

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

GENİŞ BANTLI YAMA ANTEN TASARIMI



Ulaş KESKİN

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

OCAK 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

GENİŞ BANTLI YAMA ANTEN TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ulaş KESKİN
(705111015)**

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mesut KARTAL

OCAK 2017

İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 705111015 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ulaş KESKİN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “GENİŞ BANTLI YAMA ANTEN TASARIMI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Mesut KARTAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Sedef KENT**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Y. Doç. Dr. Serdar KARGIN
Beykent Üniversitesi

Teslim Tarihi : **06 Aralık 2016**
Savunma Tarihi : **19 Ocak 2017**





Herkese,



ÖNSÖZ

Yardımlarını esirgemeyen ve bana yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Mesut KARTAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Lisans ve yüksek lisans eğitimi boyunca ders aldığım ve üzerimde emeği olan tüm hocalarıma teşekkür ederim. Tez çalışması sürecinde çok büyük destek ve özveride bulunan Öğr. Gör. Bora Döken'e, aileme ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim

Ocak 2017

Ulaş Keskin
(Elektronik ve Haberleşme Müh.)





İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY.....	xxi
1. GİRİŞ.....	1
2. ANTENLER.....	3
2.1 Temel Anten Parametreleri.....	3
2.1.1 Işıma deseni.....	3
2.1.2 Anten polarizasyonu.....	6
2.1.3 Bant genişliği (BW).....	8
2.1.4 Anten ışıma verimliliği.....	8
2.1.5 Işıma şiddeti.....	9
2.1.6 Anten kazancı.....	9
2.1.7 Anten etkin alanı.....	10
2.1.8 Yönlendiricilik.....	11
2.1.9 Yönlendiricilik kazancı.....	12
2.1.10 Işıma güç yoğunluğu.....	12
2.1.11 Anten ışıma direnci.....	12
2.1.12 Açısal ışıma açıklığı (Huzme genişliği HPBW).....	12
2.1.13 Anten yansıma katsayısı.....	13
2.1.14 Giriş empedansı.....	14
2.1.15 Gerilim duran dalga oranı (VSWR).....	16
2.1.16 Anten geri dönüş kaybı.....	16
3. KABLOSUZ ve UYDU HABERLEŞMESİ STANDARTLARI.....	17
3.1 Giriş.....	17
3.2 Ultra Geniş Bant (UWB).....	18
4. MİKROŞERİT ANTENLER.....	21
4.1 Giriş.....	21
4.2 Mikroşerit Antenler Hakkında Genel Bilgi.....	21
4.2.1 Mikroşerit yama antenlerin genel boyutlarının hesaplanması.....	23
4.2.2 Mikroşerit yama antenlerin bant genişliği.....	25
4.3 Mikroşerit Antenlerde Besleme Çeşitleri.....	25
4.3.1 Mikroşerit Besleme.....	25
4.3.2 Koaksiyel besleme.....	27
4.3.3 Açıklık kuplajlı besleme.....	28
5. ANTEN TASARIMI VE BENZETİMİ.....	29
5.2.1 Anten1 yapısı.....	29
5.2.2 Anten2 Yapısı.....	33
5.2.3 Anten3 yapısı.....	39
5.2.3.1 Anten3 için ISM/WLAN/WiMAX Bant Benzetimi.....	40
5.2.3.2 Anten3 için S bant benzetimi.....	44
5.2.3.3 Anten3 için C bant benzetimi.....	47
5.2.3.4 Anten3 için X bant benzetimi.....	48

6. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ	54



KISALTMALAR

θ	: Theta
Φ	: Phi
sr	: Streradyan(Katı açI ölçü birimi)
BW	: Bandwidth (Bant Genişliği)
GSM	: Global System for Mobile Communications (Mobil İletişim Küresel Sistemi)
HFSS	: High Frequency Strucure Simulator (Yüksek Frekans Yapı Benzetimcisi)
IEEE	: Institute of Electrical and Electronical Engineers
LAN	: Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
VSWR	: Voltage Standing Wave Ratio (Gerilim Duran Dalga Oranı)
WLAN	: Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Ağı)
Ω_A	: Katı AçI
\mathbf{W}	: Anlık Poynting vektörü
\mathbf{E}	: Anlık elektrik alan şiddeti
\mathbf{H}	: Anlık manyetik alan şiddeti
\mathbf{P}_{or}	: Ortalama güç yoğunluğu vektörü
\mathbf{P}_T	: Toplam bir yönde ki Işınan güç
$U(\theta, \phi)$: Işım şiddeti
S11	: Geri dönüş değeri (1- Γ)
e_0	: Toplam verimlilik
e_r	: Yansıma verimliliği
e_c	: İletkenlik verimliliği
e_d	: Dielektrik verimlilik
Γ	: Yansıma Katsayısı
P_{IN}	: Antenin Giriş Gücü
P_{out}	: Antenin yayınladığı toplam güç
R_L	: Isıl Kayıp direnci
R_r	: Işım direnci
η	: Öz Empedans
W_{rad}	: Güç Yoğunluğunu
r	: Yarıçap uzunluğu
G	: Kazanç
D	: Yönlülük
A_e	: Etkin Alan
c	: Işık hızı

λ	: Taşıyıcı Dalga Boyu
U_0	: İzotropik antenin güç yoğunluğu
I	: Akım
HPBW	: Yarı Hüzme Genişliği
V_{INC}	: Antenin girişine ulaşan gerilim
V_{REFL}	: Antenden geri dönen gerilim
Z_A	: Anten Empedansı
Z_0	: Antenin Besleme Hattının Karakteristik Empedansı
R_A	: Anten direnci
X_A	: Anten reaktansı
V_g	: Kaynak çıkış gerilimi
Z_g	: Kaynak empedansı
R_g	: Kaynak direnci
X_g	: Kaynak reaktansı
V_{MAX}	: Gerilimin maksimum değeri
V_{MIN}	: Gerilimin minimum değeri
Wi-Fi	: Kablosuz Bağlantı Alanı
WiMAX	: Worldwide Interoperability for Microwave Access(Kablosuz ağ teknolojisi)
HiperLAN	: High Performance Radio LAN-Yüksek Performanslı Radyo Yerel Ağı
HomeRF	: Home radio frequency)
UWB	: Ultra Geniş Bant
VHF	: Çok yüksek frekans
UHF	: Ultra Yüksek Frekans
WPAN	: Kablosuz Kişisel Alan Ağı
ϵ_r	: Dielektrik sabiti
h	: Dielektrik yüksekliği
t	: yama kalınlığı
L	: dikdörtgen yamanın uzunluğu
W	: dikdörtgen yamanın genişliği
λ_d	: dielektrik tabaka içerisindeki dalga boyu
ϵ_0	: Serbest uzay katsayısı
μ_0	: Boşluğun manyetik geçirgenliği
ϵ_{eff}	: Efektif bağlı dielektrik sabiti





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Kablosuz Ağ Standartları[7].	17
Çizelge 3.2 : Uydu Haberleşmesi için Frekans Bandı Tablosu [8].	18
Çizelge 5.1 : Anten Ölçüleri(mm)	50
Çizelge 6.1 : Antenlerin kazançlarının incelenmesi.	51
Çizelge 6.2 : Antenlerin farklı frekanslarda max. ışıma yaptığı aralıklar.	52





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Işıma deseni.....	3
Şekil 2.2 : Işıma deseni kutupsal gösterimi [1].....	4
Şekil 2.3 : Nokta kaynaktan güç akışı [1].	4
Şekil 2.4 : Sağ el kuralı.....	6
Şekil 2.5 : Dalganın ilerleme yönü[2].	7
Şekil 2.6 : Anten yatay pozisyonuna göre polarizasyon[3].....	7
Şekil 2.7 : Anten dikey pozisyonuna göre polarizasyon[3].	7
Şekil 2.8 : Açısal ışınma açıklığı [5].	13
Şekil 2.9 : Verici antenin eşdeğer devresi[2].	14
Şekil 3.1 : 500 pikosaniyelik Gauss zaman ve frekans grafiği.	19
Şekil 4.1 : Mikroşerit anten.	21
Şekil 4.2 : Yama üzerindeki akım dağılımı.	24
Şekil 4.3 : Mikroşerit anten rezonans gerilim,akım, empedans dağılımı[11]	24
Şekil 4.4 : Anten konumuna göre mikroşerit besleme şekilleri	25
Şekil 4.5 : Mikroşerit Hat Besleme Yapısı(Gömme Besleme)[12].	26
Şekil 4.6 : Çeyrek Dalga Dönüştürücü Besleme[12].	26
Şekil 4.7 : Koaksiyel besleme yapısı.	27
Şekil 4.8 : Açıklık kuplajlı besleme yapısı.....	28
Şekil 5.1 : Temel Mikroşerit Anten (Anten1).	30
Şekil 5.2 : Geleneksel Antenin S(1,1) grafiği (Anten1).	30
Şekil 5.3 : (a)2.4GHz (b)2.5GHz 3 boyutlu kazanç grafiği (Anten1).	31
Şekil 5.4 : (a)3.5GHz 3 boyutlu kazanç grafiği (Anten1).	31
Şekil 5.5 : 2 Boyutlu ışınma deseni grafiği (Anten1).	33
Şekil 5.6 : Yarık açılmış Mikroşerit Anten (Anten2).	34
Şekil 5.7 : Yarık açılmış Mikroşerit Anten (Anten2).	34
Şekil 5.8 : 3 Boyutlu kazanç grafiği (Anten2).	35
Şekil 5.9 : 2 Boyutlu ışınma deseni grafiği (Anten2).	38
Şekil 5.10 : Besleme yeri değişiklik yapılan anten (Anten3).	39
Şekil 5.11 : S(1,1) grafiği (Anten3).	39
Şekil 5.12 : Anten3 için 3boyutlu kazanç grafiği.	41
Şekil 5.13 : Anten3 için 2 boyutlu ışınma deseni grafiği.	44
Şekil 5.14 : 2070 MHz kazanç ve ışınma deseni grafiği (Anten3).	45
Şekil 5.15 : 2180 MHz kazanç ve ışınma deseni grafiği (Anten3).	46
Şekil 5.16 : 2520 MHz kazanç ve ışınma deseni grafiği (Anten3).	47
Şekil 5.17 : 5160 MHz Kazanç ve Işınma Deseni Grafiği (Anten3).	48
Şekil 5.18 : 7500 MHz Kazanç ve Işınma Deseni Grafiği (Anten3).	49



GENİŞ BANTLI YAMA ANTEN TASARIMI

ÖZET

Mikroşerit yama anten birçok avantaja sahip ve yaygın olarak kullanılan bir mikrodalga antendir. Kullanım alanları da gün geçtikçe artmaktadır. Bununla birlikte klasik mikroşerit anten, düşük empedans bant genişliği, düşük anten kazancı ve tolerans problemlerine sahiptir. Bu çalışmanın amacı, mikroşerit antenlerde dar bant, kompleks geometrilerle elde edilen geniş bant, düşük anten kazancı gibi elektriksel özelliklerin iyileştirilmesi için basit geometri ile kayda değer kazanç ile geniş bant yama anten geometrisinin geliştirilmesidir.

Mikroşerit yama anten analiz ve tasarımı için değişik modeller incelenmiştir. Farklı şekilde mikroşerit anten yapıları araştırılıp, üç farklı şekilde tasarım sunulmuştur. Geliştirilen bu yeni tasarımda özellikle basit geometri ile anten empedans bant genişliği konusunda iyileştirilme yapılmıştır. Parametrik analizlerle ve analitik incelemelerle, yarık parametreleri ve besleme noktalarının konfigürasyonları ayarlanarak geniş bantlı anten elde edilmiştir. Tasarlanan antenlerde ayarlı yapıların uzunluğu, genişliği, yarık ölçütleri ve besleme noktalarının uygun seçilmesi genişbant mekanizmaların eldesinde önem kazandı çalışmada gösterilmiştir.

Bu tasarımda FR4 epoxy malzeme, dielektrik sabiti (ϵ_r)= 4,4, anten genişliği 50mm ,uzunluğu 55mm taban malzemesi kalınlığı (h)= 1,6 mm alınmıştır ve tanjant kaybı (q)=0,02 kullanılmıştır.

Bu çalışmada ana hedef beslemenin yerinin uygun şekilde değiştirilerek tasarlanan tek yarık açılmış antene göre %100 fazla band genişliği sağlanmasıdır. Geleneksel dikdörtgensel yama antene göre de yaklaşık 4 kat daha fazla band genişliği sağlamaktadır. Geleneksel antenimiz %66, dikdörtgen slot açılmış antenimiz %100 ve öneri olarak sunduğumuz anten %133 oransal bant genişliği sağlayarak Ultra bant genişliği özelliğini bu açıdan sağlamaktadır. Antenimiz düşük frekanslarda x-z düzleminde, frekans arttıkça farklı doğrultularda ışınım yapmaktadır. Farklı frekanslarda, farklı düzlemlerde, farklı açılarda ışınım verilmektedir. Böylelikle anteni çevirmeden düşük frekansta z yönünde, yüksek frekansta farklı açıda max. Işınım yaparak aynı anda farklı uygulamalar için kullanılacak bir anten olmuştur.

Bundan sonraki aşamalarda eğer gerekirse boyutlarının biraz daha küçültülmesi ve ışımada deseninde iyileştirme sağlanması şeklinde amaçlanmaktadır. Ayrıca besleme noktasına anahtarlama düzeneği kurularak, yönlü ışımada farklı açılarda değiştirilerek kontrol edilecek şekilde tasarım yapılması düşünülebilir.

2.4/5.2/5.8-GHz WLAN , 2.5/3.5/5.5-GHz WiMAX ,Uydu Bantlarının (S,C,X) yönlü uygulamalarında, biomedikal uygulamalarda kullanılabilir faydalı bir tasarım olacaktır. Tasarımda gerçekleştirmeler sonlu elemanlar yöntemini kullanan Ansoft High Frequency Structure Simulator HFSS’de yapılmıştır.



WIDEBAND MICROSTRIP PATCH ANTENNA

SUMMARY

The most common type of microstrip antenna is the patch antenna. They are usually employed at UHF and higher frequencies because the size of the antenna is directly tied to the wavelength at the resonant frequency. Also patch antenna provides a maximum directive gain of around 20 dB.

The microstrip antenna (MSA) is one of the most widely used microwave antennas possessing several advantages. However, it presents a low impedance bandwidth, low gain and tolerance problems. Due to the increasing usage of wireless communication applications, the performance improvement studies of such systems has found a growing investigation area in recent years.

The study handle on satellite communication frequencies that are S,C and X bands. Satellite technology is developing fast, and the applications for satellite technology are increasing all the time. Not only can satellites be used for radio communications, but they are also used for astronomy, weather forecasting, broadcasting, mapping and many more applications. Also it can be used WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) that is a family of wireless communication standards based on the IEEE 802.16 set of standards and can be used bidirectional MOBESE application. Also it can be used for WLANs that are based on IEEE 802.11 standards and are marketed under the Wi-Fi brand name. It covers Bluetooth devices and microwave ovens, HomeRF, HiperLAN etc. Also it can be used in biotelemetry system as component of radio antenna.

The aim of this study is to develop a new wideband microstrip patch antenna design for improving the electrical characteristics such as narrow band with simple geometric shapes. In calculation phase the length (L) and width (W) of patch, the length extension ΔL and the effective permittivity (ϵ_{eff}) is related to the permittivity is calculated. In simulation all antennas we have used FR4 substrate having a value of $\epsilon_r=4.4$, loss tangent of 0.02 along with size parameters of 50mm (Width) \times 55mm (Length) \times 1.6mm (Height) that have simple structure of microstrip antenna. These antenna are connected to a 50 Ω SMA connector for signal transmission.

In the research stage of this thesis, different microstrip antenna designs for analysis and design of microstrip antennas were investigated.

There are various methods to increase the bandwidth of microstrip patch antennas. For example by decreasing the Q-factor of the patch and by increasing the substrate height and lowering the dielectric constant the bandwidth of microstrip patch antennas can be increased. Another way could be use of multiple resonators located in one plane. It can also use multilayer configurations with multiple resonators stacked vertically. And lastly very effective way of increasing bandwidth of microstrip antenna is use of impedance matching networks, these are in literature made so far.

It is worth mentioning that the ground plane of the proposed antenna is also a part of the radiating configuration on the ground plane affects the characteristics of the antenna. The gap formed between the rectangular radiation plane and the ground plane significantly affects the impedance performance and was optimised by simulation. and has been optimized to 21.5mm in proposed antenna.

Three different types of design were introduced. Especially in this new design antenna impedance bandwidth is improved with simple geometric shapes that relocating the feedline of the microstrip antenna. Design process has realized in three steps and first of all conventional rectangular patch antenna design which supports some part of the desired communication technologies is done. Second, bandwidth enhancement has been achieved by introducing a rectangular slot in the patch. Third wideband has been achieved by relocating the feedline of the microstrip antenna. In this geometry relocating achieved extreme bandwidth enhancements with %100 to rectangular slot in the patch and nearly four times bandwidth increase to conventional microstrip antenna. The antenna satisfies the requirement of UWB systems with fractional bandwidths of 0.66 percent, 1 percent and 1.33 percent respectively.

Main purposes for the design process are to enhance to bandwidth of the antenna. In the first chapter of the thesis, it mentioned chronologically history of electromagnetic wave's discovery. In the second chapter it mentioned antenna characterization, power flow on the antenna. In the third chapter it mentioned wireless and satellite communication standards. In the fourth chapter it mentioned microstrip antenna features, characteristics and feeding methods. In the fifth and result chapter, the results are discussed by comparing with the design purposes. The performance capabilities of the antenna are summarized. Also a table is prepared for without any changes of the antenna status, it can be used for S band applications in the z direction and bidirectional applications with like $\phi = 110$ for wimax (5.5GHz) applications.

The aim of this study is to design a simple Ultra-Wide Band (UWB) microstrip antenna. Bandwidth enhancement is achieved by properly etching a rectangular slot on the radiating patch of the antenna. Subsequently, feedline location is optimized in order to apply parasitic technique which results bandwidth enhancement.

Proposed antenna could change from an omnidirectional to a directive antenna. It can be observed that the antenna patterns in the xz-plane are almost omnidirectional at low frequencies and as frequency increases pattern bidirectional radiation occurs at high frequencies. This directive has advantage use several application use at the same time. Radiation patterns are displayed for ISM, WLAN, WIMAX and (S, C, X) satellite communication bands. Radiation angles for these communication bands are also investigated. Achieved results are shared in fifth and result chapter. Trying this approach on antennas with different feedline point with switch mechanism could control the directivity of the antenna.

The dielectric loading of a microstrip antenna affects both its radiation pattern, impedance bandwidth and gain. If it chosen low dielectric constant substrate, it could get high gain efficiency than expected at high frequencies.

Also with switch mechanism of feedline can be controlled of direction and maximized utility for this kind of antenna. One of the advantage of the microstrip antenna is using multiple feed points, or a single feedpoint with asymmetric patch structures. In this study specially focused on single feedpoint affect.

The proposed antenna is useful for bidirectional 2.4/5.2/5.8-GHz WLAN bands, 2.5/3.5/5.5-GHz WiMAX bands wireless communication and 2.07/2.18/2.5GHz S band, 5.15GHz C Band,7.5GHz X Band satellite communication. Also it can be used in biotelemetry system for analyzing several physiological parameters from free ranging patients within a transmission range of around 100 metres. The proposed antenna can be practical for UWB applications. All the designed antennas are simulated using Ansoft High Frequency Structure Simulator (HFSS).



1. GİRİŞ

Anteni elektromanyetik dalgaları yaymak veya yakalamak için kullanılan elektronik devre eleman olarak tanımlayabiliriz. 1842'de Joseph Henry, yaptığı deney sırasında üst kattaki mıknatıs ibresinin sapmasını gözlemledi.

1875'te de Edison, topraklanmış antenler geliştirdi ve patent aldı. 1887 yılında H. Hertz ışınma olayının formüle edilmesi üzerine çalıştı, ilk kez polarizasyon kavramı üzerinde durdu. 1897'de Oliver J. Lodge anten devresinde Empedans sözcüğü üzerinde durdu.

1900'lü yıllarda parabolik yansıtıcılar, mercek antenler, açıklık antenler, dalga kılavuzları mikrodalga frekanslarında kullanılmaya başlandı. 1930'lardaki radyo elektroniğindeki gelişmeler mikrodalga antenlerini tekrar gündeme getirdi.

