları	36
Tablo 4.4 Fonksiyon kodları.....	36
Tablo 5.1 Ürün karşılaştırma kartı.....	57
Tablo 6.1 IEEE 802.11b ve HomePlug 1.0'ın çalışma alan testi çıktı/veri (throughput) performans sonuçları.....	67

KISALTMALAR LİSTESİ

AC	Alternatif Akım
BHN	Broadband Home Networks (Genişband Ev Ağı)
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (Taşıyıcı Duyarlı Çoklu Erişim/Çatışma Önleyicili)
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection(Taşıyıcı Duyarlı Çoklu Erişim/Çatışma sezicili)
DLC	Distribution line communication systems (Dağıtım Hattı İletişim Sistemi)
DS-SS	Direct Sequence Spread Spectrum (Doğrudan Sıralı Yaygın Spektrum)
FEC	Forward Error Correction (İleri Hata Düzeltimi)
FSK	Frequency-Shift Keying (Frekans-Kaydırmalı Anahtarlama)
GSMK	Gauss Minimum Kaydırmalı Anahtarlama
HAN	Home Area Networking (Ev Alanı Ağı)
HMI	Human Machine Interface (İnsan Makine Arayüzü)
KTH	Royal Institute of Technology (Kraliyet Teknoloji Enstitüsü)
OEM	Original Equipment Manufacturer (Orijinal Cihaz Üreticileri)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama)
PC	Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)
PL	Power Line (İletim Hattı)
PLC	İletim Hattı Üzerinden İletişim
PLT	İletim Hattı Haberleşmesi
RF	Radio Frequency (Rayo Frekans)
RPC	Residential Power Circuit (Düşük Voltaj Dağıtım Hattı)
SOHO	Small Office Home Office (Küçük Ofis Ev Ofisi)
TS Lab	Telecommunication Systems Laboratory (Telekom Sistem Laboratuvarı)
xDSL	Digital Subscriber Line (Dijital Abone Hattı)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ENERJİ NAKİL HATLARI ÜZERİNDEN İNTERNET ERİŞİMİ

Suna TOKALI (KOCAOĞLU)

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

2009, Sayfa: 75

Elektrik hatları üzerinden internet erişimi, mevcut elektrik hatlarını kullanarak bir ev yada binaya inernetin getirilmesi yada bir ev yada ofisdeki mevcut elektrik prizlerini kullanarak internete erişimin sağlanmasıdır. Avrupa ülkelerinde enerji hatları üzerinden internet servis sağlayıcıları gittikçe artmaktadır. Testler bu sistemin hızlı, güvenilir ve güvenli olduğunu göstermiştir.

Bu tez “Elektrik Hatları Üzerinden İnternet Erişimi (PLC – İletim hattı Communications)” üzerine hazırlanan standartlar, karakteristikler, teknolojiler, ürünler ve bunlara bağlı gelişmeler ve son değişimler hakkında detaylı bir analiz içeren genel ve teknik bir referanstır.

İletim hatlarının (iletim hattı), evde bir veri iletişim aracı gibi kullanılmasının faydaları ve avantajları araştırılmaktadır. Yapılan çalışmalar ve karşılaştırmalar, çeşitli Avrupa şehirlerinde iletim hatlarının bir iletim ve iletişim ortamı olarak keşfedildikten sonra iletim zayıflamaları, kanal karakteristikleri ve performans gibi faktörler üzerine yapılan araştırmaların sonucu elde edilen verileri sunmaktadır. İletim hattı ağını (Pwerline Network) belirleyen teknolojilerin pratik kullanımdaki veri iletim değerleri, sınırlamalar, engeller, servis kalitesi ve diğer önemli faktörler tez konusu olmuştur.

Tüm HomePlug sertifikalı ürünler mevcut PLC endüstrisini özetlemektedir. Dikkat çeken özellikleri arasında her bir ürün için ayrı teknolojilerin olmasıdır. Teknolojinin akım üzerinden 14 Mbps veri aktarım hızına ulaşılmasından dolayı bu teknoloji yakın gelecek için umut vermektedir. Kolay kurulum, AC elektrik prizlerinin

kullanımı, yüksek veri, ucuz maliyet, güvenilirlik ve güvenlik gibi seçenekleri olması diğer kablosuz ağ ve ev ağ sistemlerine göre PLC tercih edilmektedir. PLC; enerji hizmetlerinde, xDLS ve genişband internet servisleri (veri, multimedya gibi) alanlarında iletim hatları üzerinden tüketiciye hizmet vermede potansiyel aday olarak gösterilebilir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik hatları üzerinden internet, enerji nakil hatları üzerinden haberleşme, geniş bant internet

ABSTRACT

Master Thesis

INTERNET OVER POWERLINES

Suna TOKALI (KOCAOĞLU)

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electronics and Computer Education

2009, Page: 75

Internet over powerline is using the powerlines to bring the internet to a home or office from a powerline internet service or distributing an internet connection in a home or building to all electrical outlets. Powerline Internet Service Providers are becoming available in some European Countries. Tests have shown this system to be fast, reliable and secure.

In this thesis, the standards, characteristics, technologies, products and the developments in the powerline communications are examined.

The advantages of using existing electrical power grids as a part of communication system is examined in detail. The outcome of the researches and comparisons made in European Countries on the channel characteristics, performance and interference is provided. The limitations on the data transfer, drawbacks, service quality in the powerline networking are also investigated.

All products with HomePlug certificate summarize the existing powerline communication. The point to be noted is that each product has different technology. Because data transfer rate has reached 14Mbps over powerlines this technology is becoming very important. The powerline network has advantages over the other wireless and home Networks as easy installation, use of existing ac outlets, cheapness,

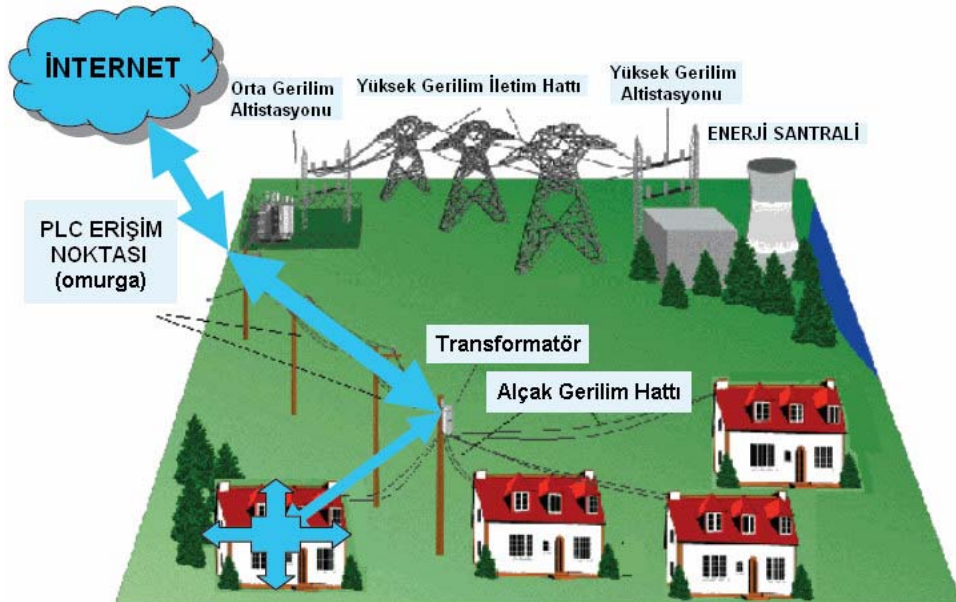
safety, data security and high transfer rate. Thus the powerline is also a candidate for xDLS and broadband internet services for serving consumers.

Keywords: Internet over powerline, powerline communication, broadband internet.

1- Giriş

Bilgi teknolojisinin bugünkü devrinde, hem bilginin oluşumu hem de bilginin dağılımı her ikisi de önemli hale gelmiştir. Bilginin tedarik edilip tüm kullanıcılara ulaşmasını sağlamak için popüler teknolojileri içine alan telefon kabloları, ethernet kablolama, fiber optik, kablosuz internet ve uydu teknolojileri güncel olarak kullanılmaktadır. Maksimum sayıda kullanıcılara uzanabilmesi için de bu teknolojilerin aşması gereken fiyat, geçerlilik, uygunluk gibi sınırlamalar vardır.

Veri aktarma ortamı olarak elektrik kablolarının kullanımının avantajı, tüm binalarda ve evlerde hali hazırda elektrik donanımının ve çıkış alabilecek elektrik prizlerinin bulunmasıdır. Enerji iletim hatları üzerinden iletişim (PLC), mevcut AC çıkışlı elektrik kablolarını kullanarak elektrik prizlerinin bulunduğu hemen hemen her yere yüksek hızda ağa erişim noktaları sağlayarak bir internet ortamı oluşturur. Mevcut iletim hatları üzerinden ev ağ sistemini kurmak diğer kablolu yöntemlere göre daha kolaydır. Aynı zamanda kablosuz sistemlere göre daha güvenilir, emniyetli ve ucuz bir teknolojidir [1]. PLC, birçok küçük ofis ev ofis (SOHO) uygulamaları için ağ problemlerine mükemmel bir çözümdür. Şekil 1.1’de iletim hatları üzerinden enerji taşıma sistemi ve iletim hatları üzerinden internet erişimi gösterilmektedir.

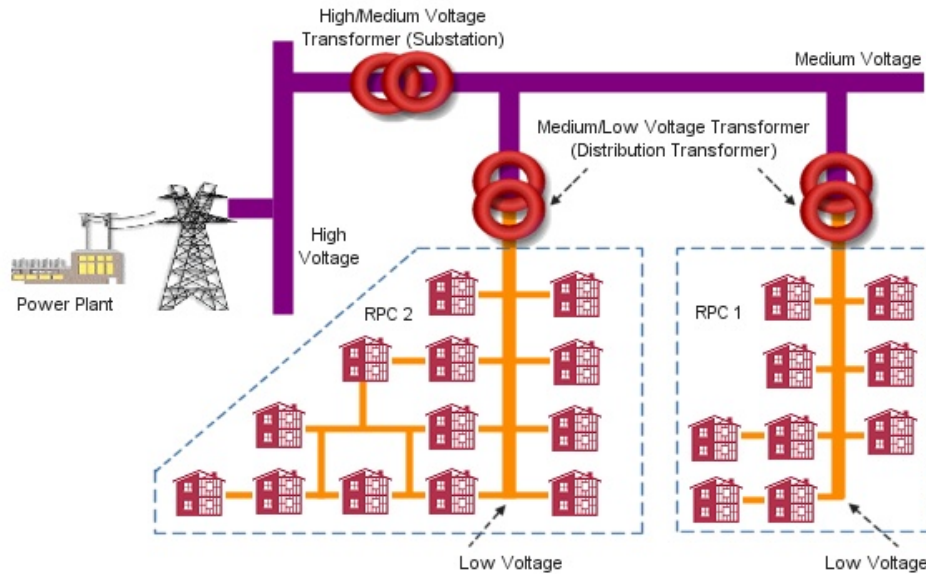


Şekil 1.1: Elektrik enerjisi taşıma sistemi ve enerji iletim hatları üzerinden iletişim

Yıllardır, sistemler yüksek gerilim hatları üzerinden düşük band genişliğinde analog ve dijital bilgi iletişimi kurmak için çalışmaktadırlar. Geçmişte iletim hatları, sadece elektrik akımının iletimi için düşünülmüştür. Fakat genişband içeren modern ağ teknolojilerinin ortaya çıkmasıyla minimum fiyat ve maksimum performansta tüketicilere hizmet dağıtılabilmesi için hizmet veren şirketlerin ve servis sağlayıcıların daha çok çözüme ihtiyacı olmuştur. Son zamanlarda firmaların veri iletişim ağı amacıyla iletim hatları üzerinden iletişim kurmaya ciddi bir yönelme göstermesi dikkat çekicidir. Kabiliyeti sadece elektrik akımı ve kontrol sinyalleri dağıtmak olmayan iletim hatları, potansiyel bir veri iletim ortamıdır. Hatta yüksek hızda veri ve multimedya içeriği daha yeni keşfedilmiştir.

PLC alanındaki gelişmeler yeni olduğundan bu alanla ilgili bilgi çoğunlukla dağınık durumdadır. PLC’de mevcut teknolojileri, uygun çözümleri ve teknoloji trendlerini özetleyen materyal eksikliği vardır.

Teknik detaylara girmeden önce elektrik güç dağıtımının kısa bir tanıtımı yapılmaktadır. Bu tezde kullanılan “iletim hattı carrier (PLC) communication systems” ya da “residential power circuit (RPC)” ya da “distribution line communication (DLC) systems” terimleri düşük gerilim elektriksel güç dağıtım ağının bir parçasını temsil etmektedir. Şekil 1.2’de bir Avrupa şehri için tipik bir elektrik güç dağıtım şebekesi gösterilmektedir.



Şekil 1.2: Tipik bir Avrupalı elektrik güç dağıtım

Dünyanın diğer bölgelerinde benzer yapıya sahip güç dağıtım şebekeleri olmasına rağmen RPC'ye göre belirli farklar vardır [2]:

Bu tezdeki uygulamalar Avrupa tipi yerleşim güç devrelerine dayanmaktadır.

İletim hattı ağlarının geç yayılmasının arkasında merkezi standartsızlık ana faktörlerden biridir. Bu bölüm, iletim hattı iletişime uygun standartlara ve düzenlemelere vurgu yapmaktadır. Burada anlatılanlar [2]'ye dayanmaktadır.

Batı Avrupa için (İzlanda, Norveç, İsviçre gibi) RPC'ye ait düzenlemeler CENELEC Standard EN 50065 adında "3 kHz ile 148.5 kHz frekans alanında düşük voltaj elektrik kurulumları üzerinde işaret verme" olarak tanıtılmaktadır.

Frekans aralığı, iletişim için frekanslar 3 ila 148.5 kHz'den izin verilmektedir. Frekans aralığı, aşağıdaki Tablo 1.1'de gösterilen band, beş alt banda bölümlendirilmektedir.

İzin verilen verici maksimum çıkış voltajı [3]'de ayrıca tanımlanmıştır.

- 3 - 9 kHz arası frekans bandı için:
Verici, $50 \Omega // (50 \mu H + 1.6 \Omega)$ RPC – simülasyon - akıma bağlanabilir. Prensip, verici çıkış voltajı $134 \text{ dB } (\mu V) \equiv 5 \text{ V}$ aşmamalıdır.
- 9 - 95 kHz arası frekans bandı için:
Verici, $50 \Omega // (50 \mu H + 5 \Omega)$ RPC –simülasyon - akıma bağlanabilir. Farklı maksimum verici çıkış voltajları, dar bir band (20-dB band genişliğinden daha az 5 kHz genişliğinde) ve geniş band vericiler (20-dB band genişliğinden daha fazla 5 kHz genişliğinde) için uygulanır.
 - Dar band sinyalleri:
 9 kHz eşittir $134 \text{ dB } (\mu V) \equiv 5 \text{ V}$ izin verilen maksimum uç voltaj
 - Geniş band sinyalleri:
 $134 \text{ dB } (\mu V)$ izin verilen maksimum çıkış gerilimiAyrıca, herhangi 200 Hz geniş frekans bandında maksimum alıcı çıkış voltajı $120 \text{ dB } (\mu V)$ aşmamalıdır.
- 95 - 148.5 kHz arası frekans bandı için:
Verici çıkış voltajı, $116 \text{ dB } (\mu V) \equiv 0.63 \text{ V}$ aşmamalıdır. Belirli durumlarda $134 \text{ dB } (\mu V)$ 'a izin verilmesi gibi bir istisna yapılabilir.

Tablo 1.1: CENELEC frekans aralığı

Band	Frekans Aralığı	Kullanımı
	3 kHz – 9 kHz	Enerji sağlayıcıları (provider) sınırlandırılmakta
A-band	9 kHz – 95 kHz	Enerji sağlayıcıları ve onların imtiyaz sahipleriyle sınırlandırılmakta
B-band	95 kHz – 125 kHz	Enerji sağlayıcıların alıcılarıyla sınırlandırılmakta: Bu frekans bandında tanımlanmış erişim protokolü yoktur.
C-band	125 kHz – 140 kHz	Enerji sağlayıcıların alıcılarıyla sınırlandırılmakta: Bu frekans baldında birkaç sistemin eş zamanlı çalışması mümkün olabilmektedir.
D-band	140 kHz – 148.5 kHz	Enerji sağlayıcıların alıcılarıyla sınırlandırılmakta: Bu frekans bandında tanımlanmış erişim protokolü yoktur.

CENELEC, 30 MHz'den büyük frekanslar için yeni bir standart üzerine çalışmalar başlatmıştır. Bu, kablolama yöntemiyle tüketicilere yüksek hız dijital erişime izin verecektir.

Kuzey Amerika'da enerji ve band genişliği iletimini FCC düzenlemektedir. Frekans bandı, 0 ila 530 kHz'deki aralıklara izin verir. Frekans bandı Avrupa'dan oldukça daha geniştir. Tüketici kullanımı için Avrupa'daki band genişliği 30 kHz, 15 kHz, 8.5 kHz, ve 86 kHz bandlarında sınırlandırılmıştır [4].

İletim hatları üzerinden internet erişim sistemlerini düzenlemek için ortaya konmuş ortak bir standart yoktur. Gönderilecek veri, belli bir frekanstaki radyo işaretleri ile modülasyon işlemine tabi tutulur ve elektrik iletimi için kullanılan bakır iletkenlere güçlendirilerek enjekte edilir. Kullanılan frekans ve modülasyon tekniği haberleşmenin verimliliği ve hızı açısından önemlidir. AC iletim hatları üzerinden internet uygulamalarında genellikle 1.6MHz - 80MHz frekans bandı kullanılmaktadır. Bu frekanslar, Orta Frekans (300KHz - 3MHz), Yüksek Frekans (3MHz – 30MHz) ve Çok Yüksek Frekans (30MHz – 300Mhz) spektrumlarına tekabül etmektedir. AC iletim hatlarından internet uygulamalarında, Gauss Minimum Kaydırmalı Anahtarlama

(GMSK), Kod Bölmeli Çoklu Erisim (CDMA) ve Ortogonal Frekans Paylasımlı Çoklama (OFDM) kullanılan başlıca modülasyon teknikleridir.

En genel ve basit tanımıyla GMSK, kodlanmı, tabanbant işaretlerin Gauss alçak geçiren filtresi yardımıyla filtrelendirilip bir MSK modülatöre uygulanması ile gerçekleştirilmektedir. GMSK tekli taşıyıcı işaretlerden oluşmakta ve dar band genişliği sunmaktadır. CDMA ise, aynı kanal içerisinde aynı zaman aralığında birçok göndericiye ait verilerin iletimini sağlayan çok taşıyıcılı bir modülasyon tekniğidir ve 1 MB bant genişliği sunabilmektedir. OFDM iletişim için tahsis edilen bant genişliğini çok sayıda dar bantlı alt kanallarla ayırmaktadır ve gönderilecek veri bu alt kanallar yardımı ile paralel olarak iletilmektedir. Çok taşıyıcılı işaret kullanan OFDM, bu sayede 45 MB bant genişliğine kadar çıkabilmektedir [5].

1.1. HomePlug İletim hattı Alliance

HomePlug™ İletim hattı Alliance'in [6] misyonu geçerli, adaptasyonel ve etkin fiyat uygulaması, uygulanabilir ve standart tabanlı ev iletim hattı ağlara ve ürünlerine izin vermek ve düzenlemektir. Mevcut ilk HomePlug ürünleri, 2002'den önce CES ve CEBIT fuarlarında gösterildi. Bu gösterimlerde, HomePlug üye kuruluşlar, köprüleme ve yönlendirme aygıtları, ağ arayüz kartları, 802.11b erişim noktası/iletim hattı kombinasyonu gibi HomePlug uyumlu ev ağı ürünlerin açılışını yaptılar. HomePlug birliği üyeleri, Kuzey Amerika boyunca kapsamlı bir deneme alanı olarak 500 evde teknoloji test etti. Bu deneme alanının başarısına dayanarak HomePlug 1.0 özelliklerininin tamamlanması Haziran 2001'de bildirildi.

HomePlug PHY, bandı yaklaşık 4.5 ila 21 MHz'den tutmaktadır. PHY, bu sistemler ile karışan iletim hattından yayılan enerjinin riskini en aza indirmek için amatör radyo bandlarında alçaltılmış verici içerir. İşlenmemiş bit değeri kullanan DQPSK modülasyonu ile tüm taşıyıcıların etkeni 20 Mbps'dir. PHY katmanı tarafından MAC'lere dağıtılan bit değeri yaklaşık 14 Mbps'dir [7].

HomePlug iletim hattı Alliance, yüksek hız ev iletim hattı ağ iletişim ürünleri ve servisleri için açık şartnameler oluşturmak amacıyla bir forum sağlamak için kurulmuş kar amacı taşımayan ticari bir şirkettir. HomePlug standartlarına uyumlu olan ürünler, "HomePlug onaylı ürünler" olarak adlandırılır [8]. Aşağıdaki Şekil 1.3'de gösterildiği gibi resmi olarak "HomePlug sertifikası kullanmak için yetki verilmiştir.



Şekil 1.3: HomePlug sertifikası

13 endüstri lideri (3Com, AMD, Cisco Systems, Compaq, Conexant, Enikia, Intel, Intellon, Motorola, Panasonic, Radio Shack, SONICblue, and Texas Instruments) tarafından 2000’de kurulan HomePlug iletim hattı Alliance, hızlı kullanılabilirlik ve etkin fiyat adaptasyonu, işlenebilir ve ev iletim hattı ağı tabanlı standartları etkinleştirir ve düzenler. HomePlug, büyüyen 90 üye şirketten daha fazlasına sahip olan, birliğin ilk endüstri şartnamesinin yapısı olarak Intellon’un PowerPacket teknolojisini seçmiştir.

1.2. Konu ile İlgili Diğer Standartlar

PLC’ye uyan diğer düzenleyici standartlar aşağıdakileri kapsar:

- IEC 870 uluslar arası standart elektrik güç sistemleri için telekontrol, telekoruma ve birleşmiş telekomünikasyonlar, yanı sıra, elektrik enerji ölçümü ve yük kontrolü için donanıma uyan IEC 1107 ve 1142 standartlar.
- CENELEC ENG1107 standardı, elektrik enerji ölçüsü ve yük kontrolü için donanımı belirtir.
- Şimdiki ve gelecekteki ev ağlarını garantiye alan Consumer Electronics Association (CEA) R7 ev ağı komitesi [9-10], endüstri standart arayüzlerinin kullanımı boyunca bir ev ve bilgi paylaşımında bir arada bulunabilir.
- Dünyanın en büyük mesleki ve teknik örgütü olan IEEE kullanılabilir iletim hattı iletişime uyan öneriler ve standartların bir serisini yayımlamıştır.
- PLCforum [11], erişim ve ev PLC teknolojileri alanında etken enerji hizmetleri ve araştırma kuruluşlarını, üreticilerin ilgilerine sunan öncü bir uluslararası işbirliğidir. 2000’in başlarında İsviçre’de kurulumundan itibaren, çoğu üyeler ve daimi konuklar artmakta ve bugün 60’dan fazla üyesi bulunmaktadır.
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute) [12], kar amacı taşımayan bir organizasyondur. Misyonu telekomünikasyon standartlarını üretmektir. Sofya şehrinde kurulmuş ETSI, Avrupa içinde ve dışında 50 ülkeden yaklaşık 700 üyeden oluşmakta ve

yönetimler, ağ operatörleri, üreticiler, servis sağlayıcılar, teknik yapılar ve kullanıcılar ile temsil edilmektedir. İletim hattı Telekomünikasyonlar (PLT) üzerine ETSI teknik şartnameler, [13-14] ve [15]'de vurgulanmaktadır.

