

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

**SEZGİSEL ALGORİTMALAR KULLANARAK KABLOSUZ
AĞLARIN OPTİMİZASYONU**

Mevlüt ERSOY

Danışman: Doç. Dr. Tuncay YİĞİT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2011**

TEZ ONAYI

Mevlüt ERSOY tarafından hazırlanan “**Sezgisel Algoritmalar Kullanarak Kablosuz Ağların Optimizasyonu**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’ nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç Dr. Tuncay YİĞİT

Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği A.B.D.

Juri Üyeleri :

Doç.Dr. Tuncay YİĞİT

(Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı)

Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖNDER

(Süleyman Demirel Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı)

Yrd.Doç.Dr. Arif KOYUN

(Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı)

Prof.Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İçindekiler

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	3
2.1. Kablosuz Yerel Alan Ağlarının Özellikleri.....	3
2.2. RF Spektrumu.....	4
2.3. RF Sinyal Propagasyonu ve Propagasyon Yol Kayıp Modelleri	5
2.3.1. Propagasyon Yol Kayıp Modelleri	8
2.4. Kablosuz Yerel Alan Ağlarında Modülasyon Teknikleri.....	13
2.4.1. Dar bant (narrowband) tekniği.....	13
2.4.2. Geniş spektrum (spread spectrum) tekniği	13
2.4.2.1. Frekans atlamalı geniş spektrum (FHSS)	14
2.4.2.2. Düz sıralı geniş spektrum (DSSS)	15
2.4.2.3. Dikey frekans bölmeli çoklama (OFDM).....	16
2.5. Kablosuz Yerel Alan Ağları Topolojileri	17
2.5.1. Cihazdan cihaza çalışma modeli (Ad-hoc)	17
2.5.2. Altyapı (Infrastructure) çalışma modeli.....	18
2.6. Çoğullama ve Çoklu Erişim	19
2.6.1. Frekans Bölüşümlü Çoğullama ve Çoklu Erişim	20
2.6.2. Zaman Bölüşümlü Çoğullama ve Çoklu Erişim	21
2.6.3. Kod Bölüşümlü Çoğullama ve Çoklu Erişim	22
2.7 Kablosuz Yerel Alan Ağlarının Optimizasyonu ile İlgili Çalışmalar	24
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	26
3.1 Yapay Sinir Ağları Kullanarak WLAN Optimizasyonu.....	26
3.2 Genetik Algoritmalar Kullanarak WLAN Optimizasyonu	33
3.3 Karınca Koloni Algoritması Kullanarak WLAN Optimizasyonu	38

4. ARAŞTIRMA BULGULARI	43
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
6. KAYNAKLAR	48
7. ÖZGEÇMİŞ	51

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SEZGİSEL ALGORİTMALAR KULLANARAK KABLOSUZ AĞLARIN OPTİMİZASYONU

Mevlüt ERSOY

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Tuncay YİĞİT

Bu tez çalışmasının amacı, Kablosuz Yerel Ağlarının kurulumlarında kullanılan deneme-yanılma yöntemlerinden uzaklaşarak daha verimli çalışan Kablosuz Yerel Alan Ağları kurabilmektir. Bu kapsamda mevcut Kablosuz Yerel Alan Ağlarının Optimize edilmesi ve yeni kurulacak Kablosuz Yerel Alan Ağlarının en verimli olacak şekilde kurulması sağlanmıştır. Mevcut Kablosuz Ağların iyileştirilmesi için Yapay Sinir Ağı Optimizasyonu kullanılmıştır. Süleyman Demirel Üniversitesi Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu katında kurulmuş olan Kablosuz Yerel Alan Ağına optimizasyonu yapılmış ve % 22 oranında düzeltilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Yeni kurulacak bir Kablosuz Yerel Alan Ağı kurulumunda ise Genetik Algoritmalar kullanılmış ve mevcut kurulu Ağ ile karşılaştırılması yapılarak simülasyondan alınan sonuçlar karşılaştırılmış ve Genetik Algoritmalarla daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Genetik Algoritmalarla alınan sonuçlar Kablosuz Ağların en büyük sorunları olan yansıyan sinyaller ve kırılan sinyaller göz ardı edilerek işlem yapılmıştır. Bu durumu aşmak için Karınca Koloni Sistemi Optimizasyonu kullanılmış ancak genetik algoritmalarla alınan sonuçlardan farkı görülmemiştir. Bu tez çalışmasının sonunda yapay sinir ağları ile mevcut ağların optimizasyonu yapılmış ve yeni kurulacak ağlarda Genetik Algoritmalarla kurulmuştur. Bu çalışma ile bundan sonra kurulacak kablosuz ağlarda bu simülasyon programı kullanılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Yerel Alan Ağlar, Sezgisel Algoritmalar, RF Sinyal Gücü, Yol kayıp Modelleri

2011, 53 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

OPTIMIZATION OF WIRELESS NETWORK USING HEURISTIC ALGORITHM

Mevlut ERSOY

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Computer Engineering**

Assoc.Prof.Dr. Tuncay YİĞİT

The aim of this thesis, the trial-and-error methods used in installations in Wireless Local Area Networks running away from the more efficient. In this context, optimization of existing and newly formed Wireless Local Area Networks has been established to be the most efficient. Optimization of Artificial Neural Network used for the improvement of existing wireless networks. Suleyman Demirel University, School of Distance Education was established floor made of Wireless Local Area Network optimization and should be corrected by 22% has emerged. The new setup will be installed in a wireless local area network used in Genetic Algorithms and made comparison with the existing installed network simulation results were compared and the results have been more successful in Genetic Algorithms. Wireless Networks, genetic algorithms results from the reflected signals and that the biggest problems was the broken signals, ignoring transaction. Ant Colony System Optimization used to overcome this situation, but the difference was observed with the results of genetic algorithms. At the end of this thesis has been the artificial neural networks and optimization of existing networks to be established and new networks established Genetic Algorithms. In this study, then the simulation program can be used in wireless networks to be established.

Anahtar Kelimeler: Wireless Local Area Network, Heuristic Algorithms, RF signal strenght, Path Loss Models

2011, 53 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada beni yönlendiren, karşılaştığım zorluklarda bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. Tuncay Yiğit' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında destek olan Özden Ersoy' a ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mevlüt ERSOY

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. WLAN ile haberleşme	3
Şekil 2.2. WLAN ile internet haberleşmesi	3
Şekil 2.3. RF Spektrum ve WLAN Frekansları (Cisco, 2007)	4
Şekil 2.4. Anten Türleri.....	6
Şekil 2.5. Bazı Modülasyon Tekniklerine göre Bit Hata Oranları	8
Şekil 2.6. 2.4GHz ve 5.8GHz Sinyalin Serbest Uzay Yol Kayıpları	10
Şekil 2.7. Fresnel Bölgesi ve Propagasyon Yolu	11
Şekil 2.8. RF Sinyali Yansıma ve Kırılmalarındaki Faz Farkları	11
Şekil 2.9. DSSS ve FHSS Modülasyon Teknikleri	14
Şekil 2.10. FHSS Modülasyon Tekniği.....	15
Şekil 2.11. DSSS Modülasyon Tekniği.....	15
Şekil 2.12. OFDM Modülasyon Tekniği	16
Şekil 2.13. Genişletilmiş Servis Kümesi.....	17
Şekil 2.14. Ad-Hoc Topolojisi	18
Şekil 2.15. Alt Yapılı Topoloji.....	19
Şekil 2.16. Frekans Bölüşümlü Çoğullama.....	20
Şekil 2.17. Zaman Bölüşümlü Çoğullama	22
Şekil 2.18. CDMA sistemi için frekans-zaman uzayı	23
Şekil 3.1. Biyolojik Sinir Hücre Yapısı	26
Şekil 3.2. Yapay Sinir Hücre Yapısı	27
Şekil 3.3. Hard Limitter Fonksiyon Grafiği	28
Şekil 3.4. Treshold Fonksiyon Grafiği.....	29
Şekil 3.5. Tanjant Sigmoid Fonksiyon Grafiği	29
Şekil 3.6. Mimari Çizim Koordinat Eksenini.....	30

Şekil 3.7. Çok Katmanlı Perceptron.....	32
Şekil 3.8. İki Noktadan Çaprazlama	37
Şekil 3.9. Tek Düze Çaprazlama Yöntemi.....	38
Şekil 3.10. Mutasyon Operatörü	38
Şekil 3.11. Yuva ile Yiyecek arasında karıncaların bulduğu en kısa yol.....	39
Şekil 3.12. Yola bir cisim konulmasıyla en kısa yolun bulunması	39
Şekil 3.13. Cismin konulmasından belirli bir süre sonraki durum.....	40
Şekil 3.14. Karıncaların çözüm üretme şekli	41
Şekil 4.1. AP2' nin Mevcut Durumu ile YSA Çıkışı Karşılaştırılması	43
Şekil 4.2. AP yerleşimleri	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Radyo Frekans Sinyali Frekans Aralıkları ve Dalga Boyları.....	5
Çizelge 2.2. 2.4 GHz Radyo sinyalinin bina yapı malzemelerine göre kayıpları	12
Çizelge 3.1. Uygulama Alanı AP Koordinatları	31

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AP	Erişim Noktası (Access Point)
dBm	RF sinyal gücü ölçü birimi
GA	Genetik Algoritmalar
mW	RF sinyal ölçü birimi
WLAN	Kablosuz Yerel Alan Ağları
YSA	Yapay Sinir Ağları
FHSS	Frekans Atlamalı Geniş Spektrum
DSSS	Düz Sıralı Geniş Spektrum
OFDM	Dikey Frekans Bölmeli Çoklama
IEEE	Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
BSS	Temel Servis Kümesi
SSID	Servis Kimlik Adı
ESS	Genişletilmiş Servis Kümesi
DSS	Dağınık Servis Kümesi
IBSS	Bağımsız Temel Servis Kümesi
FDM	Frekans Bölüşümlü Çokullama
TDM	Zaman Bölüşümlü Çokullama
TDMA	Zaman Bölüşümlü Çoklu Erişim
CDM	Kod Bölüşümlü Çokullama

CDMA	Kod Bölüşümlü Çoklu Erişim
SS	Yayılı-Spektrum
BHO	Bit Hata Oranı
SNR	Sinyal Gürültü Oranı
SINR	Sinyal Enterferans Oranı

1. GİRİŞ

Kablosuz ağlar, 1970 yıllarında ALOHANET araştırma projesi olarak Hawaii Üniversitesi' de radyo frekanslarını baz alan bir araştırma projesi olarak ortaya çıkmıştır. 21. yy' ın büyüyen bir teknolojisi olan kablosuz ağlar 1997 yılında Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) tarafından 802.11 standardı Kablosuz Yerel Alan Ağları (WLAN) için verilmiştir. (Aydınlı, 2008)WLANlar için Wi-Fi Alliance tarafından sertifikasyonları yapılmıştır (Rackley, 2007).

WLAN teknolojileri iletişim sektöründe çok yaygın olarak kullanılmakta ve gelişimi bu günde devam etmektedir. WLAN teknolojileri neredeyse bütün taşınabilir cihazlarda (Diz üstü Bilgisayarlar, Tablet PC vb.) 802.11b/n/g standartlarına sahip Ağ arayüz kartı gibi aygıtlar ile kullanılabilir. WLANların gelişiminin ana sebebi; kurulumlarının basit olması ve kablolu ağlara göre daha düşük maliyetlere sahip olmasıdır. Bir WLAN kurulumlarında kablosuz bağlanabilirliği sağlayan bir veya daha fazla Kablosuz Erişim Noktası(AP) adı verilen cihazlar kullanılmaktadır (Amaldi, vd. 2004).

Bir kullanıcı terminalinin, kablosuz ağa erişebilmesi için, bir APnin radyo sinyalinin, iletim gücünü yeterli seviyede alması gerekir. Radyo Kapsama Alanı planı, bir dizi AP adayı takımının, kapsama alanındaki kullanıcı terminallerinin olası pozisyonlarından meydana gelir. Bu kapsama alanında bulunan kullanıcı terminalleri kapsama alanında bulunduğu AP ile iletişime geçerek ağa bağlanması sağlanır.

Radyo Kapsama Alanı planı hazırlanırken kullanılan yöntem, kapalı alan içerisinde genellikle AP'lerin yerleştirilecekleri noktaları deneme yanılma yöntemleri ile belirlenmesi olmuştur. Bu şekilde oluşturulan WLANın verimliliği, APnin kalitesine ve sistem uzmanının deneyimlerine göre değişebilmektedir. Bu deneme yanılma yöntemleri nedeniyle terminallerin, kapalı mekânlarda APlar ile iletişime geçmelerinde verimsizlik yaşanmaktadır. Hatta kapalı alanların bazı noktalarında APlerin sinyalleri ölçülememektedir.

Bu amaçla gerçekleştirdiğimiz bu tezde, bu geleneksel yöntemlerin aksine, WLAN kurulumlarında APlerin kapalı alanlardaki yerleştirilecekleri noktaları tespit etmek

amacıyla Sezgisel Algoritmalarından yararlanmaktayız. Bu algoritmalar ile daha önce kurulmuş veya yeni kurulacak bir WLANın optimizasyonunu gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Uygulamalarda Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar ve Karınca Koloni Sistemleri algoritmaları kullanılarak bu algoritmalarından alınan sonuçlar hem birbirleri ile hem de geleneksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

İkinci bölümde Kablosuz Ağların açık ve kapalı alanlarda veriyi iletme ve alma yöntemleri ve konu ile ilgili çalışmalar incelenmiş, WLANların sinyal seviyelerini düşüren etmenler açıklanmıştır. Ayrıca WLANlarda daha önce yapılmış Sezgisel Algoritmalar ile ilgili çalışmalar incelenmiş ve bu tez çalışmamızda WLANların optimizasyonu için nasıl uygulandığı hakkında bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, yapmış olduğumuz uygulamanın diyagramları verilmiş ve Süleyman Demirel Üniversitesi Merkezi Derslikler Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu katında geleneksel yöntemlerle kurulmuş olan WLANın, Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar ve Karınca Koloni Sistemi ile optimizasyonunu gerçekleştirilmiş ve simülasyonumuzun çalışması hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde, simülasyondan elde edilen veriler gösterilmiş bu sonuçlara göre oluşturulan WLANların kurulumlarının nasıl gerçekleştirileceği hakkında bilgiler verilmiştir.

Beşinci Bölümde, Simülasyondan elde edilen verilerin karşılaştırmalı analizleri yapılmış ve bundan sonra ki çalışmalara önerilerde bulunulmuştur.

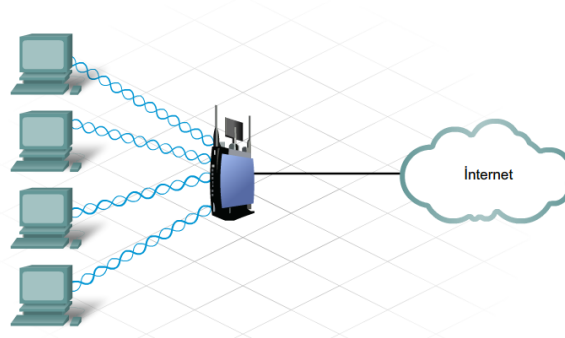
2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Kablosuz Yerel Alan Ağlarının Özellikleri

Kablosuz yerel alan ağları (WLAN), Radyo Sinyalleri(RF) kullanılarak gerçekleştirilen, mobil cihazların (Dizüstü bilgisayar, Tablet PC, Wi-Fi özellikli Cep Telefonları) birbirleri ile iletişimde veya internet omurgasına erişiminde kullanılan bir ağ yapısıdır (Cisco, 2007). Şekil 2.1.' de WLANDaki terminallerin birbirleri ile haberleşmeleri gösterilmiştir. Şekil 2.2. ' de WLANDaki terminallerin internet omurgasına erişme yöntemleri gösterilmiştir.



Şekil 2.1. WLAN ile haberleşme



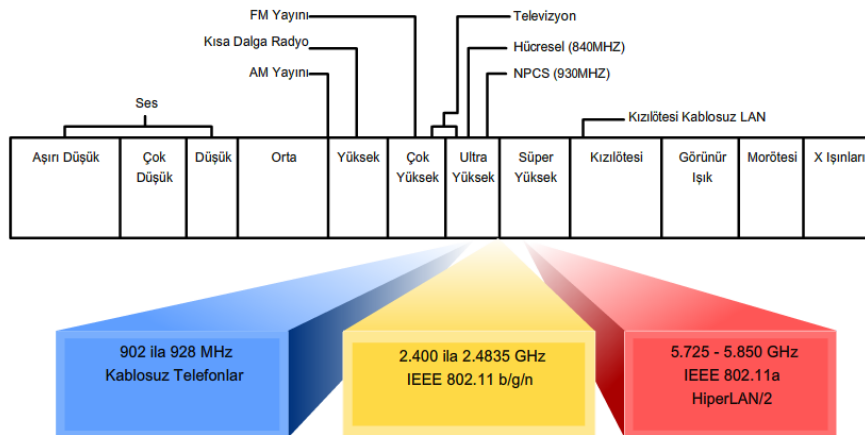
Şekil 2.2. WLAN ile internet haberleşmesi

WLANların kapsama alanını artırmak için Erişim Noktası (AP-Access Point) adı verilen cihazlar kullanılmaktadır. APler kablosuz ağ standartlarına göre, lisanssız bir

ISM (Instrument, Scientific and Medical) bandında sinyal yaymaktadırlar. Alıcı cihazlar APlerin yaymış oldukları belli frekanstaki RF sinyallerini algılayarak bağlantı isteği sinyalini APlere gönderirler. APler eğer gönderilen bağlantı isteği gerekli güvenlik koşullarını sağlıyorsa alıcı cihazı WLANa dâhil eder. Bu bölümde AP'lerin yaymış oldukları sinyallerin özellikleri ve APlerin kapalı ve açık alanlardaki kapsama alanlarının hesaplanmasına kullanılan denklemlerden bahsedilmiştir.

