

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GENİŞ BANDLI YAMA ANTEN TASARIMI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. İpek TANSARIKAYA
(504041339)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Şubat 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 18 Ocak 2007**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Selçuk PAKER

Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Ali YAPAR

Yar. Doç. Dr. Berk ÜSTÜNDAĞ

Ocak 2007

ÖNSÖZ

Burada sunulan çalışmanın, yama antenlerin software ve lâboratuar desteğiyle geniş bandlı olarak nasıl tasarlanabileceğini örnekler üzerinde göstermesi açısından tasarıma yeni bir bakış açısı getirdiğini düşünüyorum ve konu ile ilgili araştırmacılara yararlı olmasını diliyorum.

Bu yüksek lisans tezinin bir proje formatında hazırlanmasında, tasarım aşamasının ve labaratuvar ölçümlerinin gerçekleştirilmesinde yardım ve önerilerini benden esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç.Dr. **Selçuk PAKER** e, tasarım aşamasında HFSS programını çalıştırabileceğim bilgisayar ortamını bulmama yardımcı olan ikinci danışman hocam olarak nitelendirebileceğim Y.Doç.Dr. **Burak Berk ÜSTÜNDAĞ** a ve hayat boyu varlıklarıyla bana her zaman destek olan **aileme** teşekkür ederim.

OCAK 2007

İpek TANSARIKAYA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xii

1 MİKROŞERİT YAMA ANTEN YAPILARI

1.1 Giriş	1
1.2 Mikroşerit Yama Anten Hakkında Genel Bilgi	1
1.3 Mikroşerit Yama Antenlerin Band Genişliği	3
1.4 Mikroşerit Yama Antenleri Besleme Teknikleri	4
1.5 Mikroşerit Yama Antenlerin Uygulama Alanları	7
1.6 Mikroşerit Yama Anten Analizi	8
1.7 Transmisyon Hat Modeli	10

2 ANTEN İÇİN KABLOSUZ Ağ STANDARTLARINA GENEL BAKIŞ

2.1 Giriş	18
2.2 802.11 b Standartı ve Özellikleri	18
2.3 802.11 a Standartı ve Özellikleri	19
2.4 802.11 g Standartı ve Özellikleri	19
2.5 HIPER / LAN 2	20
2.6 WIMAX	21

3 GENİŞBANDLI MİKROŞERİT YAMA ANTEN TASARIM VE ÖRNEKLERİ

3.1 Tasarım Programı : HFSS	22
3.2 E Şeklindeki Yama Anten Tasarımı	27
3.3 1.9 - 2.4 GHz Frekanslarında Kablosuz Haberleşme İçin E Şeklindeki Yama Anten Tasarımı	33
3.4 Beslemesi Değişikliğe Uğrütülmüş L Şeklinde Olan Mikroşerit Yama Anten Tasarımı	38
3.5 CPW Beslemeli Yama Anten Tasarımı	45

SONUÇLAR	52
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	56

KISALTMALAR

CPW	: Düzlemsel Dalga Klavuzu
Non-TEM	: Enine Elektromagnetik
MIC	: Mikrodalga Tümeşik Devresi
RCS	: Radar Kesit Alanı
HFSS	: Yüksek Frekans Yapı Simulatörü

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo.1: Çeşitli w genişlikleri için CPW beslemeli antenin performans tablosu; $L=44\text{mm}$, $G=72\text{ mm}$, $\epsilon_r = 4.4$, $h=1.6\text{ mm}$, $w_f = 6.37\text{ mm}$, $g=0.5\text{ mm}$, $l=22.5\text{mm}$51
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

ŞEKİL LİSTESİ

			<u>Sayfa No</u>
Şekil	1.1	: Mikroşerit Anten ve Koordinat Sistemi	2
Şekil	1.2	: Mikroşerit Antenleri Besleme Teknikleri	5
Şekil	1.3	: Mikroşerit iletim hattı beslemeli, mikroşerit yama antenin geometrisi ve eşdeğer devresi	6
Şekil	1.4	: Dikdörtgen Mikroşerit Yama	10
Şekil	1.5	: Yarık geometrisi ve koordinat sistemiyle..... mikroşerit antenin ışınım yapan iki yarık gibi gösterilmesi.	11
Şekil	1.6	: (a) Işınım yapan mikroşerit elemana eşdeğer devre (b)Keyfi seçilmiş besleme noktasıyla mikroşerit yama	16
Şekil	1.7	: Transmisyon hat eşitliğiyle koaksiyel beslemeli mikroşerit yama	17
Şekil	3.2.1	: HFSS ile yapılan tasarım örnekleri	23
Şekil	3.2.2	: Genişband E şeklindeki Yama Antenin Geometrisi	25
Şekil	3.2.3	: E Şeklindeki Yama Antenin Geniş Band Mekanizması.....	26
Şekil	3.2.4	: Hesaplanan E Şeklindeki Geniş Band Yama Antenin s_{11} Parametresi Grafiği	27
Şekil	3.2.5	: Ölçümü yapılan E Şeklindeki Geniş Band Antenin s_{11} Parametresi Grafiği	28
Şekil	3.2.6	: Tasarlanan E Şeklindeki Geniş Band Yama Anteninin Kazanç Grafiği	29
Şekil	3.2.7	: Tasarlanan E Şeklindeki Geniş Band Yama Anteninin Smith Chart Grafiği	30

Şekil 3.2.8	: 2.2 ve 2.45 GHz frekanslarında Çalışan E Şeklindeki	.....	30
	Yama Antenin Üstten fotoğrafı		
Şekil 3.2.9	: 2.2 ve 2.45 GHz frekanslarında Çalışan E Şeklindeki	.....	31
	Yama Antenin Yandan fotoğrafı		
Şekil 3.2.10	: 2.25–2.9 GHz frekans aralığını kapsayan Yama	.....	32
	Antenin s_{11} Parametresi Grafiği		
Şekil 3.2.11	: E Şeklindeki Yama Antenin Kablosuz Haberleşme	.....	34
	için simule edilen s_{11} Parametre Grafiği		
Şekil 3.2.12	: Farklı Slot Uzunlukları için Hesaplanan E	.....	35
	Şeklindeki Yama Antenin S_{11} Parametre Grafiği		
Şekil 3.2.13	: Farklı Slot Pozisyonları için Hesaplanan E	.....	36
	Şeklindeki Yama Antenin S_{11} Parametre Grafiği		
Şekil 3.2.14	: Farklı Slot Genişlikleri (W_s) için Hesaplanan	.....	37
	E Şeklindeki Yama Antenin S_{11} Parametre Grafiği		
Şekil 3.2.15	: Tasarlanan L probe beslemeli antenin geometrisi	.....	39
Şekil 3.2.16	: Değiştirilmiş L-probe antenin S_{11} parametre grafiği.....	40	
	($W= 55$ mm, $L=45$ mm, $I_w=10$ mm, $IL=30$ mm, $HFW=3$ mm, $HFL=10$ mm, $H= 10$ mm, $D= 3$ mm)		
Şekil 3.2.17	:Hesaplaması simule edilerek yapılan L-Probe Beslemeli.....	41	
	Yama antenin S_{11} Grafiği		
Şekil 3.2.18	:Ölçümü yapılan L-probe Beslemeli Yama Antenin S_{11}	42	
	Grafiği		
Şekil 3.2.19	: Tasarlanan antenin kazanç grafiği.....	43	
Şekil 3.2.20	: L Probe Beslemeli Yama Antenin Üstten Görünüşü	.....	44
Şekil 3.2.21	: L Probe Beslemeli Yama Antenin Yandan Görünüşü.....	44	

Şekil 3.2.22	: L Probe Beslemeli Yama Antenin Beslemesinin.....	45
	Görünüşü	
Şekil 3.2.23	: CPW beslemeli karesel slot antenin geometrisi	46
Şekil 3.2.24	: Hesaplanan ve Ölçülen prototip tasarımının sonuçları.....	47
Şekil 3.2.25	: Tasarımı yapılan antenin üstten görünüşü	48
Şekil 3.2.26	: Farklı boşluklar (S) için ölçülen Smith Chart'taki giriş empedansı;L = 44mm,G = 72 mm, l= 22.5 mm, w= 32 mm,.....	49
	$\epsilon_r = 4.4$, h=1.6 mm, $w_f = 6.37$ mm, g=0.5 mm	
Şekil 3.2.27	: S11 parametre grafiği (G = 72 mm, h= 16mm, L=44 mm,	50
	$w_f = 6.37$ mm,gf= 0.5 mm,w=32 mm,l=22 mm)	

SEMBOL LİSTESİ

- ϵ_r : dielektrik sabiti
 λ : dalga boyu
 Ω : direnç
 \mathbf{J} : magnetik akım

GENİŞBANDLI YAMA ANTEN TASARIMI

ÖZET

Yama antenler; sahip oldukları geometri, hafiflik, üretim aşamasındaki ucuzluk ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle, en popüler anten tiplerindedir. Gerçekte, tüm bu sistem, bütün yanal yüzeyi açık olan bir rezonatördür. Mikroşerit yama antenlerin, anten yapıları içinde önemli bir gelişme ve yenilik sağlamasının başlıca nedeni daha çok elektriksel olmayan özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Mikroşerit yama antenler düşük bir profil ve ağırlığa sahiptir, mikrodalga tümleşik devrelerine (MIC) rahatlıkla uyum sağlayabilir. Küçük olmalarından dolayı ve devre elemanlarıyla aynı dielektrik katmanı paylaşabilmeleri nedeniyle kolayca entegre devre yapılarına uyum sağlayabilir ve taşınabilir cihazların boyutlarını büyütmezler. Eğer malzeme ve fabrikasyon giderleri engelleyici değilse sistem çok ucuza mal edilebilir. Elektriksel performansı, tel veya açıklık gibi geleneksel anten sistemleriyle karşılaştırıldığında ise temel mikroşerit antenler: `dar band genişliği`, `yüksek besleme devre kayıpları`, `düşük çapraz polarizasyon` ve `düşük güç kontrolü kapasitesi` gibi dezavantajlara sahiptirler. Bunlar uygulama alanlarını ve araştırmalardaki performansı kısıtlar. Ayrıca iletkeni destekleyen dielektrik alt tabakanın varlığı nedeniyle, mikroşerit antenlerin analizini gerçekleştirmek zordur. Yakın zamanda yapılmakta olan çalışmalar analiz aşamasında; dikdörtgen ve dairesel geometriler için kullanılan transmisyon hat modeli, oyuk modeli, tam dalga analizi gibi gelişmekte olan uygulamalar üzerine odaklanmıştır.

Bir anteni tasarlarken, antenin geometrik ve fiziki parametrelerinin etkileri: yama boyutu, alt tabaka yüksekliği, yer yüzeyinin genişliği ve bunların relatif büyüklüğü gibi özellikler göz önüne alınmalıdır. Problemlerin yeri ve sayısı, ilgili modların şiddeti ve etkileri üzerinde etkilidir. Mikroşerit antenler bir çok önemli özelliğine rağmen, pek çok sistemde dar band genişliği ile sınırlıdır. Genel olarak, alt katman kalınlaştıkça ve dielektrik katsayısı düştükçe, band genişliği

artar. Tezin amacı: band genişliğinin artırılabilirdiği yama anten örneklerini ortaya koymaktır.

Tezin ilk bölümünde mikroşerit antenler genel olarak incelenmiş, ikinci bölümünde kablosuz haberleşmede kullanılan ve tasarım için önem kazanmış olan standartlar incelenmiş, üçüncü bölümde ise prototipleri ve laboratuvar ölçümleri yapılmış yama antenlerin HFSS programı kullanılarak nasıl tasarlandığı, band genişliklerinin hangi parametrelere bağlı olduğu grafiklerle gösterilmiştir.

WIDE BAND PATCH ANTENNA DESIGN

SUMMARY

Microstrip antenna technology has been the most rapidly developing topic in the antenna field in the last fifteen years, receiving the creative attentions of academic, industrial, and government engineers and researchers throughout the world. During this period there have been over 1500 published journal articles, five books and innumerable symposia sessions and short courses devoted to the subject of microstrip antennas. As a result, microstrip antennas have quickly evolved from academic novelty to commercial reality, with applications in a wide variety of microwave systems. In fact, rapidly developing markets in personal communications systems (PCS), mobile satellite communications, direct broadcast television (DBS), kablosuz local area networks (WLANs), and demand for microstrip antennas and arrays will increase even further.