Marconi 1901 yılında, İngiltere - Amerika arasında 15 KW güçlü 820 KHz'lik fan monopol antenle iletişimi gerçekleştirdi. Zenneck 1907 yılında, yer sisteminin uygun olması anteni daha verimli olabileceğini söylemiştir. Marconi 1916-1920 yılları arasında, parabolik bir anteni kullanarak 3,5m dalga boyunda elektromanyetik alan ışınması gerçekleştirdi ve hesaplanan ışınma diyagramının ile ölçülen ışınma diyagramı ile uyum içinde olduğunu gösterdi. [1]

İlk kez 1953 yılında Deschamps tarafından Mikroşerit yama anten kavramı ortaya atıldı. Gutton ve Baissinot daha sonra bir mikroşerit antene patent almışlardır. Howel ve Munson tarafından 1970'lerin başlarında ilk pratik antenler geliştirildi. Bu zamandan beri, mikroşerit antenlerin birçok avantajı kullanılarak yapılan araştırma ve geliştirmeler, mikroşerit yama antenlerin ayrı bir dal olarak yer almasına ve değişik uygulamalara kılavuzluk etmesine öncü olmuştur [2].

Performansları açısından, iyi sonuç veren tasarımlardaki yapılardan yararlanarak, yeni bir geometri oluşturularak tasarım gerçekleştirilmiştir. Tezin konusu olan bir yama anteni genişbandlı tasarlamak için slot geometrisi ve besleme şeridinin yeri değiştirilerek uygun band genişliği, verim elde edilmeye çalışılmıştır. Tezin ikinci bölümünde, Antenler ve özellikleri verilmiştir. nc bölümde, Kablosuz ve Uydu Haberleşmesi standartları, dördüncü bölümünde mikroşerit antenler hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde anten tasarımları yapılarak analiz edilmiştir. Sonuç bölümünde analiz kısmından elde edilen sonuçlar vurgulanmıştır.

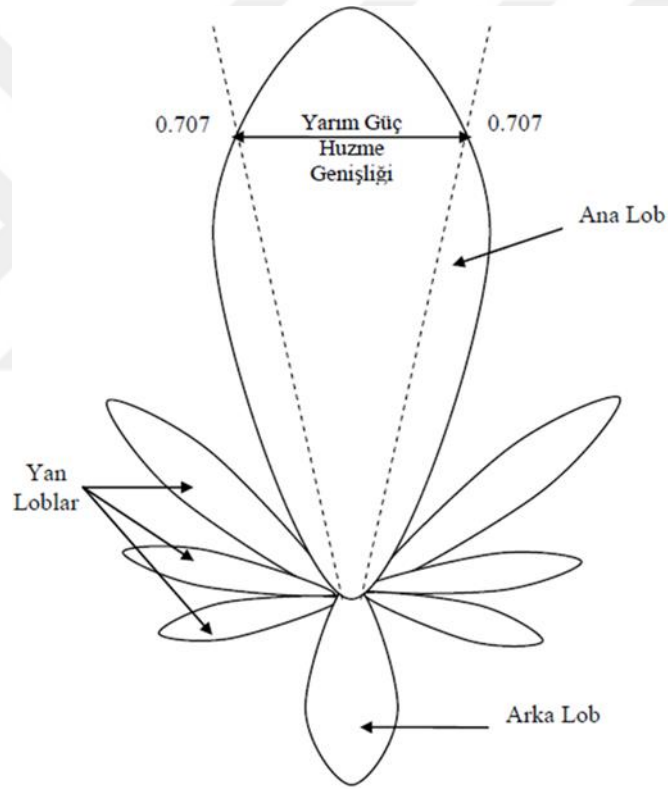


2. ANTENLER

2.1 Temel Anten Parametreleri

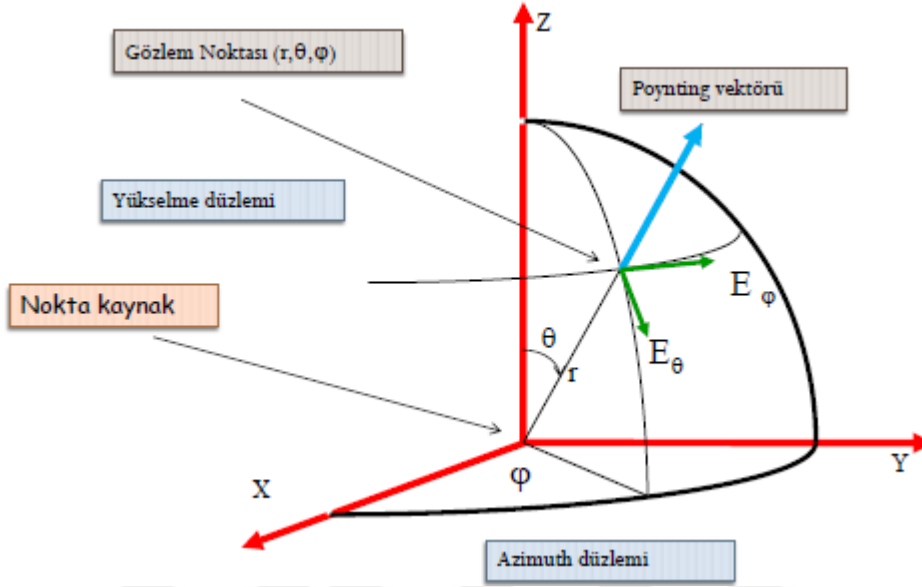
2.1.1 Işıma deseni

Anten ışıma deseni veya anten deseni antenin ışıma özelliklerinin grafiksel gösterimi veya matematiksel fonksiyonu olarak uzay koordinatları cinsinden tanımlanmasıyla oluşur [2]. Işıma deseni bir antenin hangi doğrultuda ne kadar güç ışınladığını belirten eğriye “antenin güç ışıma eğrisi” denir. Antenin ışıma eğrisi, antenin Genlik , Faz , Polarizasyon gibi ışıma özelliklerini açısal koordinatlara (θ ve Φ) bağlı olarak değişiklik gösterir. Işıma deseni Şekil 2.1’de verilmiştir.



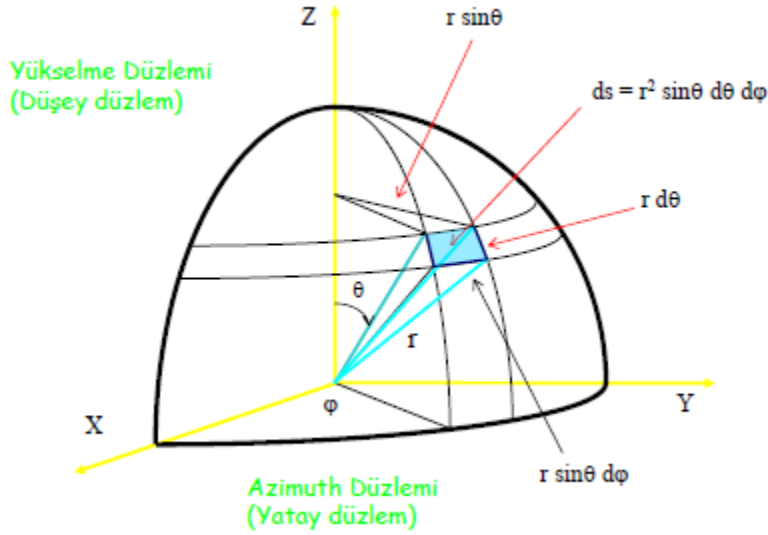
Şekil 2.1 : Işıma deseni.

Antenin kutupsal koordinatlarda ışınma diyagramı Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2 : Işınma deseni kutupsal gösterimi [1].

Nokta kaynaktan güç akışı Şekil 2.3’de gösterildiği gibidir.



Şekil 2.3 : Nokta kaynaktan güç akışı [1].

Steradyan : Görüş hacmini belirten açının (Kati açı) ölçüsüdür. Bir kenarı r olan karenin alanına eşit bir küresel alanı gören kati açının değeri bir steradyandır.

Radyan: Bir dairede yarıçap uzunluğundaki yay parçasını gören merkez açığa eşit açı ölçme birimidir. 1 radyan $180/\pi$ ya da yaklaşık 57,2958 derecedir.

$$4\pi = \frac{S}{r^2} = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi \text{ (sr)} \quad (2.1)$$

Küre üzerinde bulunan alan $ds = dA = r^2 \sin \theta d\theta d\phi$ şeklinde gösterilir.

Küre katı açısı $d\Omega = \frac{dA}{r^2} = \sin \theta d\theta d\phi$ şeklinde gösterilir.

Mesela r yarıçaplı bir küre için, $0 \leq \theta \leq 30^\circ$, $0 \leq \phi \leq 360^\circ$ küresel açıları ile tanımlı olan bir küresel kabuğun Ω_A katı açısı aşağıda ki şekilde gösterilir.

$$\Omega_A = \int_0^{360} \int_0^{30} d\Omega = \int_0^{360} \int_0^{30} \sin \theta d\theta d\phi$$

$\Omega_A = 2\pi \cdot 0.133 = 0,83566$ sr şeklindedir.

Anlık poynting vektörü :

$$\mathbf{W} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (2.2)$$

W: Anlık Poynting vektörü (W/m²)

E: Anlık elektrik alan şiddeti (V/m)

H: Anlık manyetik alan şiddeti (A/m)

Ortalama güç yoğunluğu vektörü: (E ve H değerleri tepe değerleri temsil eder)

$$P_{or} = \frac{1}{2} \text{Re}(\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*) \quad (2.3)$$

Toplam bir yönde ki Işınan güç;

$$P_T = \oint_S P_{or} \cdot dS \text{ [Watt]} \quad dS = r^2 \sin \theta d\theta d\phi \quad (2.4)$$

$$P_T = \oint_S U(\theta, \phi) \cdot d\Omega \text{ [Watt]} \quad d\Omega = \sin \theta d\theta d\phi \quad (2.5)$$

Işıma şiddeti, 2.6' da verilmiştir.

$$U(\theta, \phi) = r^2 P_{or} \text{ [W/sr]} \quad (2.6)$$

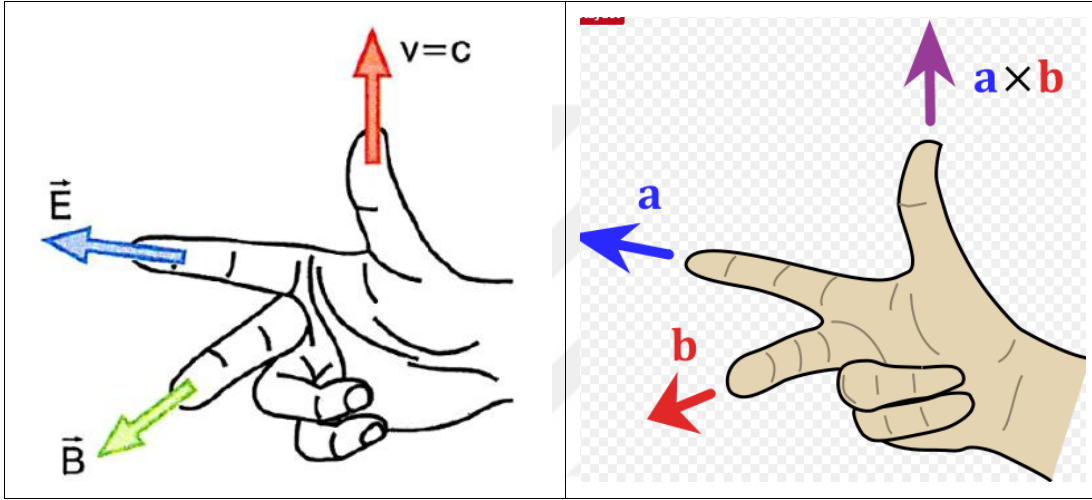
Mesela bir antenin güç yoğunluğu $P_{or} = \frac{A_0 \sin \theta}{r^2}$ [W/m²] olarak verilirse, ışınlanan toplam güç o yönde 2.7'de gösterildiği gibi olur.

$$P_T = \int_S P_{or} dS = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \frac{A_0 \sin \theta}{r^2} \cdot r^2 \cdot \sin \theta d\theta d\phi = \pi^2 \cdot A_0 \text{ [W]} \quad (2.7)$$

şeklinde olur.

2.1.2 Anten polarizasyonu

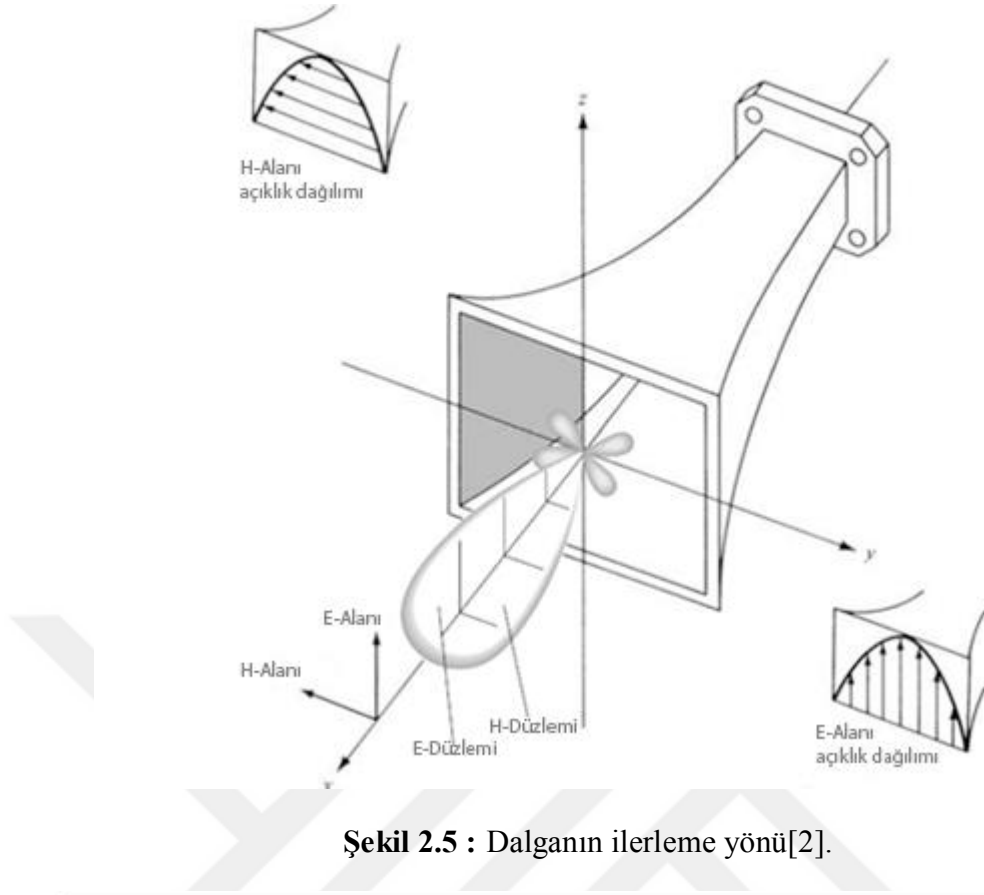
Şekil 2.5’de verildiği gibi antenin pozisyonuna göre elektrik alan bileşenlerinin yönü değişmektedir, dolayısıyla anten polarizasyonu da değişmektedir. Elektromanyetik dalgalar bilgiyi kablosuz ortamda veya kılavuz yapısından bir noktadan başka bir noktaya taşır. Buradaki güç ve enerji elektromanyetik alan ile ilişkilidir. Bu güç için tanımlanan değer anlık Poynting vektörüdür ve bunun sağ el ile gösterimi Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



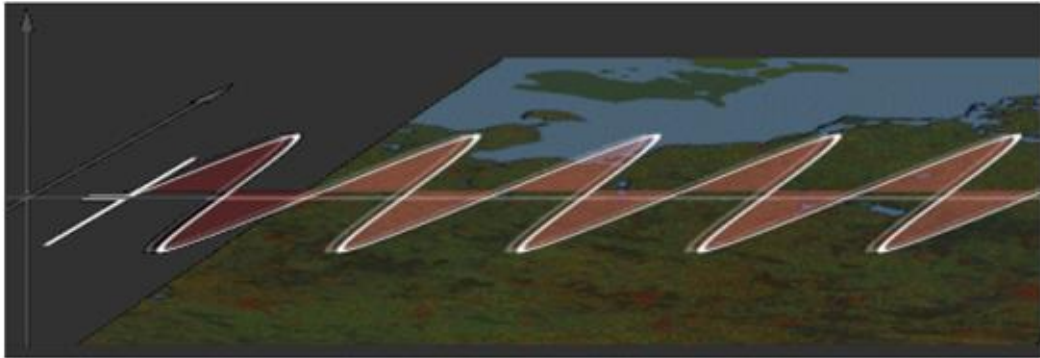
Şekil 2.4 : Sağ el kuralı.

E - düzlemi: Işıma yönü ile elektrik alan vektörünü kapsayan düzlemdir. (bizim tasarımda genel olarak x-z düzlemdir.)

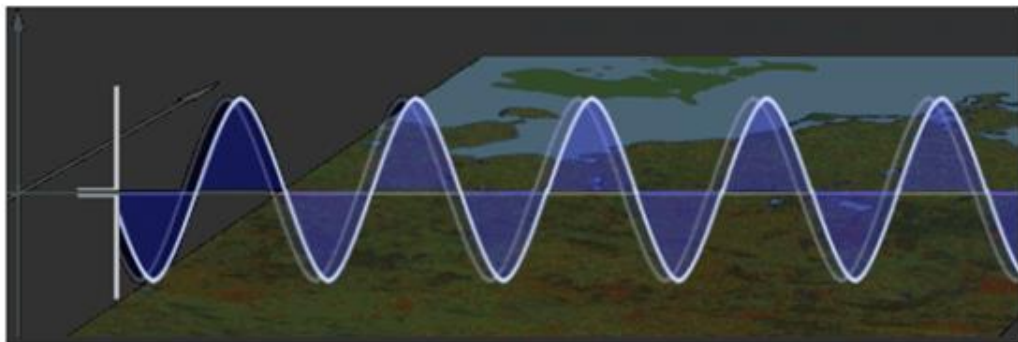
H - düzlemi: Işıma yönü ile manyetik alan vektörünü kapsayan düzlemdir. (bizim tasarımda genel olarak x-y düzlemdir.)



Şekil 2.5 : Dalganın ilerleme yönü[2].



Şekil 2.6 : Anten yatay pozisyonuna göre polarizasyon[3].



Şekil 2.7 : Anten dikey pozisyonuna göre polarizasyon[3].

$$\varepsilon(z, t) = a_x \varepsilon_x(z, t) + a_y \varepsilon_y(z, t) \quad (2.8)$$

Elektromanyetik dalgalar doğrusal, dairesel ve eliptik polarizasyonlu olabilirler [4].

Polarizasyon denkleminin genel ifadesi (2.8)'de verildiği gibidir [4].

2.1.3 Bant genişliği (BW)

S11 yansıma değeri “-10dB” altında olan değerler için bant genişliği hesaplanmaktadır.

$$BW = f_{\max} - f_{\min} \quad (2.9)$$

2.1.4 Anten ışınım verimliliği

Antenin toplam verimliliği e_0 antenin giriş uçlarındaki kayıpları ve antenin yapısındaki malzeme kayıplarını hesaba katmak için kullanılan bir parametredir, bu kayıplar Anten ile iletim hattı arasındaki empedans uyumsuzluğundan kaynaklanan yansıma kayıpları, dielektrik ve iletkenlik kayıpları olarak tanımlanabilir. Antenin toplam verimliliği;

$$e_0 = e_r e_c e_d \quad (2.10)$$

$$e_r = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{R_r}{R_r + R_L} \quad (2.11)$$

e_0 = toplam verimlilik (birimsiz)

e_r = yansıma verimliliği = $(1 - |\Gamma|^2)$ (birimsiz)

e_c = iletkenlik verimliliği (birimsiz)

e_d = dielektrik verimlilik (birimsiz)

Γ = yansıma katsayısıdır

P_{IN} = Antenin Giriş Gücü

P_{out} = antenin yayınladığı toplam güç

R_L = Isıl Kayıp direnci

R_r = Işıma direnci

2.1.5 Işıma şiddeti

$$U = r^2 W_{rad} = r^2 \frac{|E(r, \theta, \phi)|^2}{2\eta} \quad (2.12)$$

E = elektrik alanın şiddeti

η =öz empedansı

W_{rad} =güç yoğunluğunu birimi (Watt/m^2)

r =yarıçap uzunluğu

Mesela bir antenin bir yönde güç yoğunluğu $P_{or} = \frac{A_0 \sin \theta}{r^2} [\text{W}/m^2]$ olarak verilirse

Işıma şiddeti denklem 2.13'deki şekilde hesaplanır;

Nokta Kaynak için U_0 (Işıma şiddeti), θ ve ϕ açılarından bağımsızdır. Denklem 2.13'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$U(\theta, \phi) = r^2 P_{or} (W/sr) = A_0 \sin \theta \quad (2.13)$$

$$P_T = \iint_{\Omega} U_0 d\Omega = U_0 \iint_{\Omega} d\Omega = 4\pi U_0 \quad (2.14)$$

İzotropik bir kaynağın ışıma şiddeti toplam gücün $/4\pi$ bölümüyle elde edilir.

$$U_0 = \frac{P_{rad}}{4\pi} \quad (2.15)$$

2.1.6 Anten kazancı

Kazanç, anten ışıma şiddeti yoğunluğunun, aynı giriş gücü kayıpsız bir izotropik antene verildiğinde oluşan ışıma şiddeti yoğunluğuna oranı şeklinde ifade edilebilir.

$$Kazanç(G) = 4\pi \frac{\text{Işıma Şiddeti}}{\text{Anten tarafından Alınan Toplam Güç}} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (2.16)$$

Kazancın yönlülük $D(\theta, \phi)$ ile ilişkili formülü;

$$G(\theta, \phi) = e_{cd}D(\theta, \phi) \quad (2.17)$$

$U(\theta, \phi)$ =Işıma şiddeti yoğunluğu

P_{IN} =Antene giren güç

$$U(\theta, \phi)=r^2P_{or} [W/sr]$$

P_{or} =Işıma yoğunluğu [W/m²]

e_{cd} =iletkenlik ve dielektrik verimlilik katsayısı

2.1.7 Anten etkin alanı

Antenin etkin alanı (A_e), antenin fiziksel boyutları ve şekli ile ilgilidir Kazanca bağlı formülü;

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} = \frac{4\pi f^2 A_e}{c^2} \quad (2.18)$$

G: Anten Kazancı

A_e : Etkin Alan

f: Taşıyıcı frekans

c: Işık hızı (3×10^8 m/s)

λ : Taşıyıcı dalga boyu

Çizelge 2.1 : Bazı antenlerin güç kazancı ve etkin alan değerleri [5].