2.2. RF Spektrumu

Radyo frekansı veya RF, TV ve Radyo sinyallerine benzer olarak çoğu kablosuz ağların iletişimde kullanılan sinyal türleridir. Elektromanyetik spektrum RF Aralığı 9kHz ile 300 GHz aralığındadır ve farklı uygulamalarda farklı Frekans Bantları kullanılabilir. Çizelge 2.1' de Radyo Frekans Spektrumun iletim türlerinin, frekans aralıkları ve dalga boyları görülmektedir (Rackley, 2007). RF spektrumdaki tüm frekans aralıkları farklı alanlarda kullanılmak üzere, bazı RF Spektrum Düzenleme kuruluşları tarafından, tahsis edilmiştir. Bu frekans aralıkları tahsis edilirken bilimsel alanlara, tıp alanlarına, astronomi alanları vb. alanlara göre farklılık göstermektedir. Ayrıca frekans aralıkları tahsis edilirken lisanslı ve lisanssız olarak kullanılacak aralıklarda belirlenmiştir. WLAN için kullanılan RF bantları, lisanssız olarak kullanılabilen ISM (Instrument, Scientific and Medical) bantlar olup, 915 MHz, 2.4 GHz ve 5.8 GHz bantlarını kullanan yapılardır (Rackley, 2007). Şekil 2.3.' te WLANlar için kullanılan ISM bantları görülmektedir.



Şekil 2.3. RF Spektrum ve WLAN Frekansları (Cisco, 2007)

Çizelge 2.1. Radyo Frekans Sinyali Frekans Aralıkları ve Dalga Boyları

İletim Türü	Frekans Aralıkları	Dalga Boyları
VLF (Çok Düşük Frekans)	9 - 30 kHz	33 - 10 km
LF (Düşük Frekans)	30 - 300 kHz	10 - 1 km
MF (Orta Düzeyde Frekans)	300 - 3000 kHz	1000 - 100 m
HF (Yüksek Frekans)	3 – 30 MHz	100 - 10 m
VHF (Çok Yüksek Frekans)	30 - 300 MHz	10 - 1 m
UHF (Ultra Yüksek Frekans)	300 – 3000 MHz	1000 – 100 mm
SHF (Süper Yüksek Frekans)	3 - 30 GHz	100 – 10 mm
EHF (Aşırı Yüksek Frekans)	30 – 300 GHz	10 – 1 mm

2.3. RF Sinyal Propagasyonu ve Propagasyon Yol Kayıp Modelleri

WLAN iletişimde veriler RF sinyalleri ile taşınabilmektedir. RF sinyalleri ile taşınan veri, her ortamın yapısına göre farklı uzaklıklara iletilebilmektedir. Bu yüzden bir AP' nin kapsama alanı fiziksel ortamın yapısına göre değişebilmektedir. Bir WLANda kullanılan RF sinyalinin iletimini etkileyen ana faktörler, verici kaynaklar yani AP' ler için; İletim Gücü ve AP'in Anten Kazancı, alıcı kaynaklar yani mobil cihazlar için; Propagasyon Kayıpları, alıcının Anten Kazancı ve alıcının Alıcı Duyarlılığıdır. Tüm bu etkenlerin hepsi toplanarak oluşturulan bağlantı bütçesi ve bu değere göre alıcıya gelen sinyal gücü belirlenerek alıcının gelen verinin kabul edilebilir hata oranına göre kod çözme işlemi başlatılır. Sinyal gücünün makul değerlerin altında olması ile alıcı bağlantıyı keserek hatalı kod çözümleri engellenir (Garg, 2007).

AP iletim gücü, AP' nin üretimi esnasında belirlenen bir değerdir. Bu değerde genellikle iki ölçü birimi kullanılır. Bu ölçü birimleri miliwatt ve alternatifi olan

dBm' dir. mW değeri dBm' ye dönüştürülürken Denklem 2.1 kullanılır. Bu denkleme göre, 100mW iletim gücüne sahip bir AP' nin dBm karşılığı 20 dBm' dir.

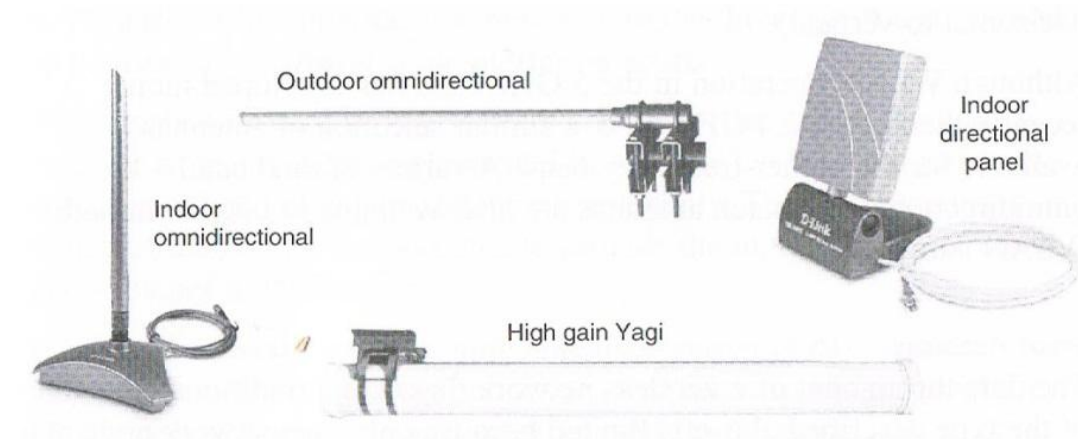
$$dBm = 10 \times \log_{10} \text{iletim gücü } mW \quad (2.1)$$

İletim gücü ölçü birimi olarak dBm kullanılmasının iki nedeni vardır:

- Sinyal gücünü etkileyen çeşitli faktörler olduğunda, bu faktörlerin dBm değerlerini eklemek daha kolay olabilir.
- Birbirlerine benzer olan güçleri birbirlerine çevirirken dBm üzerinden çevirmek daha kolay ve gücün ikiye katlanmasında +3dBm bir artış olmakta veya iki kat bir azalma ise -3dBm azalma oluşturmaktadır.

AP' ler üretilirken iletim güçleri bölgelere göre değişen cihazlar üretilmektedir. Örneğin; Amerika' da 2,4 GHz ve 5,8 GHz frekans bantlarını kullanan AP' lerin iletim gücü maksimum 1W veya 30dBm, Avrupa Bölgelerinde ise AP' lerin iletim gücü 100mW veya 20dBm olarak belirlenmiştir (Rackley, 2007).

AP Anten Kazancı, AP' de kullanılan anten türüne göre değişmektedir. 2.4 GHz ISM bandını kullanan 802.11b ve 802.11g WLAN standartlarında yayın yapan AP' lerde genellikle standart çok yönlü antenler(omni directional antenler) kullanılmaktadır. Bu antenlerin kazançları 0 ile 7 dB arasında değişmektedir (Rackley, 2007). WLANlarda kullanılan anten türleri Şekil 2.4.' de görülmektedir.



Şekil 2.4. Anten Türleri

Alıcı Sinyal Giriş Birimine, sinyalin gücü ulaştıkça, ulaşan verinin çözümünün gürültüden etkilenme eğilimi de artacaktır. Alıcının duyarlılık seviyesine izin verilen Bit Hata Oranı ve Alıcı Gürültü Seviyesi değeri karar verecektir.

Bit Hata Oranı (BHO), alıcının veriyi çözmedeki hataların ortaya çıkardığı oran ile ölçülür. Alıcı duyarlılık sınırında BHO yaklaşık olarak 1/100000 olarak değerlendirilir. Veri binlerce bitten oluşan paketler halinde iletildiği için, alıcının her bit çevrimindeki 100000 de 1 hata büyük veri paketlerinde önemli hatalara neden olacaktır. Bu nedenle, BHO yerine Paket Hata Oranı(PHO) kullanılabilir. Örneğin; 100000' de 1 BHO için 100 bitten oluşan veri paketinin PHO' u hesaplayacak olursak, (Rackley, 2007)

$$(1 - PHO) = (1 - 10^{-5})^{100} \quad (2.2)$$

PHO= %0,1, 1kb veri paketi için %1 olacaktır.

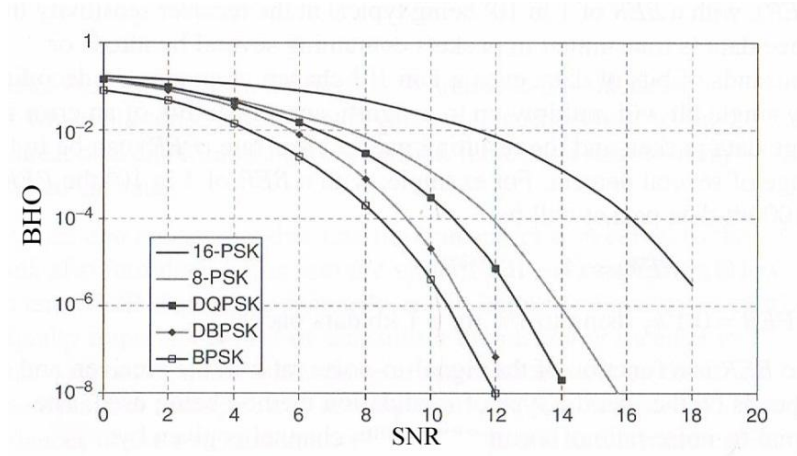
BHO, alıcıdaki sinyal – gürültü oranının bir fonksiyonudur ve aynı zamanda kullanılan modülasyona da bağlıdır. Bir iletim kanalının sinyal gürültü oranı (SNR) Denklem 2.3 ile bulunur.

$$SNR = (E_b/N_o) \times (f_b/W) \quad (2.3)$$

Sinyal Gürültü Oranı (SNR), değeri ne kadar büyük olursa iletilen verinin hızı da o kadar yüksek olacaktır. İletilen sinyalin, hangi modülasyon ile gönderildiği de SNR değerini etkilemekte ve BHO' da bu duruma göre, bulunabilmektedir. Buna göre BHO Denklem 2.4 ile bulunabilmektedir.

$$BHO = 1/2 \operatorname{erfc} \sqrt{(SNR)} \quad (2.4)$$

Şekil 2.5. bazı modülasyonların SNR değerlerine göre BHO değerlerini göstermektedir. Şekil 2.5' e göre, DQPSK ile modüle edilmiş bir sinyalin, bant genişliğinin her 1 bitinde, 100000 de 1 bit hata oranını elde etmek için 10.4 dB sinyal gürültü oranı gereklidir.



Şekil 2.5. Bazı Modülasyon Tekniklerine göre Bit Hata Oranları

Alıcı Gürültü Seviyesi, iki bileşenden oluşur. Bunlar, ideal bir alıcının, sıcaklık gürültü seviyesi ve sinyal gürültü alıcı gürültü değeridir. Bu değerler bir özel alıcıda kayıplar ve gürültülere eklenen bir ölçümdür. Sıcaklık gürültü seviyesi, Denklem 2.5 ile bulunur (Garg, 2007).

$$N = kTW \quad (2.5)$$

$$k=1.38 \times 10^{-23} \text{ Joules/oK (Boltzmann Sabiti)}$$

$$T = \text{Ortamın Sıcaklığı}$$

$$W = \text{iletile sinyalin bant genişliği (Hz)}$$

WLANda kullanılan AP' lerin 6 dB ile 15 dB aralığında gürültü değerleri vardır. Alıcı Gürültü Seviyesi bu iki değerin toplamına eşittir.

$$AGS = SGS + GD \quad (2.6)$$

Alıcı Duyarlılığı (Prx), alıcı Gürültü Seviyesi ile Bit Hata Oranından elde edilen Sinyal Gürültü Oranının toplamıdır.

2.3.1. Propagasyon Yol Kayıp Modelleri

Propagasyon Yol Kayıp Modelleri, iletim gücü, frekans, anten yüksekliği vb. gibi özel parametreleri olan Kablosuz Ağların planlanmasında önemli rolleri vardır. Genellikle açık alanlardaki sinyal kayıplarını bulmak için kullanılan bu modellerin

bazılarını kapalı alanlarda kurulan WLANlarda kullanabiliriz. AP anteni ile taşınabilir cihaz anteni arasındaki RF sinyal iletimi sırasında sinyal gücünü etkileyen birçok neden ortaya çıkmaktadır. Bu nedenlerin hepsini yok sayıp öncelikle herhangi bir engel olmadığı durumda sinyalin serbest bir uzayda belli bir mesafede ne kadar kaybı olacağını Serbest Uzay Kayıp Modeli kullanılarak bulunabilir (Vilovic, vd. 2007).

Serbest Uzay Kayıp Modelinde, verici anteninden çıkan sinyal, radyo dalgalarının yayılımına göre mesafeye bağlı olarak sinyal gücünde azalmalara neden olur. Serbest Uzay Kaybı dB ile ölçülür ve sinyalin frekansına ve iletilen yerin uzaklığına bağlıdır. Denklem 2.7' ye göre Serbest Uzaydaki Yol Kaybı şu şekilde bulunur.

$$L_{fs} = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right) \quad (2.7)$$

D= alıcı ile verici arasındaki uzaklık (metre)

λ = RF sinyalinin dalga boyu ($\lambda = \frac{c}{f}$)

c= ışık hızı (3×10^8 m/s)

f= sinyal frekansı (Hz)

Bu eşitliğin daha uygun bir kullanımı, frekansın MHz ve alıcı ile verici arası uzaklığın km olarak alınması ile oluşur ve Serbest Uzay Kaybı Denklem 2.8 ile bulunur (Garg, 2007).

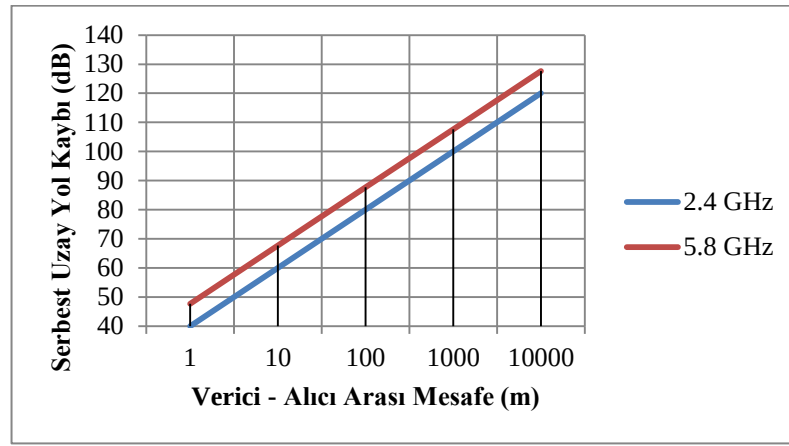
$$L_{fs} = 32.4 + 20 \log_{10} f + 20 \log_{10} D \quad (2.8)$$

Denklem 2.8' e göre 2.4 GHz (2400 MHz) frekansını kullanan 802.11b/g standardını kullanan bir AP ile verici arasındaki mesafe 100 metre olursa serbest uzayda yol kaybı;

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32.4 + 20 \log_{10} 2400 + 20 \log_{10} 0.1 \\ &= 32.4 + 67.6 - 20 \\ &= 80 \text{ dB} \end{aligned}$$

olacaktır.

Denklem 2.8 gösteriyor ki, sinyaldeki kayıp, her 10 katlık artışta 20 dB artacaktır. 802.11b/g standardında 10m’ de kayıp 60dB, 100 m’ de 80dB olacaktır. Denklem 2.8’ e göre yol kaybını etkileyen diğer faktör ise frekanstır. WLANlarda kullanılan diğer bir frekans ise 802.11a standardında 5.8 GHz’ dir. Bu frekansta yol kaybı 2.4GHz kullanan standarda göre yaklaşık 7.7 dB bir artış görülmektedir. Şekil 2.6.’ da 2.4GHz ile 5.8 GHz frekanslarındaki sinyallerin Serbest Uzay Kaybı görülmektedir.

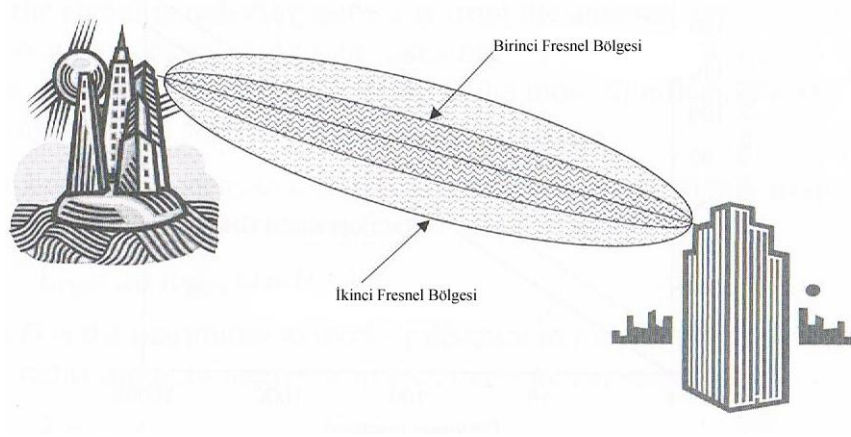


Şekil 2.6. 2.4GHz ve 5.8GHz Sinyalin Serbest Uzay Yol Kayıpları

Bu yol kaybı hesabında verici anten ile alıcı antenin görüş hattında herhangi bir engel bulunmamaktadır. Ancak oluşturacağımız Kablosuz Yerel Alan Ağlarında AP’ nin anteninden çıkan sinyal mobil cihaza farklı yönlerden ulaşacak ve bu yönlerden gelen sinyaller belirli bir kayba uğrayarak gelecektir. Farklı yönlerden gelen sinyaller her geçmiş olduğu bölgede farklı engellerle karşılaşacak ve her engelde sinyalin gücündeki kayıplar farklı olacaktır. Bu durumlar için RF sinyallerinin propagasyonun da engellerin etkisinin hesaplanmasında Fresnel Bölge Teorisi geliştirilmiş ve verici ile alıcı anten arasındaki bölge, elips şekline benzer bir şekilde gösterilmiştir. Şekil 2.7. ‘ ye göre, Fresnel Bölgesi 1. Fresnel Bölge, 2. Fresnel Bölge ve 3. Fresnel Bölge gibi bir seri halindedir ve bu bölgelerde karşılaşılan engeller tespit edilerek sinyal gücündeki kayıplara neden olan durumlar her bölgede tespit edilebilir. Bu bölgenin yarı çapı Denklem 2.9 ile bulunur (Dobkin, 2005).

