

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KABLOSUZ HABERLEŞME İÇİN
ANTEN TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hemrah HIVEHCHI
Y1313.100008

Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Elektrik Elektronik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Saeid KARAMZADEH

TEMMUZ 2016



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Elektrik-Elektronik Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1313.100008 numaralı öğrencisi **Hemrah HİVEHCHI**'in "KABLOSUZ HABERLEŞME İÇİN ANTEN TASARIMI" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 30.06.2016 tarih ve 2016/18 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *ay. bil. j. s.* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *(Kor. B. A. L.)* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :28/07/2016

1)Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sacid KARAMZADEH

2) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Evrim TETİK

3) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hasan Hüseyin BALIK

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “KABLOSUZ HABERLEŞME İÇİN ANTEN TASARIMI” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (.../.../20..)

Hemrah Hivehchi



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında öncelikle kablosuz ağlar ve onlar için kullanılan antenler açıklanmıştır. WLAN ağlarında çalışan antenleri inceleyerek yeni yapılan anten önerilmiştir. Tezin uygulama kısmında HFSS programını kullanarak antenin simülasyonu yapıldı ve sonuçlar elde edildi. Çalışmam boyunca değerli fikir ve önerileri ile beni yönlendiren, her konuda destek veren tez danışmanım Yrd. Doç. Dr Saeid KARAMZADEH' , eğitimim süresince emeği geçen tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Temmuz 2016

YL Öğrenci

Hemrah HIVEHCHI



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT	xix
1 GİRİŞ	1
1.1 Tezin amacı	2
2 AĞLAR	3
2.1 Tarihçe.....	3
2.2 Yayın Ağı (Broadcast Network).....	5
2.3 Noktadan Noktaya Haberleşme (Peer To Peer)	5
2.4 Ağ Boyutu	5
2.5 Kişisel Alan Ağı (WPAN).....	6
2.5.1 Bluetooth (Mavi diş)	6
2.5.2 Ad-Hoc ağları	7
2.5.2.1 Bluetoothla şebeke yapmak.....	9
2.5.2.2 Bluetooth uygulamaları	10
2.5.2.3 Bluetooth mimarisi ve katmanları	12
2.5.3 ZigBee.....	16
2.5.3.1 ZigBee'nin uygulamaları	18
2.5.3.2 Zigbee ve bluetoothun kıyaslaması	19
2.5.4 WLAN	19
2.5.4.1 802.11	19
2.5.4.2 802.11a.....	20
2.5.4.3 802.11b.....	20
2.5.4.4 802.11g.....	20
2.5.4.5 802.11n.....	21
2.5.4.6 WiFi.....	21
2.5.5 WMAN	23
2.5.5.1 Wimax	23
2.5.5.2 WiMaxın teknik özellikleri	23
2.5.5.3 Wimaxın maksimum mesafesi	25
2.5.5.4 Wimaxın frekans bantı	25
3 AĞLAR İÇİN ANTENLER	27
3.1 Antenlerin Temel Parametreleri	27
3.1.1 Radyasyon desen (Radiation pattern)	27
3.1.2 Polarizasyon.....	28
3.1.2.1 Doğrusal (Linear) polarizasyon.....	28

3.1.2.2 Daire polarizasyon.....	29
3.1.2.3 Eliptik polarizasyon.....	30
3.1.3 Directivity.....	30
3.1.4 Kazanç (Gain)	31
3.1.5 İzotropik kaynağı.....	31
3.1.6 Uzak ve yakın alan	31
3.1.7 S parametreleri	31
3.1.8 Bant genişliği.....	32
3.2 Antenin tipleri	33
3.2.1 Dizi antenler (Array Antenna).....	33
3.2.2 Kablo anten	33
3.2.3 Reflektör antenler	34
3.2.4 Açıklık anten	35
3.2.5 Mikroşerit antenler	35
4 MİKROŞERİT ANTENLER	37
4.1 Mikroşerit Antenlerin Özellikleri	38
4.2 Mikroşerit Antenlerin Performans Temel Esasları	39
4.3 Radyasyon Alanları.....	40
4.4 Mikroşerit Antenlerin Besleme Yöntemleri	40
4.4.1 Koaksiyel probun beslemesi.....	40
4.4.2 Mikroşerit hat besleme yöntemi	41
4.5 Entegre Mikroşerit Antenler	42
4.6 Mikroşerit Antenlerin Boyut İndirgeme Yöntemleri	42
4.6.1 İnce alt katmanlar için kısa devre kullanımı	42
4.6.2 Radyasyon katmanında slot oluşturma.....	43
4.6.3 Toprak düzmelisinde slot oluşturma	43
4.6.4 Ters L şeklinde mikroşeritanten kullanımı (PIL).....	44
4.6.5 Ters U şeklinde mikroşerit anten kullanımı	45
4.6.6 Dielektrik yükleme kullanımı.....	45
4.7 Entegre Genişbant Anten Tasarım Yöntemleri.....	45
4.7.1 Kısa devre antenlerin beslemesi mikroşerit hattı ile	45
4.7.2 Kısa devre antenlerin kapasitif kuplaj veya L şekil prob beslemesi	47
4.7.3 Kaç katmanlı kısalmış devre antenler	47
4.7.4 Burulma boşluklar kullanarak anten tasarımı (PIFA)	48
5 YENİ YAPILAN ANTEN TASARIMI	51
5.1 Anten Tasarımı	52
5.2 Benzetim Sonuçları.....	52
5.2.1 İlk prototip.....	53
5.2.2 İkinci prototip.....	55
5.2.3 Üçüncü prototip.....	57
5.2.4 Dördüncü prototip	59
5.2.5 Beşinci prototip	61
5.2.6 Altıncı prototip	63
5.2.7 Yapılan anten' in gerçek sonuçları.....	67
6 SONUÇ VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ	77

KISALTMALAR

AC	:Asynchronous Connection Less
AP	: Access Point
ARPA	: Advanced Researched Projects Agency
FHSS	: Frequency Hopping Spread Spectrum
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
MAC	: Media Access Control
MIMO	: Multiple Input Multiple Output
NIC	: Network Interface Card
PCI	: Pripheral Componenet Interconnected
PCP	: Processor Communications Primary
SCO	: Synchronous Connection Oriented
UBS	: Universal Serial Buss
WIFI	: Wireless Fidelity
WIMAX	: Worldwide Interpretability Of Microwave Access
WLAN	: Wireless Local Area Network
WMAN	: Wireless Metropolitan Area Network
WPAN	: Wireless Personal Area Network
WSN	: Wireless Sensore Network
ZC	: ZigBee Coordinator
ZED	: ZigBee end Devices
ZR	: ZigBee Router



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Şebekelerin Mesafe ve Alana Göre Kıyaslanması	5
Çizelge 2.2 : Bluetooth Profilleri.....	11
Çizelge 2.3 : Her Bantın Bit Oran	18
Çizelge 5.1 : Bazı CPSS Antenlerin Ölçülen Özelliklerin Karşılaştırılması.....	69





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Bir Pikonet (üçtane köle ve bir master)	13
Şekil 2.2 Multipikonet (scatternet)	13
Şekil 2.3 Bluetoothun Katmanları ve Mimarisi	15
Şekil 3.1 Anten Analizi İçin Koordinat Sistemi.	28
Şekil 3.2 Bu Resimde Antenin Meydanlarını Gösterilmektedir	31
Şekil 3.3 Kablo Antenin Konfigürasyonu.....	34
Şekil 3.4 Tipik Reflektör Yapılandırmaları (a) Parabolik Reflektör ön Besleme ile (b) Parabolik Reflektör Cassegrain Besleme ile (c) Köşe Reflektör	34
Şekil 3.5 Açıklık Antenin Konfigürasyonu	35
Şekil 4.1 Mikroşerit Antenin Yapısı	38
Şekil 4.2 Bilinen Geometrik Şekiller Mikroşerit Antenlerin Yama Tasarımında Kullanılabilir	39
Şekil 4.3 Koaksiyel Prob Tarafından Beslenen Mikroşerit Yama Anteni.....	41
Şekil 4.4 Direk Bağlantı Koaksiyel Hatında Besleme Yöntem İla.....	41
Şekil 4.5 Bağlantı Açıklıklığı İle Anten	41
Şekil 4.6 Dalga Besleme İle Anten	42
Şekil 4.7 Antenin Minyatürleşme Kısa Devre İla İnce Alt Katlarda (a) Dıgdörtken Anten (b)Yuvarlak anten (c) üçgen anten	43
Şekil 4.8 Bir Geometri Mikroşerit Antenin Radyasyon Seviyeleri Düzeltilmiş İle. .	43
Şekil 4.9 Bir Dıgdörtgen Mikroşerit Antenin Boyut İndirgeme Toprak Düzmelİ Düzeltİlmİş İle.....	44
Şekil 4.10 PIL Antenin Geometrisi.....	44
Şekil 4.11 Tars U Antenin Geometrisi H Beslemesi	45
Şekil 4.12 Kısa Devre Antenin Mikroşerit Beslemesi İla Geometresİ	46
Şekil 4.13 Şekil 6-2 Anten Geri Dönüş Kaybı Ölçümü, $W=58\text{mm}$, $L=23,5$, $h=12,5$, $d=5,5\text{mm}$, $W_f=16\text{mm}$, $t=3,2\text{mm}$ ve Toprak Boyutu Eşİttir $100\times 100\text{mm}^2$	46
Şekil 4.14 Bir kısa Devre Mikroşerit Antenin Beslemesi a) Kapasİtİf Kuplajı b) L Şekİllİ prob.....	47
Şekil 4.15 Kısa Devre Olan Kaç Katlı Antenin Geometrisİ	48
Şekil 4.16 Bir Labirent Antenin Geometrisİ	49
Şekil 4.17 Şekil (2-10) Antenin Dönüş Kaybı, Farklı Miktarlarla ($L=40\text{mm}$, $h=3,2$ mm) $W=25\text{mm}$, $l=20\text{mm}$, $w=2\text{mm}$	49
Şekil 5.1 Yeni Yapılan Anten Resmi.....	52
Şekil 5.2 İlk Prototip	53
Şekil 5.3 İlk Prototipte Elde Dİlen S11.....	53

Şekil 5.4 İlk Prototipte Elde Dilen AR	54
Şekil 5.5 İlk Prototipte Elde Dilen Kazanç	54
Şekil 5.6 Üç Boyutlu Radyasyon Desen	54
Şekil 5.7 Radyasyon Deseni LHCP ve RHCP de	55
Şekil 5.8 İkinci Prototip	55
Şekil 5.9 İkinci Prototiptin S11	55
Şekil 5.10 İkinci Prototiptin AR	56
Şekil 5.11 İkinci Prototiptin Kazanç	56
Şekil 5.12 İkinci Prototiptin Üç Boyutlu Radyasyon Deseni.....	56
Şekil 5.13 Radyasyon Deseni LHCP ve RHCP de	57
Şekil 5.14 Üçüncü Prototip	57
Şekil 5.15 Üçüncü Prototipin S11	57
Şekil 5.16 Üçüncü Prototipin AR	58
Şekil 5.17 Üçüncü Prototipin Kazanç	58
Şekil 5.18 Üç Boyutlu Radyasyon Deseni	58
Şekil 5.19 Üçüncü Prototipte Radyasyon Deseni LHCP ve RHCP de	59
Şekil 5.20 Dördüncü Prototipin Resmi	59
Şekil 5.21 Dördüncü Prototipin S11	59
Şekil 5.22 Dördüncü Prototipin AR.....	60
Şekil 5.23 Dördüncü Prototipin Kazanç	60
Şekil 5.24 Dördüncü Prototipin Üç Boyutlu Radyasyon Desen	60
Şekil 5.25 Dördüncü Prototiptin Radyasyon Desen LHCP ve RHCP de	61
Şekil 5.26 Beşinci Prototipin Resmi	61
Şekil 5.27 Beşinci Prototipin S11	61
Şekil 5.28 Beşinci Prototipin AR.....	62
Şekil 5.29 Beşinci Prototipin Kazanç	62
Şekil 5.30 Beşinci Prototipin Üç boyutlu Radyasyon Desen.....	62
Şekil 5.31 Beşinci Prototipin Radyasyon Desen LHCP ve RHCP	63
Şekil 5.32 Altıncı Prototipin Resmi	63
Şekil 5.33 Altıncı Prototipin S11	63
Şekil 5.34 Altıncı Prototipin AR.....	64
Şekil 5.35 Altıncı Prototipin Paek Gaini.....	64
Şekil 5.36 Altıncı Prototipin Üç Boyutlu Radyasyon Desen	64
Şekil 5.37 Simülasyonu :(a),(b) 3.5 GHz, 0 And 90 Derece, (c),(d) 4 GHz, 0,90 Derece, (e),(f) 5.2 GHz, 0,90 Derece	65
Şekil 5.38 Yuzeysel Akımın Dağılımı Besleme Hattında ve Antenin Yüzeyinde, 6.5 GHz ve 0, 90, 180, 270 Fazında	66
Şekil 5.39 Bu Diagramda Tüm Elde Edilen S11 Sonuçları Gösterilmektedir	66
Şekil 5.40 Tüm Prototiplerin AR Sonuçları.....	67
Şekil 5.41 Yeni Yapılan Antenin Resmi SMA Konnektör Standardı İle.....	67
Şekil 5.42 Ölçüm ve Simulasyon Diyagramları, (a) S11, (b) AR.....	68
Şekil 5.43 + Z Yönünde Ölçülen ve Simüle Edilen Anten Kazancı	68

KABLOSUZ HABERLEŞME İÇİN ANTEN TASARIMI

ÖZET

Son teknolojik gelişmeler, algılama, bilgi işlem, iletişim teknolojileri ile Wireless Sensor Networkün ilerlemesine yol açılmıştır. WSN'ler dört ana bileşenden oluşur: Radyo, işlemci, sensörler ve pil. Bir WSN uygulama alanı yoğun dağıtılan sensör düğümlerinden oluşmaktadır. Sensör düğümlerinin kendi kendini düzenleyen yetenekleri vardır ayrıca belirli bir görevi yerine getirmek için uygun bir yapı oluşturmak üzere birbirleri ile işbirliği içerisinde çalışmaktadır. Kablosuz Sensör Ağlarının gözetim, hassas tarım, akıllı evler, otomasyon, araç trafiği yönetimi, habitat izleme ve afet algılama gibi alanlarda kullanılması uygun bulunmuştur. WSN'nin gelişimini kısıtlayan kısıtlar, sınırlı pil gücü, maliyet, bellek sınırlaması, sınırlı bilgi işlem yeteneği ve sensör düğümleri fiziksel boyutlarıdır. Son on yılda WSN ile ilgili kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma donanımın enerji tasarrufu ve protokol tasarımı, alternatif güç kaynaklarının saptanması, dağıtık algılama teknikleri, planlama, çapraz katmanlı optimizasyonu, yerelleştirme, zaman senkronizasyonu ve kapsama ile ilgilidir. WSN en yaygın olarak kullanılan bir kablosuz iletişim standardı IEEE 802.15.4 mimarisine dayanır ve bu protokol Zigbee şebekesinin alt yapısını oluşturmaktadır. Zigbee'nin avantajları: (I) çok düşük maliyetli ve WSN radyo çipinin karışık sinyal tasarımının çok düşük güç tüketimi, (II) düşük maliyetli artırılmış güç kaynakları, küçük form faktörü, (III) düşük maliyetli sensörler teknolojisi, farklı uygulamalar için özellikle biyosensörler.

Küçük ve büyük alanlar fark etmeden WSN'leri her türlü alanlarda kullanabiliriz. WSN'nin kullanım alanlarını 4 ana başlıkta toplaya biliriz, PAN, LAN, MAN, WAN. Bu çalışmamda WLAN şebekelerini detaylı olarak inceleyeceğim.

WSN'lerde en önemli olan kısım dataları dalga olarak gönderen radyo iletişimidir. Dalga göndermek, dalgaları almak ve onları merkeze göndermek için antenler kullanılmaktadır. Bu nedenle, antenler kablosuz sensör ağlarında önemli bir rol oynamaktadır. Ne kadar data gönderileceği, hangi frekans aralığının ve ne kadar bant genişliğinin kullanılacağı anten tarafından belirlenmektedir.

Antenlerin her alanda ne kadar önemli bir yere sahip olduğunu düşünüp bu çalışmada antenler hakkında detaylara yer verilmektedir.

Günümüzde geniş bantlı antenler ya da anten dizileri haberleşme sistemlerinin test ve ölçülerinde esastır. Anten test ve ölçüleri, her ürün için hazırlanan standartlarda belirtilen geniş bir band içinde yapılmak zorunda. Örneğin, radyo, TV cihazı, bilgisayar, telsiz telefon benzeri evsel gereçlerin DC'den yaklaşık 1 GHz'e kadar ölçü ve testleri yapılmak zorunda. Benzer şekilde dizüstü ya da avuç içi bilgisayarlarla haberleşme sistemlerinde, ofis içi, kısa mesafe (bluetooth) uygulamalarında, 900-1800-1900 MHz 3-bandlı GSM haberleşmesinde ve GSM cihazlarının bilgisayarlarla haberleşmesinde amaç, tek bir anten sistemi ile bütün bu frekansları kapsayacak haberleşmeyi sağlayabilmek yönünde.

Bugün kullanıcı cep telefonundanya da dizüstü bilgisayarından FM radyo dinlemekten tutun, internet uygulamalarına, konuşmadan mesaj göndermeye hemen

her şeyi tek bir cihaz üzerinden yapmak istemekte. Üretici de tüm bu servisleri verecek bir anten sistemini araştırmaktadır. Tüm bu istekleri karşılayabilecek bir anten sistemi de geniş bantlı olmak zorundadır.

Antenin tiplerinden dairesel polarize (DP) antenler, polarizasyon uyumsuzluğu ve çok yönlü sönümlenme etkilerini azaltmak gibi gerekli özellikleri ile en çok tercih edilen antenlerdir. Polarizasyon dalganın hareket yönüne dik gelen düzlemdeki salınımların yönünü tanımlayan yansıyan dalgaların bir özelliğidir. Bu kavram dalga yayılımı ile ilgilenen optik, iletişim ve sismoloji gibi teknolojilerde kullanılmaktadır. Elektrodinamikte polarizasyon, ışık gibi elektromanyetik dalgaların elektrik alanının yönünü belirten özelliğini ifade eder. Sıvılarda ve gazlarda ses dalgaları gibi boyuna dalgalar polarizasyon özelliği göstermez, çünkü bu dalgaların salınım yönü uzunlamasına; yani yönü dalganın hareketinin yönü tarafından belirlenmektedir. Tersine elektromanyetik dalgalarda (elektrik sahaya ait) salınımın yönü sadece yayılımın yönü ile belirlenmemektedir. Benzer şekilde katı bir maddede yansıyan ses dalgasında paralel stres yayılım yönüne dik gelen bir düzlemde her türlü yönlendirmeye yapabilir. Polarizasyon terimi dolayısıyla yansıyan dalga yoluna dik gelen düzlemdeki salınım işleminin olası yönlendirmelerini ifade eder. Bu antenler gezgin haberleşme sistemlerinden, erken uyarı sistemlerine, yeraltı görüntüleme radarlarından, yön bulma sistemlerine kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde ağlar incelenecektir. Ağların teknolojisi, çeşitleri, nasıl kullanıldıkları, kaç bölüme ayrıldıkları ve her ağda kullanılan önemli protokoller (bluetooth, wifi, wimax vb) incelenecektir. Diğer bölümlerde antenlerin avantajları ve onların yapıları, önemli olan parametreleri, radyasyon desen, polarizasyon, kazanç vb. incelenecektir. Bu antenlerin en önemli olan mikroşerit antenlerdir. Mikroşerit antenlerin türlerini ve band gelişme yöntemlerini inceleyerek bu antenlerin özelliklerinden bahsedilecektir. Mikroşerit antenler WLAN ağlarında çalışmaktadır. Bu kavramları inceledikten sonra yeni bir mikroşerit anten tasarlayarak proje kısmına eklenecektir. Antenin simulasyon sonuçları HFSS uygulaması kullanılarak yapılacaktır. Ayrıca antenin VSWR ve radyasyon desen parametre değerleri HFSS uygulaması kullanılarak artırılmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler : Ağlar, WLAN, Mikroşerit Anten,

ANTENNA DESIGN FOR WIRELESS COMMUNICATION

ABSTRACT

Recent developments in computing, sensing and communication technologies coupled with the need to continuously monitor physical phenomena have led to the advanced of Wireless Sensor Networks (WSNs). WSN contains four main components: A radio, sensors, a processor and battery. A WSN is organized by densely deployed sensor nodes in an application area. In most deployments, the sensor nodes have self-organizing capabilities, to form an proper structure in order to collaboratively perform a particular task. Wireless Sensor Networks are found suitable for applications such as surveillance, accuracy agriculture, smart homes, automation, habitat monitoring, vehicular traffic management and disaster detection. The key restriction in the development of WSNs are limited battery power, cost, memory limitation, limited computational capability, and the physical size of the sensor nodes. Probing and development in WSN technology has been primarily application-driven. In the past decade, immense research has been done in: protocol design and energy efficient hardware, identifying alternate power sources, distributed detection techniques, multihop protocols, scheduling, cross-layer optimization, localization, time synchronization and coverage. Most usually used wireless communications standard in WSNs is according to the IEEE 802.15.4, usually referred to as Zigbee. There are three main areas that has received much less attention are: (i) very low cost and very low power mixed signal design of the WSN radio chip, (ii) raise power sources like low cost, small form factor photovoltaics, and (iii) low cost sensors technology for different applications in particular biosensors.

Because of the increasing usage of wireless communication applications, the performance recovery studies of such systems has found a growing research area in last years. Antennas as one of the most important parts of these systems have gained a great attention. Among the different types of antennas, circularly polarized (CP) antennas are the most desirable ones, owing to their unavoidable competency like reducing polarization mismatch and multipath fading. To benefit from broadband and low profiles, different shapes and designs of broadband circularly polarized slot antennas have been developed by applying different techniques on patch and ground structures. Patch, microstrip and slot antennas due to their adaptability with integrated circuit systems are widely being used in circularly polarized structures. Recently different methods are presented for creating circularly polarized operation band.

A microstrip slot antenna is a good offer as it is low specifications, low cost, lightweight, and can be easily integrated with monolithic microwave integrated circuits (MMICs). To prosper the operating bandwidth and not decrease the antenna size, applying the printed slot antenna is a feasible method. For the printed slot antenna is a double of the microstrip antenna, it is as well as feasible that by

presenting some disorder to the slot antenna, circularly polarized (CP) radiation of slot antenna can be performed. CP antennas are more attention than other importance systems in wireless communications, sensors, radio frequency identifier (RFID), and vehicular radar. CP antennas is a good choice among the various designs and structures in wireless communications to raise of system implementation offering better mobility, and weather penetration, more than the linearly polarized (LP) antennas. Also by applying the CP antennas in wireless communication systems, arranging the direction of the antenna between the transmitter and receiver is not needed any more. CP antennas overcome the multipath fading problem and enhance system performance. Through feeding methods, coplanar waveguide (CPW) feed has some advantages like wide bandwidth, easy integration and single metallic layer. In order to producing CP radiation, created some of the methods such as : improvising two inverted-L grounded strips around two opposite corners of the slot, improvising T-shaped grounded metallic strip, which is orthogonal to the axis of the CPW feed-line, using an asymmetrical CPW fed from a corner of the slot with an embedding pair of grounded strips implanted in the slot, striped slot antenna with longer length, utilizing the additional arc-shaped grounded metallic strip for circular and linear polarization, and embedding a firelight shaped feed line and inverted-L grounded strips are used in literature. Through extensive simulation and measurements done, the designed antennas are all optimized and presented.

KeyWord: WSNs, WLAN, Microstrip Antenna

1 GİRİŞ

Anten ilk olarak 1877 yılında Hamburg’lu bilim fizik Profesörü Heinrich Rudolf Hertz tarafından icat edildi. Anten teosindeki gelişmeler bu tarihten itibaren de gelişmeye devam etti ve bu alandaki ilerlemegünümüze kadar devam etmektedir. Antenler elektronik iletişim sistemlerinin vazgeçilmez bir unsuru olduğuna göre, elektronik mühendislerinin bu alanda iyi bilgi sahibi olma zorunluluğu tartışılmaz bir gerçektir. Ben de bu tezde iletişim teknolojisini tanıtmaya çalışacağım. Buradaki amacım, küçük de olsa iletişim teknolojileri sahasındaki bilime yeni bir katkı sunmaktır. Umarım, çalışmam amacıma uygun bir sonucu ortaya koyabilecektir.

Son yıllarda kablosuz haberleşme uygulamalarında gerçekleşen artış nedeniyle, söz konusu sistemlerin performanslarının iyileştirilmesine yönelik araştırmalar önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Bu sistemlerin en önemli parçalarından birisini oluşturan antenler konusunda yoğun çalışmalar sürdürülmektedir. Birçok anten türü arasından dairesel polarize (DP) antenler, polarizasyon uyumsuzluğu ve çok yönlü sönümlenme etkilerini azaltmak gibi özelliklerinden ötürü en çok tercih edilen antenlerdir. Geniş banttan ve düşük profilden faydalanmak için, yama antenler ve anten toprağı yapıları üzerinde farklı teknikler uygulanarak farklı şekil ve tasarımlarda geniş bantlı dairesel polarize yarık antenler geliştirilmiştir. Yama, mikroşerit ve mikroşerit yarık antenler, entegre devre sistemlerine uyumlulukları nedeniyle, dairesel polarize yapılarda sıklıkla kullanılmaktadır. Son zamanlarda, dairesel polarize çalışma bantları oluşturmak amacıyla farklı yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin bazıları, yarığın iki zıt köşesine iki adet ters L topraklanmış şerit yerleştirilmesi, yarığa spiral yarıklar yerleştirilmesi, kısa devre edilmiş kare ve annular halka yarıklarının kullanılması, kıvrımlı yarıklar ve kıvrık hat kullanılmasıdır.

Mikroşerit antenleri ve o tip antenlerin çalışan parametreleri ile bu tezde incelenecektir. Yeni yapılan antenlerde daire polarizasyonun özelliklerine göre çok

kullanılmaktadır. Daire polarizasyonu, multipath dezavantajı aşılmaktadır. İnce ayarlamaya alıcı ve verici arasında gerek yoktur, sola çeviren ve sağa çevirenden kullanarak frekans bantlarından tekrardan kullanılmaktadır, Faraday Rotasyonu sorunu çözmektedir, bu avantajlara göre kablosuz iletişimde linear polarizasyona göre daha önemli olmaktadır [1,2].

1.1 Tezin amacı

Mikroşerit antenler düşük maliyeti, hafif ve kolayca monolitik mikrodalga entegre devreleri ile entegre olabildiğinden iyi ve önerilen antendir [3]. Bant genişliğine ve antenlerin boyutunun küçülmesine imkân vermektedir. Bu tip antenlerde dairesel polarizasyon (CP) kullanılmaktadır. CP antenler avantajlı oluşlarından, yeni yapılan antenlerde sık kullanılmaktadır. CP antenler iletişim sistemlerinde, sensörlerde, radyo frekans tanımlayıcılarında ve radarlarda yaygın kullanılmaktadır. CP antenler kablosuz iletişimin çeşitli tasarımlarında, yapılar arasında ve sistemin uygulanmasında hareketliği yükseltici bir özelliğe sahip olduğundan iyi bir seçenektir ve onun avantajları doğrusal polarizasyonlara göre iyi olmaktadır[3]. Ayrıca kablosuz haberleşme sistemlerinde CP antenler uygulayarak yön düzenlenmesi alıcı ve verici antenlerde artık gerekli değildir [4]. CP antenler kaç yönlü sönümlenmeyi engel ve sistem performansını artırmaktadır. Besleme yöntemleri sayesinde, Coplanar Dalga (CPW) besleme geniş bant, kolay entegre ve tek metalik katman gibi bazı avantajları vardır [5]. CP radyasyonu üretmek için, iki ters-L şekilli antenin köşelerine[6], T-şekilli topraklı metal şerit, CPW besleme hattına eksenine dik olan[7], uzun dolu olan çizgili slot anten[8], dairesel ve doğrusal polarizasyon [9] için C şeklinde topraklı metal şeridi ek olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada yeni tasarılan CPW besleme daire polarizasyon kare slot anten, eski yöntemlerden kullanarak ve iyi bir sonuç almak için kaç bölümünü değiştirerek yapılacaktır. Simüle sonuçlarına göre, empedans bant genişliği, yaklaşık% 108, 3 dB AR bant genişliği her şeyi kapsayan, yaklaşık 57%. Bu anten IEEE 802.11a, (51.5–53.5GHz / 57.2–58.2 GHz) ve IEEE 802.16, (32–38 GHz / 52–58 GHz) kullanılmaktadır.