1.3. Tez Organizasyonu

Bu tezin geri kalan kısmı aşağıdaki gibi düzenlenecektir. Bölüm 2'de potansiyel ev ağı ve otomasyon sınırları ve uygulamaları takdim edilecektir. Ev ağının çeşitli ekonomik ve teknik yönleri sunulmakta ve mevcut teknolojiler karşılaştırılmaktadır. İletim hattı ağı teknolojisinin teknik bir tanımı sunulmaktadır. Bir iletişim kanalı olarak iletim hattı açıklanmaktadır. Araştırmalar, veri iletimi çalışmaları ve çeşitli sonuçları sunmak için iletim hattı'nın elektriksel özelliklerinin analizi üzerine yapılmaktadır. Bu bölüm, veri iletimi için bir iletişim kanalı olan iletim hattının karakteristiklerini ve performansını değerlendirme üzerine yapılan çalışmalar hakkında bilgi vermektedir. Bölüm 3'de iletim hattı üzerinden internet erişimin karşılaştığı problemler ve çözüm önerileri anlatılmaktadır. İletim hattı ağ iletişim alanında tüm temel teknolojilerin teknik bir araştırması Bölüm 4'de sunulmuştur. Bölüm 5'de pazar araştırmasının sonuçları sunulmaktadır. İletim hattı ağ iletişim alanında kullanılabilir temel firmalar ve ürünler vurgulanmaktadır. Bölüm 6'de, TS Laboratuvar'ında iletim hattı network denemesinin bölümleri ve sonuçları Phonex Broadband Corporation ve GigaFast Ethernet Inc'dan kullanılabilir modüllere dayanarak sunulmaktadır. Bölüm 7'de birkaç sonuç belirtilmekte ve gelecek araştırma ve inceleme için belirli öneriler sunulmaktadır.

2- İLETİM HATLARINDAN EV AĞI OLUŞTURMA

Bilgi teknolojisinin bugünkü durumu ev, ofis veya diğer yapıların çevresine sayısal ses, video ve internet verisi gönderme ihtiyacını sürekli artırmaktadır. Kablo kurulumu alt yapısı pahalı, güvensiz ve zaman alan bir işlemdir. Bir iletim hattı ev ağı ortamının içeriğinde bulunan baştan sona yüksek hız veri ve sayısal veriler dağıtmak için mevcut kablo sistemlerini kullanan teknolojilere “yeni kablo yok” terimi uygun düşmektedir.

Bu işler üç ana bölüme ayrılmaktadır: enerji üretimi, iletimi ve şehir içi dağıtım. Şehir içi dağıtım, son derece rekabete dayanan alandır. Bu teknolojinin faydaları arasında kesintisiz hizmetlerin tedariki için mevcut kablo altyapısından yararlanma vardır. Telekomünikasyon taşıyıcıları, evde çeşitli aygıtlara hizmet veri ve güvenilebilir bir yolda içeriği taşımakla ilgilenirler. Bunun yapılabilmesi ve başarılı olmak için ev ağları uygun bir yoldur.

2.1. Ev Ağ Sistemi ve Otomasyon

Hız ve güvenilirliğin adı, günümüzde yeni ölçümler oluşturan genişband ağlar ile bir kullanıcının sahip olduğu iki veya daha fazla PC, yazıcı, tarayıcı veya dijital ev eğlence cihazlarının bulunduğu küçük ofis ev ofis (small office home Office-SOHO) ağlarda hızla büyümektedir. İnsanlar, bütün bu cihazların birbiriyle iletişim kurmasını sağlamak ve kullanıcı tarafından ev aletlerinin kontrol etmek için internet gibi bir ev ağ sistemine ihtiyaç duymaktadır. Ev ağ sistemi oluşturma, bir problemin çözümünde bulunan en iyi yol olarak tanımlanabilir [16]. İnternet ise, ev ağlarının yaygınlaşmasıyla çözümleri yanı sıra yeni problemleri, yeni içerik ve uygulamaları birlikte getirmiştir.

2.2. Ev Ağı Sistemleri Rekabet Alanları

Ticari ağlar, özellikle bilgisayarlar arası veriyi taşımak için tasarlanır. Bunlar, ağdaki iletişim ortamında gürültü ve karışmayı en aza indirmek için fiber optik, çift bükümlü veya koaksiyel kabloları özellikle kullanır. Günümüzde birçok ev, yüksek hız ağ kablo kurulumuna sahip değildir. Hizmete sunulmuş kablolanın kurulumu için talep edilen hizmet ücretleri çok yüksektir. Günümüzde evler, firmalara alışılmadık ve farklı rekabet alanları sunar. Ev ağı sisteminin başarılı olması için, en pratik çözüm

mevcut kablo altyapılarından faydalanma olmalıdır [17-18]. Bundan dolayı, firmalar için rekabet alanı olan ev ağı teknolojileri oluşturmak için aşağıdaki kriterler temel alınır:

- Mevcut kablo altyapısı teknolojiden yararlanabilmelidir.
- Kolay kurulum ve onarım.
- Kolay ve basit kullanım (mevcut standartları ve yazılım platformlarını kullanma)
- Kaliteli servis mekanizması telefon ve diğer ses uygulaması için gizlilik sağlamayı içerebilmelidir.
- 10 Mbps veya daha yüksek veri değerleri, gerçek zamanda kullanıcılara çoklu ortama izin vermek için desteklemelidir.
- Esneklik.
- Veri tipi değişkenliği (ses, video, vs.).
- İzinsiz girişi ve veri sızmasını engellemek için otomatik güvenlik sağlayabilmelidir.
- Teknoloji, diğer mevcut çözümlere göre daha ucuz olmalıdır.

Geçmişte ev ağı sistemlerine farklı yaklaşımlar olmuş, ancak bunlar, ev ağı oluşturmada yetersiz kalmıştır. Kullanıcılar uzun zamandır vaat edilen ağı sistemli bir eve sahip olmak istemişler ancak sadece az sayıda servis sağlayıcısı gerçekte bunu sağlamayı başarmıştır ve şimdiye kadar alınmış kararlar ya parça parça ya da oldukça karmaşık olmuştur [16]. Sadece iki bilgisayar arası dosya paylaşımı şebekeli bir evin vizyonu değildir. Zaten yıllarca bu kullanıcılara sunulmuştur. Ağı yöneticileri kullanıcıların kalplerini kazanmak için kullanıcıların ihtiyacı olan karmaşık sistemleri kontrol etme isteğini yerine getirmelidirler. Elektronik endüstrisindeki birbiriyle bağlantılı standartların uyumsuzluğu, gelişen kullanılabilir ev ağı çözümlerine engel olmaktadır.

Bütün bu problemler tespit edilerek nihayetinde çözülecektir. OEM, en kısa zamanda kullanıcıların ihtiyacını karşılamak, kullanımı kolay hızlı teknolojileri sunmak, mevcut çözümlerle karşılaştırarak görece olarak daha ucuz hizmet sunmayı istemektedir.

2.3. Ev Ağı Teknolojileri

Bu bölüm, [19]'deki bulgulara dayanır. Bu bölümde, ev ağı sistemlere ait genel yaklaşımlar vurgulanmaktadır. Belirli kullanıcı ihtiyaçları ve uygulama istekleri ile

bütün uygulamalar için ev ağ sistemlerinin hiçbirisi ihtiyacı karşılamada geniş kapsamda düşünülecek olursa yeterli olmamıştır. Bundan sonraki yeni teknolojiler sabit ihtiyaçlara daha iyi cevap verebilmek için inşa edilmektedir. Pratikte ideal çözüm, birçok evde kullanılabilecek olan teknolojilerin bir kombinasyonudur.

Genişband ev ağları (BHN), çeşitli fiziksel medya üzerinden çalışabilir. Genişband ev ağları üç temel kategoriye ayrılmıştır: kablo yapılandırması, mevcut kablolama ve kablosuz ağ.

- Yapısal kablolama, duvarlara yeni kablo kurulumunu istemektedir. Hem kablo döşeme (tipik olarak UTP veya fiber) hem de onların kurulumları [20]'de vurgulanan standartlar tarafından tanımlanmaktadır.

- Mevcut kablolama, duvarlardaki hazır kurulu elektrik, telefon veya koaks (coax) kabloları kullanarak yapar.

- Kablosuz ağ, kablosuz radyo frekansları kullanarak hava boyunca veri alışverişi yapar.

Tablo 2.1, bu yaklaşımların bir karşılaştırmasını göstermektedir.

Tablo 2.1: Fiziksel ortamda genişband ev ağı

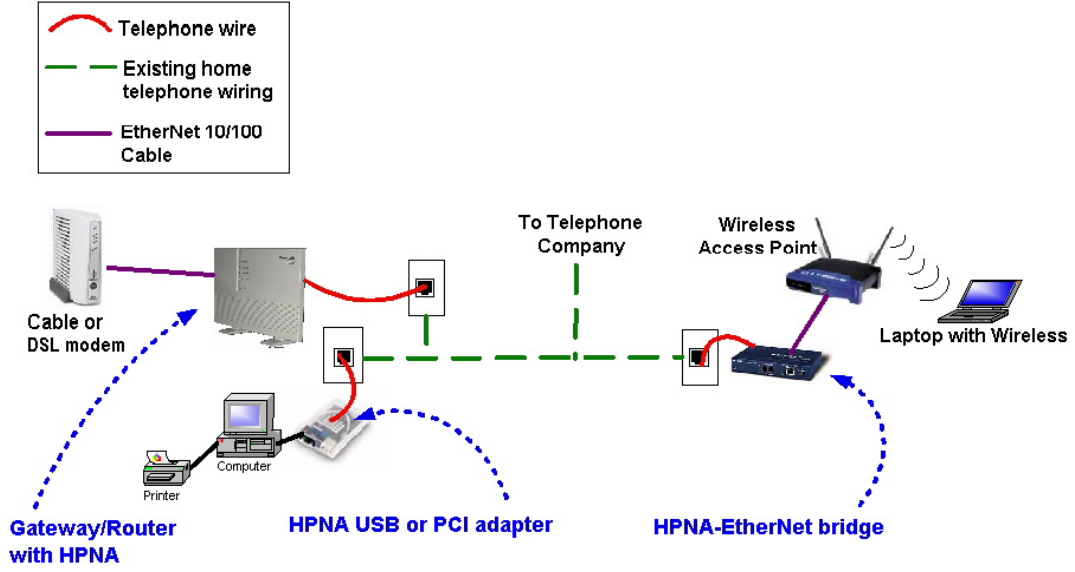
Farklılıklar	Yapısal Kablolama	Mevcut Kablolama	Kablosuz Ağ
En iyi yararlananları	Yeni yapı ve yeniden modellenenebilir	Bağlantılı olan yerleşik aygıtlar	Laptop, cep bilgisayar gibi mobil cihazlar
Fiyat	Yüksek (kurulumu için)	Düşük	Düşük
Kullanım ömrü	Çok uzun	Göreceli olarak kısa	Kısa
Prizlerin sayısı ve konumu	İhtiyaç duyulan her yer	Her odada birçok elektrik prizi; Telefon prizleri ile bir çok odada; koaks prizleri ile az sayıda oda	İdeal olarak ev boyunca
Mevcut veri değeri (Mb/s)	100	10 - 14	Yaklaşık 10
Gelecekteki veri değeri (Mb/s)	1000 veya daha fazlası	30 - 250	25 - 100
Güvenlik	Oldukça yüksek güvenli	Daha az güvenli	Daha az güvenli
Standartlaşma	Çok iyi tanımlanan global standartlar	Rekabet edilebilir standartlar	Rekabet edilebilir standartlar

2.3.1. Yapısal Kablo Teknolojileri

Yapısal kablolama yüksek band genişliği ve mükemmel güvenlik sağlar. Geçerli uygulamaların geniş aralıkta kullanılabilmesi için; tam bir kurulum, telefon veya veri için UTP ve video için koaksi içeren çeşitli kablolama tiplerine ihtiyaç duymaktadır. UTP üzerinden 100 Mbps Fast Ethernet, yaygın olarak veri uygulamaları için kullanılır. Video için yeterli band genişliğine sahipken, halen QoS desteğini içermez. Eve HD videonun girişiyle, ev ağ sistemlerine, evin bağlantılı bölümlerinde yapısal kablolamaya dayanarak ihtiyaç duyulmuş olacağına inanılmaktadır. Bu amaç için EIA ve CEA R-7.4 VHN Home Network Standardını geliştirilmektedir [19].

2.3.2. Mevcut Kablolama Teknolojileri

Yeni bir yapısal kablolama, mevcut bir eve kurulumu oldukça pahalıdır. Şimdilerde çeşitli şirketler, evin duvarlarındaki mevcut kablo yapılandırmasına dayandırarak teknolojilerini geliştirmektedirler. Telefon hattı teknolojileri mevcut telefon kablolarını kullanır. Son günlerde Home Phone Networking Alliance (HomePNA), 240 Mbps'a kadar isteğe bağlı genişlemeli ağa erişim ile 128 Mbps'lık veri değeri erişim ağına bir 3.0 şartname tanımlamıştır. Quality of Service (QoS) ile ev ağ sistem şartnamesi yaklaşık 100 Mbps üzeri kapasiteye erişim sağlar. HomePNA teknolojisi, hız isteyen ev multimedya ağı için ideal yüksek hız omurgayı (backbone) sağlayan kablosuz ağ teknolojilerini tamamlar. HomePNA, bir evin içinde çoklu, zengin içerikli, dijital ses ve video uygulamalarını güvenilir bir kanalla dağıtmaktadır (HomePNA 2.0 şartnamesi yaklaşık 10 Mbps'dır). Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), HomePNA 2.0 şartnamesine dayanarak evrensel telefon hattı ağı standartları G.989.1, G.989.2 ve G.989.3'ü benimsemiştir. HomePNA üye şirketler beraber çalışmaktadırlar. HomePNA 3.0, sürüm 2.0 fiziksel katman teknolojisine dayanan fiziksel arayüzdür ve tamamen geriye doğru uyumludur. HomePNA 2.0, ağ bileşenleri ile uygulanabilir. Tipik bir HomePNA ağı Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1: Tipik bir HomePNA ağı

İletim hattı teknolojileri, mevcut elektrik kabloları kullanır. HomePlug İletim hattı Alliance [6] birkaç firmayı bir araya getirip iletim hattı için çeşitli standartlar tanımlamıştır. CEA R7 Home Network Committee [9], evde elektrik hatları üzerinden internet erişiminin bugününü ve geleceğini garantiye almaya çalışmaktadır.

Koaks teknolojileri, koaks kablo kullanır. Home Cable Network Alliance (HomeCNA) [21], bir şartname tanımlamaya çalışmaktadır.

Tablo 2.2’de mevcut kablo teknolojilerini karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.2: Mevcut kabloları kullanan ev ağları teknolojileri

	Phoneline	İletim hattı	Coax
Mevcut veri değeri	1-10 Mbps	1-14 Mbps	TBD
Gelecekteki veri değeri	30-100 Mbps	30-250 Mbps	TBD
QoS desteği	Var	Var	TBD
Standartlaştırma	Sabit	Sabit-Değişken	Değişken

2.3.3. Kablosuz Ağ

Kablosuz yerel alan ağı (WLAN), mobil ağların gelişim ev ağları arasında yer almaz ama LAN ağların kuruluşunun bir uzantısı olarak kablosuz ağlar başlatılmıştır. Bu teknoloji kablolu ağlara göre sınırlı olduğu için ikinci planda yer almıştır. Son zamanlarda, ev ve umumi alanlara orijinal uygulamalar sağlanması kablosuz ağlarda ilerlemeler sağlamıştır. Bazıları, mobil ağlar için WLAN'ı bir değişim olarak görmektedir. Oysa, geniş alan üçüncü nesil (3G) ağı bir tamamlayıcı gibi üstün özelliklerinin görülmesi gerekir [22].

Kablosuz ağlarda, yeni kablo çekme maliyeti ve mevcut hatların kullanımı yoktur. Bu alanda, birçok rekabet eden teknolojiler ve ortak standartlar ve savunucu gruplar vardır:

IEEE 802.11, bilgisayar haberleşmesinde bir dizi Telsiz ağ (TYA/WLAN) standardına verilen isimdir [23]. Bu standart 1997 senesinden beri, uluslararası bir sivil toplum örgütü olan, Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (EEME/IEEE) tarafından geliştirilmektedir. 802.11 standardının gelişimi ile EEME'nin 11.Çalışma gurubu ilgilenmektedir. Bu çalışma gurubu aynı zamanda Metropolitan Ağ Standartları (MA/MAN) ile ilgili çalışma yapmaktadır. Çalışma gurubunun tam ismi "EEME TYA ve MA Standartlar Komitesidir".

IEEE 802.11x terimi, bu standartta yapılan değişiklikleri temsil etmektedir. Bu yapılan değişikliğe rağmen 802.11 ailesi aynı iletişim kurallarını kullanır. Yapılan değişiklikler arasında en önemli kabul edilenleri 802.11b ve 802.11g'dir. 802.11b, 2.4 ile 2.56 Hz frekans aralığında 4 ile 11 Mb/s arasında veri hızına sahiptir.

HomeRF, ev ve küçük işyerleri için kablosuz erişim standardıdır. HomeRF, evde bulunan PC, kablosuz telefon ve diğer cihazlar arasında ses ve veri iletişimini kablolama masrafına gerek kalmadan kablosuz olarak sağlamaktadır [24].

HomeRF çalışma gurubunun kurulmasından sonra pek çok firma bu guruba katılmış ve üye sayısı 100 civarına ulaşmıştır. Son olarak her biri kendi sektöründe lider konumda olan Compaq, Intel, Motorola, National Semiconductor, Proxim ve Siemens firmalarının katılımıyla çalışmalar sonuçlandırılarak SWAP 2.0 geliştirilmiştir. SWAP

2.0 ile başlangıçta 1.6 Mbps olan veri iletişim hızı 10 Mbps'a çıkarılmıştır. Gelecekte veri iletişim hızının 20 Mbps veya daha yükseğe çıkarılması hedeflenmiştir.

HomeRF sistemi, 2.4 GHz ISM bandında çalışmakta ve 50 metreye kadar mesafede veri iletişimi sağlamaktadır. HomeRF'nin iletişim mesafesi işyeri uygulamaları için kısadır. Ancak ev uygulamaları için yeterlidir. HomeRF'nin el tipi cihazlarda çoklu ortam uygulamaları için 802.11b'den daha iyi bir teknoloji olduğu yönünde görüşler bulunmaktadır.

Bluetooth; kablo bağlantısını ortadan kaldıran kısa mesafe Radyo Frenkansı (RF) teknolojisinin adıdır. Ericsson ve diğerleri tarafından geliştirilmiştir. Bluetooth bilgisayar, çevre birimleri ve diğer cihazların birbirleriyle kablo bağlantısı olmadan görüş doğrultusu dışında bile olsalar haberleşmelerine olanak sağlar. Bluetooth teknolojisi 2.4 GHz frekans bandında çalışmakta olup, ses ve veri iletimi yapabilmektedir. 721 Kbps'a kadar veri aktarabilen bluetooth destekli cihazların etkin olduğu mesafe yaklaşık 10 metredir. Bluetooth telsiz teknolojisi cihazlar arasında senkronizasyon sağlamak ve veri aktarmak amacı ile kullanılabilir.

HiperLAN (High Performance Radio LAN), yüksek hızlara çıkan Avrupa için geliştirilen kablosuz network standardıdır. İki tipi vardır; Hiper Lan V1 ve Hiper Lan V2. Her iki tipi de 5 GHz'de çalışmaktadır. 802.11 standartlarına benzer hatta 802.11a standardıyla hemen hemen aynı özelliklere sahiptir. Fakat 802.11a özellikle çoklu ortam uygulamalarını kısıtlarken, HiperLAN2 daha pahalı bir sistem olmakla birlikte yüksek veri oranlarıyla resim ve görüntü aktarımında daha iyi performans sağlamaktadır.

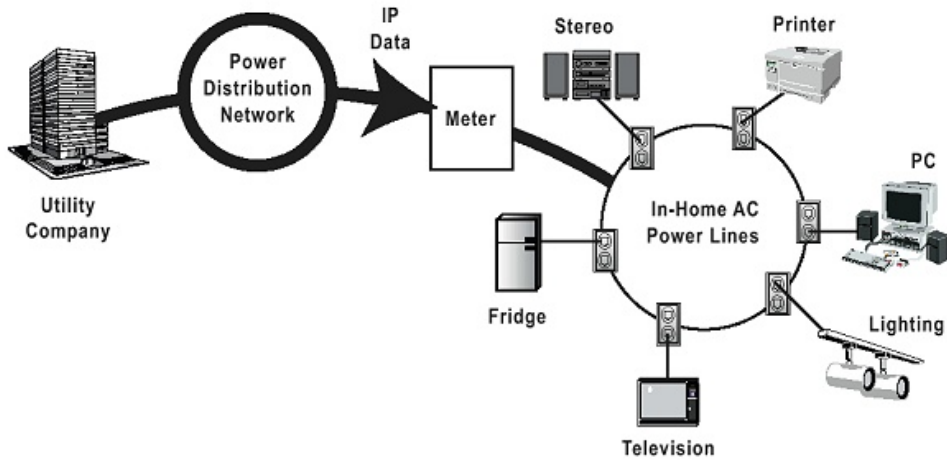
Ultra Wide band; bu yöntem alçak güç balistik (sapma) spektrum tekniğini temel alır. Genişband kablosuz erişim (BWA) sistemlerine genel bir bakış [25]'de verilmiştir. [19]'e dayanarak hazırlanan Tablo 2.3, yukarıda bahsedilen kablosuz erişim teknolojilerini kısaca özetlemektedir.

Tablo 2.3: Kablosuz ev ağı teknolojileri

	IEEE 802.11	HomeRF	Bluetooth	HiperLAN	Ultra Wideband
Frekans Spektrum	2.4 GHz şimdi 5 GHz gelecekte	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz şimdi 5 GHz gelecekte	3-6 GHz
Mevcut veri değeri	Yaklaşık 10	Yaklaşık 10	Yaklaşık 1	Yaklaşık 1	NA
Gelecekteki veri değeri	54	NA	TBD	54	100
QoS desteği	Yok; gelecek için planlanmış	Evet	Evet	Evet	Planlanmış

2.4. İletim hattı Ağı

Enerji iletim hattı sistemlerinde, şimdiye kadar iletim hattı sadece ve sadece enerji iletimi için kullanılmış ancak şimdilerde veri iletimi ortamı olarak da kullanılmaya başlamıştır. İletim hattı ağı, internet veya diğer ağ sistemleriyle ev cihazları arasında iletişimi sağlamak için mevcut elektrik kablo sistemlerini kullanarak kullanıcılara izin veren bir ev ağı teknolojisidir. Yüksek hız iletim hattı ağı teknolojisinden yararlanan ev ağları, AC çıkışı olan herhangi bir prizden kontrol edilebilmektedir. Bunlar, ışıklar, televizyon, termostat ve alarm gibi uygulamaları içerir. İletim hattı iletişimleri iki geniş farklı kategoriye ayrılır: Access [17] ve ev-içi [13] Şekil 2.2.