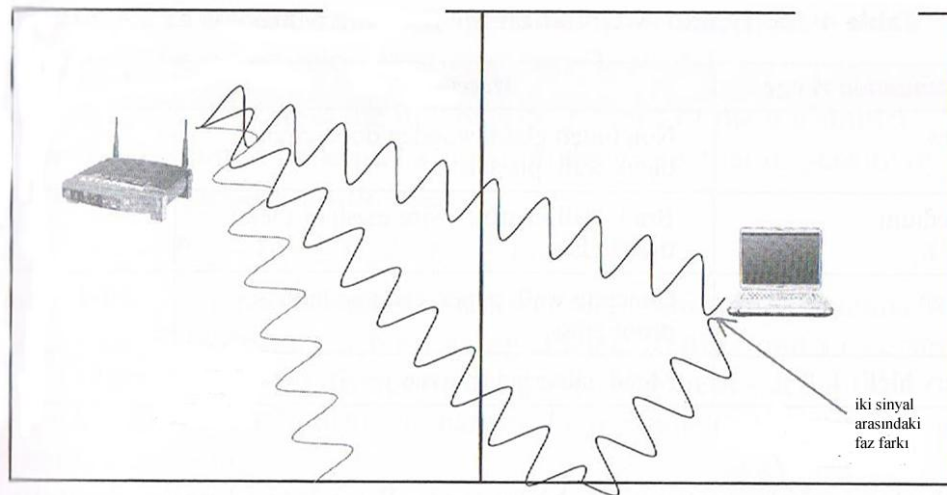
$$R = 8,657x n x \sqrt{\frac{D}{f}} \quad (2.9)$$

Denklem 2.9' a göre 1. Fresnel Bölgesi orta noktasının yarı çapı, 100 m olan verici anten ile alıcı anten arasındaki uzaklıkta 1.8m olacaktır. Bu yarıçaplı bölgedeki engeller sinyalin zayıflamasına neden olacaktır.



Şekil 2.7. Fresnel Bölgesi ve Propagasyon Yolu

Bu yol kayıplarına ek olarak, sinyaller farklı yollardan geldikleri için yansımalar, kırılmalar veya yayılımlar çoklu yol zayıflamalarını meydana getirir. Sinyal farklı yollar boyunca alıcıya ulaştığında alıcının direk olarak aldığı sinyalle yansımalar, kırılma ve yayılım sonucunda aldığı sinyaller arasında faz farkı olacaktır. Şekil 2.8 de bu durum görülmektedir.



Şekil 2.8. RF Sinyali Yansımalar ve Kırılmalarındaki Faz Farkları (Rackley, 2007)

Bu sinyaller alıcı ağıta ulaşması direk olarak gelen sinyalden daha geç gelecektir. Burada birden fazla gecikmiş sinyal alıcı antenine ulaşan sinyal gücünü önemli ölçüde azaltabilir. Bu kayıp yaklaşık olarak 20 ile 30 dB arasında olabilir. Bu çoklu yol kayıplarını karmaşık ışın izleme veya buna benzer algoritmalar kullanılarak bulunabilir ancak bu uygulamada nadiren kullanılır.

Evlerde veya küçük ofislerde kurulan WLANlarda duvarlar, kat araları, mobilyalar ve buna benzer nesneler vericiden alıcıya gönderilen sinyalde çok çeşitli engellere neden olacaktır.

Bu engellerdeki kayıplar yapının özelliklerine göre değişecektir. Çizelge 2.2. de bazı yapı malzemelerine göre, vericiden gelen sinyalin kayıp miktarını göstermektedir.

Çizelge 2.2. 2.4 GHz Radyo sinyalinin bina yapı malzemelerine göre kayıpları

Bina Materyali	Kayıplar (dB)
Boyasız Cam, Tahta Kapı, Kiremit Blok Duvar, Sıva	2 - 4
Tuğla Duvar, Mermer, Tel Izgara veya metal, Boyalı Cam	5 – 8
Beton Duvar, kağıt, seramik, kurşun geçirmez cam	10 – 15
Metal, Gümüşlenmiş ayna vb.	>15

Bu çoklu yol kayıpları ile benzer olarak kapalı alan kayıplarının çeşitli türlerini hesaplamak için karmaşık algoritmaları kullanmak gerekir. Bu yüzden bağlantı bütçesi oluşturulurken, bu kayıp bileşenleri de göz önüne alınarak sinyal gücünün belli bir değer altına düşmesi durumunda bir zayıflama sınırı yaklaşık olarak hesaplanmalı ve bunun sinyal gücü bu sınırın altına düşmesi durumunda verici ile alıcı arasındaki bağlantı kesilmelidir.

Bağlantı bütçesi, RF sinyali ile başarılı bir şekilde veri gönderme işlemini gerçekleştirmek için iletim gücünün veya alıcı gücünün ortaya çıkarılmasını sağlayan bir denklemdir. Buna göre bir alıcının duyarlılık (P_{RX}) sınırlarında bir sinyalin doğru bir şekilde gönderilmesi için vericinin iletim gücü (P_{TX}), verici ve alıcı antenin kazancına (G_{TX} , G_{RX}), Serbest uzay yol kaybı ve diğer kayıplara (L_{FS}), Zayıflama

Sınır(L_{FM}) değerine bağlıdır. Buna göre; vericinin sinyal gücü hesaplaması Denklem 2.10 ile yapılabilir.

$$P_{TX} = P_{RX} - G_{RX} - G_{TX} - L_{FS} - L_{FM} \quad (2.10)$$

2.4. Kablosuz Yerel Alan Ağlarında Modülasyon Teknikleri

WLAN sistemleri lisans ve kullanım ücreti gerektirmeyen ISM (Industrial, Scientific, Medical) frekans bantlarında çalışmaktadır. Bu bantlar aynı zamanda telsiz servislerinin kullanımı için tahsisli olduğundan WLAN sistemleri enterferansa dayanıklı teknolojiler üzerine kurulmak zorundadır. Ayrıca, sınırlı frekans spektrumuna sahip bu bantların sistem ve kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde verimli kullanılması gerekmektedir. Bu nedenlerle son yıllarda frekans spektrumunu verimli kullanan ve enterferanstan az etkilenen teknolojiler geliştirilmiştir. Aşağıda WLAN sistemlerinde kullanılan modülasyon teknolojileri açıklanmıştır. (Köksal, 2007)

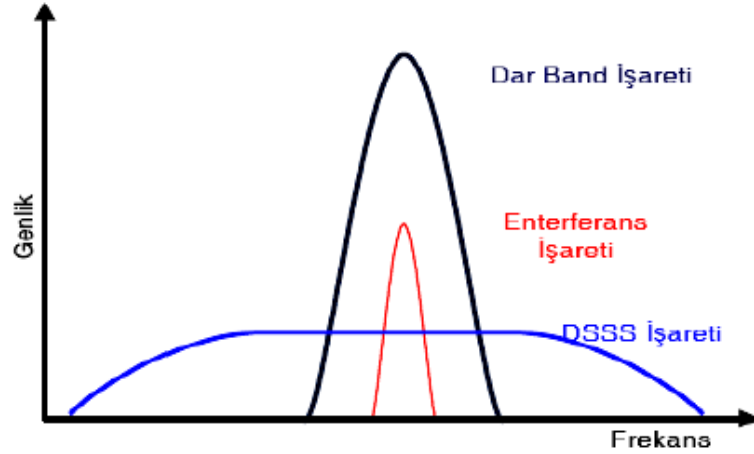
2.4.1. Dar bant (narrowband) tekniği

Dar bant tekniği, RF (Radio Frequency) sinyallerinin mümkün olan en dar frekans aralığında gönderilmesi ve alınması esasına dayanır. Bu yöntemde veri hızı düşük fakat iletim mesafesi uzundur. Bu tür kullanımda her kullanıcının farklı frekans kanalı kullanması gerekir. Aksi durumda enterferans oluşur ve iletimde bozulma veya kesilme meydana gelir. Özellikle yoğun kullanıcı bulunan bölgeler için uygun bir teknoloji değildir. Frekans talebinin ve kullanım yoğunluğunun az, iletişim mesafesinin uzak, veri hızının ise çok önemli olmadığı durumlarda ve kırsal alanlarda kullanılması mümkündür. Dar bant iletişim yöntemi WLAN sistemlerinde kullanılmamaktadır.

2.4.2. Geniş spektrum (spread spectrum) tekniği

Geniş spektrum (Spread Spectrum), kritik, güvenli ve gizli haberleşme sistemleri için geliştirilmiş bir kablosuz RF iletişim tekniğidir. Gönderilecek sinyal bir kod kullanılarak belirli bir bandın tümüne yayılarak ya da önceden belirlenmiş bir düzende devamlı frekans değiştirilerek gönderilir. Özel dizayn edilmiş alıcılar kaçak dinlemeyi engelleyen kodları temizleyerek istenilen iletişimi gerçekleştirirler. Bu yöntem gizlilik sağlamanın yanı sıra diğer telsiz sistemlerinden gelecek enterferansa

karşı da sistemi dirençli kılmaktadır. Ancak, aynı teknolojiyi kullanan diğer sistemler tarafından verici kodlarında yanlışlığa neden olarak kendisi kolayca etkilenebilir (Gast, 2005). İki çeşit geniş spektrum yöntemi vardır; FHSS ve DSSS' dir. Şekil 2.9' da Geniş Spektrum Tekniğinde kullanılan yöntemlere göre sinyaller gösterilmiştir.



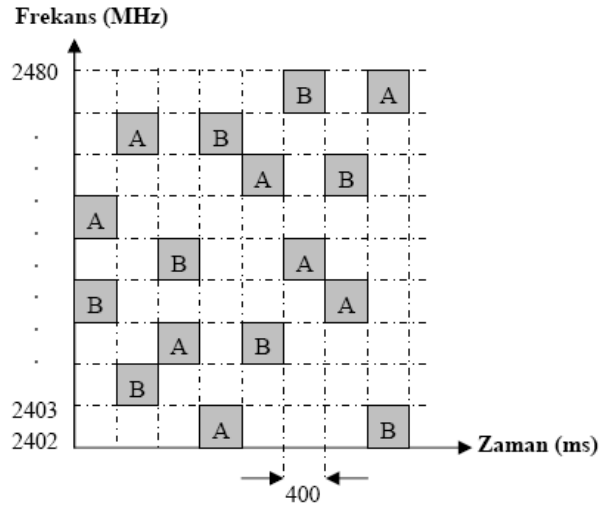
Şekil 2.9. DSSS ve FHSS Modülasyon Teknikleri

2.4.2.1. Frekans atlamalı geniş spektrum (FHSS)

FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) tekniği, dar bant taşıyıcı sinyalinin rastgele ancak bilinen bir düzende bir frekanstan diğer frekansa atlayarak veri iletilmesi yöntemidir. Çalışma şekli şöyledir: verici bir atlama kodu seçerek sinyal gönderir. Atlama kodu frekansın değişimini belirleyen koddur. Bu sinyali alan alıcı da aynı atlama koduna ayarlanır. Böylece alıcı doğru zamanda doğru frekanstan gelecek sinyalleri almaya hazırdır.

FHSS tekniği için 2402-2480 MHz frekans aralığında 1 MHz aralıklarla 79 kanal bulunmaktadır. Bu sayı 75'ten az olmamak kaydıyla ülkeden ülkeye değişim göstermektedir. Bir atlama frekansındaki azami bekleme süresi 400 ms' dir. FHSS modülasyon tekniği IEEE 802.11 standardında kullanılmakta ve 2 Mbps' e kadar veri iletimi sağlamaktadır.

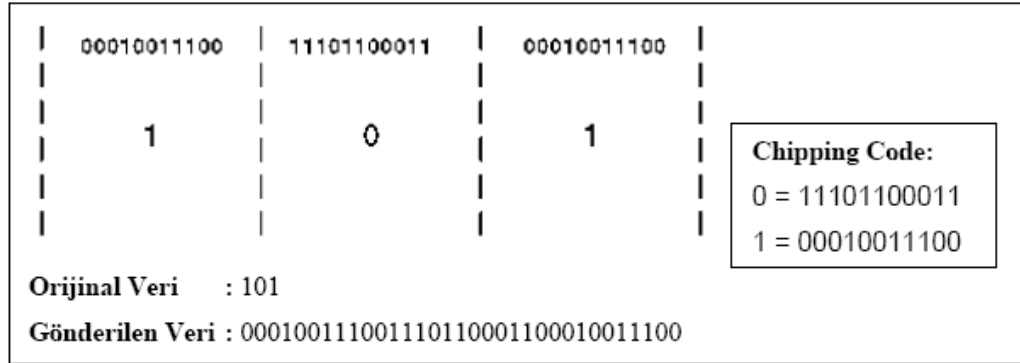
A ve B verilerinin FHSS tekniği kullanılarak iletilmesi Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10. FHSS Modülasyon Tekniği

2.4.2.2. Düz sıralı geniş spektrum (DSSS)

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) tekniğinde, belirli bir frekans bandında sabit kalan bir taşıyıcı kullanılır. Veri, özel bir kodlama yöntemi kullanılarak çok daha geniş bir frekans bandında dağıtılır. Gönderilecek verinin her biti, çok daha fazla sayıda bit ile kodlanır. Çok sayıdaki bu bit dizisine “chip” ya da “chipping code” adı verilir. Verinin kodlanması Şekil 2.11 ‘de gösterilmektedir.



Şekil 2.11. DSSS Modülasyon Tekniği

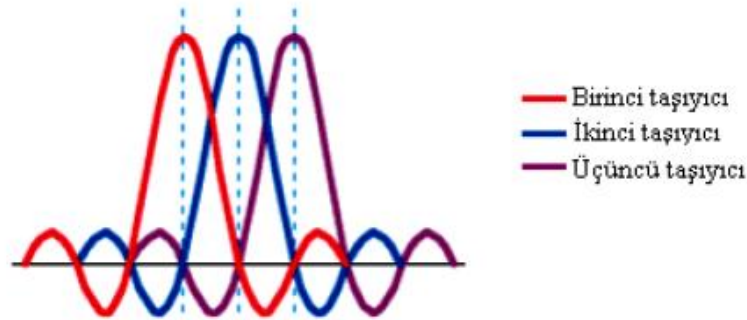
Kodlama sonucu elde edilen işaret, geniş bir frekans aralığında düşük güç seviyesinde iletilmektedir. Öyle ki; bu güç seviyesi gürültü seviyesinin altındadır. Bu, sistemin enterferansa karşı dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, veri iletimi

esnasında zarar gören veriler, istatistiksel yöntemler kullanılarak; orijinal veri, yeniden gönderilmeden (iletişim tekrarlanmadan) kurtarılabilmektedir.

FHSS ve DSSS teknikleri kıyaslanacak olursa; DSSS, daha fazla bant genişliğine ve daha yüksek veri iletişim hızına sahiptir ve enterferanstan daha az etkilenmektedir. FHSS ise, daha güvenli bir veri iletişimine sahiptir ve aynı frekans bandında daha fazla erişim noktasının çalışmasına izin vermektedir.

2.4.2.3. Dikey frekans bölmeli çoklama (OFDM)

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), bir taşıyıcı yerine çok sayıda taşıyıcı kullanılan bir modülasyon tekniğidir. Bu teknikte RF sinyalleri daha küçük alt sinyallere bölünerek aynı anda farklı frekanslardan gönderilir. Şekil 2.12’ de görüldüğü gibi OFDM alt sinyal taşıyıcıları birbirine dik açıyla üst üste binmekte ve böylelikle birbirine parazit yapmamaktadır. Ayrıca, bu teknikte sinyaller fiziksel engellerle karşılaştığında dağılmayıp, engelin çevresinden dolaşmaktadır.