Anten Tipi	Etkin Alan A_e (m ²)	Güç Kazancı, G (dBi türünden)
İzotropik (<i>isotropic</i>)	$\lambda^2/4\pi$	1
Sonsuz küçük dipol ya da lup (<i>infinitesimal dipole or loop</i>)	$1,5 \lambda^2/4\pi$	1,5
Yarım-dalga dipol (<i>half-wave dipole</i>)	$1,64 \lambda^2/4\pi$	1,64
Huni (<i>horn</i>), açıklık alanı A	0,81A	$10A/\lambda^2$
Parabolik (<i>parabolic</i>), açıklık alanı A	0,56A	$7A/\lambda^2$
İki çapraz dipol (<i>Turnstile: Two crossed dipoles</i>)	$1,15 \lambda^2/4\pi$	1,15

2.1.8 Yönlendiricilik

Bir antenin yönlülüğü; “antenin belli bir yöndeki ışırma şiddetinin, referans antenin ışırma şiddetine oranı “ şeklinde tanımlanır. Referans anten olarak izotropik kaynak yani tüm yönlü anten seçilir.

Mesela bir antenin bir yönde güç yoğunluğu $P_{Or} = \frac{A_0 \sin \theta}{r^2}$ [W/m²] olarak verilirse Işırma şiddeti;

$$U = r^2 P_{Or} = A_0 \sin \theta \quad (2.19)$$

Maksimum ışırma $\theta=\pi/2$ yönünde ve $U_{max} = A_0$ olur.

Işırılanan toplam güç;

$$P_T = \int_S P_{Or} dS = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \frac{A_0 \sin \theta}{r^2} \cdot r^2 \cdot \sin \theta d\theta d\phi = \pi^2 \cdot A_0 [W] \quad (2.20)$$

Maksimum Yönlülük aşağıda ki şekilde hesaplarız;

$$D_0 = \frac{4\pi U_{max}}{P_T} = \frac{4}{\pi} = 1,27 \quad (2.21)$$

Işırma şiddeti sadece θ 'nın fonksiyonu olduğu için;

$$D = D_0 \sin \theta = 1,27 \sin \theta \quad (2.22)$$

Yöneltilik ve etkin yüzey arasında aşağıda ki bağıntı vardır;

$$A_e = \frac{\lambda^2}{4\pi} D_0 \quad (2.23)$$

2.1.9 Yönlendiricilik kazancı

$$D(\theta, \phi) = \frac{U}{U_0} = \frac{U}{\frac{P}{4\pi}} = 4\pi \frac{U}{P} \quad (2.24)$$

P=Toplam güç

U=Antenin Işıma Şiddeti Yoğunluğu

U₀=İzotropik antenin güç yoğunluğu

2.1.10 Işıma güç yoğunluğu

Aşağıdaki gibi tanımlanır ve birimi (Watt/m²)' dir.

$$W_{rad} = \frac{|E(r, \theta, \phi)|^2}{2\eta} \quad (2.25)$$

E= elektrik alanının şiddeti

η= öz empedansı

2.1.11 Anten ışıma direnci

Antenin dışarı yayınladığı toplam gücün, devreden çektiği akımın etkin değerinin karesine oranıdır şeklinde tanımlanır ve birimi ohm'dur.

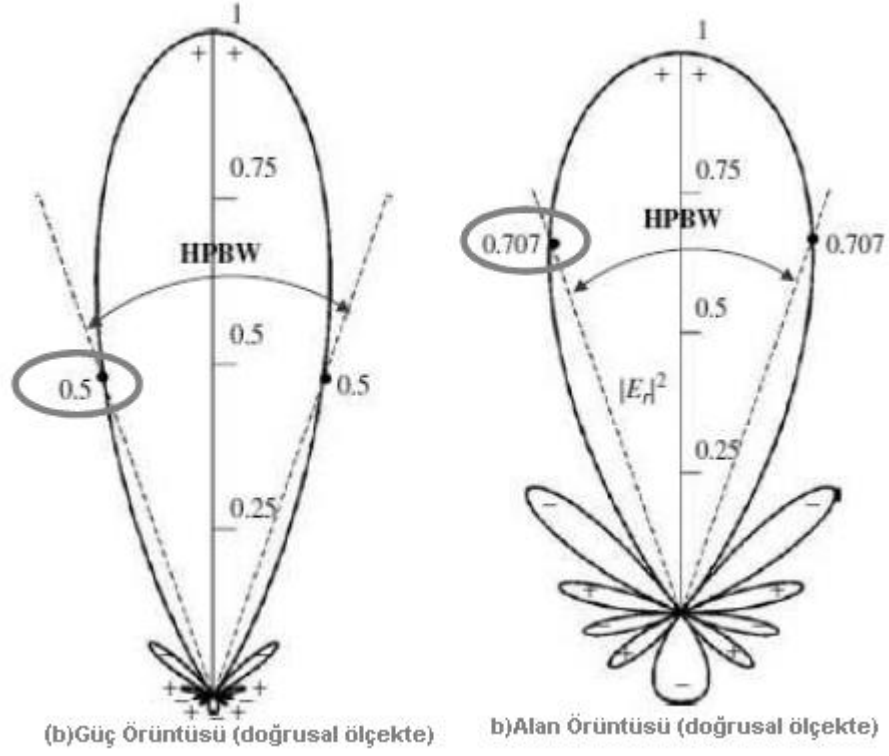
$$R_r = \frac{P_{OUT}}{I^2} \quad (2.26)$$

P_{OUT}: Antenin dışarı yayınladığı toplam güç,

I: çektiği akım,

2.1.12 Açısal ışıma açıklığı (Huzme genişliği HPBW)

Işıma diyagramının yarıya, kazanç diyagramının 3dB, alan diyagramının $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 'ye düştüğü yönler arasındaki açısal genişliktir. Şekil 2.8'de skaler olarak yarıya düştüğü yer ve dB olarak 3 dB düştüğü yer gösterilmiştir.



Şekil 2.8 : Açısal ışıma açıklığı [5].

2.1.13 Anten yansımaya katsayısı

Anten yansımaya katsayısı, antenden geri dönen gerilimin, antenin girişine gelen gerilime oranıdır şeklinde tanımlanır ve birimsizdir.

$$\Gamma = \frac{V_{REFL}}{V_{INC}} = \frac{Z_A - Z_0}{Z_A + Z_0} \quad (2.27)$$

V_{INC} : Antenin girişine ulaşan gerilim,

V_{REFL} : Antenden geri dönen gerilim,

Z_A : anten empedansı,

Z_0 : antenin besleme hattının karakteristik empedansı

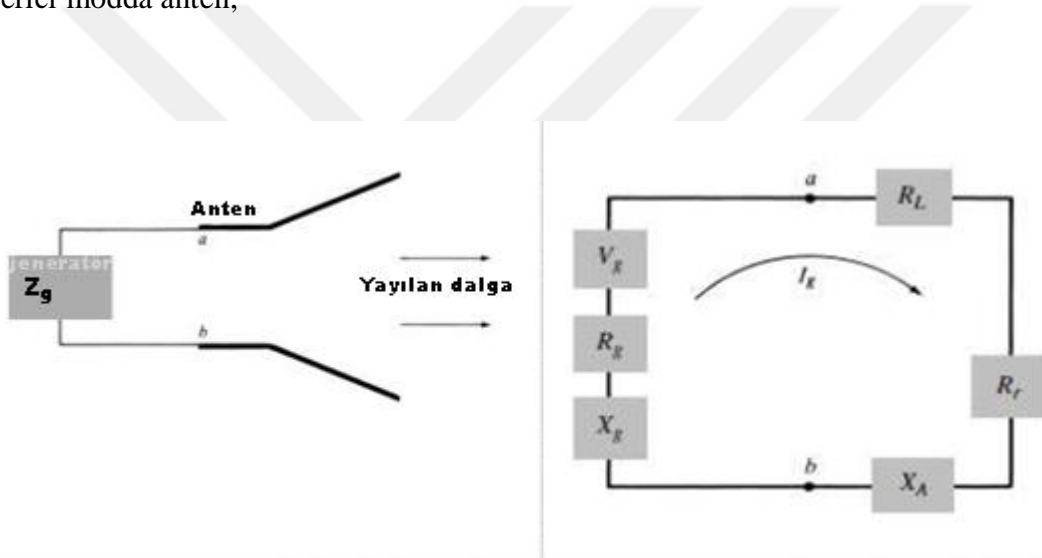
Empedans uygunluğu sağlandığında, $Z_A = Z_0$ olacağı için anten yansımaya katsayısı sıfır olur ve gelen güç tamamen antene aktarılır.

2.1.14 Giriş empedansı

- Antenin uçlarında anten tarafından gösterilen empedans
- Anten uçlarındaki voltajın, akıma oranı,
- Elektrik alan bileşenlerinin, manyetik alan bileşenlerine oranı olarak tarif edilebilir [6].

Anten giriş empedansı ile iletim hattı karakteristik empedansı uygunluğu sağlanamadığında, anten terminalinde kaynak yönünde ilerleyen yansıyan dalga oluşur. Geriye dönen bu enerji anten sisteminin genel veriminde azalmaya neden olur.[6]

Verici modda anten;



Şekil 2.9 : Verici antenin eşdeğer devresi[2].

Devreden akan Akım

$$I_g = \frac{V_g}{Z_t} = \frac{V_g}{Z_A + Z_g} = \frac{V_g}{(R_g + R_L + R_r) + j(X_A + X_g)} \quad (2.28)$$

Devreden akan akımın genliği;

$$|I| = \frac{|V_g|}{\sqrt{(R_g + R_L + R_r)^2 + (X_A + X_g)^2}} \quad (2.29)$$

Işıma için antene verilen güç P_r ;

$$P_r = \frac{1}{2} |I_g|^2 R_r = \frac{|V_g|^2}{2} \left[\frac{R_r}{(R_r + R_L + R_g)^2 + (X_A + X_g)^2} \right] \quad (2.30)$$

Antende ısı olarak harcanan güç P_L ;

$$P_L = \frac{1}{2} |I_g|^2 R_L = \frac{|V_g|^2}{2} \left[\frac{R_L}{(R_r + R_L + R_g)^2 + (X_A + X_g)^2} \right] \quad (2.31)$$

Kaynakta ısı olarak harcanan güç P_g ;

$$P_g = \frac{|V_g|^2}{2} \left[\frac{R_g}{(R_r + R_L + R_g)^2 + (X_A + X_g)^2} \right] \quad (2.32)$$

$Z_A = R_A + jX_A$: Anten empedansı (Ohm), $R_A = R_r + R_L$: Anten direnci (a-b uçlarındaki anten rezistansı) (Ohm), R_r : Radyasyon direnci (Ohm), R_L : Kayıp direnci (Ohm), X_A : Anten reaktansı (Ohm), V_g : Kaynak çıkış gerilimi (Volt), $Z_g = R_g + jX_g$: Kaynak empedansı (Ohm), R_g : Kaynak direnci (Ohm), X_g : Kaynak reaktansı (Ohm)
Kaynak ve anten empedansları, reel ve imajiner ifadelerden oluşmaktadır. Anten tasarımı yapılırken imajiner kısmın "0" ve reel kısmın anten tasarımı için belirlenen sınırdaki olması istenmektedir. İmajiner kısım istenilen empedans değeri için sıfır değerinde bulunmaz ise antende büyük kayıplar meydana gelir ve istenilen frekansta ışımaya yapamadığı görülür.

Antene maksimum güç transferinin sağlanabilmesi için aşağıdaki eşitliklerin sağlanması gerekmektedir.

Eşlenik uyum olduğu zaman antene gönderilen güç maksimum olur. Bunun için;

$$R_g = R_L + R_r = R_A, \quad X_g = -X_A \text{ olmalıdır.}$$

Eşlenik uyum sırasında antende harcanan toplam güç, kaynakta harcanan güce eşit olur.

$$P_r + P_L = P_g = \frac{|V_g|^2}{8} \left[\frac{1}{(R_r + R_L)^2} \right] \quad (2.33)$$

2.1.15 Gerilim duran dalga oranı (VSWR)

İletim hattı boyunca oluşan maks. gerilim ile min. gerilim arasındaki orandır.

V_{MAX} :Gerilimin maksimum değeri,

V_{MIN} :Gerilimin minimum değeri

Γ = anten yansımaya katsayısı

olmak üzere, aşağıdaki gibi tanımlanır ve birimsizdir.

$$VSWR = \frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = \frac{1 - \Gamma}{1 + \Gamma} \quad (2.34)$$

Empedans uygunluğu sağlanan antenlerde $VSWR$ değeri 1 olur. Empedansın en uygunsuz olduğu durumlarda ($\Gamma = 1$ veya $\Gamma = -1$) ise sonsuza gider.

2.1.16 Anten geri dönüş kaybı

Geri dönüş kaybı, yükte kaybolup yansımaya olarak gelmeyen güç miktarının bir parametresidir. Bilindiği gibi, verici ve anten empedansı değerleri uyuşmadığı zaman duran dalgalardan kaynaklanan kayıplar fazla olmaktadır. Geri dönüş kaybı ilgili frekans aralığı -9.95 dB'in altında olmalıdır.

$$L_R = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{REFL}}{P_{INC}} \right) = 20 \log_{10} (|\Gamma|) \quad (2.35)$$

3. KABLOSUZ ve UYDU HABERLEŞMESİ STANDARTLARI

3.1 Giriş

Kablosuz ağ standartları 1997 yılından itibaren Elektrik-Elektronik Mühendisleri Enstitüsü, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), tarafından geliştirilmeye başlanmıştır. Geliştirilen bu standardın genel adı IEEE 802.11'dir. 802.11 standardı kablosuz yerel ağ, WLAN (Wireless Local Area Network), üzerinden iletişim kurarken kullanılan kuralları temsil eder. IEEE 2.4 GHz frekansında çalışan, maksimum 75 metreyi kapsayan, 1-2 Mbps aralığında veri iletimi hızı sunan bu standardın teknolojik gelişmeler sonucunda yetersiz hale gelmesiyle, 802.11x adı verilen standartlar serisini geliştirmeye başlamıştır. Arada farklar olmasına rağmen temel olarak 802.11 ailesi aynı iletişim kurallarını kullanır. 802.11a, 802.11b, 802.11g ve yeni geliştirilen 802.11n bu standartlardan en çok kullanılanlardır.

Çizelge 3.1 : Kablosuz Ağ Standartları[7].

Kategori/Standart	Max. Veri Oranı (Data Rate)	Frekans (Hz)	Mesafe (Bina İçi)	Mesafe (Bina Dışı)
IEEE 802.11 (1997)	2 Mbps	2.4GHz	20 m	100 m
IEEE 802.11a (Wi-Fi)	54 Mbps	5.2GHz	35 m	120 m
IEEE 802.11b (Wi-Fi)	11 Mbps	2.4 GHz	38 m	140 m
IEEE 802.11g (Wi-Fi)	54 Mbps	2.4 GHz	38 m	140 m
IEEE 802.11n (Haziran 2009)	248 Mbps	2.4GHz, 5.2 GHz	70 m	250 m
IEEE 802.11y (Haziran 2008)	54 Mbps	3.7 GHz	50 m	5000 m
IEEE 802.16 (WiMAX)	70 Mbps	10-66 GHz	-	50 000 m
IEEE 802.16a (WiMAX)	70 Mbps	2-11 GHz	-	-
HiperLAN1	20 Mbps	5.2GHz	-	-
HiperLAN2	54 Mbps	5.2GHz	-	-
HomeRF	10 Mbps	2.4GHz	45 m	-
Bluetooth	1 Mbps	2.4GHz	10 m	-

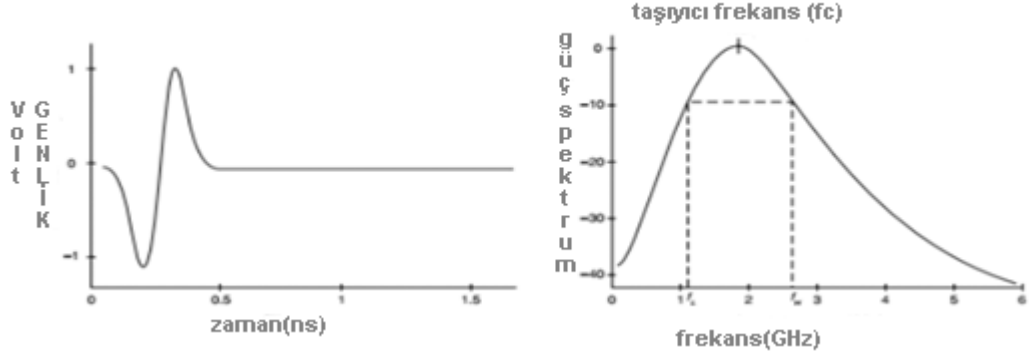
Çizelge 3.2 : Uydu Haberleşmesi için Frekans Bandı Tablosu [8].

Band	Milli Frekans Planında Uydu Haberleşme Frekans Bandı		Milli Frekans Planında Uydu Haberleşme Planı
	Downlink Frekans (GHz)(uydu-yer)	Uplink Frekans (GHz)(yer-uydu)	
VHF	137.0-138.0MHz	148.0-150.05MHz	Mobil Uydu Hizmeti
VHF/UHF	144-146MHz	432.0-438.0 MHz	Amatör Uydu Hizmeti
L	1518-1559MHz	1610.0-1626.5MHz 1626.5-1660.5MHz 1668-1675MHz	Mobil Uydu Hizmeti
L/S	2483.5-2550MHz	1610-1626.45MHz	Mobil Uydu Hizmeti
S	2170-2200MHz	1980-2010MHz	Mobil Uydu Hizmeti
S	2025-2110MHz	2200-2290MHz	Yer Gözlem Uydu Hizmeti
C	Besleme Link: 5091-5250 MHz	Besleme Link: 6875-7055 MHz 6875-7055 MHz Rx GLOBALSTAR Besleme Link	Mobil Uydu Hizmeti
C	3400-4800MHz	5850-7075MHz	Sabit Uydu Hizmeti
X	7250-7750 MHz	7900-8400 MHz 8025-8400 MHz	Sabit Uydu Hizmeti Yer Gözlem Uydu Hizmeti

3.2 Ultra Geniş Bant (UWB)

UWB işaretlerinin band genişliği 500 MHz' den daha büyük ya da kademeli band genişliği (fractional bandwidth) tüm iletilenden %20 daha fazla olmalıdır. Kademeli band genişliği faktörü dar band, geniş band ve UWB olarak sınıflandırabiliriz. Bu kademeli band genişliği şu şekilde ifade edilir [9].

$$B_f = \frac{BW}{f_c} \times 100\% = \frac{(f_h - f_l)}{(f_h + f_l)/2} \times 100\% = \frac{2(f_h - f_l)}{(f_h + f_l)} \times 100\% \quad (3.1)$$



Şekil 3.1 : 500 pikosaniyelik Gauss zaman ve frekans grafiği.