2 AĞLAR

Tezin bu bölümünde ağları tanıtmak için ilk önce ağların tarihçe, tipleri, protokolleri ve kavramlarından bahs edilecektir.

2.1 Tarihçe

1957 tarihinde ilk uydu (snutnik) sovyetler birliği tarafından yörüngeye oturtuldu. O zamanlarda iki süper güç olan ABD önderliğinde batı bloku ile sovyetler birliği'nin önderliğinde doğu bloku ülkeleri arasında 1947'den 1991'e kadar devam etmiş olan uluslararası siyasi ve askeri gerginlik, yani soğuk savaş vardı.

Bu savaş esnasında Amerika'nın savunma bakanlığı rakibine kontra yapmak ve geri kalmamak için iletişimi sağlayan en önemli projelerinden biri olan araştırma projeleri ajansını (ARPA) kurdu.

O yıllarda, Bu proje sivil araştırma merkezlerinde, üniversitelerde, bilgisayarları birbirlerine bağlanmaya çalışıyordu. Terminaller üzerinden Main Frame bilgisayarların kullanıcılarına hizmet veriyorlardı.

1960 sonunda iki tanesi MIT'de bir tanesi California Üniversitesinde ve diğeri Stanford araştırma merkezinde olan 4 bilgisayar arasında ilk bilgisayar şebekesi kuruldu. Bu şebekeye ARPANET adı verildi.

1970 yılında Palo Alto'da prestijli XEROX adında bir araştırma merkezi kuruldu. Bu merkez yıllarca en önemli bilgisayara bağlı teknolojileri tanıttı ve bu araştırma merkezi efsanevi hale gelmiştir. Parkın araştırma merkezi (PARC) de denilen bu merkez, bilgisayar ağları üzerinde araştırmalar yaptı. 1972 yılına kadar kendini askeri amaçlara adayan ARPANET, 1972 yılında kamuoyuna tanıtıldı.

Üniversitelerin ve araştırma kuruluşları bilgisayarlarının ortak merkezleri ARPANET ağıydı. İlk e-posta bu şebeke üzerinden 1972'de gönderildi.

Bu yıllarda kar amacı gütmeyen birkaç üniversite, merkezi bir bilgisayar terminali veya ana bilgisayarın kullanıcılarının bağlantı yöntemlerini geliştirmeyi kapsayan bir proje oluşturdular. Bu projeye MERIT d. Adı verildi.

Bilgisayarlar arasında iletişim kurmaya çalışan MERIT proje mühendisleri, kendi ekipmanlarını ürettiler.

Onlar DECPDP -11 Minicomputer'ı bir şebekeye bağlamak için BACKBONE bilgisayar ağını inşa ettiler. Bu bilgisayarlar PCP (Processor Communications Primary) ağ üzerinden ev sahipliği yapar.

Birkaç eyalette bağlantı ağının ilk türü MICHNET olarak adlandırılmıştır. Ana bilgisayara yüklenen yazılım ile kullanıcılar iletişim sağlanmaktaydı. Daha sonra 1976 yılında HERMES adında yeni bir yazılım piyasaya çıktı.

MERIT, terminal üzerinden Direkt Switching Circuit'e bağlanıyordu. Bilgisayar ağları tarihinin önemli olayları arasında, Paket anahtarlama (switching packet) vardır ve bu kapalı bir yöntemdir. Önce Switching Circuit'in yönünü belirlemek için kullanılmıştır. Ancak 1974 yılında, IP/TCP iletişim protokolünün gelişimi ile Packet Switching kavramı daha yaygın kullanılmıştır.

1982 yılında bu protokol NCP protokolü olarak değiştirildi ve ARPANET için standart bir protokol oldu. Aynı zamanda MILNET ARPANET adında bir alt branş protokolünü geliştirip bir müddet askeri sahada kullandı.

Bu değişikliklerle birlikte yapılan araştırmalar sonucunda ARPANET internet oldu. Ağ bağlantıları ve ağ trafiği kavramının artan hacmi bu yıllarda artan şekilde kullanılmaya başlandı. 32-bit IP adresleri için ağ yönlendirme desteği yapıldı. IP adresine ilk sekiz bit yerel ağ atandı. 70'lerde LAN ve WAN ağları kavramı oluştu.

1983 yılında, ilk defa şebeke kavramı oluştu ve ilk sunucu "System Name Domain" idi. Bu yıllarda ise bu sunucuların sayısı çok fazla olmuştur.

Ağları tanımlamak için iki faktörü inceleyebiliriz. Ancak öncesinde şunu belirtmek isterim, bilgisayar ağlarının tüm türlerini içeren bir sınıflandırma mevcut değildir. Bahsetmek istediğim bu iki faktör; iletim teknolojisi ve ağ boyutudur. Bunları detaylı bir şekilde inceleyelim [10].

2.2 Yayın Ağı (Broadcast Network)

Bu şebekede bilgisayarlar, aralarında bir tane kablo ile bir birleriyle iletişim sağlıyor. Her bilgisayar mesajları paket olarak gönderebilir ama bilgi, mevcut bilgisayarlardan hangisine aitse sadece o bilgisayar paket olarak alabilir. Paketin bir kısmına hedef adres yazılıyor ve her bilgisayar o mesajı aldıktan sonra hangi adrese ait olduğuna bakıyor. Eğer kendine ait adres yazılmamış işlem yapmayıp diğer bilgisayara yönlendiriyor [11].

2.3 Noktadan Noktaya Haberleşme (Peer To Peer)

İki bilgisayar arasında kurulan bağlantıda bağımsız yollar mevcuttur. Gönderilen paket hedef bilgisayara en kısa yolu kullanarak gitmektedir. Bu sırada yollarda mevcut diğer bilgisayarlar da bu paketi gönderildiğinden haberdardırlar [11,12].

2.4 Ağ Boyutu

Diğer yöntem ise şebekeleri sınıflandırmak için olan ağ boyutudur. Aşağıdaki tabloda ağ boyutu için örnek mevcuttur.

Çizelge 2.1 Şebekelerin Mesafe ve Alana Göre Kıyaslanması [11]

Mesafe	Alan	Örnek
1 m	Masa üstü	Kişisel alan ağı
10m	Bir oda	Yerel alan ağı
100 m	Bir bina	Yerel alan ağı
1 km	Bir site	Yerel alan ağı
10 km	Bir şehir	metropolitan alan ağı
100 km	Bir ülke	Geniş alan ağı
1000 km	Bir kıta	Geniş alan ağı
10000 km	Dünya	İnternet

Şebekeler, mesafeleri açısından 4 başlık altında incelenebilir. Bu 4 alt başlığı küçükten büyüğe doğru anlatacak olursak [11]:

2.5 Kişisel Alan Ağı (WPAN)

Bu şebekeler adındanda anlaşıldığı gibi kişiseldir yani bir kişiye aittir. Kablosuz alan ağı bilinen en küçük ağıdır. Bu şebekenin 3 alt kategorisi mevcuttur. Bilgisayarın cihazlarla kablosuz iletişim kurmasna fare, klavye, yazıcılar örnek verilebilir [11].

2.5.1 Bluetooth (Mavi diş)

Günümüzdeki iletişim teknolojisine göre, bir şebekeye yönlendirmek için farklı teknikler kullanabiliriz. Eskiden iletişim istasyonlarının arasındaki şebekelerde koaksiyel kablolardan kullanılıyordu. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte, ilk olarak bükümlü çift kablo (twisted pair), daha sonra ise fiber kablolar (fiber optic cable) kullanıma sokuldu. Bu teknolojinin avantajı, veri gönderim hızını arttırmış olmasıdır. Ayrıca veri gönderim ve alımında güvenlik de artırıldı. Daha sonraki aşamalarda, kabloya ihtiyaç duyulan alanlarda bazı zorluklar nedeniyle, masraflı ve ulaşılması zor olan alanlarda kolay kablolama zor ya daimkânsız olduğundan, mühendisler yeni bir yöntem düşünmeye başladılar. Sonuçta kablosuz teknoloji gelişmiş oldu.

Bu teknolojide datalar elektromanyetik dalgalar üzerinden gönderilmektedir. O yüzden aşağıda bahsedilen üç çeşit dalgadan birini kullanabiliriz [11]:

- **Kızıl ötesi:** Bu yöntemde iki nokta arasındaki mesafenin uzak olmaması gerekmektedir. Çünkü kızıl ötesi yakın mesafelerde çalışmaktadır. Veri transfer hızı bu dalgada düşüktür [11].
- **Lazer dalgalar:** Bu dalgada düz hatta çalışmaktadır. Kızılötesine kıyasla daha uzak mesafede çalışır. Ancak bu dalganın en büyük sorunu gözlere zarar vermesidir [11].
- **Radio dalgaları:** Şebeke iletişiminde en fazla kullanılan dalgadır. Standart hızı 11 MB/Sec dir. Bu dalgayı kullanan şebekeler ve aygıtlar ikiye bölünebilir [11]:

1. In door
2. Out door

Indoor şebeke bir bina gibi küçük bir alanın içerisinde kullanılmaktadır. Bu şebekeyi üretmek için iki yöntemden faydalanabiliriz.

1. Ad hoc network
2. Altyapı (Infrastructure) network

Ad-hoc şebekelerde bilgisayarlar ve başka aygıtlar bir kablosuz kart şebekesini kullanmaktadırlar. Merkezi yoğunlaştırıcı aygıtlara ihtiyaçları olmadan birbirleriyle iletişim yapabilmektedirler. Bu şebeke, küçük bir alanda olduğundan çok fazla baz istasyon merkezine ihtiyaç duyulmamaktadır.

İkinci yöntem Infrastructure da ise, ihtiyacımız olan şebekeyi yapmak bir veya birkaç merkezi yoğunlaştırıcı aygıtlardan (Access Point ya da AP) kullanılmaktadır. AP'nin ana amacı şebekede iletişim yapmaktır.

Outdoor şebekede bir binanın dış tarafında kullanılmaktadır. Bu yöntemde AP ve antenlerden irtibata geçmek için kullanılır. Bu şebekeyi kullandığımız zaman, ana kriterler; iki noktanın yüksekliği, mesafesi ve görüş mesafesi (Line of Sight) dir.

Kablosuz şebekelerde şu üç protokolü kullanabiliriz [11]:

1. Noktadan noktaya(peer to peer)
2. Noktadan çok noktaya (point to multipoint)
3. Mesh

Bluetooth'un dalgaları az mesafede çalışır. Aslında Ad-hoc çeşitlerinin birisi olan PAN, şebekeleri yönetmek için kullanılmaktadır [11].

2.5.2 Ad-Hoc ağları

Ad-hoc şebekelerini anlatabilmek için önce Ad-hoc'ın manasını incelemek gerekiyor. Ad-hoc kelimesinin anlamı “sadece bu amaçla” (Only For this purpose) dır. Bu kelime genellikle bir özel problemi çözmeye ya da bir görevi yapma için kullanılmaktadır. Önemli özelliği, bu çözümleri benzer sorunlar çözmek için de kullanılabilir olmasıdır.

Ad hoc şebekesine Mesh şebekesi de diyebiliriz. Bu isimlendirmenin nedeni, Ad-hoc'ın içinde çalışan mevcut tüm şebekeler birbirleriyle irtibata geçebilirler ve birbirlerinin varlığını anlamaktadırlar. Mesh topoloji yapısının benzeri olan ilk Ad-hoc şebekesi 1970 yılında DARPA tarafından yapılmıştır. O zamanlarda bu şebeke “Packet Radio” diye tanıtılmıştır [13,14].

Ad-hoc'ın avantajları:

1. Geliştirme hızı yüksektir.
2. Kolayca ve düşük masrafla yapılabilmektedir.
3. Başka kablosuz şebekeler gibi altyapıya ihtiyacı yoktur.
4. Otomatik yapılandırması mevcuttur.
5. İstasyonların her biri Router gibi çalışabilirler

6. Ağ yönetimi bağımsızlığı.
7. Esneklik özelliği sayesinde şebekenin her yerinde internete bağlanabilirler.
8. İstasyonlar bağımsız olarak birbirleriyle irtibata geçebilirler ve veri gönderebilirler.

Otomatik yapılandırmaya örnek verilirse, bir cep telefonunda bluetooth kullanılırken, telefon kullanıcısı şebeke sınırından uzaklaştığında veya şebekeden çıktığında, istasyonların arasında bir boşluk oluşur. Bu durumda, Ad-hoc şebekesi sorunu hızla algılayıp, yeniden otomatik yapılandırma ile şebekenin ayarlamasını var olan duruma göre güncelleyip yeni iletişim yolu kuracaktır.

Ad-hoc şebekelere, Network Mobile Ad-hoc ya da MANET de denilmektedir. Bu adlandırmanın nedeni istasyonlar bu şebekede rahatça (serbestçe) hareket edebilirler. Keyfi olarak kendilerini yapılandırabilirler. Böylece şebekelerin topolojisi hızla değişebilir.

Ad hoc şebekesinin uygulamaları:

1. PAN şebekesinde kullanılmaktadır.
2. Bu şebeke kablosuz olan mesafesi az sistem olarak çalışmaktadır. Bu şebekeler genellikle bireyler arasında veya bir ofiste gibi alanlarda kullanılır. Bunun standardı IEEE de 802,15 dir. Kullanan cihazlar laptap, kulaklık gibi.
3. Acil operasyonlar. (Yangın söndürme)
4. Sivil alanlar. (Stadyumular)
5. Çevre koruma
6. Askeri alanlar

Örneğin, bir savaş alanında titreşim sensörü, GPS sistemi, manyetik sensör kullanarak araçların durumunu kontrol edebiliriz. Her sensör coğrafi konumunu belli ettikten sonra bunu baz istasyonun radyo dalga olarak gönderir. 30 metre mesafeye kadar bulunan diğer sensörleri algılayıp, onlarla iletişim kurmaktadır.

Ad-hoc şebekelerinin kısıtlamaları:

1. Bant genişliği sınırlı (bandwidth limited).
2. Multihop routere ihtiyacı vardır.
3. Güç tüketimi vardır.
4. Güvenlik
5. Büyük şebekelerde dataları gönderirken gecikme olmaktadır.

Bluetooth, Telefonlarda ve bilgisayarlarda en çok kullandığımız bir uygulamadır. İlk uygulamalardan biri olan Bluetooth ile telefonlara ve bilgisayarlara bağlanabiliyoruz. Tabi ki bu bilgisayar ve telefonlarda bluetooth özelliğinin olması gerekmektedir.

1998 yılında L.M ERİCSON şirketi herkes tarafından kolayca kullanılabilir ve kablosuz olarak cihazlar arasında iletişim sağlayabilecek yeni bir uygulama düşünüyordu. Bu nedenle IBM, INTEL, NOKIA, TOSHIBA şirketleri bir grup (SIG, şirketler birliği) kurdular.Şirketin amacı, oldukça düşük maliyetli, düşük güçlü, kısa mesafeli ve cihazlar arasında iletişim sağlayan bir uygulama üretmekti.

Aslında Bluetooth bir Viking kralı adıdır. Norveç ve Danimarka birleştirildiğinde kralın isminin manası İsveç’de mavi diş diye geçiyordu. Bu yüzden bu uygulamaya mavi diş denildi.

Bluetooth zamanla dünyaca bilinmeye ve kullanılmaya başlandı. Bluetooth’un standardı ve 802,11 arasında sorunlar çıktı. Çünkü bu iki standart arasında frekanslar girişim yapıyordu. Yani birbirinden etkileniyordu.

2002 yılında da şirketler birliği Bluetooth’u geliştirmeye çalışıyorlardı ve bir Bluetooth için bir standartkararı verdi. Hala bugün Bluetooth 802.15.1 standardile tanınmaktadır [13,14].

2.5.2.1 Bluetoothla şebeke yapmak

Bluetoothun teknolojisi yardımıyla bluetoothla çalışan aygıtlar yakın mesafelerde birbirleriyle iletişim kurabilirler.Bu aygıtlar cep telefonu, yazıcı, dizüstü olabilir. Bluetooth yardımıyla bir PAN şebekesini yapılabilir. Bluetooth ile yapılan şebekeler Ad-hoca göre yapılmaktadır. PAN şebekesi genellikle ofiste, evde ve küçük alanlarda kullanılmaktadır.

Bluetoothun avantajları:

1. Bluetooth ucuzdur ve enerji tüketimi düşüktür.
2. Ses ve datanın iletişimde kolaylık sağlar
3. Aygıtların kablosuz iletişimini sağlar
4. Ad-hoc şebekesinin yapılması vemevcut aygıtların senkronizasyonu

Bluetoothun teknolojisinde sınırlı dalgalardan 2,4 GHz frekans kullanılmaktadır. Bu band Endüstriyel Bilimsel Tıp ‘darezerve olmuştur. Ayrıca dünyanın birçok yerinde elde edilir. Bluetooth ile çalışan aygıtlarla şebeke yapmak istersek;

Kablosuz şebekeler, kablosuz istasyonlardan ve Access Point'lerden yapılıyorken, bluetooth client veya istasyonlardan yapılmaktadır. Bir client ve bir Bluetooth ile çalışan aygıt olabilir.

Bluetooth ile çalışan aygıtlar otomatik olarak birbirlerini tanıyıp şebeke yapmaktadırlar. Ad-hoc şebekesine benzer bluetooth'un topolojileri de rastgele pozisyonda dağıtılabılır [11,15].

Son yenilikle birlikte Bluetooth antenler üzerinden kullanılarak daha uzak mesafelerde de erişimimkanı sağlanmaktadır.Çünkü ilk yapısı sadece kısa mesafelerde çalışıyordu. DEFCON'un 12. konferansında (Las Vegas'da yapılan HackerlerYıllık Konferansı)hackerlerin bir grubu Flexi olarak bilinmekteydi. İki Bluetooth cihazı 800 metre mesafe ilebirbirleriyle iletişim halinde olmaktadırlar. Bu grup bir scope donanımlı anteni ile bir yogi antenini silah yapımında kullanmışlardır. Mavi atıcı olarak bilinen bu antenin kablosu Bluetooth'un kartına bağlanmıştır.

Bluetooth teknolojisinin kullanıldığı haberleşmede genellikle şebekede var olan istasyonlar şu durumlarda olabilirler [11,15]:

1. **Standby:** Bizim kullanacağımız bu şekilde ki istasyondur.Cihaz henüz herhangi bir şebekeye bağlanmamaktadır.
2. **In query+ Page(sorgulama):** Bir cihaz bir Piconet şebekesine veya başka cihaza bağlanmak istendiğinde data göndermeye hazır durumdadır. Bir cihaz diğer cihaza bağlanmak istediğindekarşı tarafaitişim istek mesajınıgönderir.
3. **Active:** Bu durumda cihaz, gönderme ve alma halindedir.
4. **Low Power State:** 3 durum vardır.
 - **Sniff:** Slave cihazı bu durumda çalışamaz.
 - **Hold:** Master ve Slave bekleme halindedirler ve data göndermemektedir.
 - **Park:** Bu durumda durdurmak anlamını taşımaktadır. Hold'daki duruma göre çalışması azdır. Amacı cihaz ile piconet arasında senkronizeyi sağlamaktadır [11].

2.5.2.2 Bluetooth uygulamaları

Örnek verilecek olursa, 802,11 standardı kullanıcılarına e-posta okumaları için sadece dizüstü ya da sadece telefon kullanacaksınız demiyor. Bluetooth da v1.1

modelinde 13 adet farklı profilden yardım alır. Bu profillerin her birine protokol stoku verilmiştir [11]. Bu profiller çizelge2.2 de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2 Bluetooth Profilleri

Profilin ismi	Hedef
Genel Erişim	Bağlantıları yönetmek
Servis Keşfi	Protokol sunulan hizmetlerin keşfetmek
Seri Bağlantı	Seri bağlantı simülasyonu yapmak
Genel Nesne Değişimi	Tanımlı aktarma nesnelere sunucu ve istemci arasındaki iletişim
LAN Erişimi	Mobil ve sabit ağ arasındaki bilgisayar iletişim
Dial-tabanlı Ağ	Diz üstü bilgisayarın iletişimini cep telefonundan sağlar
Faks	Cep telefonun ve faks arasında iletişim kurmak.
Kablosuz Telefonculuk	Kablosuz bir telefon ve sabit bazistasyon arasındaki iletişim kurmak
Dâhili Telefon	Telsisler için dijital imkânlar
Kulaklık	Hands-free iletişim yolu ila
Object push	Basit nesnelerin alışverişi için bir yol
Dosya Transferi	Genel imkânlar dosyaları göndermek için
Senkronizasyon	PDA'nın datalarıve diğer bilgisayar arasında senkronizasyonu yapmak

- **Genel Erişim (Generic access):** Aslında bir altyapıdır. Başka uygulamalar genel erişim üzerinden yapılandırılmaktadır. Asıl amacı ana düğüm (master node) ve köle düğüm (slave node) arasında iletişim kurmaktır.

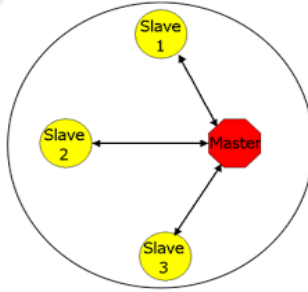
- **Servis Keşfi (Service Discovery):**Bu görüntü geneldir ve aygıtların sunduğu servisleri algılar.Bütün bluetooth ile çalışan aygıtlar bu iki profildenbirini (Genel Erişimi, Servis Keşfi) kullanmak zorundadır. Diğer Profiller ise ihtiyaca göre kullanılabilir.
- **Seri Bağlantı (Serial Port):**Bu profilin görevi, seri bağlantı simülasyonu yapmaktır. Özellikle eski uygulamalar için seri hata ihtiyaçları vardır.
- **Genel Nesne Değişimi (Generic Object Exchange):** Data göndermek için kullanılır. İletişim, kullanıcı / sunucu modelinin üzerinde tanımlıdır. Bu görünüş seri bağlantı gibi diğer profillerin alt yapısıdır. Bir köle düğüm (slave node) aynı zamanda hem sunucu hem de müşteri olabilir.Aşağıdaki belirtilen profiller, ağ uygulamalarını tanımlamak için kullanılmaktadırlar.
- **LAN Erişim (LAN Access):** Bu protokol bluetooth ileçalışan bir aygıtı bir sabit şebekeye iletmek için izin veriyor. 802.11 ana rakibidir.
- **Dial-tabanlı ağ (Dial-up):** Bu görünüş bir dizüstü bilgisayarın ve cep telefonun iletişimini sağlar. Bu projede asıl amaç bu profildir.
- **Faks (Fax):**İsminden de anlaşıldığı gibi bir faksın ve cep telefonun kablosuz olarak iletişimini sağlar. Aşağıdaki bahsedilenprofiller telefonlar için kullanılır.
- **Kablosuz Telefonculuk (Cordless Telephony):** kablosuz telefon ve sabit şebeke arasındaki iletişimi sağlar.
- **Dahili Telefon (Intercom):** Telsizlerin (Walkie Talkie) birbiriyle iletişim yapmalarını sağlamaktadır.
- **Kulaklık (Headset):** Kulaklık ile sabit telefon arasında iletişim kurmak için kullanılan profildir.
- Diğer protokoller iki aygıtın arasında bilgi göndermeyi sağlar. Data ve görüntü gibi.
- Bu profiller: Nesne İtme (Object Push), dosya aktarımı (File Transfer) ve senkronizasyon(Synchronization) [11].

2.5.2.3 Bluetooth mimarisi ve katmanları

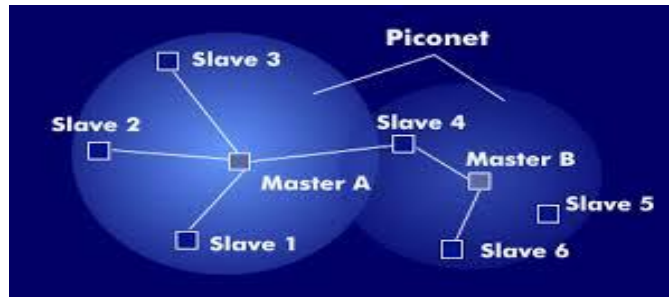
Bluetooth sistemi aslında bir piconet (piconet)alanda bir tane ana düğümü (master node) ve en fazla yedi tane köle düğümden (slave node) oluşur. Şekil 2.1 de gösterilmektedir. En fazla 10 metre mesafedeçalışır. Büyük alanlarda birkaç tane

pikonet kullanabiliriz. Alanın büyük olması halinde kullanılan pikonetlerin birbirine bağlanabilmeleri için bir düğüm yardımı ile köprü (bridge node) yapılabilir. Birbirine bağlanan pikonetlerin oluşturduğu yapıya ise multipikonet (scatternet) denir. Şekil 2.2 de bir multipikonet gösterilmektedir. Bir pikonet de yeditane köle (slave) düğümünden başka 255 aktif olmayan düğüm kullanabiliriz. Bu aktif olmayan düğümler aygıt olarak isimlendirilebilir. Ana düğümlerde sorunçıkması ya da pillerinin tükenmesi durumunda pikonette ki diğer ana düğümler kullanılır. Böylece pil ömrü uzatılmaktadır [11,12].

Bluetooth'un fiyatını düşürmek için,yani 5 dolardan az, ana ve köle düğüm tasarımını yapmışlar. Bu yüzden köle düğümler (fare, klavyeler vb.) akıllı değildirler. Pikonet, TDM (Centralized TDM) adındaki sisteme göre çalışmaktadır. Ana merkezimasterdir.Bu master alan sinyali denetlemektedir. Master, hangi aygıtın hangi zaman diliminde (slot)data aktarımı yaptığını belirliyor.Bunedenlebilgi alışverişi masterler arasında yapılmaktadır. Kölelerin (slave) bir katkısı yoktur [11]. Şekil 2.1 Bluetoothun Katmanları ve Mimarısı göstererek tek tek inceleyeceğiz.

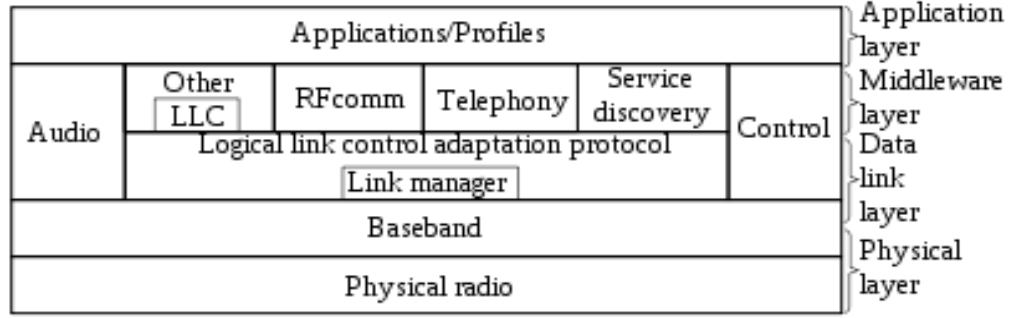


Şekil 2.2 Bir Pikonet (üçtane köle ve bir master)



Şekil 2.3 Multipikonet (scatternet)

- **Bluetoothun Protokol Stack:** Protokol katmanları yapısı aşağıdaki şekilde belirtilmiştir . Bu katman yapıları OSI, TCP/IP, 802 modellerdir.
- **Fiziksel Katman (physical layer):** Bluetooth'un yapılmasındaki en önemli neden ucuz olmasıdır. Fiziksel katman 802, OSI modellerindeki fiziksel katmanı gibi çalışmaktadır. Radyo iletimi ve modülasyonu yapmaktadır.
- **Ana band (Base band):** Bu kat fiziksel katmanın bazı kısımlarında da yer alır. Çünkü MAC alt yapısı gibidir. Önemli görevi ise ana düğümün (master) denetlemesidir. Aynı zamanda zaman dilimlerini yapılarına göre gruplandırmaktır.
- **Bağlantı Yöneticisi (Link Manager):** Bu katın görevi aygıtların arasında mantıklı iletişim yapmaktır. Güç yönetimi, kimlik doğrulama (Authentication), hizmet kalitesi (Qos) gibi.
- **Mantıksal Bağ Eşleştirme Protokolü (L2CAP):** Bu kat, 802LLC'e benzer ama teknik olarak farklıdır. Üst katlara gönderilecek detayları inceleyerek, üst katmanların iş yükünü azaltıyor.
- **Ses, Kontrol (Audio, Control):** Bu iki protokol ses ve faaliyetleri kontrol eder. Yapılan uygulamaların L2CAP ihtiyaçları olmayıp, direkt bu protokollerden kullanabilirler.
- **Orta Kat (Middle ware):** Birkaç farklı protokolden oluşmuştur;
- **IEEE 802LLC Protokol:** Başka 802 ile çalışan şebekelerle irtibata geçmek için ya da uygulamak için kullanılır.
- **Radio Frequency Communication RF comm:** Seri bağlantı simülasyonudur. Tüm bilgisayar, fare, modem, klavye gibi donanımları bağlamak için bu protokolden kullanılmaktadır. Eski cihazlara donanımları kablosuz olarak bağlamak için bu protokol kullanılır.
- **Telefonculuk Protokolü:** Sesi göndermek için 3 tane profil vardır. Bu protokol ses irtibatının kesilmemesi ve düzeltilmesi için kullanılmaktadır.
- **Servis Keşfi (Service Discovery):** Bu protokollün görevi bir şebekenin içinde verilen hizmetleri bulup (keşfedip) tanımaktır.
- **Uygulamalar Katı (Application layer):** Bu katta uygulamalar ve profiller vardır. Her uygulama kendi protokollerini kullanmaktadır. Kulaklık gibi özel ya da bazı protokollere ihtiyaçları vardır [11,15].