Şekil 2.12. OFDM Modülasyon Tekniği

OFDM modülasyonunun başlıca avantajları;

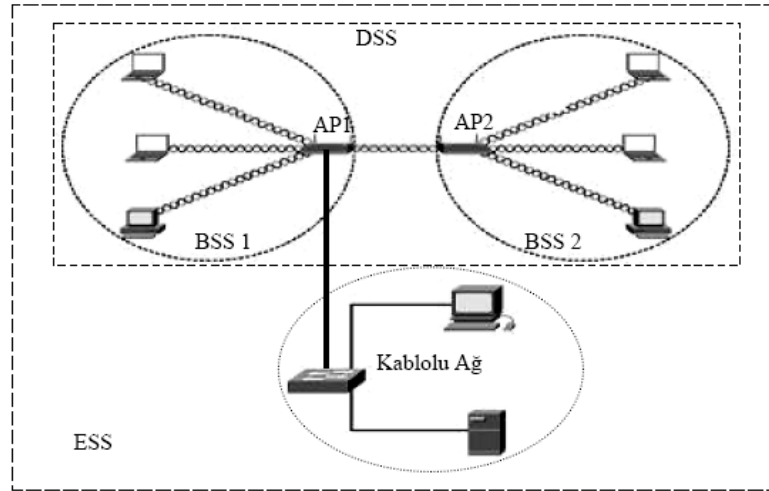
- Küçük bant genişliği kapladığından frekans spektrumunu verimli kullanır.
- Yüksek veri aktarım hızına sahiptir.
- İleri hata düzeltme algoritmaları ile iletilen verinin güvenliğini sağlar.

OFDM tekniği, bu avantajları ile birlikte WLAN sistemlerinde en çok kullanılan modülasyon yöntemidir.

2.5. Kablosuz Yerel Alan Ağları Topolojileri

Kablosuz ağlar, istasyonlar (STA – Stations) ve erişim noktaları (AP – Access Points) olmak üzere iki bileşenden oluşurlar. Kablosuz istasyonların diğer istasyonlarla iletişim şekline göre de iki farklı tipte kablosuz ağ çalışma modeli mevcuttur. Cihazdan cihaza (peer-to-peer ya da Ad-hoc) ve altyapı (infrastructure) çalışma modelleri (Reisoğlu, 2008).

Kablosuz ağları oluşturan en küçük yapı Temel Servis Kümesi (BSS – Basic Service Set) 'dir. Bu temel yapıya “hücre” adı da verilmektedir. BSS'ler, diğer BSS'lerden ayrılmak için SSID (Service Set Identification) adı verilen özel bir kimlik numarası kullanırlar. BSS'lerin büyük ağlara (genellikle kablolu bir ağ) bağlanmasıyla oluşan yapıya Genişletilmiş Servis Kümesi (ESS – Extended Service Set), başka bir BSS'e bağlanmasıyla oluşan yapıya da Dağınık Servis Kümesi (DSS – Distribution Service Set) adı verilir. Şekil 2.13' te bu yapılar görülmektedir.



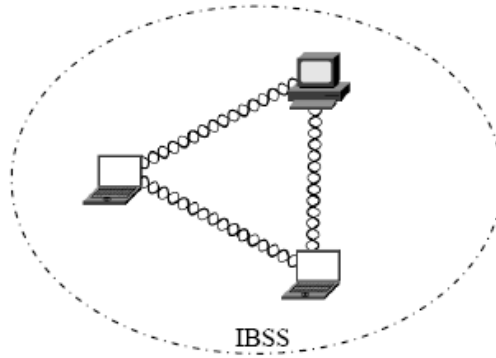
Şekil 2.13. Genişletilmiş Servis Kümesi

2.5.1. Cihazdan cihaza çalışma modeli (Ad-hoc)

Cihazdan cihaza çalışma modeli (Ad-hoc); iki ya da daha çok kablosuz iletişim özelliğine sahip bilgisayarın, bir sunucu (server) olmaksızın aralarında veri iletişimine imkan veren ağ yapılarıdır. Bu modelde bilgisayarlar kendilerine ait dosya, yazıcı vb. tüm kaynaklarını paylaşabilirler. Fakat bilgisayarlardan biri kablolu bir ağa bağlı olmadığı sürece, kablolu ağ veya internet kaynaklarını kullanamazlar.

Bu çalışma modelinde AP yoktur. Bilgisayarlar aralarında, kablosuz ağ kartları vasıtasıyla doğrudan haberleşirler. Bu yüzden hücreleri Bağımsız Temel Servis Kümesi (IBSS – Independent BSS) olarak adlandırılır. Bir başka deyişle IBSS, eşit düzeyde, istemci/sunucu ilişkisi olmayan bilgisayarlardan oluşur. İletişimi düzenleyen erişim noktasının olmaması dolayısıyla aynı anda birden çok haberleşme isteğinin çarpışmaya (collision) yol açması bu modelin dezavantajıdır.

Bu model çok yaygın kullanılmamakla birlikte geçici ve hızlı bir ağ ihtiyacı duyulan grup çalışmalarında ve toplantılarda kullanılmaktadır. Şekil 2.14’ de Ad-hoc Topolojisi görülmektedir.



Şekil 2.14. Ad-Hoc Topolojisi

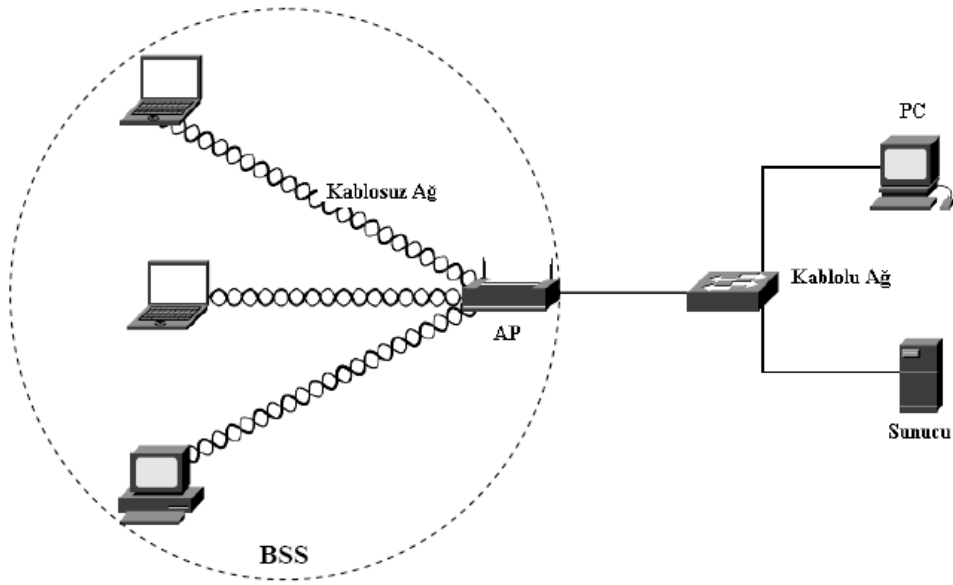
2.5.2. Altyapı (Infrastructure) çalışma modeli

WLAN sistemlerinin temel ve en yaygın kullanım şekli olan altyapı çalışma modeli; kablolu ağa bağlı bir AP ve istenilen sayıda kablosuz erişim özelliğine sahip cihazdan oluşur. AP, sadece kablosuz bilgisayarlar arasında değil; aynı zamanda kablolu bir ağa da bağlantı sağlar. Bir başka deyişle AP, kablolu ağlardaki anahtar ile aynı görevi yapar. Tipik bir AP radyo dalgaları üreten bir cihaz, bir anten ve en az bir Ethernet portundan oluşur. Bir AP, kullanıldığı teknolojiye ve yapılandırmasına bağlı olarak 15-250 kullanıcıya 20-500 m mesafe aralığında hizmet sunar.

Diğer cihazların belirli bir erişim noktasına ulaşabilmeleri açısından doğal olarak söz konusu erişim noktasını diğer erişim noktalarından ayıran bir isme ihtiyaç duyulmaktadır. SSID adı verilen bu isim bir erişim noktasının kimliği durumundadır. Erişim noktası bu kimliği sürekli olarak yayınlayarak istemci cihazların kendisini

tanımasını sağlar. SSID çevrede tüm cihazların görebileceği şekilde açık olarak yayınlanabileceği gibi gizli olarak da yayınlanabilir.

Bu çalışma modelinde paylaşılan bütün kaynaklar sunucuda yer alır ve işlemler sunucu aracılığıyla yürütülür. Sunucu işlemleri hızlı bir şekilde yaparak sonuçları istemciye yollar. Böylece işlem hızı ve kapasitesi artırılmış olur. Aksi durumda ise her bir bilgisayarın kendi programları ile verileri işlemesi gerekecektir. Bu durumda işlem hızı iş istasyonunun performansına bağlı olacaktır. Şekil 2.15' te Alt yapı Topoloji görülmektedir.



Şekil 2.15. Alt Yapı Topoloji

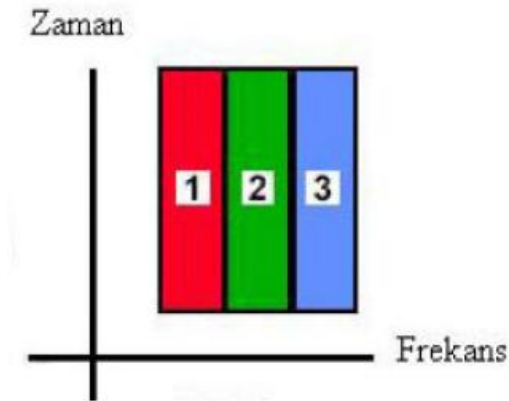
2.6. Çoğullama ve Çoklu Erişim

Çoğullama (Multiplexing) ve "Çoklu Erişim" (Multiple Access), sabit haberleşme kaynaklarının/ortamlarının paylaşarak kullanılmasıdır. Çoğullama, kullanıcı ihtiyaçlarının sabit olduğu ve paylaşımın önceden belirlenmiş kurallara göre gerçekleştiği ve genelde yerel bir noktada yapılan haberleşme kaynak paylaşımıdır. Çoklu Erişim, genelde haberleşme kaynaklarının uzaktan paylaşımını gerektirmektedir, örneğin uydu haberleşmesinde ve GSM sistemlerinde olduğu gibi, haberleşme kaynakları dinamik olarak her kullanıcının anlık ihtiyacına göre belirlenmektedir (Reisoğlu, 2008).

Çoğullama ve Çoklu Erişimin mantığı aynıdır, amaç birden fazla işaretin haberleşme kanalını kullanmasıdır. Tek kanaldan birden fazla gönderilirken işaretlerin karışmasının önlenmesi ve alıcıda istenen işaretin tekrar ayrıştırılabilmesi önem kazanmaktadır.

2.6.1. Frekans Bölüşümlü Çoğullama ve Çoklu Erişim

Frekans Bölüşümlü Çoğullama (Frequency Division Multiplexing , FDM) ve Frekans Bölüşümlü Çoklu Erişim (Frequency Division Multiple Access, FDMA) haberleşme kanallarının frekans paylaşımını öngörmektedir. Her işaretin iletimi için farklı bir frekans bandı kullanılarak işaretlerin birbirine karışması önlenirken birden fazla işaretin aynı kanaldan iletilmesi mümkün kılınmaktadır. Şekil 2.16' da bir haberleşme kaynağının frekans – zaman uzayı ile gösterilmiştir. Frekans spektrumu belirli sayıdaki frekans bandına bölünerek, kullanıcıların iletim ihtiyacına göre frekans bantları atanmaktadır. Frekans bantları kullanıcı ihtiyacına göre genelde uzun süreli veya kalıcı olarak ayrılmaktadır.



Şekil 2.16. Frekans Bölüşümlü Çoğullama

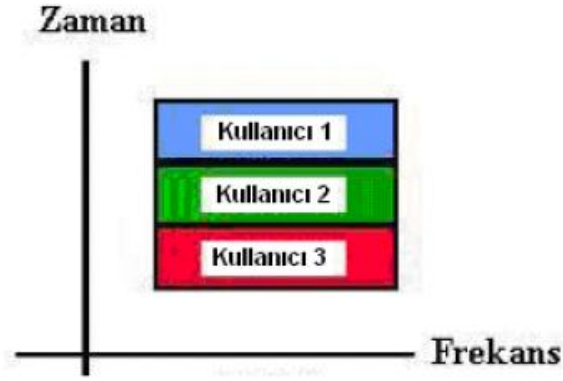
Bilgi işareti bir temel bant işareti ise, taşıyıcı frekansı iletim yapılacak frekans bandına göre belirlenen bir geçiş bant modülasyonu kullanılarak işaretlerin FDM ile çoğullanması sağlanabilir. FDM genelde analog işaretlerin çoğullanmasında kullanılmaktadır. FDM ile çoğullanacak işaretlerin bant genişliği, mutlaka sınırlı olmalıdır, bu nedenle örneklenmiş bir işaretin FDM ile çoğullanması mümkün değildir. Sayısal bir işaret ancak geçişbant modülasyonu ile sürekli bir dalga biçimine dönüştürülüp frekans bandı sınırlandırıldıktan sonra FDM ile çoğullanabilmektedir.

Analog işaretlerin FDM ile çoğullanması işleminde tek-yan-bant modülasyonu (single-side band modulation, SSB) etkin bir çözüm sunmaktadır. Taşıyıcı frekansına modüle edilmiş işaretin bir yan bandının bant-geçiren süzgeç ile alınıp diğer yan bandının atılmasından sonra frekans spektrumu açısından verimli bir iletim sağlanabilmektedir. Frekans bölmeli çoğullamada her alıcının kendisine gönderilen işaretin hangi frekans bandından geleceğini bilmesi gerekir ve her alıcının bir bant-geçiren süzgeç ile ilgilendiği işareti diğer işaretlerden ayırıştırması gerekmektedir. Bu nedenle eğer frekans bantları geçici bir süreyle tahsis ediliyorsa haberleşme bağlantısının kurulum aşamasında göndericiye ve alıcıya iletim için tahsis edilen frekans bandı bildirilmektedir.

FDM ve FDMA ile çoğullama yapılırken dikkat edilmesi gereken husus frekans bantlarının (taşıyıcı modülasyon frekanslarının) işaretler arasında karışmaya neden olmayacak şekilde ayarlanmasıdır. Bu nedenle iki komşu modülasyon frekansı arası en az çoğullanan işaretlerin bant genişliği kadar tutulmalıdır, hatta ayırıştırma için ideal olmayan süzgeçlerin kullanılacağı göz önüne alınarak iki frekans bant arasında bir güvenlik bandı bırakılmalıdır.

2.6.2. Zaman Bölüşümlü Çoğullama ve Çoklu Erişim

Zaman bölüşümlü çoğullama (Time Division Multiplexing, TDM) ve Zaman bölüşümlü çoklu erişim (Time Division Multiple Access, TDMA) sayısal işaretlerde örnek arası zaman aralığının diğer işaretlerin örnekleri için kullanılarak bir haberleşme kaynağının zaman bazlı bir paylaşım sonucu ortak kullanılmasını sağlamaktadır. Şekil 2.17’de görüldüğü gibi zaman uzayı belirli uzunluktaki zaman dilimlerine (time-slot) bölünerek her bir sayısal işaretin örnekleri için farklı bir zaman diliminin kullanılması sonucu haberleşme kaynağının ortak kullanımı sağlanırken işaretlerin karışması önlenmektedir. TDM ve TDMA’de frekans bandında ise bir çoğullama yapılmamakta, her işaret için mevcut frekans spektrumunun tamamı kullanıma sunulmaktadır. Ardışık iki işaret için ayrılan zaman dilimleri arasında olası ufak senkronizasyon hatalarına karşı güvenlik bantları bırakılabilmektedir.



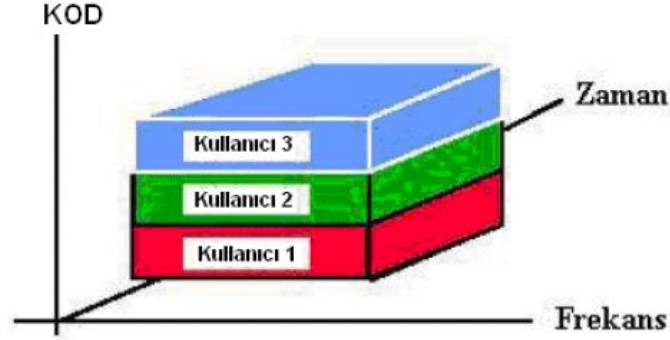
Şekil 2.17. Zaman Bölüşümlü Çoğullama

İşaretlerin TDM/TDMA ile çoğullanması sırasında dikkat edilmesi gereken husus zaman uzayında bir çakışma olmaması için işaretlerin örnekleme frekanslarının birbirine eşit veya birbirinin tamsayı katı olması gerektiğidir. İşaretlerin çoğullanma zamanları arasında, sistemin zamanlamasında meydana gelebilecek ufak hatalara karşı bir güvenlik bandı bırakılmasında fayda vardır. Her alıcının kendisine gönderilmiş olan işaretin hangi zaman diliminde geleceğini bilmesi gerektiğinden haberleşme bağlantısının kurulu aşamasına gönderici ve alıcı arasında zamanlama senkronizasyonu kurulmakta, yani gönderici ve alıcıya hangi zaman diliminin onların kullanımına tahsis edildiği bildirilmektedir.

2.6.3. Kod Bölüşümlü Çoğullama ve Çoklu Erişim

Kod bölüşümlü çoğullama (Code Division Multiplexing, CDM) ve kod bölüşümlü çoklu erişim (Code Division Multiple Access, CDMA) FDM ve TDM'in (FDMA ve TDMA'in) karılmasından elde edilen bir çoğullama yöntemidir. Esasında hem frekans uzayı hem de zaman uzayı bölüşümü söz konusu değildir. Çünkü zaman uzayının bölüşülebileceği örneklenmiş sayısal işaretlerin frekans spektrumu sınırsızdır ve frekans uzayı bölüşümü yapılamaz, frekans spektrumları sınırlı olan sürekli-zaman işaretleri ise zamanda sürekli oldukları için zaman bölüşümü yapılamaz. Kod bölüşümlü çoğullamanın temelinde frekans uzayının bölüşümlü olarak kullanılması yatmaktadır. Frekans bantları kullanıcılara belirli bir süre için ayrılmakta ve bu süre sonunda frekans bant paylaşımı yeniden düzenlenmektedir. Belirlenen zaman aralığı boyunca kullanıcılar kendilerine ayrılan bantlardan iletim yapmakta, bu süre sonunda iletme devam eden kullanıcılar yeni paylaşıma göre

yayın bantlarını değiştirmekte, iletimi biten kullanıcıların yerine iletim yapmak isteyen yeni kullanıcıların alınması sonucu haberleşme kaynakları etkin bir şekilde değerlendirilmiş olmaktadır. Şekil 2.18’de örnek bir CDMA sistemi için frekans-zaman uzayının kullanımı gösterilmektedir.