Bu Gauss işaretini kademeli band genişliği bakımından incelediğimizde. Alçak ve yüksek kesim frekansını 1.2 ve 2.8 GHz olarak alırsak minimum kademeli band genişliği;(band genişliği/merkez frekansı)

$$B_f = 2x \frac{(2,8 - 1,2)}{(2,8 + 1,2)} x 100\% \quad (3.2)$$

UWB için kademeli bant genişliğinin %20'den büyük olması gerektiğinden bahsetmiştik. Burada bir sınıflandırma yapacak olursak;

Dar Band $B_f < 1\%$

Geniş Band $1\% < B_f < 20\%$

UWB $B_f > 20\%$

UWB Uygulama Alanları, çeşitli uygulama alanları görebiliyoruz. Özellikle yüksek hızlı WPAN. Radar, pozisyon belirleme ve düşük güçte çalışan sensör uygulamalarında kullanıldığını görüyoruz.



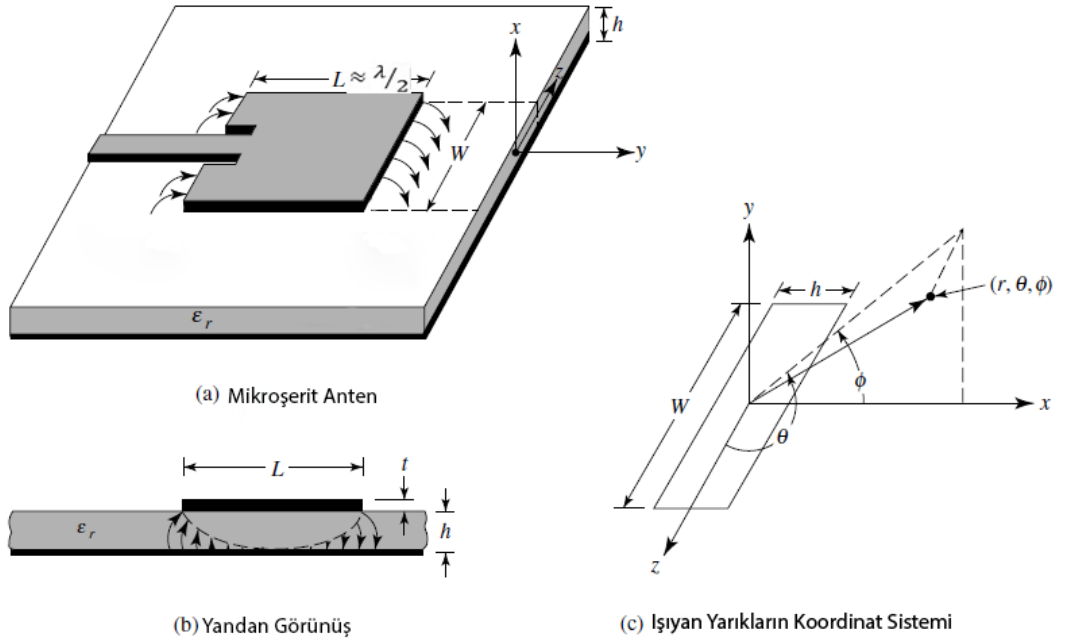
4. MİKROŞERİT ANTENLER

4.1 Giriş

1953 yılında Deschamps tarafından Mikroşerit yama anten kavramı ilk kez ortaya atıldı. Gutton ve Baissinot daha sonra bir mikroşerit antene patent almışlardır. İyi dielektrik tabanların mevcut olmamasından dolayı, pratik antenler üretilene kadar yirmi yıl geçti . 1970' lerin başlarında, Howel ve Munson tarafından ilk pratik antenler geliştirildi. O zamandan beri, mikroşerit antenler sayısız avantajı kullanılarak yapılan araştırma ve geliştirmeler; mikrodalga antenlerinin geniş alanda uygulamalara kılavuzluk etmesine öncü olmuştur [10].

4.2 Mikroşerit Antenler Hakkında Genel Bilgi

Şekil 4.1' de görüldüğü gibi, bir mikroşerit antenin basit görünüşü, bir tarafında toprak levhası bulunan dielektrik alt tabaka ile ($2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$) diğer tarafında ışınım yapan yamadan oluşur [10].



Şekil 4.1 : Mikroşerit anten.

Kalınlığı (h) $0,003\lambda - 0,05\lambda$ arasında değerler almaktadır. Taban malzemesinin dielektrik değerinin küçük, kalınlığının büyük olması durumunda, antende ideal ışınım sağlanmakta ve frekans bant genişliği de artmaktadır [2]. Fakat taban malzemesinin kalınlığının artması yüzey dalgalarının oluşumuna neden olur, bu da anten veriminin düşmesine ve anten ışınım diyagramının bozulmasına neden olabilir. Dielektrik tabanların elektriksel özellikleri dielektrik sabiti ve kayıp tanjantı ile belirlenir. Kayıp tanjantı değeri arttıkça, anten verimi azalır. Bu nedenle dielektrik taban malzemesi olarak genellikle düşük tanjantlı malzemeler tercih edilir [11].

Mikroşerit yama antenler 100 MHz – 50 GHz frekans aralığındadır. Kazancı 20 DB'lere kadar çıkmaktadır. Mikroşerit antenlerin, alışılmış mikrodalga antenlerine göre belli başlı avantajlarından bazıları şunlardır:

- Hafiflik, küçük hacim ve düşük profilli yüzeysel görünümün olması.
- Düşük üretim maliyetinin olması, buna bağlı olarak seri üretimin kolaylığı vardır.
- Kompakt olduklarından, buldukları yerin aerodinamiğini bozamaz.
- Antenler, uydu ve roketlere kolayca monte edilebilir.
- Besleme yerinde polarizasyonda değişiklikler yapılabilir.
- Mikroşerit yama antenler modüler tasarıma uygundur.

Mikroşerit antenler diğer mikrodalga antenler ile karşılaştırıldığında genel olarak şu eksileri vardır:

- Bant genişlikleri dardır.
- Kazançları kayıplardan dolayı düşüktür.
- Maksimum kazanç yaklaşık 20dB' dir.

Pek çok pratik tasarım için, mikroşerit antenlerin artıları, eksilerine göre daha fazladır. Araştırma geliştirme çalışmalarının devam etmesi ve mikroşerit anten kullanımının daha çok artmasıyla, mikroşerit antenlerin pek çok uygulama için alışılmış antenlerin yerine geçmesi muhtemeldir. Genel olarak kullanıldığı alanlar,

- Kablosuz Sistemler,
- Uydu haberleşmesi,

- Silahların otomatik ateşlenmesi,
- Biomedikal alanlarda, implant antenler ve sensör içeren giysiler,
- Çevresel enstrümantasyon ve uzaktan algılama (telemetri sistemler)dir.

Mikroşerit antenlerin kullanışlılığının fark edilmesinin artmasıyla, bu uygulamaların sayısı giderek artmaya devam edecektir [12].

Mikroşerit antenlerin boyutlarında bazı oynamalar yapılarak iyileştirme sağlanabilir. Örneğin kullanılan dielektrik yapının kalınlığı artırılarak verimlilik %90 (yüzey dalgalarını oluşmaması durumunda), band genişliği ise %35 oranlarında artırılabilir. Ancak bu kalınlık artışı aynı zamanda yüzey dalgalarının oluşmasına neden olarak köşelerden ve süreksizlik noktalarında ışıma gerçekleşmesine ve doğal olarak da güç kaybına, verimliliğin düşmesine, istenilen ışıma ve polarizasyon karakteristiklerin bozulmasına sebep olur. Bu nedenle verimlilik artışı sağlayacak farklı yöntemler de göz önünde bulundurulmalıdır [11].

4.2.1 Mikroşerit yama antenlerin genel boyutlarının hesaplanması

Aşağıdaki eşitsizlikler genellikle sağlanmaktadır;

λ_0 serbest uzay dalga boyu, t , yama kalınlığı: $t \ll \lambda_0$, h iletkenler arasındaki mesafe: $0,003 \lambda_0 < h < 0,05 \lambda_0$, ϵ_r dielektrik sabiti: $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$, L dikdörtgen yamanın uzunluğu: $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$ [11].

Bunun yanında antenin uzunluğu, antenin rezonans frekansını da belirler ve dikdörtgensel bir yama için yaklaşık $\lambda_0/2$ kadardır. Aslında antenin elektriksel boyutu kenarlardan saçılan alan nedeniyle fiziksel boyutundan büyüktür ve aradaki fark, kullanılan dielektrik malzemenin kalınlığına ve dielektrik sabitine bağlıdır. Bu durum da göz önüne alındığında λ_d dielektrik tabaka içerisindeki dalga boyunu göstermek üzere rezonans uzunluk ifadesi aşağıdaki şekilde gösterilir.

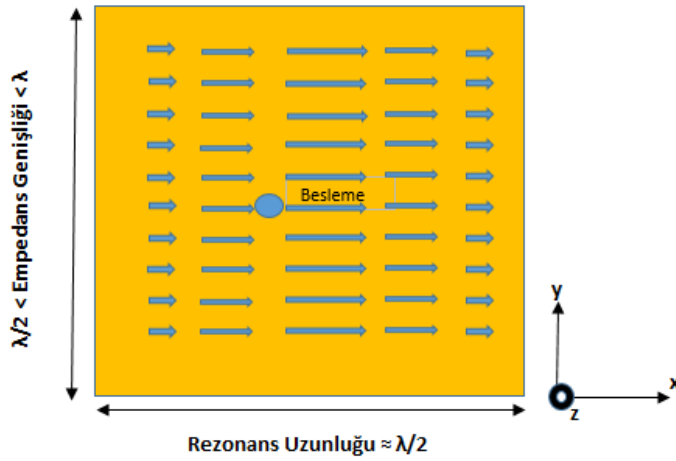
$$L \approx \frac{c}{2f_c \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{2f_c \sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0}} \quad (4.1)$$

W parametresi ise giriş empedansının kontrol edilmesi bakımından önemlidir. Daha geniş W değerleri band genişliğinin artmasını sağlamaktadır [12].

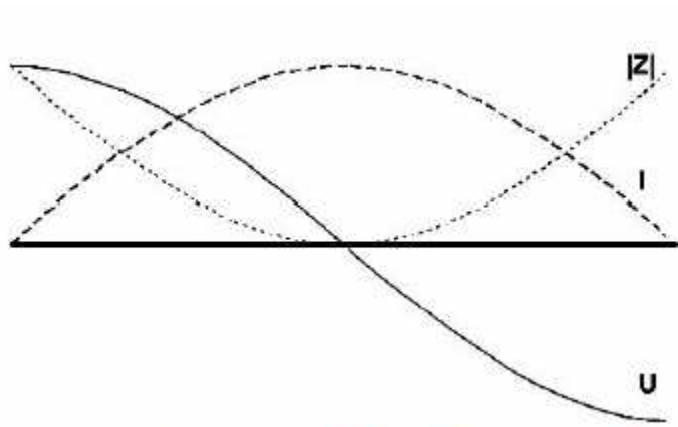
$$W = \frac{1}{2f_c \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f_c} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (4.2)$$

Bunun yanında rezonans frekansını etkileyebilecek diğer parametreler aşağıdaki gibidir:

- Toprak yüzeyinin boyutu,
- İletken yamanın kalınlığı,
- İletken yamanın genişliğidir.



Şekil 4.2 : Yama üzerindeki akım dağılımı.



Şekil 4.3 : Mikroşerit anten rezonans gerilim, akım, empedans dağılımı [11]

4.2.2 Mikroşerit yama antenlerin bant genişliği

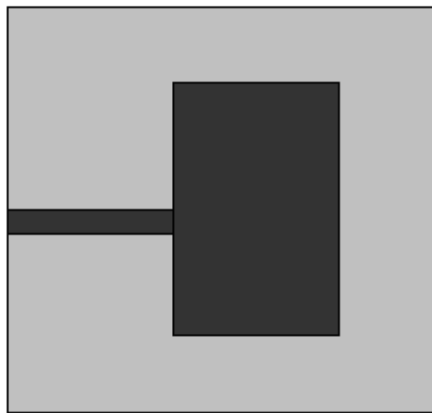
Alt katman kalınlaştıkça ve dielektrik katsayısı düştükçe bant genişliği artar. Alt tabakada bulunan toprak iletkenin dielektrik tabakanın yarı uzunluğuna yakın seçilmesi ve üst yüzeyde ki iletken yamanın bir biriyle örtüşür şekilde olmaması bant genişliğinde artış sağlayan unsurlardan biridir. Bant genişliğini artıran diğer bir faktör besleme şeridinin iletkene gömmeli şekilde girintili şekilde yapılması bant genişliğini artıran bir faktördür. Şekil 4.5’de ki gibi bu girinti geometrisinde yapılacak değişiklikler bant genişliğine doğrudan etkisi olan değişiklerdir. Ayrıca Band genişliği için, düşük dielektrik sabitli, kalın bir anten alt katmanı kullanmak tercihlerden biridir. Bu bahsedilenler gibi, Mikroşerit anten bant genişliğinin geliştirilmesine yönelik birçok teknik bulunmuştur.

4.3 Mikroşerit Antenlerde Besleme Çeşitleri

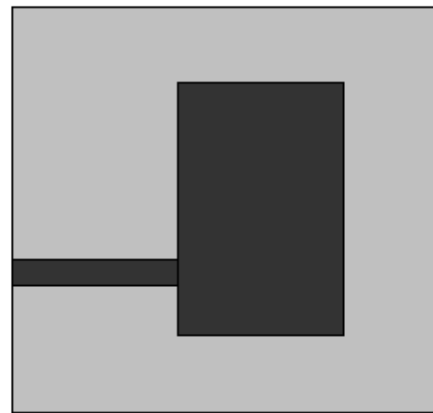
Hangi teknikle anten beslemesinin yapılacağı genellikle tasarlanan anten yapısına bağlıdır ve kullanılan besleme yöntemi antenin giriş empedansı ve polarizasyonu üzerinde büyük önem taşır. Bu nedenle anten beslemesinde empedans uyumunun sağlanması gerekmektedir.

4.3.1 Mikroşerit Besleme

Basit yapısı, tasarım ve üretiminin kolay olması mikroşerit besleme yönteminin en önemli avantajıdır. Şekil 4.4’de anten konumuna göre mikroşerit besleme şekilleri yer almaktadır.

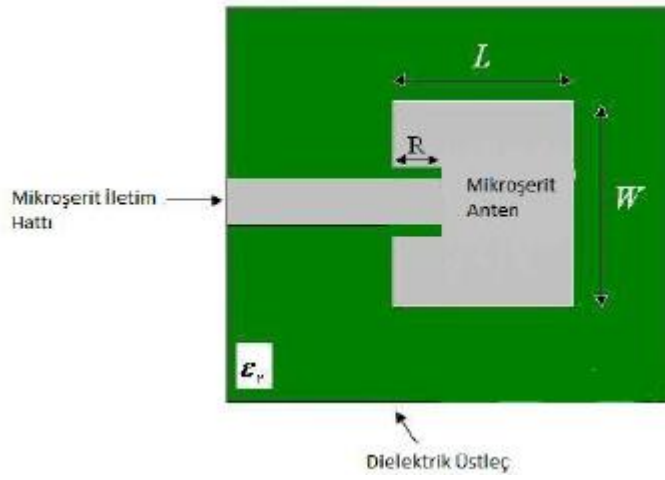


a) Merkezi besleme

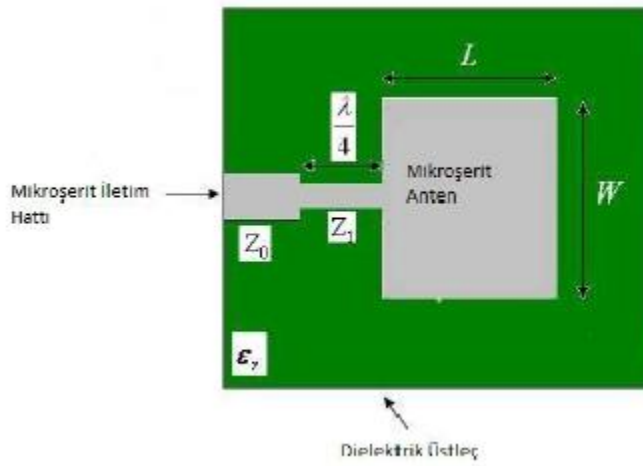


b) Merkez dışı besleme

Şekil 4.4 : Anten konumuna göre mikroşerit besleme şekilleri



Şekil 4.5 : Mikroşerit Hat Besleme Yapısı(Gömme Besleme)[12].



Şekil 4.6 : Çeyrek Dalga Dönüştürücü Besleme[12].

Mikroşerit Hat besleme Şekil 4.5'te görüldüğü üzere doğrudan mikroşerit antene bağlanabilmektedir. Yamanın uç kısmında, genellikle empedans değeri 50 Ohm'dan çok büyüktür (örneğin 200 Ohm). Bu nedenle empedans uyumsuzluğundan kaçınmak için Şekil 4.6'de yer alan çeyrek dalga dönüştürücüler kullanılmaktadır. Böylece, büyük giriş empedansları 50 Ohm'luk hat ile uyumlu hale gelmektedir [12].

Şekil 4.6’te gösterilen gömme besleme yapısı kullanıldığında giriş empedans değeri 4.3 şekilde hesaplanmaktadır:

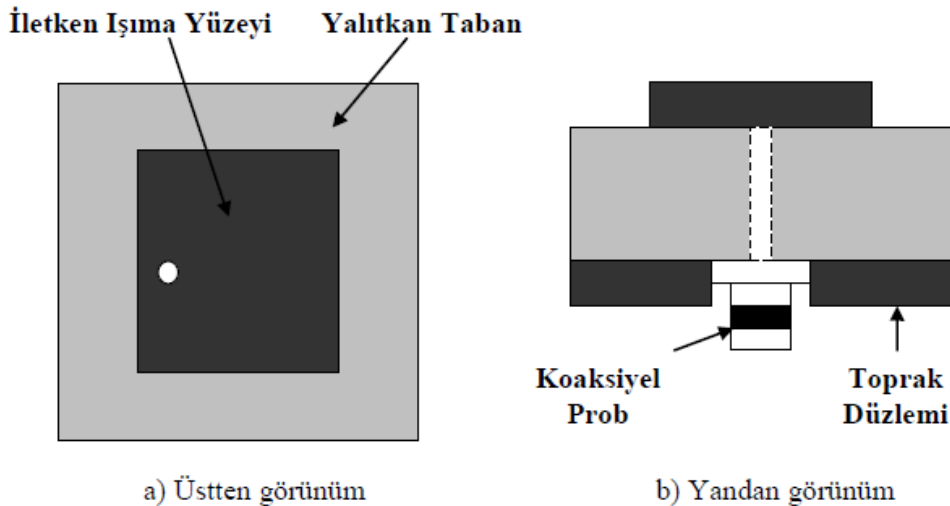
$$Z_{in}(R) = \cos^2\left(\frac{\pi R}{L}\right)Z_{in}(0) \quad (4.3)$$

Burada $Z_{in(0)}$ beslemenin mikroşerit antenin uç kısmından yapılması durumundaki empedansı ifade etmektedir. Bu yöntem, giriş empedans değerine istenen değeri uydurmak için kullanılmaktadır[12]. Şekil 4.6’te gösterilen çeyrek dalga dönüştürücü besleme modeli kullanıldığında giriş empedansının(Z_{in}) iletim hattı empedansına(Z_0) eşit yapılması amaçlanmaktadır. Anten empedansı Z_A , çeyrek dalga dönüştürücüsü Z_1 ile ifade edilmektedir. Z_1 parametresi büyüklüğü çeyrek dalga dönüştürücü iletim hattının genişliği ile ters orantılı olarak değişmektedir. Çeyrek dalga dönüştürücü hattın başlangıcından görülen giriş empedansı aşağıda ki denklem ile ifade edilmektedir.

$$Z_{in} = Z_0 = \frac{Z_1^2}{Z_A} \quad (4.4)$$

4.3.2 Koaksiyel besleme

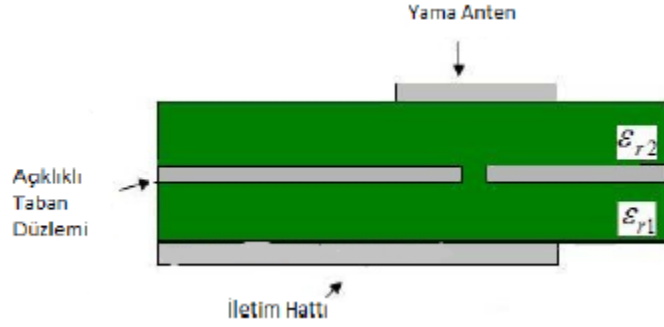
Koaksiyel kablunun işaret taşıyan iç ucunun iletken ışımaya yüzeyine, topraklama için kullanılan dış kılıfının ise toprak düzlemine bağlanması ile gerçekleştirilir.