The basic microstrip antenna element is comprised of a metal patch supported above a larger ground plane. The patch is usually printed on a microwave substrate material with relative permittivity in the range 2 to 10, but a variety of materials may be used, depending on the application. Air or low-density foam usually offer the lowest loss and highest radiation efficiency, but higher permittivity substrates result in smaller elements with broader radiation patterns. Microstrip antennas have been successfully operated on GaAs ($\epsilon_r = 12.8$) as well as LaAlO₃ and other substrates commonly used for high T_c superconductors ($\epsilon_r = 20-25$). Although rectangular and circular patches are most common, any shape that possesses a reasonably well defined resonant mode can be used, including ellipses, annular rings and triangles. The shape of the patch can be used to obtain special effects, such as circular polarization.

Microstrip antennas have a low profile and are light in weight, they can be made conformal and they are well suited to integration with microwave integrated circuits (MICs). Although microstrip antennas have proven to be a significant advance in the established field of antenna technology, it is interesting to note that it is usually their nonelectrical characteristics that make microstrip antennas preferred over other types of radiators.

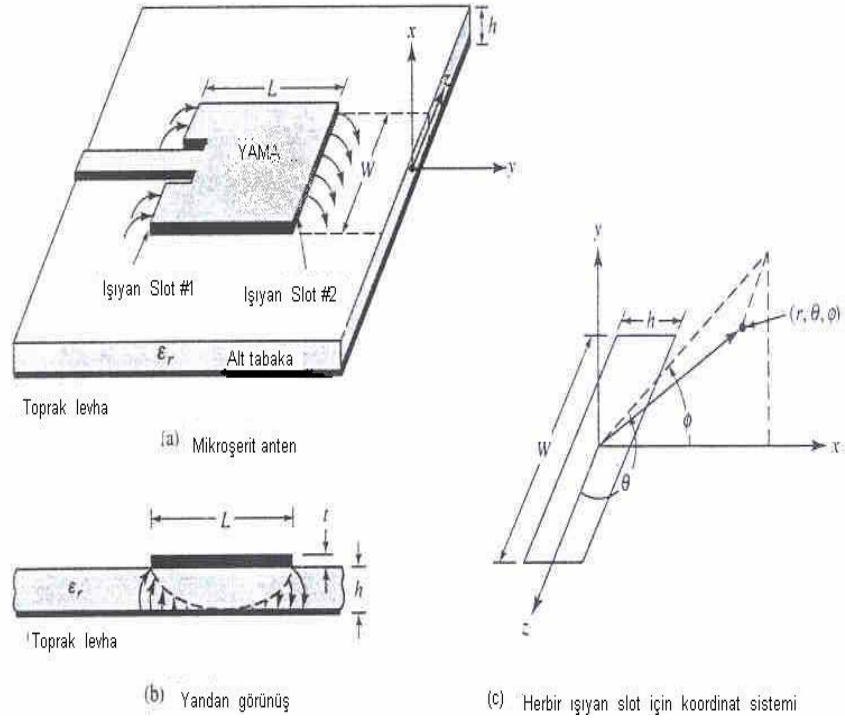
1. MİKROŞERİT YAMA ANTEN YAPILARI

1.1. Giriş

Mikroşerit yama anten kavramı ilk kez 1953 yılında Deschamps tarafından ortaya atıldı. Daha sonra Gutton ve Baissinot bir mikroşerit antene patent almışlardır. Buna rağmen geniş bir değer aralığındaki dielektrik sabitli, bakır ya da altınla kaplanmış alt tabaka için fotografüv tekniklerinin, kullanılabilir ısı ve mekanik özelliklerinin, düşük kayıp oranlarının geliştirilerek teorik modelleri kadar iyi pratik antenler üretilene kadar yirmi yıl geçti. Bunun başlıca nedeni iyi dielektrik tabanların mevcut olmamasıdır. Bu tabanların gelişimi ile mikroşerit anten de hızlı bir gelişim içine girmiştir. İlk pratik antenler 1970' lerin başlarında, Howel ve Munson tarafından geliştirildi. O zamandan beri, mikroşerit antenlerin, hafiflik, küçük hacim, ucuzluk, yüzeysel görünüş, baskı devrelere uygunluk gibi sayısız avantajı kullanarak yapılan araştırma ve geliştirmeler; mikrodalga antenlerinin geniş alanında, mikroşerit yama antenlerin ayrı bir dal olarak yer almasına ve değişik uygulamalara kılavuzluk etmesine öncü olmuştur [3].

1.2. Mikroşerit Yama Anten Hakkında Genel Bilgi

Şekil 1.1' de görüldüğü gibi, bir mikroşerit antenin basit görünüşü, alt tarafında bir toprak levhası bulunan dielektrik alt tabaka ile ($2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$) diğer tarafı üstündeki ışınım yapan yamadan oluşur [1]. Mikroşerit anten, mikroşerit transmisyon hatlarının bir uzantısı olarak düşünülebilir. Bu hatlar non-TEM (Enine elektromagnetik) dalgaların iletimine imkan sağlar.



Şekil 1.1. Mikroşerit Anten ve Koordinat Sistemi

Genelde anten yapısının yama ve toprak kısmı bakırdır. Dielektrik taban ise çok geniş bir aralıkta dalgalanan özelliklere sahip isteğe göre seçilen yalıtkan bir malzemedir. Yama kısım ve toprak kısım birlikte bir iletim hattı oluşturarak quasi-TEM dalgalarla oluşan enerji için klavuz görevi görürler. Dielektrik malzemenin kalınlığı genellikle 0.005 cm ile 0.635 cm arasında değişir. Mikrodalga devreleri için alumina, quartz, PTFE gibi malzemeler kullanılır fakat bunlar pahalı oldukları için genellikle tercih edilmezler. Yüksek frekanslarda entegre devrelerle birleştirilme kolaylığı sağlamak amacıyla FR-4 malzeme kullanılır. Tezdeki her tasarım için de bu malzemedен yararlanılmıştır. Bakır yamanın kalınlığı genellikle 0.035 mm ile 0.070 mm arasında değişir. Dielektrik tabanların elektriksel özellikleri dielektrik sabiti ve kayıp tanjantı ile belirlenir. Bu kayıp tanjantı ne kadar büyük olursa anten verimi de o derece düşük olur. Bu nedenle çoğu zaman düşük tanjantlı malzemeler tercih edilir [2].

Gerçekte, tüm bu sistem, bütün yanal yüzeyi açık olan bir rezonatördür. Mikroşerit antenlerden radyasyon, toprak levhası ve mikroşerit anten iletkenin kenarı arasındaki saçak alanlarından yayımlanır. Sınır şartı, ilk yaklaşıklıkla, açık alan yanal yüzeydeki teğetsel Magnetik alan bileşenlerinin sıfır olmasıdır. Böylece,

herhangi bir mod için, alan bileşenleri ifade edilebilir. Rezonatör, uygulamada bir mikroşerit hatla beslendiğinden, içinde alt ve üst plakalara dik bir Elektrik alan bileşeni vardır. Yani bu doğrultu esas alınarak bulunacak çözüm bir TM modudur. Uzaya ışınlanan alan, rezonatörün çevresindeki alanlar tarafından oluşturulur. Bu sebepten, bu alanların, hassas bir çözümle ifadesi gerekir [1] , [3].

Mikroşerit yama antenlerin, anten yapıları içinde önemli bir gelişme ve yenilik sağlamanın asıl nedeni daha çok elektriksel olmayan özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Mikroşerit yama antenler düşük bir profil ve ağırlığa sahiptir, mikrodalga tümleşik devrelerine (MIC) rahatlıkla uyum sağlayabilir. Küçük olmalarından dolayı ve devre elemanlarıyla aynı dielektrik katmanı paylaşabilmeleri nedeniyle kolayca entegre devre yapılarına uyum sağlayabilir ve taşınabilir cihazların boyutlarını büyütmezler. Eğer malzeme ve fabrikasyon giderleri engelleyici değilse sistem çok ucuza mal edilebilir. Elektriksel performansı, tel veya açıklık gibi geleneksel anten sistemleriyle karşılaştırıldığında ise temel mikroşerit antenler: `dar band genişliği`, `yüksek besleme devre kayıpları`, `düşük çapraz polarizasyon` ve `düşük güç kontrolü kapasitesi` gibi dezavantajlara sahiptirler. Detaylı araştırma ve geliştirmeler bu engellerin çoğunun temel mikroşerit elemanlar üzerine yapılabilecek eklemeler ve değişikliklerle yok edilebileceğini veya en azından azaltılabileceğini gösterdi. Yama antenlerin bazı temel özellikleri; düşük profil form faktörü, düşük ağırlık, yüksek olmayan maliyetler, yerleşme yapısı bakımından uyumluluk, düzlemsel devrelere kolay entegrasyon, doğrusal ikili ve dairesel polarizasyon yeteneği ve çok yönlü besleme geometrileridir. Yama antenlerin tüm bu özelliklerine rağmen, bu teknolojinin en kısıtlayıcı yanı temel mikroşerit elemanların band genişliğidir [4] .

1.3 Mikroşerit Yama Antenlerin Band Genişliği

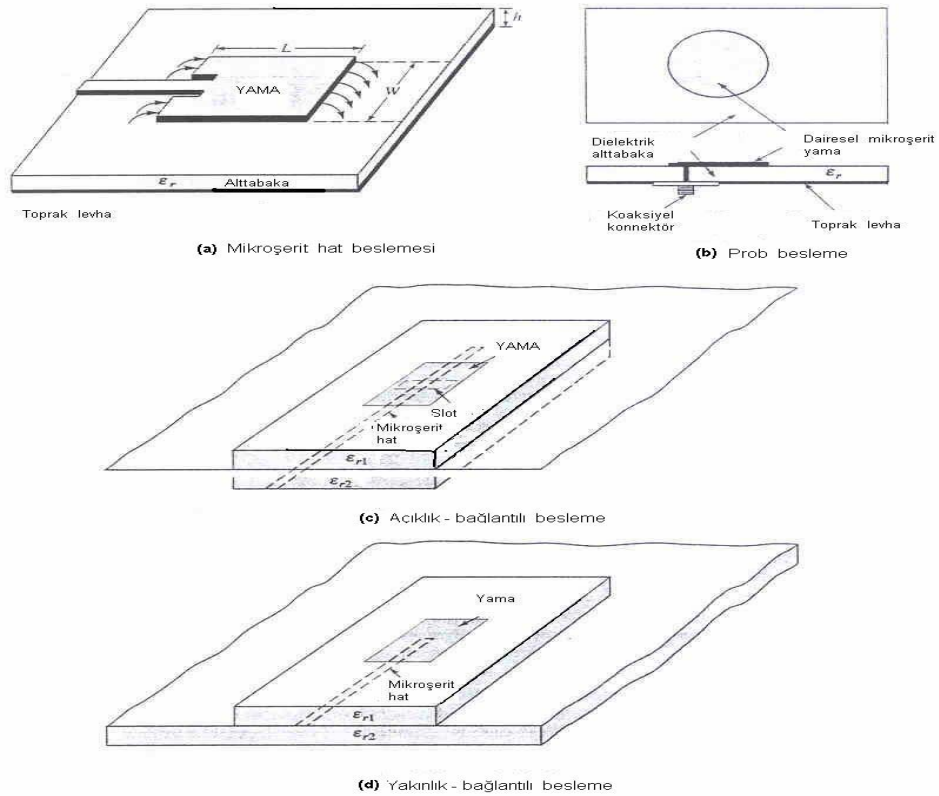
Dipol, yarık ve dalga kılavuzu anten elemanlarının çalıştıkları band genişlikleri %15–50 arasında değişirken, geleneksel mikroşerit yama elemanlarının çok düşük yüzdeli bir band genişliği empedansı vardır. Alt katman kalınlaştıkça ve dielektrik katsayısı düştükçe band genişliği artar. Her iki eğilim de yama akımının alt katmandaki toprak düzlemindeki negatif görüntüsünün yakınlığı nedeniyle rezonatörün artan Q ` suyla açıklanabilir. Band genişliği için, düşük dielektrik sabitli

kalın bir anten alt katmanı kullanmak tercih edilir. Ancak endüktif yükleme ve düzlemsel mikroşerit devrelerden gelebilecek sahte ışımlar nedeniyle bir mikroşerit anten alt katmanının kalınlığı 0.02λ veya daha düşüktür. Temel elemanın band genişliğinin sınırlı olması, son 15 yılda yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları sonunda mikroşerit anten band genişliğinin yükseltilmesi için bir çok tekniğin oluşmasına yol açtı, böylece %10-40'lık empedans band genişliği aşılabildi. Mikroşerit anten band genişliğinin geliştirilmesine yönelik düzinelerce teknik bulunmuştur ve bunları üç kanonik yaklaşıma göre kategorize edebiliriz: uyum devreleri kullanarak empedans uydurma, yığılmış veya parazitik elemanlarla ikili rezonanslar, kayıplı elemanlar ekleyerek verimi düşürme [4].