Şekil 2.18. CDMA sistemi için frekans-zaman uzayı

Birinci zaman aralığında birinci kullanıcı birinci frekans bandını, ikinci kullanıcı ikinci bandı, üçüncü kullanıcı da üçüncü bandı kullanmaktadır. Birinci zaman aralığı sonunda frekans spektrumunun paylaşımı yeniden düzenlenmekte ve ikinci zaman aralığında birinci kullanıcı üçüncü banttan, ikinci kullanıcı birinci banttan ve üçüncü kullanıcı da ikinci banttan iletime devam eder. İkinci zaman aralığının sonunda frekans paylaşımı tekrar düzenlenmektedir.

İletilen işaretlerin belirli zaman aralıklarında farklı frekans bantlarına geçerek iletimin gerçekleştirilmesi "frekans zıplaması" (frequency hopping) olarak adlandırılmaktadır. (Reisoğlu, 2008)

Haberleşme bağlantısı kurulurken her kullanıcı için verilen bir sözde gürültü (pseudonoise PN) kodu ile kullanıcının hangi zaman aralığında hangi frekans bandından yayın yapacağı belirlenmektedir. Gönderici ve alıcı senkronizasyonu için PN kodu bağlantı kurulurken hem gönderici hem de alıcıya bildirilmektedir. Her iletim için ayrı olarak belirlenen PN koduna göre her seferinde farklı bir frekans bandı atlaması gerçekleştiği için, CDM özellikle güvenlik açısından FDM ve TDM yöntemlerine tercih edilmektedir. PN kodlarının belirlenmesinde özel fonksiyonlar kullanılmakta ve bu fonksiyonlar sayesinde dikgensel olarak ayarlanan PN kodları ile aynı anda birden fazla işaretin aynı frekans bandından iletimi engellenmektedir.

Kod bölüşümlü çoğullamanın bir diğer faydası, iletim süresi boyunca her kullanıcı frekans bantları arasında atladığı için, çevre koşulları yüzünden iletişim kalitesinin kötü olduğu frekanslar mevcut olsa dahi, kullanıcı bu frekanslarda uzun süre kalmayacağından iletişim kalitesinde düşüş geçici olacaktır.

Frekans atlama gerçekleştirilirken, işaret kendi bant genişliğinden daha geniş bir bantı iletim için kullanmaktadır, iletim esnasında işaretin frekans bandını genişleten (yayan) yöntemlerin tamamına literatürde yayılı-spektrum (spread-spectrum, SS) yöntemleri denmektedir ve kablosuz yerel ağ (WLAN) teknolojilerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. (Yıldırım, 2008)

2.7 Kablosuz Yerel Alan Ağlarının Optimizasyonu ile İlgili Çalışmalar

Amaldi vd. (2004), WLANlarda kapsama alanı planlama için Optimizasyon Modelleri ve algoritmaları geliştirmişlerdir. Makalede, WLAN planlarında rastgele süreçlerde kullanılan yöntemlerin sezgisel algoritma yöntemleri ile kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Süreçte bir Sezgisel Algoritma geliştirerek, bir bina içerisindeki AP kapsama alanını en üst seviyeye çıkarmış ve rastgele yöntemlerle yerleştirilen AP sayısına göre en az AP' yi kullanmayı başarmıştır

Wertz vd. (2004)' e göre, WLANın Planlanmasında Otomatik Optimizasyon Algoritmaları kullanılabileceğini savunmaktadır. WLANlarda kullanılan AP' lerin yerlerinin tespiti için Alıcı Gücü Algoritmasını ve Karşılıklı Entereferans Algoritmalarını kullanmıştır. Bu algoritmaları bir mimari çizim üzerinde çalışmış ve AP' ler belli senaryolara göre mimari çizim üzerinde belli noktalara yerleştirilmiştir. İlk adım olarak kurulu olan vericilerin öncelikleri hakkında bilgi edinmiş ve mimari çizim üzerinde her pikselin alıcı gücünü hesaplamıştır. İkinci adım olarak, uygun verici yerinin duyarlılığını etki alanının öncelik ayarlarından bağımlılığını azaltmıştır. Daha sonra önseçim algoritması geliştirerek AP' lerin mimari çizim üzerindeki sayılarını azaltmıştır.

Mo vd. (2005), IEEE 802.11b bağlantıları için Verici Gücünü Koruma Algoritması ve bir optimizasyon tekniği üretmişlerdir. Algoritmanın oluşturulmasındaki amaç olarak, sinyal gürültü oranı (SNR) gibi bilgilere güçlük çekmeden ulaşmayı ve bunun bazı avantajları ortaya çıkacağını göstermişlerdir. Birinci avantaj, iletim yolunu belirlemek için, gürültü ortamını ve alıcı gücünün yansımalarında gerçek zamanlı

güvenilir SNR bilgisin ortaya çıkarmaktır. İkinci avantaj, özellikle Ad Hoc WLANlarda, iletim gücünü yaralı seviyelerde tutmaktır. Üçüncü avantaj, bitişik ağlardaki entereferans olaylarını azaltmaktır. Dördüncü avantaj ise, SNR değerini, ortaya çıkan CSMA/CA sürecinde karşılıklı olarak değiştirmektir.

Liu vd. (2006), makalelerinde Kablosuz Yerel Alan Ağlarının dizayn edilmesinde sistem mühendislerinin deneyimlerinin önemine dikkat çekmiş ve bu problemin çözümü için Gelişmiş Uyarlanabilir Genetik Algoritma ile WLANları dizayn edebilmişlerdir.

Eisenblatter vd. (2007), makalesinde Kapalı Alan Kablosuz Yerel Alan Ağları kurulumlarında Kanal seçimi ve AP yerlerinin tespiti üzerine bir çalışma yapmıştır. WLANların planlanmasında iki adım kullanmıştır. Birinci adımda, AP den istenilen iş miktarına göre mimari çizimde maksimum AP sayısı belirlenmiş ve AP yerlerinin optimizasyonu ile kanal seçimini birleştirmiştir. Bu yapmış olduğu süreci Berlin Zuse Enstitüsü' nde denemiş ve çözüm üretmiştir. AP yerlerinin optimizasyonunda ise Sayısal Programlama Algoritmasını kullanmıştır.

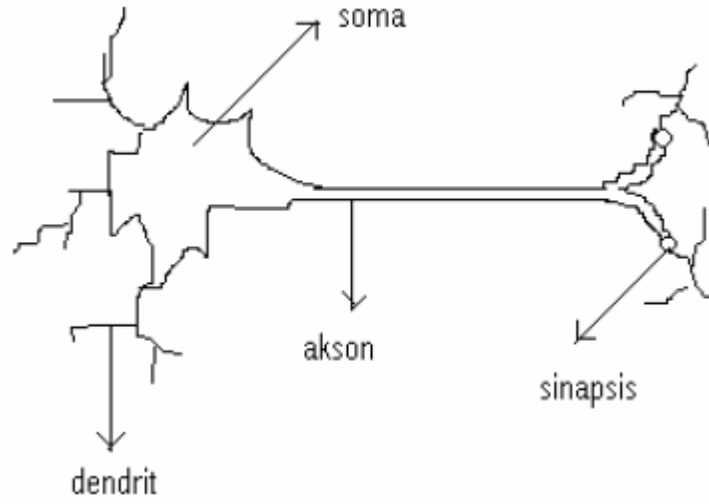
Jaffres – Runser vd. (2008), Kablosuz Ağların değerlendirilmesi ve Optimizasyonu için Çok Amaçlı Tabu Arama Algoritması geliştirmişlerdir. Bu makalede öncelikle WLANların SNR(Sinyal Gürültü Oranı), SINR(Sinyal Entereferans Gürültü Oranı) değerlerin düşük olmasından ve bazı AP' lerdeki kullanıcı sayılarının çok yüksek olmasından dolayı performanslarını olumsuz yönde etkilediğine dikkat çekmişlerdir. Bu durumları tamamen ortadan kaldırmak için Tabu Arama Algoritması ile uygulama yapmışlar ve entereferans kriterlerinin servis kalitesine göre değişimlerini, kapsama alanı kriterlerinin servis kalitesine etkilerini, kapsama alanı kriterlerinin entereferans kriterlerine etkilerini bulmuşlardır.

Vilovic vd. (2008), Dubrovnic Üniversitesi zemin katında bulunan bir Kablosuz yerel Alan Ağının optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sürecinde mevcut AP' lerin bina içerisinde belli bir referans noktasında başlayarak 1 metre aralıklarla Sinyal gücü ölçümü yapılmış ve bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanındaki veriler yapay sinir ağları ile bir eğitim seti oluşturulmuş ve en iyi durum ortaya çıkarılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1 Yapay Sinir Ağları Kullanarak WLAN Optimizasyonu

Yapay Sinir Ağları, insan beyninin sinir hücrelerinden oluşmuş katmanlı ve paralel olan yapısının tüm fonksiyonlarıyla beraber sayısal dünyada gerçeklenmeye çalışılan modellenmesidir. Bu yapıyı anlayabilmek için öncelikle biyolojik sinir hücresinden bahsedilmesi gerekmektedir (Cinsdikici, 2009).Şekil 3.1’ de biyolojik sinirin yapısal gösterimi görülmektedir.



Şekil 3.1. Biyolojik Sinir Hücre Yapısı

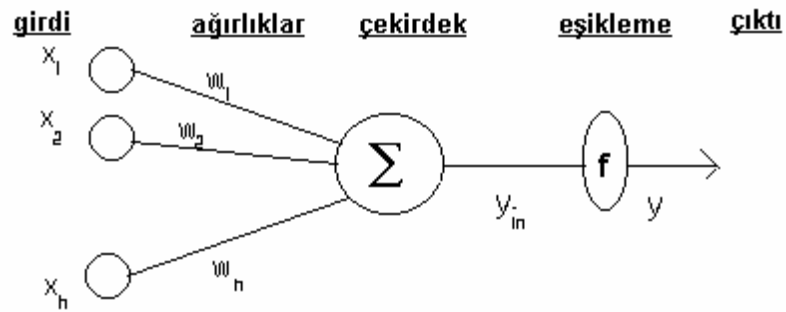
Dendrit : Görevi diğer sinir hücrelerinden iletilen sinyalleri, sinir hücresinin çekirdeğine iletmektedir. Bu yapı basit gibi görünse de günümüzde dendritlerin görevlerinin daha karmaşık olduğu yolunda söylemler hakim olan görüştür. Hücrenin çekirdeği ile her bir dendrit arasında farklı bir iletişim söz konusudur. Bu sebeple bazı dendritlerin etkileşimde ağırlıklı (dominant) pay sahibi, diğerlerinin de pasif (resesif) olduğu gözlenmektedir. Bu ise dışarıdan alınan sinyallerde seçicilik gibi önemli bir olgunun sinir hücresi tarafından gerçekleştirilmesi anlamını taşımaktadır.

Soma : Dendritler yoluyla iletilen tüm sinyalleri alıp toplayan merkezdir. Biyolojik olarak hücre çekirdeği olarak da bilinen yapıdır. Çekirdek gelen toplam sinyali diğer sinir hücrelerine göndermek üzere, bilgiyi aksona iletir.

Akson : Hücre çekirdeğinden aldığı toplam bilgiyi bir sonraki sinir hücresine dağıtmakla görevlidir. Ancak akson bu toplam sinyalin ön işlemden geçirilmeden diğer sinir hücresine aktarılmasına engel olur. Çünkü akson ucunda sinapsis denilen birimlere bilgiyi aktarır.

Sinapsis : Aksondan gelen toplam bilgiyi ön işlemden geçirdikten sonra diğer sinir hücrelerinin dendritlerine iletmekle görevlidir. Sinapsisin ön işlem ile gerçekleştirdiği görev çok önem taşımaktadır. Bu ön işlem gelen toplam sinyalin, belli bir esik değerine göre değiştirilmesinden ibarettir. Böylece toplam sinyal olduğu gibi değil, belli bir aralığa indirgenerek diğer sinir hücrelerine iletilmiş olunur. Bu açıdan, her gelen toplam sinyal ile dendrite iletilen sinyal arasında bir korelasyon (ilişki) oluşturulur.

Yukarıda biyolojik olan sinir hücresinin elemanları tanıtılmaktadır. Öyleyse yapay sinir ağı hücre modeline geçiş yapmak gerekmektedir. Yapay sinir hücresi, gerçek biyolojik hücreyle aynı ilkelere dayandırılmaya çalışılmıştır.



Sekil 3.2.'de görünen yapay sinir hücresinin dendritleri X_n ve her bir dendritin ağırlık katsayısı (önemlilik derecesi) w_n ile belirtilmiştir. Böylece X_n girdi sinyallerini, w_n ise o sinyallerin ağırlık katsayılarının değerlerini taşımaktadır. Çekirdek ise tüm girdi sinyallerinin ağırlıklı toplamalarını elde etmektedir. Tüm bu toplam sinyal y_{in} ile gösterilmiş ve sinapsise eşikleme fonksiyonuna girdi olarak yönlendirilmiştir. Buna göre y_{in} Denklem 3.1.' e göre bulunur. Sinapsis üzerindeki eşikleme fonksiyonundan çıkan sonuç sinyali y ile belirtilmiş ve diğer hücreye beslenmek üzere yönlendirilmiştir (Cinsdikici, 2009).

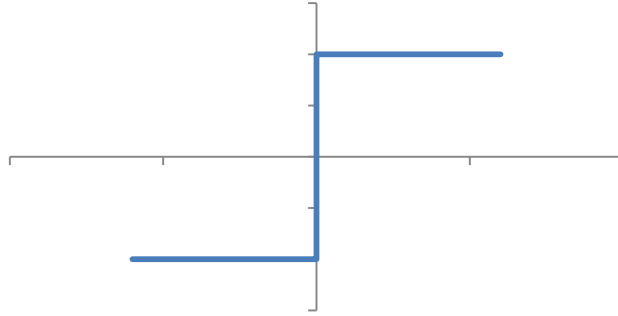
$$y_{in} = \sum_{i=1}^p X_i w_i$$

$$y = f(y_{in}) \quad (3.2)$$

“f” olarak betimlenen fonksiyon matematiksel herhangi bir fonksiyona denk olabilir. Ancak yapay sinir ağı modellerinde en çok kullanılan 3 tip fonksiyon vardır.

Hard Limiter fonksiyonu : Bu fonksiyon girdi örüntülerinin değerlerine göre ayrık (discrete) sonuç elde etmek için kullanılır. Bir başka ifadeyle girdi ya +1 sonucu verir ya da -1 sonucunu verir. Başka bir ihtimal söz konusu değildir. Böylece kesin bir limit alınması sağlanmıştır. Şekil 3.3’ de Hard Limiter Fonksiyon Grafiği gösterilmiştir.

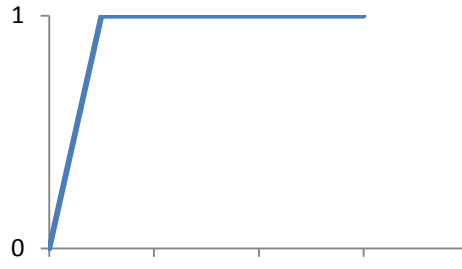
$$f(y_{in}) = \begin{cases} 1 & y_{in} > \text{eşik değeri} \\ -1 & y_{in} \leq \text{eşik değeri} \end{cases} \quad (3.3)$$



Şekil 3.3. Hard Limiter Fonksiyon Grafiği

Threshold fonksiyonu : Bu fonksiyonda Hard Limiter fonksiyonuna benzemekle beraber, girdi örüntüsünün toplam değerine belli bir esik değerine kadar doğrusal (lineer) artan değerlerle cevap vermektedir. Üst limite ulaşıldığında ise (esik değeri, threshold) artık cevap ayrık olarak yine kesinlik göstermektedir. Artan bir eğilim göstermez. Şekil 3.4’ de Treshold Fonksiyon Grafiği gösterilmiştir.