Şekil 2.4 Bluetoothun Katmanları ve Mimarısı

- Radyo Katmanı:** Bağlayıcının yaptığı işlemi yapar. Yani bitlerin iletimini (göndermesini) ana ve köle düğümler yapmaktadır. Çalıştığı frekans bandı 2,4 GHz'dir. 10 metre mesafeye kadar çalışabilirler. Bu nedenle az güçlü sistemlerdir. Band bu katta 79 kanala bölünebilir. Her kanal 1MHz'dır. Kullanılan modülasyon FSK (Frequency shift keying)'dir. Her Hertz bir bite eşdeğer. Bu kanalların daha iyi çalışması için frekans atlamalı (frequency hopping) yayılmış spektrumda atlama hızı 1600 hops/sec'dır. Bekleme süresi ise (Dwell time) 625 mikrosaniyedir. Bluetooth ve 802,11 frekans arasında frekans girişimi (Frequency interference) vardır. Çünkü ikisi de 2,4 GHz kullanmaktadır. Dolayısıyla frekans atlamalı bluetooth kullanan aygıtlar 802,11'e göre hızlıdır. Bu yüzden 802,11 de bozulmalar gözlenebilmektedir [11].
- Baseband Katmanı:** Bu kat MAC katına benzer. En basit şekilde, ana düğüm (master) her piconette zaman dilimi(time slot) sırasını (dizi) 625 mikrosaniyede üretiyor. Ana düğümler zaman diliminin çift sayılarında gönderiliyorken, köle (slave) düğümler tek sayılarda gönderilmektedir. Bu yöntem TDM yöntemine benzer. Yani zaman aktarımının yarısına sahip olur ve diğer düğümler (en fazla yeditane) kalan yarımı sahiplenirler. Her yapının gönderilmesi 1,3,5 zaman dilimleri kadar sürmektedir. Sinyallerin kararlılığı her frekans aktarmasında 250-260 mikrosaniye sürmektedir. Bu orandan daha hızlı da gönderebiliriz. Ancak bu yöntem çok daha masraflıdır. İhtiyaç duyulan belli zaman aralığındaki yapılar (frame) her frekans aktarımdan sonra 625 bitten sadece 366 bit kullanacaktır. Kullanılan boyuttan 126 biti erişim koduna (access code) ve header'a verilecektir. 240 bit ise datalar için kullanılmaktadır [11,12,15].

Her frame bir mantıksal kanala gönderilmektedir. 2 çeşit link vardır:

1. Asynchronous Connection Less (ACL)

Düzensiz zamanlar diliminde dataları göndermek için kullanılmaktadır. Bu datalar vericide L2CAP katında üretilmektedir. Alıcıda ise L2CAP katına teslim edilmektedir. ACL veri trafiğinde Best Effort yönteminden yararlanarak datalar gönderilmektedir. Ancak alıcıya teslim olmasının garantisi yoktur. Yeniden göndermenin olmadığı durumlarda, frameler kayıp olabilirler. Her köle düğümü tek bir tane ACL linki ile ana düğüme (master) bağlanabilirler [11].

2. Synchronous Connection Oriented(SCO)

Gerçek zamanlı verileri (realtime) göndermek için kullanılmaktadır. İşleyişi telefon iletişiminde ki gibidir. Bu yöntem hem alıcı hem de verici tarafında zaman dilimleri üretmektedir. Çünkü SCO linkleri zamana hassastırlar. Bu yüzden ana frameler bu linklerin üzerinde asla yeniden aktarım (retransmit) yapamazlar. Bunun yerine, daha fazla güven için hataların doğrudan düzeltilmesinde kullanılmaktadırlar. Yeniden aktarım sırasında bozulmuş frameler bir sonraki katmanda bulunduğu sırada, hataları düzeltilmeye çalışılmaktadır. Her köle düğümü üç SCO linkiyle ana düğüme bağlanabilir. Her SCO linki bir ses kanalı PCM diye 64000 bit/sec taşıyabilir [11].

• L2CAP katmanı

Bu katın görevi üç gruba bölünmektedir. 64 bayttan büyük olan frameler, küçük parçalara ayrılarak alıcıya gönderilir. Alıcı tarafında ise frameler yeniden gönderilmeden önceki şekle tekrar getirilmektedirler. L2CAP katmanı kaynaktan gelen veya alıcı tarafından alınan paketlerin toplamasını yapar. Diğer görevi bir paketlerin onarılmasıdır. Bu katmandaki paketlerin hangi protokola (Telephony ya da RFcomm) teslim edilmesi kararlaştırılıyor [11]. Hem bağlantı yapıldığında, hemde normal çalışma sürecinde Hizmet Kalitesi Operasyonu (QOS - Quality of Service) yapar. Bağlantı yapıldığında büyük paketli olandatanın boyutu dikkate alınmaktadır. Bunun nedeni ise, büyük paketli aygıtların başka küçük paketler kullanan aygıtlara gönderilmesidir. Bluetooth ile çalışan aygıtlar 64 kilobyttan büyük olan paketleri kullanamayacaklarından dolayı bu yönteme ihtiyaçları var [11].

2.5.3 ZigBee

Bu güne kadar kablosuz şebekenin yani sensörlerin ve kontrol eden cihazların ihtiyaçlarını karşılaması için bir standart yoktu. Sensörler ve kontrolörlerin (Kontrol

Cihazları) geniş banda ihtiyaçları yoktur. Dayanıklı yapısı sayesinde birden fazla cihazın birbirine bağlanması sağlanır. Bu cihazların yönetilmesinde düşük enerji kullanılarak uzun zamanlı bir süreç sağlanmaktadır. Bugünlerde var olan kablosuz sistemle yüksek sayıda veri göndermeye ihtiyaçları yoktur. Ancak düşük maliyet ve tüketim bu sistemin en önemli ihtiyaçlarındandır. Zigbee'nin cihazları bu standartları sağlamak için üretilmektedir.

Zigbee'nin ismi arıların tozlaşmaları sırasında zikzaklı hareketlerinden alınmıştır. Zig arıların zikzaklı hareketini betimlemektedir. Bee ise İngilizce'de arı demektir.

ZigBee'nin kullanılan alanları ev ve bina otomasyonu, haberleşme uygulamaları ve hastane gibi.

Aslında ZigBee aşağıdaki özellikleri karşılamak için dizayn edilmiştir [16,17].

- **Basit kurulum ve düşük tüketim:** Tasarruflu pil tüketiminin kullanıcıya uzun süreli kullanım imkanı sağlamsı, önemli bir tecih nedenidir.
- **Farklı modeller:** Bluetooth'un aksine, ZigBee güç tüketimine göre ve gecikme gerekliliğine göre farklı modelleri vardır. Zigbee IEEE 802.15.4 ana iki türü vardır: Active ve Sleep
- **Kullanıcılar için düşük maliyet:** Kurulumu ve onarımı için düşük maliyet.
- **Fazla yoğun şebekeler (aktif düğümlerin varlığı):** ZigBee'nin verdiği destek ile şebekede çok sayıda cihaz kullanılabilir. Bu özellik kontrollü şebekelerin temelini oluşturmaktadır [16,17].

- **ZigBee'de Düğümleri Çeşitleri**

Üç türlü ZigBee düğümü vardır:

- **ZigBee Koordinatör (ZC)**

En fazla kullanılan cihazlar koordinatörlerdir. Ağaç şebekesinin köklerini oluşturmaktadırlar. Bu sayede başka şebekeyle irtibata geçebilmektedirler. Her şebekede bir ZC vardır. Çünkü şebekenin başlangıcı bu cihazdır. Bu cihaz şebekelerin datalarını saklayabilir. Örnek olarak dataların ve güvenlik kodlarının saklandığı yer olarak kullanılabilir.

- **ZigBee Router (ZR)**

Aygıtlar arasında dataları göndermek için ara yollar olarak tanımlanabilir.

- **ZigBee End Devices (ZED)**

ZED'ler başka cihazlardan veri alamazlar. Ancak ZR ve ZC ile irtibata geçebilirler. Bu irtibatlar düğüme daha fazla inaktif olarak kalmasını sağlar. Bu nedenle pillerin tüketimi düşer. ZED'ler en az belleğe sahip olanlardır. Bu nedenle ZR ve ZC lere göre ucuzdurlar.

Şebekeler farklı topolojilerde olabilir.Yıldız, ağaç ve mesh örnek verilebilir. ZigBee'nin ana topolojisi meshdir.

IEEE 802.15.4 PHY ZigBee standardı aşağıda belirtilen bantlar için tasarlanmıştır.

868 MHz bandı Avrupa'da, 915 MHz bandı Kuzey Amerika ve Avustralya'da kullanılmaktadır. 2.4 MHz bandı ise dünya bandı olarak bilinir ve çoğu ülkede bu band kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda Bit rate her banta göre bildirilmektedir:

Çizelge 2.3 Her Bantın Bit Oran

Band	Bit Rate
868MHz	20
915 MHz	40
2.4 GHz	50

2006 yılından sonra ZigBee alıcı-vericisinin adet satış fiyatı 1 dolardı. Ama radio, bellek ve işlemci bir arada olan paket halindeki fiyatı yaklaşık 3 dolardı. Bir chip bluetooth az tüketime 3 dolardan azdı [17,18].

2.5.3.1 ZigBee'nin uygulamaları

Zigbee protokolünün amacı az miktarda güç ile yüksek miktarda data gönderebilmektir. ZigBee mesh şebekesinin kullanılmasıyla verileri düşük maliyetli gönderebiliyor. Endüstriyel kontroller, tıp dataları toplama, ev ve bina otomasyonu, duman alarmı gibi alanlarda ZigBee kullanılmaktadır. Gelecekte artarak çoğu firmada Zigbee kullanılacaktır. Zigbee üzerinden iletişim, aygıtların üzerine verici kurularak merkezi bilgisayara iletilmektedir. Sistem, uzaktan erişim ile kontrole izin vermektedir. Tüketici piyasasında zigbee yaygınca kullanılmaktadır [17,19].

2.5.3.2 Zigbee ve bluetoothun kıyaslaması

Bluetooth ile büyük cihazları irtibata geçirmek için dizüstü bilgisayar ve telefon gibi aygıtlar kullanılmaktadır. Zigbee üzerinden yapılan iletişimlerde küçük formda dizayn edilmiş cihazlar kullanılır. Bir Zigbee cihazı Bluetooth'a göre daha basittir. Zigbee'nin 2.4 GHz bandında cihazların veri gönderme oranı 250Kbps'dir. Ancak Bluetooth'un veri gönderme oranı 1Mbps'dir. Bluetooth'un aksine, ZigBee cihazları mesh şebekesindeki düğümlerin arasında kurulur. Bu teknik sayesinde geniş ve kapsamlı bir alanda veri iletimi desteklenmektedir. Bir ZigBee şebekesi 65000 düğümden yararlanabilir. Ama Bluetooth şebekesinde bu sayı sadece 7 tane ile sınırlıdır. Bu 7 düğümü birbiriyle aktif hale getiren şebekeler yıldız(star), ağaç (cluster tree) ve mesh ağdır. Zigbee'de köleler (slaveler) her zaman hazırdirler. Ancak 99% uyku halindedirler. Zigbee cihazları için en fazla kullanabilecek mesafe 75 metredir ve bluetooth'a göre oldukça fazladır [20,21].

2.5.4 WLAN

Bu tip kablosuz şebekeler wpane göre büyük bir alanda yapılmaktadır ve ona göre genişdir. Datalar bir sınırlı alanda aygıtların belli bir mesafelerinde WiFi teknolojisinden kullanarak paylaşmaya imkan verecektir. Bu türlü şebekeler akademik alanlarda, kampüslerde ve labratuarlar gibi internete ihtiyaç olan yerlerde faydalıdır. Bu tip şebekelerde eğer kullanıcılar sınırlı olsalar, Access Point dan dan kullanarak birbirleri ile irtibata geçebilmektedirler.

Mesafeyi uzatmak için uygun antenlerden kullanmak gereklidir. Ancak kullanılan alanda dalga yayını engelleyici şeyler olmaması gerekiyor. Bu şebekede IEEE 802,11 standardından kullanılmaktadır.

2.5.4.1 802.11

1997 yılında IEEE 802,11 standardı üretildi ve 1999 genel bakış(hakkında yorum) oldu. Bu standard şu an eskı ve kullanılmıyor. Bu standardta datanın Transfer Hızı 1ve 2 GB her saniyede 1 e eşittir.

Bu standart üç farklı fizikal katın teknolojisini göstermektedir: 1: Kızılötesi yayılması, 1Mbit/s hızlı, Frequency Hopping 1Mbit/s ya 2Mbit/s etkinlidir ve Direct-Sequence yayılması 1Mbit/s ya 2 Mbit/s dir. İki kalan teknoloji Microwave de 2,4 Ghz band ISM dataları göndermek için kullanılıyor. Daha önceki kablosuz

ağların teknolojilerinde bir az düşük frekanslardan 900 Mhz ISM bantından kullanıyordular.

İlk teknoloji 802,11 hızlıca başka teknolojilerin yerini aldı ve bu protokolden herkes faydalandı [6].

2.5.4.2 802.11a

Bu teknolojide dataları göndermek için linkformatı ana teknolojiden faydalanılmaktadır, ama fiziksel katmanında OFDM den hava arayüzünden kullanılmaktadır. Bu teknoloji 5 Ghz bant, transfer Hızı 54 Mbit/s, error correction code la çalışmaktadır.

2.4 Ghz banttı çok kullandığına göre bir kalabalık banttır, o yuzden 5Ghzden fazla banttan kullanılmaktadır. 802.11a için bu da bir avantajdır. Bu frekanstan kullanılmak sorunsuz değildir, ama sunuçda 802.11a nin 802.11b/g göre iyidir. Teorik olarak, 802.11a sinyalleri dalga boyutu küçük olduğna göre uzun mesafeye gitmeleri kolaydır ve kolayca duvar gibi şeylerde geçebilmektedir. Eger 802,11 b ile kıyaslamak istersek, 802.11b az hızla uzun mesafelerde çalışmaktadır (802.11b). Sinyal gücünü azaltır, gönderme hızını 5Mbit/s ve belki de 1 Mbit/s düşürür. Yüksek hızda 802.11a nin dalgaların girişimi azdır ama veri transferi eşit ve belkide fazladır [6].

2.5.4.3 802.11b

Veri transfer hızı en fazla 11 Mbit/s dir. Temel standartların mevcut modülasyon teknikleri 802.11b de kullanılmaktadır, bu standarttan kullanan ürünler 2000 yılından itibaren kullanılmaya başlandı. Data transferinin hızı ve fiyatın düşmesi ile önceki standartlara kıyasla daha iyi olduğundan, yerel kablosuz ağlar olarak kabul edildi.

Mikrodalga fırınlar,Bluetooth cihazları ve telsiz telefon gibi aygıtlar 2.4 GHz den kullanarak çalıştırılmaktadır [6].

2.5.4.4 802.11g

2003 Ocak ayında üçüncü modülasyon standardı 802.11g diye kabul edildi. Bu standard 802.11b gibi 2,4Ghz frekansında çalışıyordu ama 802.11a gibi fiziksel katmanda hava arayüzü OFDM e göre kullanılmaktadır. Bu teknoloji veri transfer hızını en fazla 54 Mbit/s fiziksel katmanda forward error correction code ile

çalışmaktadır. Ortalama performansı 22 Mbit/s dir. 802.11g tüm donanımı 802.11b te gibi olmaktadır ve onun 802.11a göre güçsüzdür (yaklaşık 21 %).

Bu standard hatta resmi onaylamasından önce, 2003 nin ocak ayında kullanıcıların tarafından kabul edilmektedir. Düşük fiyat ve yüksek hıza, ihtiyaç olduğuna göre, 2003'ün yazında itibaran her üç standardtan a,b,g kullanmaya başladılar [6].

2.5.4.5 802.11n

802.11n çalışma standardı MIMO antelri(bir kaç gönderme kanallı - Aynı anda birkaç alıcı kanalı) için kullanılmaktadır..

802.11n her iki frekansda 2,4Ghz ve 5 Ghz da çalışmaktadır. IEEE, 802.11n 2009 yılında tanıtıldı [6].

2.5.4.6 WiFi

Günümüzde oteller, restaurantlar, kütüphaneler, ofisler vb gibi yerlerde internete erişim sağlanmaktadır. Yakın gelecekte kablosuz iletişim ağları öyle bir yaygınlaşacakki, her yerde ve her zaman internete erişim sağlanabilecektir. Günümüzde WiFi şebekelerinin desteği ile ofislerde bilgisayarlar arasında veri aktarımı gerçekleştirilebilir. Hakeza, günümüzde televizyonlardanabile bu WiFi özelliği bulunmaktadır [21,22].

Kablosuz iletişim ağları daima radyo dalgalarından kullanmaktadırlar. Bu şebekelerde bir küçük bilgisayarın parçası dataları radyo dalgalarına çevirip antenin üzerinden gönderir. Karşı tarafta bir kablosuz router (yönlendirici), bu sinyalleri alıp ve onları ilk haline çevirerek dataları bilgisayar için anlaşılır hale getirmektedir [22]. Basit bir dille ifade edecek olursak, Wifi sistemini bir Walki-Talki ye teşbih edebiliriz ki, arkadaşlarınızla konuşmaya bu teknikten kullanıyoruz. Bu cihazlar, sinyal gönderip alan küçük ve sade bir radyo aparatıdır. Bu cihazları kullanarak konuşmaya başladığımızda, cihazın mikrofonu sesi alıp radyo dalgalarına çevirerek anten üzerinden karşı tarafa gönderiyor. Karşı cihazın alıcısı, gönderilen sinyali anten üzerinden alıp ilk anlatılan hale çevirir, alıcı cihaz gönderici cihaz konuşmacısının sesini yayınlıyor. Çıkış güç veya gönderecinin gücü, 50 den 100 metre kadardır.

Şimdi iki bilgisayarı(walki talki gibi) kablosuz olarak şebeke yapmaya varsayalım. Bu cihazlar sesi göndermek için üretilmişler veri transfer hızı azdır ve dataların fazla olduğu zaman kısa zamanda göndermemektedir, bu önemlibir sorundur [21].

Wifi da kullanan radyolar geçmiş örnek gibi alıcı ve verici olabilmektedirler ama onların ana farkları bu dataları sıfır ve bir (digital)olarak çevirip ve göndermektedirler. Aslında üç ana fark wifi sistemlerinde ve Walki-Talki lerde vardır:

1. Wi-Fi radyo sistemleri 802.11b ve 802.11g ile çalışıyorlar ve göndermek ve almak için 2.4 Ghz veya 5Ghz frekansında çalışmaktadır. Ama Walki-Talki ler 49 Mhz frekansında çalışmaktadır.

2. Wi-Fi radyo sistemleri şifreleme tekniklerinden kullanmaktadır, oyüzdendataların transfer hızı artmaktadır. Bu yöntemler 802.11a ve 802.11g standardında OFDM tekniği ve 802.11b de CCK teknikinden kullanılmaktadırlar.

3. Wi-Fi sistemlerin avantajı, radyo frekansı değiştirmek ve yakında çalışan sistemlerin etkisini engellemektedir.

Bu nedenle, Wi-Fi radyo sistemleri hızlı veri transferi Walki-Talki'lara göre yüksektir, bu hızlar 802.11b standardına 11 Mbit/s ve 802.11a ve 802.11g yaklaşık 30 Mbit/s dir [22,21].

- **Wi-Fi sistem bilgisayar ile kombine**

Günümüzde Laptolar genelde Wi-Fi sistemi donanımlıdır. Wi-Fi donanımının bulunmadığı cihazlarda ise, Wi-Fi kartının Laptop'a veya bilgisayara yüklenmesi gerekiyor. Laptolar için bu uygulamalar PCMCIA kartları ile yüklenmesi mümkündür veya hariçten iletişim USB üzerinden verilir.

Bilgisayarlar için PCI kartlar veya USB'lerden kullanılmaktadır. Bu uygulamaları kurduktan sonra internet olan alanlarda internete kablosuz olarak bağlanmaktadır.

Wi-fi teknolojisi şebekenin kablosuz olmasına imkân vermektedir ve bu yöntem onun popüler olmasına sebep oldu.

Bu teknoloji kullanılarak uçakta, otelde, veya kamuya açık alanlarda bilgisayar ile internete bağlanılabilir. Wi-Fi standardı IEEE 802.11 dir ve 802.11g ve 802.11b de kullanılmaktadır. Onun ana standardı IEEE 802.11b dir [52,55]. Bu modelde dataların transfer hızı 11Mbps ve kullanan frekansı 4.2 Ghz. Bunun hızını artırmak 802.11n yeni bir standardtan kullanılmaktadır ve veri transfer hızını 200 Mbps kadar artırmış. Hızın artması 802.11n de hızının artması çeşitli anten sistemleri (MIMO) kullanmasıdır, 2.4 ve 5 Ghz frekansından birlikte kullanarak ve özel tekniklerden orta erişim ((Medium Access-MAC) kullanılmaktadır. Wifi mesafesi 20 metre kadardır.

Wi-fi uzak mesafelerde kullanılmaz o yüzden yerel ağlarda kullanılmaktadır. Wi-fi bluetooth'un altkumesidir ama bluetootha göre iletişim gücü fazladır.

Wi-fi in kurulması ve yönetilmesi zor bir iş değil. Ana bilgisayara bir kablosuz NIC(Network Interface Card) bağlanarak çalışmaktadır. NIC'nın mükemmel özellikleri Wi-fi in sinyallarının alıcı ve vericisidir. Dijital kişisel eşyalar, cep telefonlar ve elle tutulan cihazlar Wi-fi teknolojisini kullanmaktadırlar. Onlara Wi-fi şebekesine bağlanmak, veri göndermek, datalar elde etmek ve internete bağlanma imkânını vermektedir. Wi-fi Wireless Fidelity kelemesinin yerine kullanılmaktadır [21,22].

2.5.5 WMAN

Bir şehirde ağların bir biri ile iletişim kurması için bu teknoloji kullanılmaktadır. Backup için fiber optik veya bakır kablolar kullanılmaktadır. Bu teknolojinin standardı 802.16 dir [23]. Wimax teknolojisinde WMANda geniş alanların arasına iletişim kurmak için kullanılmaktadır. Devamında Wimax incelenecektir.

2.5.5.1 Wimax

Wimax Worldwide Interpretability of Microwave Access'in kısaltmasıdır bu teknoloji 2001 yılında Wimax Forum diye bir guruptan üretilmiş. Bu teknolojinin üretilmesinin amacı bir şehir çapında kablosuz ağların (WMAN) büyüme ve gelişmesi dir. Bunun standardı IEEE 802.16 dir. IEEE 802.16 nin iki çeşitli olduğuna göre Wimax de iki türlü yapılmıştır. İkinci sabit wimax dir sabit kablosuz erişim için yapılmış ve onun standardı IEEE 802.16, 2004 de. İlk üretilen Wimax ürünleri bu standard üzerinden üretilmiştir ve halihazırda daha fazla yatırım yapılarak bu ağın kalite standardı yükseltilmeye çalışılıyor. İkinci tür Wimaxın, 802.16e standard ile hareketli ve taşınabilir cihazları desteklemek için tasarlanmış ve seyar Wimax diye geçiyor. Wimaxın hareketliliği ve mobil hizmetleri sağlamadaki güçlü kabiliyeti onu farklı bir geniş bant teknolojisi olarak cep telefonu şebekelerine güçlü bir rakip haline getirdi [3,23].

2.5.5.2 WiMaxın teknik özellikleri

Wimax sistemi sabit ve mobil şebekeleri kapsamada büyük bir esnekliğe sahiptir. Wimaxın bir kaç özellikleri:

- **İçinde Birlikte Çalışabilirlik:**Wimax uluslararası standartlar doğrultusunda kurulmuş,kullancılara konforlu hizmet verebilme özelliğine sahiptir. Aynı standart vasfına haiz farklı şebekelerle işbirliği ve etkileşimleri mümkündür vekullancılara kendi SS'lerinden farklı mekânlarda hizmet verenlere ihtiyacı olan ekipmanlarını farklı üreticilerden satın alıp kurma imkânı sağlamaktadır [3].
- **Hareketlilik:** IEEE 802.16e standardında, OFDMA ve OFDM fiziksel katmanında hareketliliği desteklemek için ve taşınabilirhücrelerde kullanılmak üzere dizayn edilmiştir. OFDMA nın bu dizayn yükseltmesi, ölçülenebilmesi ve kuruması IDLE/SLEEP den HAND/OFF şebekede destek verilmektedir. Hareket halindeyken saatte 160 kilometre iletişim kurma olanağı sağlamaktadır [3].
- **Esnek mimari:** Sisteminin farklı yapısı olduğuna göre, noktadan noktaya, noktadan kaç noktaya desteklemektedir. Wimax MAC katında, noktadan kaç noktaya iletmektedir [23].
- **Yüksek Güvenlik:** Wimax gelişmiş şifreleme standardında (AES) ve üçlü şifreleme standardında (3DES) kullanılmaktadır. BS ve SS linklerin şifrelemesi dışdinlemelere karşı kullanıcı için güvenlidir [23].
- **Montaj ve Kurulum:** Kablolü teknoloji kurulumu ile karşılaştırıldığında, wimax aletlerinin kurulması zor değil çünkü kablo için zemini kazmaya gerek yoktur. Antenler ve aletler kurulup ve yönetilse wimax hizmet vermeye hazırdır. Bazı zamanlarda wimaxın kurulması bir kaç saat sürüyor [3,23].
- **Maliyet Etkinliği:**Wimax açık bir uluslararası standarttır. Ürüne yüksek talep ve seri standardlı Çip oluşu maliyetin düşmesini sağlamaktadır. Bu,pıyasada rakabet avantajı da yaratmaktadır. Üretici servis sağlayıcı ve kullanıcıya teknik destek sunduğundan bu ürünün kullanımını cazip kılmaktadır[3].
- **Geniş Kapsamı:** Wimax dinamik olarak birkaç modülasyon katmanlardan üretilmiştir. BPSK, QPSK, 16QAM ve QAM64. Bir yüksek güç amplifikatörü ile donatıldığındageniş biralandapürüzsüz ve engelsiz bir yayın kalitesi sağlanabilir.
- **Dolaylı Hattında çalışan NLOS:** Wimax OFDM teknolojisinden çalışarak, NLOS için kullanılmaktadır. Bu metod ile wimax'ın ürünlerine geniş bantta

dolaylı veri göndermek için desteklenir. Oysa başka kablosuz teknolojilerde bu yetenek yoktur [3].

- **Yüksek Kapasite:** Yüksek seviyede modolasyonlar (64 QAM ve geniş bant 7 Mhzde) yüksek kapasitede kullanıcılar için üretilebilmektedir. MIMO yönteminin kullanımını esnek kanal yapımı, gelişmiş kodlama sağlar [3].

2.5.5.3 Wimaxın maksimum mesafesi

Wimaxın maksimum mesafesi teknik olarak 50km'dir. Bu maksimum mesafe en uygun hava şartlarında ve engelsiz bir ortamdadüşük bit hızla mümkündür. Teknik metinlerle wimaxın şebekelerini açıklamak için aşağıdaki terimler kullanılmıştır:

- 50 km kadar Kapsama aralığı
- Her Radyo kanalı 75 Mbps kadar
- Baz istasyonu tarafından sunulan oranı 300 Mbps kadar

I. 50 kilometre kapsayan

Göndermek için çok yüksek güce ihtiyacı vardır ve ev dışında kullanan antenlerden kullanılmaktadır. Anten çeşiti LOS olması gerek ve alıcı verici arasında sinyal alış verışı olurken etrafta bu sinyalleri engelleyecek, sinyalleri düşürecek herhangi bir şey olmaması gerekiyor, (örnek, kirli hava, bulutlu hava ...). ve yüksek güvenilirli medolasyondan kullanılmaktadır yani bit hızı az olmaması gerektir [3].