1.4 Mikroşerit Yama Antenleri Besleme Teknikleri

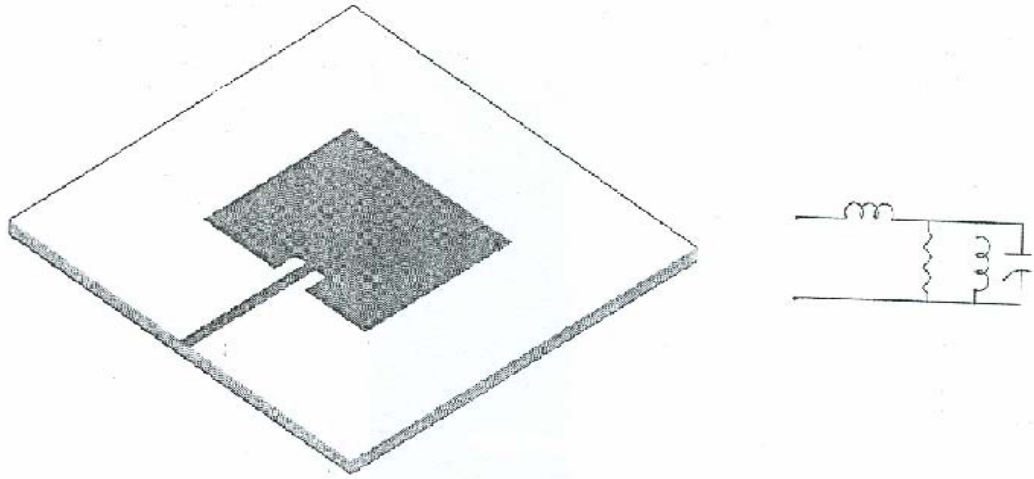
Mikroşerit yama antenlerin pek çoğu, dielektrik alt tabakanın bir yüzünde ışınım yapan elemanlara sahiptirler, bu nedenle mikroşerit hatla ya da koaksiyel bir hatla beslenebilir. Besleme yöntemi antenin giriş empedansını ve polarizasyonunu belirler. Düzlemsel baskı devre antenleri beslemek için üç adet genel yöntem vardır. Bunlardan birincisi koaksiyel kablo ile beslemektir. Koaksiyel beslemenin avantajı antenin giriş empedansına kolay uydurulması ve paterni bozabilecek parazitik yayılımın en az seviyede olmasıdır. İkinci yöntem mikroşerit hatlarla besleme devresi kurmaktır. Parazitik yayılımı fazla olmasına rağmen bu yöntem kolay üretilmesi nedeniyle tercih edilir. Üçüncü metod ise ayrık kuplaj metodudur. Besleme tekniklerini biraz daha açacak olursak: Yayılım besleme devresinden ayrı tutulduğu için ilk iki yöntemin avantajlarını içerir. Besleme hattı ve anten arasında genellikle bir uydurmaya gereksinim duyulur, çünkü anten giriş empedansı, alışılmış 50Ω 'luk hat karakteristik empedansından farklıdır. Uydurma, besleme hattının yerinin uygun şekilde seçilmesiyle yapılabilir. Yine de beslemenin yeri ışınım karakteristiğine etki edebilir. Mikroşerit ve koaksiyel beslemeler için, Green fonksiyonu tekniği, besleme yerinin etkisinin hesaplanması için kullanılabilir. Şekil 1.2'de mikroşerit antenlerin belli başlı besleme teknikleri verilmiştir [3]. Besleme hattının miktarı rezonansta empedans seviyesini kontrol eder. (Empedans denetimi için koaksiyel prob beslemesinin yerleştirilmesine benzer bir şekilde.)

Bu elemanın eşdeğer devresi mikroşerit besleme hattının yakın alan etkisini temsil eden seri endüktans + paralel RLC rezonans devresidir.(Aynı eşdeğer devre probe -beslemeli mikroşerit antenler için de uygulanabilir. Probe ve hat besleme, alanın eşdeğer elektrik akımı ve yama (patch) rezonatörün aynı yöndeki elektrik alanı arasındaki kuplajdan yama elemanını uyarır. Bu, yamanın merkezinin altında bir maksimuma sahiptir. Mikroşerit antenin bir mikroşerit iletim hattıyla beslenebilmesi, elemanın bir diziyile veya aktif devreyle tümleştirilmesinde özellikle



Şekil 1.2. Mikroşerit Antenleri Besleme Teknikleri

yararlıdır. Doğrudan temaslı koaksiyel prob ve mikroşerit hat beslemeleri basitlik gibi bir avantaja sahiptirler fakat bazı dezavantajları da vardır. İnce bir alt tabakadan dolayı bandgenişliği sınırlanmıştır. Buna ek olarak, bu beslemelerin Elektrik alan düzlemindeki asimetrisi çapraz polarizasyona neden olan yüksek dereceli modlar üretmektedir. Koaksiyel besleme durumunda, lehimleme gereksinimi güvenilirliği düşürebilir ve çok sayıda eleman kullanılıyorsa maliyet artabilir.



Şekil 1.3. Mikroşerit iletim hattı beslemeli, mikroşerit yama antenin geometrisi ve eşdeğer devresi .

Bir mikroşerit anten elemanını değişik şekillerde, temas etmeyen, beslemeleri kullanarak da beslemek mümkündür. Şekil 1.3.'de gömülü mikroşerit iletim besleme hattını barındıran 2 katmanlı bir alt tabakaya sahip yakınlık (proximity) beslemesi görülmektedir. Işıma yapan yama, mikroşerit besleme hattının üzerine yerleştirilmiş bir alt tabakanın tepesinde bulunmaktadır. Besleme hattı yamanın altında açık devre yan hatla sonlandırılmaktadır. Yakınlık (proximity) kuplajı literatürde elektromanyetik kuplaj olarak da adlandırılmaktadır fakat bu terim, tüm besleme yöntemlerinin rahatlıkla “elektromanyetik” olarak sınıflandırılabilceği düşünülürse, daha az açıklayıcı olmaktadır. Yakınlık kuplajı yamanın, nispeten kalın bir alt tabakanın üzerine yerleştirilmesine imkan verme avantajına sahiptir. Bu band genişliğini iyileştirmektedir. Ayrıca besleme hattı daha ince bir alt tabaka görmektedir. Bu da sahte ışımaya ve kuplajı azaltmaktadır. Fabrikasyon, tek tabaka koaksiyel veya hat beslemesinden daha zordur. Bunun nedeni bağın (bonding) ve 2 alt katmanın birleştirilmesini gerektirmektedir[5].

1.5 Mikroşerit Yama Antenlerin Uygulama Alanları

Mikroşerit yama antenler, alışılmış mikrodalga antenlere göre çeşitli avantajlara sahip olduğundan pek çok uygulaması 100 MHz – 50 GHz frekans aralığındadır. Mikroşerit antenlerin, alışılmış mikrodalga antenlerine göre belli başlı avantajlarından bazıları şunlardır:

- Hafiflik, küçük hacim ve düşük profilli yüzeysel görünüme sahiptir .
- Düşük üretim maliyeti, kütleli üretim kolaylığı vardır.
- İnce yapılabilir, bundan dolayı taşıyıcı uzay araçlarının aerodinamiğini bozmaz.
- Antenler, büyük değişiklikler olmadan füze, roket ve uydulara kolayca monte edilebilir.
- Bu antenlerin RCS alanı (Radar Cross Section) düşüktür.
- Besleme yerinde küçük değişikliklerle doğrusal ya da dairesel polarizasyon yapılabilir.
- Mikroşerit yama antenler modüler tasarıma uygundur (Modülatörler, değişken zayıflatıcılar, anahtarlar, osilatörler, kuvvetlendiriciler, karıştırıcılar, faz kaydırıcılar gibi yarı iletken elemanlar doğrudan anten alt tabaka katına eklenebilirler).

Bunlarla birlikte mikroşerit antenler mikrodalga antenleriyle karşılaştırıldığında şu dezavantajlara sahiptir:

- Bant genişlikleri dardır.
- Kayıplar nedeniyle kazançları düşüktür.
- Maksimum kazancın pratik sınırları yaklaşık 20 dB' dir.
- Işıma yapan elemanlar ve besleme arasındaki yalıtım zayıftır.
- Boyuna dizi ışımaya performansı zayıftır.
- Mikroşerit antenlerin çoğu yarım bir uzaya ışımaya yaparlar.

Pek çok pratik tasarım için, mikroşerit antenlerin avantajları, dezavantajlarına göre daha ağır gelir. Araştırma ve geliştirmelerin sürmesi ve mikroşerit anten kullanımının artmasıyla , mikroşerit antenlerin pek çok uygulama için alışılmış antenlerin yerine eninde sonunda geçmesi beklenebilir. Mikroşerit antenleri içeren belli başlı bazı sistem uygulamaları şunlardır:

- Kablosuz Sistemler,
- Uydu haberleşmesi,
- Silahların otomatik ateşlenmesi,
- Biomedikal ışımlayıcı,
- Çevresel enstrümantasyon ve uzaktan algılama.

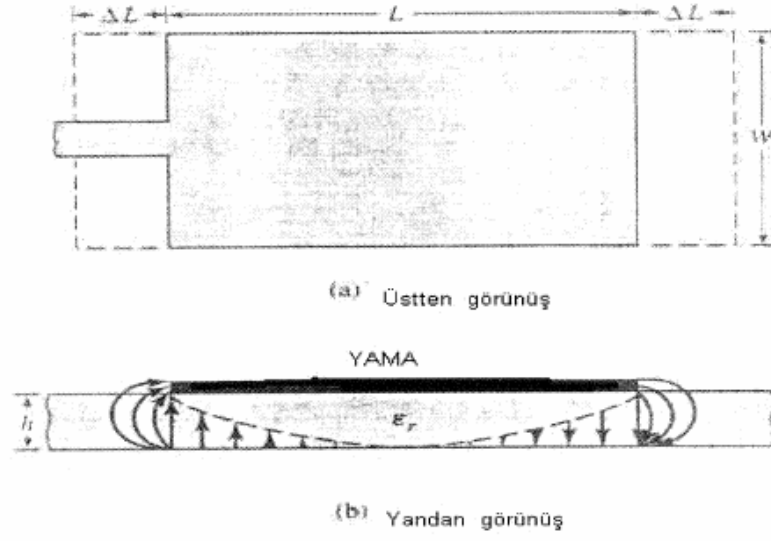
Mikroşerit antenlerin imkanlarının fark edilişinin artmasıyla, bu uygulamaların sayısı artmaya devam edecektir [3].

1.6 Mikroşerit Yama Anten Analizi

Mikroşerit anten, geniş toprak alan üzerinde, arada dielektrik madde ile desteklenmiş metal parçadan oluşur. Elektromagnetik dalga, üst parçadan toprağa dielektrik madde içinden geçerek saçaklanır. Saçaklanma alanı sonucunda topraktan geri yansıyan dalga boşluğa yayılır. Mikroşerit antenler ince profilli, hafif, ucuz, her türlü yüzeye uygun ve kolay üretilebilir olmaları nedeniyle çok yönlü uygulama alanlarına sahiptir. Özellikle mobil uydu haberleşmesinde alıcı anteni olarak tercih edilir. Bu antenlerin en büyük avantajı dar bantlı ve düşük kazançlı olmalarıdır. Anten bandgenişliği, antenin etkili çalıştığı frekans spektrumu olarak açıklanır. Sayısal olarak ifade etmek için antenin tasarlandığı frekans aralığındaki duran dalga oranı ölçü alınır. Ticari anten tasarımlarında anten band genişliği, duran dalga oranının 1.5:1 sınırını aşmadığı aralık olarak önerilir. Klasik bir mikroşerit anten, merkez frekansının %2-3'ü kadar bir band genişliğine sahiptir. bir kişisel uydu haberleşme sisteminde kullanılan 1.5 ve 1.6 GHz spektrum bandında ayırım % 7' dir. Böyle bir antenin, hem uydu göndermeç hem de almaç bandlarında işlevsel olması mümkün değildir. Örnek olarak L-bandında çalışan artırmak için bir çok teknik kullanılır. Bu tekniklerden birisi dielektrik maddenin kalınlığını arttırmaktır. Bu yöntem, aynı zamanda anten ve besleme hatlarının boyutunun da artmasını gerektirdiğinden ancak bazı özel uygulamalarda tercih edilir. Bandgenişliğini geliştiren bir diğer popüler yöntem ise anten üzerine uygun boy ve genişlikte yarıklar açmaktır. Bu yöntem aynı zamanda anten boyutlarının azaltılması için de kullanılan bir yöntem olduğundan uygun tasarlanan bir antenle birçok avantaj elde edilir. Mikroşerit antenleri analiz etmek için de pek çok metot vardır. En yaygın olan

modeller: transmisyon hat modeli, rezonatör modeli ve tam dalga (full wave) modelidir. Transmisyon hat modeli, diğer modellerden daha az hesaplama gerektirir, bu yüzden incelikleri daha azdır; pek çok mühendislik uygulaması için uygun sonuçlara ulaştırır, ancak bu yöntemle kuplajı modellemek zordur. Transmisyon hat modeli ile rezonatör modelini karşılaştırdığımızda; rezonatör modeli daha hassas hesaplamalar gerektirir, bununla birlikte iyi fiziksel yaklaşımlar verir, ancak kuplajı modellemek bu yöntemde daha zordur. Tasarım uygulamalarında başvurulan bir diğer modelleme olan tam dalga modellemesi çok yönlüdür; tek elementlere, sonlu ve sonsuz dizilere ve kuplaja uygulanabilmesine rağmen en kompleks model olması ve fiziksel yaklaşımlarının doğruluğunun çok iyi olmamasından dolayı kullanımı pek yaygın değildir. Mikroşerit antenler, alışılmış mikrodalga antenlerine göre daha çok fiziksel parametre ile karakterize edilebilir.