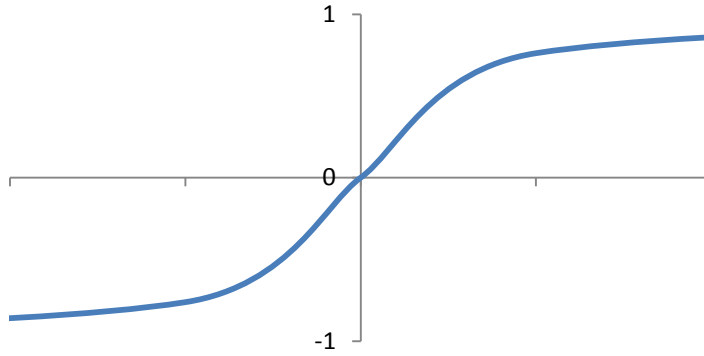
$$f(y_{in}) = \begin{cases} 1 & y_{in} \geq \text{eşik değeri} \\ 0 \leq y < 1 & y_{in} < \text{eşik değeri} \end{cases} \quad (3.4)$$



Şekil 3.4. Treshold Fonksiyon Grafiği

Tanjant Sigmoid fonksiyonu : Bu fonksiyonda girdi örüntüsüne devam eden, süreklilik gösteren cevaplar verilmektedir. Cevaplar kesinlikle ayrık değildir. Fonksiyonun dinamik değişim aralığı $[-1, 1]$ aralığıdır ve fonksiyon nöron toplam girişe bağımlı olarak bu aralıkta lineer olmayan bir değişim gösterir. Hassas değerlendirmelerin kullanılacağı problemler için uygulanması en uygun olan fonksiyonudur. Şekil 3.5.' te Tanjant Sigmoid Fonksiyon Grafiği gösterilmiştir.

$$f(y_{in}) = \frac{2}{1+e^{(-2n)}} - 1 \quad (3.5)$$



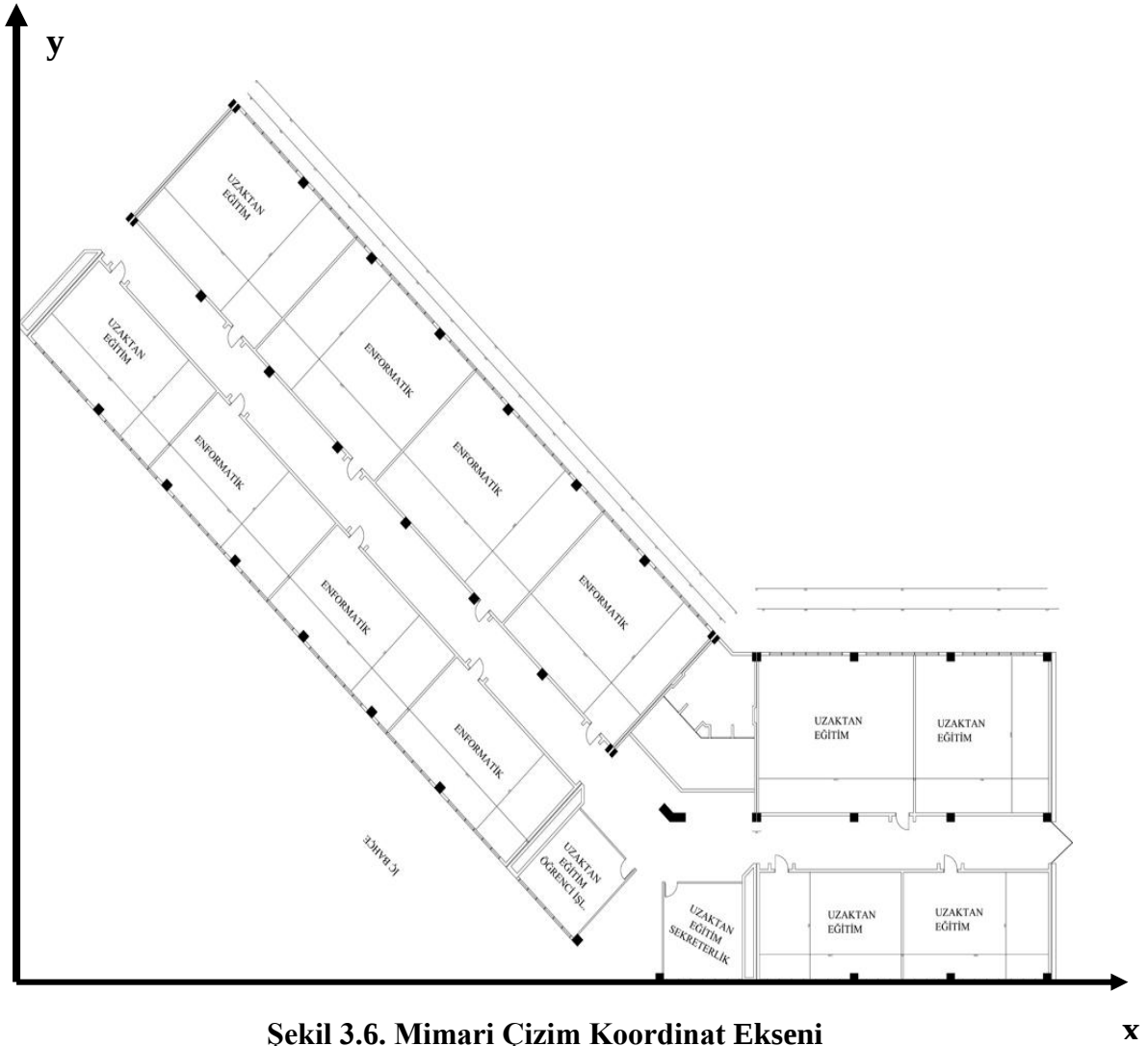
Şekil 3.5. Tanjant Sigmoid Fonksiyon Grafiği

Yapay sinir hücresinin görevi kısaca; X_n girdi örüntüsüne karşılık y çıktısı sinyalini oluşturmak ve bu sinyali diğer hücrelere iletmektir. Her X_n ile y arasındaki korelasyonu temsil eden w_n ağırlıkları, her yeni girdi örüntüsü ve çıktı sinyaline göre tekrar ayarlanır. Bu ayarlama süreci öğrenme olarak adlandırılır. Öğrenmenin tamamlandığının belirtilebilmesi için; girdi örüntüleri, w_n ağırlıklarındaki değişim sabitleştirilene kadar sistemi beslemektedir. Sabitleştirme sağlandığı zaman hücre öğrenmesini tamamlamıştır.

Yapay sinir ağı; görevi yukarıdaki biçimde belirtilen yapay sinir hücrelerinin birleşiminden oluşan katmanlı yapının tümü olarak nitelendirilir.

Bu tezde, çok sayıda gerçek çözüm verisini hızla işleyebilmesi, karmaşık ve farklı sistemlere uyarlanıp çözümleme yapabilmesi nedeniyle, WLAN optimizasyonunda, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmıştır.

YSA' nın girişleri AP' lerin ve alıcıların bina içerisindeki koordinatları olmuştur. Koordinat sisteminin orijini Şekil 3.6.' da gösterilen köşeler olarak belirlenmiştir. Öğrenme modeli olarak perceptron modeli benimsenmiş ve aktivasyon fonksiyonu olarak Tanjant Sigmoid fonksiyonu alınmıştır. YSA çıkışı olarak ise, alıcının belli noktalardan ölçmüş oldukları sinyal gücü seviyesi kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Mimari Çizim Koordinat Eksenini

Optimizasyonu yapılacak test ortamı olarak, yaklaşık 1100 m² ve tavan yüksekliği 3,2m olan Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ), Ertokuş Bey Derslikleri Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu katı seçilmiş ve SDÜ Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından daha önce kurulmuş “edu-ram” ve “SDÜ Wi-Fi” kablosuz ağı optimize edilmiştir. Optimizasyonda, mevcut edu-ram ağı için kullanılan AP, 802.11g standardını kullanan ve 54 Mbps veri hızı olan Cisco Aironet1100 modelidir. Ortamda bahsedilen ağ için 2 adet AP kullanılmıştır. Bu AP’ lerin koordinat sistemindeki yerleri Çizelge 3.1’ de gösterilmiştir. Bu yerler YSA’ ya giriş olarak kullanılmıştır.

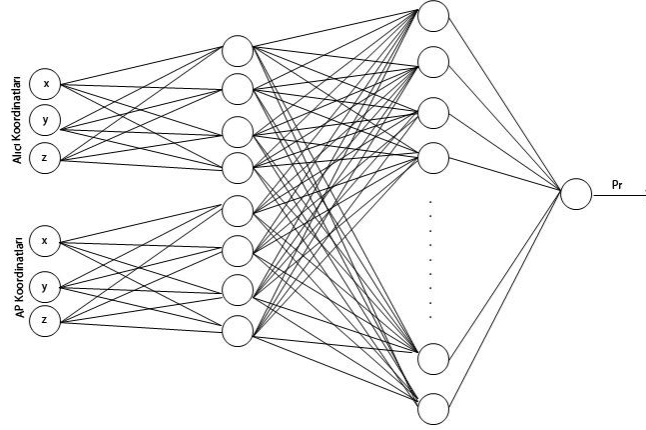
Çizelge 3.1. Uygulama Alanı AP Koordinatları

AP Adı	x	y	z
AP1	10	1	3
AP2	10	18	3
AP3	10	30	3

Optimizasyonu yapılan ortamda koridor kısmından laboratuvarlara ve stüdyolara geçişlerde tuğla duvarlar kullanılmıştır. Laboratuvarların birbirlerinden bölünmesinde, yine tuğla duvar kullanılmış, stüdyoların bölünmesinde ses yalıtım malzemeleri kullanılmıştır. Laboratuvarlara ve stüdyolara girişlerde tahta kapılar mevcuttur. Bu yerlerin camları plastik çerçeveli olup tekli cam kullanılmıştır. Stüdyoların girişlerinde ise, tahta çerçeveli çift cam kullanılmıştır.

Alıcıların edu-ram kablosuz ağı için ölçüm yaptıkları koordinatlar YSA’ ya giriş olarak alınmış ve ölçülen sinyal gücü çıkışta istenilmiştir. Sinyal gücü ölçümleri, HP Mini Notebook ile Ralink RT3090 802.11b/g/n Wi-Fi Adapter kablosuz ağ kartı ile yapılmıştır. Ölçüm yapılan ortamın her 1 metre adımda 2’ şer dakika boyunca 1,2 metre yükseklikten alınan ölçümlerin ortalaması alınarak 370 adet sinyal gücü ölçüm değeri veri tabanı oluşturulmuştur. Bu değerlerin 150 adedi eğitim verisi olarak, geriye kalanı test verisi olarak kullanılmıştır.

Şekil 3.7’ de görülen, Çok katmanlı Perceptron Modelinde, 6 giriş kullanılmış ve bu girişleri öncelikle alıcı ve AP koordinatları için 2’ ye ayrılmıştır. Bu girişler bir gizli katmanda sigmoid aktivasyon uygulanmış ve başka bir gizli katmanla da birleştirilerek çıkış değerine ulaşılmıştır.



Şekil 3.7. Çok Katmanlı Perceptron

Buna göre YSA Algoritması;

- Adım 1: Tüm ağırlıklara başlangıç değerini ata
 $W_{1..n,k} = 0$
- Adım 2: Öğrenme katsayısını belirle ($\mu = 0,1$)
- Adım 3: Çıkış değeri ile beklenen değer eşit olana kadar Adım 3 –Adım11 tekrarla
- Adım 4: Girdi değerlerini al(AP (x,y,z), Alıcı(x,y,z))
- Adım 5: Toplam sinyalli hesapla
- Adım 6: Tanjant Sigmoid aktivasyonunu hesapla
- Adım 7: Aktivasyonda oluşan değeri 1. Saklı katmana gönder
- Adım 8: 1.Saklı katmanda oluşan değeri 2. Saklı katmana gönder
- Adım 9: 2. Saklı katmanda oluşan değeri çıkışa gönder
- Adım 10: Çıkıştaki değer, beklenen değere eşit değil ise Adım 11’ e geç
- Adım 11: Eğer hata varsa bu hataları öğren
 Eğer çıkış değeri eşik değerinde küçük ise;
 $(W_{1..n,k})_{yeni} = Ağırlık_{(eski)} - \mu * girdi\ değerleri$
 Değilse
 $(W_{1..n,k})_{yeni, katman} = Ağırlık_{(eski)} - \mu * girdi\ değerleri$
- Adım 12: Döngü sonunu kontrol et

3.2 Genetik Algoritmalar Kullanarak WLAN Optimizasyonu

Genetik Algoritmalar (GA), evrimsel yaklaşım prensipleri ışığında rastlantısal araştırma metotlarını kullanarak kendi kendine öğrenme ve karar verme sistemlerinin düzenlenmesini hedef alan bir araştırma tekniğidir. Darwin' in “en iyi olan hayatta kalır” prensibini temel alır. Bu temel ile doğadaki canlıların geçirdiği süreci örnek alır ve iyi nesilleri kendi yaşamlarını sürdürüp kötü nesillerin yok olması prensibine dayanır. (Yiğit, 2006)

Bir problemi çözmeye herhangi bir evrimsel algoritmanın beş elemana ihtiyacı vardır. (Karaboğa, 2004)

- Problem için çözümlerin genetik temsili
- Çözümlerin başlangıç popülasyonunu oluşturacak bir yöntem
- Çözümlerin uygunluk açısından değerlendirmeye tabii tutacak değerlendirme fonksiyonu
- Genetik kompozisyonu değiştirecek operatörler
- Kontrol parametrelerinin değerleri (popülasyon büyüklüğü, operatörleri, uygulama ihtimalleri vs.)

GA fikri J. Holland' a aittir (1975). Algoritma diğer evrimsel algoritmalar gibi araştırma uzayında bulunan çözümlerinin bazılarının oluşturduğu bir başlangıç popülasyonunu kullanmaktadır. Başlangıç popülasyonu her iterasyonunda, tabii seçme ve tekrar üreme işlemleri vasıtası ile art arda geliştirilir. En son kuşağın un uygun yani en kaliteli bireyi, problem için en optimal çözüm olmaktadır. (Karaboğa, 2004)

Basit bir genetik algoritma beş temel elemandan oluşmakta ve bunların her biri algoritmanın performansını önemli derecede etkilemektedir. Bu parametreler: Çözümlerin temsil şekli, başlangıç popülasyonunu oluşturma yöntemi, uygunluk ve kalite değerlendirme fonksiyonu, kullanılan genetik operatörler ve kontrol parametreleridir.

Basit bir GA' nın temel adımları;

Adım 1: Çözümlerin bir başlangıç popülasyonu oluşturulur.

Adım 2: Popülasyondaki her çözümün uygunluk değerini hesapla

Adım 3: Amaç Fonksiyonu sağlıyorsa araştırmayı durdur
Yoksa aşağıdaki adımları gerçekleştir.

3.1. Tabii seleksiyon işlemini uygula

3.2. Çaprazlama işlemini uygula

3.3. Mutasyon işlemini uygula

Adım 4: Adım 2' ye git

Bu çalışmada, GA ile bir bina içerisinde yeni kurulacak olan WLAN optimizasyonu yapılmıştır. Bu süreçte binanın herhangi bir katının mimari çizimi üzerinden gidilmiştir. Bu mimari çizim üzerinde, binayı oluşturan yapılar oluşturulan simülasyon sayesinde gösterilmiştir ve çizim üzerinde çeşitlerine göre duvar bölmeler, kapı girişleri ve kapı türleri, cam bölmeler simülasyona tanıtılmıştır. Bu işlemin ardından mimari çizim üzerinde hücrel bir yapı oluşturulmuş ve rastgele hücrelere, daha önce simülasyona bazı özellikleri girilen, çok sayıda AP yerleştirilmiştir. Bu AP' lerin her hücreye gönderdikleri sinyal gücü hesaplanmış ve yeterli seviyede olanlar kırmızı renge, yeterli seviyede olmayanlar ise sarı renge boyanmıştır. Simülasyona yerleştirilen her AP için bu işlem tekrarlanmıştır. Bu işlemlerin ardından GA ile Optimizasyon işlemine başlanmıştır.

Genetik algoritmada; kısıtlara uyum sağlayan çözüme ulaşmak için algoritma yapısının oluşturulması ve parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Aşağıda bu kavramlara ve algoritma için gerekli olan parametrelere yer verilmiştir

GA, yapısında probleme ait en küçük bilgiyi taşıyan birime gen denir. GA'nın kullandığı programlama yapısında bu gen yapıları programcının tanımlamasına bağlıdır. Bir genin yapısında sadece ikili tabandaki (binary) sayıları içerebileceği gibi, gray, tamsayı, gerçel sayı veya ağaç biçimini ve farklı sembolik ifadeleri de içerebilir. Kodlama biçimi, GA'nın performansını oldukça önemli oranda etkiler; fakat kodlama biçimi programa bağlı olduğundan bütün problemler için geçerli en uygun kodlama biçimini söylemek imkânsızdır. Z. Michalewicz belli bir problem tipi için yapmış olduğu çalışmada gerçel sayı gösteriminin daha çabuk sonuca ulaştığını göstermiştir. Bu çalışma da temsil mekanizmasında gerçel sayı gösterimi kullanılmış ve arama uzayındaki tüm mümkün çözümler rastgele bir dizi oluşturulmuştur. Ayrıca AP' lerin mimari çizim üzerindeki koordinatları (x, y ve z değerleri) genleri oluşturmaktadır.

Bir veya birden fazla gen yapısının bir araya gelerek problemin çözümüne ait bilgilerin bir kısmını oluşturan dizilere kromozom denir. Kromozom, GA yaklaşımında üzerinde durulan en önemli birim olduğu için bilgisayar ortamında iyi ifade edilmesi gerekir. Simülasyonda rastgele genlerden oluşan 20 adet kromozom oluşturulmaktadır.

Kromozomların bir araya gelmesiyle oluşan yapıya birey denir. Bireyler üzerinde çalışılan problem için, olası çözüm bilgilerini içermektedirler. Her birey problem için bir çözüm adayıdır.

Olası çözüm bilgilerini içeren bireylerin bir araya gelmesiyle oluşan topluluğa popülasyon denir. Popülasyondaki birey sayısı problemin özelliğine göre, genetik algoritmayı tasarlayan tarafından belirlenir.