Şekil 4.7 : Koaksiyel besleme yapısı.

4.3.3 Açıklık kuplajlı besleme

Bu yöntemde, iletim hattı taban düzleminin bir ucunda bulunarak, iletken ve üzerinde açıklığa sahip bir düzlemlerle taban düzleminin diğer ucunda bulunan yama antenden ayrılmaktadır. Üst tarafta bulunan dielektrik üstleç elektriksel geçirgenliği düşük bir malzemeden yapılabilmektedir



Şekil 4.8 : Açıklık kuplajlı besleme yapısı

5. ANTEN TASARIMI VE BENZETİMİ

5.1 Ansoft HFSS Yazılımı

5.2 Anten Yapısı ve Benzetimi

Bu çalışmada analizi yapılan antenler, çift metalik yüzeye sahip, Mikroşerit besleme yöntemiyle besleme yapılan anten yapısındadır. Benzetim aşamasında FR4 dielektrik malzemesi $\epsilon_r=4,4$, loss tangent=0,02, kalınlığı $h=1,6$ mm ortak değerleri için analizler yapılmıştır.

5.2.1 Anten1 yapısı

Anten1 olarak isimlendirdiğimiz, geleneksel yapıda olan ilk antenimiz Şekil5.1'de geometrileri verilmiştir. Bu tasarımda amaç, geleneksel mikroşerit anten yapısının bant genişliğini artırmak için yapılan adımları belirtmektir. Antenimizin boyutları şu şekilde hesaplanmıştır. En düşük frekansımız 2GHz'de rezonansa olacak şekilde Mikroşerit antenimiz tasarlandı. Yamanın L, W değerleri aşağıda ki şekilde hesaplandı.

$$L \approx \frac{c}{2f_c \sqrt{\epsilon_r}} = 3,58 \text{ cm}$$

L=Yama uzunluğu

c=ışık hızı

f_c =antenin çalışma frekansı

ϵ_r =dielektik katsayısı

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{30}{2 * 2} \sqrt{\frac{2}{4,4 + 1}} = 4,56 \text{ cm}$$

μ_0 : Boşluğun manyetik geçirgenliği

ϵ_0 : Boşluğun dielektrik sabiti

ϵ_r : Bağlı dielektrik sabiti

f_r :Rezonans frekansı

Saçak etkilerine göre gerçek L değerini bulmak istersek; $\frac{W}{h} > 1$

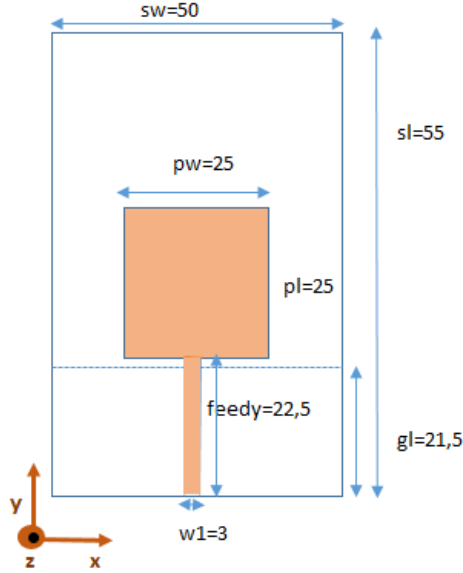
$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{1,6}{4,56} \right]^{-1/2} = 3,44$$

ϵ_{eff} : Efektif bağlı dielektrik sabiti

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \Delta L = 0,66 \text{ cm}$$

Yamanın gerçek uzunluğu $L = \frac{\lambda}{2} - 2\Delta L = 2,26 \text{ cm}$

Şekil 5.1’de anten ölçüleri (mm olarak) verilmiştir.

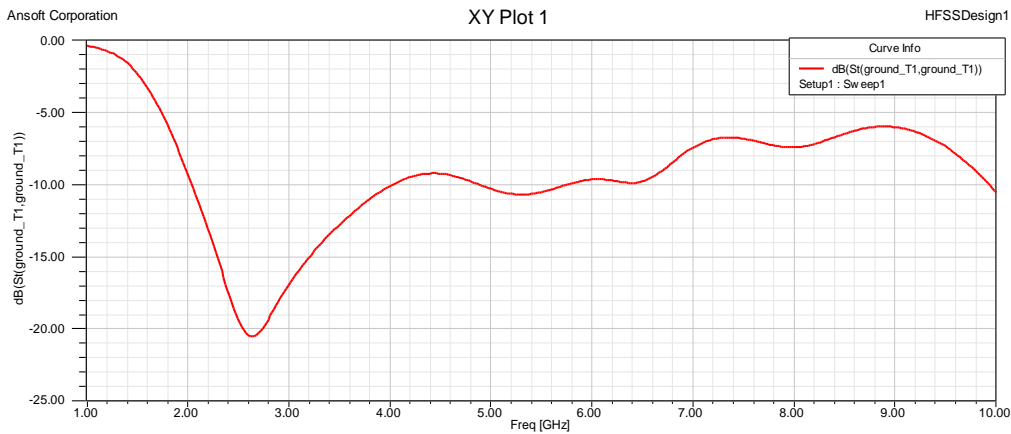


Şekil 5.1 : Temel Mikroşerit Anten (Anten1).

Geleneksel Antenin S(1,1) grafiği (Anten1) Şekil 5.2’de verilmiştir. Band genişliğinin 2GHz - 4GHz arasında 2GHz’lik bir bant genişliğine sahip olduğu gösterilmiştir. UWB olarak bakacak olursak;

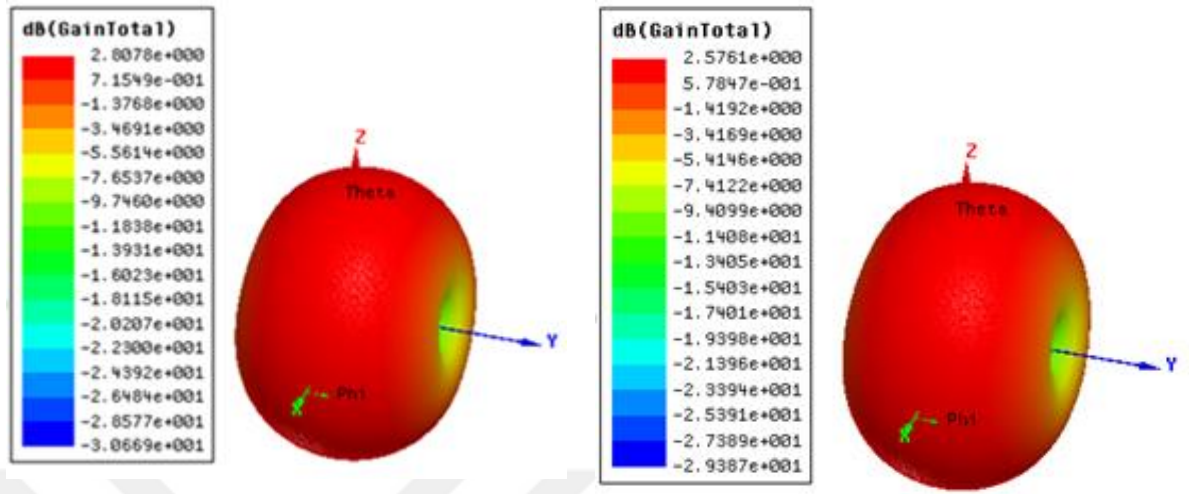
$$B_f = 2x \frac{(4-2)}{(4+2)} x 100\% = 66\% \text{ UWB olduğunu söyleyebiliriz.}$$

Geleneksel yama antenin (Anten1)’in yansımaya katsayısı S11 grafiği Şekil 5.2’ de gösterilmiştir.

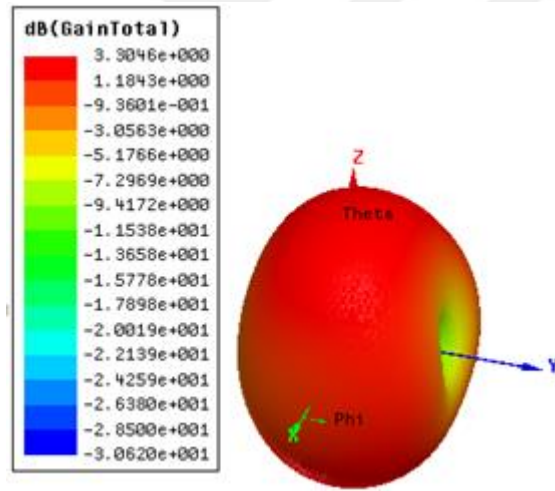


Şekil 5.2 : Geleneksel Antenin S(1,1) grafiği (Anten1).

Geleneksel yama antenin (Anten1) farklı frekanslarda kazanç grafikleri Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de gösterilmektedir.

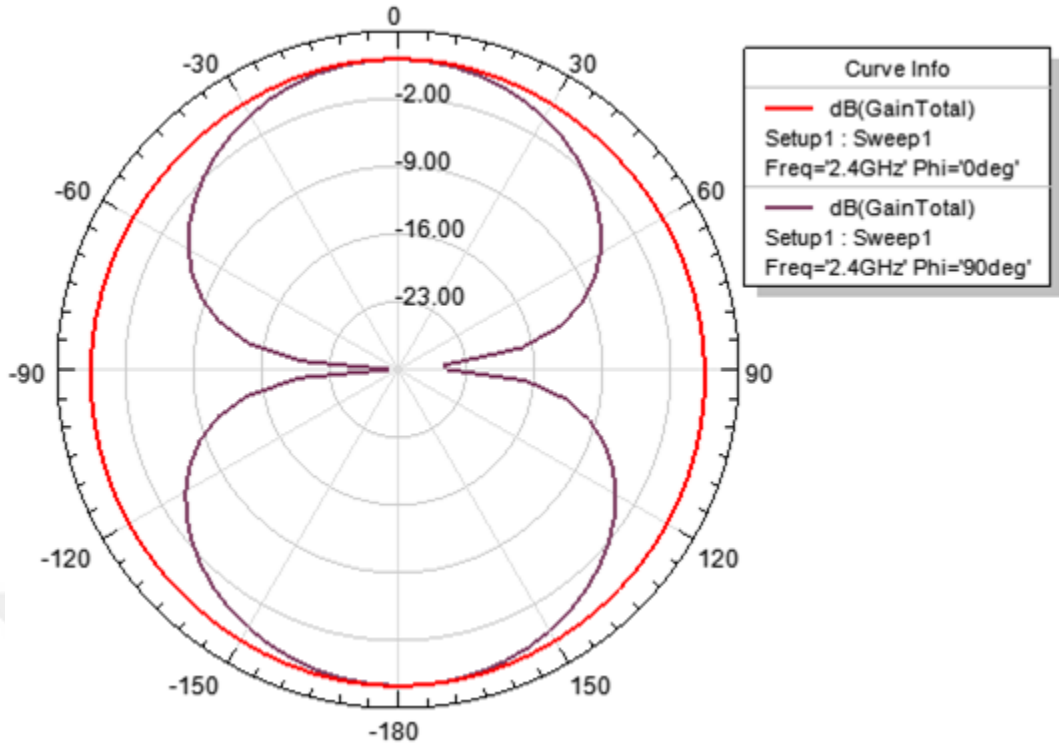


Şekil 5.3 : (a)2.4GHz (b)2.5GHz 3 boyutlu kazanç grafiği (Anten1).

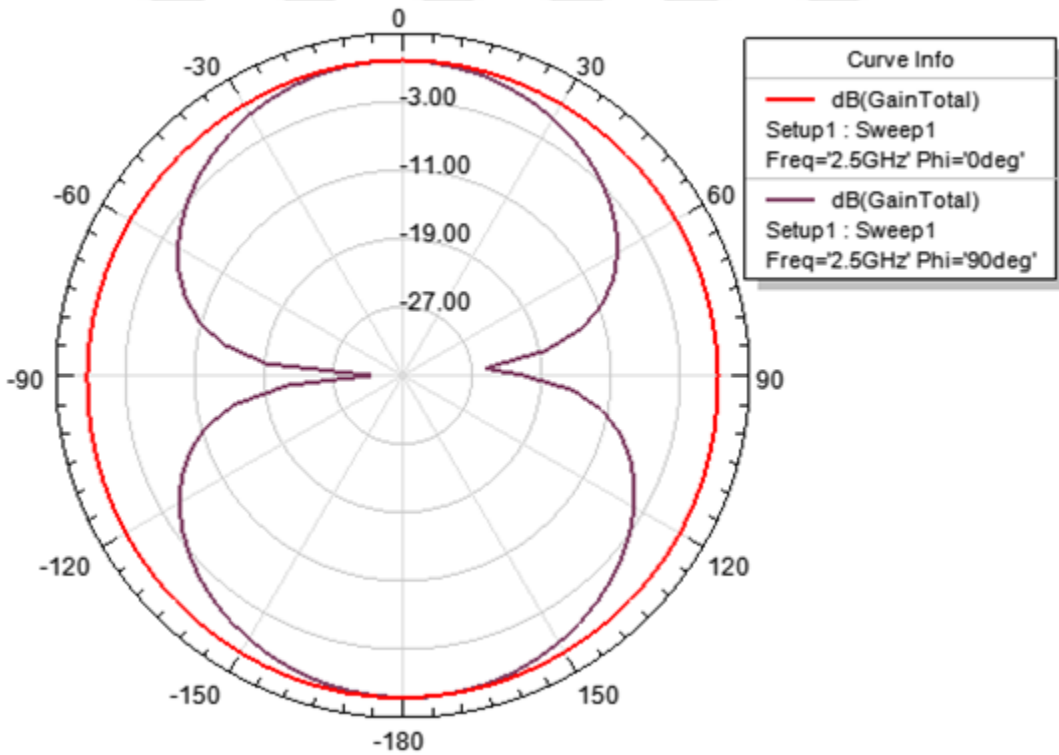


Şekil 5.4 : (a)3.5GHz 3 boyutlu kazanç grafiği (Anten1).

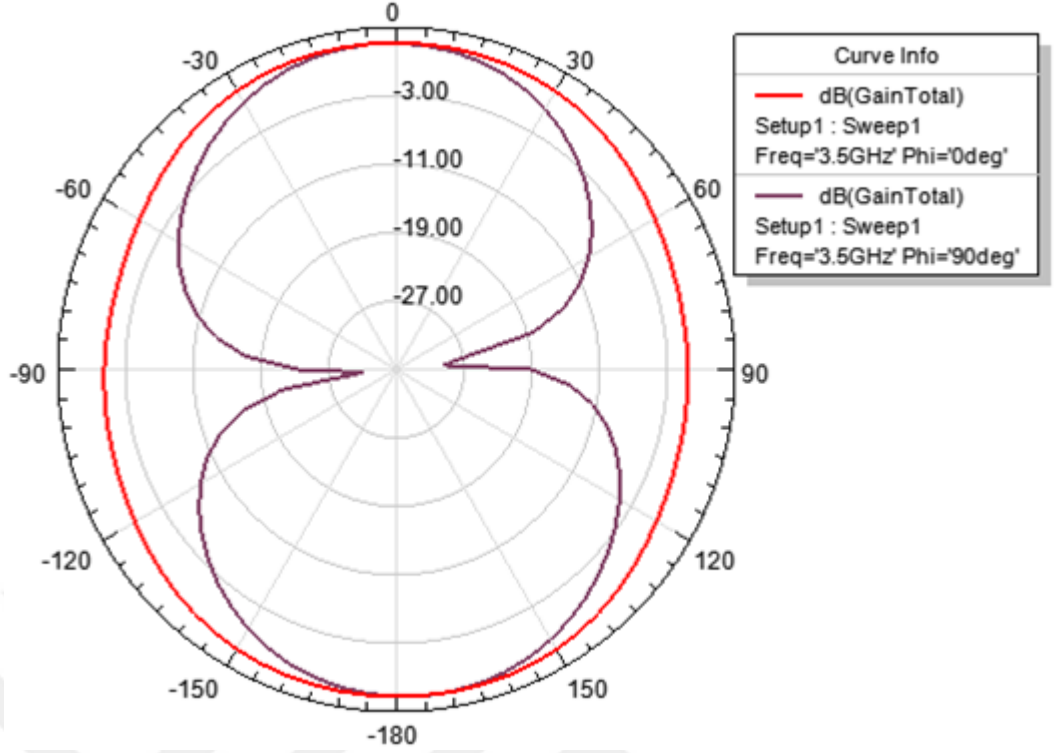
Anten1 için (geleneksel anten) 2 boyutlu ışınma deseni Şekil 5.5’de gösterilmektedir. Işınma deseninin max. yönde ışınma yaptığı yön (açı) GainTotal’de yaklaşık olarak karar verilip buna göre GainTotal’de ışınma deseni çıkarılmıştır. E ve H düzlemi bir birine dik düzlemler olduğu Phi=90 derecede çıkarılmıştır. Şekil 5.5’de 2.4GHz, 2.5GHz ve 3.5GHz max. ışınma yaptığı yön için GainTotal ışınma deseni verilmiştir.



a) 2.4 GHz Phi=0 ve Phi=90



b) 2.5 GHz Phi=0 ve Phi=90



c) 3.5 GHz Phi=0 ve Phi=90

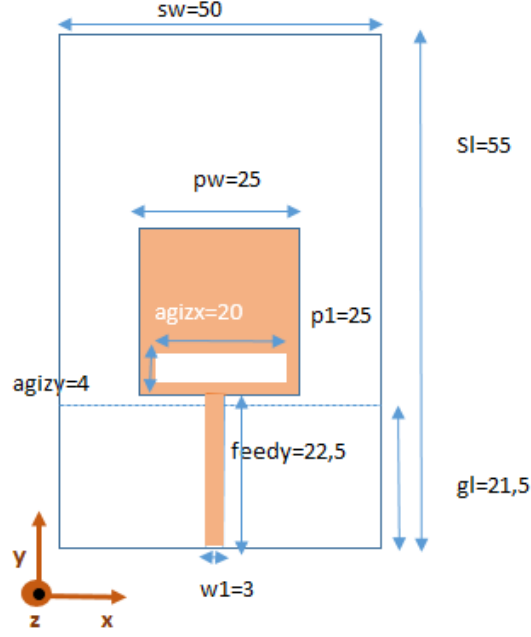
Şekil 5.5 : 2 Boyutlu ışıma deseni grafiği (Anten1).

5.2.2 Anten2 yapısı

Şekil 5.6'de ikinci antenimizde bir adet yarık açılmıştır. Band genişliğinin 1,8GHz ile 6GHz arasında yaklaşık 4GHz olduğu görülmektedir. Yarıkın besleme şeridine olan uzaklığı 2mm 'dir ve band genişliğinde etkisi olan bir unsurdur.

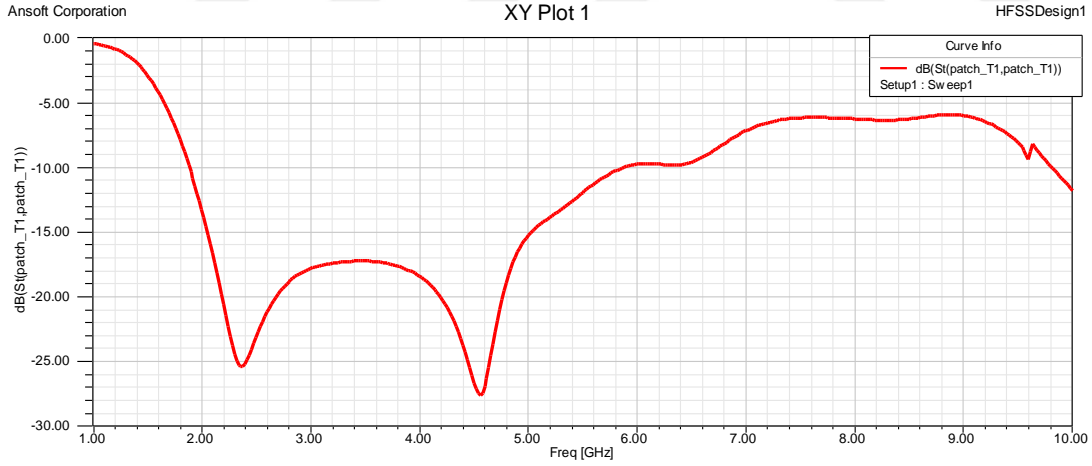
UWB olarak bakacak olursak;

$$B_f = 2x \frac{(6-2)}{(6+2)} x 100\% = 100\% \text{ UWB olduğunu söyleyebiliriz.}$$



Şekil 5.6 : Yarık açılmış Mikroşerit Anten (Anten2).