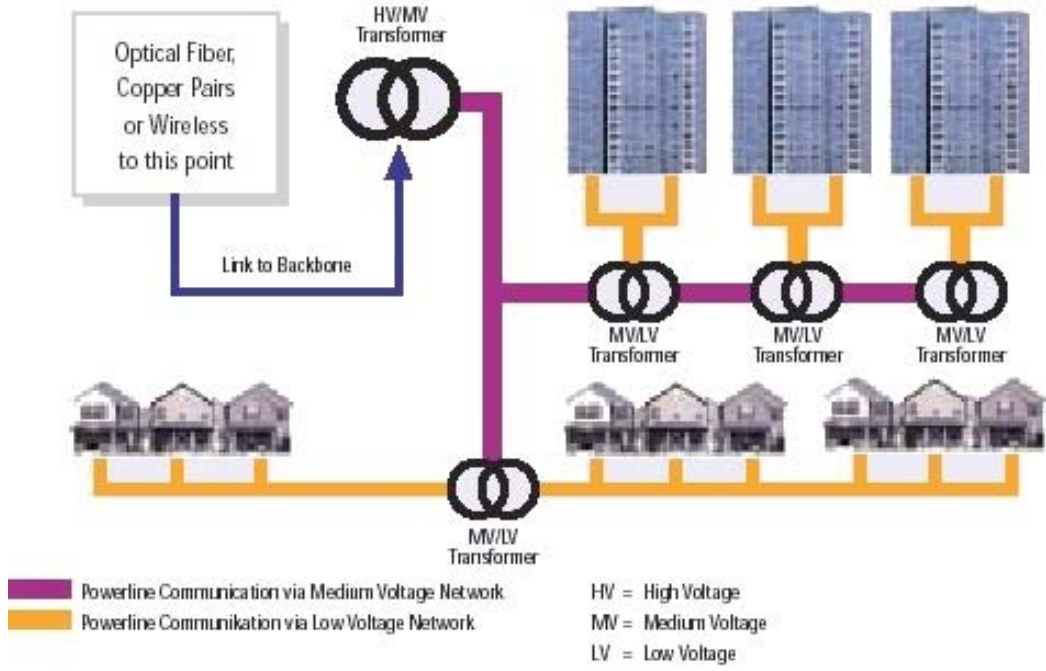
Şekil 2.2: İletim hattı ağı

Access iletim hattı teknolojileri, elektrik sağlayıcılarının kullanıcının evine bağladıkları düşük gerilim üzerinden veri göndermekten sorumludur. İletim hattı Access teknolojileri, genişband bağlantı ile birbirinden ayrı evlere internet sağlayan yerel çözümlere izin verir.

Ev-içi (In-house ayrıca bazen in-home gibi adlandırılır) iletim hattı teknolojileri, kullanıcı özelliklerine göre işletilir ve evde tüm elektrik çıkışlarına genişletilebilmektedir AC güç sağlayan aynı elektrik çıkışları, ağ cihazları için erişim noktaları gibi rol oynar.

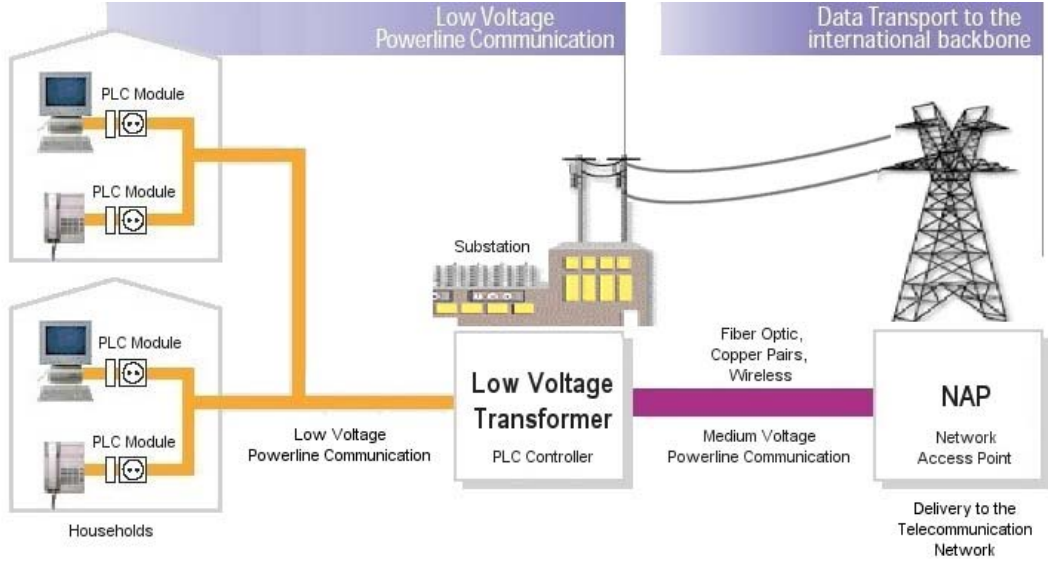
Erişim ve ev-içi iletim hattı ağı çözümlerinin her ikisi de iletim hattı üzerinden veri sinyalleri gönderir ancak teknolojiler esasında farklılıklar vardır. Erişim teknolojilerin odak noktası, uzun mesafe çözümleri dağıtmak, xDSL ve genişband kablo teknolojileri ile rekabet etmektir. Ev-içi teknolojilerinin amacı, telefon hattı ve kablosuz gibi diğer mevcut ev içi bağlantı teknolojileri ile rekabet eden kısa mesafe yüksek band genişliği çözümünü (≥ 10 Mbps) dağıtmaktır [17].

Erişim veya orta gerilim iletim hattı teknolojisini, genişband veri iletimini sağlama kapasitesine sahip ve pahalı altyapı uzantıları olmadan telekomünikasyon ağının bulunmadığı yerde ekstra bir bağlantı sağlar. Genişband iletim hattı iletişim sistemleri, ticari olarak kullanılabilir. Evde bulunan güç soketi, düşük gerilim transformatör istasyonundaki düşük gerilim güç şebekeleri üzerinden veri iletimini sağlar. Telekomünikasyon ağına bağlantı günümüzde fiber, bakır çiftleri veya kablosuz ağ yolu ile doğrudan bir bağlantı gerektirir. Erişim iletim hattı ağları, mevcut orta gerilim iletim hattı üzerinden etkili maliyetle genişband veri iletimini sağlayan bir çözümdür [26]. İletim hattı ağı; güç şebeke sahiplerine yeni, ilginç iş fırsatlarını sunmaktadır. Evdeki düşük gerilim iletim hattı ile birleştirilmiş orta gerilim iletim hattı iletişim çözümü; uygun maliyet, kapsamlı geniş band veri servisleri önermek için enerji sağlayıcılarına yol gösterir. Orta gerilim iletim hattı çözümü, düşük gerilim ağı ve telekomünikasyon ağı arasındaki açıkları kapatır. Şekil 2.3, bir iletim hattı erişim teknolojisini göstermektedir.



Şekil 2.3: Orta gerilim ağı iletim hattı erişim teknolojisi

Ev-içi veya düşük gerilim iletim hattı teknolojisinde, elektrik şebekesi üzerinden veri iletimini desteklemek için, bir PLC denetleyici (PLC controller) yerel transformatörlere kurulur. PLC denetleyicisi, ya geleneksel yöntemleri ya da enerji sağlayıcılarının sunduğu (örneğin, ABB Medium Voltage İletim hattı Solution) bazı yenilikçi kişiye özel çözümleri kullanarak telekomünikasyon ağını enerji kaynağıyla birleştirir. PLC denetleyici, evdeki mevcut düşük gerilim ağı üzerinden veri iletimini (internet ve ses) akım yönünde kontrol eder. Ağa bağlı PC'lerden ve diğer eve ait aygıtlardan oluşan bir iletim hattı ağı, duvardaki prize takılan bir iletim hattı modülü/modemi tarafından basitçe yapılabilir. İletim hattı modemine bir telefonun doğrudan bağlanması ses bağlantısını sağlar. Düşük gerilim ev-içi ağı, prizlere takılan iletim hattı modemleri kullanarak yerel bir telefon ağına kolayca dönüşür [26]. Aşağıda Şekil 2.4, bu kavramı açıklanmaktadır.



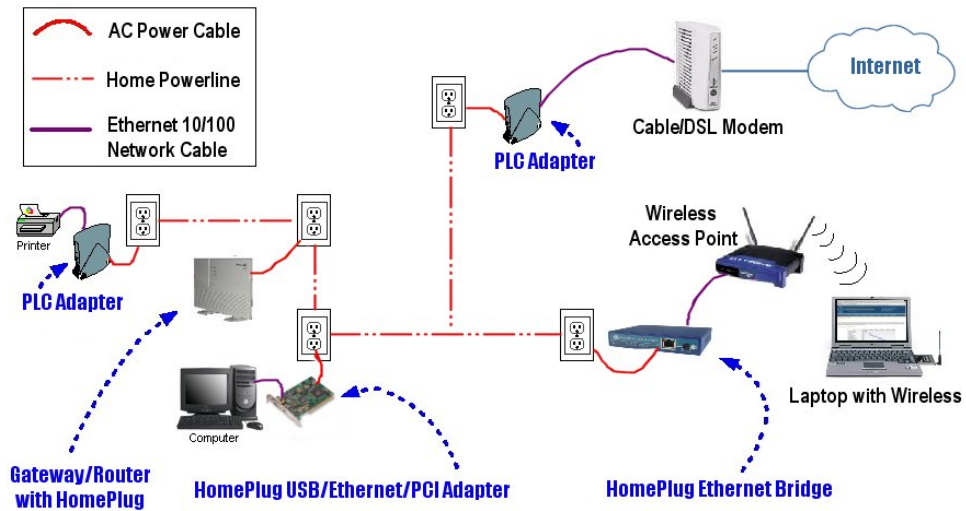
Şekil 2.4: İletim hattı ev-içi ağ teknolojisi

2.4.1. Ev-içi İletim Hattı Ağı Bileşenleri

Tipik bir ev-içi iletim hattı ağı, aşağıdaki öğelerden meydana gelir.

- Bina içindeki ev kablo bağlantısı
- Cihaz kablo bağlantısı (güç kabloları)
- Cihazların kendileri (yük aygıtları)
- Elektrik sayacı
- İletim hattı ağ iletişim modülleri (modemler, köprüler, routerlar vs.)

Şekil 2.5, tipik bir ev-içi iletim hattı ağ yapısını göstermektedir.



Şekil 2.5: Tipik bir ev-içi iletim hattı ağ iletişim yapısı

2.4.2. Ev-İçi İletim Hattı Ağ İletişimin Avantajları

Bu bölümde, ev ağ iletişimi için iletim ortamı olarak iletim hattı kullanımının avantajları vurgulanmaktadır.

Elektrik çıkışlarının hazır olması: Ev ağ iletişimi için iletim hattı kullanımının temel avantajı, her odada bir çok güç prizlerinin kullanılabilirliğidir. Böylece, “yeni kablo yok” görüşü, eve ilave kablo (veya kablo yenileme) ihtiyacını gidermektedir.

Veri İletim Kapasitesi: İletim hattı ağ iletişimi, evdeki mevcut güç kablosu üzerinden veri iletmek için güç kablosunun kullanılmamış kapasitenin avantajını alır.

Çoklu Ortam Dağılımı: İletim hattı ağ iletişimi, ev boyunca ses, video ve diğer gerçek zaman servislerinin yanı sıra veri dağıtım kapasitesi vardır.

Hız: Teknolojik gelişmeler ile iletim hattı ağ iletişimi; 14 Mbps hızda veri dağıtım kapasitesine sahiptir ve gelecekte veri iletim değeri 100 Mbps’ı kapsayacaktır.

2.4.3. Ev-içi İletim Hattı İletişim Ağının Dezavantajları

Bu bölüm, Ev-içi iletim hattı ağlarının bazı temel dezavantajlarını vurgulanmaktadır.

Gürültü: Elektriksel gürültülerin fazla olması, hat üzerinde pratik iletim hızlarını sınırlamaktadır.

Gürültü kaynakları: Elektrikli süpürge, spot lambalar, ışıklar, mutfak aletleri, matkaplar iletim hattı tabanlı ev ağının performansını etkileyen gürültü kaynaklarına örneklerdir.

Minimum güvenlik seviyeleri: Sertifikalı HomePlug ürünleri, yerleşik bir 56-bit Des şifrelemesine sahiptir. Fakat varsayılan değerden açılmaz ve bundan dolayı iletim hattı gerekli olan güvenli bir ortamı sağlayamaz.

Veri azalması: İletim hattı ağında çeşitli elementlerin yapısı, iletim hattı ağ iletişimde veri azalmasına neden olur.

Yerleşim araçlarının yüksek maliyetleri: Telefon hattı ağ donanımlarıyla karşılaştırıldığında, iletim hattı ağ iletişim modülleri çok daha fazla pahalıdır.

Standartsızlık: Uluslararası piyasalarda sisteme uygunluk sorunları, mevcut ev-içi iletim hattı sistemler üzerinden veri dağıtımı için gerekli olan bir evrensel standardın gelişmesini önlemektedir.

2.4.4. Ev-İçi İletim Hattı Ağıının Teknik Engelleri

İletim hattı ağı, veri aktarmada önemli hızlara ulaştığında çeşitli teknik engellere takılır. Tipik veri ve iletişim ağları, bağlantılı aygıtlara tahsis edilmiş kablo şebekesini kullanır. Ama iletim hattı şebekeleri, ilk başlarda, veri aktarmak için tasarlanmamıştır. Bunun yerine, şebekeler tipik olarak 50 ila 60 Hz arası frekanslarda, bir bina boyunca elektrik çıkışlarının tamamına etkili biçimde güç dağıtmak için kullanıldılar [17]. Bundan dolayı, elektrik şebekelerinin tasarımları, veri sinyalleri haberleşmesi için farklı frekanslarda iletim hattı ortamı olarak kullanması da asla düşünülmemiştir. Bu sonuç yüzünden, iletim hatları diğer izole edilmiş kablo tiplerine göre çok daha zor iletişim ortamıdır. Elektrik şebekelerinin fiziksel topolojisi, elektrik kablolarının fiziksel özellikleri, cihazların bağlantıları ve elektrik akımının davranış karakteristiklerinin hepsi teknik engelleri oluşturur.

2.5. Ev Ağ Sistemlerinin Tipik Uygulamaları

Ev ağ sistemlerinin tipik uygulamaları, beş geniş kategoriye sınıflandırılmıştır; kaynak paylaşımı, iletişimler, ev kontrolü, ev programlanması (home scheduling) ve eğlence/bilgi.

2.5.1. Kaynak Paylaşımı

Ev ağı, bütün kullanıcılara aynı zamanda evde internet ve uygulamalarına erişime izin verir. Ayrıca, dosyalar (basit veri değil, aynı zamanda ses ve video) değiş tokuş yapılabilir ve yazıcılar ve tarayıcılar gibi çevresel birimler paylaşılabilir.

2.5.2. İletişimler

Ev ağı, evde bulunan kullanıcılar arasında çok daha kolay ve verimli iletişime izin verir. Telefon, faks ve elektronik posta mesajları bir ev ağında akıllıca yönlendirilebilir. İnternete erişim, Webpadlerin ve terminallerin vs. kullanımı ile evde çok bölümlü alanlara sağlanabilir.

2.5.3. Ev Kontrol ve Otomasyon Sistemler

Ev ağı, ev içinde kontrollere, mesela sıcaklık ve aydınlatma, izin verebilir; ağı baştan sona ve hatta dolaylı olarak interneti baştan sona yönetebilir. Ağ kameraları ile ev

güvenliğini izleme için kullanılabilir. İletim hatları, birkaç yıldır ev otomasyonları için kullanılmaktadır. Ev otomasyon uygulamalarının çok önemli türleri, evin içinde ışıkların, vantilatörlerin, güvenlik sistemlerin, sulama sistemlerin ve sıcaklık seviyelerinin kontrollerini kapsar. Ev kontrol ve otomasyon sistemleri genelde CEBus, LonWorks veya X-10 diye isimlendirilen üç ana iletim hattı teknolojilerine dayanır.

2.5.4. Ev Programlanması (Home Scheduling)

Bir ev ağı, internet boyunca ve evde ve internet boyunca farklı erişim noktalarından güncelleştirilebildiğinde tek ana tarife sağlamak için ailelere izin verecektir.

2.5.5. Eğlence ve Bilgi Sağlamak

Ev ağları, evde eğlence ve bilgi paylaşmak için birden fazla seçenek sunar. Ağ sistemli çoklu kullanıcı oyunları, PC-hosted televizyon oyunları ile birlikte oynanabilir. İnternet radyo yayınları gibi ortam PC'lerle birlikte ev stereolarına gönderilebilir. Aşağıda Tablo 5'de ev şebekelendirmesi uygulamalarının birçoğu listelenmiştir.

Tablo 2.4: Ev ağı uygulamaları

Uygulama	Etkinlik	Ürünler	Dağıtım Süresi
Eğlence (Video, Ses, Müzik)	✓ Evin her tarafına multimedya/çoklu ortam içeriğini dağıtmak ✓ Video ve müzik on demand	TV alıcıları, DVDler, kablo uydu alıcıları, MP3ler, kişisel video kayıt cihazı	Kullanılabilir /mevcut
Bilgi Haberler, iş, sporlar Takvim listeleri	✓ Kişileştirilmiş haber bültenleri, isteğe uyarlanmış iş ve spor verisi ✓ Olay listeleri	PCler, elde taşınabilen cihazlar	Kullanılabilir /Mevcut
Eğitim	Uzaktan eğitim, ev ödevi, alıştırma, online seminerler	TVler, PCler, telefonlar, yazılım	Günümüzde sınırlı kullanım

Haberleşme	✓ Şirkete ait ağı serbest meslek çalışan veya uzaktan erişim	✓ PCler, telefonlar, görüntü aygıtları, yazılım	Mevcut /Kullanılabilir
İletişim/ Haberleşme	✓ Ses ve video haberleşmeleri ✓ Sohbetler ve depolanan mesajlaşma servisleri ✓ İnternet erişim	✓ Telefonlar (kablolu, mobil, kablosuz) ✓ Video kameralar ✓ Görüntü aygıtları ✓ Modemler, kablosuz erişim aygıtları	Kullanılabilir /Mevcut Genişletilmiş servisler
Üretkenlik (ailesel olayları koordine)	✓ Paylaşılan PC çevre birimleri ve yazılım ✓ Paylaşılan internet erişimi ✓ Kütük yazılımı	PCler, yazıcılar, modemler, tarayıcılar Yazılım ASP bağlantılar	Günümüzde küçük alan
Ev yönetimi (Güç Kontrolleri)	✓ Uzaktan güç yönetimi	Temel ve küçük cihazlar Merkezi ısıtma /havalandırma	sınırlandırılmış
Güvenlik	✓ Ev ait görüntüleme ve birbirinden ayrı evlere	Güvenlik kameraları, monitörler, Telekom bağlantılar	Kullanılabilir /Mevcut
Finansal Servisler	✓ Bankacılık ve Yatırım	PCler, elde taşınabilir aygıtlar	Sınırlandırılmış

3- İLETİM HATTI ÜZERİNDEN İLETİŞİM PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Veri üreten kaynaktan alınan bilgilerin sayısal olarak bir veya daha fazla hedefe iletilmesini, sayısal haberleşmenin konusuna girer. Bilginin iletildiği fiziksel kanalın karakteristikleri haberleşme sisteminin analizinde ve tasarlanmasında özel bir öneme sahiptir [27].

Haberleşme kanalı vericinin alıcıya yolladığı sinyalin ilerlediği fiziksel ortamdır. Veri iletiminde hangi fiziksel kanal kullanılırsa kullanılsın, ortak özellik yollanan sinyalin elektronik cihazların yaydığı termal gürültü, insan kaynaklı gürültüler, otomobillerin enjeksiyon gürültüleri, şimşek veya yıldırımların oluşturdukları gürültüler gibi rastgele ve çok değişken gürültülere maruz kalmasıdır.

Haberleşme kanalında sinyal iletimi sırasında karşılaşılan en yaygın problemlerden biri toplamsal gürültüdür. Genelde toplamsal gürültü, haberleşme sistemlerinde kullanılan dirençler ve katı haldeki elemanlar tarafından üretilir. Bu tip gürültüler bazen termal gürültü olarak da adlandırılır. Başka bir gürültü kaynağı da kanalı kullanan kullanıcıların neden olduğu girişimlerdir. Gürültü ve girişimin istenen sinyalle aynı frekans bandında bulunduğu durumlarda, yollanan işaretin ve alıcı taraftaki demodülatörün uygun şekilde tasarlanması ile gürültünün ve girişimin neden olduğu bozulmalar en aza indirilebilir. Sinyal iletiminde karşılaşılan diğer bozucu etkiler sinyal zayıflaması, genlik ve faz bozulması ve çoklu yol bozulmasıdır.

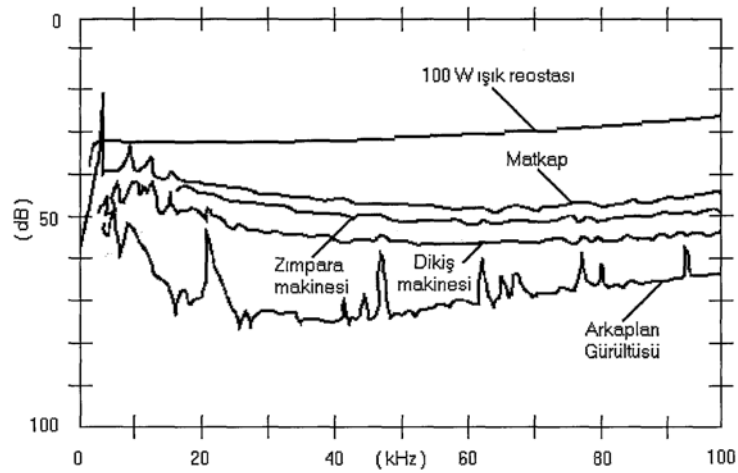
Yollanan sinyalin gücünün artırılması ile gürültünün etkileri azaltılabilir. Ancak teknik ve diğer pratik engeller yollanan işaretin gücünü sınırlar. Diğer bir temel sınırlayıcı etken de mevcut bant genişliğidir. Bant genişliği, iletim ortamı ve verici-alıcı kullanılan elektronik elemanlar nedeniyle sınırlıdır.

Elektrik iletim ve dağıtım şebekeleri, elektrik enerjisinin üretilmesinden tüketilmesine kadar enerjinin kesintisiz ve güvenilir bir şekilde iletilip dağıtılmasına uygun olmalıdır. Elektrik şebekeleri çok iyi planlanmış ve kurulmuş olmalıdır. Şebekede oluşacak arızalar ve olumsuz etkiler tüketicileri ve alıcıları etkilememelidir. Dağıtım şebekelerinde hat başında, hat ortasında ve hat sonunda bulunan abonelerin hepsi aynı özellikte (sabit gerilim ve frekansta) elektrik enerjisi kullanabilmelidir. Elektrik şebekeleri her an değişen koşullara ve güçlere cevap verebilmelidir.

Gürültü: Şebekedeki esas gürültü kaynakları, aynı dağıtım transformatörüne bağlı olan cihazlardır. Şebekede başlıca iki gürültü kaynağı vardır. Bunlar ışık ayarlayıcılarında kullanılan triaklar ve universal motorlardır. Triaklar tarafından üretilen gürültü şebeke frekansı ile eş zamanlıdır. Bu gürültü şebeke frekansının harmonikleri şeklinde gözlenir. Universal motorlar mikserlerde, dikiş makinelerinde ve zımpara aletlerinde bulunurlar. Universal motorlardan kaynaklanan gürültü, ışık reostalarının ürettikleri gürültü kadar güçlü olmamakla beraber şebeke frekansı ile de eş zamanlı değildir. Ayrıca ışık reostaları uzun zaman müddetince kullanılırken, universal motorlar araklı olarak kullanılırlar [28].

Kanala Sinyal Kuplajı: Güç hattı haberleşme ünitesini şebekeye bağlamanın iki yolu vardır [29].