Popülasyon büyüklüğü, problemin çözüm süresini etkilemektedir. Popülasyondaki birey sayısının fazla olması çözüm süresini uzatırken, birey sayısının az olması popülasyonun istenen çözüm değerine ulaşamamasına sebep olabilir. Problemin özelliğine göre seçilecek olan popülasyondaki birey sayısı genetik algoritmayı hazırlayan tarafından iyi belirlenmelidir. Grefensette, GA için en uygun popülasyon büyüklüğünün 10 ile 160 birey arasında olmasının uygun olacağını öne sürmüştür (Liu, Zhong, vd. 2006).

Genetik algoritma, en uygun çözümü bulmak amacıyla birden çok noktadan aramaya başladığı için, bu arama noktalarının başlangıç değerlerinin oluşturulması önemlidir.

Çözümlerin kalitesinin belirlenmesinde kullanılan teknik, genetik algoritmanın performansında oldukça etkilidir. Amaç fonksiyonundan elde edilen sonuçların kullanımı araştırmanın başlangıcında yeterli olabilir. Ancak araştırma ilerledikçe iyi ile daha iyi çözümler veya kötü ile daha kötü çözümler arasındaki farkı ayırt etmek zorlaşır. Genetik algoritmanın çalışması esnasında popülasyondaki her bireyin temsil ettiği çözüm değerlendirilerek bireye uygunluk değeri verilir. Popülasyondaki ebeveyn bireylerin seçilme olasılığı kendi uygunluk değerleriyle doğru orantılı olarak belirlenebilir. Ayrıca önceki nesilden yeni nesile geçiş yapacak olan bireylere, uygunluk değerlerine bakılarak karar verilmektedir. Bu nedenle her yeni popülasyon oluştuğunda popülasyonun bütün bireylerinin uygunluk değerleri hesaplanmalıdır. Uygunluk değerinin hesaplanması, problem için tanımlanan zorunlu ve esnek

kısıtlamalara uyup uymamasına göre alacağı değeri hesaplayan fonksiyonlar kullanarak yapılır. Popülasyondaki her bireyin çözümü, bu fonksiyonlar aracılığıyla incelenerek taşıdığı çözüm hakkında bilgi sahibi olunur. Yeni nesiller üretildikçe, elde edilen çözümler arasındaki olası çakışmalar, zorunlu ve esnek kısıtların farklılıkları, başlangıçtaki çözümlere göre daha az olacağından, uygunluk değerinin hesaplanması için tanımlanan fonksiyonların puanlanması işlemi hassas olmalıdır. Bu çalışma için bir amaç fonksiyonu belirlenmiştir. Amaç fonksiyondan gelen değer bir uygunluk fonksiyonuna alınmış ve değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmede mimari çizim üzerine yerleştirmiş olduğumuz hücresel yapıda hücrelerin sinyal güçleri belli bir seviyenin altına düşüp düşmediği kontrol edilmiştir.

Seçim yöntemleri, genel olarak “en iyi olan yaşar” prensibine göre oluşturulur. Amaç; yeni nesilde daha yüksek uygunluğa sahip bireylerin sayısını arttırmaktır. Uygunluk değeri yüksek olan bireylerin sonraki nesile aktarılma olasılıkları daha yüksek olsa da; seçme işlemi, daha düşük değerli bireylerin de seçilmesine olanak sağlayacak şekilde dengeli olmalıdır. Aksi takdirde popülasyon tamamen iyi bireylerden oluşabilir. Bu durumda sonraki nesillerdeki bireylerin uygunluk değerlerinin iyileşmesini önleyecek farklılıklar kaybolabilir.

Genetik algoritmada kullanılan seçim yöntemlerini şunlardır;

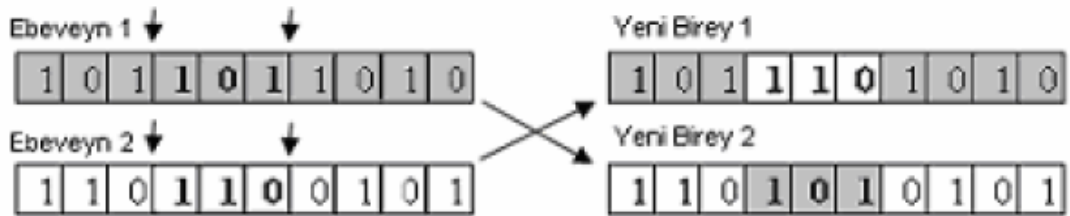
Rulet Tekerleği Seçme Yöntemi, genel olarak rulet oyununa benzetilir. Popülasyondaki bireylerin toplam uygunluk değeri rulet tekerleğinin büyüklüğünü verir. Her birey rulet tekerleğinde uygunluk değeri kadar yer kaplar. Bireyin beklenen seçim olasılığı, bireyin uygunluk değerinin nesildeki tüm bireylerin uygunluk değerlerinin toplamına bölümüdür.

Turnuva Seçim Yönteminde, bireyler rastgele olarak gruplanır ve gruptaki bireyler aralarında seçim işlemi yapılmak üzere rekabete sokulur. Grup içinde en yüksek uygunluk değerine sahip olan birey, yeni nesili oluşturmak için ebeveyn bireylerden biri olarak seçilir. Bu işlem, toplam birey sayısına ulaşınca kadar devam eder. Bu yöntemde grup büyüklüğü önemlidir ve seçim yönteminin performansını önemli ölçüde etkiler. Bazı uygulamalarda grup büyüklüğü iki olarak seçilirken, bazılarında çok daha büyük gruplar oluşturulur. Turnuva seçim yöntemi, küçük popülasyonlu uygulamalarda, uygunluk değeri orantılı seçim yöntemlerinden daha iyi sonuç verir.

Sıralı Seçim Yöntemi, Popülasyondaki bireyler uygunluk değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanır. Bireyin seçim şans, uygunluk değerinden çok oluşturulan liste içindeki yerine bağlıdır. En iyi bireyden başlanarak bir azalan işlev yardımıyla bireylere kopya sayısı belirlenir. Bir fonksiyon yardımıyla atanan kopya sayıları yeni neslin oluşturulmasında kullanılır.

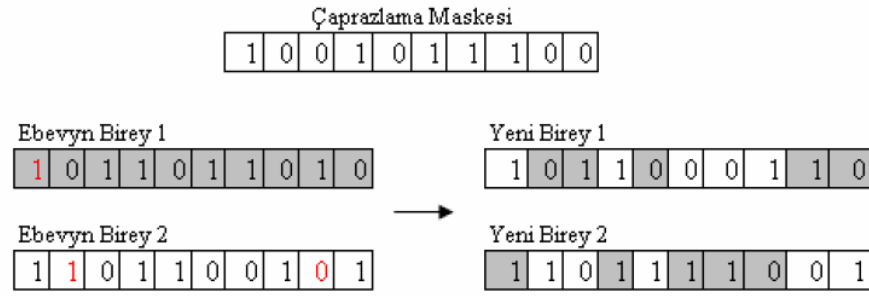
Çaprazlama Operatöründe, ebeveyn olarak seçilen iki bireyin temsil ettiği çözümlerin belirli parçaları karşılıklı olarak yer değiştirilerek yeni özellikte bireyler oluşturulur. Genetik algoritmada çaprazlama noktası rastgele seçilir. GA’da geleneksel olarak çaprazlama nokta sayısı birdir. Fakat daha fazla çaprazlama noktası kullanımını teklif eden deneysel çalışmalar vardır. Çaprazlamadan sonra oluşan yeni bireyler, yeni popülasyonu oluşturacak olan bireylerdir. İki tip önemli çaprazlama operatörü vardır:

N nokta çaprazlama yönteminde, N adet çaprazlama noktası rastlantısal olarak seçilir. Örnek olarak Şekil 3.8’ de iki noktadan çaprazlama yapılmış ve seçilen 3 adet genden yeni bireyler oluşturulmuştur. Bireylere çaprazlama işleminin uygulanma olasılığı probleme göre değişmektedir. Genetik algoritma içerisinde çaprazlama olasılığı parametre olarak tanımlanmaktadır.



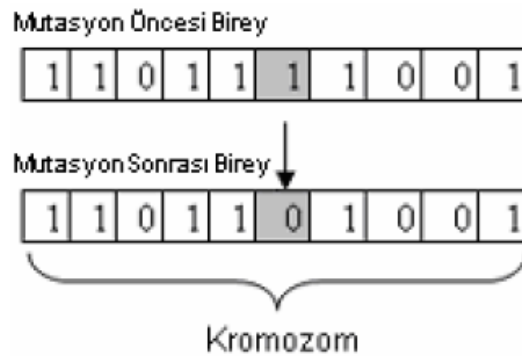
Şekil 3.8. İki Noktadan Çaprazlama

Tek düze çaprazlama yönteminde, rastgele çaprazlama maskesi oluşturulur. Birinci ve ikinci bireylerin genlerinin, çaprazlama maskesiyle örtüşen genlerinin kopyalanması yöntemiyle yeni bireyler oluşturulur. Çaprazlama maskesindeki her bir gen, hangi bireyden kopyalama yapılacağını belirtmektedir. Eğer genin değeri 1 ise birinci bireyin geninden, 0 ise ikinci bireyin geninden kopyalanacağı anlamına gelmektedir. Şekil 3.9’ da tekdüze çaprazlama yöntemi gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Tek Düze Çaprazlama Yöntemi

Genetik alırtmada çözüm, belli bir nesil sayısından sonra popölasyon ierisindeki bireyler gitgide birbirlerine benzemektedir. Bu durum çözüm uzayının daralmasına neden olmaktadır. Bireylere ne kadar çaprazlama operatörü uygulansa da belli bir nesil sayısından sonra birey çeşitliliğı sağılanmamaktadır. Bu durumda bireyi oluşturan genlerden rastgele bir tanesi seçilir. Rastgele seçilen genin değeri değıştirilir. Böylelikle popölasyon iindeki bireylerin çeşitliliğinin devamı sağılanmış olunur. Ancak mutasyon operatörünün uygulanma olasılığı doğıru belirlenmelidir. Mutasyon olasılığının yüksek olması, çözüm olasılığının çok genişlemesine sebep olur. Bu da problemin çözüm süresini geciktirir. Literatürde mutasyon olasılığı %1 ile %0.1 arasında değışmektedir. Şekil 3.10' da mutasyon operatörünün yapısı görölmektedir.



Şekil 3.10. Mutasyon Operatörü

3.3 Karınca Koloni Algoritması Kullanarak WLAN Optimizasyonu

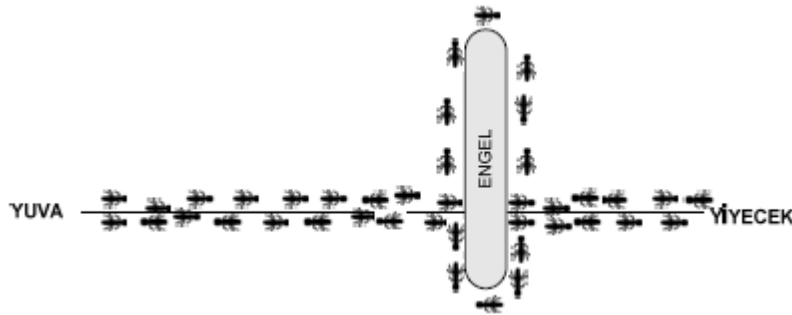
Karıncalar koloni halinde yaşayan ve problem çözmede örnek alınabilecek önemli davranış özellikleri olan böceklerdir. Örneğın, karıncalar tam olarak görebilme yeteneğine sahip olmayan, yani çevrelerinde ne olup bittiğini izleyemeyen

böceklerdir. Ancak buna rağmen yuvalarında yiyecek kaynağına veya tersine yiyecek kaynağından yuvaya uzanan en kısa yolu bulabilmektedirler. Şekil 3.11’ de yuva ile yiyecek kaynağını birbirine bağlayan en kısa hat üzerinde hareket halinde bulunan karıncaların durumları gösterilmektedir. (Karaboğa, 2004).



Şekil 3.11. Yuva ile Yiyecek arasında karıncaların bulduğu en kısa yol

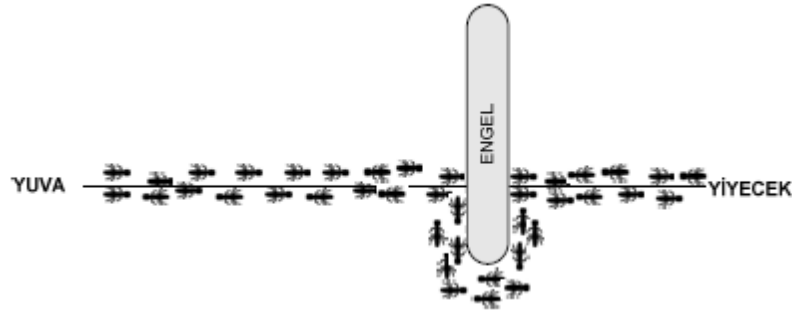
Yiyecek ile yuva arasındaki bu en kısa yolu keşfetmek için karıncalar tarafından kullanılan ve karıncalar arasında haberleşme imkanı sağlayan temel maddenin kimyasal feromon maddesi olduğu bilim adamları tarafından bilinen bir gerçektir. Karıncalar, hareket halinde bulundukları yola belirli miktarda feromon maddesi bırakırlar. Gitmek için seçecekleri yönün belirlenmesinde bu maddenin miktarı önemlidir. Şekil 3.11’ de gösterilen yol, önceden keşfedilen en kısa yol olsun ve bu yola bir cisim koyularak bozulduğunu varsayalım. Yani, kullanılmak istenen en kısa yol artık en kısa değildir. Şekil 3.12’ de bu durum gösterilmektedir. Cisim yola konduğunda cismin hemen önündeki ve arkasındaki karıncalar, tercih edilmesi gereken feremonsuz yönlerle karşılaşılırlar. Bu yüzden sağa ve sola dönmeler arasından rasgele birini tercih etmek zorunda kalırlar. Koloni halindeki karıncaların yaklaşık olarak yarısının sol tarafa dönmeleri ve diğer yarısının da sağ tarafa dönmeleri beklenir (Özdemir, 2008).



Şekil 3.12. Yola bir cisim konulmasıyla en kısa yolun bulunması

Bilindiği gibi kolonideki karınca sayısı arttıkça feremonsuz olarak sağa ve sola dönen karıncaların sayıları arasındaki fark azalacaktır. Bu durum Şekil 3.12’ de gösterilmiştir. Cisim etrafında daha kısa yolu seçen karıncalar, uzun yolu tercih eden

karıncalarla kıyaslandığında, kesilmiş olan feromon maddesi bağlantı yolunu daha hızlı şekilde oluştururlar. Bunun sebebi, karıncaların hızlarının hemen hemen aynı olduğunu varsayarsak, birim zamanda kısa yol üzerinden geçen karıncaların sayısı uzun yoldan geçenlerin sayısından daha fazla olacaktır. Kolonideki karıncaların yaklaşık olarak geçtikleri yola eşit seviyede feromon maddesi bıraktıklarını düşünürsek, birim zamanda yola bırakılan koku miktarı daha fazla olacaktır. Bir süre sonra diğer bütün karıncalarda feromonun yoğun olduğu yolu tercih edeceklerdir. Şekil 3.13’ de bu durum gösterilmektedir.

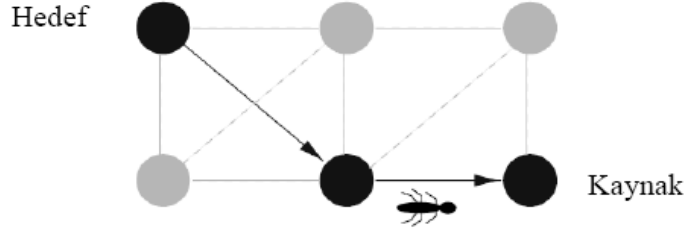


Şekil 3.13. Cismin konulmasından belirli bir süre sonraki durum

Bugüne kadar birçok ACO algoritması geliştirilmiştir. Bunlardan ilki TSP’ ye uygulanmak üzere Dorigo ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan Karınca Sistemi (Ant System) (AS)’dir. Bu algoritma işlem zamanı ve çözüm kalitesi açısından diğer sezgisellerden daha geride olduğundan algoritmanın performansını artırmak ve daha iyi çözümler elde etmek amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Gambardella ve Dorigo Ant-Q sistemini, Bullnheimer ve arkadaşları Rank Temelli Karınca Sistemi (ASrank)’ni, Dorigo ve Gambardella Karınca Koloni Sistemi (ACS)’ni, Stützle ve Hoos Max-Min Karınca Sistem (MMAS)’ni ortaya koymuşlardır. Ayrıca birden çok karınca kolonisi ile çalışmayı esas alan algoritmalar da geliştirilmiştir. Bunların dışında birçok çalışmada farklı alanlardaki uygulamalara yönelik, yöntemin performansını arttırmak amaçlı değişiklikler ve eklemeler yapılmıştır (Özdemir, 2008).

Her bir yapay karıncanın amacı doğal karıncalarda olduğu gibi çözülen problemi ifade eden bir grafta yer alan iki düğüm arasındaki en kısa yolu bulmaktır. $G = (V, E)$ şeklinde ifade edilen, n tane düğüme sahip bağlı bir graf düşünelim. Bu grafta s kaynak düğümü ve d hedef düğümlerini birbirine bağlayan en kısa yol uzaklığın

düğüm sayısı ile ifade edilmesi durumunda karınca kolonisi optimizasyonu algoritması kullanılarak bulunabilir. Şekil 3.14’ de G grafi ile yapay karıncaların çözüm üretme şekli görülmektedir.