II. Her Radyo Kanalı 75 Mbps kadar

Tahmin ederek 20 mega hertz den kullanılmaktadır, aslında aşağıdaki lisanslı frekanslardan kullanmak çok zordur. Bu bit hızından kullanmak için havanın açık olması ve gönderme gücü yüksek ve mesafe az olması gerekir (200 metreden az) [3].

III. Baz İstasyonu Tarafından Sunulan Oranı 300 Mbps Kadar

Bu hızda hava kesinlikle ideal, yüksek güç ve az mesafe ile yapılmaktadır. Bant genişliği fazla olması lazım. Aslında frekans bantlarında yapılmamaktadır.

2.5.5.4 Wimaxın frekans bantı

Wimaxın serbest bantlardan kullanmak ve izin almaya ihtiyacı vardır.

wimaxın her zamanki üç bant kullanılmaktadır:

- 8.5 Ghz serbest olan bant.
- 3.2 Ghz bantı izin almaya ihtiyacı vardır.
- 5.3 Ghz bantı izin almaya ihtiyacı vardır.

Bir wimax şebekesi bir hücreli ağı benzer, ana istasyonlardan birkaç noktadan başka birkaç noktaya veri göndermek için bir kaç kilometrelik alanda kullanılmaktadır.

Birkaç yöntemden ve data teknolojilerinden kodlama ve gelişmiş şifreleme kullanarak, MIMO, AAS,... wimaxın teknik özelliklerini yükseltmektedirler.

Wimax şebekesi operatörler için, büyüyen yeni telekomünikasyon piyasaları için onlardan kullanarak uygun bir fırsat yaratmış, yerel operatörler eski ve yeni müşteriler için ses ve genişbant veri hizmetlerini uygun fiyatla vermektedir.

Bu bölümde kablosuz sensör ağlarının genel kavramlarına bakarak bitirmekteyiz ama bu sensörlerin ve ağların haberleşmesi daha önemlidir. Verileri nasıl göndereceğiz, nasıl alacağız? Bu soruların cevabı antenlerdir. Anten ağlarının ve sensörlerin haberleşmesinde çok önemli bir kısımdır, çünkü anten olmadan sensörler verileri göndermemektedirler. Bu nedenle gelecek bölümlerde antenlerin kavramlarından ve bu ağlar için yapılan antenlerden bahsedilmektedir [3,23].

Bu bölümde ağların genel kavramlarına bakarak bitirdik. Gelecek bölümde bu ağların antenleri incelenecektir.

3 AĞLAR İÇİN ANTENLER

Ağlarda en önemli olan kısım antenlerdir, çünkü şebekelerin arasında dataları göndermek ve almak için antenlerden faydalanmaktadır o yuzden bu bölümde antenlere giriş yaptık ve ilk önce antenlerin temel kavramlarını anlamamız gerekir. Aşağıda antelerin kavramlarını anlatarak bu bölüme devam edeceğiz.

3.1 Antenlerin Temel Parametreleri

Antenleri anlamak için, anten konusunda önce anlamamız gereken parametreler vardır. Bu bölümde önemli olan parametreleri inceleyeceğiz.

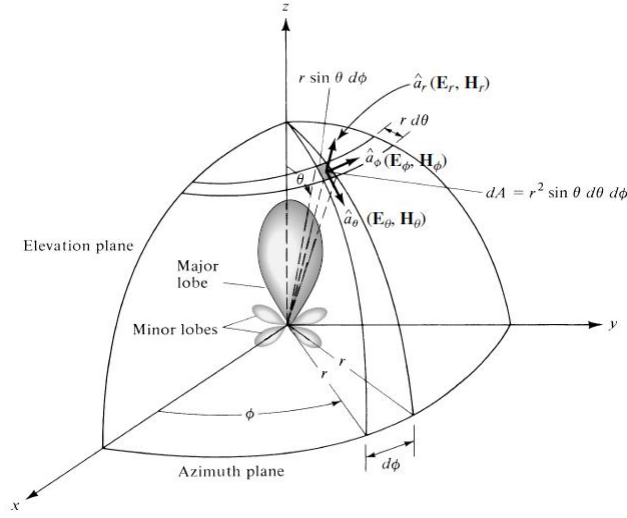
3.1.1 Radyasyon desen (Radiation pattern)

Bir antenin ışımaya paterni veya anten deseni matematiksel fonksiyon olarak tanımlanır veya uzay koordinatlarında bir fonksiyon olarak bir anten radyasyon özelliklerini grafiksel temsil edilmektedir. Çoğu durumlarda radyasyon deseni çok alanda belirlenir, bölgesi ve yön koordinatları fonksiyonu olarak temsil edilir. Radyasyon özellikleri, güç akımı yoğunluğu, radyasyon yoğunluğu, alan şiddeti, yönlülük dahil faz ya da polarizasyon.

Radyasyon desenin dB ile ölçülmektedir, dB logaritmalarında antenin alan ölçeklerini detaları ile gösterilmektedir:

- Alan deseni (linear ölçekte) bir manyetik veya elektrik alanda fonksiyonel olarak açısal alanda gösterilmektedir.
- Güç deseni (linear ölçekte) kare magnetik alanda elektrik veya magnetik alanda fonksiyonel olarak bir açısal alanda gösterilmektedir.
- Güç deseni (dB de) elektrik veya magnetik alanın büyüklüğü desibel de bir fonksiyon olarak açısal alanda gösterilmektedir.

Desenleri uzak alanlar ve yakın alanlarda elde edilebilir. Desenler aynı zamanda bilgisayar simülasyonları veya pratik deneyler ile hesaplanmaktadır. Deseni test etmek için Test Besnch den kullanılmaktadır [24].



Şekil 3.1 Anten Analizi İçin Koordinat Sistemi[24]

3.1.2 Polarizasyon

Elektrik alanın dalga yönü antenden yayınlanmaktadır ve antenin parametrelerinin biridir. En basit polarizasyon doğrusal (linear) dir çünkü elektririk alanin dalga vektör ucu farklı zamanlarda doğrusal yönünü göstermektedir.

Diğer önemli polarizasyonlar dairesel ve eliptikler dir. Onların merkezleri linear yönde olarak W (açısel frekans dalgası) hızı ile rotasyon yapmaktadırlar [24].

3.1.2.1 Doğrusal (Linear) polarizasyon

Doğrusal polarizasyon, polarizasyonun en basit tipi olmaktadır. Boynuz ve linear antenler bu türlü polarizasyonları üretmektedirler.

Linear antenlerde, üretilen elektrik alanın yönü antenin boyutuna göre ortada ve diktir, dolayısıyla yeryüzüne göre dik kurulan linear antenler polarizasyonları linear ve paralel dir.

Dik ve paralel linear polarizasyonlar, ihtiyaca, teknik ve bazı zamanlar kurallara göre seçilmektedirler.

Örnek olarak, çok az frekanslarda dalga boyutuna göre çok küçük linear antenlerden kullanılmaktadır ve dalga boyutuna göre az yükseklikte topraktan yerleşmektedirler. Bu durumlarda, paralel linear polarizasyonlardan kullanmak imkânsızdır ve dik linear polarizasyonlardan kullanılmaktadır. Paralel antenler toprak yüzünde, akım antenin akımının tersidir, anten ve akım dalga boyutuna küçük olduğuna göre, antenden üretilen dalgalar bir birini silmektedirler ve çok fazla güç üretilmemektedir.

Dik antenlerde, antenin akımı ve görüntüsü aynı yönde ve meydanları birlikte verilmektedir. Bu nedenle, 1500 KHz den frekansı az olan tüm antenler yani çok uzun ve orta dalgalı antenler dik linear polarizasyondan kullanılmaktadırlar.

Diğer taraftan, bu frekanslarda, paralel polarizasyonlar yayınlanması daha iyidir ve kayıpları toprakta az olmaktadır. Bu nedenle, dünyadaki ülkelerin çoğunda bu mikro frekanslardan (bir den fazla GHz) kullanılmaktadır. İki linear polarizasyonların arasında çok fazla fark yoktur ve kullanılmaktadır çünkü alıcı ve verici antenler aynı polarizasyondan kullanılmaktadır [24].

3.1.2.2 Daire polarizasyon

Eğer iki linear anteni bir biri ile dik kurulursa ve 90 derece farklı fazla aynı gerilim ile beslenirse üretilen dalga, daire polarizasyon olacaktır. 90 derece faz farkı seçilirse iki yönlü rotasyon elde etmektedir ve polarizasyon right hand ve left hand adı verilmektedir. Dalganın iyonosferden alan telekomünikasyon sistemlerde haberleşme uydular gibi daire polarizasyonlardan kullanılmaktadırlar.

Bunun nedeniyle, linear polarizasyondan kullanan elektrik meydanın dalgaları iyonosferden geçerek bir dereceye kadar dönüş yaparlar. Bu rotasyona faraday rotasyonu denir ve iyonosfere bağlıdır, ama tahmin edilebilir.

Dolaysıyla, linear polarizasyonla çalışan alıcı anten belli bir yöndeki dalgayı aldıktan sonra sorun çıkmaktadır. Daire polarizasyondan kullanan alıcı ve verici antenlerde bu sorunlar yoktur.

Mikro dalga radarlarda yağmurun etkisini azaltmak için daire polarizasyondan kullanıyorlar. Bu durumlarda küresel şekilli yağmurdan yansıyan dalgalar dairesel olan polarizasyonları rotasyonu radyasyonun tersi olmaktadır.

Daire polarizasyonun avantajları:

- Alıcı ve verici antenlerin ince ayarlamasına gerek yoktur
- Bant frekansından tekrar kullanmak left hand ve right hand kullanarak
- Uydu telekomünikasyonlarda faraday rotasyon sorunu çözmektedir

Onun dezavantajı bant genişliği dir, genelde bantı geniş olan antenlerin boyutu büyüktür ve bu polarizasyondan kullanarak antenin boyutunu küçültmek zor [8,9,25,26,27,28].

Bu tezin beşinci bölümünde en önemli amaçlarından olan daire polarizasyondur. Daire polarizasyon tek kutuplu anten elemanın tasarımı tüm aşamaları ile birlikte

verilecektir. Aşağıda daire polarizasyonu üretmek için bir kaç genel yöntem den bahsedilecektir.

- 1) WLAN şebekelerinde daire polarizasyondan kullanan mikroşerit anteni tasarlamak için, iki L şekilli topraklı şeritlerden daire polarizasyon üretmek için kullanılmaktadır. Bu L şekilli topraklı şeritler daire polarizasyonu üretmek için rezonansın ikinci modunu stimüle ve güçlendirmemektedirler. Antenin bir sorunu empedans uyumsuzluğu polarizasyonun tüm aralığındadır. Bu sorun daire şekilli boşluk ile çözülmektedir.
- 2) Toprak düzlemine bağlanan T şekilli metalik şeritten kullanarak rezonansı artırılmaktadır, rezonan artıktan sonra bant genişliğide artmaktadır.[6,23,70]

3.1.2.3 Eliptik polarizasyon

Bir dalganın polarizasyonu linear veya daire olmasa eliptik olmaktadır[24]. İki antenin faz farkı 90 derece olmasa üretilen dalga polarizasyonu eliptiktir. Bu polarizasyon çok kullanılmamaktadır [24].Gerekli ve yeterli bir duruma sahip olmak için aşağıdaki şartların olması lazım:

- Alanda iki dik doğrusal bileşeni olması gerekir,
- İki bileşen, aynı ya da farklı büyüklükte olabilir.
- İki bileşen, aynı büyüklükte olmadığı için, iki bileşen arasında zaman fazı farklı 0 derece veya 180 derecenin faktörlerinin birisi olmamalıdır yoksa linear olacaktır. İki bileşen, aynı büyüklükte, zaman fazın farkı 90 derecenin faktörlerinden olmamaktadır yoksa polarizasyon daire dir [24].

3.1.3 Directivity

Antenlerin önemli olan parametrelerinden biridir, antenin directivity'sinin oranı maksimum güç yoğunluğuna $P(\theta, \phi)$ antenin uzak meydana ortalama değerine göre dir.

Bu nedenle,

$$D = P(\theta, \phi)_{\max} / P(\theta, \phi)_{\text{av}}$$

Directivitenin oranı birden büyük ünitesizdir [24].

3.1.4 Kazanç (Gain)

Antenin performansına bağlıdır. Antenin ohmic zararları ve diğer kayıpları için antenin directivitesinden azdır. Eğer antenin beslemesinde veya güç kısmında uyumsuzluk varsa kazancı düşürür.

Verici antenlerde, giriş gücünün radyo dalgalarına dönüştürmesinin kazancını göstermektedir.

Alıcı antenlerde kazanç, gelen radyo dalgaları elektrik gücüne dönüştürmesini göstermektedir.

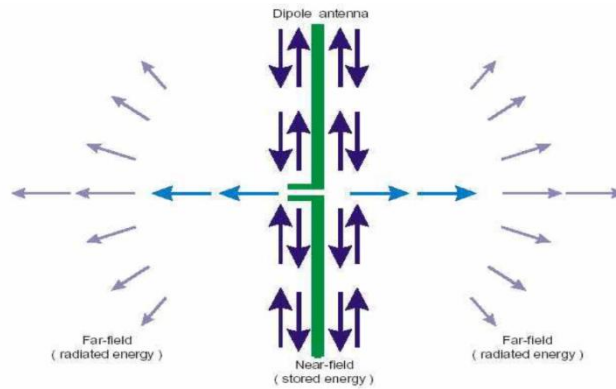
Eğer yön olmasa kazanç maksimum halindedir [24].

3.1.5 İzotropik kaynağı

İzotropik kaynağı, tüm yönlerde eşit olarak radyasyon yapan bir kaynaktır [24].

3.1.6 Uzak ve yakın alan

Bir antenin etrafındaki olan alanlarasöylenir. Antene yakın çeşitli radyasyon alanlar ortaya çıkmaktadır, bu alanlar, ikiye bölünmektedir, yakın alan bölgesi ve uzak alan bölgesidir.Yakınlık ve uzaklık dalga boyutuna bağlıdır ve bu alanlar şekil 3.2 de gösterilmektedir[24].Yakın alan, antenden bir dalga boyutu (1λ) mesafeye uzaklıktadır.



Şekil 3.2 Bu Resimde Antenin Meydanları Gösterilmektedir

3.1.7 S parametreleri

Bir elektrikli sistemin giriş ve çıkış bağlantı noktaları(Port) arasındaki bağlantıyı göstermektedir.

S12: Güç aktarmasını port 1 den port 2 ye gösterilmektedir.

S21: Güç aktarmasını port 2 den port 1 e gösterilmektedir.

S_{mn} : Güç aktarmasını port m den port n ye gösterilmektedir.

S_{21} : Gelen gücü anten 2 den anten 1 in giriş gücüne göre gösterilmektedir.

Örnek olarak, $S_{12} = 0$ dB olursa anten birin tüm gücünü anten ikinin portlarına iletmektedir. Eğer $S_{12} = -10$ dB olursa, 1 watt veya 0 dB anten bire verilirse, -10 dB veya 0.1 watt gücüne anten ikiye verilmektedir.

O zaman, S_{12} eğer 0 dB den yüksek olursa port bire 1w güc verilirse, port ikiye 1w tan daha fazla alınmaktadır.

S_{11} : Antenden ne kadar yansıyan gücü göstermektedir. Dolayısıyla yansımaya katsayısı olarak bilinir ve bazı zamanlarda Γ geri dönüş kaybı (return loss) gösterilmektedir.

Eğer $S_{11}=0$ olursa, antenden tüm güç geri dönmektedir ve hiçbir şey yayılanmamaktadır.

$S_{11} = -10$ dB nin altında olursa ve 3dB güç antene verilirse, antenin yansıtılan gücü -7 dB olmaktadır.

VSWR (Voltage Standing Wave Ratio): Yansımaya katsayısının bir fonksiyonudur ve onu Γ ile gösterilmektedir.

$$VSWR: \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}$$

Yansımaya katsayısının S_{11} olarak da bilinir.

Eğer $VSWR = 1$ olursa, hiçbir yansıyan güç olacak veya gerilim,iletim hattında sabit bir büyüklüğe sahip olur.

Aslında, $VSWR = 2$ den küçük olursa antenin iyi çalışmasını gösterilmektedir ve antenin empedans eşleştirmesini elde ederek bulunamaktadır.

Eğer $VSWR$ yükselirse, iki negatif sorun çıkmaktadır:

1. Antenden çok güç yansımaktadır, bu nedenle iletmek olmamaktadır.
2. Eğer yansıyan çok güç antenin radyo frekansını zarar vermektedir.

$VSWR$ yaymak için potansiyelini ölçmektedir ve sadece bir sayısal ölçüdür [29].

3.1.8 Bant genişliği

Bant genişliği frekanslar aralığını ve antenin düzgün yaymak ya da enerji alabileceğini tanımlayan bir parametredir. Çoğu zamanlarda, istenen bant genişliği bir antene bağlı karar vermek için kullanılan belirleme parametrelerden biridir. Örneğin, birçok anten tipleri çok dar bant genişlikleri ve geniş bant işlem için kullanılmamaktadır. Bant genişliği genellikle $VSWR$ açısından tanımlanmaktadır. Örneğin, bir antenin $VSWR < 1.5$ 100-400 MHz'de çalışması

gösterilmektedir. Bu ifade, yansıtma katsayısı alıntı frekans aralığı boyunca en az 0.2 olduğu anlamına gelir. Dolayısıyla, antenin teslim gücünden, % 4'unu geri verilmektedir. Alternatif olarak, geri dönüş kaybı $S_{11} = 20 * \log_{10}(0.2) = -13.98$ dB dir [75].

Yukarıdaki soylenelele unutmayın antene teslim gücü % 96 iletildiği anlamına gelmez; kayıpları yine de dikkate alınmalıdır.

3.2 Antenin tipleri

Bu bölümde kısaca antenlerin tipilerinden bahs edicez:

3.2.1 Dizi antenler (Array Antenna)

Yönlü ışın üretmek için bir sırada kaç antenden kullanarak yapabiliriz. Bu türlü birleşik antenler dizi anten denir. Bir sırada kaç küçük boyutlu antenden kullanarak bir büyük antenin ışını üretilmektedir.

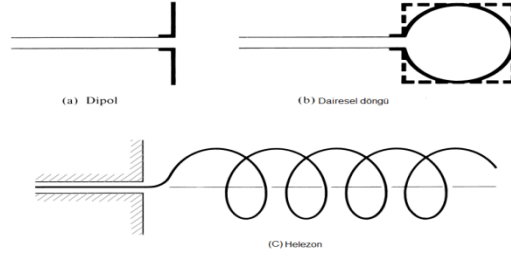
Bu tip antenlerde, antenin büyük sorunu çözünmüş ama bu küçük antenlerin besleme sorunu vardır. Bu sorunu çözmek için semiconductorların teknolojisi yardımcı olmaktadır. Bu antenin iyi bir avantajı ucuz yapılmasıdır ve faz dizisinde denir. Faz dizisinden radarlarda kullanılmaktadırlar. Dizileringeometrik olarak farklı kombinasyonları vardır.

En basit tipleri doğrusal dizi (linear) dir, antenler düz bir çizgi üzerinde olmaktadır. Bu antenlerin mesafesi eşit veya eşitsiz olmaktadır. Eğer antenler bir sayfada yerleşilirse bunlara sayfa dizisi denir.

İdeal anten, kaynaktan alan gücü hepsini yayınlamaktadır ama bu antenler ideal değildiler [26,27,75].

3.2.2 Kablo anten

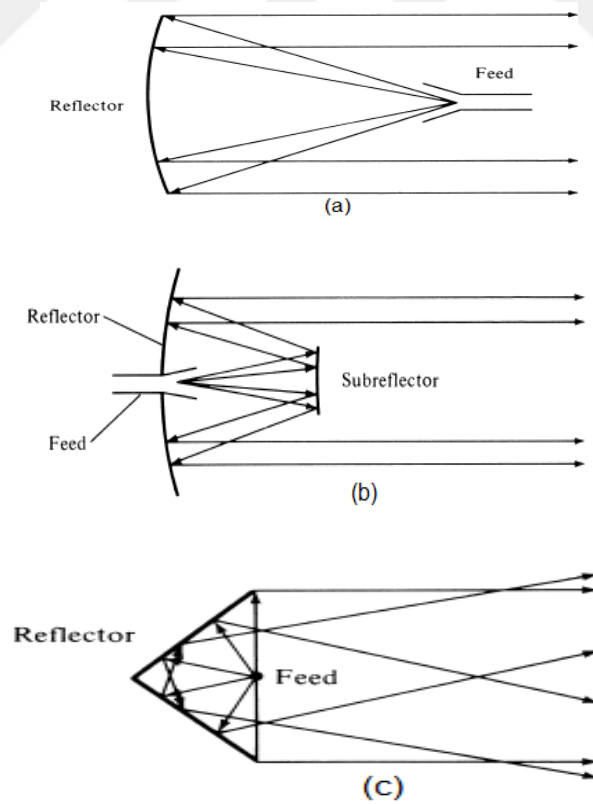
Kablo antenler genelde her kese tanıdıkır çünkü onları her yerde görebiliriz otomobil, binalar, gemiler, uçaklar, vb. Bu antenlerin kaç tippini şekil 3.3 de gösterilmektedir. Bir dikdörtgen, kare, elips veya herhangi bir başka konfigürasyonda şeklini alabilir. Dairesel döngünün inşaat sadeliği nedeniyle en yaygın olanıdır [24].



Şekil 3.3 Kablo Antenin Konfigürasyonu

3.2.3 Reflektör antenler

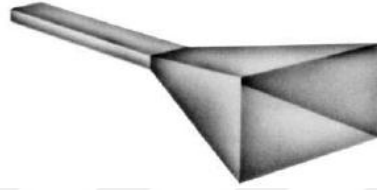
Uzay keşfi ve anten teorisinin ilerlemesi için başarılı bir anten dir. İletişim kurmak uzak mesafelerde, sinyali göndermek ve almak için milyonlarca kilometrelerde bu antenler kullanılmaktadır. Çok yaygın anten formu bu uygulamalar için bir parabolik reflektör şekil 3.4 (a) ve (b) de gösterilmektedir. Bu tip antenler 305 m kadar büyük çaplarda inşa edilmiştir çünkü alıcı ve verici antenlerin arasında milyonlarca kilometre mesafeye olabilir o yüzden yüksek kazanç elde etmek için bu tür büyük boyutlu olması gerekmektedir. Başka bir reflektör şekili, şekil 3.4 (c) de gösterilmektedir [24].



Şekil 3.4 Tipik Reflektör Yapılandırmaları (a) Parabolik Reflektör ön Besleme ile (b) Parabolik Reflektör Cassegrain Besleme ile (c) Köşe Reflektör

3.2.4 Açıklık anten

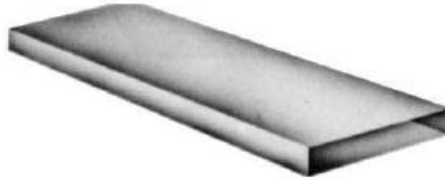
Açıklık antenler geçmişe göre bugün daha tanındık olabilir çünkü antenin sofistike formları ve yüksek frekanslarda kullanmak için talebi artmış. Bazı şekilleri 3.5 gösterilmektedir. Bu antenler uçaklarda veya uzay araçlarında çok kullanılmaktadır, çünkü onlar uçağın veya uzay araçların ciltine gömmek ve montaj yapmak için çok uygun dirlar. Buna ek olarak, çevreye zararlı koşullardan korumak için bir dielektrik malzeme ile kaplanabilir [24].



(a) Piramit Boynuz



(b) Konik Boynuz



(c) Dikdörtgen Dalga Kılavuzu

Şekil 3.5 Açıklık Antenin Konfigürasyonu

3.2.5 Mikroşerit antenler

Bu tip antenler 1970 den sonra çok meşhur oldular. Bugün hükümet ve ticari uygulamalar için kullanılmaktadır. Bu antenleri bir sonraki bölümde inceleyeceğiz ve onların nasıl yapıldığını bakacağız.



4 MİKROŞERİT ANTENLER

Şekil 4.1 de bir mikroşerit anten gösterilmektedir. Mikroşerit antenler bir yalıtıcıdan oluşturulmaktadır, bu yalıtıcının bir yüzü toprak katında ve diğer yüzünü ışıma alanındadır. Bu ışıma yapan alan farklı şekillerden ulaşabilir ama genelde analiz edebilen şekillerden kullanılmaktadır.

Genelde iletken bakır ve altından oluşur ama radyasyon alanları antenin yanlarından fazla olması için yatılı tabakasının cinsiyetine göre seçilmelidir, o yüzden dielektrik taban (sabit) oldukça az olmalıdır.

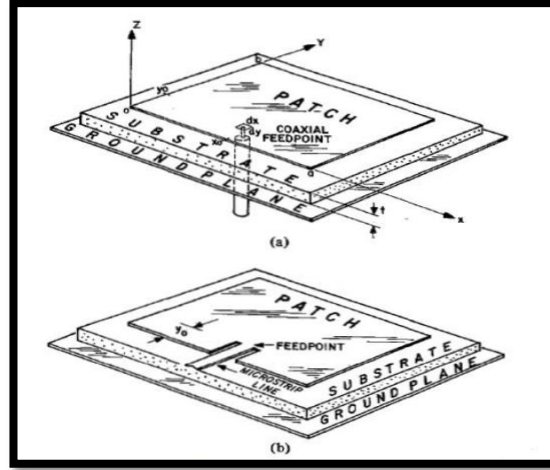
Sinyal frekansı rezonans frekansına yaklaşırsa iletkenin üzerindeki akımların genliği önemli oluyor ve iletken boyutu dalga boyutunun yarısına yaklaşırsa rezonans oluşmaktadır. Mikroşeritlerin rezonansını iki ana gruba sınıflandırılmaktadır.

Dar olan iletkenlerin rezonatorları, dipol mikroşerit ve geniş olan rezonatorları mikroşeritlerin yaması ad vermektedir. Boyuna akış dağılımı her iki antende ana devre için fazladır, o yüzden kazanç ve desenleri benzer ama diğer özellikleri, giriş empedansı, dış döngü, polarizasyon, bir birinden farklı olmaktadır.

Sinyal frekansı rezonans frekansına yakın olursa, mikroşeritin rezonatoru, bir geniş ışıma anteninin yan tarafına (broadside) antenin alanına göre radyasyon yapar. Giriş sinyalin çoğu radyasyon yapar. Bu nedenle, rezonator bir anten gibi çalışmaktadır.

Yamanın ana bölümü dalga boyutunun yarısı kadar olmasına göre directivitysi çöktür. Mesela bir dipole dalga boyutunu yarısı, genellikle 5db ten 6db kadar kazanç vardır ve ışıma genişliği 3 db ten 70 den 90 dereceye kadar dır.

Birçok mikrodalga uygulamalarında yüksek directivity olan antenlere ihtiyaç vardır o yüzden antenin ışıma dar olmalıdır. Bu durumlarda, bir yama dan kullanmak uygun değildir ve o yüzden periyodik halinde belli bir kaç radyasyon yapan elemanlardan kullanılmaktadır bu durumda, directivity arttırılır. Ama bazı diğer uygulamalarda, mobile, kişisel iletişim, geniş bir ışıma ihtiyacıdır bunun için tek bir yama yeterlidir [24]



Şekil 4.1 Mikroşerit Antenin Yapısı

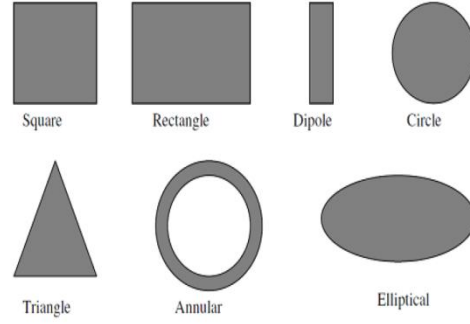
4.1 Mikroşerit Antenlerin Özellikleri

Bir mikroşerit antende, bir veya kaç radyasyon yapan metal yamadan bir alanda ve ince ve pürüzsüz dielektrik ve iletken olmayan toprak düzmelidir diğer alanda oluşmuş. Metal yamalar çok ince bakır plakadan ve ya korozyona karşı çıkan ince bakır pelakadan, altın, kalay, nikel gibi üretilirler. Yama farklı şekillerden yapılır ama dörtgen ve dairesel en çok kullanan şekillerdir.