- Kapasitif kuplaj: Bu yöntemde sinyalin hatta kuplajı ve sinyalin şebeke gerilimi üzerine modüle edilmesi bir kapasite ile gerçekleştirilir. Bu yöntem verimli fakat haberleşme ünitesinin doğrudan şebeke ile temas halinde olması nedeniyle pek güvenli değildir.
- Endüktif kuplaj: İşaretin hatta verilmesi bir endüktans üzerinden gerçekleştirilir. Bu yöntemde kayıpların fazla olmasına karşın şebeke gerilimi ile doğrudan temas olmadığı için kapasitif kuplajdan daha güvenlidir. Güç hattı haberleşme cihazlarında güvenli olduğu için daha ziyade endüktif kuplaj kullanılır. Güç hattı haberleşme sistemlerinde güvenlik önemliyse endüktif kuplaj, verim önemliyse kapasitif kuplaj kullanılır.



Şekil 3.1: Işık ayarlayıcısı ile üç universal motorun gerilim tayflarının karşılaştırılması [30]

Sinyal Zayıflaması: Sinyal zayıflaması alçak gerilim hatları için km başına 100 dB ve orta gerilim hatları için km başına 10 dB'dir. Özellikle alçak gerilim hatlarında görülen yüksek sinyal zayıflaması, iletim hattına en fazla 1 km aralıklarla yükselteçlerin koyulmasını zorunlu hale getirmektedir. Sinyal zayıflaması aşağıdaki etkenlere bağlıdır [31].

- Zaman bağımlılığı: Güçlü bir gece gündüz hassasiyeti vardır.
- Frekans bağımlılığı: 100 kHz'in üstündeki frekanslarda zayıflama km başına 0,25 dB artmaktadır [32]. İletim hattının etkisiyle 400 m'den uzun kablolarda zayıflama bazı frekans değerlerinde çok büyük değerlere ulaşmaktadır. Zayıflama frekansa bağlı olarak artmaktadır [32]. 10 Mhz'in üstündeki frekanslarda alınan sinyali gürültüden ayırmak çok zordur. Bu durum haberleşme mesafesini sınırlamaktadır. Kanalı frekans cevabının genliği, artan frekansla beraber azalması dışında düzgün değildir, bu nedenle kanal frekans seçicidir.
- Mesafe bağımlılığı: genelde sinyalin km başına 100 dB zayıfladığı kabul edilir [29].
- Fazlar üzerinden sinyal zayıflaması: Fazdan faza sinyal zayıflaması 40 dB gibi yüksek değerlere ulaşabilir [29]. Almanya'da yapılan bir çalışmaya göre kabul edilebilir 40 dB sinyal zayıflaması için erişim mesafesi 20 MHz'de 100 m, 10 Mhz'de 140 m, 5 MHz'de 200 m ve 2 MHz'de 300 m'dir [33].

İşaret Gürültü Oranı: İşaret gürültü oranı (SNR, signal-to-noise ratio) haberleşme sisteminin performansını hesaplarken önemli bir parametredir [32]. Her evde, ev içi elektrik hatlarında oluşan gürültünün şebekeye karışmasını engelleyecek filtrelerin olması, şebekedeki gürültü seviyesinin azalmasını sağlar. Ancak bu durum kurulum maliyetlerini arttırır [31].

İletim Hattı Haberleşmesi'de Kullanılan Modülasyon Teknikleri: İletim hatları kanalı sorunlu bir ortamdır. Kanal karakteristikleri zamana, konuma ve yüklere bağlı olarak değişmektedir. Şebekeyi haberleşme amaçlı kullanmak karmaşık modülasyon teknikleri gerektirir [31].

İletim hattı haberleşmesinde esas amaç sınırlı band genişliğinde, mümkün olan en hızlı ve en güvenilir haberleşmeyi gerçekleştirmektir. Bu amaç doğrultusunda birçok

modülasyon tekniği denenmiş ve halen yeni modülasyon teknikler üzerinde çalışılmaktadır. Bu modülasyon teknikleri arasında FSK (Frekans Kaydırmalı Anahtarlama, Frequency Shift-Keying), OFMD (Dikey Frekans Bölmeli Çoğullama, Otonal Frequency Division Multiplexing) ve DS-SS diğerlerine göre öne çıkmıştır. Aşağıda, 4 MHz – 20 MHz frekans bandında bu üç modülasyon tekniğini birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

- FSK: Yüksek hızlı güç hattı haberleşmesi için uygun değildir. Bu modülasyon tekniği kullanılarak 500 kbps'lik veri hızlarının üzerine çıkmak nerede ise imkansızdır [34].
- OFMD: Haberleşme kanalının bir kısmında yüksek sinyal zayıflaması veya sıkışıklık meydana gelmesi durumunda verimi oldukça düşer. Vericinin kanalı öğrenmesi sağlanırsa yüksek verimlilikte haberleşme yapılabilir. Bu durumda veri hızı 10 Mbps'nin üzerine çıkabilir [34].
- DS-SS: DS-SS tavsiye edilen bir modülasyon tekniğidir. Bu yöntem ile 1 Mbps'lik veri hızına kolaylıkla ulaşılabilir. 10 Mbps ve bu değere yakın veri hızlarında verimi düşüktür. 5 Mbps veri hızı bu teknik için ideal veri hızıdır. Bu veri hızında verimli ve sağlıklı haberleşme yapmak mümkündür [34].

İletim hatları üzerinden iletişimdeki bir diğer problem sinyal zayıflamasının frekansla beraber artmasıdır [31]. 20 MHz'in üstündeki frekanslarda, orta mesafeli haberleşme uygulamalarında bile sinyal zayıflaması nedeniyle yollanan işaret, gürültü seviyesinin altına düşmektedir [31]. Yüksek frekans bandında gürültü seviyesinin en düşük olduğu 2 MHz-20 MHz frekans bandı haberleşme için en uygun frekans aralığıdır [34].

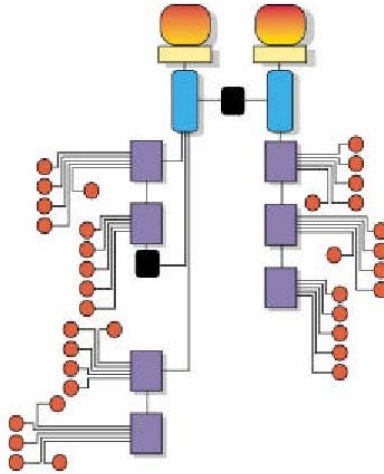
Her ne kadar 2 MHz-20 MHz frekans aralığı haberleşme için en uygun frekans bandı olsa da bu band genişliği yüksek hızlı haberleşme uygulamaları için yeterli değildir. Başlangıçta yüksek hızlı haberleşme uygulamaları 1 MHz-30 MHz aralığında yapılmaktaydı Sonra frekans bandı 1 MHz – 100 MHz aralığına genişlemiş, günümüzde ise 100 MHz'in üstündeki frekans değerlerinde dünyanın farklı yerlerinde çalışmalar yapılmaktadır.

4- İLETİM HATTI İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ

Bu bölümde, iletim hattı ağ iletişimleri alanında belirli teknolojiler üzerine devam etmekte olan çalışma ve araştırmalar, iletim hattı üzerinden iletişimlerde günümüzde kullanılan teknolojiler ve standartlar tam olarak incelenmektedir. LonWorks, X-10, OFMD, Passport, CEBus ve HomePlug standardı gibi teknolojileri ve standartları kapsamaktadır. Teknolojiler bu standartlara dayanarak genişlemektedir. Evlerde, veri iletme ortamı gibi iletim hatlarının kullanımının avantajları ve faydaları ayrıca dikkate alınmıştır. Servis kalitesi, veri iletme değerleri, sınırlamalar, zorluklar ve diğer önemli faktörler bu bölümde yer almıştır.

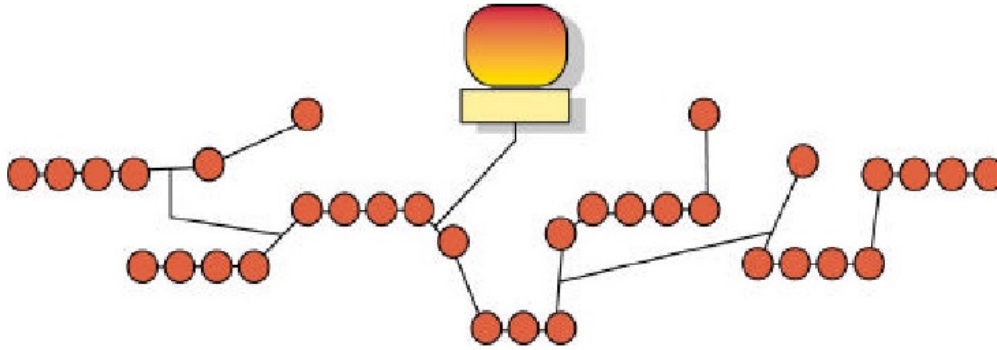
4.1. Yerel Çalışan Ağlar (Local Operation Networks -LonWorks)

Echelon [35] tarafından geliştirilen ve tüm üreticiler için açık standart olarak kullanılabilir LonWorks teknolojisi, kontrol sistem mimarilerinde dağıtık, karşılıklı çalıştırılabilir sistemler ile tescilli merkezi sistemlerin yerine geçer. Bütün otomatik kontrol sistemi (endüstriyel veya uygulama), aynı temel bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenler sensörler, erişim düzeneği (actuator), uygulama programları, haberleşme ağları, insan-makine arayüzleri ve ağ yönetim araçlarıdır. Hızla gelişen teknolojik gelişmeler ile kontrol sistemlerini içeren sistem mimarilerinin bütün tipleri değişimlere gereksinim duymaktadır. LonWorks teknolojisi, eski usul komut tabanlı kontrol sistemlerine göre bilgi tabanlı kontrol sistemleri sağlamaktadır. Şekil 4.1, şimdiye kadar ticari ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan birçok kontrol sisteminin bir örneği olan merkezi mimariyi göstermektedir.



Şekil 4.1: Merkezi kontrol mimari modeli

LonWorks teknolojisi tarafından son derece dağıtık, peer-to-peer mimarisi Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Bu sistemde, merkezi denetleyiciler veya evde çalışan kablo bağlantı panelleri yoktur. LonWorks aygıtları (sadece düğümler), en iyi fiziksel ortam olan herhangi birinden (çift bükümlü kablo, AC iletim hattı, radyo frekans, fiber optik kablo, kızılötesi) standart bir haberleşme protokolü kullanan sistemde herhangi bir düğüm ile haberleşir. Basit kendi uygulama programına sahip olan her düğüm ile kontrol mantığı, sistem boyunca paylaşılır. Düğüm uygulaması, özel programlardan ziyade kurulum (yapılandırma) konfigürasyon parametreleri tarafından özelleştirilir. Sistemde her sensör veya erişim düzeneği (actuator), bir düğüm olabilir. HMI ve ağ yönetim araçları, çoklu sağlayıcılar için mevcuttur ve sistemde ortak haberleşme protokolü boyunca tüm noktalara erişim sağlayabilmelidir.



Şekil 4.2: LonWorks dağıtık kontrol mimarisi

4.1.1. LonWorks Teknolojisi

Bu bölüm, LonWork teknolojisinin ve LonWork sistemle uyuşan bileşenlerin anahtar unsurlarını, LonTalk iletişim protokolünün dikkat çeken özelliklerinin bir tanımını, LonWorks Network Services (LNS)’in bir analizini yapmaktadır.

LonWorks teknolojisi aşağıdaki temel unsurları kapsamaktadır:

- Nöron Yongası kontrol (denetim) işlemcileri ve alıcı vericileri
- LonTalk haberleşme protokolü
- LonWorks Ağ Hizmetleri (LNS)

Nöron Yongası denetim işlemcileri, her LonWorks cihazın fiziksel çekirdeğidir. Çoklu işlemciler, RAM ve ROM, haberleşme ve I/O arayüz portları ile tam bir sistem

yongasıdır. ROM; bir OS, LonTalk haberleşme protolü ve bir I/O fonksiyon kütüphanesidir. Yonga, haberleşme ağından yüklenen konfigürasyon verisi ve uygulama programı için geçici olmayan RAM'e sahiptir. Her bir Nöron Yongası, Nöron ID diye isimlendirilen tüm dünyada benzersiz bir 48-bit kod içerir. Büyük bir ailede mevcut farklı hızlar, hafıza tipi ve kapasitesi, arayüzler ile Nöron Yongalarını Echelon ve onun yarı iletken ortakları Motorola ve Toshiba tarafından birlikte tasarlanmaktadır. Bir alıcı verici, diğer aygıtlara sayısal iletişim paketleri taşıyan kanal olarak adlandırılan fiziksel bir ortam ve Nöron Yongalarının haberleşme portu arasında fiziksel arayüz sağlayan bir elektronik modüldür. Belirli bir kanala bağlı tüm aygıtlar aynı bit değerinde çalışan uyumlu alıcı vericilere sahip olmalıdırlar. Tek bükümlü tel çifti, iletim hattı, RF, kızılötesi, fiber optik ve yüksek frekans kablosunu içeren ortam çeşitliliği için Echelon ve diğer üreticilerde alıcı vericiler mevcuttur. Bit değerleri, ortama ve alıcı verici tasarımına bağlıdır; 1.25 Mbps'a kadarı tek bükümlü tel çiftinden elde edilebilir [36]. Nöron Yongası denetim işlemcileri ve alıcı vericiler LonWorks aygıtlarında kullanılan donanım parçalarından oluşur ve özellikle ev kontrol aygıtlarına ağı etkinleştirmek ve yerleştirmek için kullanılabilir en uygun maliyetli çözümü önermek için tasarlanmaktadır [17].

LonTalk iletişim protokolü katmanlı, paket tabanlı, sıralı peer-to-peer iletişimler protokolüdür. Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO)'nun katmanlı mimari koşullarına bağlı kalan LonTalk protokolü, bilgi işlem sistemlerinden ziyade kontrol sistemlerin özel gereksinimleri için tasarlanır. Aygıtlar bir kanalda sırayla iletim paketlerini alırlar. Her pakette, baytların uzunluğu farklı sayıdadır; adresleme ve diğer ağ bilgisi ile birlikte uygulama-seviyeli bilgi içerir. Her aygıt kanal üzerinde, eğer alıcıysa, kanala her paket iletiminde göz atar. Eğer veri içeriyorsa düğüm uygulama programı veya bir ağ yönetim olup olmadığına göre paketi görmek için işleme tabi tutar. Bir uygulama paketinde veri, uygulama programı sağlar ve eğer uygunsa, bir bilgi mesajını gönderen aygıtı gönderilir. Bir ağ yönetim paketi, uygulama protokolünde karışmadan uygun bir şekilde işleme tabi tutulur. LonTalk protokolü, herhangi fiziksel taşıyıcı ortamdan iletişim kurmak için LonWorks sistemlere izin veren, bağımsız ortamdır. LonTalk yazılım adlı protokolün program uygulaması her Nöron Yongasında Rom'da bulunur. LonTalk iletişim protokolü, daimi olarak her LonWorks aygıtına yerleştirilir.

LonTalk, ANSI-EIA 709.1 tarafından açık bir endüstri standardı olarak onaylanmıştır [17].

LonWorks Ağ Servisleri (LNS), birlikte çalışabilir LonWorks ağ araçları için temeli sağlayan bir istemci-sunucu mimarisidir. LNS, diğer bilgi (bilişim) sistemleri ile kontrol sistemlerini birleştirmeyi kolayca yapar. Mimari, herhangi bir platformda kurulmuş istemcileri destekler; sunucular halen Windows 95, Windows NT ve Nöron Yongasına dayalıdır. LNS; kullanılması kolay, birlikte çalışabilir ağ yönetim ve HMI araçları için temeldir ve kontrol sistemine bağlanan araçlar için ağ hizmetlerinin bir alanını sağlamaktadır.

4.1.2. LonWorks Sistem Bileşenleri

Tipik bir LonWorks sistemi üç tip bileşenden oluşur:

- LonWorks aygıtları
- Kanallar
- Ağ araçları

Ağa bağlı her LonWorks aygıtı çoğu zaman bir güç kaynağı ile uygun bir mekanik pakette en azından bir alıcı verici ve bir Nöron Yongası içerir. Kompleks uygulamaları bağdaştırmak için bazı Nöron Yongaları, uygulama programlarını çalıştırmaya yarayan yüksek hız paralel arayüze izin veren bazı mikroişlemcilere (örneğin Motorola 68000 serisi) sahiptir. Alternatif olarak açık LonTalk protokolü herhangi bir işlemciden doğrudan çalışabilmek için aygıtlara bağlanabilir.

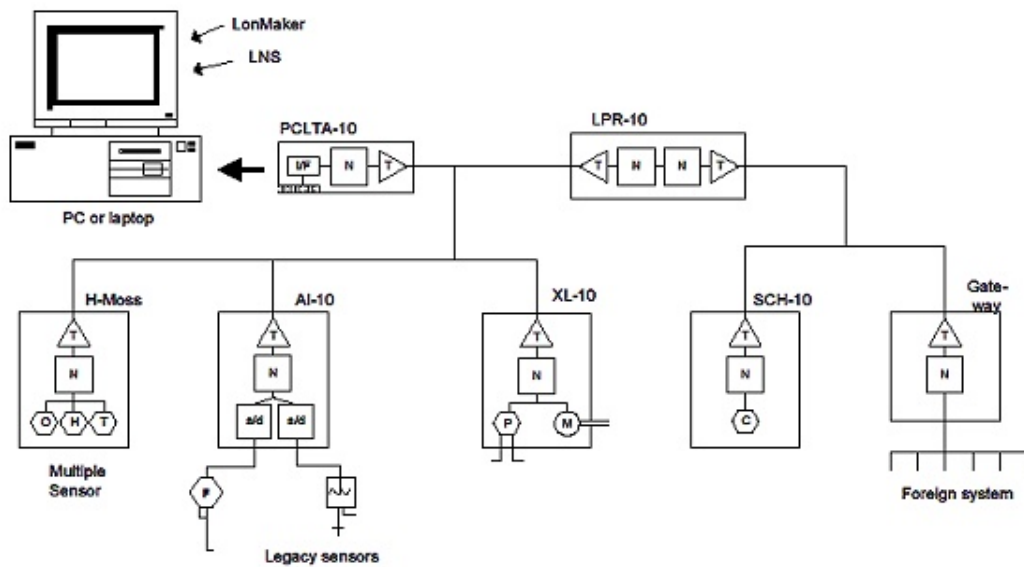
Kanal, bir grup LonWorks aygıtlarına alıcı vericiler tarafından takılan belirli bir kanal olan, özel bir fiziksel iletişim ortamıdır. Kanalin her türü; takılı aygıtların maksimum sayısı, iletişim bit değerleri ve fiziksel uzaklık sınırlar gibi koşullarda farklı karakteristiklere sahiptir. Tablo 4.1, yaygın olarak kullanılan kanal tiplerinin karakteristiklerini özetlemektedir [36].

Tablo 4.1: Kanal karakteristikleri

Kanal Tipi	Ortam	Veri Değeri	Max.Aygıtlar	Max.Uzaklık
TP/XF-1250	Twisted-pair, veri yolları	1.25 Mbps	64	125 m (veri yolu uzunluğu)
TP/XF-78	Twisted-pair, veri yolları	78 kbps	64	1330 m (veri yolu uzunluğu)
TP/FT-10	Twisted pair, değişken topoloji	78 kbps	64 (eğer güçlü bağlantıysa 128'kadar)	500 m (düğümünden düğüme)
PL-20	İletim hattı	5 kbps	Sınırsız	Zayıflama ile belirlenir

Network araçları; ağ kurulumu, konfigürasyon, izleme, denetleyici kontrol ve bakım için yazılım programlarıdır. Bir Nöron Yongasında veya herhangi bir platformda cep bilgisayar veya PC gibi davranabilir.

Bir LonWorks sistemin bileşenleri, Şekil 4.3'de gösterilmektedir [36]. Şekil 4.3, belirli ürün örnekleri ile LonWorks aygıtlarının birkaç kategorisinin anatomisini örneklerle açıklamaktadır. Şekilde, Nöron yongaları ve alıcı vericiler sıra ile N ve T diye etiketlenmiştir.



Şekil 4.3: Bazı LonWorks aygıtların anatomisi

LonWorks kontrol aygıtların rolü, fiziksel sistemi kontrol etmeyi kapsayan bileşenlerin durumunu algılamak ve kontrol etmek içindir. Kontrol aygıtları, harici eski sensörler ve erişim düzeneklerine yerleşmiş sensörler ve giriş/çıkış arabirimlerinin herhangi bir kombinasyonuna sahip olabilirler. Aygıtta uygulama programı, sadece gönder ve al değerleri ağ üzerinden olmayabilir. Ama uygulama programı ayrıca, algılanan değişkenlerin veri işlemlerini ve PID döngü kontrolü, veri günlükleme ve programlama gibi kontrol mantıklarını işler. Şekil 4.3’de gösterilen birkaç kontrol aygıtı aşağıda açıklanmıştır [36]:

- Echelon LonPoint AI-10 Modülü, ağa bağlanan en fazla iki analog giriş eski aygıtta (4-20 mA veya 0-10 Volt arayüz) izin veren iki A/D dönüştürücüye sahiptir.
- Hubbell H-Moss Çoklu Sensör Modülü, sıcaklık (T), kullanım süresi (O) ve nem (H) görüntüleme olmak üzere üç yerleşik sensörü içeren duvara monteli bir ünedir.
- Honeywell XL-10 VAV denetleyicisi, amortisör eyleyici motor (M) ve diferansiyel hava basınç sensörü (P) içerir. Denetleyici, ağ üzerinden oda sıcaklığını ve ayar noktası değerlerini sağlar.
- Echelon LonPoint SCH-10 Scheduler modülü, LonWorks sistemin tümünü veya bir bölümüne göre uygulama programı ve olaya dayalı mod kontrolü için yerleşik bir gerçek zaman saatine (C) ve çok iyi konfigüre edilebilir bir durum makine mantığına sahiptir.

LonWorks “genişleyebilir-açık” bir teknolojiye sahiptir ve tümüne erişilebilirdir. Bir LonWorks kontrol ağında tipik bir düğüm, basit bir görevi yerine getirir. Yaklaşım sensörleri, anahtarlar, hareket detektörleri ve sulama sistemleri gibi aygıtlar bir ev ağında hepsi bir düğüm olabilir. LonWorks kontrol ağları, Internet ile kolayca birleşebilir. Bu yerleşik kapasite IP tabanlı aygıtlar ve kontrol aygıtları arasında ek yeri olmayan ağ iletişimine göre izin verir. LonWorks iletim hattı tabanlı sistemler aynı zamanda standart Web tarayıcılar sayesinde ev uygulamalarını uzaktan izlemeyi desteklemektedir.

4.2. PassPort ve Plug-in PLX

Intelogis Inc. (Draper, Utah, 1997'de kurulmuş), Passport isimli orijinal iletim hattı teknolojisi olarak önerilen ilk iletim hattı teknolojisini geliştirendir. Bu bölümde birçok materyal [37]'deki verilere dayanır. Bu bölüm Intelogis iletim hattı teknolojisi için bir referans niteliğindedir.