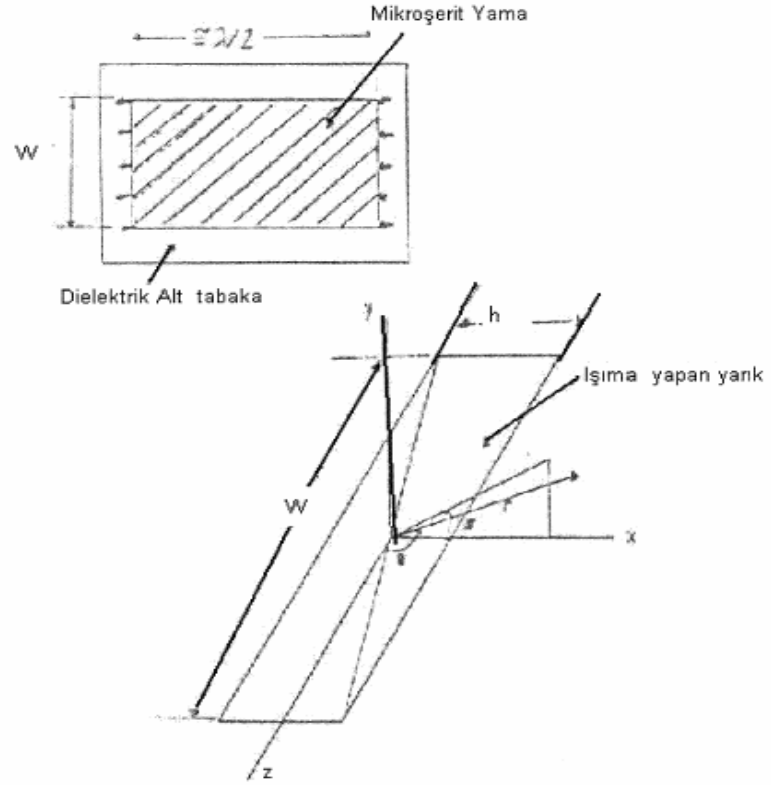
Mikroşerit yama antenler herhangi bir geometrik şekil ve boyutta olabilirler. Buna rağmen tüm mikroşerit antenler üç temel kategoriye ayrılabilirler: Mikroşerit yama antenler, mikroşerit yürüyen dalgalı antenler ve mikroşerit yarıklı antenler. En basit mikroşerit anten, yama biçimi Şekil 1.4.'de görülen, kuşkusuz arkasında toprak levhası olan ince bir dielektrik alt tabaka üstündeki iletken oluşmuş temel anten elemanıdır. En yaygın olarak kullanılan konfigürasyondur. Yapının sadeliği, dikdörtgen mikroşerit antenin ışınım karakteristiğini saptamak için çok sayıda deneme ve araştırmaya yol göstermiştir. Bu en basit mikroşerit anten yapısını incelemek amacıyla bu bölümde seçtiğimiz model, transmisyon hat modelidir [3].



Şekil 1.4. Dikdörtgen Mikroşerit Yama

1.7 Transmisyon Hat Modeli

Transmisyon Hat Modeli daha önceden de söylendiği gibi diğer modellerden daha az hesaplamayı gerektirir. Model özellikle, sadece dikdörtgen ya da kare yama geometrilerine uygulanabilir olduğundan kendine has kusurlarının olması kaçınılmazdır. Buna rağmen analiz, ışınım mekanizmasının karakteristik eldesi için bile basit ifadeler verebildiğinden çoğu zaman tercih edilir. Mikroşerit ışınım elemanı, enine alan değişimi olmayan hat rezonatörü gibi tahlil edilebilir. Alanların değişimi genellikle yarım dalga boyunda olan uzunluk boyunca olur ve açık devre sonundaki saçaklanma alanlarında esas ışınım oluşur. Işınlayıcı, x-y düzleminde aralarında L kadar uzaklık konularak yerleştirilmiş iki yarık gibi gösterilebilir. (Şekil 1.5.)



Şekil 1.5. Yarık geometrisi ve koordinat sistemiyle mikroşerit antenin ışıma yapan iki yarık gibi gösterilmesi.

Her iki yarık da, bir magnetik dipol gibi aşağıdaki magnetik akımla aynı alanı yayımlarlar :

$$\vec{J} = \mathbf{u}_z 2 E_x = \frac{\mathbf{u}_z 2 V_0}{h}$$

Bu denklemde, "2" çarpanı toprak levhası civarındaki J 'nin pozitif görüntüsünün gerekliliğini ortaya çıkarır, V_0 yarığın genişliğince x eksenine doğrultusunda sabit olan gerilim, h ise tabakanın kalınlığıdır. Tek bir yarık için, orjinden r uzaklıktaki bir yerde uzak alan :

$$E_\phi = -j 2 V_0 w k_0 \frac{e^{-jk_0 r}}{4\pi r} F(\theta, \phi)$$

$$E_\theta = 0$$

yazılabilir.

Oysa H düzlemi diyagramı L'den bağımsızdır ve (1.1) eşitliğiyle verilir. Yayınlanan güç, yarı küre üstündeki Poynting vektörünün gerçel kısmı integre edilerek bulunabilir ve $h \ll \lambda_0$ için şöyle ifade edilebilir.

$$P_r = \int_0^\pi \frac{E_\phi^2 r^2 \sin \theta}{120\pi} d\theta$$

$$P_r = \int_0^\pi \left(-j2V_0 W k_0 \frac{e^{-jk_0 r}}{4\pi r} \right)^2 \frac{\sin^2 \left(\frac{k_0 W}{2} \cos \theta \right)}{\left(\frac{k_0 W}{2} \cos \theta \right)^2} \sin^2 \theta r^2 \sin \theta d\theta \quad (1.1)$$

Bu denklemde:

$$I_1 = \int_0^\pi \sin^2 \left(\frac{k_0 W}{2} \cos \theta \right) \text{tg}^2 \theta \sin \theta d\theta$$

'dir. W eni boyunca ışın direnci R_r buradan bulunur:

$$R_r = \frac{V_o^2}{2P_r} = \frac{120\pi^2}{I_1}$$

$$W \ll \lambda_0 \text{ için } R_r = \frac{90\lambda_0^2}{W}$$

$$W \gg \lambda_0 \text{ için } R_r = \frac{120\lambda_0^2}{W}$$

İkinci durum için, radyasyon direnci yarığın birim uzunluğu başınadır, bu nedenle :

$$R_r = 120 \lambda_0 \Omega / \text{m}$$

şeklinde yazılabilir. Küçük h'ler için bir sadeleştirmeyle tam ifade :

$$R_r = \frac{120\lambda_o}{1 - \frac{(k_o h)^2}{24}}$$

şeklindedir. Yarık duyarlılığı, aşağıda yazılan kapasite ile gösterilebilir:

$$C = \frac{\Delta L \sqrt{\epsilon_e}}{cZ_o}$$

Bu denklemde Z_o , mikroşerit hattın karakteristik empedansı; c , ışık hızı; ϵ_e , etkin dielektrik sabiti ve ΔL şu denklemlerle bulunurlar :

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W} \right)^{1/2}$$

$$\Delta l = 0.412.h \frac{(\epsilon_e + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_e - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)}$$

Buna dayanarak, ışıma yapan elemanın giriş admitansı şöyle bulunur:

$$Z = Z_o \frac{Z_1 \cos \beta d + jZ_o \sin \beta d}{Z_o \cos \beta d + jZ_1 \sin \beta d}$$

$$Z = Z_o \frac{Z_1 + jZ_o \operatorname{tg} \beta d}{Z_o + jZ_1 \operatorname{tg} \beta d}$$

$$Y = Y_o \frac{Z_o + jZ_1 \operatorname{tg} \beta d}{Z_1 + jZ_o \operatorname{tg} \beta d}$$

$$Y = Y_o \frac{\frac{1}{Y_o} + j \frac{1}{Y_1} \operatorname{tg} \beta d}{\frac{1}{Y_1} + \frac{1}{Y_o} j \operatorname{tg} \beta d}$$

$$Y = Y_o \frac{Y_1 + j Y_o \operatorname{tg} \beta d}{Y_o + j Y_1 \operatorname{tg} \beta d}$$

Bu denklemde, $d = L$ ve $Y_1 = G + jB$ yerine konursa sondaki admitansın girişten görülen değeri bulunur. Bu değer girişteki admitansla toplanırsa giriş admitansı:

$$Y_{in} = G + jB + Y_o \frac{G + j(B + Y_o \operatorname{tg} \beta L)}{Y_o + j(G + jB) \operatorname{tg} \beta L} \quad (1.2)$$

Bu denklemde, $G = 1/R_r$, $B = k_0 \Delta l \sqrt{\frac{\epsilon_e}{Z_0}}$, propagasyon sabiti $\beta = 2\pi \sqrt{\frac{\epsilon_e}{\lambda_0}}$ ve $Y_o = \frac{1}{Z_0}$. Bu model için eşdeğer devre Şekil 1.6 a'da görülmektedir. Mikroşerit eleman, transmisyon hattıyla bağlanmış iki admitansla gösterilebilir. Rezonans frekansından başlayarak, giriş admitansı Y_{in} ' in sanal kısmı sıfırdır, ışınlayıcının rezonans frekansı şöyle hesaplanabilir :

$$\operatorname{tg} \beta L = \frac{2Y_o B}{B^2 + G^2 - Y_o^2}$$

Şekil 1.6 b'de görüldüğü gibi herhangi bir besleme noktasındaki giriş admitansı bu noktaya yarık admitansının taşınmasıyla bulunabilir. Sonuçta ifade:

$$Y_{in}(z) = 2G \left[\cos^2(\beta z) + \frac{G^2 + B^2}{Y_o^2} \sin^2(\beta z) - \frac{B}{Y_o} \sin(2\beta z) \right]^{-1} \quad (1.3)$$

Bu denklemde z , besleme noktasının köşeden uzaklığıdır. Bu ifade $G / Y_0 \ll 1$ ve $B / Y_0 \ll 1$ pratik durumları için aşağıdaki gibi basitleştirilebilir:

$$Y_{in}(z) = \frac{2G}{\cos^2(\beta z)}$$

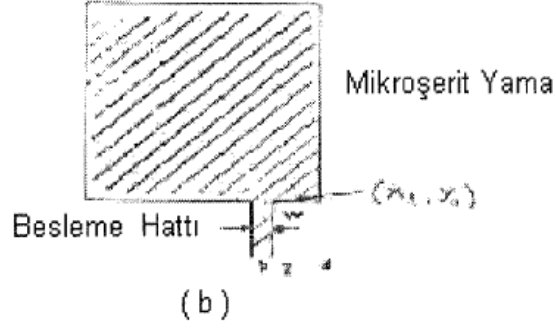
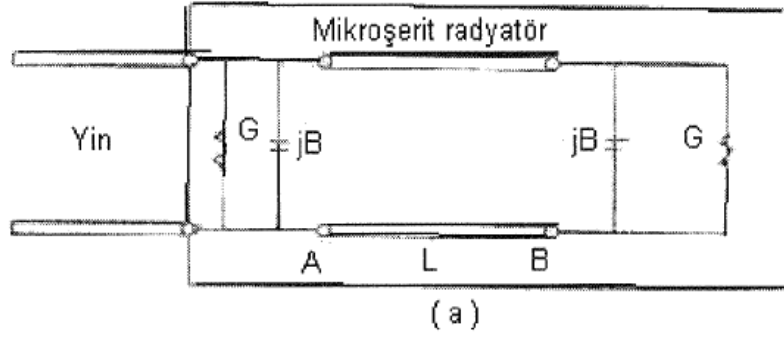
Denklem $\beta z = \pi / 2$ durumu dışında her zaman geçerlidir. Işıma yapan iki yarık arasındaki etkileşme için ortak iletkenlik şöyle verilebilir:

$$g_{12} = \frac{1}{120\pi^2} \int_0^\pi \frac{\sin^2\left(\frac{\pi W}{\lambda_0} \cos\theta\right) \operatorname{tg}^2\theta \sin\theta J_0\left(\frac{2\pi L}{\lambda_0} \sin\theta\right) d\theta}{G}$$