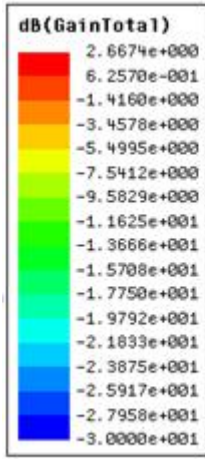
Geleneksel antenimizden yarık açıldıktan sonra ki Antenimizin (Anten2) $S(1,1)$, Kazanç ve Işıma Deseni grafikleri Şekil5.7, Şekil 5.8 , Şekil 5.9 ve Şekil 5.10’da gösterilmektedir.



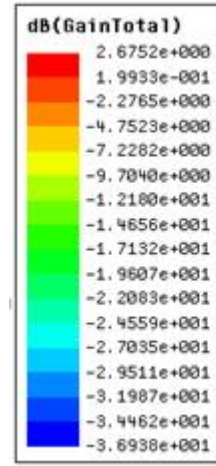
Şekil 5.7 : Yarık açılmış Mikroşerit Anten (Anten2).

Anten2’de band genişliğinin 1,82GHz ile 6GHz arasında yaklaşık 4GHz olduğu görülmektedir.

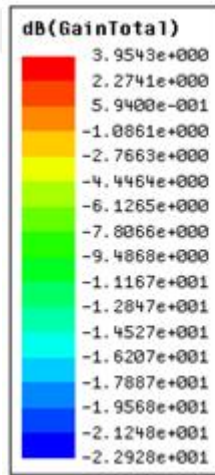
Geleneksel yama antenden yarık açılmış (Anten2)’nin farklı frekansları için kazanç grafikleri Şekil 5.8 gösterilmektedir.



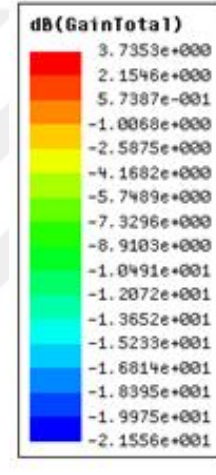
a) 2.4GHz



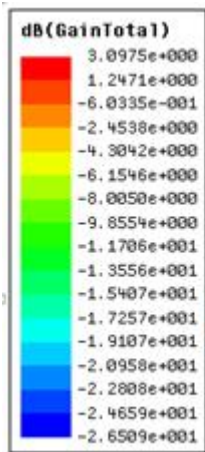
b) 2.5GHz



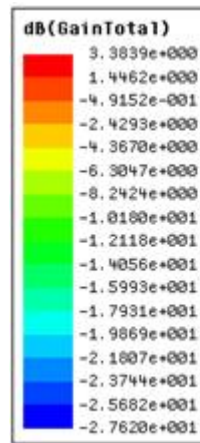
c) 3.5GHz



d) 5.2 GHz



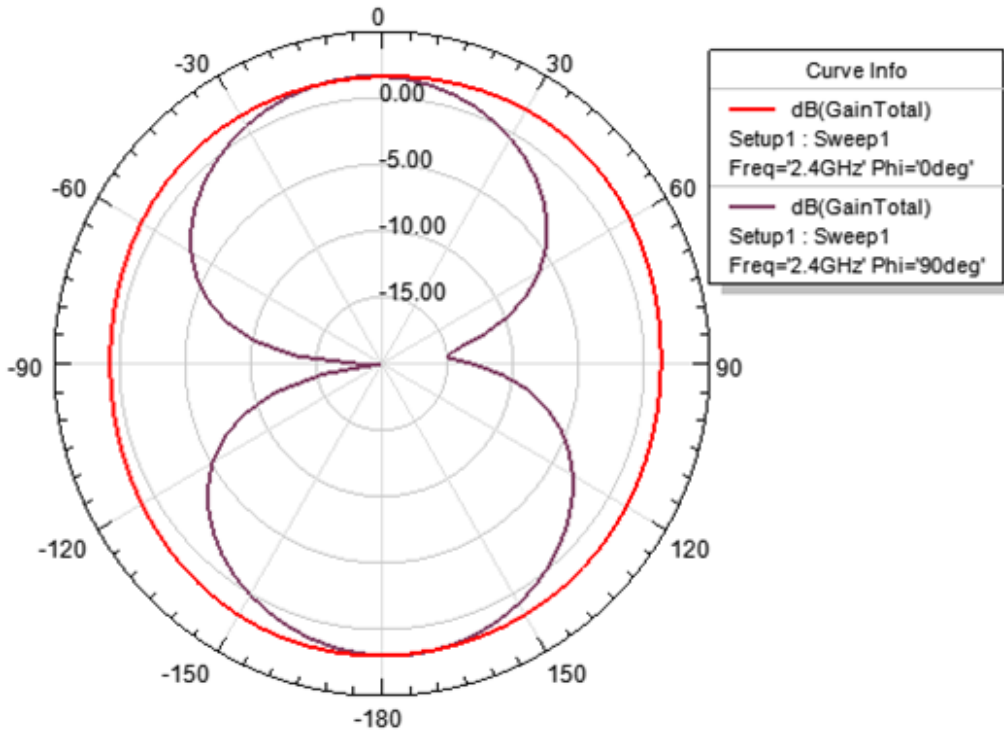
e) 5.5GHz



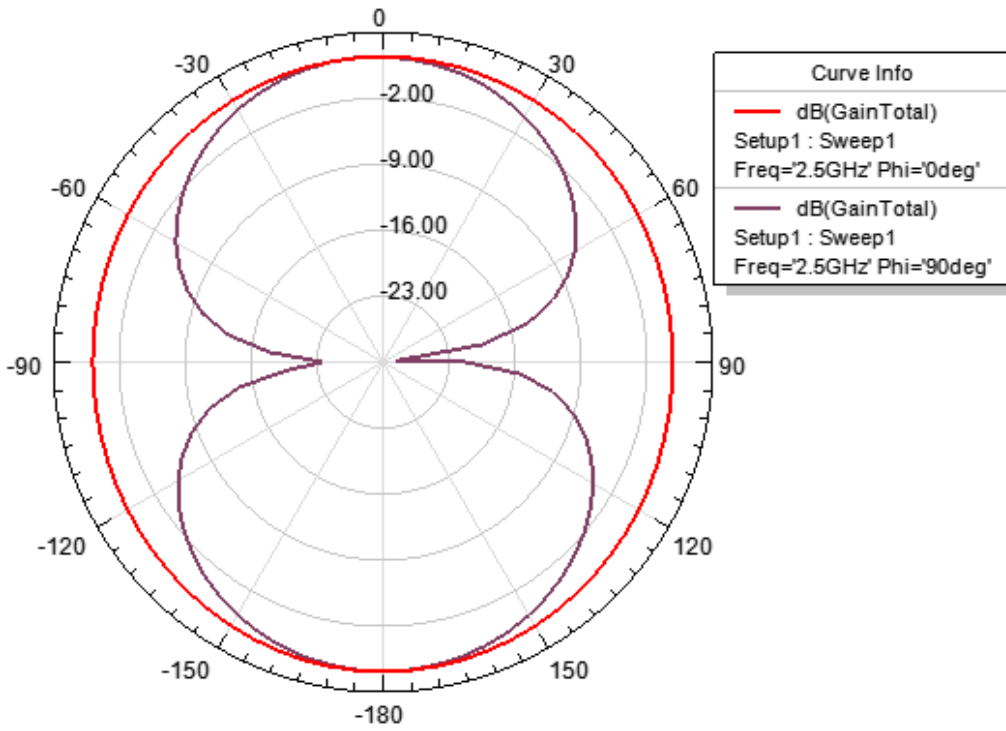
f) 5.8GHz

Şekil 5.8 : 3 Boyutlu kazanç grafiği (Anten2).

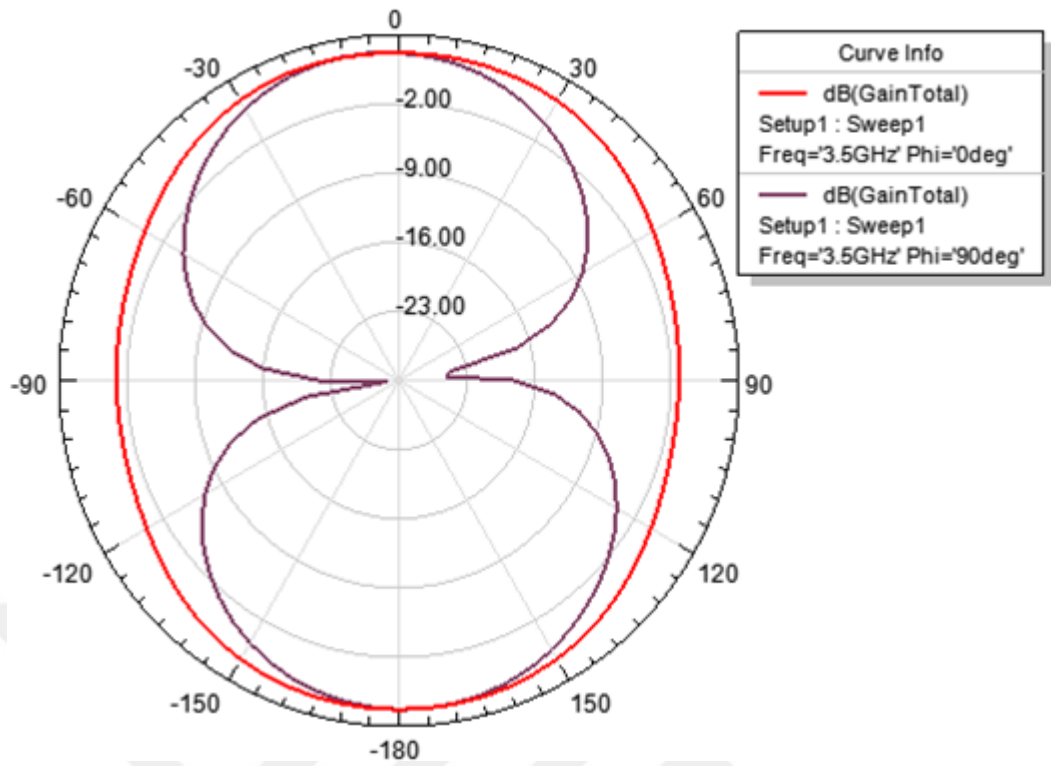
Geleneksel Antenden yarık açılan Anten(2) için 2.4GHz, 2.5GHz, 3.5GHz, 5.2GHz, 5.5GHz, 5.8GHz ışıma deseni grafikleri Şekil 5.9’da gösterilmektedir.



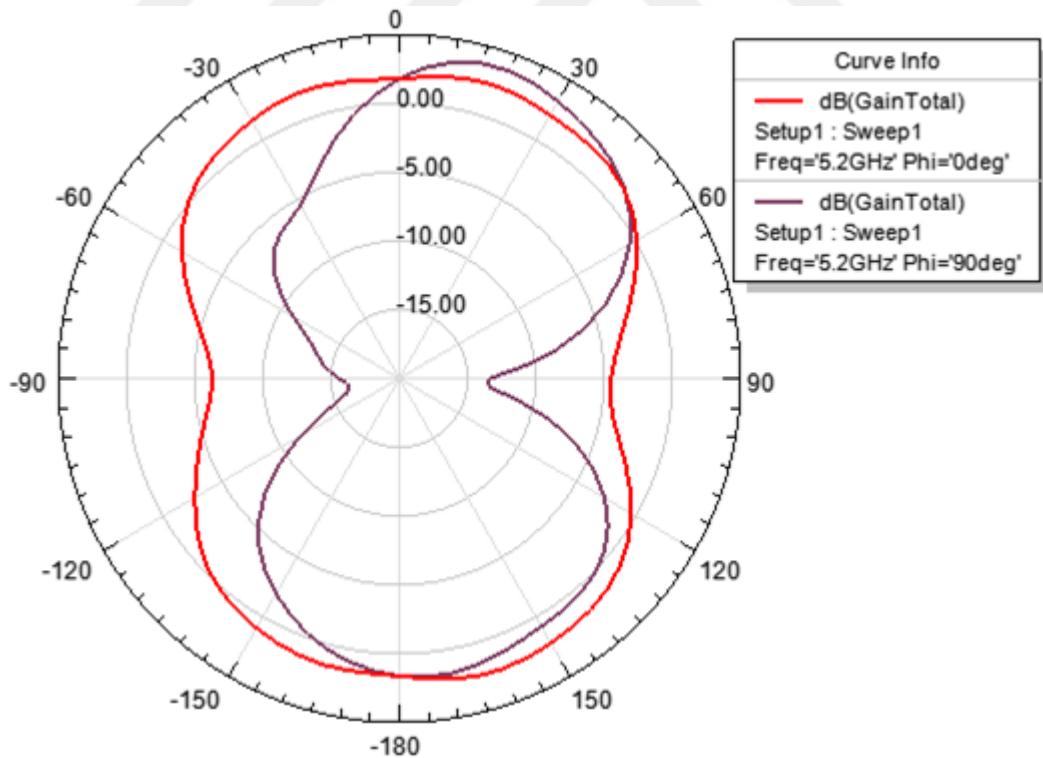
a) 2.4 GHz Phi=0 ve Phi=90



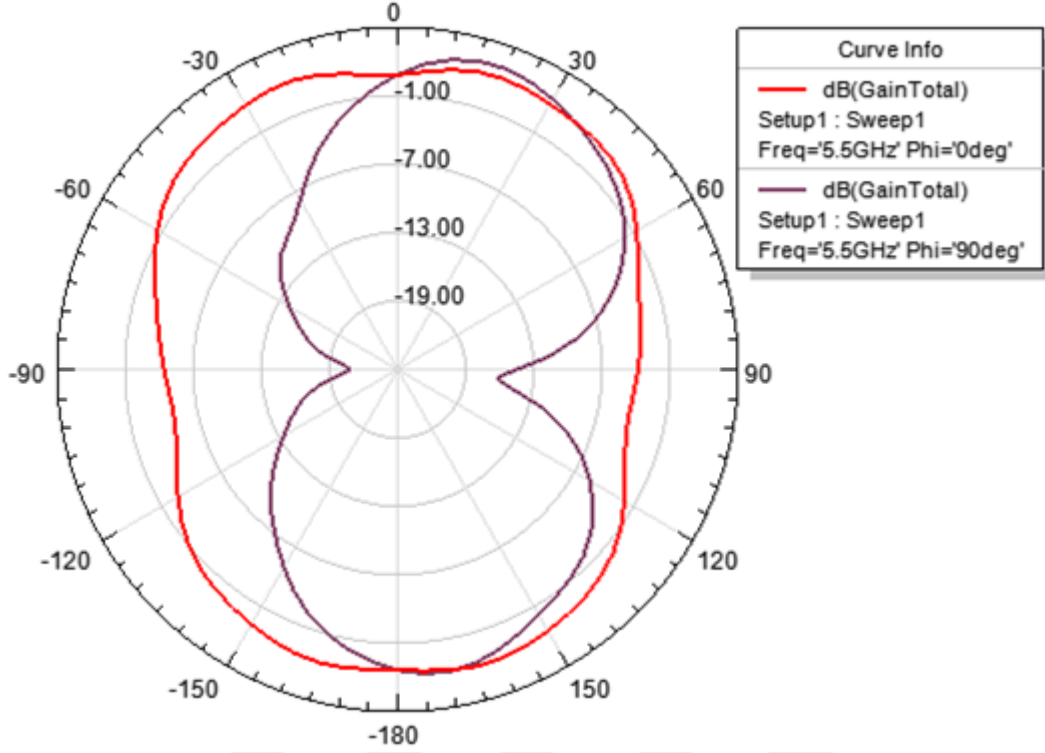
b) 2.5 GHz Phi=0 ve Phi=90



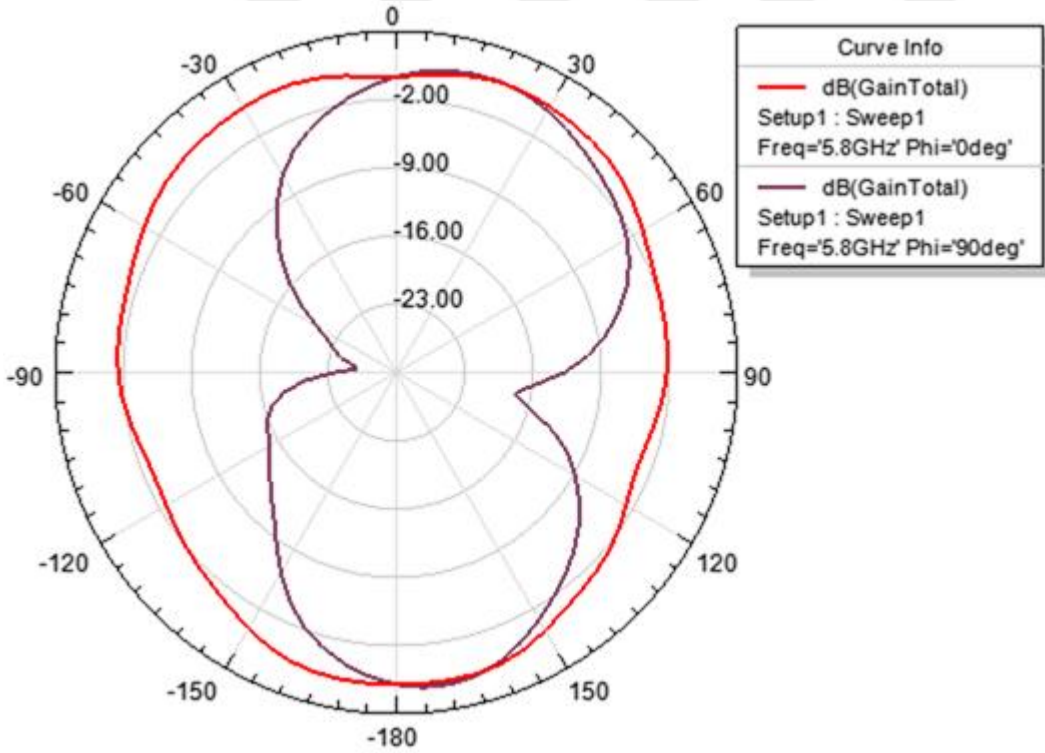
c) 3.5 GHz Phi=0 ve Phi=90



d) 5.2 GHz Phi=0 ve Phi=90



e) 5.5 GHz Phi=0 ve Phi=90

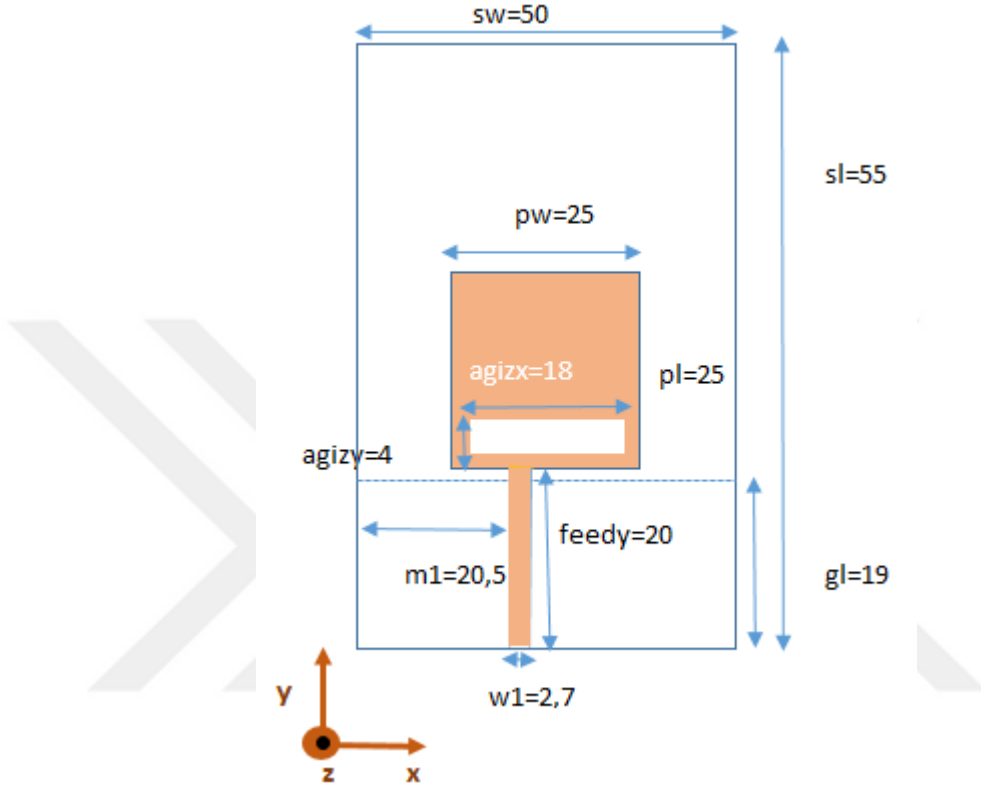


f) 5.8 GHz Phi=0 ve Phi=90

Şekil 5.9 : 2 Boyutlu ışınma deseni grafiği (Anten2).