Passport, ev elektrik kablo bağlantılarından geri ve ileri veri göndermek için FSK'ya (Frequency-shift Keying) dayanır. FSK, ağda bilgisayarlar arası sayısal bilgi göndermek için iki frekans (biri için 1 ve diğerleri için 0) kullanır. Kullanılmış frekanslar, gürültü hattı oluşum seviyesinin üstünde dar bir banttadır. Hassas olan bu yöntemin noksanlığı, her bir frekans birbirine çarptığında veri akışına engel olması ve bilgisayarın veriyi tekrar tekrar göndermesidir. Yavaşlamasından dolayı bu durum performansı etkileyerek veri içeriğini etkiler. Intelogis Passport kiti ile içinde, elektriksel hat gürültüsünün miktarını azaltmaya yardımcı olmak için duvar prizleri ve kullanıcı bilgisayar donanımları arasına eklenen hat iyileştirme anahtar uzatma kablosu vardır. 100 V'luk sisteme dayanan Intelogis iletim hattı ağı, fiziksel bağlantı için bilgisayarların paralel portunu kullanır. Aynı zamanda modüllerin çalışması için yazılımın kurulmasını zorunlu tutar. Intelogis Passport teknolojisi, kullanıcı/sunucu ağ mimarisi (diğer aygıtların tamamına bir merkezi idari sistemden bilgi sağlama) kullanır. İlk bilgisayar Application Server (Uygulama Sunucusu) olarak kurulur. Intelogis Passport teknoloji ile ilgili bazı dezavantajlar aşağıda vurgulanmaktadır:

- Yavaş bağlantı hızları (50 kbps'den 350 kbps'a kadar)
- Evin elektrik sisteminin kullanılması performansı etkiler.
- Yazıcı özelliklerine sınırlama getirebilir.
- Sadece Microsoft Windows işletim sistemi ile çalışma
- İletim hattı Aygıtının (Modül) boyutu oldukça büyük görünmekte
- Sadece 110-V'luk standart hatta çalışma
- Tüm veriler, güvenli bir ağ için şifrelemeye ihtiyaç duymaktadır.
- Eski kablo şebekesi performansı düşürmektedir.

4.3. X-10

X-10 (aynı zamanda X10 diye isimlendirilen) evdeki mevcut elektrik kablo bağlantısı yoluyla diğer uygulamalara hitap etmek için uyumlu ev ağı ürünlerine izin

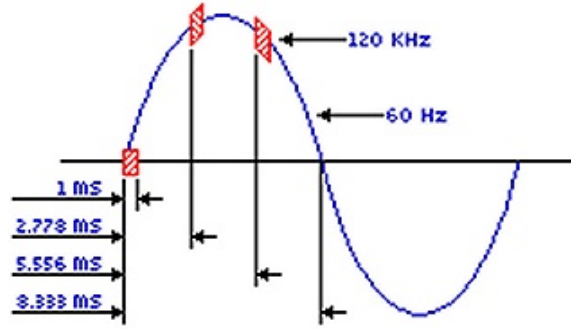
veren bir iletişim protokolüdür. İlk olarak X-10 kod formatı, Sears Home Control System ve Radio Shack Plug 'n' Power System için 1978'de X-10 Inc. tarafından takdim edilmiştir [38]. X-10 teknolojisi, ilk olarak düşük fiyat aydınlatmayı ve uygulama kontrol aygıtlarını entegre etmeyi geliştirmiştir.

X-10, doğrudan duvardaki prizlere takılan elektrik ile çalışan parçalar olan X-10 uyumlu aygıtlara, her biri ile haberleşmesi için izin verir. Fakat bu aygıtlar, ani gerilimlerden zarar görebileceği için hassastır. Ayrıca sinyal zayıflaması ve hat gürültüleri, geçici olarak parazit yapabilmektedir. Evsel uygulamalardan ve harici kaynaklardan X-10 iletişimi etkilenir. Komşu evler arasında paylaşılmış olan iletim hattı alt ağı ile X-10, sistemin kuruluğu olduğu evden tüm evlerdeki aygıtları kontrol edip müdahalede eder. Bundan dolayı güvenilirlik, X-10 iletim hattı ağ iletişiminde büyük bir sorun olarak kalır [39]. Karmaşık ve beklenmedik hatalar X-10 ağ iletişiminde kaçınılmazdır. Hatalar, X-10 komutlarının illegal diziler kısımlarında anormal davranışlar olarak kendilerini açıkça gösterir. Çeşitli komut dizileri, X-10 modüllerinin adreslenmesini yöneten kuralları formüle etmek ve yasal X-10 komut dizilerine bir model geliştirmek için yol gösterir. Başvuru kaynağı [39], X-10 iletim hattı iletişim protokolünü dikkate alır ve X-10 hatalar için, bütününe kapsayan model tabanlı hata tarama sistemini tanımlar. Esasında X-10, çalışmalarını sadece tek yönlü iletişim için başlatmıştır; fakat kapasiteyi çift yönlü iletişim için artırmıştır. X-10 iletişimin geniş bir bölümü tek yönlü olarak devam eder [17]. X-10 denetleyicileri, alıcı modüllere mevcut AC kablo bağlantıları üzerinden sinyal gönderir. X-10 modülleri, basit aygıtları kontrol eden ve prize bağlanan adaptörlerdir. X-10 iletim değeri sadece 60 bps ile sınırlıdır.

X-10 kullanarak, evde ilave kablo olmaksızın herhangi bir yerden ışıkları ve bazı elektrikle çalışan aygıtları kontrol etmek mümkündür. X-10 teknolojisi, ürünleri bu standarda dayanarak tasarlar, geliştirir, imal eder ve pazarlar. Aygıtlar için kendi yongalarını tasarlayan X10 şirketi, IBM, Philips, RadioShack, Leviton, Honeywell, Stanley, Ademco ve ADT gibi bulunduğu şirketler için ürünler imal eder. Ev otomasyon hattı, alıcı modüllere (ışıklar, cihazlar, ısıtma ve havalandırma gibi üniteleri kontrol) otomatik olarak mevcut iletim hattından sinyalleri gönderen denetleyicilerden meydana gelir.

4.3.1. X-10 İletim Teorisi

Birçok materyal bu bölümde [38] ve [40]'a dayanır. X-10 iletimleri, AC iletim hattının sıfır geçiş noktasına doğru senkronize edilir. X10 güç merkezi iletim hattı arayüz modelleri PL513 ve TW523, AC iletim hattının sıfır geçiş noktasından 100 μ s'n'lik maksimum bir gecikme ile 60 Hz kare dalga sağlar. Sinyal zarf girişi ve 120 kHz çıkış veri bloğu arası maksimum gecikme 50 μ s'n'dir. Aşağıdaki Şekil 4.4, X-10 sinyallerinin zamanlama ilişkisini göstermektedir.



Şekil 4.4: X-10 Zamanlama ilişkisi

Sistem; iletişim için belirli formatta düzenlenmiş bilgi paketi kullanır. Bu paket 4 bitlik başlangıç kodu ile başlar. Başlangıç kodunun ardından ev kodu olarak adlandırılan 4 bitlik kod gönderilir. Bu kodu ise 5 bitlik eleman/fonksiyon kodu takip eder. Ev içerisinde bulunan cihazlar bulundukları mekâna göre gruplandırılarak bunlara ikili sistemde verilen kod, ev kodunu oluşturur. Örneğin oturma odasındaki elemanların tümüne 0000 kodu verilmiştir. Temel model olarak ele alınan bir ev için oluşturulabilecek ev kodları Tablo 4.2'te verilmiştir.

Tablo 4.2: Ev kodları

EVDEKİ BÖLÜM	EV KODU			
A (Oturma Odası)	0	0	0	0
B (Mutfak)	0	0	0	1
C (Yatak Odası)	0	0	1	0
D (Yatak Odası)	0	0	1	1
E (Yatak Odası)	0	1	0	0
F (Banyo)	0	1	0	1
G (WC)	0	1	1	0
H (Balkon)	0	1	1	1

Ev kodu 4 bitlik olduğundan 16 farklı mekân sisteme tanıtılabilir. Eleman veya fonksiyon kodu için ise 5 bitlik kod oluşturulmuştur. Bu kodun son biti bu kodun eleman kodu mu fonksiyon kodu mu olduğunu belirtir. Eğer son bit “0” ise kod eleman kodu olarak adlandırılır ve mekândaki elemanları simgeler. Eğer son bit “1” ise kod fonksiyon kodu olarak adlandırılır. Bu kodun sistem tarafından yorumlanması detaylı olarak Tablo 4 ve Tablo 5’te gösterilmiştir. Örneğin son bit “0” ve bilgi 1110 ise ilgili bölümdeki ısıtıcı hedeftir. Eğer son bit “1” ve bilgi 1010 ise hedef ilgili büyüklüğün artırılmasıdır.

Eleman kodu son bit hariç 4 bit olduğundan bir ev kodu için yani evin bir bölümü için 16 farklı eleman tanımlanabilir. Tablo 4.3’te örnek olarak alınan evin bir odası için ilgili elemanlar ve eleman kodları verilmiştir. Tablo 4.4’te ise elemanlara ait örnek olarak seçilen bazı fonksiyonlar ve kodları verilmiştir.

Tablo 4.3: Eleman kodları

Eleman	İlgili Kod				
Lamba	0	0	0	0	0
Klima	1	0	0	0	0
Gaz valfi	0	1	0	0	0
Su valfi	1	1	0	0	0
Enerji (şebeke)	0	0	1	0	0
Havalandırma	1	0	1	0	0
Ses	0	1	1	0	0
Isıtıcı	1	1	1	0	0

Tablo 4.4: Fonksiyon kodları

Fonksiyon	İlgili kod				
Aç	0	0	0	0	1
Kapat	1	0	0	0	1
Tümünü aç	0	1	0	0	1
Tüm. Kapat	1	1	0	0	1
Azalt	0	0	1	0	1
Arttır.	1	0	1	0	1
Maks.	0	1	1	0	1
Minimum.	1	1	1	0	1

X-10 bilgi paketinin iletimi için şebeke hattının kullanıldığını belirtmiştik. Sistem şebekede bulunan AC gerilimin sıfır geçiş noktasını algılayarak iletişim senkronizasyonunu sağlar. Sıfır geçiş noktasını bekleyip yakaladıktan sonra bir milisaniye süresince yüksek frekanslı (100–120 kHz.) kare dalgayı gönderir. AC gerilimde hat üzerindeki gerilim minimum değerini sıfır geçiş noktasında alır.

Alıcıların bilgiyi daha verimli alması nedeniyle bu noktalar kullanılmıştır [4,5]. Kodun gönderilmesinin temel mantığını sıfır geçiş noktasında bu yüksek frekanslı titreşimin varlığı veya yokluğu oluşturur. Sıfır geçiş noktasında bu frekans patlaması mevcut ise bu lojik “1” olarak yokluğu ise lojik “0” olarak algılanmaktadır. Başka bir deyişle lojik 1’in gönderilmesi sıfır geçiş noktasından sonra şebeke üzerinden 1ms’lik

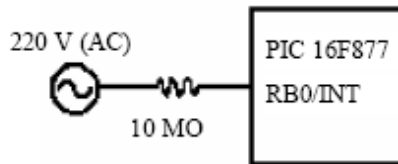
yüksek frekanslı sinyalin iletimi ile sağlanır. Sıfır geçiş noktasından sonra bir frekans patlamasının olmaması lojik sıfırın gönderildiği anlamındadır. Bu formatta her paket 13 bitlik bilgidir oluşur. Bir X-10 komutu iki defada gönderilir. İlk önce bir evin bir bölümünde bulunan eleman için kod gönderilir (yani son bit=0) ardından ise aynı bölme ve bir önceki kodda gönderilen eleman için fonksiyon kodu gönderilir. Örneğin:

Başlangıç Kodu	Ev Kodu	Eleman Kodu	Son Bit
1110	0000	1110	0

Başlangıç Kodu	Ev Kodu	Eleman Kodu	Son Bit
1110	0000	1010	1

Bu komutlar sistem tarafından oturma odasında bulunan ısıtıcının ortamın sıcaklığını arttırması olarak yorumlanır. Gönderilen bu iki bilgi paketi arasında yaklaşık 50 ms'lik bir bekleme süresi gereklidir. Bu şebekeden kaynaklanan gürültülerin önlenmesi açısından önemlidir.

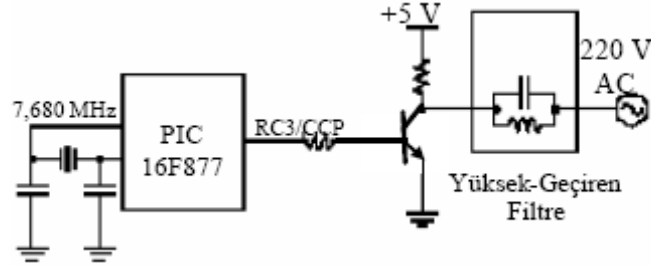
X-10 haberleşme protokolü için gerekli olan devreler sıfır geçiş noktası algılayıcı, yüksek frekanslı taşıyıcı sinyal üretici ve bu sinyali algılayıcıdan oluşmaktadır [41]. Sıfır geçiş noktası PIC'in RB0 harici kesmesi ile gerçekleştirilmektedir. RB0 pini üzerindeki gerilimin sıfıra düşmesiyle PIC CPU'su tarafından kesme sinyali oluşturularak program akışı ilgili altprograma aktarılır. Bu işlem sırasında PIC'in zarar görmemesi için 10 MOhm'luk bir dirençle akım sınırlaması yapılmıştır. İlgili devre Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5: Sıfır geçiş noktası algılayıcısı

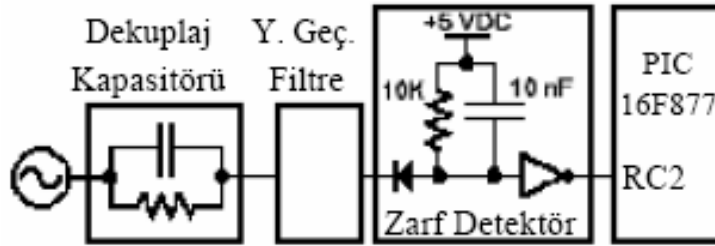
Yüksek frekanslı taşıyıcı sinyalin üretimi için ise PIC içerisinde bulunan CCP modülü PWM modunda kullanılmıştır. Harici olarak bağlanılan 7,680 MHz'lik ana

osilatör yardımıyla bu frekans üretilerek Şekil 4.6’de verilen devre ile şebeke üzerinden iletilmiştir. Devredeki yüksek geçiren filitre şebeke frekansının PIC’i etkilemesini önlemektedir.



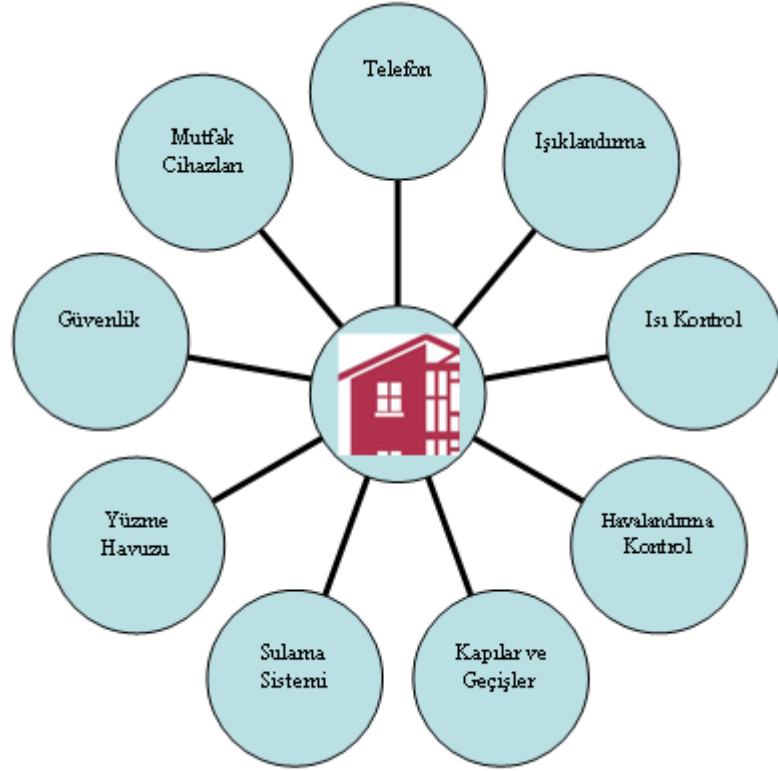
Şekil 4.6: Yüksek frekanslı işaret üretici

X-10 sinyallerini almak için şebekedeki yüksek frekanslı işareti algılamak gereklidir. Bunun için dekaplaj kapasitörü, yüksek geçiren filitre ve zarf detektöründen oluşan devre kullanılmıştır. Yüksek geçiren filitre yüksek frekanslı işareti rahatlıkla şebeke frekansından ayırabilmektedir ve zarf detektörünün de yardımıyla bu işaretin varlığı veya yokluğu durumuna göre bilgi PIC tarafından algılanabilmektedir. İlgili devrenin blok seması Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7: Yüksek frekanslı işaret algılayıcı

X-10’un kontrol kapasiteleri aşağıda Şekil 4.8’da gösterilmektedir.



Şekil 4.8: X-10 Kontrol kapasiteleri

Teknolojinin insan hayatına getirdiği en önemli yeniliklerden biri olan ev otomasyonu bu çalışmayla sistem maliyeti de göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Özellikle inşası bitmiş olan mekânlarda X-10 protokolünün sağlayacağı avantajlar göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bu protokolün kullanımı ile ek kablo maliyeti en az düzeye indirilmiştir. Daha önce mekânın ilgili yerlerine mekaniksel ayaları yapılarak yerleştirilen gaz, sıcaklık ve alarm sensörleri ile kızıl ötesi algılayıcılarının mikrodenetleyici ünitesine gönderdiği sinyaller mikrokontrolör’de değerlendirilerek, çıkış ünitelerinin kontrolü sağlanmaktadır [11]. Çıkış ünitelerinde ise mekânlardaki lamba, klima, ısıtıcı, havalandırma sistemleri, gaz ve su valfleri, sesli ışıklı alarm ikazları ve elektrik şebeke anahtarı yer almaktadır. Sistem; kullanılan LCD ekran ile çok rahat kullanımı olan bir kullanıcı menüsü ile desteklenmektedir. Görselliği ve anlaşılabilirliği çok yüksek olan bu menü ile kullanıcı sistemi kendi kişisel istekleri doğrultusunda yönetebilmektedir. Sistem; sadece donanım ile değil yazılım ile de desteklendiğinden hem kullanım kapasitesi fazla hem de kontrol stratejisi çok esnek olan bir proje oluşturmuştur.

4.4. PowerPacket

HomePlug iletim hattı Alliance endüstri şartnamesinin temeli olan Intellon firmasının PowerPacket teknolojisi, OFMD modülasyonunu kullanır. PowerPacket, şimdilerde evdeki mevcut elektrik hatları üzerinden 14 Mbps veri değeri sağlayan Intellon'un yüksek hız iletim hattı iletişim teknolojisi için bir marka ismidir. PowerPacket, ağ iletişim modelledinden fiziksel (PHY) ve ortam erişim (MAC) katmanlarını kapsayan komple bir çözüm sunar. Tüketicie yeni multimedya ve telefon uygulamaları sunan VoIP (Voice over IP), QoS (Quality of Service) [42] gibi gelişmiş servisleri destekler. OFMD, frekans seçici kanalda çok yüksek veri değerlerinin iletimine izin veren bir spektrum etkili modülasyon tekniğidir. Veri değerleri 100 Mbps'ın üstünde olması mümkündür [43]. PowerPacket, eşitlemesiz şiddetli çoklu-yol etkileri (harsh multi-path reflections) ile çevreye uygun hale getirilebilen karakteristikler ile çoklu taşıyıcı bir sistemdir. OFDM modülasyonu, düşük veri oranı ile modüle edilmiş bazen arataşıyıcılar (subcarriers) diye adlandırılan aslında dar band taşıyıcıların pek çoğunun eş zamanlı aktarımıdır ama toplamında çok yüksek veri değeri sağlar.

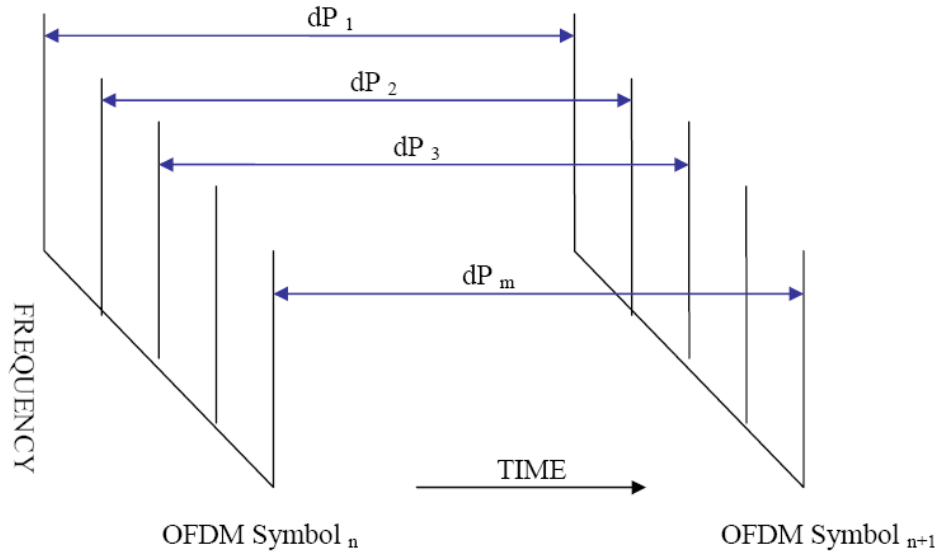
4.4.1. PowerPacket Teknolojisi

PowerPacket fiziksel katman (PHY), basit iletişim tekniği olarak OFMD'yi kullanır. Halen yaygın olarak kullanılan xDSL teknolojisidir ve IEEE'nin yüksek kablosuz LAN standardı için benimsenmiştir (802.11a). PowerPacket teknolojisi, aynı zamanda yük verisi için bitleştirilmiş Viterbi ve Reed Solomon FEC'i ve frame kontrol alanları için turbo ürün kodlaması (TPC) kullanır [43].

OFDM modülasyonunda iletilecek olan veri farklı frekanslara ayrılarak elektrik hattında akan akımın üzerine bindirilir. Veriler yaklaşık olarak 4 Mhz ile 21 Mhz arasında değişen 84 farklı frekans kanalından iletilir. İletim esnasında dış etkenlerden dolayı bir takım sorunlar çıkabilir. Kablo yakınlarında çalışan bir elektrikli alet veya yüksek miktarda güç çeken bir makinenin çalışması gibi durumlarda kablo içinde giden elektrik akımında "gürültü" olarak tabir ettiğimiz istenmeyen sinyaller oluşabilir. Böyle bir durumda iletilen bütün verilerde değil, sadece gürültü sinyalinin olduğu frekansla aynı frekansı kullanan veride sorun çıkacağı için PowerPacket teknolojisinde bunun telafisi kolaydır. Sorun çıkaran frekans yerine otomatik olarak hemen başka bir frekansa geçilerek problem çözülür.