$J_0(x)$, sıfıncı dereceden Bessel fonksiyonudur ve argümanı x 'tir. (1.3) denklemi kullanılarak giriş admitansı ifadesi şöyle değiştirilebilir :

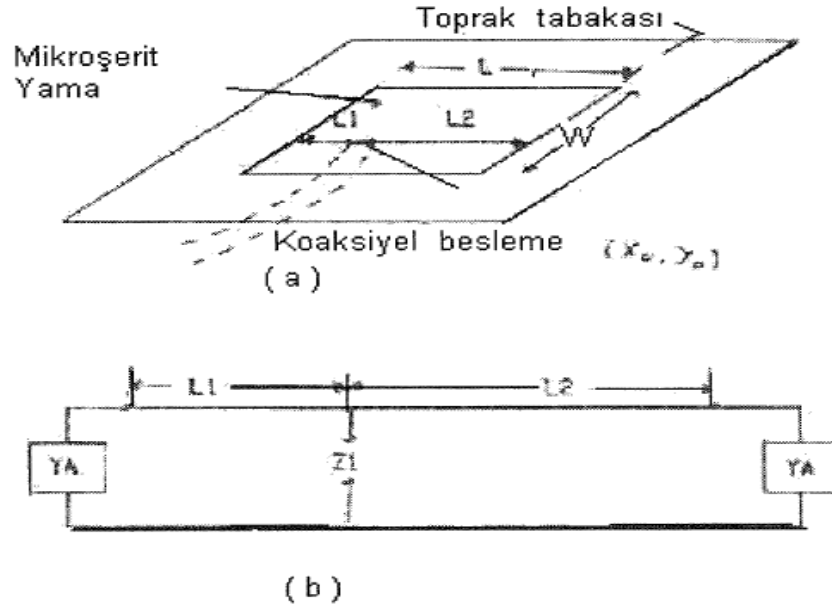
$$Y_{in}(z) = \frac{2(G \pm g_{12})}{\cos^2(\beta z)}$$

Burada (+) işareti, yamanın altında simetrik olmayan rezonans voltaj dağılımlı modlar için, (-) işaret ise simetrik rezonans voltaj dağılımlı modlar için kullanılır.



Şekil 1.6. (a) Işıma yapan mikroşerit elemana eşdeğer devre
(b) Keyfi seçilmiş besleme noktasıyla mikroşerit yama

Eğer hat rezonatörün genişliği boyunca besleme noktası hareket ettirilirse giriş empedans değerlerinin geniş bir aralığı elde edilir, bu nedenle eleman bütün pratik empedans seviyelerine uydurulabilir. Buna rağmen bu model, rezonatörün uzunluğu boyunca kaynak noktasının yerini vermez. Transmisyon hat modelinin bu sınırlamasının giderilmesi için transmisyon hat modeli ve yüzey yamasının bir kombinasyonu önerildi. Göz önüne alınan bir mikroşerit anten ve onun eşdeğer devresi Şekil 1.7. 'de görülmektedir.



Şekil 1.7. Transmisyon hat eşitliğiyle koaksiyel beslemeli mikroşerit yama

Besleme noktasındaki giriş admitansı (1.2) denkleminin eldesi gibi elde edilir :

$$Y = Y_0 \left[\frac{Z_0 \cos \beta L_1 + j Z_w \sin \beta L_1}{Z_w \cos \beta L_1 + j Z_0 \sin \beta L_1} + \left[\frac{Z_0 \cos \beta L_2 + j Z_w \sin \beta L_2}{Z_w \cos \beta L_2 + j Z_0 \sin \beta L_2} \right] \right]$$

Bu denklemde $Z_w = 1/Y_w$ ve Z_0 , mikroşeritin karakteristik empedansıdır. Koaksiyel delikte prob, toplanmış endüktif bir reaktansla gösterilebilir :

$$X_L = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \operatorname{tg} \left(\frac{2\pi h}{\lambda_0} \right)$$

Böylece giriş empedansı :

$$Z_{in} = Z_1 + j X_L \quad , \quad (Z_1 = 1/Y_1)$$

şeklindedir[3].

2. ANTEN İÇİN KABLOSUZ AĞ STANDARTLARINA GENEL BAKIŞ

2.1. Giriş

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) dünya çapında değişik teknolojilerin standartlarını belirler. Çalışmalarını üretici firmalarla birlikte yürüten bu kuruluş 1980 yılında 802 numaralı bir komisyon oluşturdu. Komisyonun görevi bilgisayar ağları ile ilgili çeşitli standartlar ortaya koymaktır. IEEE' nin değişik kodlu başka komisyonları diğer teknolojiler üzerinde çalışmaya devam etmektedir. Örneğin IEEE 1284 paralel iletişim ile ilgili çalışırken, IEEE 1394 Firewire bağlantı standardını oluşturmuştur. Kablosuz iletişim standartları ve arasındaki farklar incelenecek olduğunda: 802.11 standartlarının ISM (Industrial-Scientific-Medical) bantları olarak da adlandırılan 2.4 GHz (2.4 - 2.4835 GHz UHF) frekans bandı ile 5 GHz (5.15 - 5.825 GHz SHF) bandında çalıştığı söylenebilir. Bu frekans tayfları lisanssızdır ancak bazı ülkelerde 5 GHz bandının kullanımına birtakım kısıtlamalar getirilmiştir [6]

2.2. 802.11 b Standartı ve Özellikleri

- Eylül 1999 yılında standart olmuştur.
- RF teknolojisi olarak tanımlanmıştır.
- RF kanalları sayesinde yüksek hızlarda daha uzak noktalara veri iletimine olanak sağlar.
- 2.4 - 2.4835 GHz UHF spektrumunu kullanır.
- Bu spektrum aynı zamanda kablosuz telefon ve çoğu bluetooth ürünleri tarafından da kullanılmaktadır.
- Maksimum 11 Mbit bandgenişliği sağlar.

- Kapsama alanı kapalı alanlarda 30 - 45 metre (100 - 150 feet) Wi - Fi uyumlu farklı marka cihazlar, birbirleriyle uyumlu çalışabilir.
- 802.11 b genellikle ofis ortamları, hastaneler, depolar ve fabrikalar gibi ortamlarda kullanılmaya oldukça uygundur. Özellikle konferans salonları, çalışma alanları ve kablo çekmenin tehlikeli olduğu noktalarda ağ bağlantısı sağlanması için uygun bir teknolojidir. Kısaca 802.11 b, WLAN' lar mobilitenin gerekli olduğu ve orta hızlı ağ bağlantılarına ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılır.[7]

2.3. 802.11 a Standartı ve Özellikleri

- 802.11 a standardı, 802.11 b standardının hızlı ethernet karşılığıdır.
- 5.15 - 5.825 GHz SHF radyo bandını kullanır.
- Maksimum 54 Mbit bant genişliği sağlar.
- 802.11 b ve 802.11 g standartlarıyla uyumsuzdur.
- 802.11 b' ye benzer olarak bu standardın kullanım bulacağı alanlar, yüksek veri hızlarını gerektiren verilerin ve içeriğin iletilmesi gereken durumlardır. Her ne kadar 802.11 a' nın hizmet kalitesine yönelik özellikleri henüz belirlenmemiş olsada, sağladığı çok yüksek veri hızı doğru alanlarda kullanıldığında belli sonuçlar verebilir. Bu teknolojinin kullanılmasından en fazla yararlanabilecek üç kilit uygulama; erişim noktaları arasındaki kablosuz omurgalar, yüksek veri iletim hızına ihtiyaç duyan kurumsal kullanıcılar ve video dağılım sistemleridir.
- 802.11 a veya 802.11 g ürünlerinin kurulu olduğu bir ortamda herhangi bir interferans yaratmayacağı için kullanılabilir.
- Kapsama alanı kapalı alanlarda 7,5- 22,5 metre (25-75 feet) şeklindedir.
- Şu anda geriye doğru uyumlu olmadığı ve pahalı olduğundan popüler değildir[6].

2.4. 802.11g Standartı ve Özellikleri

- 2.4 - 2.4835 GHz UHF spektrumunu kullanır.
- Maksimum bant genişliği 54Mbit.

-Kapsama alanı kapalı alanlarda 30 - 45 metre (100 - 150 feet)

-802.11 b ürünleriyle uyumlu çalışabilir.

-Bu standart ile video uygulamaları da dahil olmak üzere, bir çok multimedya uygulaması desteklenebilir hale gelmektedir. Bu standardın 802.11b ile uyum konusunda belli noktalarda yetersiz kalmasından dolayı henüz çok fazla uygulaması ve destekleyen ürünler görülmemektedir. Bu standardın kullanıma girmesiyle birlikte erişim noktalarında ve alıcılarda belli fiziksel değişikliklerin gerçekleştirilmesi gerekecektir [6].

2.5 . HIPERLAN / 2

-HIPERLAN/2, Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI) tarafından üçüncü nesil mobil şebekeler, ATM ağları ve IP tabanlı ağlar gibi iletişim yapılarının hızlarını arttırmak amacıyla geliştirilen bir WLAN standardıdır. Bu standart ile birlikte veri hızı 54 Mbps'e kadar yükselebilmektedir. Bu standart ile geliştirilecek temel uygulamalar; veri, ses ve video uygulamalarıdır. Kararlı bir iletimi sağlamak için standart özellikleri içerisinde hizmet kalitesi özellikleri de eklenmiştir. Nisan 2000' de onaylanan bu standardın henüz çok önemli uygulamaları görülmemektedir. 802.11 a 'ya benzer olarak bu standart da 5 GHz frekansında çalışmaktadır ve aynı modülasyon tekniğini kullanmaktadır. Bu standart diğer standartlarla uyum konusunda yetersizlikler gösterdiğinden dolayı mevcut sistemlere entegrasyonda sorunlar yaşanabilir.

-HIPERLAN/2 standardının hedeflediği Pazar Avrupa içerisindeki kurumsal müşterilerdir. Bu standardın odaklandığı nokta diğer standartların yetersiz kaldığı yönlerin yanı sıra hız ve hizmet kalitesidir. HIPERLAN/2 'nin doğal yapısından kaynaklanan bir hizmet kalitesi desteği vardır. Hizmet kalitesi parametreleri her bir bağlantı için bant genişliği, gecikme oranı ve benzeri kriterler ışığında ayarlanabilir. Böylelikle yüksek iletim hızlarında dahi hizmet kalitesinden ödün verilmemiş olur [7].

2.6. WIMAX

Wimax, WiFi teknolojisinin gelişmiş hali olarak da görülebilir. Wi-Fi teknolojisini yaklaşık 100 metre yarıçaplı bir kapsama alanı yaratan, ancak lokal bazda kullanılan kablosuz erişim diye tanımlayabiliriz. Ama buradaki geniş bant 10 megabit'lere giren veri transferi kapasitesine sahiptir. Wimax'e baktığımız zaman WiFi'nin çok daha ilerisini görüyoruz. 802.16 standardı 10-66 GHz arasına yoğunlaşırken bizim WiMax adını verebileceğimiz 802.16a standardı daha düşük olan 2-11 Ghz bölgesine yoğunlaşmaktadır. Wimax 802.16 e standardı geliştiği zaman kapsama alanı yaratan baz istasyonu arasındaki "handover" (geçiş) dediğimiz, herhangi bir kesinti olmadan gerek sesin, gerek videonun, gerek internet erişiminin bir baz istasyonundan diğerine kesintisiz olarak geçimi, transferi söz konusu olacak.