Aslında dielektrik taban uygun alan elde etmek ve fiziksel tutucu olarak yama ve toprak düzmelisi arasında kullanılır. Yüksek dielektrik olan malzemeler alt tabaka olarak yamanı yerleştirmek için ve antenin boyutunu indirmek için kullanılmaktadır [24].

Genellikle alt katman olarak kullanılan malzemeler dielektrik göre üç gruba bölünür:

- Bir dielektrik sabiti ile malzemeler $2 > \epsilon_r > 1$ arasındadır. Bu gruba ait malzemeler: Hava, polistiren köpük veya dielektrik petek
- $4 > \epsilon_r > 2$ bu gruba ait malzemeler: Fiberglas, dayanıklı Teflon
- $10 > \epsilon_r > 4$ bu gruba ait malzemeler: Kuvars, seramik, alümina



Şekil 4.2 Bilinen Geometrik Şekiller Mikroşerit Antenlerin Yama Tasarımında Kullanılabilir

4.2 Mikroşerit Antenlerin Performans Temel Esasları

Metal yama mikroşerit antenlerde rezonansı üreterek antenin üst katında ve toprak düzmelisi alt katında yerleşmektedir.

Bu nedenle, yama tam elektrik iletkeni gibi bir alanda yüksek ve düşük seviyede ve bir tam manyetik iletken kenarlarında hareket etmektedir. Bu bakış açısı yamaların analizini ve incelemesinde davranışlarını anlamak için çok yardımcı etmektedir.

Elektrik alanında, Z eksen yönünde ve Z koordinatlarına bağımsızdır [30]. Bu nedenle, yama alanının ölçükleri (m,n) indeksi ile tanımlanabilir.

Dikdörtgen yama formu elektrik alanında aşağıdaki gibidir:

$$E_z(x,y) = A_{mn} \cos\left(\frac{m\pi}{L} x\right) \cos\left(\frac{n\pi}{W} y\right)$$

Bu denklemde L uzunluk ve W genişliği gösterilmektedir. Amn dalganın ortalama genliği dir ve m,n ölçek dir. Genellikle yama (1,0) noktalarında çalışmaktadır ve L rezonansı belirtmektedir ve alan Y yönünde sabittir. Üretilen yüzeyi akım $J_{sx}(X)$ metal yamanın altında X yönünde aşağıdaki denklemde gösterilmektedir:

$$J_{sx}(x,y) = A_{10} \left(\frac{\pi/L}{j\omega\mu_0\mu_r} \right) \sin\left(\frac{\pi x}{L} y\right)$$

Bu yamalar için bir hat mikroşerit W genişliği ve L rezonans uzunluğu bulunmuştur. Akımın en fazla miktarı yamanın ortasında veya $X=L/2$ dir. Buna karşın alanın maksimum miktarı rezonatorun iki kenarlarında yani $X=L$ ve $X=0$. En fazla bant genişliği için genellikle W, L den fazla olmalıdır ($W=1.5L$).

İlk başta ince alt kattu olan mikroşerit anteni iyi bir anten görünmüyordu çünkü alt katın kalınlığı ince olursa yamanın toprak düzmesine yaklaşması akımının kısa

devreyeoluşmasına nedeni olacaktır ama eğer A10 ortalama aralığı sabit düşünürsek yoğunluk radyasyon alanı alt katın kalınlığına(h) uyan olacaktır.

Alt katın (h) kalınlığı eğer azalırse kalite faktörü (Q) artacaktır bu nedenle, Q h ile ters orantılı olacaktırlar, A10 aralığı da h ile ters orantılı olacaktır yani eğer energy kayıplarından vazgeçsek yoğunluk radyasyon alanı bir yamada h den bağımsızdır. Giriş empedans rezonans zamanında h den bağımsızdır. Bu nedenle, alt katın kalınlığı ince ve elde edilen bant genişliği dar ve küçük olsa da antenin rezonansı iyidir.

4.3 Radyasyon Alanları

Mikroşerit antenlerin radyasyonu antenin fringing alanlardan, kondüktör kenarlarından ve toprak düzmelis aralığından üretiliyor.

Basit bir şekilde anlatmak için, bir dikdörtgen mikroşerit anteni düşünerek bu antenin yalıtkan katının kalınlığı dalga boyutuna göre küçüktür ve eğer elektrik alanı genişliği ve kalınlığı antende sabit olursa, elektrik alanın dağıtım şekli alanda düzenli olacaktır ve alanlar yamada değişecektir.

Radyasyon, oluşan fringing alanları yamanın açık devre kenarlarına göre ölçülebilir.

Alan son kenarlarda dik ve teğet bileşenler toprak düzelmesine göre dağılmaktadır.

Bu nedenle, onun üreten uzak alanları yan kenarlarda birbirini iptal etmektedirler.

Teğet bileşeni (toprak düzmelis ile paralel olan) bir aşamada dırlar, o zaman yamanı yarım dalga boyut mesafe ile bir birinden ürete biliriz ki aynı aşamada olarak uyarılabilir ve radyasyon yarım boşluk toprak düzelmesinden yukarı olacaktır [31].

4.4 Mikroşerit Antenlerin Besleme Yöntemleri

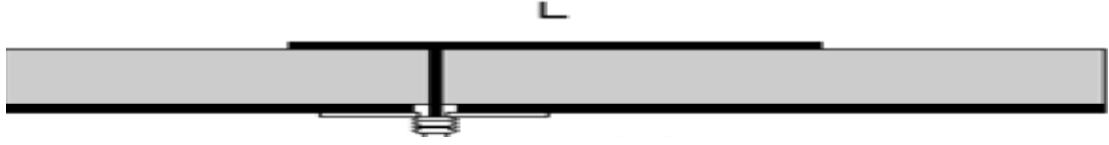
Mikroşerit antenleri beslemek için farklı yöntemler vardır, en önemli yöntemleri burda söylenmektedir:

4.4.1 Koaksiyel probun beslemesi

Genel besleme yöntemi 4.3 şekilde gösterilmektedir. Bir prob dikdörtken yamasına takılarak beslenmektedir.

Bu yöntemde koaksiyalın içgüç iletkeni yamaya bağlamak için alt katta dilek oluşturulmaktadır. Linear polarizasyon oluşturmak için genellikle yamayı orta çizgiye paralel olarak $Y=W/2$ beslenmektedir [32].

Besleme noktası $X=X_f$ de giriş direncin rezonansını kontrol etmek için kullanılmaktadır. Eğer besleme kenarlardan yapılırsa, giriş direnc en fazla miktarında olmaktadır ve eğer yama kendi ortasında beslense ($X=L/2$) en az miktarında olacaktır yani, tam sıfır de olmaktadır.



Şekil 4.3 Koaksiyel Prob Tarafından Beslenen Mikroşerit Yama Anteni

4.4.2 Mikroşerit hat besleme yöntemi

Diğer çok kullanan yöntem mikroşerit antenlerin beslemesindedir özellikle düz yapılarda. Şekil4.4 de göstermektedir.

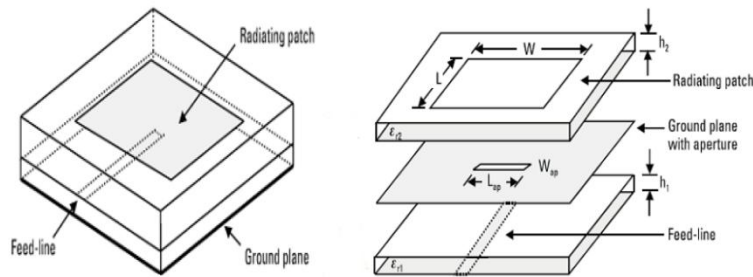
Giriş rezonans direnci kontrol etmek için bir yama boşluk bağlantı yerinde kullanılmaktadır. Giriş empedansı bağlantı yerinde bu yöntemde neredeyse prob koaksiyel yöntemi ile eşittir.

Dolayısıyla bu boşluk bağlantı yerinde radyasyon ortalama alanında fazla değişmeyecektir [30].

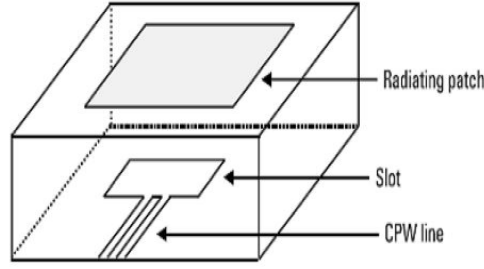


Şekil 4.4 Direk Bağlantı Koaksiyel Hatında Besleme Yöntem İla

Diğer besleme yöntemleri bağlantı açıklıklığı veya dalga beslemesi bir sayfada4.5 ve 4.6 şekillerde göstermektedirler.



Şekil 4.5 Bağlantı Açıklıklığı İle Anten



Şekil 4.6 Dalga Besleme İle Anten

4.5 Entegre Mikroşerit Antenler

Mikroşerit antenlerinin boyutlarını indirmek için farklı tekniklerden destek alabiliriz. Bu antenler oluşan yarım dalga boyutlu f rezonans frekansı ve TM₁₀ ve TM₀₁ çalışmaktadırlar, onların denklemleri dikdörtgen mikroşerit antenler ince dielektrik ile aşağıdaki gibi dir.

$$f \cong \frac{c}{2L\sqrt{\epsilon_r}}$$

Bu denklemde c ışık hızı ve L dikdörtgen mikroşerit antenin uzunluğu ve yalıtkanlık sabiti dir. 1-3 denklemde mikroşerit antenin boyutu $1/\sqrt{\epsilon_r}$ eşittir ve yüksek geçirgenlikli dielektrikler antenlerin boyutunu küçültmesini sağlar.

Bu yöntem anten boyutunu küçültmesine sebep olacaktır ama birçok olumsuzlukları vardır dolayısıyla fazla kullanamaktadır. Çünkü dielektrikin kalınlığı artar ve anten ağır olmasını sağlar, dielektrikin kayıpları fazla olmaktadır ki anten verimi düşecektir.

Bu yöntemler boşluk ve her hangi bir değişiklik toprak düzelmesinde antenin boyutunu azaltmak için kullanılmaktadırlar. Bu yöntemler bant genişliği ve boyutta faydalı olabilieler ama radyasyonun veriminn düşmesine sebep olacaktırlar. Gereksiz polarizasyonları üretiyor ve istenmeyen bir tasarıma oluşacaktır.

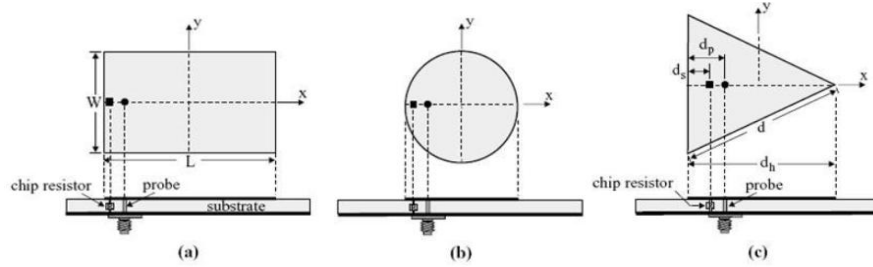
4.6 Mikroşerit Antenlerin Boyut İndirgeme Yöntemleri

Bu bölümde mikroşerit antenlerin boyut indirgemelerini incelenecektir.

4.6.1 İnce alt katmanlar için kısa devre kullanımı

Bu yöntemin örnekleri şekil 4.7 de gösterildi, tasarımcı antende kısa devre pinlerden kullanarak sıfır gerilim yerini antende değiştirmektedir, dikdörtken antenlerde (TM₀₁) ve yuvarlak antenlerde (TM₁₁) sıfır gerilim merkezde olmaktadır.

Bu yöntem antenin rezonansı sıfır gerilim noktadan maksimum gerilim (antenin küşelerinde) noktaya kadardir alt frekanslarda çalışmalarını sağlar ve bu nedenle antenin boyutu küçülmektedir [5,7].

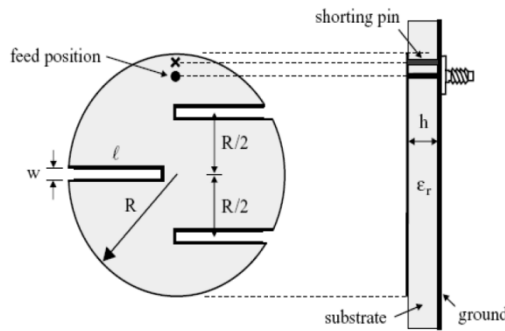


Şekil 4.7 Antenin Minyatürleşme Kısa Devre ile İnce Alt Katlarda (a) Digdörtken Anten (b) Yuvarlak anten (c) üçgen anten

4.6.2 Radyasyon katmanında slot oluşturma

Bu yöntemde antenin radyasyonyapmayan kenarlarında ve geçen yöntemde söylenen nedeni ile rezonans düşük frekansda çalışmasını sağlar. Şekil4.8 de bu anteni örnek olarak gösterilmiştir.

Bu yöntem antenin boyut indirgemesi için uygunolabilmektedir ama radyasona yan etkisi vardır ve ortogonal bir polarizasyon ışını manyetik alanın plakasında artırmaktadır buna rağmen ışıma alanına etkilemesi elektrik alanında çok azdır [35,36].

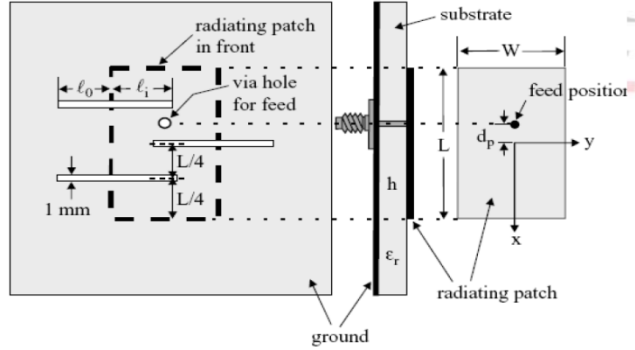


Şekil 4.8 Bir Geometri Mikroşerit Antenin Radyasyon Seviyeleri Düzeltilmiş İle.

4.6.3 Toprak düzmelisinde slot oluşturma

Bu yöntemden ışıma alanında kullanarak toprak düzmelisinde de kullanılmaktadır ama bu yöntem anten indirgemesi için tavsiye edilmemektedir çünkü her hangi bir değişiklik toprak düzmelisinde ışınmaya yan etkisi olacaktır.

Elektromanyetik uyumluluğuna hiç uygun değildir ve antenin kalite faktörünü azaltır ama bazı durumlarda anten indirgemesi olan bir yöntem tanımlanmaktadır bu tasarım Şekil 4.9 da gösterilmektedir [37].



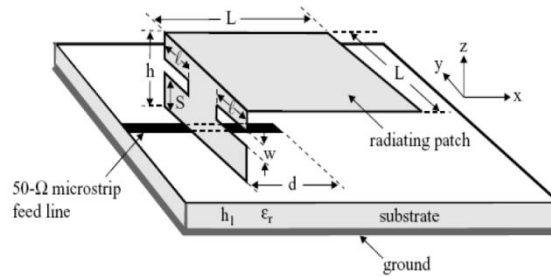
Şekil 4.9 Bir Dikdörtgen Mikroşerit Antenin Boyut Indirgeme Toprak Düzmelii Düzeltiľmiş İle

4.6.4 Ters L Şeklinde mikroşeritanten kullanımı (PIL)

Bu türlü antenler anten boyutunu indirmek için en uygun olan yöntemlerden dir. Kaynak [38]ve [39] bu antenlerin örneklerini incelenmektedir.

Bu anten dual-band anten dir, onun rezonans frekansı sıradan bir dikdörtken antenin faktörüdür ve daha küçük boyutlu tespit olan rezonans frekansı orantılılık katsayısı ulaşılabilir.

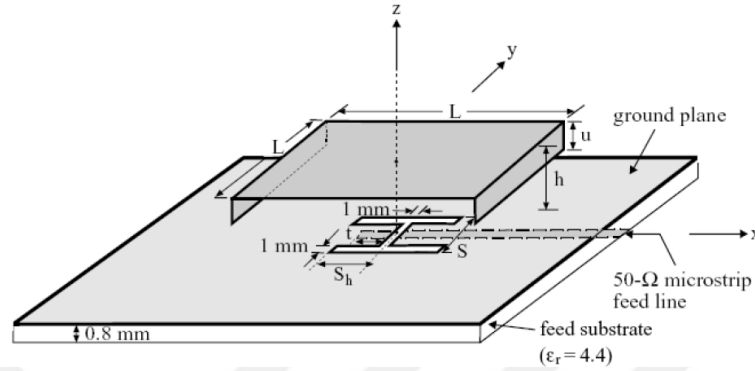
Bu anten empedans eşleştirme yeteneke dual-band frekansında olmaktadır bu nedenle PIL ler endstriyelde çok kullanan antenlerden dirler. Şekil 4.10 de bu antenin geometrisini gösterilmektedir.



Şekil 4.10 PIL Antenin Geometrisi

4.6.5 Ters U şeklinde mikroşerit anten kullanımı

Bu türlü antenler antenin uzunluğunu arttırarak ila ve antenin ışım seviyesini antenlerin geliştirilmesi yoluyla rezonans frekansı zirvesini indirmektedir ve sonuçta antenin boyutuda inecektir. Bu anten şekil 4.11 de gösterilmektedir.



Şekil 4.11 Tars U Antenin Geometrisi H Beslemesi

4.6.6 Dielektrik yükleme kullanımı

Bu yöntemde mikroşerit anteni bir yüksek geçirgenlik dielektrik taban alt katta göre kaplıdır dir [40,41]. Bu yöntem kaplama tabakasının kayıpları ve anteni hacimli ve fazla ağır yapmadan başka kullanımı yoktur. Ama bugünlerde bilim adamları yeni düşük kayıplarla malzemeler ve yüksek geçirgenlik faktörü yapmayı başarmışlardır ama yokardaki yöntemlerin performansı bu yöntemi kullanmak çok yaygın değil. Kaynak [42,43] antende başka türlü boşluklardan kullanarak açıklamaktadır. İki yeni yöntem özellikle ince alt katlı mikroşerit antenlere uygundur ve mikroşerit antenlerin dar özelliği korunur.

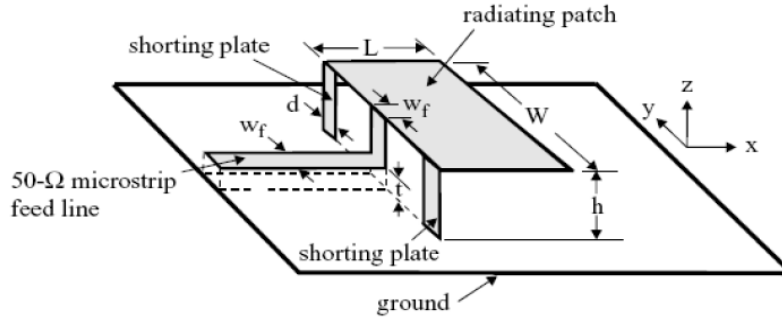
Bu yöntem bir rezonans frekans kayması düşük frekansların tarafına elde edilebilir. Radyasyon frekansının kayması alt katın geçirgenliğine ve kaplama tabakasına göre.

4.7 Entegre Genişbant Anten Tasarım Yöntemleri

4.7.1 Kısa devre antenlerinbeslemesi mikroşerit hattı ila

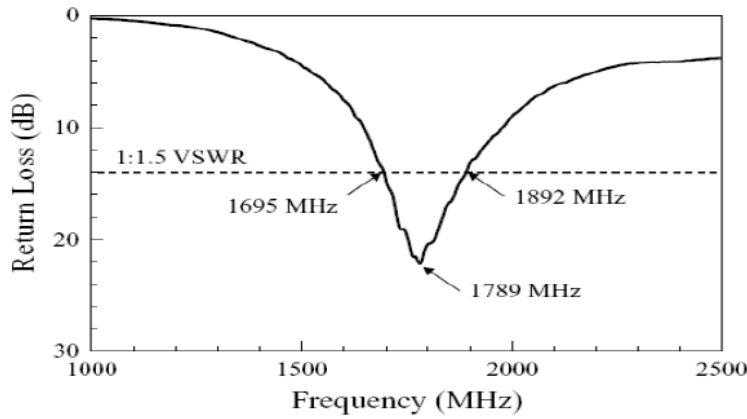
Bu antenin geometrisi şekil 4.12 de gösterilmektedir. Bu türlü antenler alt katları hava olduğu için fiyatları ucuzdur ve hücrel telekomünikasyon sisteminde (DCS)için incelenmiştir ve kısa devre dar kenarlı olduğu için band grnişliği uygundur.

Ayrıca empedans eşleştirmede en kolay yöntemlerin biri dir bu türlü antende besleme yüksekliği 50 ohm (t) ve antenin yüksekliği topraktan (h) dir o yuzden çeşitli uygulamalarda ve band genişliği DCS de değişe bilir, bu nedenle tasarımcının bir çok seçenekleri anten tasarlamada vardır. d ni ayarlayarak en uygun empedans eşleştirme antenin band genişliğini elde etmektedir. Bu anten alt akında hava kullandığı için dielektrik tabandan kullanan başka antenlere göre avantajlıdır ve verimi yüksektir.



Şekil 4.12 Kısa Devre Antenin Mikroşerit Beslemesi İla Geometresi

Bu antenin dönüş kayıplar profili şekil 4.13 de gösterilmektedir. Band gnişliği VSWER da 1 veya 1.5 eşittir ve yüzde öndan fazladır. Bulunan modelde DCS in ihtiaci olan band genişliğini 1800 MH de sağlamaktadır.



Şekil 4.13 Şekil 6-2 Anten Geri Dönüş Kaybı Ölçümü, $W=58\text{mm}$, $L=23,5$, $h=12,5$, $d=5,5\text{mm}$, $W_f=16\text{mm}$, $t=3,2\text{mm}$ ve Toprak Boyutu Eşittir $100 \times 100\text{mm}^2$

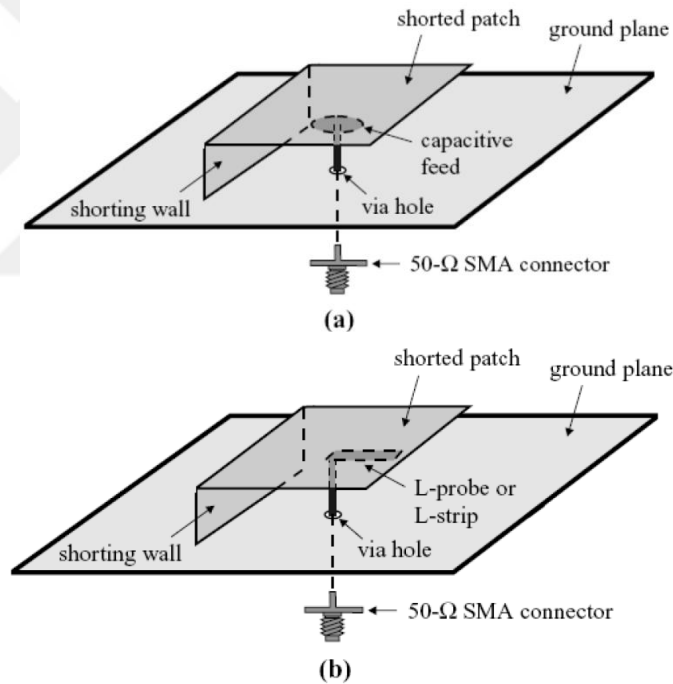
Bu anten yüzeye dik radyasyon uygundur ve ortogonal polarizasyonu E sayfasında küçüktür ama H sayfasında ortogonal polarizasyonu yüksektir. Ortogonal polarizasyonu bu yapıda çok küçülte bilmktedir [44] maksimum faiz oranı bu antenlerde yaklaşık 6/8 db ve faiz değişiklikleri çok uygun geçici bandta 6/8 db dir, genelde bu yapı DCS için bir ucuz ve uygun yapıdır.

4.7.2 Kısa devre antenlerin kapasitif kuplaj veya L şekil prob beslemesi

Kapasitif kuplaj [45] veya L şekil probler [46] kullanarak beslenen band genişli antenler çok bilimsel makalelerde bildirilmiştir şekil 2-8 de iki örnek antenleri göstermektedir.

Anten bağlantı içinde (şekil 4.14 a) digdörtken veya yuvarlak olabilir indüklenen elektromanyetik dalgalar asimptotik yöntemlerle besleme kattından ışıma alanına kısa devre anten radyasyonun nedenidir. Bir kapasitif yükü kısa devre olan antene bağlarak hava alt katı ile anten boyutu dörtte birden sekize bire kadar indirmektedir[45] şu antenin aynı başka turunden L prob bağlantıyla şekil 4.14 de göstermektedir.

Bir 1,2 mm kalınlığı foam kattan kullanarak yaklaşık yüzde 39 band genişliğine elde edebiliriz.

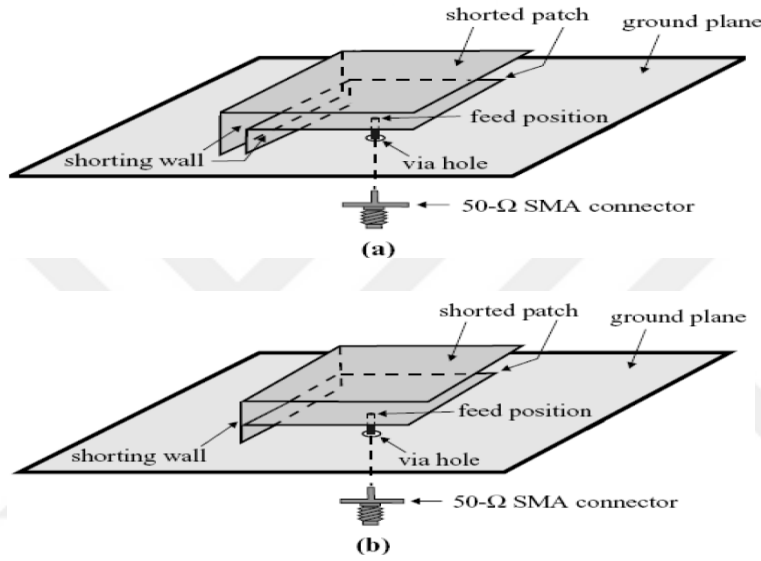


Şekil 4.14 Bir kısa Devre Mikroşerit Antenin Beslemesi a) Kapasitif Kuplajı b) L Şekilli prob

4.7.3 Kaç katmanlı kısalmış devre antenler

Empedansın band genişliği antende genelde antenin boyutu ile ölçülen dalga boyutuna bağlıdır, antenin boyutunu sabit tutarak ve kaç katlı antenlerden kullanarak bir boyutta ve kalite faktörü düşürerek (belli bir sınıra kadar) band genişliğini arttırmaktadır [47].

Şekil 4.15 (a) de bu antenlerin birini göstermektedir. Antenler bir birinden ayırılırlar ve antenlerin arasında uygun bir mesafeyi seçerek iyi bir geniş bantı elde etmektedir. Şekil 4.15 (b) de bir kısa devre duvarı her iki anten için kullanmaktadır ve besleme mekânı duvarların arasında uygun mesafeyi seçerek uygun bir band genişliğine sahip olmaktadır. Şekil 4.15 anten DCS uygulamalar için uygundur. Geçiş band genişliği yaklaşık yüzde 9.6 dir bu band genişliği ile yaklaşık bir kısa devre olan genel antenin iki katını da dır ve bu yapı çevresel gürültü (cep telefonlar) daha az duyarlıdır.

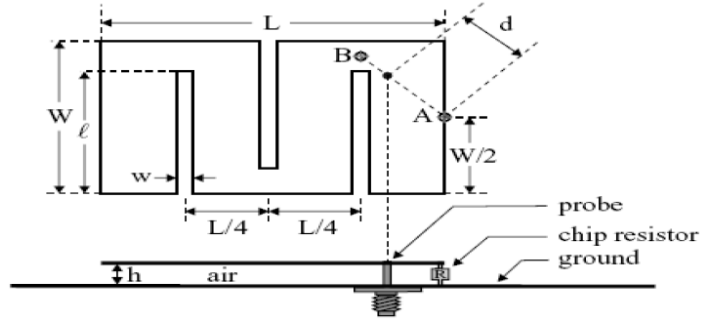


Şekil 4.15 Kısa Devre Olan Kaç Katlı Antenin Geometrisi

Bu yöntemlerden başka farklı yöntemlerde vardır mesela pasif entegre devreler kullanılarak yükleme yöntemleri indüktör, kondansatör, direnç gibi kullanark bantın genişliğini arttırabiliriz. Ama bu malzemeler çalışma dar frekans band ları ile band genişliğini sınırlamaktadırlar ve yeni antenler, yaklaşık 2 GB band genişliği olan antenler için uygun değildir. Bir örnek bunun gibi antenlerden gelecek bölümde incelenmektedir.