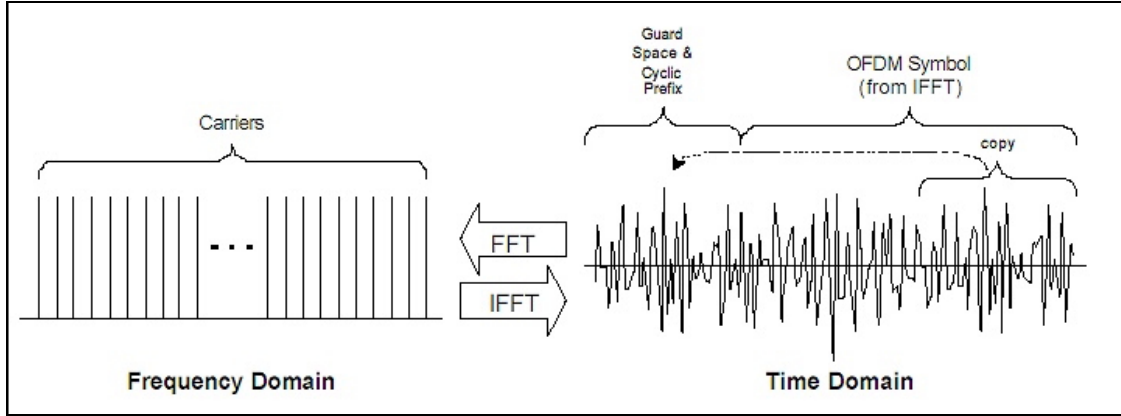
Intelogis'in eski teknolojisi ise FSK modülasyonunu kullanıyordu. FSK ile yapılan veri iletiminde iki frekans kullanılır. Frekanslardan biri "1" ler için diğeri "0" lar için ayrılmıştır. Bu yöntem ile yapılan veri iletimindeki en büyük sorun aynı anda birden fazla elektrikli makine çalıştırıldığında performansın çok fazla düşmesidir.

İletilecek olan yüksek hız veri akışı, OFMD tarafından sahip olunan her düşük bit oranıyla çeşitli paralel bit akımları olarak işlenir. Her bir bit akımı (akışı), benzer aralık bırakan taşıyıcıların bir dizisinin birini o zaman düzenler. Taşıyıcı aralığı, dikgenliği elde etmek için veri oranının tersine denk olmak için seçilir. Genellikle OFMD taşıyıcı aralığı, her taşıyıcının kanalda düz bir yanıtı denenerek öyle seçilir. PowerPacket'te eşitleme için ihtiyaç, farklı faz modülasyonu kullanarak tamamen elimine etmektir. Şekil 4.9, aynı taşıyıcıdan zamanda geçerli ve önceki sembol ile fazda fark arasındaki verinin kodlandığı yerde diferansiyel faz modülasyonunu örneklerle açıklanmaktadır.



Şekil 4.9: PowerPacket diferansiyel modülasyonu

Tipik olarak OFMD dalga biçimleri, her taşıyıcıyı modüle ettikleri bir dizi kompleks sembollerden oluşan frekans etki alanı noktalarında ki bir ters hızlı Fourier dönüşümü (Fast Fourier Transform -IFFT) kullanılarak oluşturuluyor. FFT'nin çıkışı, OFMD sinyali denilen bir zaman etki alanı sinyalidir. Şekil 4.10' da, frekans etki alanı ve zaman etki alanı arasında dönüştürme işleminin bir örneği gösterilmiştir.



Şekil 4.10: IFFT tarafından sembol Oluşumu

PowerPacket teknolojisinde MAC protokol, CSMA/CA protokolü ile taşıyıcı duyulu çoklu erişimin bir çeşididir. PowerPacket MAC protokolü, rastgele seçilen gecikmeden sonra gecikmeleri önlemek için klasik, konuşmadan önce dinle (listen before talk) stratejisi ve iletişimi kullanır [43]. Bu sanal taşıyıcı duyulu (VCS) mekanizması ve çatışma çözünürlüğü, çakışmaların çoğunu minimize etmeye yardım eder [7]. Birkaç özellik; öncelik sınıflarını desteklemek, tarafsızlığı sağlamak ve gecikme süresinin kontrolüne izin vermek için protokole yetki verir. PowerPacket oransal olduğundan verilen bir paket büyüklüğü için iletim (aktarım) zamanı değişir.

PowerPacket'in gizlilik mekanizması, ortak bir şifreleme anahtarı ağ paylaşımında bütün düğümler ile mantıksal bir ağ oluşturur. Bütün çerçevelerin şifrenmesi, 56-bit DES (data encryption standard) algoritması ile MAC katmanında yapılır. Anahtar yönetim sistemleri, bir I/O kapasitesi eksik olan düğümlere anahtarların dağıtımına izin veren özellikleri içerir.

Intellon'un PowerPacket teknolojisi, HomePlug iletim hattı Alliance standardı için belkemiği gibi hizmet verir. Geliştirilmiş OFMD kullanmak, oran uyumlu tasarımı; herhangi bir veriyi kaybetmeden iletim hattı ağı boyunca bir Ethernet sınıfı bağlantısı sağlamak için PowerPacket'e izin verir. PowerPacket'in bazı avantajları aşağıda sıralanmıştır:

- Hızlı, 14 Mbps veri değeri ile
- İletim hattında bozulmaları engelleme, ağ bağlantılarını ve hızlarını sağlama
- Yazıcı özellikleri sınırlı değildir.

- Farklı işletim sistemi ile çalışabilme
- Hat voltajı ve akım frekansından bağımsızca çalışabilme
- 56-bit DES şifrelemeyi içerir.
- Testler, eski kablo bağlantılarından dolayı sinyal bozulması olmadığını gösterir.

PowerPacket aygıtları, bilgisayar ve AC prize bağlı tüm cihazlara bir USB veya Ethernet kablo yoluyla bağlanabilir. PowerPacket, peer-to-peer mimarisini kullanır. PowerPacket 14 Mbps değerindedir ve mevcut telefon hattı ve kablosuz çözümlerden daha hızlıdır. Genişband erişim ve internet tabanlı içerik gibi kesintisiz ses ve video ile VoIP gibi alanların ihtiyacı olan hız zamanla yükselmeye devam edecektir.

5- İLETİM HATTI AĞI ÜRÜNLERİ

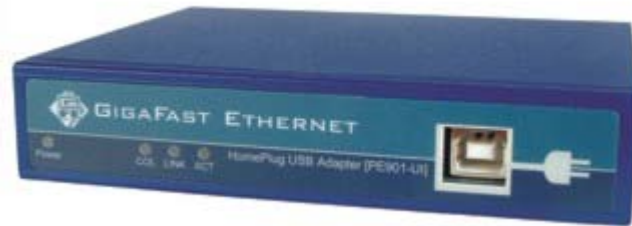
Bu bölümde, piyasada mevcut iletim hattı modüllerinin teknik açıklamaları verilmektedir. Mevcut iletim hattı modüllerinin kısa bir tanımı, SOHO (small Office home office) ve HAN (home area networking) ağ iletişimleri için çoğunlukla kullanılan ev otomasyon ürünleri için yapılmaktadır.

Bu piyasa araştırması için ana fikir, piyasada iletim hattı ağ iletişimde kullanılan farklı mevcut ürünleri karşılaştırmaktır. Piyasa araştırma aşaması, çok daha fazla ayrıntı için firmalarla irtibata geçilmesine ve farklı ürün özelliklerini karşılaştırılmasına başlanmıştır. Çoğunlukla bu bölümde kullanılan ve referans kabul edilen materyal, firmaların internet sitelerine ve bazı soruların aydınlatma konusunda farklı firmalar ile irtibata geçilerek oluşturulmasına dayanır. HomePlug sertifikalı ürünler karşılaştırma için kullanılmıştır. Başka bir seçim kriteri, ürünlerin çalışma giriş voltajı göz önünde bulundurulmuştur. İsveç'te giriş gücü voltaj 220V AC 50Hz olduğu için sadece 110V AC 60 Hz' de çalışan ürünler laboratuvar çalışmaları için dikkate alınmamıştır. Piyasada mevcut HomePlug sertifikalı iletim hattı modüller, aşağıdaki bölümlerde listelenmiştir.

5.1. GigaFast Alan Ürünleri

1997 senesinde kurulan ve Kaliforniya, Los Angeles ve Tayvan'da bulunan GigaFast Ethernet, ev-tabanlı ve orta ölçekli firmalar için ağ iletişim ürünlerinin öncü bir üreticisidir. GigaFast şirketi [44], HomePlug iletim hattı ağ iletişimi için aşağıdaki üç ürünü sağlar.

PE901-UI, GigaFast HomePlug USB adaptördür. Tak ve Çalıştır USB çipseti, herhangi Microsoft Windows tabanlı makineye kolay kurabilmesi için HomePlug USB Adaptörüne izin verir. Aygıt, basit bir priz ve USB girişi olan bir bilgisayarla kolayca kurulabilir. Hızlı bir sürücü kurulumu, HomePlug online bağlantı ile sağlanır.



Şekil 5.1: GigaFast PE901-UI HomePlug USB adaptörü

PE902-EB GigaFast HomePlug Ethernet Köprüsüdür. Ethernet köprüsünün kurulumu, bilgisayara kurulmuş 10/100Mbps Network Adaptöre ihtiyaç duyar. Bu; Mac, Windows ve Unix makinelerini içeren herhangi bir aygıt ile HomePlug Ethernet köprüsünü uyumlu yapmaktadır.



Şekil 5.2: PE902-EB GigaFast HomePlug ethernet köprüsü

PE909-01 GigaFast HomePlug USB adaptör'dür. Tak ve Çalıştır USB çipseti, herhangi Microsoft Windows tabanlı makineye kolay kurabilmesi için HomePlug USB adaptörüne izin verir. Aygıt, basit bir priz ve USB girişi olan bir bilgisayarla kolayca kurulabilir. Hızlı bir sürücü kurulumu, HomePlug online bağlantı ile sağlanmaktadır.



Şekil 5.3: PE909-UI GigaFast HomePlug USB adaptörü

PE901-UI ve PE909-UI arasındaki farklılık, USB gücü ile güçlendirilen PE909-UI'nın yeteneğinin daha iyi görünmesidir.

Güvenlik için, tüm GigaFast HomePlug aygıtları 56-bit DES şifreleme ile donatılmıştır. Özel ev şebekesine eklenen şifreleme ile HomePlug'ı diğer karşılaştırılan teknolojilerden çok daha güvenli yapar. Tüm GigaFast HomePlug ürünleri, HomePlug İletim hattı Şartname 1.0 standardı üzerine işlenir ve herhangi bir kablo eklemeyen internet, yazıcı, oyun oynama ve dosya paylaşımı için şebekelendirilen evdeki AC kablo sistemi üzerinden izin veren çoklu masaüstü ve taşınabilir bilgisayarlara 14Mbps band genişliği sağlamaktadır.

5.2. Phonex Broadband Alan Ürünleri

Phonex Broadband Şirketi [45], on iki yıldan fazla elektrik kablo bağlantısı üzerinden güvenli telefon, veri, ses ve video ileten teknolojileri tasarlamakta, üretmekte ve pazarlamaktadır. Phonex çipsetleri, dünyada halen yedi milyon noktada bulunmaktadır. Phonex Broadband ürünler, yerleşim yerlerindeki uygulama ihtiyaçlarına hitap eder. Bir modem ile telefon, yüksek hızda veri, ses, video, DSL, kablo modemler, oyun konsolları ve herhangi teknoloji, pahalı kurulumdan kaynaklanan gecikme ve yeni kablo yükü olmadan şebekelendirilebilir. Phonex, iletim hatları üzerinden ses ve veri teknolojisi ile USA piyasasında ilk olmuştur; ayrıca Phonex, Kanada, Meksika, Güney Amerika, Avrupa, Avustralya ve Asya'da da ilk olmuştur. Phonex, ilk iletim hattından 14 Mbps Ethernet-uyumlu ürününü piyasaya sürmüştür.

ReadyWire hariç, Phonex Broadband halen HomePlug iletim hattı ağı için aşağıdaki dört ürünü önermektedir.

NeverWire 14 İletim hattı ethernet köprüsü, QX-201 ve QX-202 olmak üzere iki modeli vardır. Phonex Broadband's QX-202 NeverWire 14, yeni kablo çalıştırmaksızın ethernet'in izin verdiği aygıtlar arasında sayısal sinyalleri geçirmek için mevcut ev A/C kablo bağlantısını kullanır. Bu, çoklu bilgisayarlar, paylaşılan veri dosyaları, PCler arası interaktif bilgisayar oyunları oynamak gibi ses/video grupları arasında tek bir yüksek hız internet modem paylaşımını kolaylaştırır. NeverWire 14'ün belirgin özelliklerinin birçoğu şudur; 14 Mbps maksimum bit değeri, ethernet hızları karşılaştırılabilir, ethernet arayüzü, her ağda onaltı ve üzeri noktada güçlendirme, kolay kurulabilir harici aygıt, güvenlik ve gizlilik için 56 bit DES şifreleme/şifre çözme.



Şekil 5.4: Phonex NeverWire 14 İletim hattı ethernet köprüsü

NeverWire Combo, herhangi Ethernet-enabled veya USB-ready device-bilgisayarlar, yazıcılar, routerlar, DSL modemler, kablo modemleri ve daha fazlası ağda

kullanılabilir. 14 Mbps maksimum değer (Ethernet mod), gizliliği sağlamak için 56-bit şifreleme/şifre çözme güvenliği, dünya çapında işlem için uluslararası güç kaynağı tasarımı, IEEE 802.3 RJ-45 Ethernet jack, USB 1.1 Series B jack, HomePlug 1.0 Compliant gibi bazı belirgin özellikler içerir.



Şekil 5.5: Phonex NeverWire Combo

Kablosuz Modem Jack'i PX-441 ve PX-442 olmak üzere iki modelden oluşur ve bilgisayar modemleri, internet cihazları, faks makineleri ve diğer veri amaçlı aygıtları telefon hattına bağlamak için kullanılan telefon prizini herhangi bir elektrik çıkışına dönüştürmek için kullanılır Şekil 26. Diğer belirgin ayrıntılar; MDU uygunluk, tamamen geri alınabilme ve yeniden kullanılabilme, maksimum gizlilik için 65.000 güvenlik kodunu içerir.



Şekil 5.6: Phonex kablosuz modemler

NeverWire USB herhangi bir ağ ana sistem denetleyici USB aygıt-bilgisayarlar, oyun konsolları ve daha fazlası için kullanılabilir. Özellikler; 12 Mbps maksimum değer, gizlilik sağlamak için 56-bit DES şifreleme/şifre çözme güvenliği, dünya çapında işlem

için evrensel güç kaynağı tasarımı, USB 1.1 Series B Jack, HomePlug 1.0 Compliant' ı içerir.



Şekil 5.7: Phonex NeverWire USB

5.3. Siemens Alan Ürünleri

Bir Siemens firması (Efficient Networks Inc. [46]), SpeedStream marka adı altında iletim hattı ürünlerinin bir alanını sağlar. Siemens halen iletim hattı ağı için aşağıdaki beş ürünü önermektedir.

- SpeedStream iletim hattı kablosuz DSL/Kablo Router
- SpeedStream iletim hattı DSL/Kablo Router
- SpeedStream iletim hattı 802.11b kablosuz erişim noktası
- SpeedStream iletim hattı USB adaptör
- SpeedStream iletim hattı ethernet adaptörü

Fakat, yukarıda adı geçen ürünler, işlem için 120V AC 60 Hz güç döngüsüne ihtiyaç duyduğu teknik tanımlama veri sayfalarından anlaşılmıştır. Bu da, 220V AC 50Hz ortamında güç kullanılabilirlik özelliğini yerine getirebilmesi için bu ürünler uygun değildir.

5.4. Linksys Alan Ürünleri

1988 yılında kurulan ve bugün Cisco'nun bir birimi olarak çalışmalarını sürdüren Linksys Inc. [47], ev ve küçük ofisi kullanıcılarına sunduğu VoIP, kablosuz ve ethernet internet çözümleri ile pazarın lider markasıdır. Linksys, yaratıcı ve ödüllü pek çok ürünü ile ağ teknolojilerini müşterilerine kolay kullanım ve düşük maliyet ile sunar. Müşterilerine 7 gün 24 saat kesintisiz ve üstün destek sağlar. Kablolu ve kablosuz ev ve

küçük ofis ağlarında uzmanlaşan, bu alanda pazarın en çok tercih edilen ürünlerini sunar. Linksys, aşağıdaki iletim hattı ağı ailesinden iki ürünü önermektedir

- Instant iletim hattı USB adaptörü (PLUSB10)
- Instant İletim hattı etherfast 10/100 köprü (PLEBR10)

Linksys Teknik Servisi, “Sadece Linksys iletim hattı ürünleri 110V ile çalışır ve US’nin dışındaki ülkelerde halen kullanılabilir değildir. ” demiştir. Bu, 220V AC 50 Hz ortamında uygulama çalışmaları için ürünleri elverişsiz yapmaktadır.

5.5. NETGEAR Alan Ürünleri

NetGear firması 1996 yılında Bay Networks grubu bünyesinde küçük ve orta boy işletmelerin ağ ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulmuştur. Ürün portföyü; switchler, kablosuz ağ ürünleri, router’lar, ağ güvenlik ürünleri ve ağ adaptörlerinden oluşmaktadır. NetGear [48]; birçok PC ve diğer internete bağlı aygıtlar arasında genişband internet erişimi, ağ ofis çevreleri ve multimedya eğlencelerini paylaşmak için evde ve işte bulunan kullanıcılara izin veren ürünleri tasarlayıp ve geliştirmektedir. NetGear, iletim hattı networking ailesinden aşağıdaki iki ürünü üretmektedir

- İletim hattı ethernet adaptörü (XE602)
- İletim hattı USB adaptörü (XA601)

Yukarıda bahsedilen iki ürün için verilen değer 85 ila 135v @ 60 Hz dahili güç girişidir. Bu, 220V AC 50 Hz ortamında güç kullanılabilirliği yerine getirebilmesi için ürünler uygun değildir.

5.6. Asoka Ürünleri

Asoka şirketi [49], iletim hattı ev ağı ve oyun ürünlerinde uzmanlaştığından uluslararası bir üreticidir. Yirmi yıldan fazla bilgisayar ve oyun ürünleri tasarlamakta, geliştirmekte ve üretmektedir. Asoka, en iyi şekilde destek ve servis dağıtma gibi kaliteli ve maliyeti düşük ev ağı ve oyun ürünlerini sağlama üzerine odaklanmıştır.

Asoka iletim hattı ağı senaryosu için altı ürün önermektedir. Aşağıdaki dört ürün, giriş gücü 110V AC olan giriş gücüne ihtiyaç duyar ve bunun için dikkate alınmamıştır.

- PlugLink™ USB duvara monte PL9720-USB
- PlugLink™ ethernet duvara monte PL9620-ETH

- PlugLink™ ethernet köprüsü PL9610 ETH
- PlugLink™ USB adaptörü PL9710 USB

Asoka tarafından önerilen aşağıdaki iki ürün, 8V DC @1.2A giriş voltajına ihtiyaç duyar ve bu nedenle aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

PlugLink PL Kablosuz Erişim Noktası - PL9510-WAP, İletim hattı ağını uzatmak için kablosuz ağa izin verir Şekil 28. Mevcut iletim hattı ağı, evde veya ofis alanında kablosuz ağ ile 100 fitten 3300 fite çıkartılarak genişletilebilir. Asoka PlugLink PL Kablosuz Erişim Noktası kablosuz ağa erişimi sağlamak için ek yeterlik ile bir ev ya da ofisin mevcut kablo bağlantısı boyunca basit bir ağ oluşturmak için pratik bir yöntem önerir. Herhangi hazır iletim hattı ağ için all-in-one kablosuz ağ çözümü, IEEE 802.11b Standart ile tamamen uyumlu, kablosuz ağ bağlantısında 11 Mbps ve iletim hattı bağlantıda 14 Mbps kadar destekleme, güvenli bir kablosuz ağ bağlantısına yerleşik 128-bit WEP şifreleme sağlama, yerleşik 56-bit DES şifreleme iletim hattı ağ bağlantısına güvenlik sağlama, kolay kurulum gibi belirgin özellikler içerir.



Şekil 5.8 Asoka PlugLink kablosuz erişim noktası

PlugLink™ PL Cable/DSL Router - PL9510 –BBR ; ev yerel alan ağında, iletim hattı ağı ve 4-portlu switch'in bir kombinasyonu olan router bir internet ağ geçidi gibi rol oynar. PlugLink™ PL Cable/DSL Router - PL9510 –BBR, dışarıdan istenmeyen davetsiz misafirler karşısında internet güvenlik duvarı olarak hizmet etmesi ve dahili kullanıcıların internete erişimi için konfigüre edilebilir. PlugLink™ PL Cable/DSL Router - PL9510 –BBR, evler ve küçük ofisler için kapsamlı bir ağ çözümü sağlayan özelliklerin birçoğunu sunar. Ofisler için, PL Cable/DSL Router güvenlik duvarı, NAT (network address translation), DHCP sunucu ve IPSEC VPN pass-thru gibi ofiste

güvenle çalışmaya izin veren özellikler sunar. PL Cable/DSL Router evler için, özellikle çocuklar için, uygun olmayan içerikten dolayı bloklanmış web siteleri için ailelere özel seçenek sunar. Bir iletim hattı omurgası ve bir genişband modeme bağlantı, tüm ağ üzerinden internete erişim için sadece bir IP adresi kullanma, dışarıdan istenmeyen davetsiz misafirlerden PC'leri korumak için NAT ile bir güvenlik duvarı sağlama, web tarayıcı sayesinde kolay kurulum, ağ için DHCP server gibi davranabilme gibi anahtar özellikler içerir.



Şekil 5.9: Asoka PlugLink PL Cable/DSL Router

5.7. IOGEAR Alan Ürünleri

IOGEAR [50], KVM (Keyboard, Video, Mouse), FireWire, USB (Universal Serial Bus) 1.1/2.0, Bluetooth ve HomePlug çözümler sağlayan, ev kullanıcılarını, mobil kullanıcılarını ve küçük-orta ölçekli işletmeleri hedefleyen lider bir bağlantı ve çevresel üreticidir. IOGEAR, HomePlug ağlar için iki ürünü önermektedir.

HomePlug Ethernet Köprüsü (GHPB01), HomePlug 1.0 için uyumludur ve 14 Mbps'a kadar bandgenişliği sağlar ve parazit karışma olayı çok daha azdır. Bu ünitenin kuruluma sadece bilgisayara kurulmuş olan bir 10/100Base-T network adaptöre ihtiyaç duyar. 110VAC işletim giriş voltajı yapılacak testler için uygun değildir.

HomePlug USB Adaptörü (GHPU01) HomePlug 1.0 için uyumludur ve parazite karşı son derece dirençli olurken 12 Mbps'a kadar bandgenişliği sağlar Şekil 30. İletim hatları boyunca 300 metre'ye kadar mesafe, diğer RF kaynaklarından parazit (karışma) riskinin düşük olması, 56-bit DES şifreleme ile veri güvenliğini garantiye

alma gibi özellikler içerir. Bu model için işletim voltaj girişi 110V~220V olduğundan testler için uygundur.



Şekil 5.10: IOGEAR HomePlug USB adaptörü

5.8. ST&T Alan Ürünleri

ST&T Electric Corp. [51] 1990'da kurulmuş, Tayvan'da Yung-Kang Endüstriyel sitelerde bulunmaktadır. ST&T, iki ayrı firma adı altında faaliyet göstermektedir. ST&T Electric Corp. ve ST&T Biotech Inc. ST&T, iPower Point ticari marka ile iletim hattı ürünleri dağıtır. İletim hattı Networking için aşağıdaki üç ürünü önerir.

İletim Hattı Ethernet Köprüsü (M51 and M52 modelleri) iletim hattı ağı herhangi bir Ethernet aygıtını köprülemek için kullanılabilir, Şekil 5.11. İletim hattı Switch/Bridge Adaptör; PC'leri, router'ları, DSL kablo modemler ve routerlar gibi Internet Gateway'i ve diğer Ethernet-yetkili ürünler ile birlikte evde mevcut iletim hatları üzerinden hızlıca bağlamak için kullanıcılara imkan tanır. Anahtar yönetimi ile 56 bit veri şifreleme, 10BaseT Ethernet için destek, iletim hattı üzerinden 14 Mbps'a kadar veri değeri ve 100~240 VAC, 50/60 Hz giriş güç voltajı gibi önemli özellikler içerir.