Bugün zaten bizim cep telefonlarında gördüğümüz bu fonksiyondur. Ancak farklı olarak WiMax'de 54 megabit'e kadar çıkan bir data transfer seviyesini konuşuyoruz. Bunu gerçek geniş bant diye düşünebiliriz. Türkiye'de WiMax uygulaması, bugün ADSL verilemeyen bölgelere hızlı ve ekonomik genişband internet erişimini sağlayarak başlamakta. Yine WiMax 802.16d standardı kullanılarak şehirlerin tamamıyla kapsanmasıyla, emniyet güçlerinin asayişini sağlamaya yönelik kamera takip, suçluların tespiti, trafik akışlarının izlenmesi, çalıntı arabaların tespiti, afet zamanında valiliklerin sağlayacağı birçok hizmetin verilmesi gibi katma değerli servisler daha ekonomik ve gelişmiş olarak sağlanabilmektedir [8].

Sonuç olarak kablosuz ağ teknolojileri anlatıldığı üzere, ağın ve uygulamaların ihtiyacı doğrultusunda farklı frekanslarda, farklı hızlarda, farklı koşullarda çalışabilecek şekilde esnek bir yapıya sahiptir. Günümüzün geleneksel kablolu ağlarının kullanıldığı her noktada kablosuz ağ teknolojileri de kullanılabilir, böylece kullanıcıların verimliliğinin ve üretkenliğinin arttığı etkin kompozit ağlar kurulabilir.

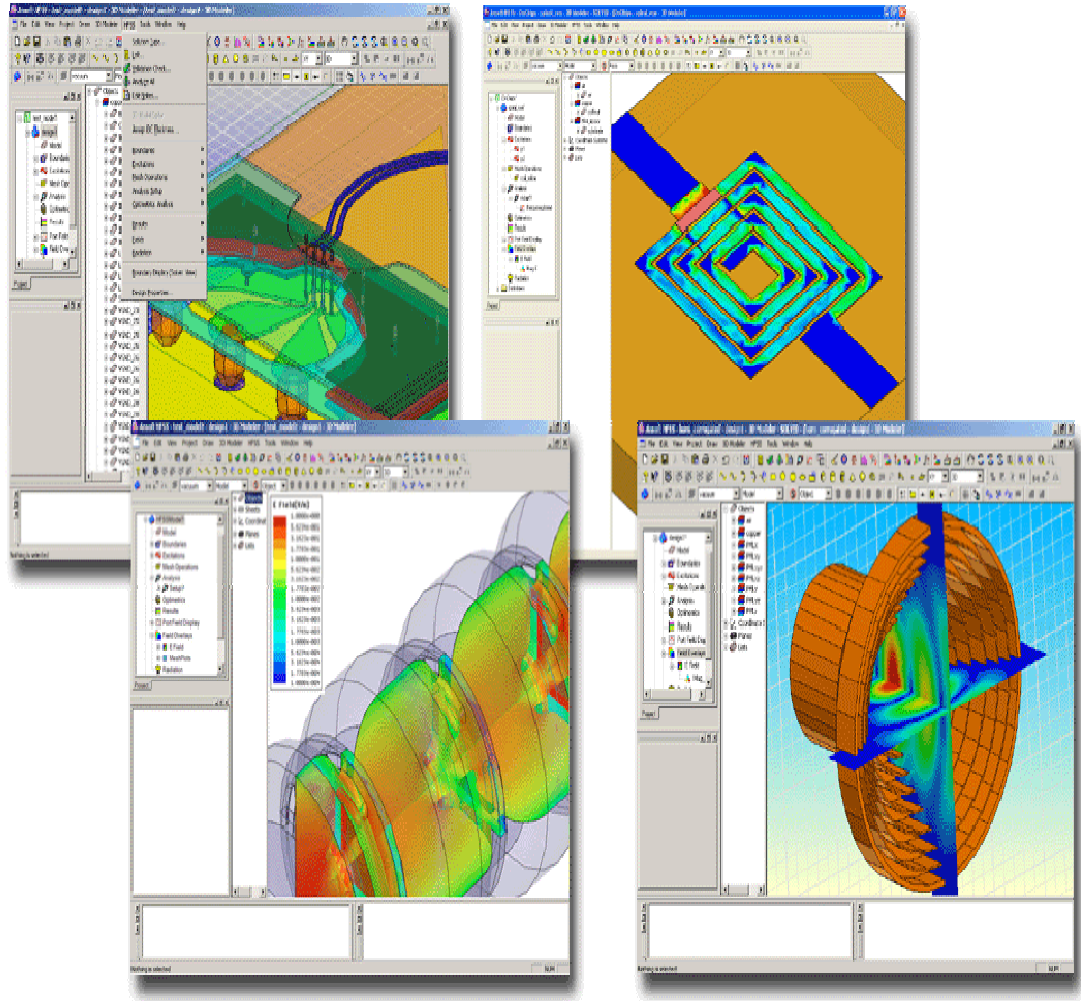
3. GENİŞBANDLI MİKROŞERİT YAMA ANTEN TASARIM ÖRNEKLERİ

3.1. Kullanılan Tasarım Programı : HFSS

-HFSS, S-parametreleri ve tam dalga SPICE çıkarımları, yüksek hız bileşenleri ve yüksek frekans elektromagnetik simülasyonları için endüstriyel standartlarda bir yazılımdır. HFSS çip üstünde gömülü pasiflerin tasarımı, PCB bağlantıları, antenler, RF /mikrodalga bileşenleri ve yüksek frekans IC paketlerin tasarımı gibi çok geniş alanlarda kullanılmaktadır.

-HFSS, mühendislik verimliliğini artırır, tasarım geliştirme zamanını azaltır, ve en iyi tasarım başarısını garanti eder. HFSS'in en son sürümleri Mikrodalga/RF mühendislerine kayda değer verimlilik kazandırır.

- Programın üreticisi: ANSOFT Corporation'dır. Aşağıda Şekil 3.2.1'de HFSS ile yapılan tasarımlar arayüzleriyle birlikte verilmiştir [9] .



Şekil 3.2.1. HFSS ile yapılan tasarım örnekleri

3.2. E Şeklindeki Yama Antenin Tasarımı

3.2.1. Tasarıma Giriş

Mikroşerit yama antenler bir çok üstünlüklerinden ötürü yaygın olarak kullanılırlar; düşük profil, uygunluk, düşük ağırlık gibi. Ancak başlıca dezavantajı: dar band genişliğidir. Araştırmacılar, pek çok çalışma yapmıştır bu sorunun üstesinden gelebilmek için ve pek çok konfigürasyon band genişliğini artırmak için kullanılmıştır.

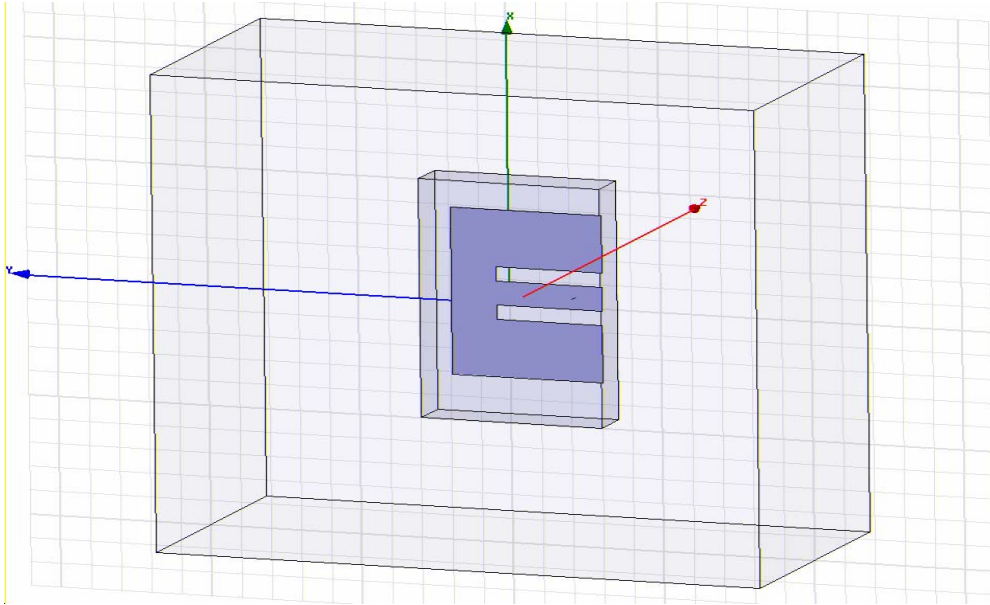
Band genişliğini artırmak için kullanılan geleneksel metod: parazitik yamalar kullanmaktır[10]. Parazitik yamalar, aynı tabaka üzerinde ana yama ile birlikte yerleşmiştir [11]. Bu tasarımda, bir yeni tek-yama geniş band mikroşerit anten ele alınmıştır: E şeklindeki yama anten. İki paralel slot, anten yamasına dahil edildiğinde, bandgenişliği % 30'una genişler. Sadece uzunluk, genişlik ve slotların pozisyonları ayarlanarak yeterli performans elde edilebilir. Bazı deneysel sonuçlar, bu tasarımın geçerliliğini ortaya koyar [12].

Tasarım için kullanılan yazılım: HP-HFSS yazılımıdır. %30.3' lük genişband E şeklindeki yama anten için bandgenişliği 2.2 ile 2.4 Ghz arasında tasarlanır. E şeklindeki yama üzerinde elektrik akımları hesaplanır ve grafiksel olarak genişband mekanizması açıklanabilir. Frekans aralıkları, modern kablosuz haberleşme için istenilen bir durumdur. Işıma parçacıkları, aynı zamanda nümerik datalarla ölçülür ve karşılaştırılır. Slot uzunluğu, genişliği ve pozisyonu geniş bir band genişliğine ulaşmak için optimize edilmelidir.

Sonuçta, 2.2 ve 2.4 GHz' lik frekansların her ikisinde kablosuz haberleşme frekanslarında rezonans olan bir % 30.3' lük E-şeklindeki yama anten tasarlanmış, üretilmiş ve ölçülmüştür.

3.2.2 . E Şeklindeki Yama Antenin Performans Özellikleri

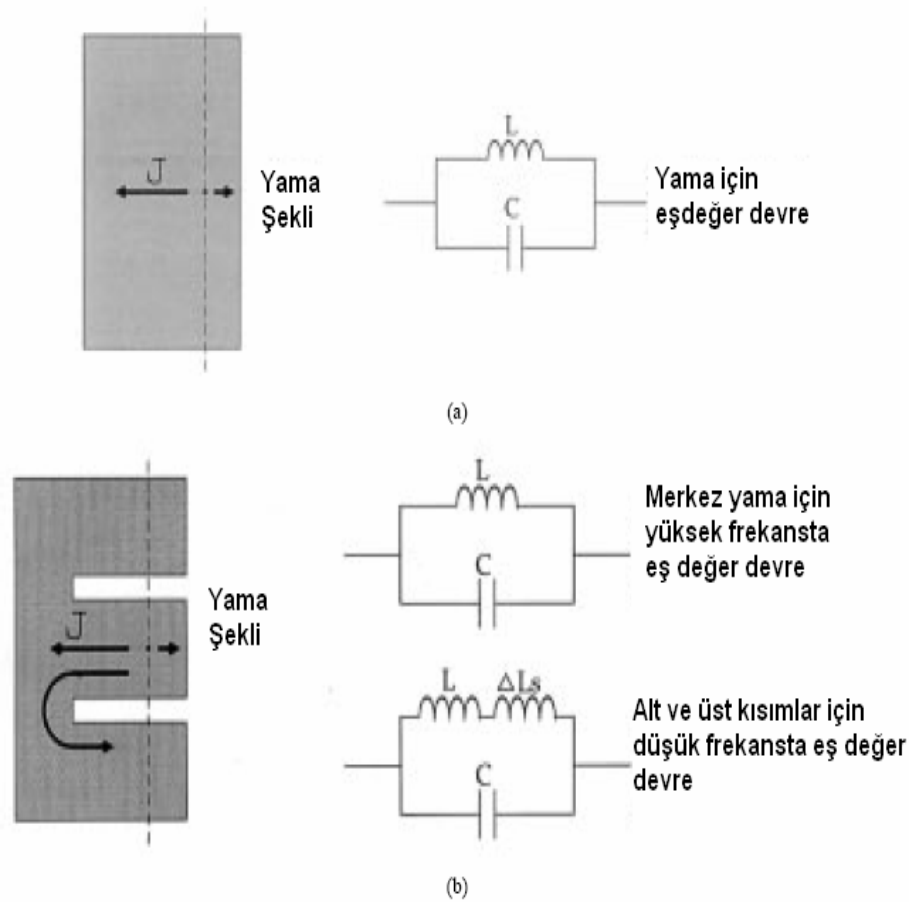
Anten geometrisi Şekil 3.2.2' de gösterilmiştir. Anten yalnız tek bir yamaya sahiptir, öyle ki tasarımı geleneksel genişband mikroşerit antenlerden çok daha kolaydır. Yama boyutları (L,W,h) ile karakterize edilmiştir ve (X_f, Y_f) pozisyonlarında koaksiyel kaynak tarafından anten band genişliğini artırmak için beslenmiştir. Ayrıca iki paralel slot bu yamaya dahil edilmiş; ve besleme noktası simetrik olarak yerleşmiştir.