4.7.4 Burulma boşluklar kullanarak anten tasarımı (PIFA)

Anten boyut indirgemesinde geçen konularda bahs ettiğimiz gibi antenin ışınma alanını düzeltme veya antenin toprak düzmesini kullanarak antenin boyutunu indirebiliriz. Bu yöntem geniş bantlı anten yapmak için kullanılmaktadır ve geometrik şekili 4.16 de göstermektedir.

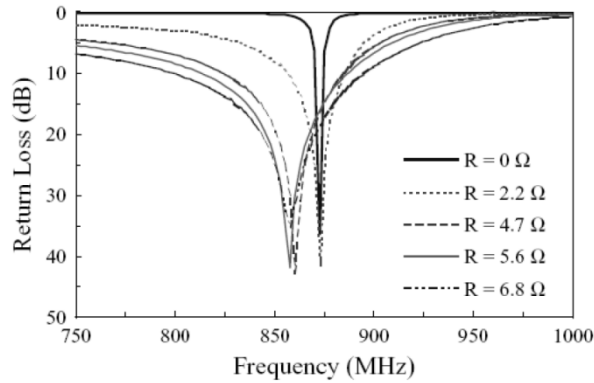


Şekil 4.16 Bir Labirent Antenin Geometrisi

Bu anten 50 ohmlu koaksiyal kablodan kullanılmaktadır ve B noktası kenardan mesafesi 3 mm dir. Gerçekte boşlukların uzunlukları gereken uzunluk 800 MHz frekansından az olmalıdır. Genelde direnci monte etmeden alt kattın ince olması nedeniyle ve antenin boyutunun indirilmesi, antenin bant genişliği bir genel PIFA 0.9 % dan 0.6% inmektedir.

Ama direnci monte ettikten sonra bu antenin bant genişliği 11.2 % kadar artmaktadır. Belirtilmelidir direncin artması bant genişliğine arttırabilir ama kayıp miktarını arttırır ve bu nedenle antenin verimi inmektedir. Şekil de görüldüğü gibi 6.8 dirençle yaklaşık 11.2 % bant genişliğine elde etmektedir.

Bu yöntemden başka, farklı yöntemlerde vardır toprak düzmesinde veya ışınma alanında boşluk ekleme gibi [48,49].



Şekil 4.17 Şekil (4.15) Antenin Dönüş Kaybı, Farklı Miktarlarla (L=40mm, h=3,2 mm) W=25mm, l=20mm, w=2mm

Şimdiye kadar incelediğimiz yöntemler son yıllarda iletişim teknolojilerini kullanmaktadırlar ama yeni yapılan uygulamalar ve teknolojiler için antenin bant genişliği yüksek olması gerekir. Bizde bu ve yeni yöntemlerden kullanarak yeni bir anteni önerdik.



5 YENİ YAPILAN ANTEN TASARIMI

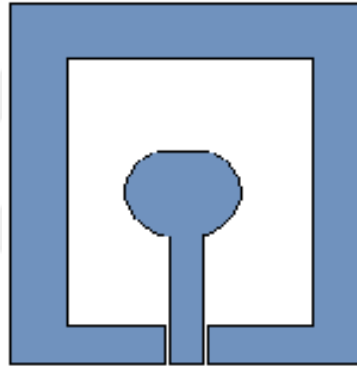
Bu bölümde yeni yapılan anten tasarımı kablosuz ağlarda ve WLAN ağlarında önerilmektedir. Bu anten circularly polarized square slot antenna (CPSSA) olup coplanar waveguide (CPW) beslenmesi ile yapılmaktadır. Önerilen antende bir arc-shape ve iki inverted-L topraklı şeritler iki köşe karşısında ve C shaped boşluğu yamanın üzerinde, yapılmış. Bu çalışmada önceki yapılan CPSSA antenlere göre empedans bant genişliği ve axial ratio bandwith (ARBW) artmıştır. Antenin tasarımını iyileştirmek için simule edilmiş ve elde edilen sonuçlar, 3dB ARBW 57% (3GHz - 5.7 GHz) ve $2 > VSWR$ empedans bant genişliği 108% (3GHz - 10.1 GHz) kadar artırılmıştır. Bu sonuçları adım adım incelenecektir.

Bu anten altı prototipte yapılmaktadır. Her prototipi ayrı ayrı yaparak inceledik. Altıprototip yapılmasının nedeni, her prototipi yaparak sonuçları aldık ama beklenen verimi elde etmediğimiz için her defa ilk prototipe başka yöntemleri deneyerek devam edildi, sonuçta altıncı prototipe isteyen sonucu adığımızda, tasarımı bitirdik. İlk prototipte bir yamayı besleme hattına ekledik, elde edilen sonuç iyi olmadığı için ikinci antene geçtik. İkincide köşelere bir arc shap ve iki inverted-L eklererek sonuçlarıaldık bu adımda ilk antene göre AR biraz artmaktadır ve ilk yapılan antene göre daha iyidir, ancakdiagramüçün altında olmadığından mikroşerit antenler için iyi bir sonuç olmamaktadır. Kazancı biraz düşmüş ve S11 de çok değişiklik olmamış o yüzden üçüncü prototipe geçtik.Üçüncü prototipte besleme hattına bir dörtgen ekledik ve AR 5% (4.8 GHz- 5.4 GHz) elde edilmektedir. Dördüncü adımda bir dörtgen boşluğu CPW beslemesinde bıraktık ve S11 de iyi bir şekilde artmış (3.7 den 10.7) ve AR ve 0.15% (3.017- 3.018GHZ) kadar gelmiş. Beşinci prototipte yukarı sağ köşeye yatay şerit (horizontal strip) ekledik. AR 20% (3.8 GHz- 5.7 GHz) kadar artmaktadır. Ama S11 dördüncü antene göre bantgenişliği 3.7 den 9.4 kadar gelmiş. Kazanç ve AR ve S11 daha artırmak için devam edildi.Son prototipte yamada C şekilli boşluk bırakarak denedik, bu defa hem AR 57% (3.09 GHz - 5.7 GHz) hemde empedans bant genişliği tüm CP bant genişliğini kapsayarakartırıldı. Empedans bant

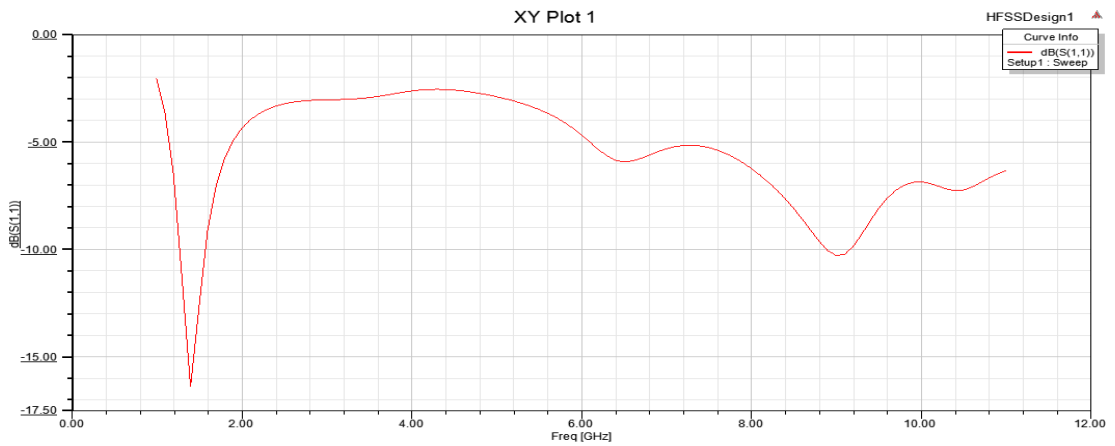
mm seçildi.Şimdi her prototipte simülite edilen ve elde edilen sonuçlara bakarak devam edeceğiz.

5.2.1 İlk prototip

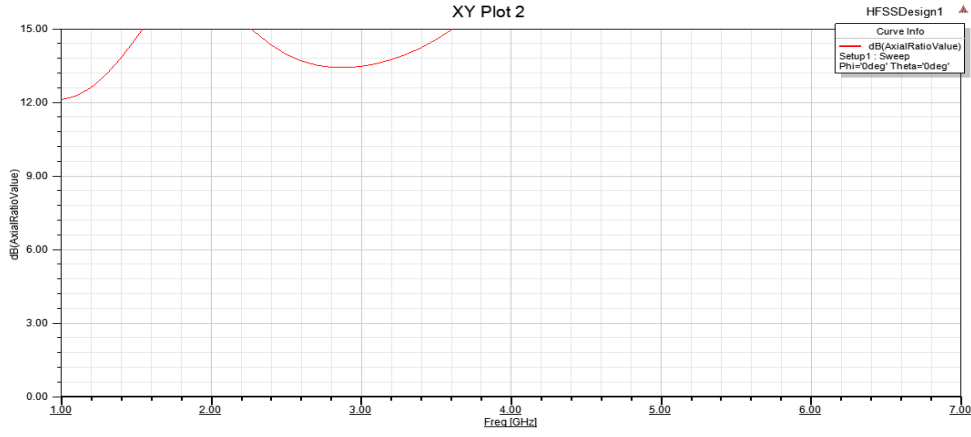
İlk adımda sadece bir yamayı besleme hattına ekleyerek sonuçlara baktık. Sonuçlar aşağıdaki resimlerde gösterilmektedir. S11 bir antende 1.2 den 1.6 kadar ve rezonansı -16 dir şekil 5.3 de gösterilmektedir. Eksenel oran için altında ne kadar frekans genişliği varsa okadar iyidir ama bu antende eksenel oranı 12'e kadar gelmiş hatta 3'e yaklaşmamış. O yüzden iyi bir sonuç alınamamaktadır. Bu da şekil 5.4de gösterilmektedir. Şekil 5.5 de elde edilen kazanç (8.8) gösterilmektedir. Devamında antenin başka parametreleri üç boyutlu radyasyon desen, radyasyon deseni LHCP ve RHCP de şekillerde gösterilmektedir. Bu nedenle ikinci prototipi yapmaya düşündük.



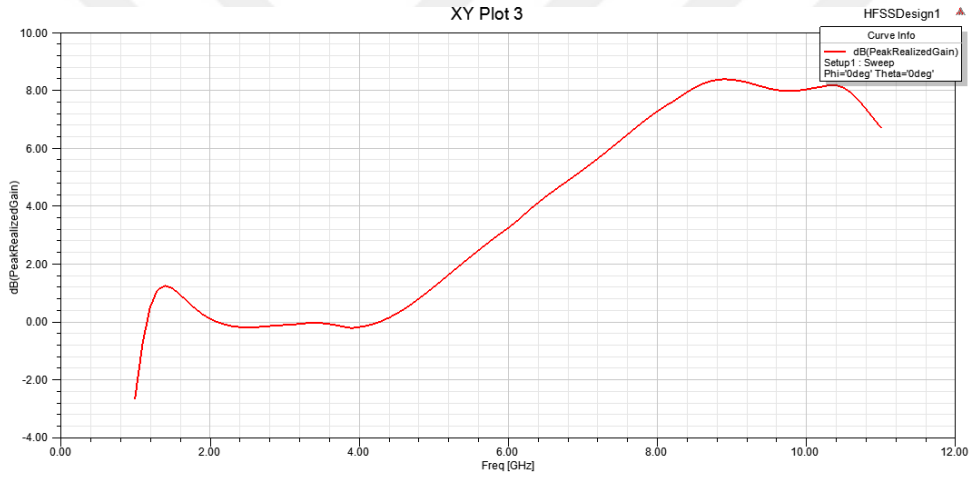
Şekil 5.2 İlk Prototip



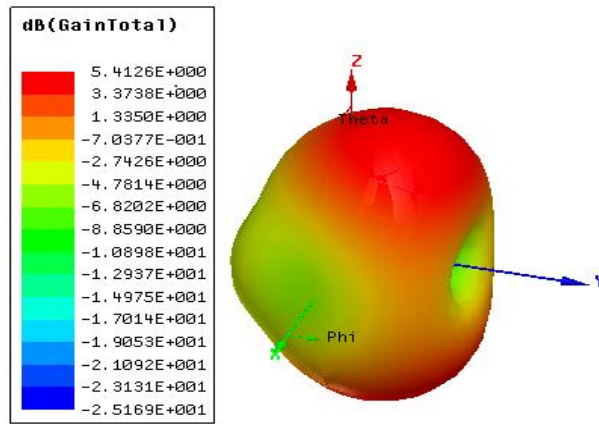
Şekil 5.3 İlk Prototipte Elde DilenS11



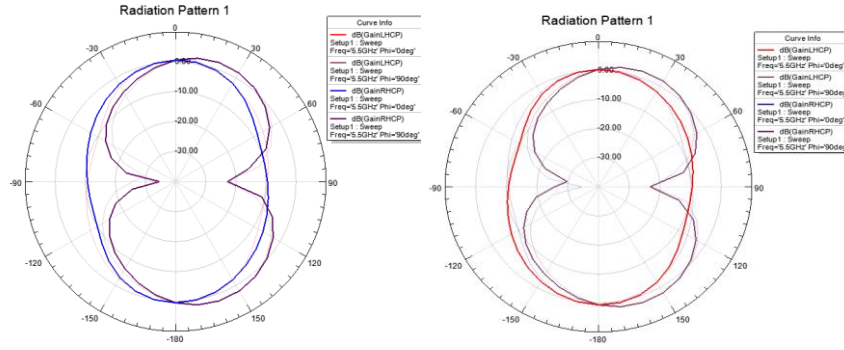
Şekil 5.4 İlk Prototipte Elde DilenAR



Şekil 5.5 İlk Prototipte Elde Dilen Kazanç



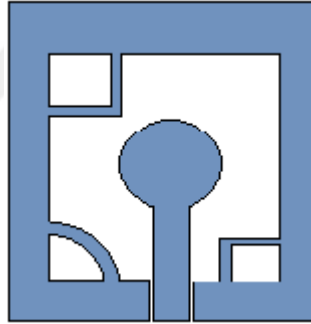
Şekil 5.6 Üç Boyutlu Radyasyon Desen



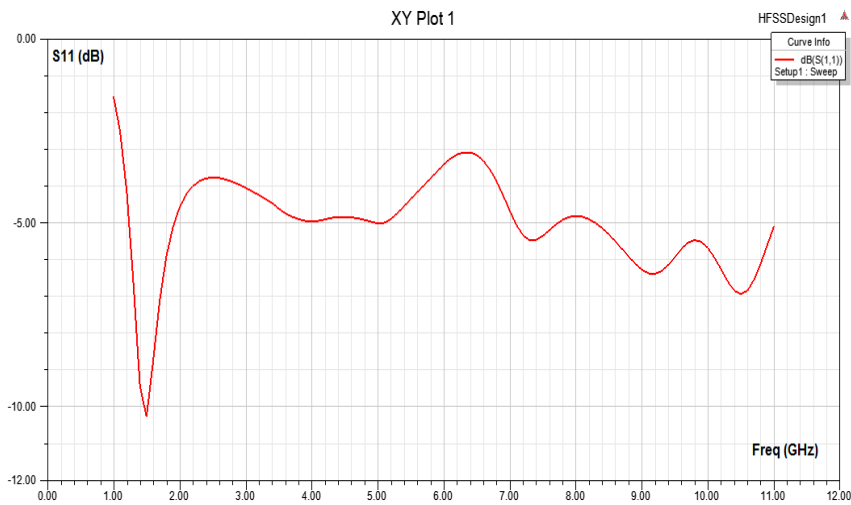
Şekil 5.7 Radyasyon Deseni LHCP ve RHCP de

5.2.2 İkinci prototip

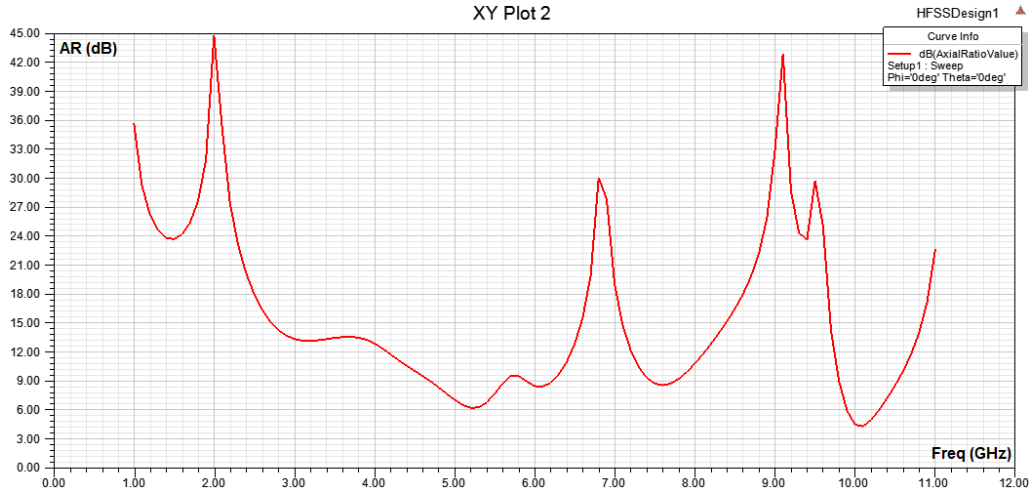
İkinci adımda küşelere bir arc shap ve iki inverted-L eklerek sonuçları aldık. Bu antende AR biraz artmaktadır hata üçe kadar gelmiş ve ilk yapılan antene göre iyileşmiş ama için altında olmadığına göre mikroşerit antenler için iyi bir sonuç olmamaktadır. S11 de çok bir değişiklik olmamaktadır. Kazancı biraz düşmüş ama yeni yöntemler ile gelecek aşamada yükselttik. Diagramlar gösterilmektedir.



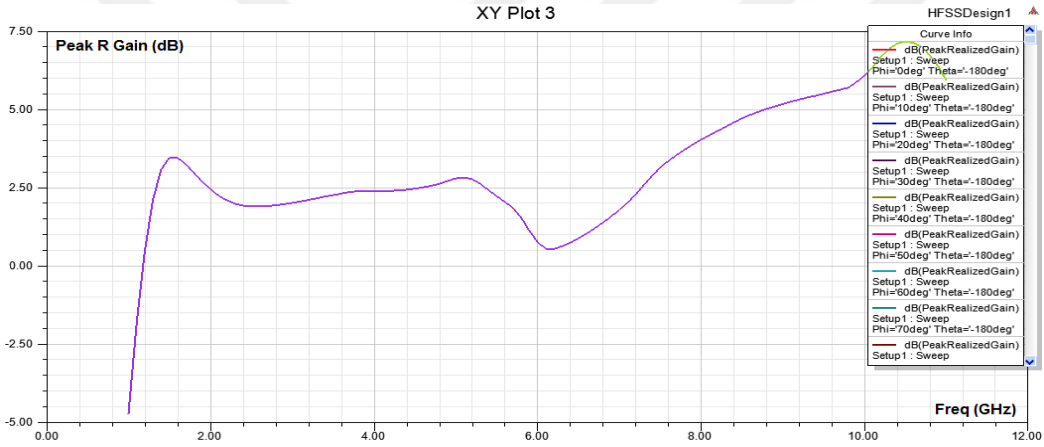
Şekil 5.8 İkinci Prototip



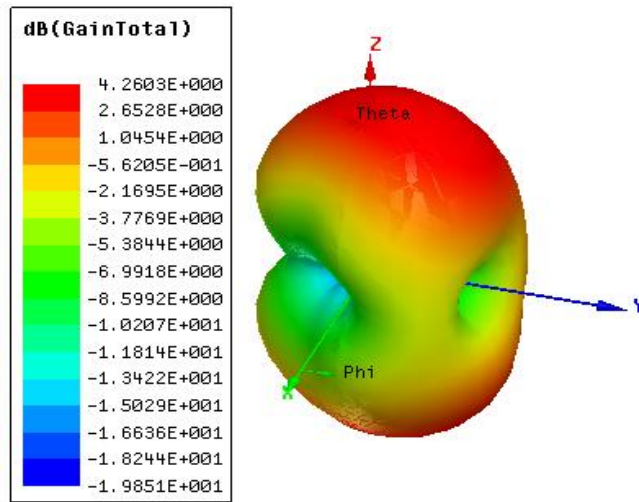
Şekil 5.9 İkinci Prototiptin S11



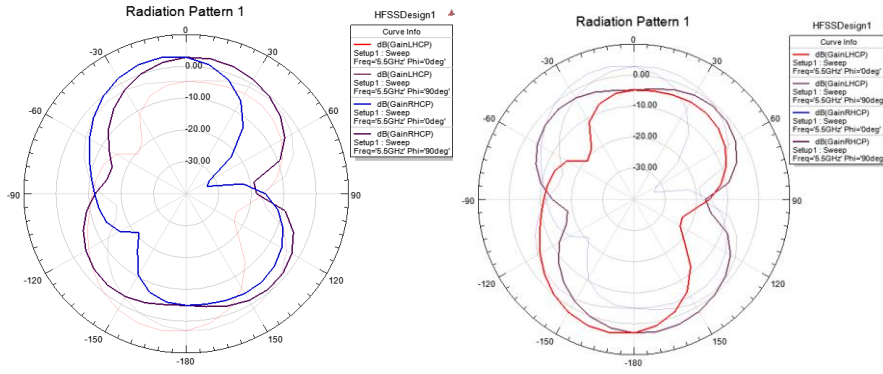
Şekil 5.10 İkinci Prototiptin AR



Şekil 5.11 İkinci Prototiptin Kazanç



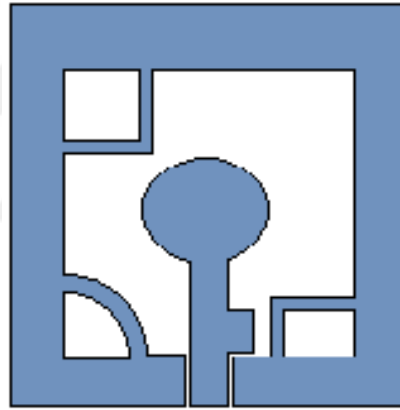
Şekil 5.12 İkinci Prototiptin Üç Boyutlu Radyasyon Deseni



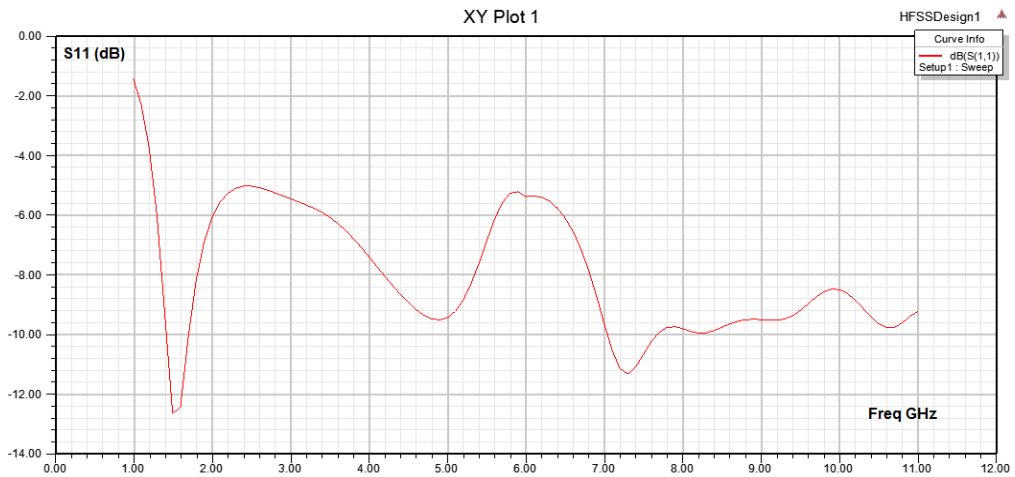
Şekil 5.13 Radyasyon Deseni LHCP ve RHCP de

5.2.3 Üçüncü prototip

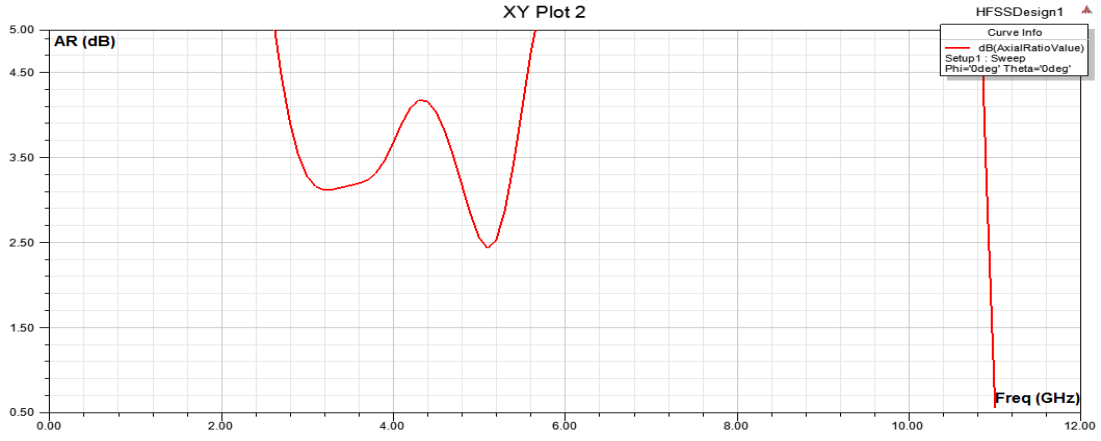
Üçüncü prototipte besleme hattına bir dörtgen ekledik, bu dörtgen anteni etkileyerek, ARartmaktadır ve sonuçta 5% (4.8 GHz- 5.4 GHz) elde edilmektedir. Ama şimdide antende eksikler olduğuna göre ve parametreleri artırmak için tasarımı devam edilmektedir.