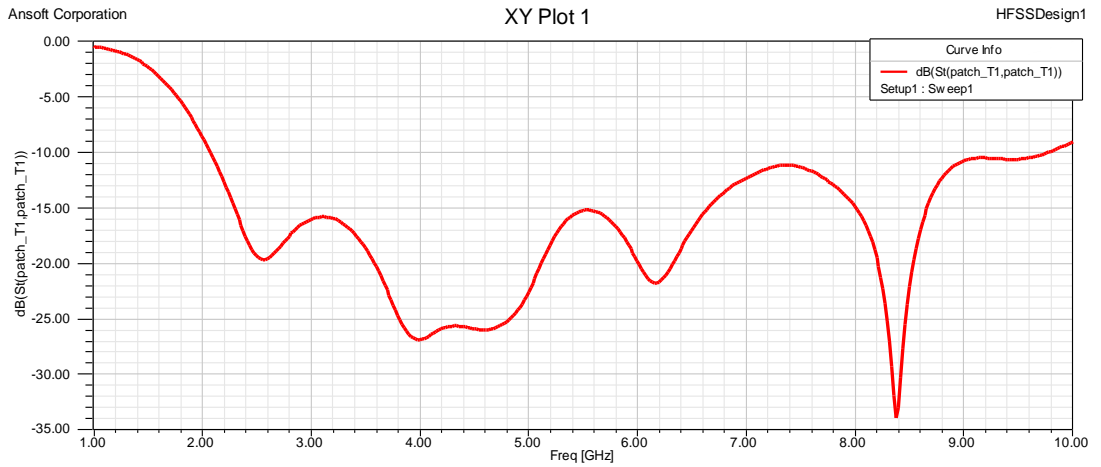
5.2.3 Anten3 yapısı

Geleneksel antenimizden yarık açıldıktan sonra ki, mikroşerit beslemenin yeri değiştirilen Antenin geometrisi Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.10 : Besleme yeri değişiklik yapılan anten (Anten3).

Antenin (Anten3) S(1,1), Kazanç ve Işıma Deseni grafikleri Şekil 5.11 , Şekil 5.12 ve Şekil 5.13'de gösterilmektedir.



Şekil 5.11 : S(1,1) grafiği (Anten3).

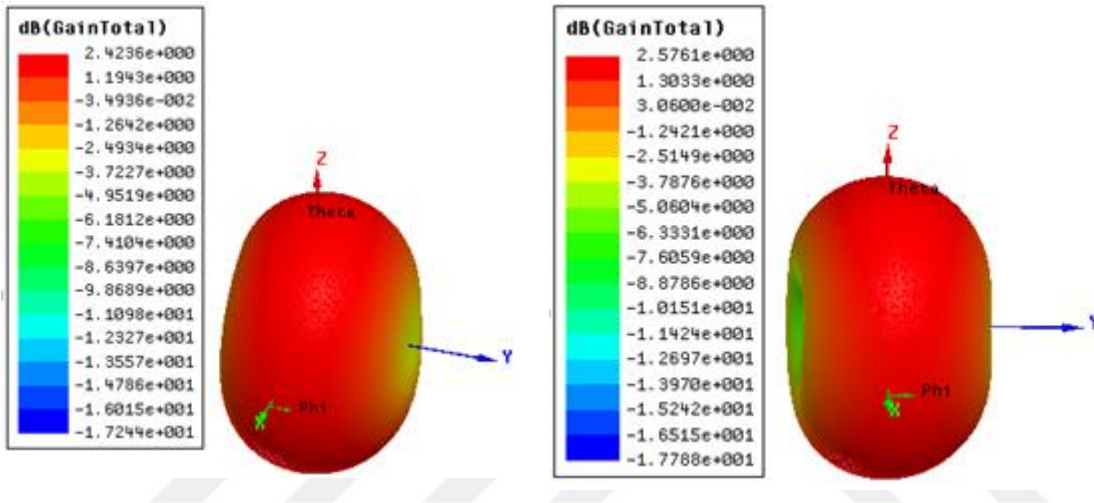
Anten3'de band genişliğinin 2GHz ile 10GHz arasında yaklaşık 8GHz olduğu görülmektedir.

UWB olarak bakacak olursak;

$$B_f = 2x \frac{(10-2)}{(10+2)} x 100\% = 133\% \text{ UWB olduğunu söyleyebiliriz.}$$

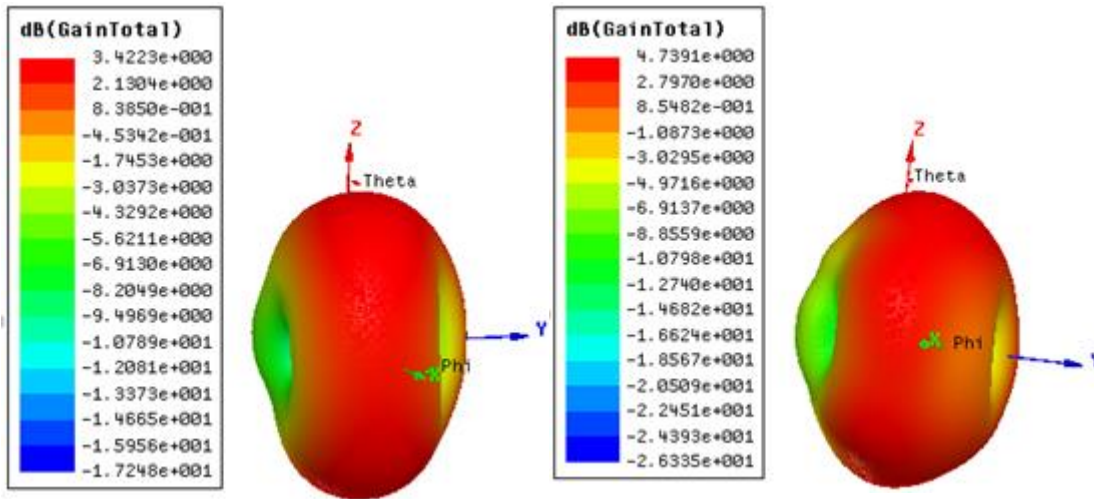
5.2.3.1 Anten3 için ISM/WLAN/WiMAX bant benzetimi

Anten3 için Şekil 5.11 farklı frekanslar için 3 boyutlu Kazanç Grafiği verilmiştir.



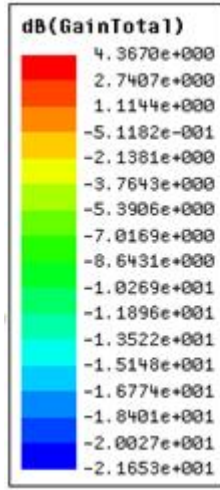
a) 2.4GHz

b) 2.5GHz

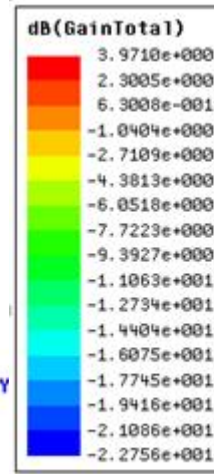


c) 3.5GHz

d) 5.2 GHz



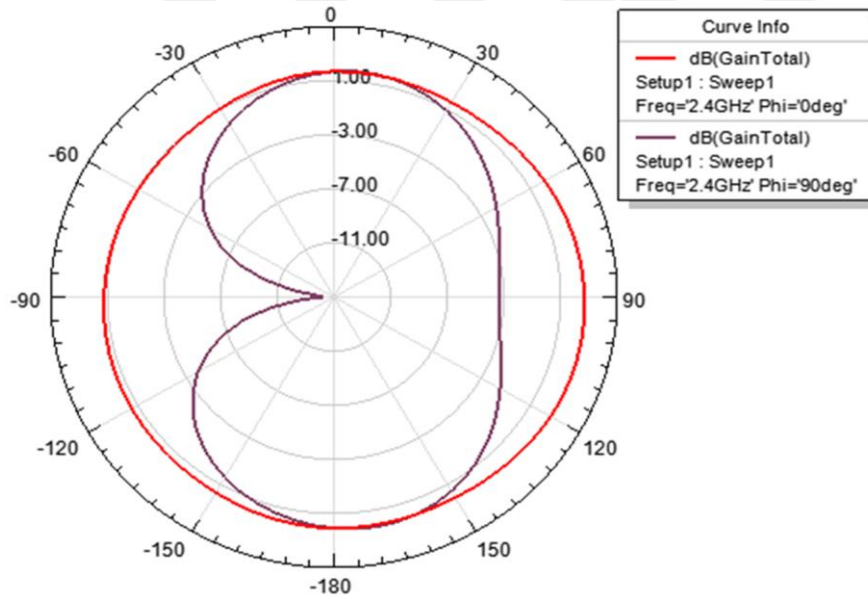
e) 5.5GHz



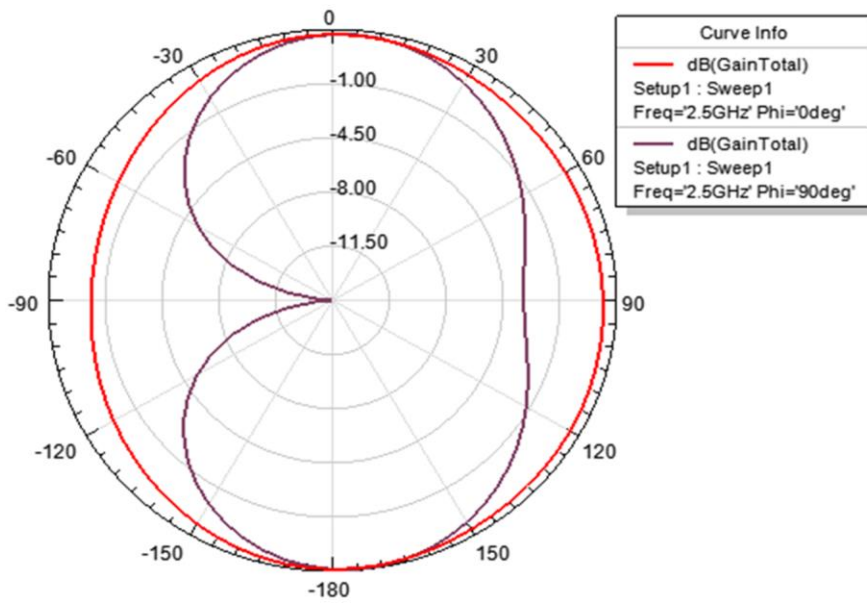
f) 5.8GHz

Şekil 5.12 : Anten3 için 3boyutlu kazanç grafiği.

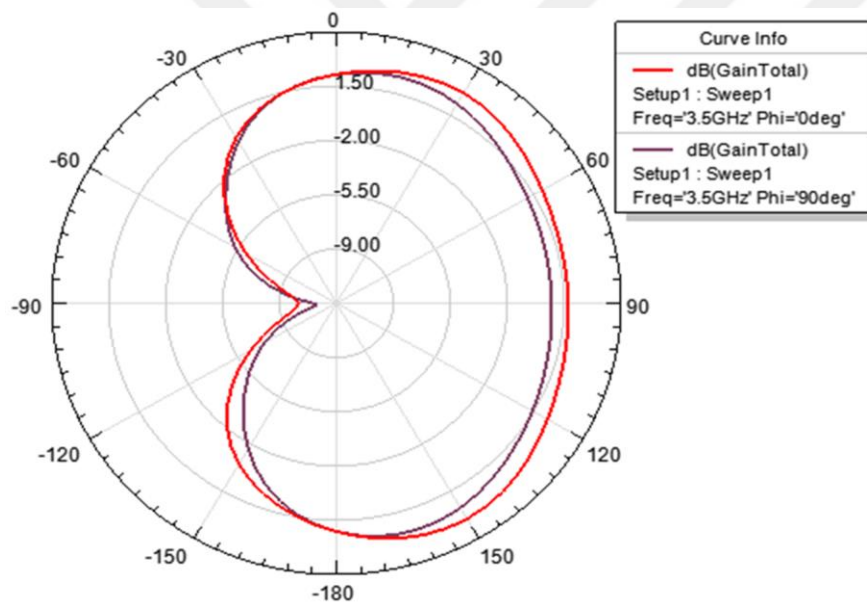
Geleneksel antenden yarık açılıp, sonrasında Mikroşerit beslemenin yeri değiştirilen Anten(3) için ışınma deseni grafikleri Şekil5.13’de gösterilmektedir.



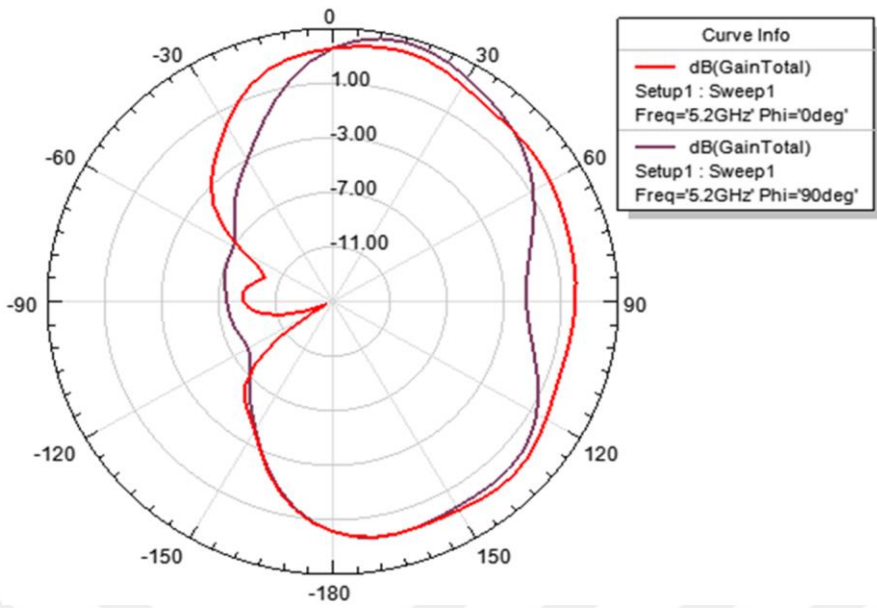
a) 2.4GHz Phi=0 ve Phi=90



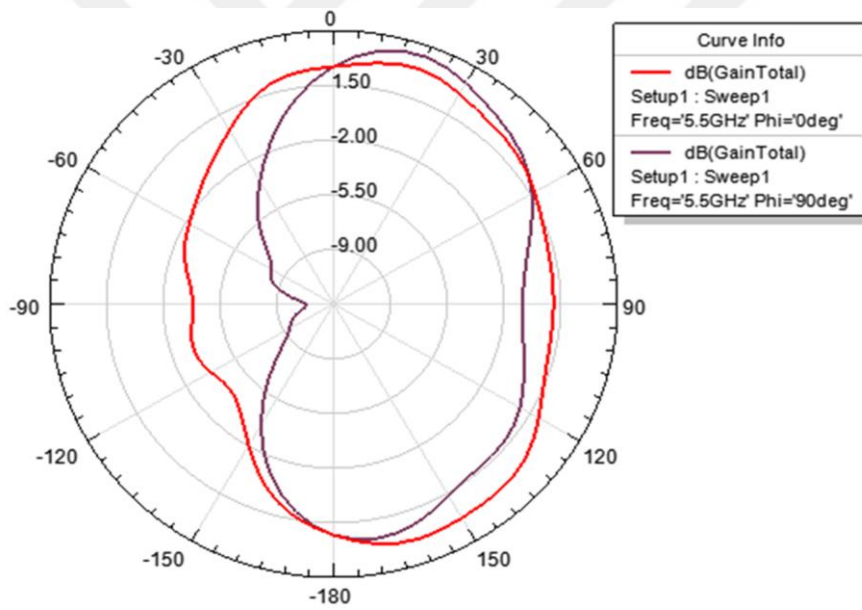
b) 2.5GHz Phi=0 ve Phi=90



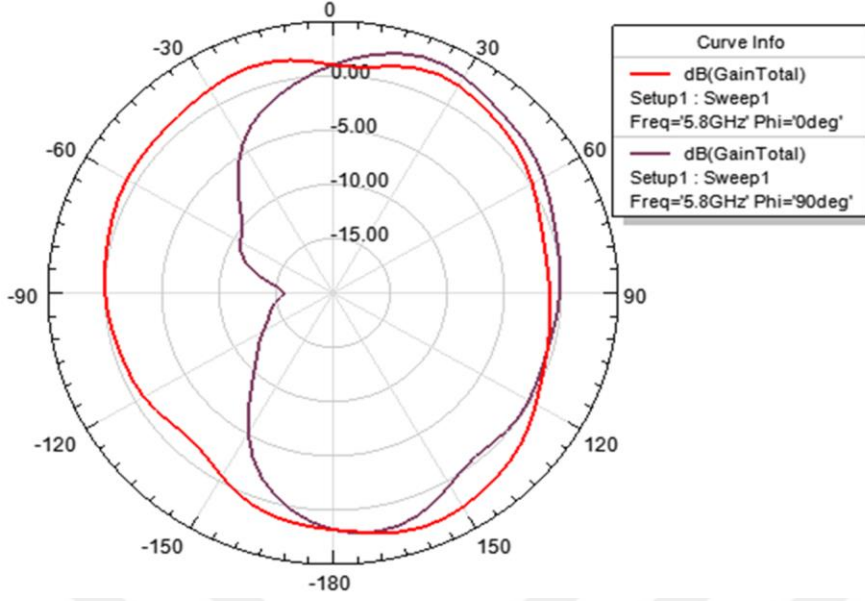
c) 3.5GHz Phi=0 ve Phi=90



d) 5.2GHz Phi=0 ve Phi=90



e) 5.5GHz Phi=0 ve Phi=90



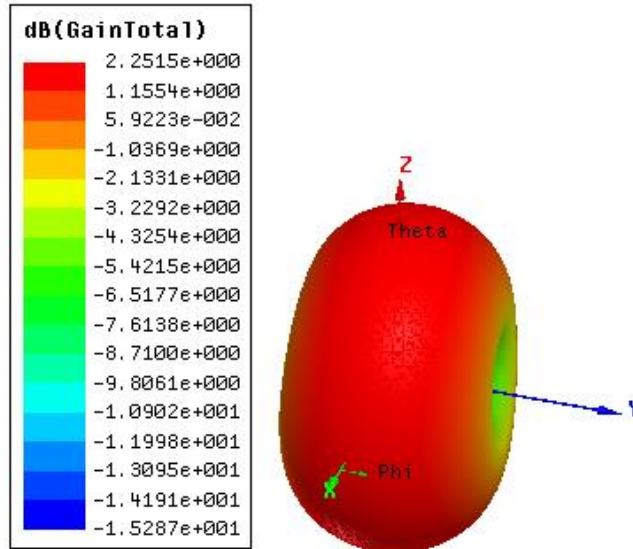
f) 5.8GHz Phi=0 ve Phi=90

Şekil 5.13 : Anten3 için 2 boyutlu ışınma deseni grafiği.

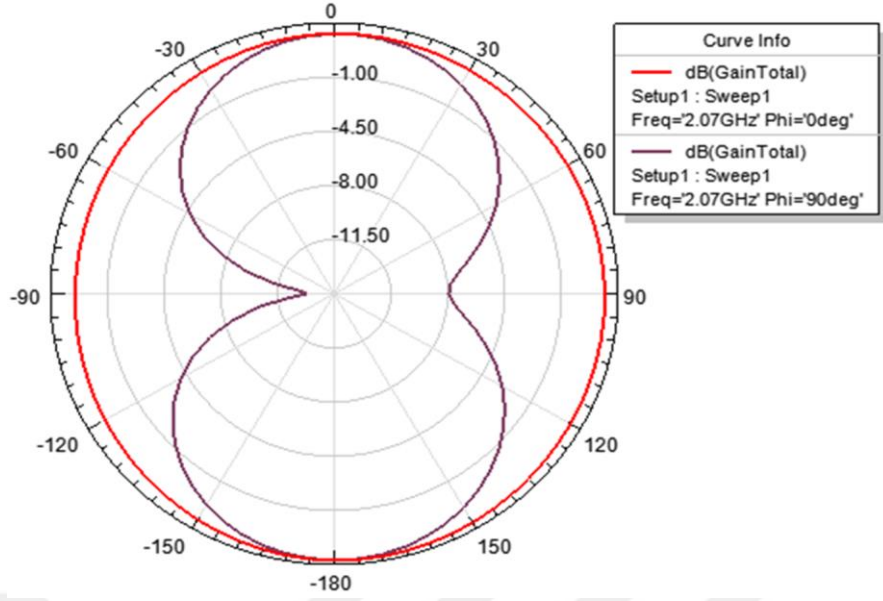
Önerilen Anten3 için S,C,X Bantlarında ki kazanç ve ışınma desenleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir.