Şekil 3.2.2. Genişband E şeklindeki Yama Antenin Geometrisi

Slot uzunluğu (L_s), genişliği (W_s), pozisyonu (P_s) bandgenişliğinin kontrolünü başarmak için gerekli önemli parametrelerdir. Yamanın topolojik şekli E harfine benzer, bu yüzden yama anten E şeklindedir. Şekil 3.2.3 E şeklindeki yama antenin geniş band mekanizması temel fikrini gösterir. Sıradan mikroşerit yama anten basit bir LC rezonant devresi ile modellenebilir[13]. Akım akışı, besleme noktasından üst ve alt kenarlara doğrudur. L ve C değerleri, bu akım yolu uzunlukları ile belirlenir. İki slot yamaya dahil edildiğinde rezonans özellikleri değişir, Şekil 3.2.3' deki gibi.

Yamanın orta kısmında, akımın akışı normal yamalar gibidir. Başlangıç LC devresi ve başlangıç frekanslarındaki rezonansı gösterir. Bu etki, bir ek seri endüktance ΔL_s gibi modellenebilir [14]. Bu yüzden eş değer devre daha düşük bir frekansta rezon olmaktadır. Bu nedenle anten tek bir LC rezonant devreden bir dual rezonant devreye değişir.



Şekil 3.2.3. E Şeklindeki Yama Anteninin Geniş Band Mekanizması

Bazı deney ve hesaplamalar geniş band konfigürasyonun performansını gösterir. MOM (Moment metodu) analiz için kullanılır ve vektör üçgensel fonksiyon temel fonksiyon olarak seçilir. Şekil 3.2.4, (-10 dB'de), E şeklindeki anten örneği için % 20'lik band genişliğine sahip dönüş kaybı verir.

Prototipi yapılan ve ölçülen antenin parametreleri (milimetrik olarak):

$$(L, W, h) = (70, 50, 15)$$

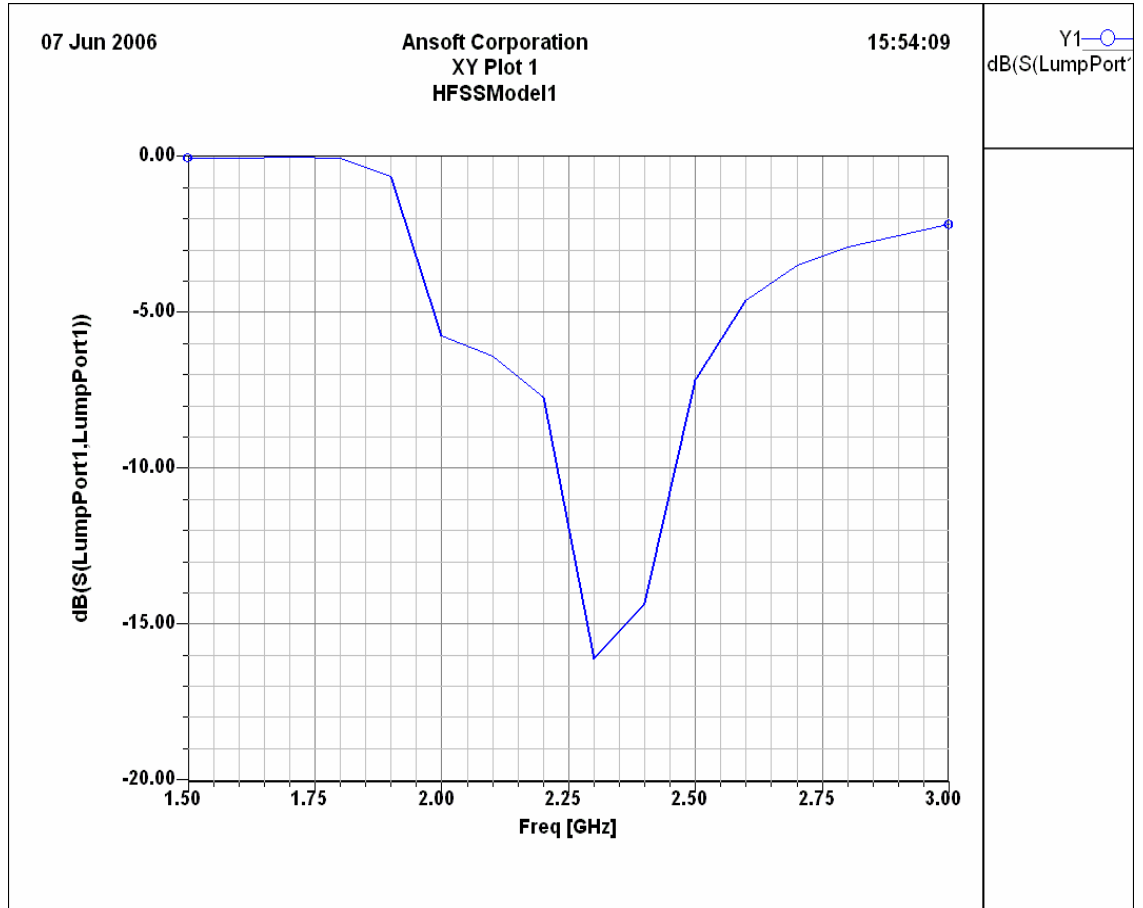
$$(X_f, Y_f) = (35, 9)$$

$$L_s = 35$$

$$W_s = 6$$

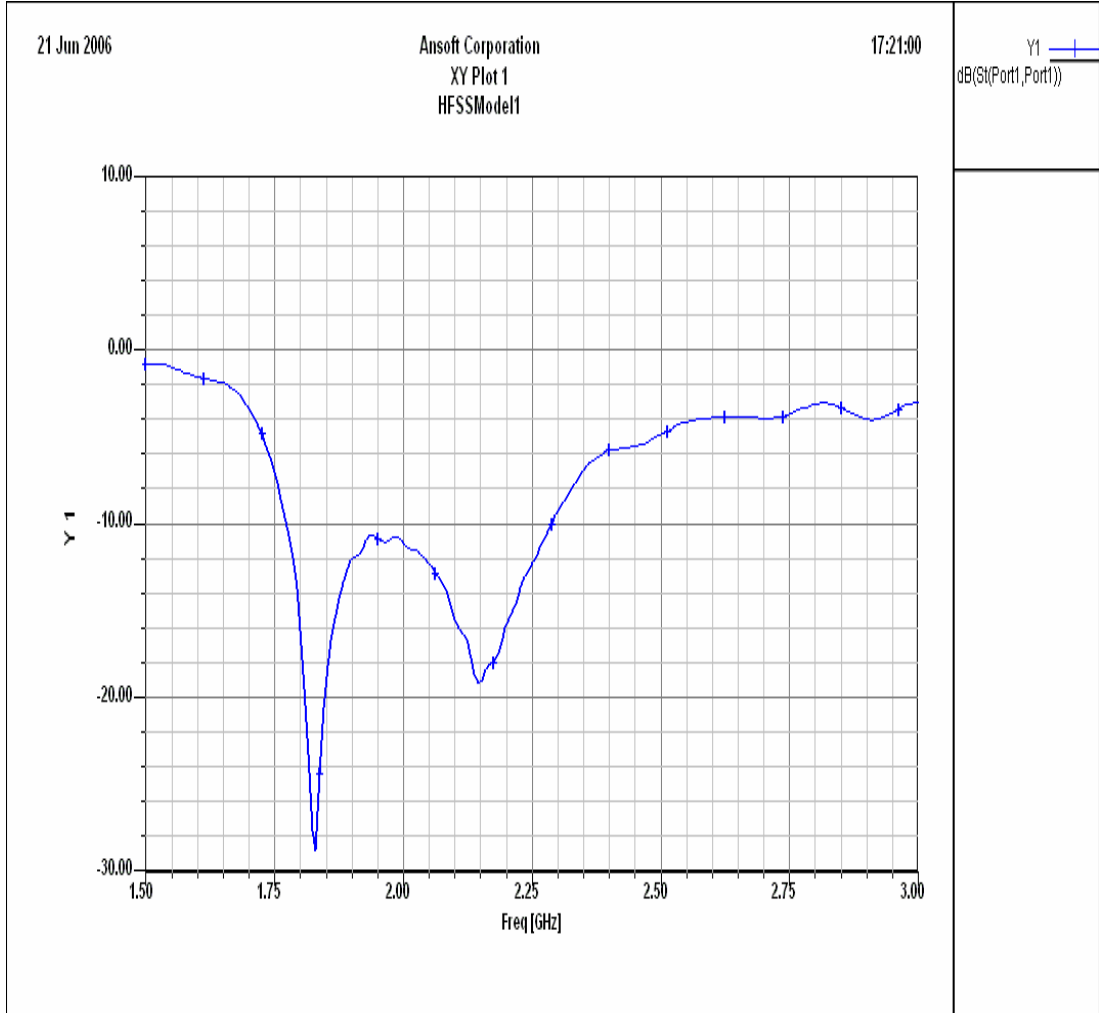
$$P_s = 10 \text{ şeklinde.}$$

2.3 Ghz 'lik merkez frekansı %20 'lik bir band genişliğine sahiptir. Şekil 3.2.4'de antenin band genişliği 2.2 ve 2.45 Ghz aralığında gözlemlenmiştir.



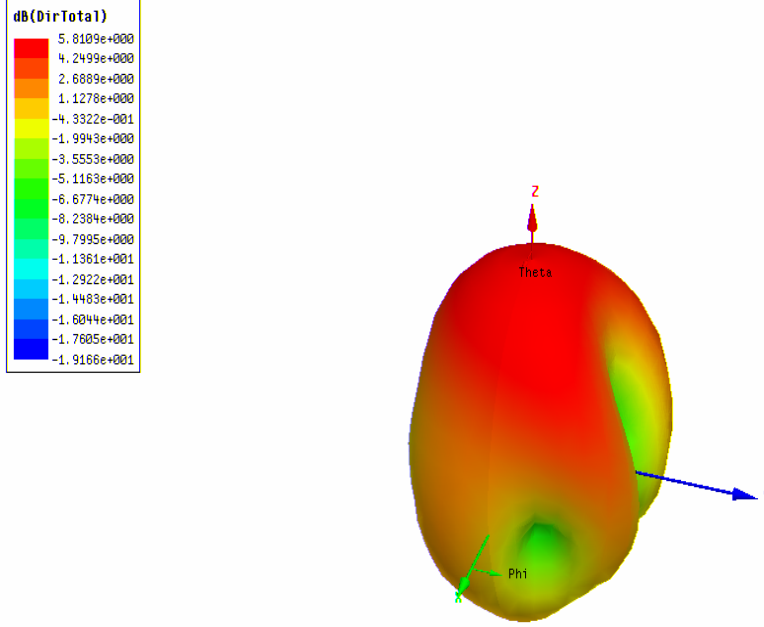
Şekil 3.2.4. Hesaplanan E Şeklindeki Geniş Band Yama Antenin s_{11} Parametresi Grafiği

Şekil 3.2.5 'de antenin HP-8510 network analiz edicide ölçülerek elde edilen s_{11} parametre grafiği yer almaktadır.