Şekil 3.14. Karıncaların çözüm üretme şekli

Karınca kolonisi tesadüfî ve eş zamansız bir biçimde G grafi üzerinde yollar yaparak ilerler. Karıncalar ilerlerken sezgisel bilgi ve feromon izlerine bağlı olarak olasılıklı bir geçiş kuralına göre seçim yaparlar. Bu ilerleme sırasında karıncalar eniyileme problemine çözüm kurarlar. Her bir karınca, çözüm ürettikten sonra elde edilen çözümü değerlendirerek düğümler veya arklar üzerindeki feromon miktarlarını güncellerler. Bu güncellenen feromon bilgisi gelecek karıncaların yönlendirilmesinde etkili olacaktır.

Karıncaları aktivitelerinin yanında KKE algoritması iki adet prosedüre daha sahiptir: feromon buharlaştırma ve arka plan faaliyetleri(daemon actions). Arka plan faaliyetleri isteğe bağlı olarak kullanılmaktadır. Feromon buharlaştırma, düğüm veya arklardaki feromon miktarının zaman içinde azaltılması demektir. Feromon buharlaştırma, algoritmanın erken yakınsamasını engellemek amacıyla gerçekleştirilir. Bu durum yararlı bir unutma sağlar. Diğer bir ifadeyle arama uzayında yeni noktaların araştırılmasını destekler. Arka plan faaliyetler ise tek tek karıncalar tarafından gerçekleştirilemeyen merkezi faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde kullanılır. Buna örnek olarak yerel optimizasyon modelinin aktive edilmesi veya aramayı yanıltırmak için arklar üzerinde daha fazla feromon biriktirme veya biriktirmeme kararının verilebilmesi için global bilginin toplanması verilebilir. Örneğin en iyi çözümü bulan karıncanın geçtiği arklar üzerinde daha fazla feromon biriktirilmesi kararı da arka plan faaliyetler tarafından verilir.

Bu çalışmada Karınca Kolonisi Optimizasyon sisteminin uygulanması, Genetik algoritmalar ile kurulan WLANın tekrar optimize edilmesi ile gerçekleşmektedir. Genetik algoritmalar ile yapılan optimizasyonda alıcıya gelen sinyallerin yansıma ve kırılmalar ile de sinyali alabileceği göz ardı edilmiştir. Karınca koloni optimizasyonu ile cam, duvar ve kapılardan yansıyan veya kırılan sinyallerde sürece dahil edilerek daha iyi bir optimizasyon oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu sayede genetik algoritma ile oluşturulan WLANın maliyetleri daha da düşürülmeye çalışılmıştır. Bu probleme ilişkin denklem şu şekildedir.

$$F(x) = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{s.t} \quad R(x) \geq R_0 \quad (3.6)$$

N: WLANdaki toplam AP sayısı,

c_{ij} : i düğümü ile j düğümü arasındaki hattın maliyeti,

x: i,j hatlarından oluşan aday WLAN

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (i,j) \text{ düğümü arasında hat varsa} \\ 0 & \text{d. d} \end{cases}$$

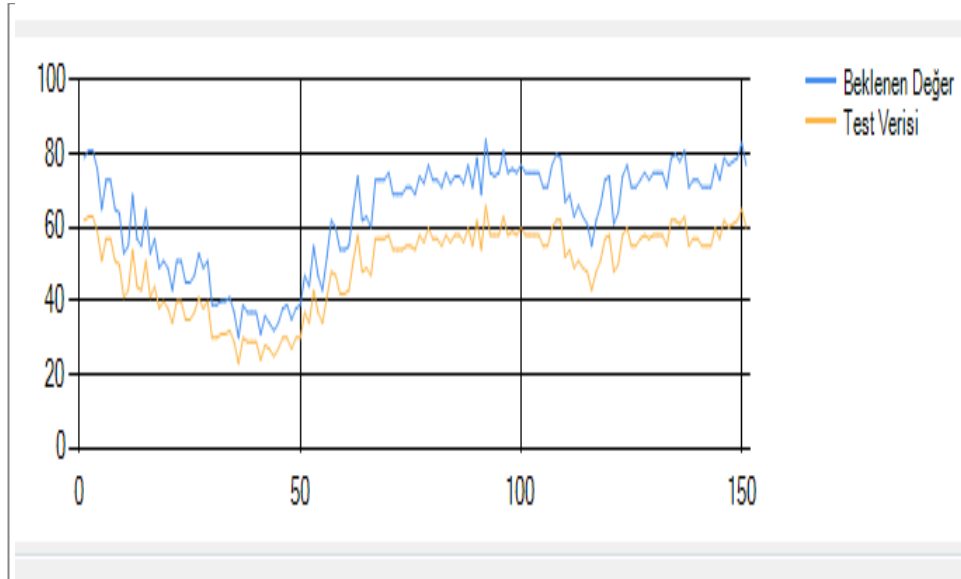
$R(x)$: x aday şebekesinin güvenilirliği

R_0 : şebeke için istenen güvenilirlik düzeyinin alt sınırı anlamına gelmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yukarıda bahsedilen Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar ve Karınca Koloni Sistemi ile yapılan optimizasyonlar C#.NET programlama dili kullanılarak Visual Studio 2008 editörü kullanılmıştır.

YSA modelinde uyguladığımız katmanlı yapıya göre girişlerden verilen koordinatlara göre bir eğitim seti uygulanmış ve koordinatların ağırlıkları belirlenmiştir. Test verisi için kullanılan koordinatların %82 oranında bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre, Süleyman Demirel Üniversitesi Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu katında kurulu olan edu-ram ve SDÜ-Wi-Fi Kablosuz Yerel Alan Ağı'nın %28 oranında hatalı olduğu ortaya çıkarılmıştır.



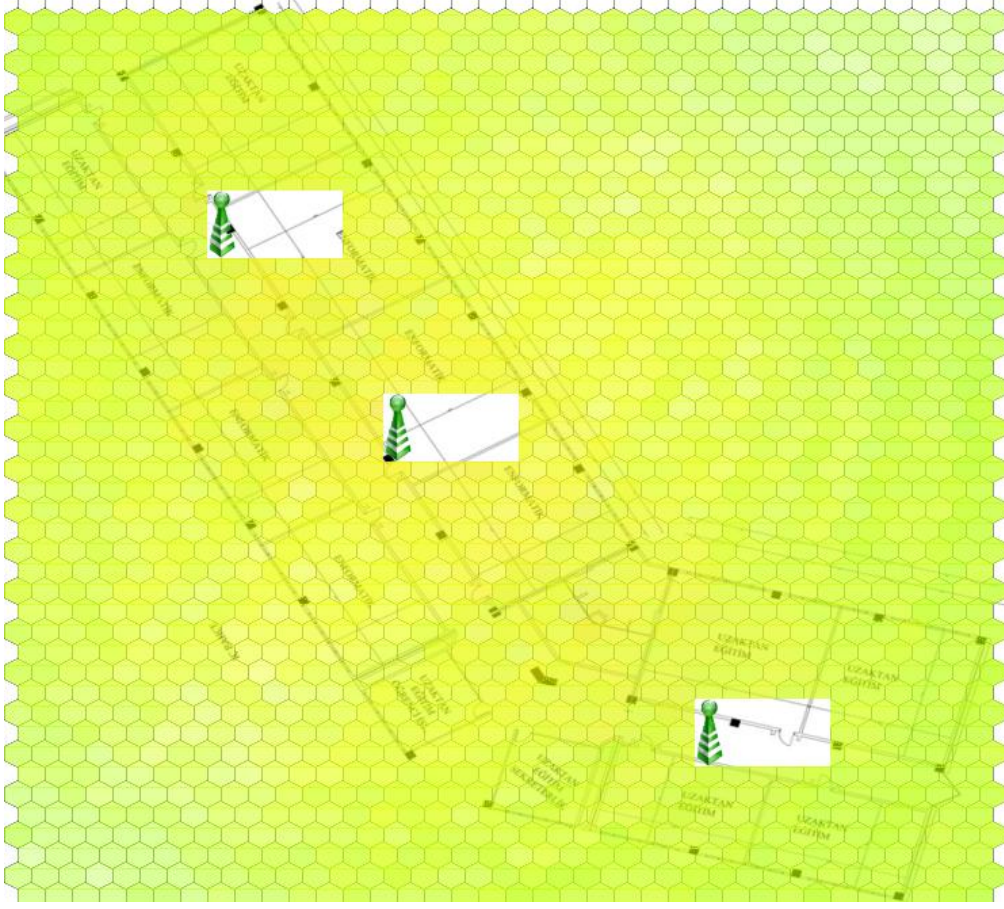
Şekil 4.1. AP2' nin Mevcut Durumu ile YSA Çıktısı Karşılaştırılması

Genetik Algoritmalar ve Karınca Koloni Sistemi ile ilgili yapılan çalışmalarda simülasyonumuzda kullanılan mimari çizim üzerine yerleştirilen hücresel yapı görünümü Şekil 4.2' de görülmektedir.



Şekil 4.2. AP yerleşimleri

Şekil 4.3' de Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu katında simülasyondan alınan ölçüm değerleri görülmektedir.



Şekil 4.3 Genetik Algoritma Uygulanmış AP2 Sinyal Ölçümleri ve AP yerleri

Bu bulgulara göre, genetik algorithmadan alınan değerler karınca koloni sistemi optimizasyonu ile tekrar optimize edilmeye çalışılmıştır. Ancak alınan sonuçlarda genetik algorithmadan alınan değerler daha optimum çıkmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tezde, Kablosuz Yerel Alan Ağlarının kurulumlarında AP yerlerinin tespitinde deneme – yanılma yöntemlerinden uzaklaşarak sezgisel algoritmalarla çözüm yoluna gidilmiştir. Bu amaçla Süleyman Demirel Üniversitesi Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu katında bulunan Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından deneme – yanılma yöntemleri ile AP yerleri tespit edilen ağ üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Kullanılan sezgisel algoritmalar, Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritmalar ve Karınca Koloni Sistemleridir.

Yapay Sinir Ağları Optimizasyonu yapılırken mevcut kurulu ağdan 370 sinyal ölçümü alınmış ve 150 adet veri Yapay Sinir Ağında eğitilmiştir. Geriye kalan 120 adet veri test verisi olarak kullanılmış ve ağ %82 oranında doğru sonuç vermiştir. Bu oran çok düşük olduğu ve %22 hata oranının AP yerlerinin en optimum yerde olmadıkları sonucuna varılmıştır. Bu nedenle de WLANın optimize edilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Genetik Algoritma ile mevcut WLAN optimize edilmiştir. Optimize edilen WLAN ile mevcut WLAN arasında bazı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Genetik algorithmadan elde edilen kurulum -30dBm ile -45dBm arasındaki sinyal güçleri daha fazla alanı kapsadığı görülmüştür. Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu katındaki mimari çizime göre laboratuvardaki ve stüdyolardaki kablosuz sinyalin gücü mevcut durumun gücünden daha kaliteli olduğu ortaya çıkmıştır.

Genetik Algorithmadan alınan bu değerler kablosuz sinyalin kırılmalardan ve yansılardan etkilenmesi yok sayılarak elde edilmiştir. Ancak mevcut sinyaller her zaman için kırılma ve yansımalar nedeniyle entereferans olaylarından çok etkilenmektedir. Bu etkilenmeler mevcut yöntemler kestirilmesi zor, hatta bunun çözümü için herhangi bir yöntem geliştirilememiştir. Çünkü kablosuz sinyal cam yansımaları, duvar yansımaları, yerden yansımalar, mobilya üzerindeki yansımalar gibi çok fazla faktör ortaya çıkmaktadır. Bu durumun tespiti için karınca koloni sistemler optimizasyonundan faydalanılmak istenmiştir. Ancak alınan sonuçların Genetik algorithmadan çok farklı olmadığı ve AP' lerin her zaman farklı sinyaller gönderdiği gözlemlenmiştir.

Bu tezde yapılan çalışmalarda, Yapay Sinir Ağları ve Genetik Algoritma Sezgisel yöntemlerinden olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlar prototip halinde geliştirilen Simülasyon Programının yaygınlaştırılarak Kablosuz Ađ kurulumları için kullanılabilir hale getirilmesi öngörülmüştür. Ayrıca Genetik Algoritmadan alınan sonuçların doğruluğunu tespit etmek için Yapay Sinir Ağlarında hata oranı tespit edilerek hata oranı çıkarılabilir. İleride bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalarda alınan sonuçlar bu yöntemlerle daha da iyileştirilebilir. Genetik Algoritmanın diğer seçme metotları kullanılarak da daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Amaldi, E., Capone, A., Cesana, M., Malucelli, F., & Palazzo, F. (2004). WLAN Coverage Planning: Optimization Models and Algorithms. *IEEE*, 2219-2223.
- Aydınlı, M. (2008). *Optimal Access Point Selection in Multi-Channel IEEE 802.11 Networks*. Ankara, Yüksek Lisans,50: Bilkent Üniversitesi.
- Cinsdikici, M. (2009). *Yapay Sinir Ağları Ders Notları*. İzmir: Ege Üniversitesi.
- Cisco, S. N. (2007). *Cisco Discovery 1.0*. USA: Cisco System.
- Dobkin, D. (2005). *RF Engineering for Wireless Networks: Hardware, Antennas, and Propagation* (Cilt 1). UK: Elsevier.
- Doğru, İ. A., Şimşek, M., & Akçayol, M. A. (2008). Hareketli Ad-Hoc ağlarda bir hareketlilik yöntemi protokolü. *Politeknik Dergisi*, 11(4), s. 313-318.
- Eisenblatter, A., Geerdes, H. F., & Siomina, I. (2007). Integrated Access Point Placement and Channel Assignment for Wireless LANs in an Indoor Office Environment. *WoWMoM 2007. 978-1-4244-0993-8* , s. 1-10. Espoo, Finland: IEEE.
- Garg, V. K. (2007). *Wireless Communications and Networking*. San Francisco: Elsevier.
- Gast, M. (2005). *802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide* (Cilt 2). USA: Repkover.
- Güven, E. N., Onur, H., & Sağıroğlu, Ş. (2008). Yapay Sinir Ağları ile Web İçeriklerinin Sınıflandırılması. *Bilgi Dünyası*, 9(1), 158-178.
- Hamzaçebi, C., & Kutay, F. (2004). Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 227-233.
- Karaboğa, D. (2004). *Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Keskintürk, T., & Söyler, H. (2006). Global Karınca Kolonisi Optimizasyonu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(4), 681-698.

- Köksal, A. S. (2007). *802.11 Kablosuz Yerel Alan Ağlarında Güvenlik Sorunu*. Sakarya: Yüksek Lisans Tezi.
- Liu, S., Zhong, C., Zhang, L., & Zhang, L. (2006). Optimization Design of Wireless Local Area Network Based on Improved Adaptive Genetic Algorithm. 1, s. 3357-3360. Çin: IEEE.
- Özdemir, Y. S. (2008). *Karınca Kolonisi Algoritması ile Bilgisayar Ağlarının Topolojik En İyilemesi*. (Y. L. Tezi, Dü.) Ankara: Başkent Üniversitesi.
- Özkaya, N., & Sağiroğlu, Ş. (2007). Otomatik Parmak izi Tanıma Sistemlerinde Özellik Noktalarının Tespitinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 91-101.
- Rackley, S. (2007). *Wireless Networking Technology*. Burlington: Newnes.
- Reisoğlu, E. (2008). *Kablosuz Ağlarda Güvenlik*. (Y. L. Tezi, Dü.) İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi.
- Runser, K. J., Gorce, J., & Comaniciu, C. (2009). A Multiobjective Tabu Freamwork for the Optimization and Evaluation of Wireless Systems. *Intech Open*, 29-54.
- Saaleek, M. A. (2006). *Tasarsız Ağ Yönlendirme Protokollerinin Karşılaştırılması*. İstanbul: Yüksek Lisans Tezi.
- Şimşek, M., & Akçayol, M. A. (2008). Kablosuz ağlarda sezgisel bir yönlendirme protokolü ve tıkanıklık denetimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), s. 57 - 63 .
- Tianmin, M., & Bostian, C. W. (2005). A Throughput Optimization and Transmitter Power Saving Algorithm For IEEE 802.11b Link. *Wireless Communications and Networking Conference*. 4, s. 57-62. New Orleans USA: IEEE.
- Vilovic, I., Burum, N., & Sipus, Z. (2007). Design Of An Indoor Wireless Network With Neural Prediction Model. *2nd European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2007)* (s. 13). İngiltere: IET.

- Wertz, P., Sauter, M., Landstorfer, M., Wölfle, G., & Hoppe, R. (2004). Automatic Optimization Algorithms for the Planning of Wireless Local Area Network. *Vehicular Technology Conference*. 4, s. 3010 - 3014 . Germany: IEEE.
- Yiğit, T. (2006). Meslek Liseleri Haftalık Ders Çizelgelerinin Genetik Algoritmalar Yardımıyla Oluşturulması. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25-39.
- Yıldırım, Ö. (2008). *802.11 Kablosuz Yerel Alan Ağlarında Net Veri Hızının İncelenmesi*. İstanbul: Yüksek Lisans TEzi.
- Zheng, Y., Baala, O., & Caminada, A. (2010). Optimization Model for an Indoor WLAN based Positioning System. *2010 International on Indoor Positioning and Indoor Navigation*, (s. 15-17). Switzerland.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı : Mevlüt

Soyadı : ERSOY

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce (iyi)



Eğitim Durumu

Lise : Balgat Teknik Lisesi (1999 - 2003)

Lisans : Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi (2003 – 2007)

Çalıştığı Kurumlar

Başar Bilişim (2007)

Denizli Çardak Çok Programlı Lisesi (2008)

Antalya Serik Hasan Güçlü Ticaret Meslek Lisesi (2009)

Süleyman Demirel Üniversitesi Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu (2010)