5.2.3.2 Anten3 için S bant benzetimi

Anten3 için S bant grafikleri Şekil 5.14, Şekil 5.15, Şekil 5.16'da verilmiştir.

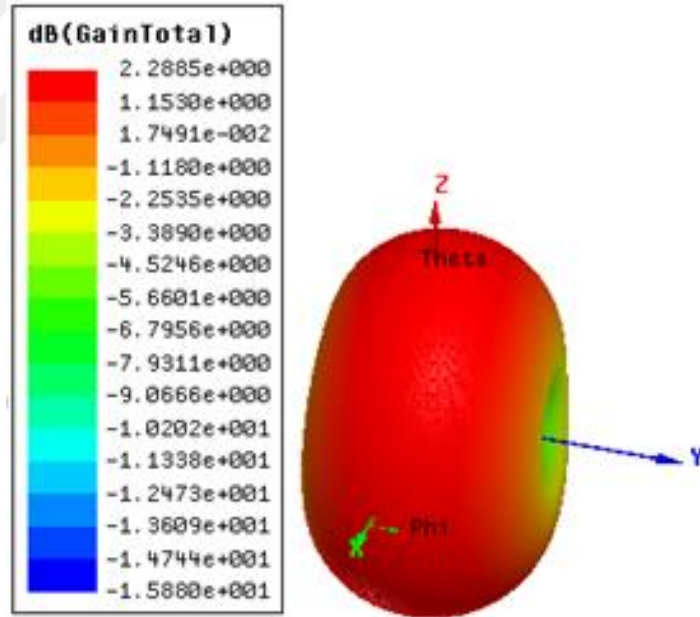


a) S Band 2070 MHz Kazanç Grafiği

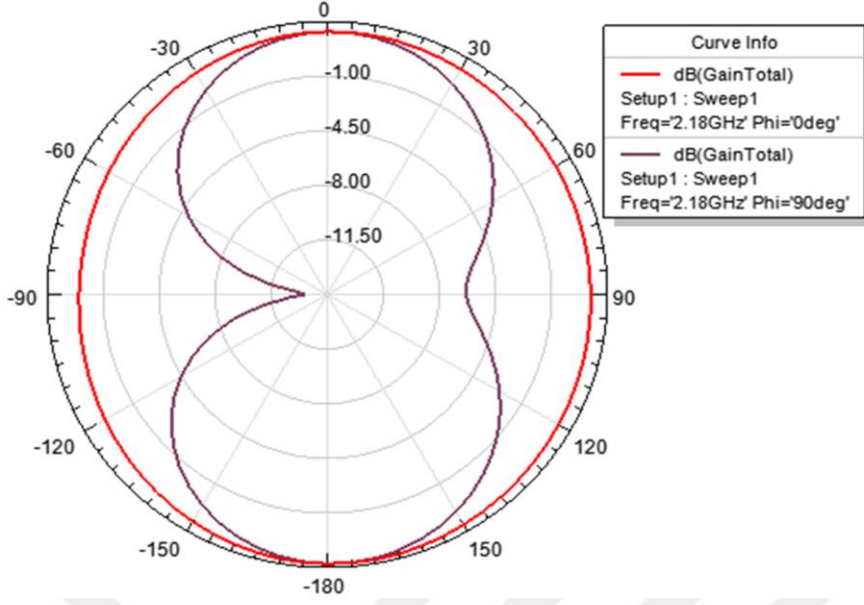


b) S Band 2070 MHz Phi=0 ve Phi=90

Şekil 5.14 : 2070 MHz kazanç ve ışınma deseni grafiği (Anten3).

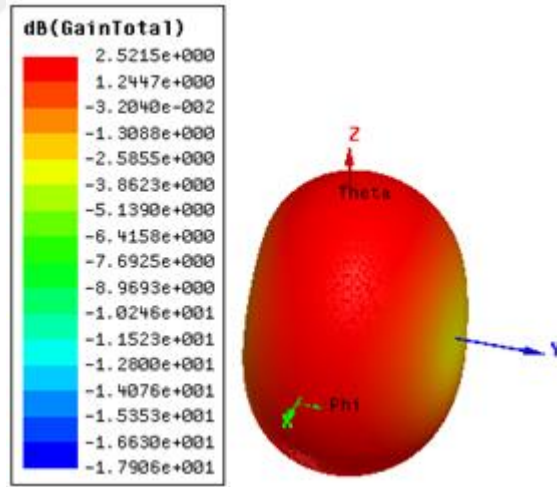


a) S Bant 2180 MHz 3D Kazanç

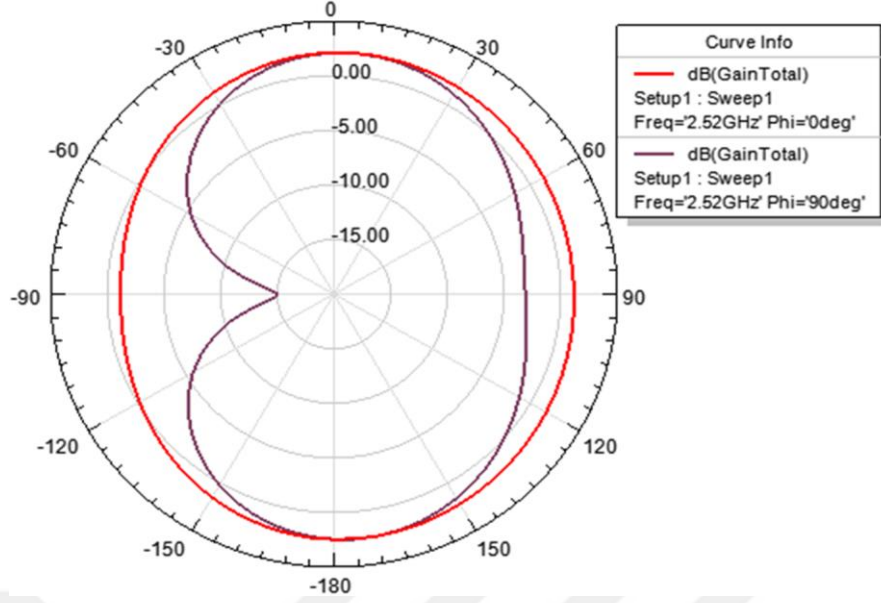


b) S Bant 2180 MHz Phi=0 ve Phi=90

Şekil 5.15 : 2180 MHz kazanç ve ışınma deseni grafiği (Anten3).



a) S Bant 2520 MHz 3D Kazanç

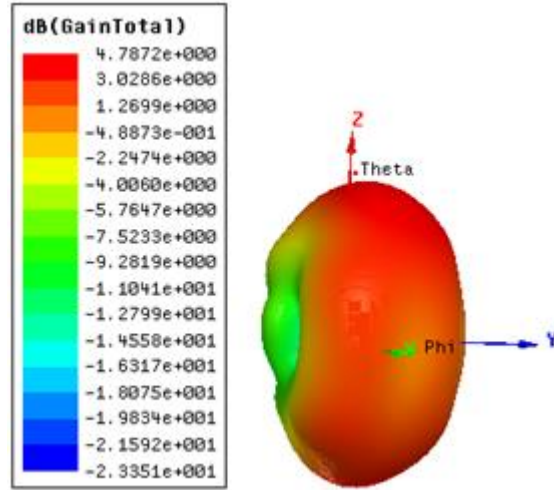


b) S Bant 2520 MHz Phi=0 ve Phi=90

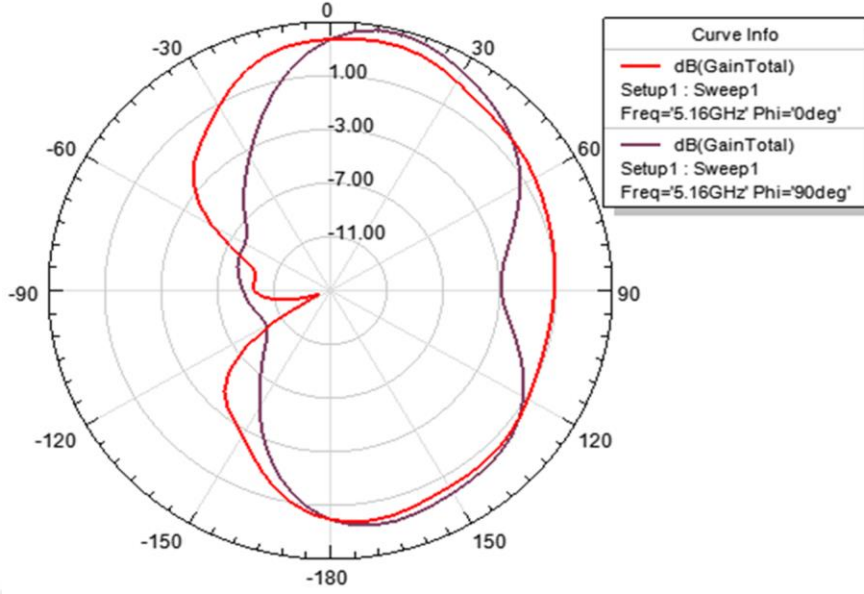
Şekil 5.16 : 2520 MHz kazanç ve ışınma deseni grafiği (Anten3).

5.2.3.3 Anten3 için C bant benzetimi

C Bant Frekansını için kazanç ve ışınma desenleri, Şekil 5.17'de 3 boyutlu kazanç ve ışınma deseni grafiği (Anten3 için) verilmiştir.



a) C Bant 5160 MHz 3D Kazanç

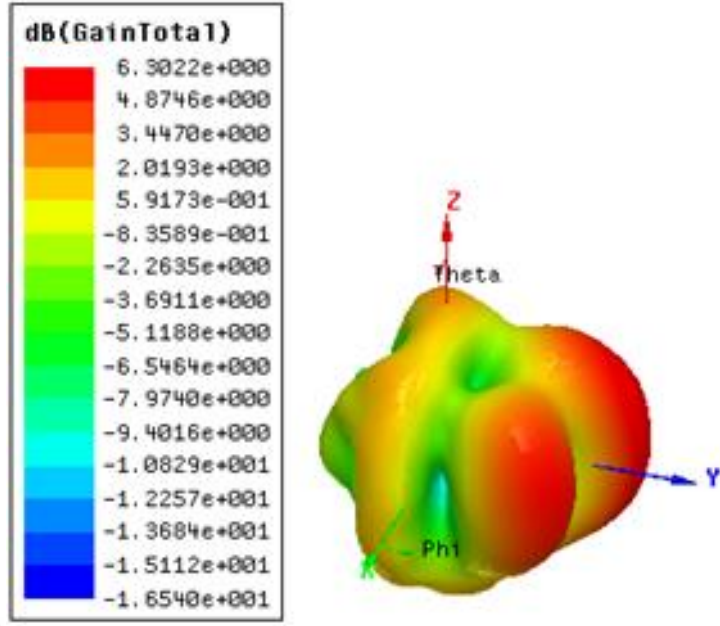


b) C Bant 5160 MHz Phi=0 ve Phi=90

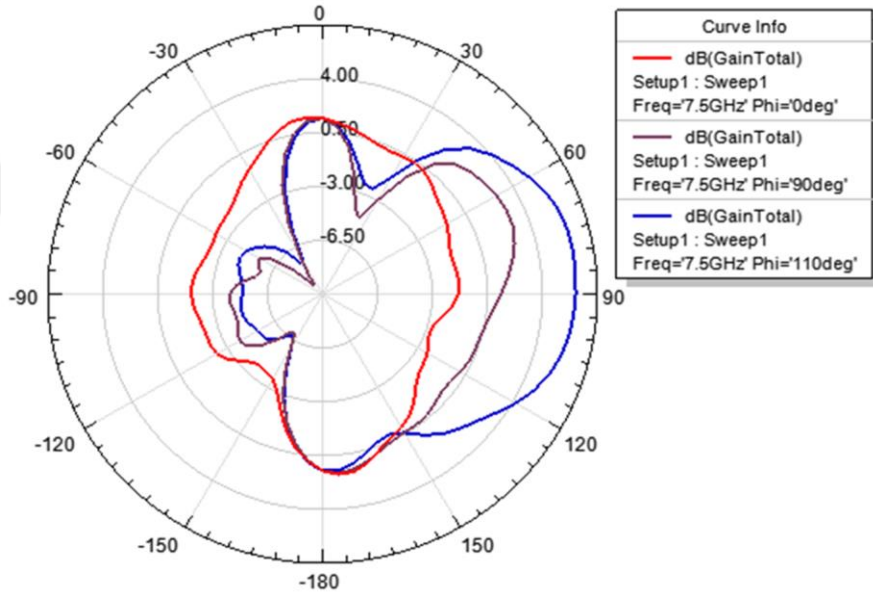
Şekil 5.17 : 5160 MHz Kazanç ve Işıma Deseni Grafiği (Anten3).

5.2.3.4 Anten3 için X bant benzetimi

X Bant Frekansı için Kazanç ve Işıma Desenleri, Şekil 5.18'de 7500 MHz için üç boyutlu Kazanç ve Işıma Deseni grafiği (Anten3) için verilmiştir.



a) X Bant 7500 MHz 3D Kazanç



b) X Bant 7500 GHz Phi=0,Phi=90, Phi=110

Şekil 5.18 : 7500 MHz Kazanç ve Işıma Deseni Grafiği (Anten3).

Üç antenin geometrik ölçüleri Çizelge-5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Anten Ölçüleri(mm)

	Anten1	Anten2	Anten3
sw	50	50	50
sl	55	55	55
pw	25	25	25
pl	25	25	25
gl	21,5	21,5	19
feedy	22,5	22,5	20
w1	3	3	2,7
sh	1,6	1,6	1,6
m1	x	x	20
agizx	x	20	18
agizy	x	4	4

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mikroşerit yama antende besleme şeridinin değiştirilmesi ve boyutlarında ki değişiklikler sonucunda band genişliğinde %100 artışlar olmuştur. Antenlerin BW dağılımı;

	BW
Anten1	2GHz
Anten2	4GHz
Anten3	8GHz

Çizelge 6.1 : Antenlerin kazançlarının incelenmesi.

Max. Gain(dB)	2.4GHz	2.5GHz	3.5GHz	5.2GHz	5.5GHz	5.8GHz
Anten1	2.8	2.57	3.3			
Anten2	2.66	2.67	3.95	3.73	3.09	3.38
Anten3	2.42	2.57	3.42	4.73	4.36	3.97

Yüksek kazançlar olduğu gözükmemektedir. Tasarlanan anten Uydu Bandlarının (S,C,X Bandlarında), WiMAX (MOBESE uygulamaları) Yönlü uygulamalarında kullanılabilir, Ayrıca Biyoteleometri sistemlerinde, hasta vücuduna bağlı bulunan ölçüm sistemleri elde ettikleri verileri ön işlemden geçirerek uzaktaki işlem birimlerine iletilmesi için kullanılabilir. Aynı zamanda WLAN uygulamalarında kullanılabilir bir antendir ve bu frekans bandlarında oldukça düşük geri dönüş kaybı değerlerine ve değişik frekanslarda farklı yönlere ışınım örüntülerine sahiptir. Özellikle yüksek hızlı WPAN, WLAN, pozisyon belirleme ve düşük güçte çalışan sensör uygulamalarında kullanılabilir. Bundan sonraki aşamalarda eğer gerekirse boyutlarının biraz daha küçültülmesi ve ışınım deseninde iyileştirme sağlanması şeklinde amaçlanmaktadır. Çizelge 6.2 'de farklı frekanslarda E ve H düzleminde ki farklı yönlerde ki ışınım desenleri verilmiştir. Bu şekilde farklı frekanslarda, farklı düzlemlerde, farklı açılarda max. ışınım yaptığı bölgeler verilmiştir.

Çizelge 6.2 : Antenlerin farklı frekanslarda max. ışına yaptığı aralıklar.

BAND	ISM		S BAND				C BAND		X BAND				
	2400MHz		2520MHz		2180MHz		2070MHz		5160MHz		7500MHz		
FREQ	90	0	90	0	90	0	90	0	90	0	90	0	110
Phi													
0° – 30°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
30° – 60°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
60° – 90°		X		X		X		X		X			X
90° – 120°		X		X		X		X		X			X
120° – 150°		X		X		X		X		X			
150° – 180°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
180° – 210°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
210° – 240°		X		X		X		X		X			
240° – 270°		X		X		X		X		X			
270° – 300°		X		X		X		X		X			
300° – 330°		X		X		X		X		X			
330° – 360°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			

BAND	WiMAX				5800		2500		5200	
	3500MHz		5500MHz		90	0	90	0	90	0
FREQ	90	0	90	0	90	0	90	0	90	0
Phi										
0° – 30°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30° – 60°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60° – 90°	X	X			X	X		X		X
90° – 120°	X	X			X	X		X		X
120° – 150°	X	X	X	X	X	X		X	X	X
150° – 180°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
180° – 210°	X	X	X	X	X	X	X	X		
210° – 240°								X		
240° – 270°						X		X		
270° – 300°						X		X		
300° – 330°						X		X		
330° – 360°	X	X		X		X	X	X	X	X

Tablo, max. ışına yapan yerde E ve H düzlemlerinde ki max. açılal değerlere göre ışına yapabildiği aralıktır. Birbirleri(E ve H plane) arasında ki değer çok fazla olduğu yerde küçük olan kısım ihmal edilmiştir.

Bu tabloya göre antende çevirme işlemi yapılmadan düşük frekansda x-z yönünde ki uygulamalar için, frekans arttıkça farklı phi açılal değerlerinde ışına yaptığı bu aralıkta ki WLAN/WiMAX ve tıp alanında ki yönlü uygulamalar için kullanılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1]Url-1 <<http://ehm.kocaeli.edu.tr/>>, alındığı tarih 25.11.2016
- [2]Balanis, A.C. (1982).Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley & Sons Inc, New York.
- [3]Url-2<<http://www.radartutorial.eu/index.tr.html>>, alındığı tarih 25.11.2016
- [4]IEEE Transactions on Antennas and Propagation, (1983). IEEE Standard Definitions of Terms for Antennas. November.
- [5]William Stallings,(2005)Wireless Communications and Networks, Pearson Prentice Hall, 2 Ed.,
- [6] SANIATI R.A., (1996)“ Cad of Microstrip Antennas for Wireless Applications ” , Artech House, London
- [7]Url-3<<http://193.140.54.45/network/KablosuzAg.pdf>>, alındığı tarih 25.11.2016
- [8]Url-4 <<https://www.btk.gov.tr/>>alındığı tarih 25.11.2016
- [9]Url-5 *Introduction to Ultra Wide-Band Communication*
<http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/0131463268/samplechapter/0131463268_ch01.pdf> alındığı tarih 25.11.2016
- [10] AKKAYA I., (1997) “Antenler ve Propagasyon ”, İstanbul Teknik Üniversitesi
- [11] SANIATI R.A., (1996) “ Cad of Microstrip Antennas for Wireless Applications ” , Artech House, London,
- [12] Kartal, M.; Karaca, E. (2013) “Dairesel Polarizasyonda Çalışan L Şeklinde Çevrilmiş Şeritlere Sahip Eş Düzlemsel Dalga Kılavuzu Beslemeli Kare Slot Anten Tasarımı.”
- [13]Baudha,S;Vishwakarma , D.K. (2016). “Bandwidth enhancement of a planar monopole microstrip patch antenna”, International Journal of Microwave and Wireless Technologies, 8(2), 237–242
- [14] Mishra, R; Mishra1, R.G.;Kuchhal, P. (2016). “Analytical Study on the Effect of Dimension and Position of Slot for the Designing of Ultra Wide Band (UWB) Microstrip Antenna”, Int. Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI),September

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ulaş KESKİN
Doğum Tarihi ve Yeri : 05.10.1978 Ordu
E-posta :

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2003, İTÜ, Elektrik-Elektronik Fakültesi,
Elektronik Haberleşme Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 01.03.2016-12.08.2016 Teknik Destek Mühendisi ANET
- 25.01.2016-05.02.2016 Takım Lideri DETECH.
- 06.01.2014 - 15.06.2015 Sistem&Network Kıdemli Uzmanı KAREL.
- 06.01.2006 - 06.01.2014 IT Raporlama&Analiz Kıdemli Uzmanı VODAFONE
- 20.09.2004-06.01.2006 Bakım Onarım Uzmanı UZEL

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- Keskin U., Döken B., Kartal M. (2017) “UWB Microstrip Patch Antenna Design For Several Applications” *Microwave and Radio Electronics Week 2017*, April 19-21, 2017 Brno, Czech Republic.(Onay Aşamasında)