Şekil 5.11: ST&T İletim hattı ethernet köprüsü M51

İletim Hattı USB Adaptörü (U21, U22 ve U23 modelleri), PC'ler, routerlar, DSL kablo modemler ve routerlar gibi Internet Gateway'i ve diğer USB-yetkili aygıtlarla birlikte evde mevcut iletim hatları üzerinden hızlıca bağlamak için kullanıcılara imkan tanır. USB Adaptör, USB donanımlı notebook veya masaüstü PC'lere takılır ve doğrudan prize takılır. Anahtar yönetimi ile 56 bit veri şifreleme, 10BaseT Ethernet için destek verme, iletim hattı üzerinden 14 Mbps'a kadar veri değeri ve 100~240 VAC, 50/60 Hz giriş güç voltajı gibi önemli özellikler içerir.



Şekil 5.12: ST&T İletim hattı USB Adaptör U21



Şekil 5.13: ST&T İletim hattı USB adaptörü U22



Şekil 5.14: ST&T İletim hattı USB adaptörü U23

İletim Hattı PCI Adaptörü P11, aynı zamanda iletim hattı NIC adaptörü diye de adlandırılan, veri iletişimleri için yeni ve yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. İletim hattı teknolojisini kullanarak iletim hattı home network, ek yeri olmaksızın genişband internet paylaşımı için çoklu PC'lere ve çevresel cihazlara izin verir. İletim hattı NIC Adaptör'ün yüksek bit değeri; geçerli her iki dial-up modem hızlarında paylaşılmış internet erişimine izin verir ve bunlar, bir HomePlug sertifikalı iletim hattı network adaptör ile genişband kablo modem, xDSL ve satellite modemleri tarafından önerilir. Anahtar yönetimi ile 56 bit veri şifreleme, 10BaseT Ethernet için destek verme, iletim hattı üzerinden 14 Mbps'a kadar veri değeri ve 100 240 VAC, 50/60 Hz giriş güç voltajı gibi önemli özellikler içerir.



Şekil 5.15: ST&T İletim hattı PCI Adapter P11

5.9. Telkonet Alan Ürünleri

Maryland, USA'de bulunan firma Telkonet Inc. [52], ticari iletim hattı iletişimler endüstrisi için aşağıdaki iki ürünü önerir.

“Plug Plus Internet” Gateway, tek portta mevcut bir ağdan veri kabul eden ve ikinci yoldan veriyi dağıtan modüler kendi kendine yeten ünedir. Ağ geçidinin birçok ortak konfigürasyonu, tek bölümde 10Base T Ethernet ve diğeride power line carrier (PLC)’dir. Gateway’in akıllı omurgası, Linux altında özel uygulamaların bir serisini çalıştıran hızlı bir haberleşme işlemcisidir.

Gateway tarafından oluşturulmuş PLC sinyali, Gateway’in kendisinin güç kablosu yoluyla alçak voltaj kablo bağlantısına doğrudan birleştirilebilir. Ayrıca, PLC sinyali pahalı olmayan yüksek frekans kablo yoluyla uzak bir enjeksiyon(zerk) noktasına gönderilebilir.

Ağ geçidi, “Plug Plus Internet” Modemleri ile ağı en iyi şekilde kullanır ve ticari pazar için ölçeklenebilir, sağlam çözüm sunar.

“Plug Plus Internet” Modem, standart bir 110V priz ve Ethernet RJ-45 konektörü ile kendi kendine yeten küçük bir birimdir. Birleşmede ağ geçidi ile bu akıllı modem, müşteriler tarafından istenen geliştirilmiş haberleşme ve yönetim fonksiyonları sağlar.

5.10. Corinex Global Alan Ürünleri

1989 yılında kurulan ve Vancouver, Kanada merkezli Corinex Global Şirketi [53], erişilebilirliğin yaygınlaşması ve yüksek hız veri, ses, video ve ses sinyallerinin dağıtımı için yenilikçi bağlantı ürünlerinin geliştiricisi ve üreticisidir.

Corinex, iletim hattı networking için aşağıdaki üç ürünü önerir ve yakın gelecekte dağıtılacak olası çok değişik ürünlere sahiptir.

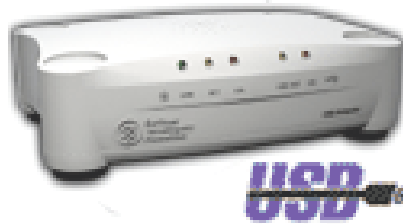
Corinex Akıllı PowerNet™ Ethernet Adaptörü bina içi çözüm için 200 m’ye kadar olan mesafelerde 14 Mbps veri değerine izin veren sayısal iletim (elektrik) hat teknolojisini kullanır Şekil 36. Çoklu-protokol haberleşme (TCP/IP, NetBEUI, IPX/SPX), 56 Bit DES link şifreleme ile güvenli haberleşme için anahtar yönetimi, OFMD ile gürültülü ortam koşullarında yüksek veri güvenilirliği için entelektüel sinyal işleme teknikleri, QoS (Quality of Service), Ethernet paketlerinin güvenli dağıtımı için cevabı tekrarlama, bir elektrik hat bağlantısı boyunca elektrik hat ortamına PowerNet PCI Kart’ının fiziksel bağlantısı gibi teknik özellikleri vardır. İşletim giriş güç aralığı

110V~220V AC'dir. Intelligent PowerNet Kit, birçok işletim sistemi için sürücülerıyla birlikte gelir (Win9x/NT/2000/XP, Linux, OS2, Unix).



Şekil 5.16: Corinex akıllı PowerNet ethernet adaptörü

Corinex Akıllı PowerNet USB Adaptörü bina içi çözüm için 200m'ye kadar olan mesafelerde 14 Mbps veri değerine izin veren sayısal iletim (elektrik) hat teknolojisini kullanmaktadır. Çoklu-protokol haberleşme (TCP/IP, NetBEUI, IPX/SPX), 56 Bit DES link şifreleme ile güvenli haberleşme için anahtar yönetimi, OFMD ile gürültülü ortam koşullarında yüksek veri güvenirliliği için entelektüel sinyal işleme teknikleri, QoS (Quality of Service), Ethernet paketlerinin güvenli dağıtımı için cevabı tekrarlama, bir elektrik hat bağlantısı boyunca elektrik hat ortamına PowerNet PCI Kart'ının fiziksel bağlantısı gibi teknik özellikleri vardır. İşletim giriş güç aralığı 110V/220V AC'dir. Intelligent PowerNet Kit, birçok işletim sistemi için sürücülerıyla birlikte gelmektedir (Win9x/NT/2000/XP, Linux, OS2, Unix).



Şekil 5.17: Corinex akıllı PowerNet USB Adaptörü

Corinex Akıllı PowerNet PCI Card bina içi çözüm için 200m'ye kadar olan mesafelerde 14 Mbps veri değerine izin veren sayısal iletim hattı teknolojisini kullanmaktadır. Çoklu-protokol haberleşme (TCP/IP, NetBEUI, IPX/SPX), 56 Bit DES link şifreleme ile güvenli haberleşme için anahtar yönetimi, OFMD ile gürültülü ortam koşullarında yüksek veri güvenirliliği için entelektüel sinyal işleme teknikleri, QoS

(Quality of Service), Ethernet paketlerinin güvenli dağıtımı için cevabı tekrarlama, bir elektrik hat bağlantısı boyunca elektrik hat ortamına PowerNet PCI Kart'ının fiziksel bağlantısı gibi teknik özellikleri vardır. İşletim giriş gücü aralığı 110V~220V AC'dir. Intelligent PowerNet Kit, birçok işletim sistemi için sürücüleriyle birlikte gelir (Win9x/NT/2000/XP, Linux, OS2, Unix).



Şekil 5.18: Corinex akıllıPowerNet PCI kart

5.11. Ürün Karşılaştırma Kartı

Yukarıda özellikleri belirtilen firmalarıyla birlikte verilen ürünlerin fiziksel ve teknik özelliklerinin bir karşılaştırması aşağıdaki Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Ürün karşılaştırma kartı

Üretici	Ürün İsmi	Kaynak Güç	LED	Port	Nodes per network	Perakende Fiyatı US\$
Phonex	QX-201	220VAC	5	1 ETH	16	99.99
Broadband	NeverWire 14					
	QX-202	220VAC	5	1 ETH	16	189.99 (çift paket)
	NeverWire 14					
	Combo		3	1 USB	16	N/A
	NeverWire		2	1 USB	16	N/A
GigaFast	Combo			1 ETH		
	PE902-EB	Dahili Güç Adaptörü	4	1 ETH	Hiç	87.95
	PE901-U1	Dahili Güç Adaptörü	4	1 USB	N/A	82.05

Asoka	PL9920-BBR	8VDC	14	1	16	139.99
	PlugLink PL			10BaseT		
	Cable/DSL			4 10/100		
	Router					
ST&T	M53	100~240	4	1 ETH	12	N/A
	İletim hattı	VAC				
	Ethernet					
	Bridge					
	U23 İletim hattı	100~240	3	1 USB	12	N/A
	USB Adaptör	VAC				
Corinex	Intelligent	110/220	5	1 ETH	5	N/A
Global	PowerNet	VAC				
	Ethernet					
	Adaptör					
	Intelligen	110/220V	5	1 USB	5	N/A
	Powernet	VAC				
	Ethernet					
	Adaptör					

6- İLETİM HATTI NETWORK TESTLERLE GÖSTERİMİ

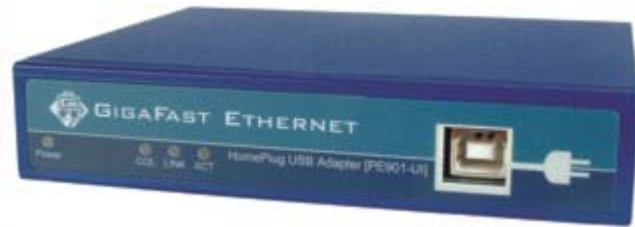
Bu bölüm, iletim hattı ağı kavramını göstermek için uygulanan farklı testlerin değerlendirmelerini ve sonuçlarını içerir. Testler, İsveç'te KTH/IT Üniversitesi Mikroelektronik ve Bilgi Teknolojisi Bölümü Telekomünikasyon Sistemleri laboratuvarında (TS Lab) ve ayrıca normal bir evde mevcut elektrik hatlarını kullanarak yapılmıştır.

6.1. Testte Kullanılan Modüller/Ürünler

Bu bölüm, testler (denemeler) için kullanılabilir olan HomePlug sertifikalı iletim hattı modüllerinin belirgin özelliklerini listeler. Bu modüller, deneme ve gösterim amacı için imalatçı firmalar tarafından tedarik edilmiştir.

6.1.1. GigaFast HomePlug modülleri

PE901-U1 GigaFast HomePlug USB Adaptör'dür. Plug and Play USB Chipset, herhangi bir Microsoft Windows tabanlı makineye kolayca kurulması için HomePlug USB Adaptör'e izin verir. Aygıt, duvar çıkışındaki basit bir güç prizi ve bilgisayardaki USB girişi ile kolayca kurulabilir.



Şekil 6.1: GigaFast PE901-U1 HomePlug USB Adaptör

PE902-EB GigaFast HomePlug köprüdür. Ethernet köprünün kurulumu, bilgisayara kurulu bir 10/100Mbps ağ adaptörüne ihtiyaç duyar. Bu; Mac, Windows ve Unix makinelerini içeren herhangi bir aygıt ile HomePlug Ethernet köprüyü uyumlu yapmaktadır.



Şekil 6.2: PE902-EB GigaFast HomePlug ethernet köprü

6.1.2. Phonex Genişband HomePlug Modülü

NeverWire 14 İletim hattı ethernet köprü; QX-201 ve QX-202 olmak üzere iki modeli içerir. QX-201 modeli, Phonex Broadband tarafından sağlandı. Phonex Broadband'ın NeverWire 14, yeni kablo çalışmaksızın Ethernet etkinli aygıtlar arasında sayısal sinyalleri geçirmek için mevcut evdeki A/C kablo bağlantısını kullanır. Bu, çoklu bilgisayarlar arasında tek bir yüksek-hız Internet modem paylaşımını, veri dosya paylaşımını, PC'ler arası interaktif bilgisayar oyunları oynama gibi ses/video akışını kolaylaştırır. 14 Mbps maksimum bit değeri, Ethernet ara yüzü, her ağ en çok 16 düğümü destekleme, alıcı kurabilir harici aygıt, 56 bit DES şifreleme/şifre çözme butonu ile güvenlik ve gizliliği garantiye alma, Phonex firmasına özel protokol ile yükseltmeleri kolaylaştırma, servis tanılaması, MAC uyumluluğu (yazılıma ihtiyaç duymaz), HUB/PC anahtarlama kablo modemlere veya PC'lere doğrudan bağlantı için NeverWire 14'e izin verme gibi NeverWire 14'ün bazı önemli özellikleri vardır.

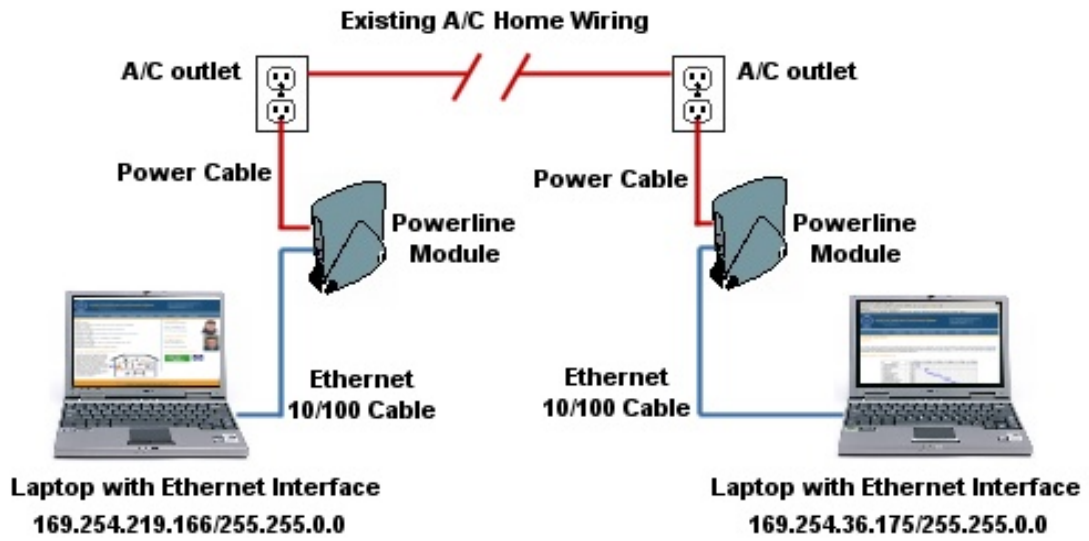


Şekil 6.3: Phonex NeverWire 14 iletim hattı ethernet köprüsü

Testlerde kullanılması için uygun modüllerin toplam sayısı dördüttür. NeverWire 14 (QX-201)'ün iki ünitesi, GigaFast HomePlug Ethernet Bridge (PE902-EB)'nin bir ünitesi ve GigaFast HomePlug USB Adaptör (PE901-UI)'in bir ünitesi kullanılmıştır.

6.2. Aynı Firmanın 2 Modülünü Kullanarak Ağ Sistemi Oluşturma

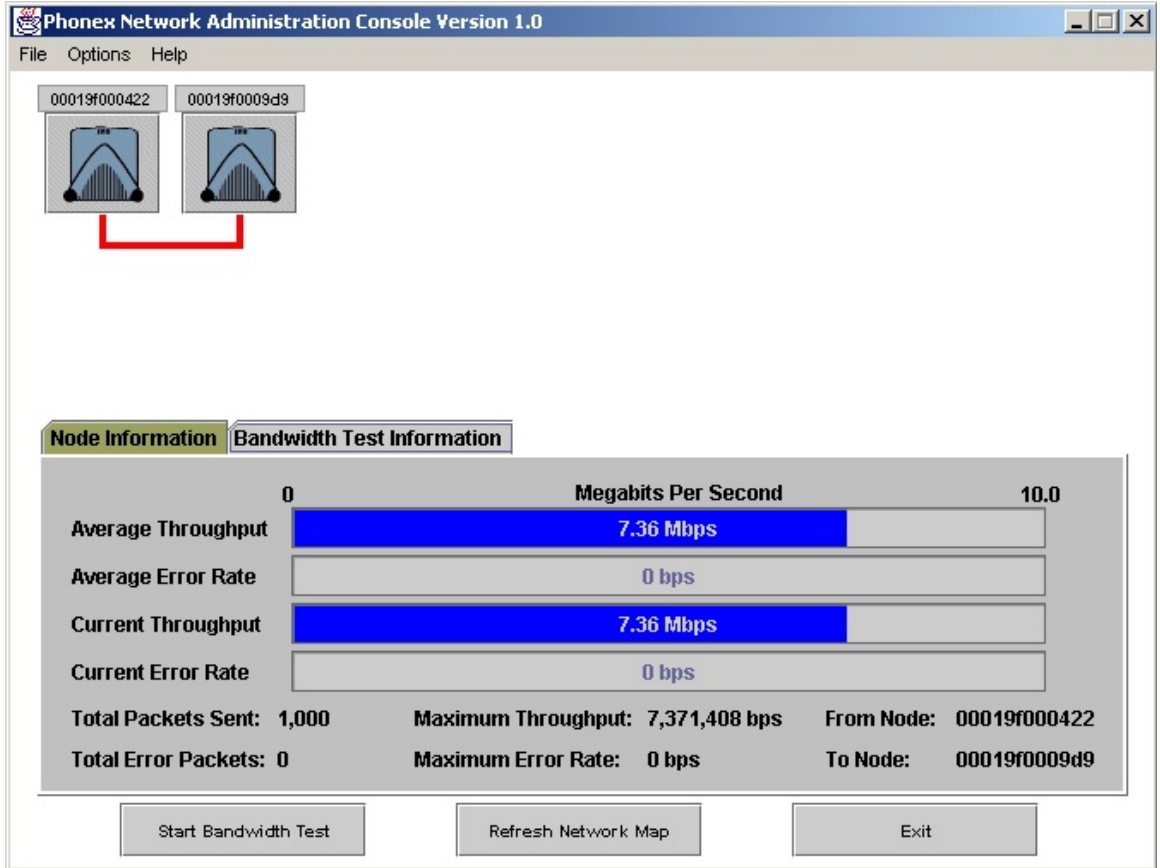
NeverWire 14 modül çifti bu bölüm için kullanılmıştır. Modülleri yüklemek için özel bir yazılım istememesine rağmen, tanınımın tanımı için, “Phonex Broadband Console software” denilen özel bir yardımcı program yazılımı ve aynı zamanda “Phonex Network Administration Console (NAC)” olarak adlandırılan yazılımlar, Phonex web sitesindeki [54] listesinden ücretsiz indirilerek kullanılmıştır.



Şekil 6.4: NeverWire14 modülü kullanarak iletim hattı ağı kurulması

Şekil 6.4, dizüstü bilgisayarın Ethernet 10/100 arayüzü ile A/C güç çıkışına bağlanan çift NeverWire14 modüllerini içeren test ağının yapısını gösterir. A/C çıkışları arası ortalama mesafe yaklaşık 3 metredir. Her iki dizüstü bilgisayarda çalışan işletim sistemi Microsoft Windows 2000 Professional'dır. Dizüstü bilgisayarın Ethernet arayüzünün her biri otomatik bir IP adresini sağlamak için ayarlanmıştır. İletim hattı modülleri dizüstü bilgisayarlara takıldığında, OS tarafından otomatik olarak dizüstü bilgisayarlara IP adresleri; 169.254.219.166, alt ağ maskesi 255.255.0.0 ve 169.254.36.175, alt ağ maskesi 255.255.0.0 olarak atanmıştır. Bu test, Stockholm'de bir evde çalışan 100W'lık iki lamba, bir buzdolabı ve dizüstü bilgisayarlar ile yapılmıştır. Performans varyasyonu, elektrikli fırın ve televizyon giriş yükü ilavesi ile göz ardı edilebilir. Toplam 1.41 Gb'lık (729 Mb + 718 Mb) iki dosya, herhangi bir ilave dosya

aktarım uygulaması olmadan doğrudan Windows ağ iletişim bağlantısını kullanan 10 Mbps hızla aktarılmıştır. Aktarım için geçen zaman 38 dakika olarak kaydedilmiştir. İşletim sistemi haricinde, dosya transfer zamanında dizüstü bilgisayarlarda çalışan başka büyük uygulama bulunmamaktadır. Şekil 6.5’de Phonex ağ yönetim konsolü yardımcı programı görülmektedir.