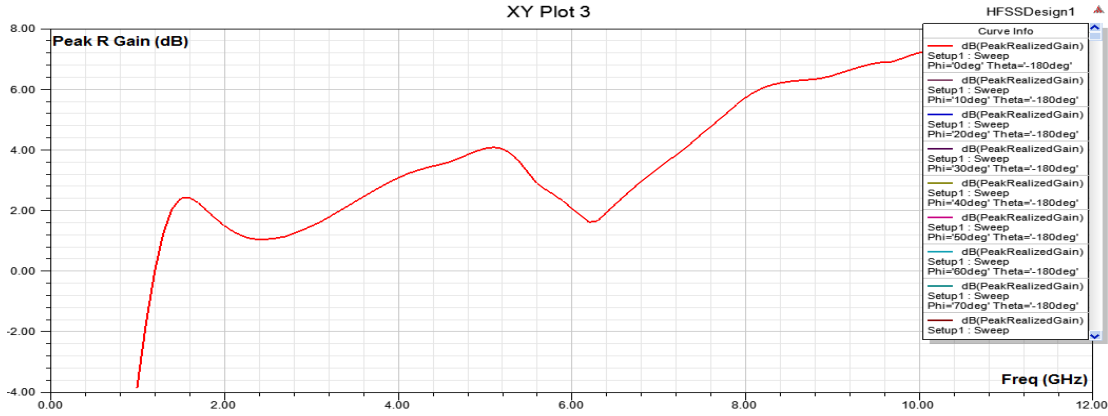
Şekil 5.14 Üçüncü Prototip



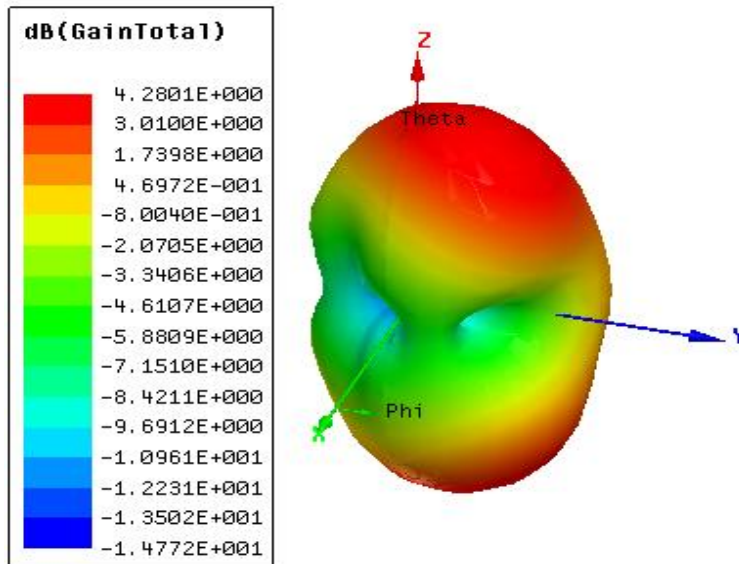
Şekil 5.15 Üçüncü Prototipin S11



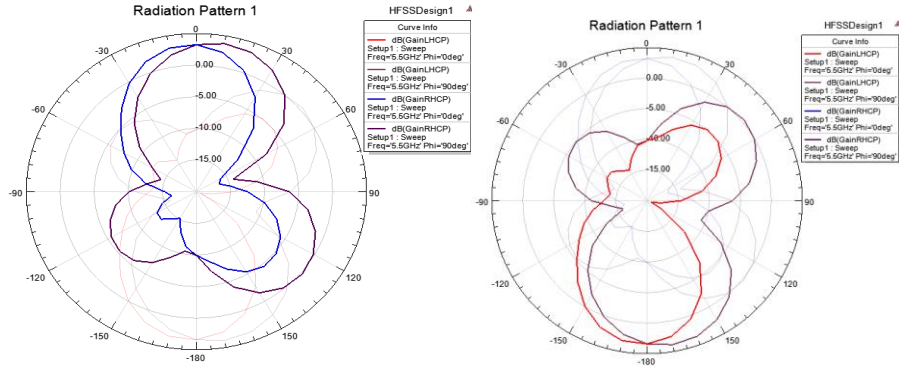
Şekil 5.16 Üçüncü Prototipin AR



Şekil 5.17 Üçüncü Prototipin Kazanç



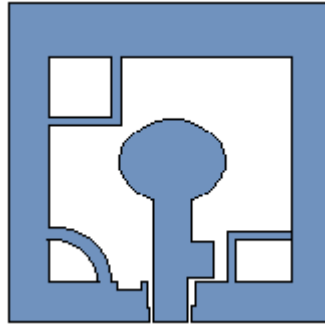
Şekil 5.18 Üç Boyutlu Radyasyon Deseni



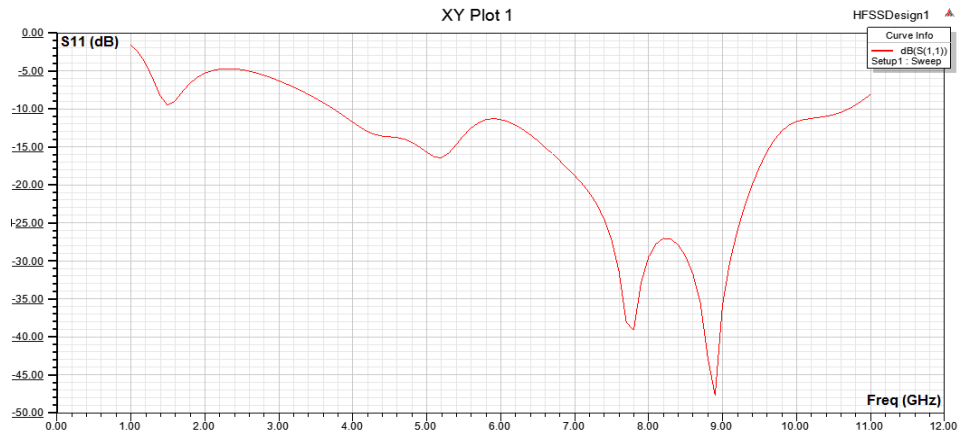
Şekil 5.19 Üçüncü Prototipte Radyasyon Deseni LHCP ve RHCP de

5.2.4 Dördüncü prototip

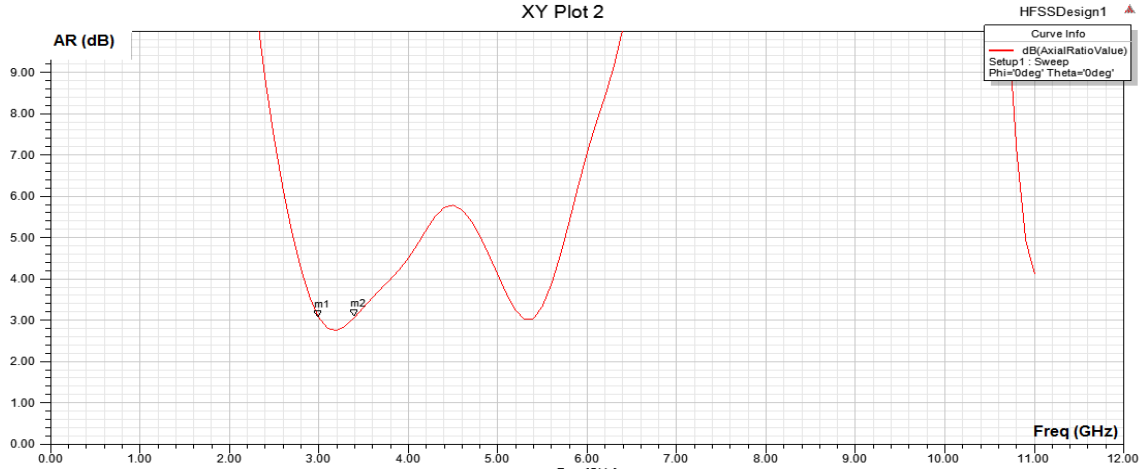
Bu prototipte bir dörtgenboşluk şekli CPW beslemesinde bıraktık ve S11 de iyi bir şekilde artmış (3.7 den 10.7) ve diagramda gördeğimiz gibi AR ve 0.15% (3.017-3.018GHZ) kadar gelmiş ve geçen iki antenne göre iyi olmaktadır ama beklenen sonucu elde edilmediğinden başka yöntemleride deneyerek devam edildi.



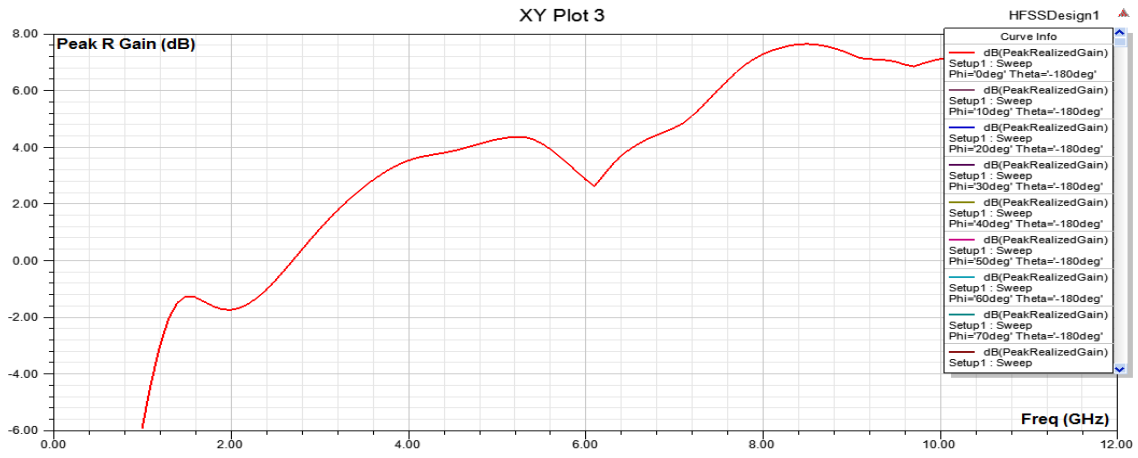
Şekil 5.20 Dördüncü Prototipin Resmi



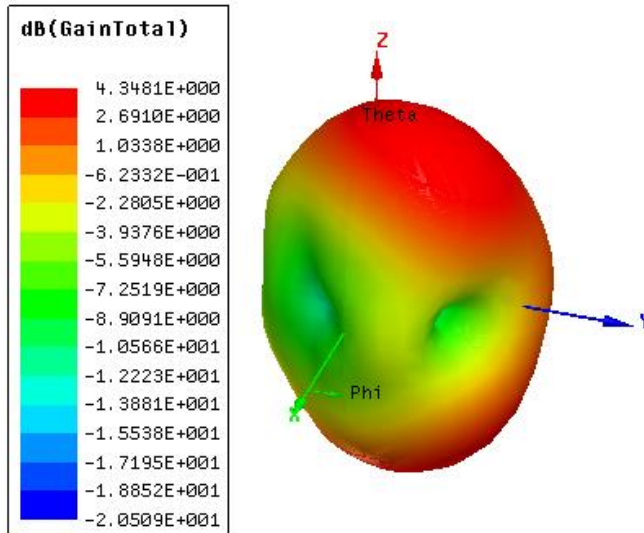
Şekil 5.21 Dördüncü Prototipin S11



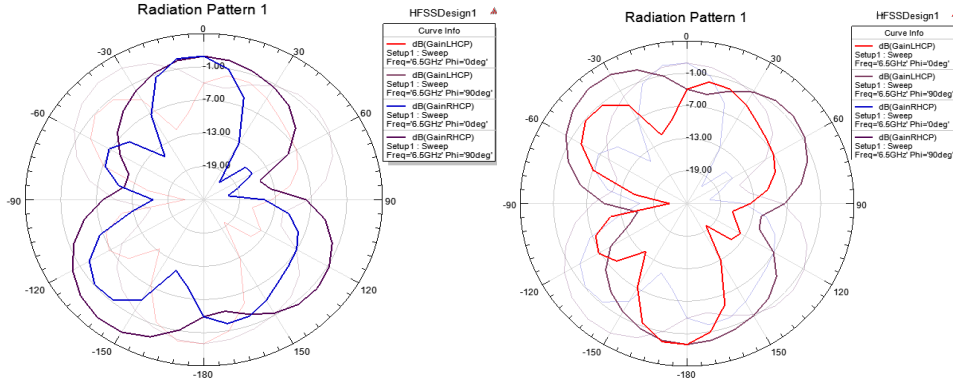
Şekil 5.22 Dördüncü Prototipin AR



Şekil 5.23 Dördüncü Prototipin Kazançı



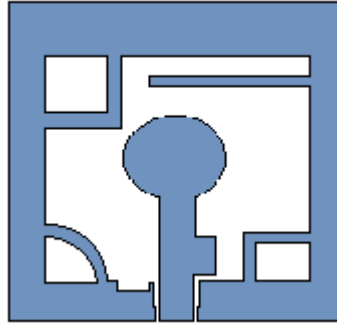
Şekil 5.24 Dördüncü Prototipin Üç Boyutlu Radyasyon Desen



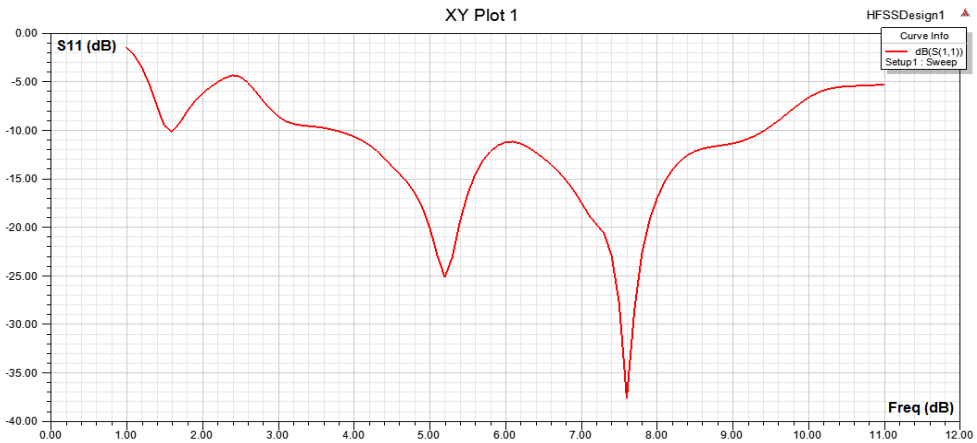
Şekil 5.25 Dördüncü Prototipin Radyasyon Desen LHCP ve RHCP de

5.2.5 Beşinci prototip

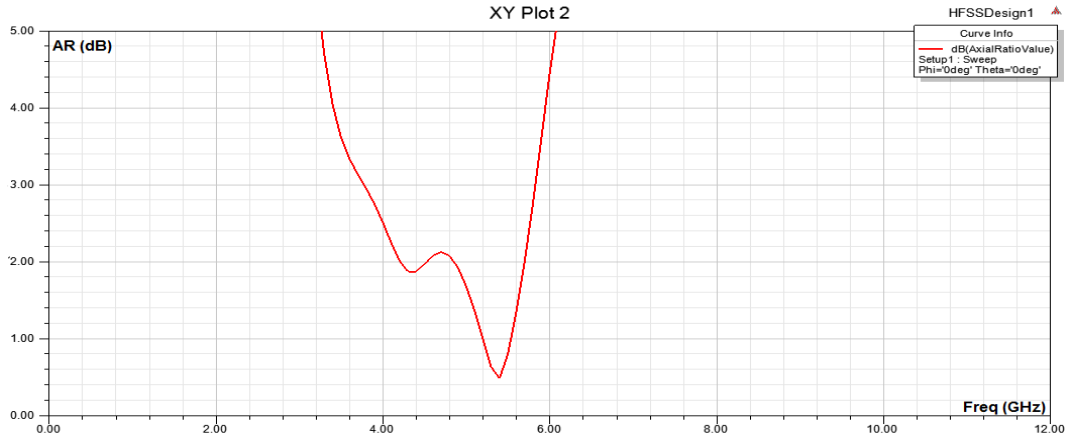
Beşinci prototipte yukarı sağ köşeye yatay şerit (horizontal strip) ekledik. Aşağıdaki resimlerde gösterdiğimiz gibi AR 20% (3.8 GHz- 5.7 GHz) kadar artmaktadır. Ama S11 dördüncü antene göre bantgelişliği 3.7 den 9.4 kadar gelmiş. Kazanç ve AR ve S11 daha artırmak için altıncı antenide yapmaya düşündük.



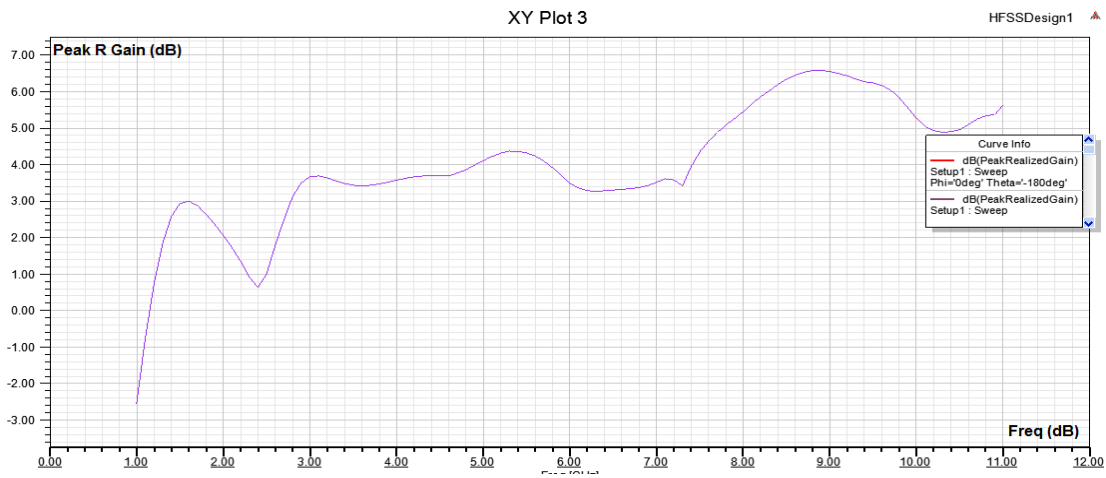
Şekil 5.26 Beşinci Prototipin Resmi



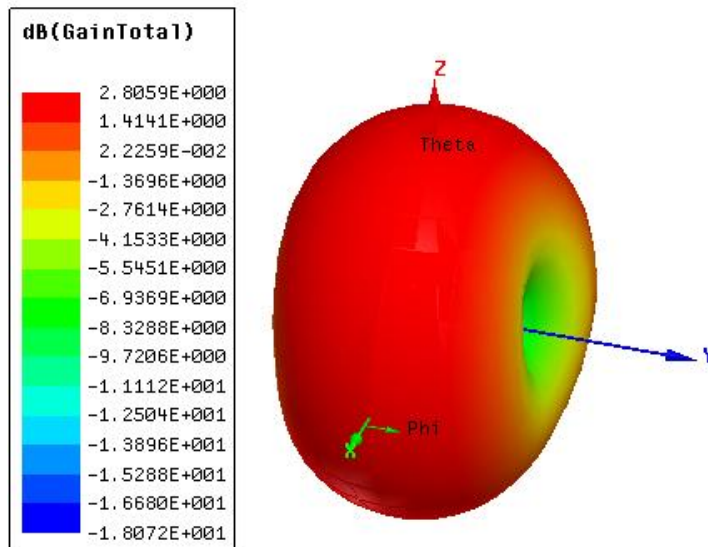
Şekil 5.27 Beşinci Prototipin S11



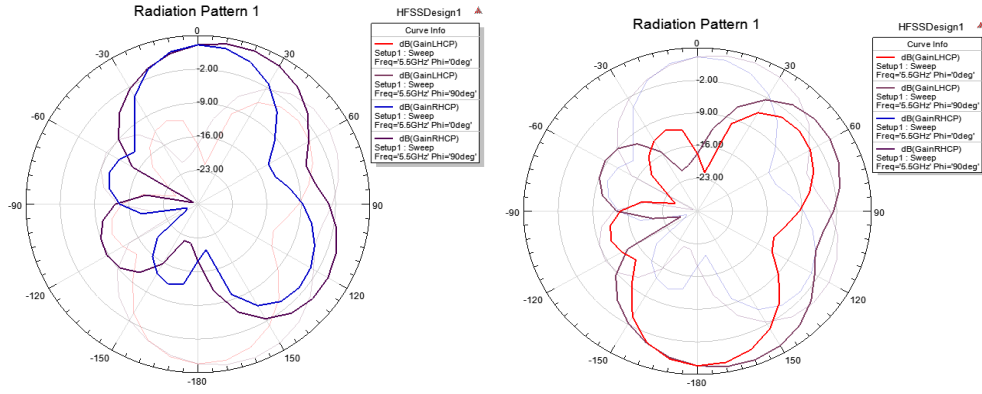
Şekil 5.28 Beşinci Prototipin AR



Şekil 5.29 Beşinci Prototipin Kazanç



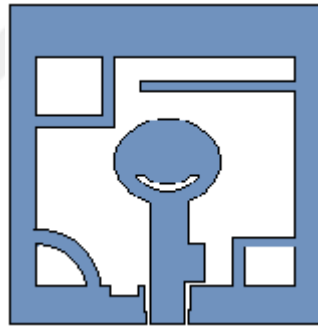
Şekil 5.30 Beşinci Prototipin Üç boyutlu Radyasyon Desen



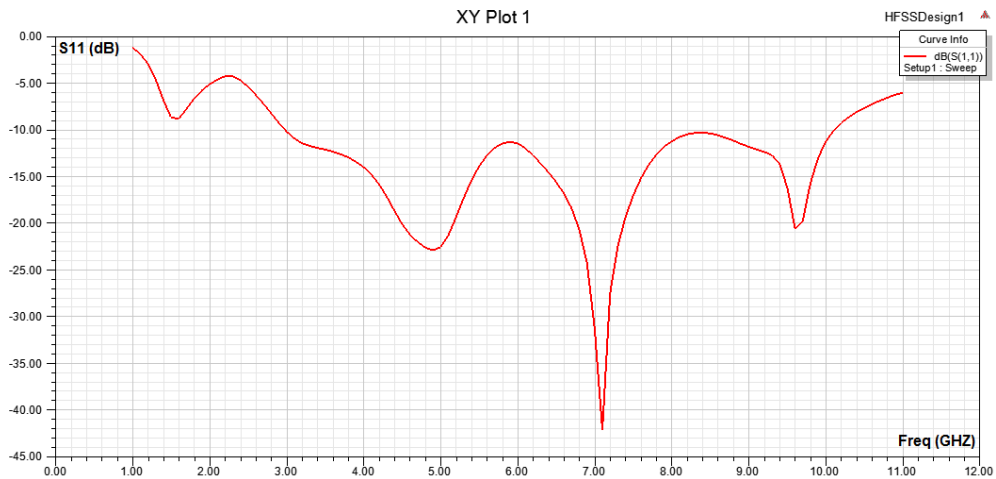
Şekil 5.31 Beşinci Prototipin Radyasyon Desen LHCP ve RHCP

5.2.6 Altıncı prototip

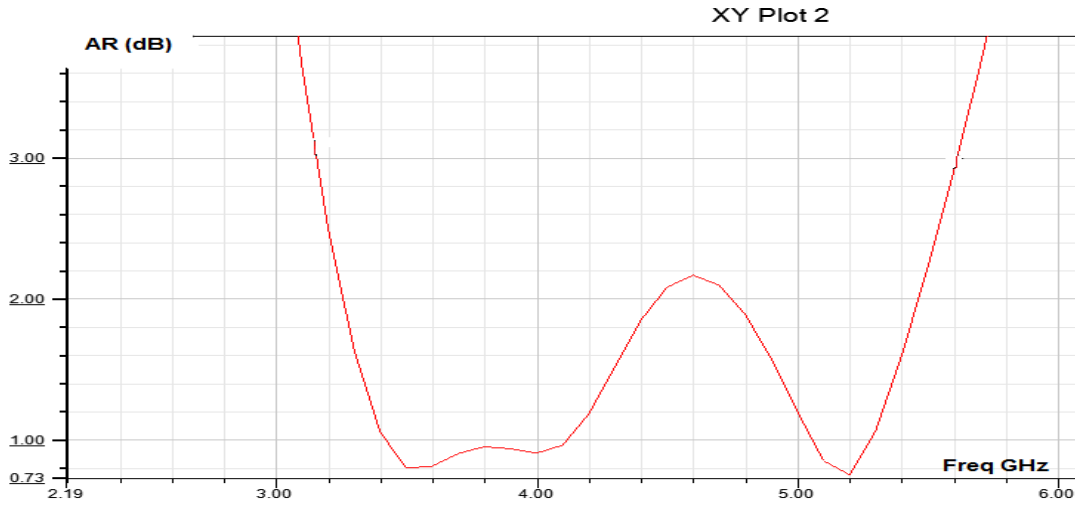
Son prototipteyamada C şekilli boşluk bıraktık. Bu defa hem AR 57% (3.09 GHz - 5.7 GHz) hemde empedans bant genişliği tüm CP bant genişliğini kapsayacak şekilde artırmaktadırlar. Empedans bant genişliği 3 GHz den 10.1 GHz kadar artmaktadır.Yani 108% VSWR < 2, iyi sonuç elde dildi.Kazançda 8.3 kadar artmaktadır ve eski mosellere göre armaktadır. Simülasyon da elde edilen sonuçlar ile anten tasarimini bu prototipte bitirmektedir.



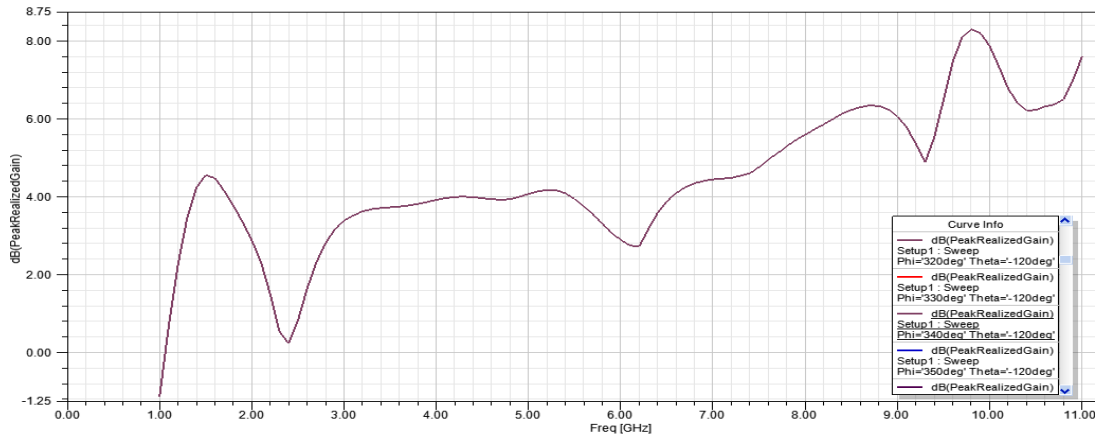
Şekil 5.32 Altıncı Prototipin Resmi



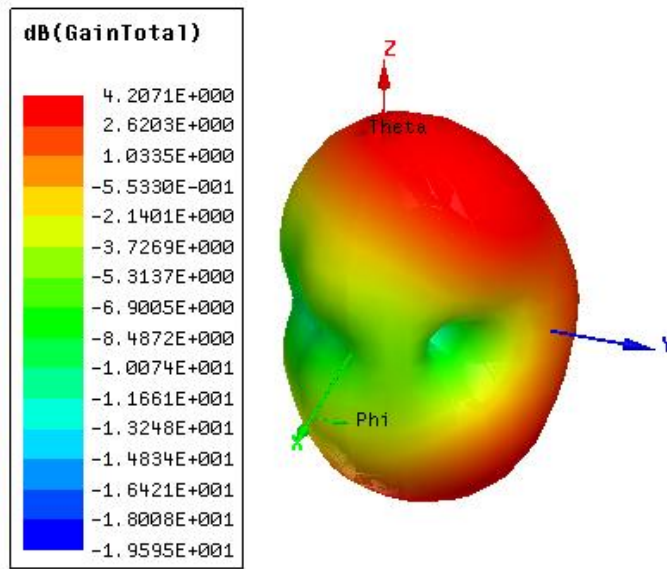
Şekil 5.33 Altıncı Prototipin S11



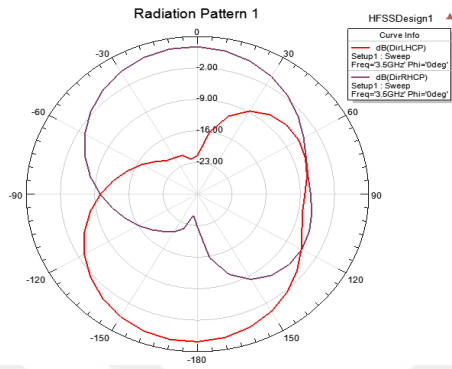
Şekil 5.34 Altıncı Prototipin AR



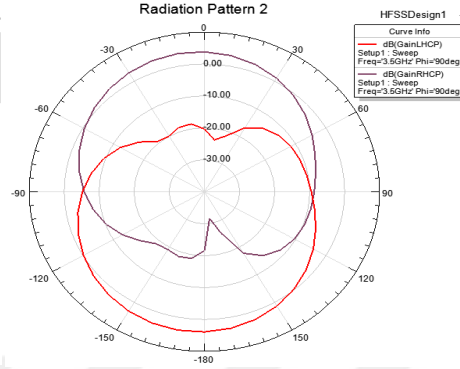
Şekil 5.35 Altıncı Prototipin Paek Gaini



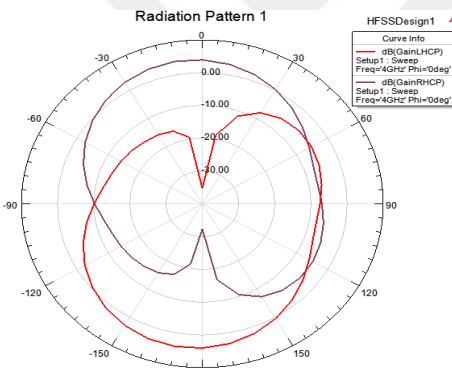
Şekil 5.36 Altıncı Prototipin Üç Boyutlu Radyasyon Desen



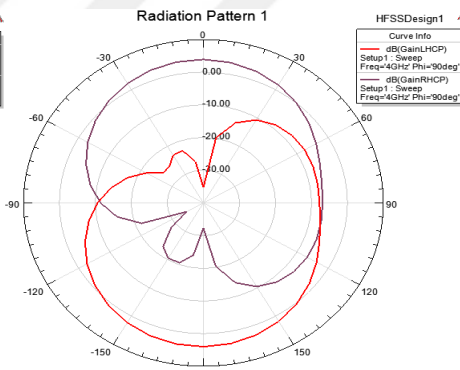
(a)



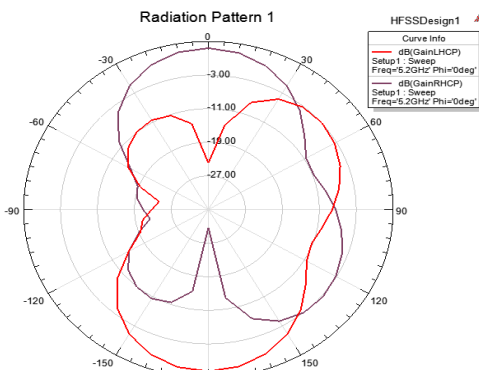
(b)