Şekil 6.5: Phonex genişband ağ yönetim konsolü

Şekil 6.5’de bandgenişlik testi, düğümler arası ilerleme halinde bir dosya aktarımı ile uygulandı. Yardımcı program ile rapor edilen parametreler:

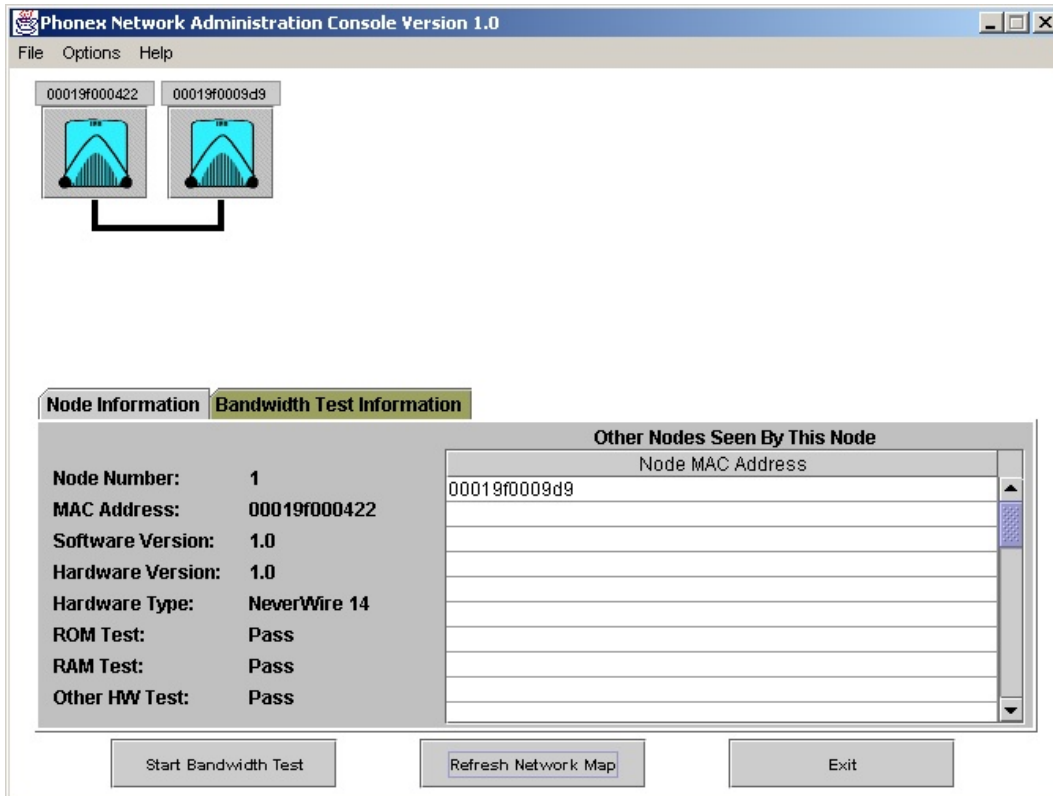
Average Throughput (Ortalama Veri Çıktısı): 7.36 Mbps

Average Error Rate (Ortalama Hata Değeri): 0bps

Total Packets Sent (Gönderilen toplam paket): 1000 (bu parametre ayarlanabilir; Paket Büyüklüğü: Her biri 1518 byte)

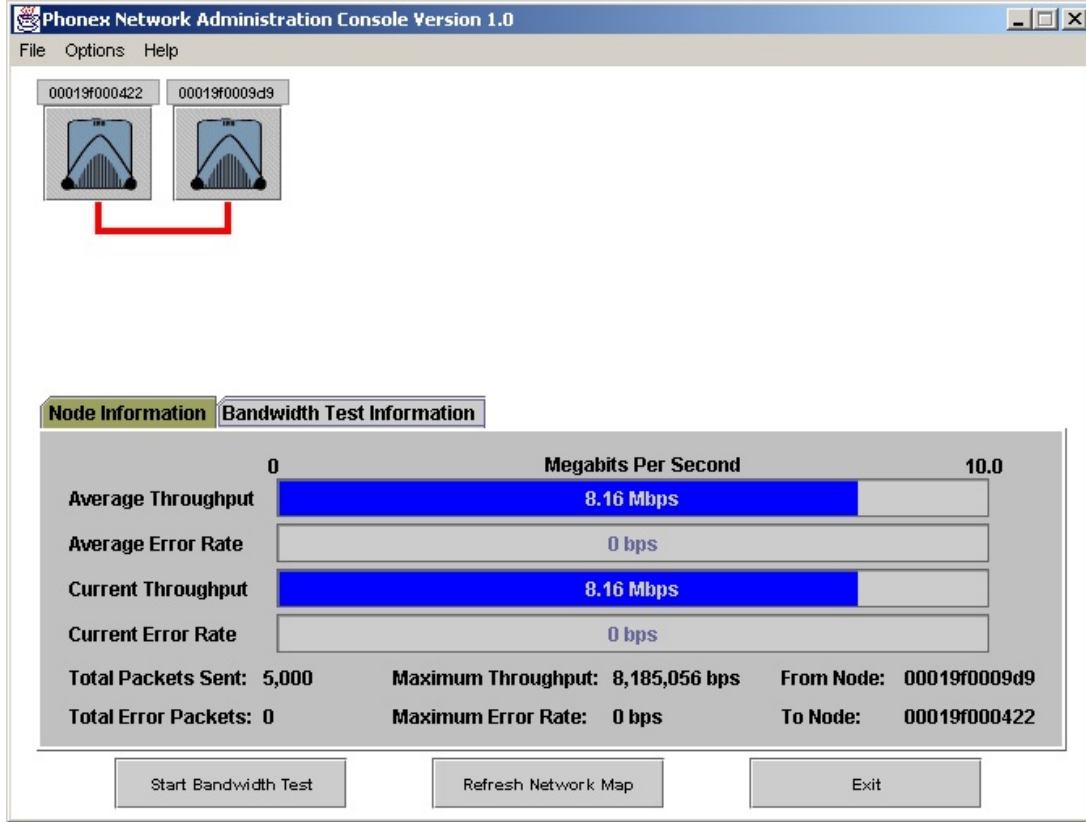
Maximum Throughput (Maksimum Veri Çıktısı): 7.37 Mbps

Phonex NAC, NAC'i çalıştıran dizüstü bilgisayarda bir ağ geçidi yapılandırmasına ihtiyaç duydu. Ağ geçidi, konsolu çalıştıran sistemin IP adresidir. NAC aynı zamanda, yardımcı program tarafından belirlenen Düğüm (Nodes)'ler hakkında faydalı bilgiler verir. Şekil 6.6'da düğüm (node) bilgisi ekranı görülmektedir



Şekil 6.6: Phonex NAC düğüm bilgisi

Düğümler (Nodes) arası işlemde dosya transferi olmadan test yeniden yapıldığında ortalama veri çıktısı (Average Throughput) artış göstermektedir. Test için gönderilen paketlerin sayısı 1000'den 5000'e çıkarılmıştır.



Şekil 6.7: Düğümler arasında dosya transferi olmadan Phonex NAC

Testin sonuçları:

Average Throughput (Ortalama Veri Çıktısı): 8.16 Mbps

Average Error Rate (Ortalama Hata Değeri): 0 bps

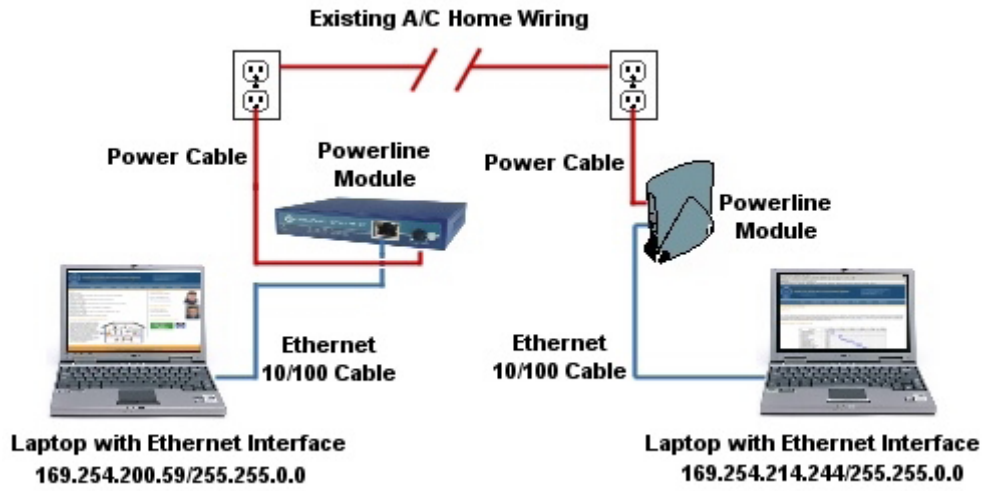
Total Packets Sent (Gönderilen toplam paket): 5000 (Paket büyüklüğü: Her biri 1518 byte)

Maximum Throughput (Maksimum Veri Çıktısı): 8.18 Mbps

NeverWire 14 modülleri kullanılarak yapılan testlerde, sonuçlar incelendiğinde çıktıların birbirinden farklı olduğu görülmektedir.

6.3. Farklı Firmalardan 2 Modül Kullanarak Ağ Sistemi Oluşturma

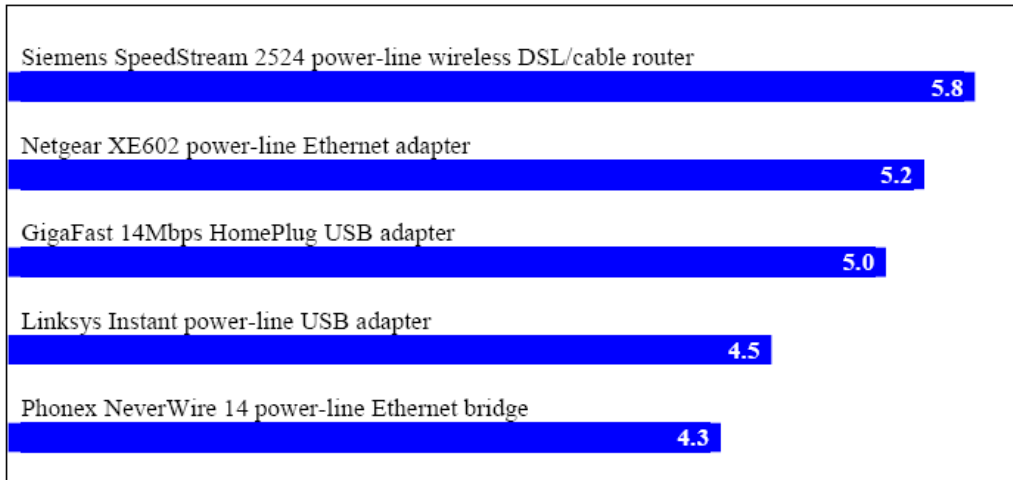
Bu bölümde bir QX-201 ve bir PE902-EB kullanılmıştır. Phonex Broadband'ın tanılama yardımcı programı (yazılımı), GigaFast PE902-EB modülünü tespit edememiştir. Bunun için GigaFast şöyle bir görüş belirtmiştir: “PE909-UI, tanı yardımcı programına (yazılımına) sahip değildir. PE902-EBx’de (Ethernet Bridge ikinci nesil) bu yeteneğe sahip değildir. PE903-EB, Ethernet Bridge,MAC HomePlug’ın uyumlu sürümüdür. Henüz bu özelliği taşıyor ama yardımcı programa çok yakında sahip olacaktır. Henüz, ETA’ya sahip değiliz. Ayrıca, gelecekte, her iki mevcut Ethernet Bridge’lere (PE902-EBx ve PE903-EB) sahip olacağız, PE902-EBx durdurulmayacak, çünkü düzenli ev kullanıcıları için bu ürün yeterli desteği veriyor. (PE903-EB daha gelişmiştir.) ”



Şekil 6.8: GigaFast ve Phonex modüllerini kullanan İletim hattı ağ kurulumu

Şekil 6.8, GigaFast Ethernet köprüsü ile şebekelendirilmiş NeverWire 14 modüllerini içeren test yapısını gösterir. Her iki modül, A-C prize ve dizüstü bilgisayarın Ethernet 10/100 arayüzüne bağlanır. A-C çıkış yerleri (duvar içinde gizlenmiş) arasında ortalama mesafe, yaklaşık 3 ila 4 metredir. İki üretici, uzatma kablolarını kullanmamayı ve modülleri doğrudan A/C çıkış yerine takmayı önerir. Yazar, her iki sonlandırmada uzatma kablosu kullanmıştır. Her iki dizüstü bilgisayarlarda çalışan işletim sistemi, Microsoft Windows 2000 Professional'dır. Dizüstü bilgisayarın Ethernet arayüzünün her

biri otomatik olarak bir IP adresi sağlamak için ayarlanmıştır. GigaFast modülü, bir yardımcı program yazılım kurulumuna ihtiyaç duyar. İletim hattı modülleri dizüstü bilgisayarlara takıldığı zaman, OS tarafından otomatik olarak dizüstü bilgisayarlara IP adresleri; 169.254.214.244, alt ağ maskesi 255.255.0.0 (Phonex) ve 169.254.200.59, alt ağ maskesi 255.255.0.0 (GigaFast) olarak atanmıştır. Bu test, bir SOHO (small Office/home office) uygulaması için ortalama güç yük denkliği ile İsveç, Kista, TS Laboratuvar'ında yapılmıştır. Üç bilgisayarın ilave yük girişi için performans varyasyonu ihmal edilebilir. Herhangi ek dosya transfer uygulaması olmaksızın doğrudan windows ağ iletişim bağlantısını kullanarak @10 Mbps hızla transfer edilmiştir. Transfer için geçen zaman 20 dakika olarak kayıt edilmiştir. İşletim sistemi sayılmazsa, dosya aktarım zamanında dizüstü bilgisayarlarda çalışan başka büyük uygulama yoktur. Phonex NAC, GigaFast modülünü belirlemek için uygun değildir, bu yüzden çıktı/veri ve diğer parametreler Phonex NAC kullanarak tanımlanamamıştır. Aşağıdaki Şekil 6.9, bazı iletim hattı ağ ürünlerinin veri çıktısının sonuçlarını göstermektedir [55].



Şekil 6.9 – İletim hattı veri çıktısı testleri (Mbps)

IEEE 802.11b ve HomePlug 1.0 'ın çalışma alanı performans karşılaştırması [56]'de sunulur. Tam sonuçlar, güvenilir bağlantı servisi ve çıktı/veri performansı için kablosuz ağı daha iyi yapan iletim hattı ağını vermektedir. Aşağıdaki Tablo 6.1, [45]'de bulunan bulguları belirtmektedir.

Tablo 6.1: IEEE 802.11b ve HomePlug 1.0'ın çalışma alan testi performans sonuçları						
Verici	Alıcı	Tx – Rx	802.11b	T'put	İletim hattı	T'put
Konumu	Konumu	Mesafesi	(Mbps)		(Mbps)	
			WSFTP	TTCP	WSFTP	TTCP
Dizüstü	Dizüstü	2 ft	3.2	4.9	4.2	5.2
Bilgisayar-1	Bilgisayar-2					
Çalışma Odası	Yemek Odası	23	3.6	4.7	4.5	5.3
Ev Ofis	Mutfak	~35	2.5	4.1	4.0	4.5
Mutfak	Ev Ofis	~35	2.4	1.6	3.1	3.1
Yatak Odası C	Ev Ofis	~70	Bağlantı Yok	Bağlantı Yok	1.9	1.8
Ev Ofis	Yatak Odası c	~70	Bağlantı Yok	Bağlantı Yok	4.1	3.9
Havuz Alanı	Ev Ofis	~60	Bağlantı Yok	Bağlantı Yok	2.0	1.6
Ev Ofis	Havuz Alanı	~60	Bağlantı Yok	Bağlantı Yok	2.4	2.8

7- SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Düşük gerilimli elektrik ağları üzerinden iletim hattı iletişimin kullanımı, haberleşme erişim ağı için bir alternatif oluşturmaktadır. Başlangıçta iletim hatları çeşitli cihazları kontrol etmek için kullanılmaktaydı. Ancak son zamanlarda teknolojik gelişmeler ile iletim hatları kablosuz ve telefon hatları gibi diğer sabit ev ağları teknolojileri ile günümüzde başarıyla rekabet edebilir duruma gelmiştir. İletim hatları üzerinden genişband yoğun bilgi ve multimedyanın iletimi, 14 Mbps veri hızı ile pratik olarak iletilebilir duruma gelmiştir. İletim hattının, ev ağı ve otomasyon senaryolarında artık potansiyel bir aday olduğudüşünülmektedir.

Kanal karakteristikleri ve iletim bozulmaları üzerine çeşitli Avrupa şehirlerinde uygulamalı çalışmalar yapılarak diğer ev ağları uygulamalarıyla karşılaştırılmıştır.

İletim hattı teknolojisi, birçok öncü endüstri satıcıları ve üreticilerinin dikkatlerini çekmektedir. SOHO senaryoları için ağ iletişim ortamı olarak iletim hattı seçimini destekleyen bağımsız değişkenler bulunmaktadır. Bunardan birincisi, çoğu ev bilgisayarların ve diğer elektronik aygıtların son derece fazla büyümesiyle, bilgi paylaşımı ve kaynakların yönetimi için bir merkezi sistem gereksinimi vardır. İkinci olarak, iletim hattı geliştiren ülkelerde, sayaç okuma, kontrol ve veri haberleşmesi için büyük bir ölçekte başarıyla test edilmiştir. Denemelerin ilk bölümü başarılıdır ve satıcılar diğer rekabet edilen ev ağı teknolojilerden göreceli olarak çok daha ucuz fiyatlarda ürünler üretebilmektedirler. Elektrik hizmetleri, bu yükselen teknolojinin avantajını yakalayabilir ve tüketicilerine geleneksel elektrik şebekesi ile beraber genişband internet erişime benzer servisler sağlayabilmenin yanı sıra, iletim hatları yoluyla otomatik sayaç okuma, sinyal verme ve diğer kontroller gibi hizmetleri aynı zamanda yapabilirler. Veri iletişimi için iletim hatları kullanmanın üçüncü avantajı, normal telefon hatları veya başka bağlantılar tüketici çevrelerine ulaşamayacağı zaman elektrik iletim hatlarının bu amaçlar için kullanılabilmesidir.

Sonuç olarak iletim hatları üzerinden internet teknolojisi ortak bir standart altında geliştirilmelidir. Aynı zamanda kurulum maliyetleri daha da cazip seviyelere çekilebilmelidir. Radyo yayınlarına istenmeyen girişimleri ortadan kaldıracak

teknolojilerin geliştirilmesine ya da belirli bir frekans spektrumunun lisanslanmasına gereksinim vardır. İletim hatları üzerinden internet teknolojisinin gelişimlerinden toplumun haberdar edilmesine ve bu yönde gelişecek talebi karşılayacak yüksek standartlardaki ağların kurulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. EN 50 065-1, "Signalling on low voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148.5 kHz; Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances", CENELEC, Brussels, 1991
2. IEEE Standards online power systems communication standards, <http://standards.ieee.org/catalog/olis/psystcomm.html>, accessed August 2003
3. PLC Forum, <http://www.plcforum.com>, accessed August 2003
4. ETSI – Telecom Standards, <http://www.etsi.org>, accessed August 2003
5. Roos, F., "Powerline communication in train control systems", Master Thesis, KTH, Stockholm, 2000
6. Rubin, O., "Plug into home networks", IEEE Spectrum, 2002, pp 60-62
7. Dhir, A. et al., "Home networking using no new wires phoneline and powerline interconnection technologies", White Paper, WP133 v1.0, Xilinx Inc., 2001
8. Powerline telecommunications (PLT); Coexistence of access and in-house power line systems, Technical Specification, ETSI TS 101 867 v1.1.1 (2000-11)
9. Powerline Telecommunications (PLT); Reference Network Architecture Model; PLT Phase 1, Technical Specification, ETSI TS 101 896 V1.1.1 (2001-02)
10. Powerline Telecommunications (PLT); Quality of Service (QoS) requirements for in-house systems, Technical Report, ETSI TR 102 049 V1.1.1 (2002-05)
11. Echelon Corporation, <http://www.echelon.com/>, accessed June 2003

12. LonWorks Technology Overview, Technical Document, Echelon Corporation
13. Tyson, J., "How power-line networking works", <http://www.howstuffworks.com>, accessed June 2003
14. Rye, D., "The X-10 Powerhouse power line interface model # PL513 and two-way power line interface model # TW523", Technical Note, Revision 2.4, X-10 (USA) Inc.
15. Arora, A., Jagannathan, R. ve Wang, Y.K., "Model-based fault detection in powerline networking", Proceedings of the International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'02), IEEE, 2002
16. PowerPacket™ Primer, Rev 2.0, <http://www.intellon.com>, Intellon Corporation
17. Gardner, S., Markwalter, B., "HomePlug standard brings networking to the home", "<http://www.commsdesign.com/main/2000/12/0012feat5.htm>", accessed March 2003
18. Intellon: PowerPacket FAQs, <http://www.intellon.com/support/powerpackfaqs.html>, accessed July 2003
19. HomePlug Powerline Alliance, <http://www.homeplug.org>, accessed July 2003
20. HomePlug-certified Products, <http://www.homeplug.com/products/>, accessed July 2003
21. Arlen, G., "Extending the power of broadband", White Paper, Ucentric Systems LLC, 2000
22. Powerline System Overview, <http://www.abb.de/plc>, ABB New Ventures GmbH, accessed March 2003

23. Marples, D. ve Moyer, S., “In-home networking”, Guest Tutorial, IEEE Communications Magazine, Vol. 40 No. 4, April 2002

24. Teger, S., “End-user perspectives on home networking”, IEEE Communications Magazine, Vol. 40 No. 4, April 2002

25. Cable Testing Standards, <http://www.cabletesting.com/CableTesting/Standards/Overview.htm>, accessed August 2003

26. Consumer Electronics Association, R7 Home Network Committee,
http://www.ce.org/standards/committees/view_committee_details.asp?DivisionID=13&CommitteeID=10052947, accessed August 2003

27. HomeCNA | Standards & Protocols, <http://www.caba.org/standard/homecna.html>,
accessed August 2003

28. Vriendt, J.D., ”Mobile network evolution: a revolution on the move”, IEEE Communications Magazine, Vol. 40 No. 4, April 2002

29. IEEE Standards “Get IEEE 802”™: Wireless (IEEE 802.11),
<http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>, accessed August 2003

30. HomeRF Resource Center, <http://www.palowireless.com/homerf/>, accessed August 2003

31. Zuberi, K.H., “Broadband Wireless Access Systems”, http://www.it.kth.se/~iw01_zkh/deliverables/Broadband_Wireless_Access_Systems.pdf, Project Report, June 2003

32. Hooijen, O., “Aspects of residential power line communications”, Ph.D. Thesis, Shaker Verlag GmbH, ISBN 3-8265-3429-8, 1998

33. GigaFast Ethernet, <http://www.gigafast.com/products/homeplug.htm>, accessed March 2003
34. Phonex Broadband, http://www.phonex.com/prd_overview.htm, accessed March 2003
35. SpeedStream.com, http://www.speedstream.com/products_powerline.html, accessed March 2003
36. Linksys, <http://www.linksys.com/products/>, accessed March 2003
37. NETGEAR, <http://www.netgear.com/products/homewiring/powerline.asp?view=hm>, accessed March 2003
38. Asoka USA, <http://www.asokausa.com/products/>, accessed March 2003
39. IOGEAR: Expand Your Connectivity, <http://www.iogear.com/products/productselect.php?=SOHO%20Networking>, accessed March 2003
40. ST&T Group - iPower Point Powerline Network, http://www.stt.com.tw/products_plc.htm, accessed March 2003
41. Telkonet Communications, <http://www.telkonet.com/>, accessed March 2003
42. Corinex Global, [http://www.corinex.com/web/doccx.nsf/\(w\)/products?Open](http://www.corinex.com/web/doccx.nsf/(w)/products?Open), accessed March 2003
43. R7-Consumer Electronic Association (CEA) Standards & Protocols, <http://www.caba.org/standard/cea.html>, accessed May 2003
44. CNet Labs Test, Siemens SpeedStream 2524 Powerline Wireless DSL/Cable router, http://reviews.cnet.com/4505-3334_7-20786387-4.html, accessed August 2003

45. Lee, M.K. ve Katar, S., "Field performance comparison of IEEE 802.11b and HomePlug 1.0", Proceedings of the 27th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks, LCN'02, IEEE, 2002
46. Phonex Network Administration Control, <http://www.phonex.com/downloads/nw14.html>
47. Atmaca, H., Döner, M.ve Bulut, M., "Mikroislemci yardimi ile telefonlu ev kontrolü" Elektrik Mühendisligi 6. Ulusal Kongresi
48. Soysal, B., ve Kaya. __, (2006), "frekans ve zaman bölgesi kanal denklestiricili ofdm sistemlerinin kodlamasız ve katlamalı kodlanmış basarımlarının karşılaştırılması", Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der., 18(2):217-233.
49. Prokis, J.G., Digital Communication, 4. Baskı, McGraw-Hill, Singapur, 2001.
50. O'Neal, J.B., "The residential power circuit as a communication medium", IEEE Transactions on Consumer Elektronik, CE-26 (1986) 567-577
51. Ross, F., "Powerline communication in train control systems", Yüksek Lisans Tezi, KTH, Stockholm Sweden, 2000. 63
52. Vines, R.M., Trysel, Ö. ve Gale, L.J., "Noise on residential power distribution circuits", IEEE Transaction Elektromagnetic Compatibility, EMC-26 (1984) 161-168
53. Zuberi, K.H., "Powerline carrier communication systems", Yüksek Lisans Tezi, KTH, Stockholm Sweden, 2003.
54. Salender, L., "Power-line communications-channel properties and communication strategies", Doktora Tezi, Lund University, 1999.

55. Liu, W. ve diğeri, “Nature of power line medium and design aspect for broadband plc system”, IEEE, 2000.
56. Raphaeli, D. ve Bassin E., A. “Comparison between ofmd single carrier and spread spectrum for high data rate plc”, http://itrancomm.com/White_OFMD-4-99.html, Nisan 1999.
57. Burroughs, J., “X-10 Home automation using PIC16F877A”, Application Note AN236 Microchip INC. Arizona.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 03.01.1982

Doğum Yeri: Kayseri – İncesu

Ortaokul-Lise: 1993 - 2000 Sami Yangın Anadolu Ticaret Meslek Lisesi

Lisans : 2000 - 2004 Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
Elektronik – Bilgisayar Eğitimi

Görevi: Bilgisayar Öğretmeni

Çalıştığı Kurum: Milli Eğitim Bakanlığı