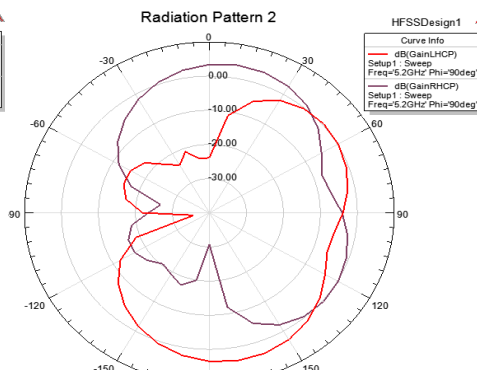
(c)



(d)

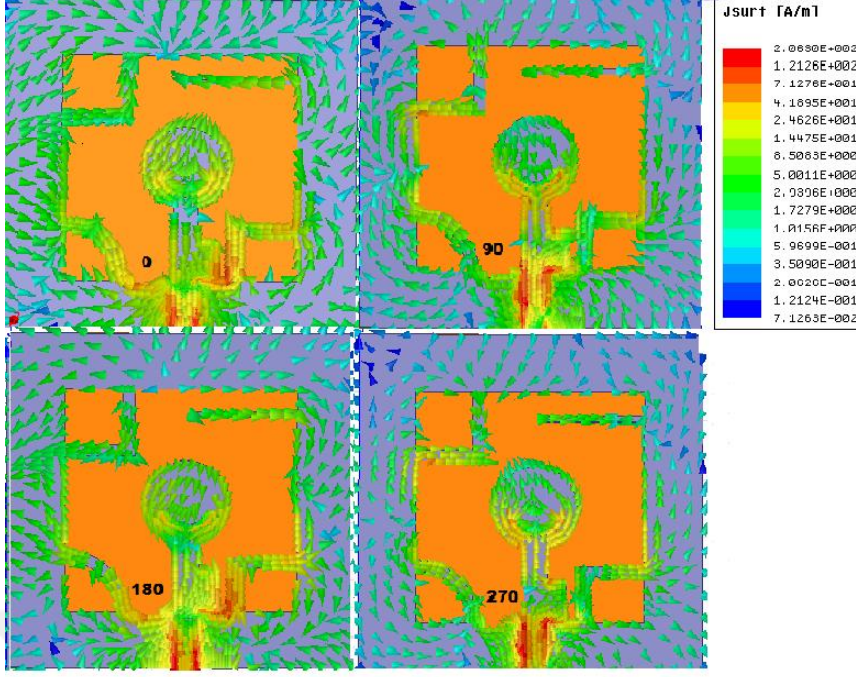


(e)

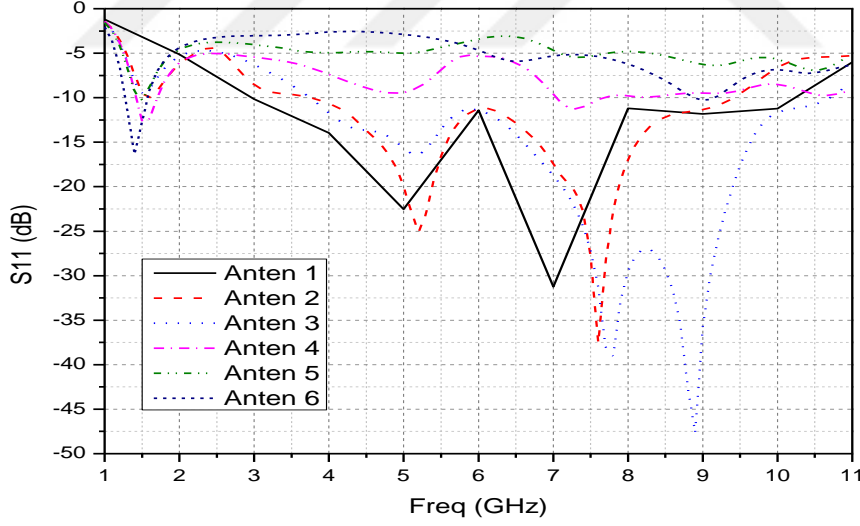


(f)

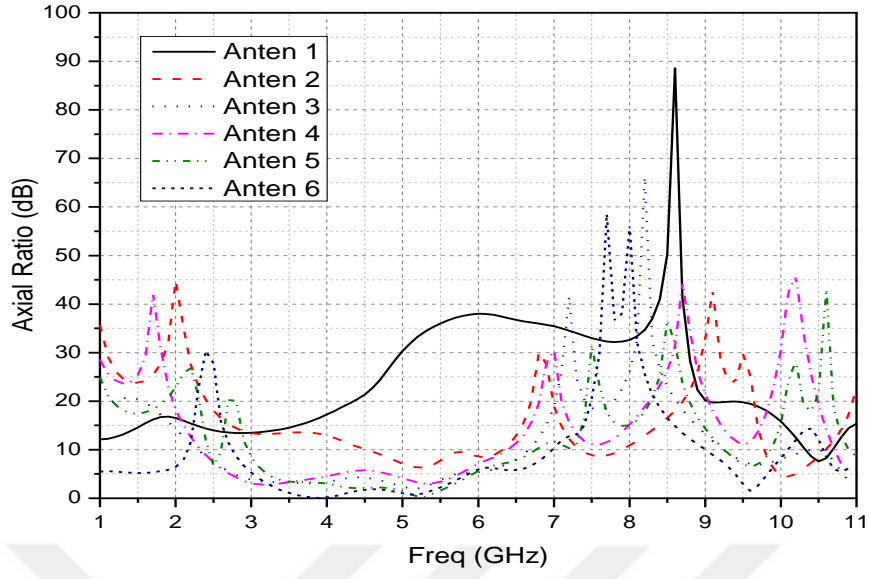
Şekil 5.37 Simülasyonu : (a),(b) 3.5 GHz, 0 And 90 Derece, (c),(d) 4 GHz, 0,90 Derece, (e),(f) 5.2 GHz, 0,90 Derece



Şekil 5.38 Yuzeysel Akımın Dağılımı Besleme Hattında ve Antenin Yüzeyinde, 6.5 GHz ve 0, 90, 180, 270 Fazında.



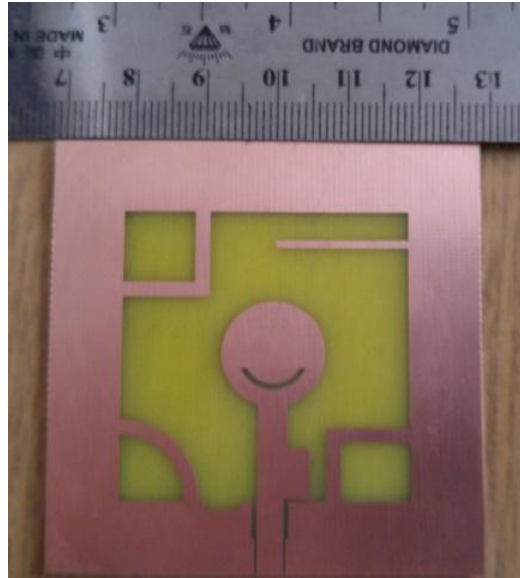
Şekil 5.39 Bu Diagramda Tüm Elde Edilen S11 Sonuçları Gösterilmektedir



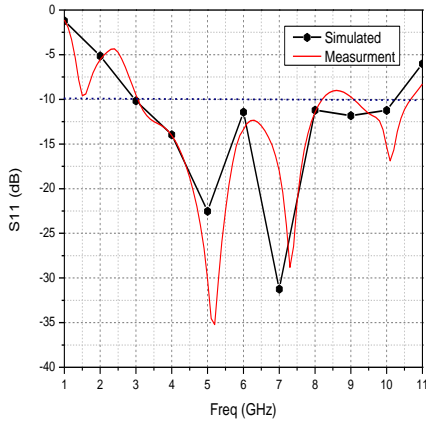
Şekil 5.40 Tüm Prototiplerin AR Sonuçları

5.2.7 Yapılan anten'ingerçek sonuçları

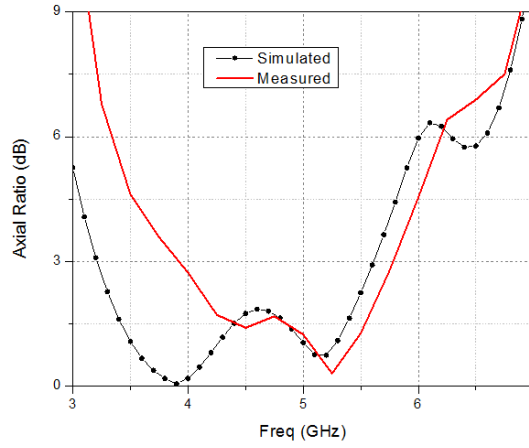
Yeni yapılan antenin resmi aşağıda gösterilmiştir. Bu bölümde simülasyonda ve ölçülen elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Antenin gerçek sonuçları simülasyonda gösterilen sonuçlar ile pek fark edilmemektedir. Tek kazançta, simülasyonda 8.3 gösterilmektedir ama sınanan antende 4.7 olmaktadır.



Şekil 5.41 Yeni Yapılan Antenin Resmi SMA Konnektör Standardı İle

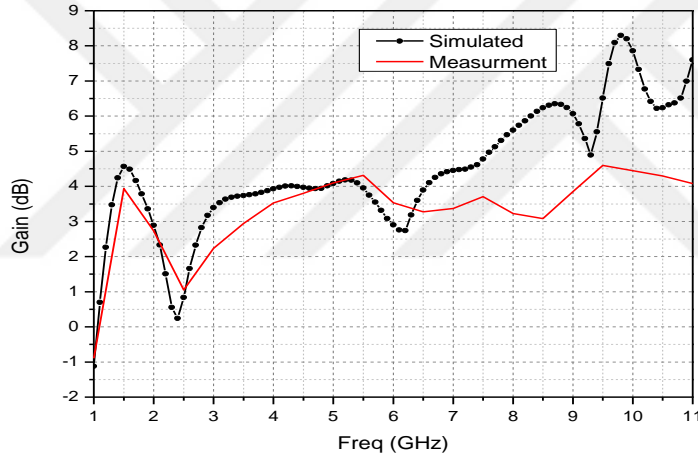


(a)



(b)

Şekil 5.42 Ölçüm ve Simulasyon Diyagramları, (a) S11, (b) AR



Şekil 5.43 + Z Yönünde Ölçülen ve Simüle Edilen Anten Kazancı

Aşadaki tabloda önceki yapılan ve yeni yapılan antenin sonuçlarını karşılaştırdık. Gördüğümüz gibi, yeni yapılan antende AR ve S11 önceki yapılan antenlere göre artmaktadır. Referans 6'da yapılan antende empedans bant genişliği 1.6 dan 3.055 GHz Kadar ve AR bant genişliği 2.3dan 3.03 GHz Kadar yani yüzde elde edilen sonucu 24.4. Referans 50deki yapılan antende empedans bant genişi 2.674-13.124GHz Kadar gösterilmektedir ve AR bant genişliği 4.9-6.9 GHz elde edilen sonucu 32.2%. Referans 51da eski iki yapılan antene göre iyi bir sonuç alınmaktadır. Bu antenin empedans bant genişi 2.023-3.424 GHz arası ve AR bant genişliği 2.07-3.4 GHz Kadar elde edilen sonuç 48.8%. Bu çalışmada yapılan antende empedans bant genişi 3-10.1 GHz ve AR bant genişliği 3-5.7 GHz elde edilen sonuç 57%.

Çizelge 5.1 Bazı CPSS Antenlerin Ölçülen Özelliklerin Karşılaştırılması

	F_c (GHz)	Impedance Band(GHz)	ARBW(GHz (%)
REF.6	2.665	1.6-3.055	2.3-3.03 27.4 %
REF.50	5.969	2.674-13.124	4.9-6.9 32.2%
REF.51	2.754	2.023-3.424	2.07-3.4 48.8%
Y. Anten	7.1	3-10.1	3-5.7 57%



6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde ağ yapılarından bahsedilmiştir. Ağ sistemlerinde en önemli kısım anten olduğu için antenlerin temel prensipleri ortaya konulmaya çalışıldı. Anten parametlerini inceleyerek yeni bir anten tasarımı yapıldı. Yapılan çalışmada, en uygun anten tipi CPW olarak belirlendi. CPW antenlerinin yöntemleri incelenerek yeni yöntemler bulmaya çalıştık. CPW antenlerde kazanç, AR, S11 ve boyut kavramları oldukça önemlidir. Yani boyutu ne kadar küçük olursa, antenin dalga gönderim mesafesi fazla olursa antenimiz okadar iyidir. CPW ve benzeri antenlerde daire polarizasyon konusunda oldukça önemlidir. Daire polarizasyon alıcı ve verici antenlerde hassas ayarlama yapmaya gerek yoktur. Bant frekansından tekrar kullanmayı sağ ve sol el kullanarak sağlar. Uydu telekomünikasyonunda Faraday rotasyon sorununu çözer. Tüm bu avantajlar için daire polarizasyonu bu tip antenlerde seçilmektedir. Anten tasarımında bant genişletmenin önemli olduğunu düşünerek altı cm bir anten tasarladık. Elde ettiğimiz sonuçlar, eski antenlere göre daha iyi verim alınabildiğini gösterdi. Bu antenin bant genişliği 3'ten 10.1'e kadar olmalıdır. Eksenel olarak 3'ten 5.7'ye kadar olduğundan 57% elde edilmektedir. Bu çalışmada yeni yöntemleri tanımaya çalıştık. Umuyoruz ki, bu tez anten ve ağlar konusunda geniş kapsamlı teknoloji dünyasına antenler hakkında bir nebze de olsa pozitif bir katkı sağlayıp yeni anten tasarımları için yardımcı olabilir.

Bundan sonra, PCB (Printed Circular Board) uygulamalarını kullanarak boyutlara ayırmak, yüksek bir kazanç ihtiyacımız olduğu zaman birkaç anteni yan yana getirerek dizi tasarımı yapmak ve son olarak ekstra port ekleyerek MIMO uygulamalar için tasarlayarak devam edilecektir.



KAYNAKLAR

- [1] Bee Yen Toh, Robert Cahill, and Vincent F. Fusco, "Understanding and Measuring Circular Polarization" IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 46, NO. 3, PP.313-318, AUGUST 2003
- [2] Sainati, R. A., CAD of Microstrip Antennas for Wireless Applications, Norwood, MA: Artech House, 1996
- [3] D. S. Javan and O. H. Ghouchani, "Cross slotantenna with u-shaped tuning stub for ultra wideband applications," *Appl. Comp. Electro.Society(ACES) Journal*, vol. 24, no. 4, pp. 427- 432, Aug. 2009.
- [4]K. L. Wong, F. S. Chang, and T. W. Chiou, "Low-cost broadband circularlypolarized probe-fed patch antenna for WLAN base station,"in *Proc. IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp.*, 2002, vol. 2, pp.526–529.
- [5] C. C. Chou, K. H. Lin, and H. L. Su, "Broadband circularly polarisedcross-patch-loaded square slot antenna," *Electron. Lett.* vol. 43, no. 9, pp. 485–486, Apr. 26, 2007.
- [6] J. Y. Sze and C. C. Chang, "Circularly polarizedsquare slot antenna with a pair of inverted-L grounded strips," *IEEE Antennas Wireless Propag.Lett.*,vol. 7, pp. 149-151, 2008.
- [7] R. Chair, K.M. Luk, and K. F. Lee," Small dual patch antenna," *Electron. Lett.* 35, 762-764, May 13, 1999.
- [8] N.M.Jizat, S.K.A. Rahim, Y.C.Lo, M.M.Mansor"Compact Size of CPW Dual-Band Meander-Line Transparent Antenna for WLAN Applications"IEEE, Dec 2014
- [9] M. J. Chiang, T. F. Hung, and S. S. Bor., "Dualband circular slot antenna design for circularly andlinearly polarized operations," *Microw. Opt.Technol. Lett.*, vol. 52, no. 12, pp. 2717-2721, Dec.2010.
- [10] Uday B. Desai, B. N. Jain, S. N. "MerchantWireless Sensor Networks: Technology Roadmap"
- [11] Tanenbaum, Computer Network, 2003
- [12] A. Mohammadi, B. Akbari" Design a peer to peer overlay protocol for mobility management of mobile nodes Using BluetoothMedia", Computing, Communications and Networking Technologies (ICCCNT), 2013
- [13] Bangnan Xu; S. Hischke; B. Walke, " The Role of Ad hoc Networking in Future Wireless Communications", Communication Technology Proceedings, 2003. ICCT 2003. International Conference on, Volume: 2, pp.1353 - 1358, 2003.
- [14] Raad AlTurki and Rashid Mehmood "Multimedia Ad hoc Networks: Performance Analysis", Computer Modeling and Simulation, 2008. EMS '08. Second UKSIM European Symposium on, pp.561 - 566, 2008.
- [15] S. Perez, H. Facchini, A. Dantiacq and G. Cangemi, J. Campos "An Evaluation of QoS for Intensive Video Traffic over 802.11e WLANs", Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP), 2015

- [16] Seong Hoon Kim, Jeong Seok Kang, Hong Seong Park, Daeyoung Kim, Young-joo Kim, "UPnP-ZigBee Internetworking Architecture Mirroring a Multi-hop ZigBee Network Topology", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 55, No. 3, AUGUST 2009.
- [17] IEEE Computer Society, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks, SL sponsored by the AN/MAN Standards Committee IEEE 3 Park Avenue New York, NY 10016-5997 USA, 5 September 2011.
- [18] Mohd Adib Sarijari; Mohd Sharil Abdullah; Anthony Lo; Rozeha A. Rashid "Experimental Studies of the ZigBee Frequency Agility Mechanism in Home Area Networks" Local Computer Networks Workshops (LCN Workshops), 2014 IEEE 39th Conference on 2014 pp: 711 – 717.
- [19] Panlong Yang; Yubo Yan; Xiang-Yang Li; Yafei Zhang; Yue Tao; Lizhao You, " Taming Cross-Technology Interference for Wi-Fi and ZigBee Coexistence Networks" IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING, VOL. 15, NO. 4, APRIL 2016.
- [20] Baker, N. "ZigBee and Bluetooth: Strengths and weaknesses for industrial applications," IEE Computing & Control Engineering, vol. 16, no. 2, pp 20-25, April/May 2005.
- [21] Jin-Shyan Lee, Yu-Wei Su, and Chung-Chou Shen, "A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi" The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON) Nov. 5-8, 2007, Taipei, Taiwan.
- [22] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, A. Itripiboon, "Microstrip Antenna Design Handbook", Boston, MA: Artech House, 2001.
- [23] Jia-Yi Sze, Chi-Chaan Chang "Circularly Polarized Square Slot Antenna with a Pair of Inverted-L Grounded Strips" IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, VOL. 7, 2008.
- [24] A. Balanis, "ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN" THIRD EDITION, A JOHN WILEY & SONS, INC., Published simultaneously in Canada.
- [25] J. Y. Sze, J. C. Wang, and C. C. Chang, "Axial ratio band width enhancement of asymmetric CPW fed circularly-polarized square slot antenna," *Electronics Lett.*, vol. 44, pp. 1048-1049, 2008.
- [26] S. Karamzadeh, Bal Virdee, V. Rafii, M. Kartal, "Circularly polarized slot antenna array with sequentially rotated feed network for broad band application", *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, vol. 25, no. 4 pp. 358-363, 2015
- [27] S Karamzadeh, M Kartal "Circularly polarised MIMO tapered slot antenna array for C-band application", *Electronics Letters*, Vol. 51, no. 18, pp. 1394-1396, 2015
- [28] S. Karamzadeh, M. Kartal, "Circularly polarized 1 × 4 square slot array antenna by utilizing compacted modified butler matrix and branch line coupler" *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, Vol. 26, no 2, pages 146–153, 2015
- [29] Tarek Elarabi; Vishal Deep; Chashamdeep Kaur Rai, "Design and simulation of state-of-art ZigBee transmitter for IoT wireless devices" 2015 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT), pp : 297 – 300.
- [30] K. L. Wong and S.C. Pan, "Compact triangular microstrip antenna", *Electron. Lett.* 33, 433-434, March 13, 1997

- [31] C. A. Balanis, "Antenna Theory Analysis and Design", John Wiley & Sons, Copyright 1982
- [32] I.J. Bahl, P. Bahartia, "Microstrip Antennas", Boston, MA: Artech House, 1980
- [33] K.L. Wong, C. L.Tang, and H. T. Chen, "Acompact meandered circular microstrip antenna with a shorting pin," *Microwavw Opt. Technol. Lett.* 15, 147-149, June 20, 1997.
- [34] J. H. Lu and K. L. Wong, " Slot-loaded, meandered rectangular microstrip antenna with compact dual-frequency operation," *Electron. Lett.* 34, 1048-1050, May 28, 1998.
- [35] J. George, M. Deepukumar, C. K. Anandan, P. Mohanan, and K. G. Nair,"New compact microstrip antenna," *Electron. Lett.*32,508-509, March 14, 1996.
- [36] K. M. Luk, R. Chair, and K. F. Lee," Small rectangular patch antenna," *Electron. Lett.* 34,2366-2367, Dec. 10, 1999.
- [37] K. L. Wong and K.P.Yang, "Small dual- frequency microstrip antenna with cross slot," *Electron. Lett.* 33, 1916-1917, Nov. 6,1997.
- [38] S. Dey and R. Mittra," Compact microstrip patch antenna," *Microwave Opt. Technol. Lett.* 13, 12-14, Sept.1996.
- [39] K. L. Wong and W. S. Chen, " Compact microstrip antenna with dual-frequency operation," *Electron. Lett.* 33, 646-647, April 10, 1997.
- [40] R. Waterhouse, "Small microstrip antenna," *Electron. Lett.* 31, 604-605, April 13, 1995.
- [41] I.Park and R. Mittra, " Aperture-coupled small microstrip antenna," *Electron. Lett.* 32,1741-1742, Sept. 12,1996.
- [42] C. L. Tang, H. T. Chen, and K. L. Wong, " Small circular microstrip antenna with dual frequency operation," *Electron. Lett.* 33, 1112-1113, June 19, 1997.
- [43]K.L. Wong and S. C. Pan," Compact triangular microstrip antenna," *Electron. Lett.* 33, 433-434, March 13,1997.
- [44] Kerkhoff A.J., Rogers R.L., Ling H., Design and Analysis of Planar Monopole Antennas Using a Genetic Algoriyhm Approach, *IEEE Trans. Antennas Propagate.*, vol: 2, pp.1768-1771,June 2004.
- [45] S.C. Pan and K.L. Wong, " dual-frequency triangular microstrip antenna with a shorting pin," *IEEE Trans. Antennas Propagat.* 45, 1889-1891, Dec.1997.
- [46] J. S. Kuo and K. L. Wong, " A compact microstrip antenna with meandering slots in the ground plane," *Microwave opt. Technol. Lett.* 29, 95-97, April 20,2001.
- [47] J. S. Kuo and K. L. Wong, " A dual-frequency L-shaped patch antenna," *Microwave Opt. Technol. Lett.* 27, 177-179, Nov. 5, 2000.
- [48] J. S. Kuo and K. L. Wong, " Dual-frequency operation of planar inverted L antenna with tapered patch width," *Microwave opt. Technol. Lett.*28. 126-127, Jan.20,2001.
- [49] C. R. Rowell and R. D. Murch, " A capacitively loaded PIFA for compact mobile telephone handset," *IEEE Trans. Antennas Propagate.* 45, 837-842, May 1997.
- [50] J. Pourahmadazar, C. Ghobadi, J. Nourinia, N.Felegari, and H. Shirzad., "Broadband CPW-Fedcircularly polarized square slot antenna withinverted-L strips for UWB applications," *IEEEAntennas Wireless Propag. Lett.* vol. 10, pp. 369- 372, 2011.
- [51] J. Y. Sze, C. I. G. Hsu, Z. W. Chen, and C. C.Chang, "Broad band CPW-fed circularly polarizedsquare slot antenna with lightning-shaped feedline and

- inverted-L grounded strips," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 58, no. 3, pp. 973-977, Mar. 2010.
- [52] C. K. Wu, K. L. Wong, and W. S. Chen, "Slot-coupled meandered microstrip antenna for compact dual-frequency operation," *Electron. Lett.* 34,1047-1048, May 28, 1998.
- [53] K. L. Wong, C. L. Tang, and H. T. Chen, "A compact meandered circular microstrip antenna with a shorting pin," *Microwave Opt. Technol. Lett.* 15, 147-149, June 20, 1997.
- [54] K. L. Wong and H. C. Tung, "A compact patch antenna with an inverted U-shaped radiating patch," in 2001 IEEE Antennas Propagat. Soc. Int. Symp. Dig., pp. 728-731.
- [55] FCC 1st Report and Other on Ultra-Wideband Technology, Feb. 2002.
- [56] Schantz H., *The Art and Science of Ultrawideband antennas*, Artech House 2005. *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol. 46, pp. 294-295, Feb. 1998.
- [57] Low Z. N., Cheong J. H., and Law C.L., *Low PCB Antenna for UWB Applications*, *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol.4, pp. 237-239, 2005.
- [58] Ammann M.J., Impedance bandwidth of the square planar monopole, *Microwave and Optical Tech. Letters*, vol.24, no.3, February 2000.
- [59] Evans J.A., Ammann M.J., Planar trapezoidal and pentagonal monopoles with impedance bandwidths in excess of 10:1, *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, vol.3, pp.:1558-1561, July 1999.
- [60] Chen Z. N., Impedance characteristics of planar bow-tie-like monopole antennas, *Electronics Letters*, vol: 36(13), pp. 1100-1101, June 2000.
- [61] Suh S.Y., Stutzman W.L., Davis W.A., A new ultrawideband printed monopole antenna: the planar inverted cone antenna (PICA), *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol.52, No.5, pp.1361-1364, May 2004.
- [62] Ammann M.J., Wideband antenna for mobile wireless terminals, *Microwave and Optical Tech. Letters*, vol. 26, no.6, Sep 2000.
- [63] Antonio- Daviu E., Cabedo-Fabres M., Ferrando-Bataller M., Valero-Nogueira A., Wideband doublefed planar monopole antennas, *Electronics Letters*, vol:39, no.23, pp.:1635-1636, November 2003.
- [64] R. F. Harrington and J. R. Mautz, "Theory of characteristic modes for conducting bodies," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. AP-19, pp. 622-628, Sept. 1971.
- [65] K. P. Ray, P. V. Anob, R. Kapur and G. Kumar, "Broadband planar rectangular monopole antennas", *Microwave & Optical Tech. Letters*, vol.28, no.1, pp 55-59, Jan.2001.
- [66] J. Liang, C. C Chiau, X. Chen, and C. G. Parini, "A study of a printed circular disc monopole antenna for UWB systems," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol.53, no.11, pp. 3500-3504, Nov 2005.
- [67] N. P. Agrawal, G. Kumar, and K. P. Ray, "Wide-band planar monopole antennas," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol.46, no.2, pp.294-295, Feb 1998.
- [68] M. John and M. J. Ammann, "Optimization of impedance bandwidth for the printed rectangular monopole antenna", *Microw. Opt. Technol. Lett.*, vol. 47, no.2, pp.153-154, 2005.
- [69] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna theory and design*, 2nd ed., Wiley, New York, NY 1998.

- [70] Saeid Karamzadeh, Vahid Rafii, Mesut Kartal, and MortezaDibayi“Circularly Polarized Square Slot Antenna Using Crooked T-ShapeTechnique” ACES JOURNAL, Vol. 30, No. 3, Mar, 2015
- [71] S Karamzadeh, V Rafii, M Kartal, H Saygin, “Compact UWB CP squareslotantennawithtwocornersconnectedby a stripline ”,Electronics Letters, Vol.52, no.1,pp.10-12, 2015.
- [72] https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11: 20.10.2015.
- [73] <https://en.wikipedia.org/wiki/WiMAX>: 25.10.2015.
- [74] <http://freewimaxinfo.com/wimax-background.html>: 30.10.2015.
- [75] <http://www.antenna-theory.com/basics/main.php>: 11.04.2016.





ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad: Hemrah Hivehchi

Doğum Tarihi Ve Yeri: 21.09.1984/ Iran

E-Posta: Hemrah.hivehchi@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans:** 2008-2012, Iran Islamic Azad Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği
- **Yüksek Lisans:** İstanbul Aydın Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği