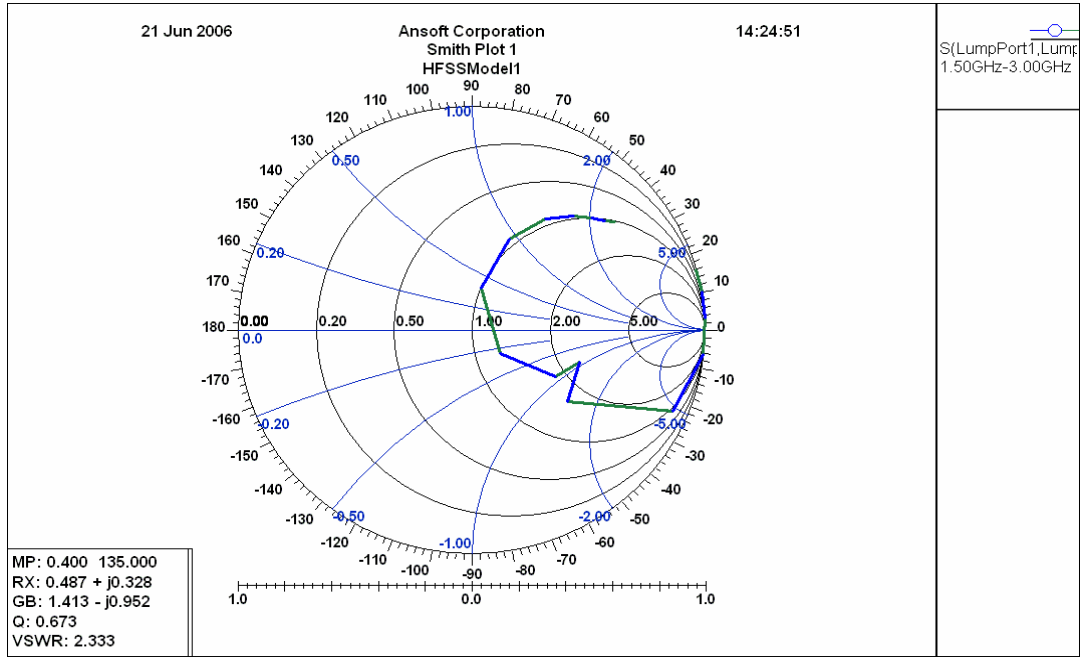
Şekil 3.2.5. Ölçümü yapılan E Şeklindeki Geniş Band Yama Antenin s_{11} Parametresi Grafiği

Şekil 3.2.6, antenin 5.8 dB'lik kazançca sahip olduğunu HFSS yardımıyla göstermektedir.

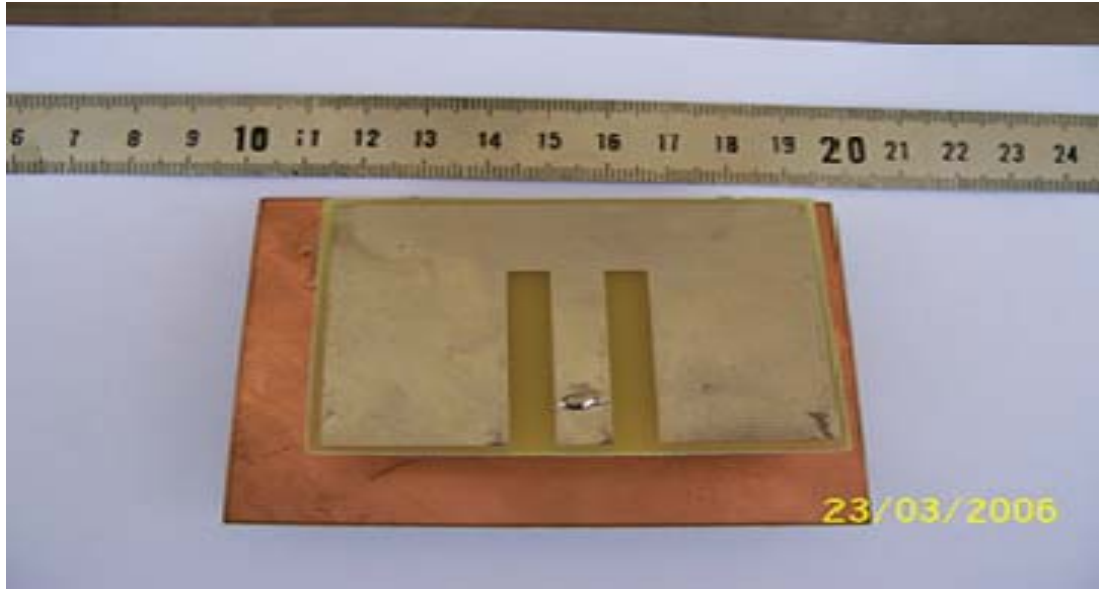


Şekil 3.2.6. Tasarlanan E Şeklindeki Geniş Band Yama Antenin Kazanç Grafiği

Şekil 3.2.7, prototipi yapılan antenin Smith Chart Grafiği üzerinde s_{11} parametresinin değişimini; Şekil 3.2.8, prototip halinde 2.2 ve 2.45 GHz frekans aralığında çalışan antenin üstten fotoğrafını, Şekil 3.2.9 ise yandan fotoğrafını göstermektedir.



Şekil 3.2.7. Tasarlanan E Şeklindeki Geniş Band Yama Antenin Smith Chart Grafiği



Şekil 3.2.8. 2.2 ve 2.45 GHz frekanslarında Çalışan E Şeklindeki Yama Anteninin Üstten fotoğrafı



Şekil 3.2.9. 2.2 ve 2.45 GHz frekanslarında Çalışan E Şeklindeki Yama Antenin Yandan fotoğrafı

Slotların parametreleri ve besleme noktalarının pozisyonları ayarlanarak yaklaşık %30' lara varan anten band genişliğine ulaşılır. Şekil 3.2.10., % 32'lik E şeklindeki yama antenin dönüş kaybını vermektedir. Anten parametreleri ise (milimetrik olarak) aşağıda listelenmiştir :

$$(L, w, h) = (70, 45, 10)$$

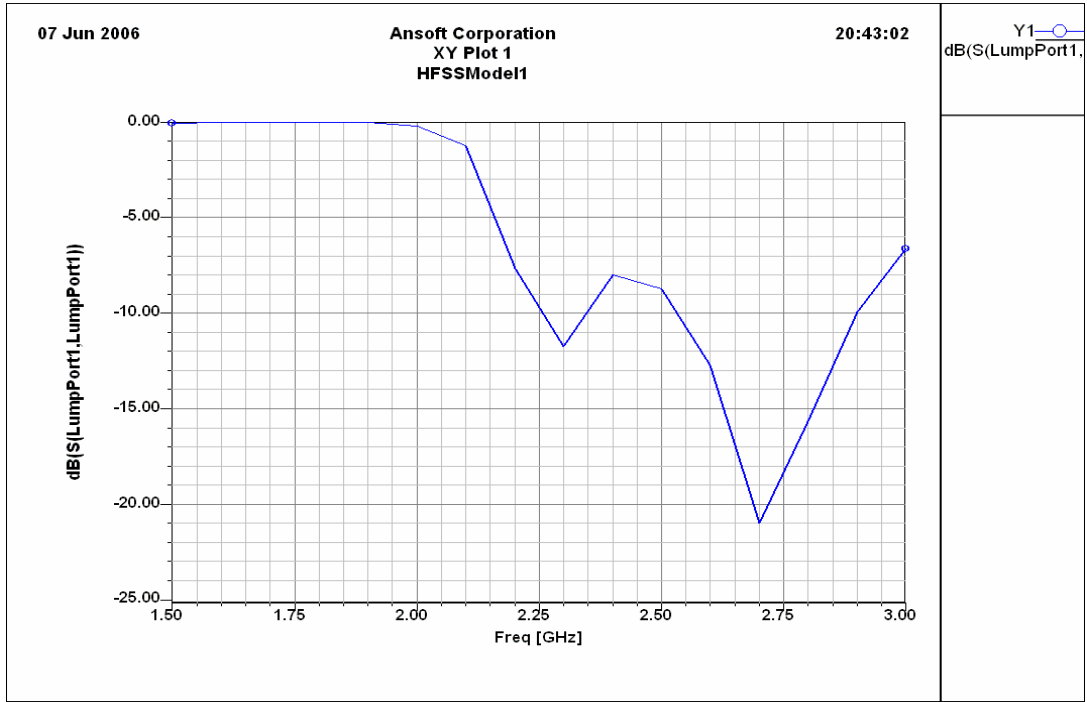
$$(X_f, Y_f) = (35, 7)$$

$$L_s = 35$$

$$W_s = 4$$

$$P_s = 9$$

şeklinde.



Şekil 3.2.10. 2.25 –2.9 GHz frekans aralığını kapsayan Yama Antenin s_{11} Parametresi Grafiği

Bu anten iki ayrı rezonans frekansına sahiptir. Biri 2.3 GHz, diğeri ise 2.7 GHz şeklindedir. Anten frekans bandı 2.25 –2.9 GHz aralığını kapsar ve % 32’lik band genişliğine ulaşır. Slotlar çevrelerinde akımların devamlılığını garantiler. Slotlar etrafında akımların genlikleri düşük ve yüksek rezonant frekanslarında farklıdır. Bu demektir ki, bu iki rezonant frekansındaki slotların etkileri farklıdır. Bu slotların nasıl band genişliğini artırdığına dair anahtar bir sebeptir. Yüksek frekanslarda, slotların etrafındaki akımların genlikleri, yamanın sağ ve sol kenarlarında neredeyse aynıdır. Slotların etkileri önemli değildir. Yama sıradan yama gibi çalışır. Slotlar akımları toplar ve etki endüktans olarak modellenebilir. Bu yüzden yüksek frekanslarda yama genişliği (w) ile belirlenir ve slot etkisi daha azdır. Çift taraflı rezonans eden karakter yüzünden bu tip mikroşerit anten bir geniş banda ulaşabilir. Bu yüzden daha düşük rezonant frekansı, slotlar tarafından karakterize edilebilir. Slotlar daha düşük rezonant frekansını kontrol ederken, antenin w genişliği daha yüksek rezonant frekansını kontrol eder.

3.3. 1.9 -2.4 GHz Frekanslarında Çalışan E Şeklindeki Yama Antenin Tasarımı

Bu bölümde, bir geniş band E şeklindeki yama anten kablosuz haberleşme için karakterize edilmiştir. Anten parametreleri :

$$(L, W) = (70 , 50)$$

$$h = 15$$

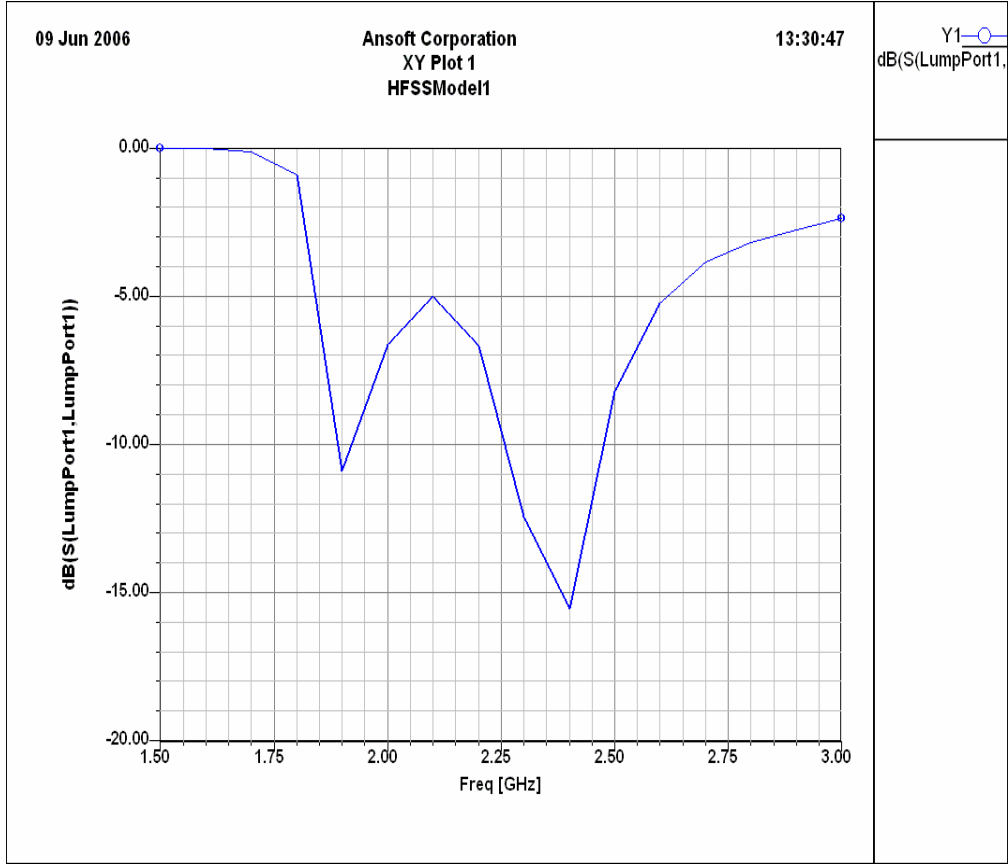
$$(X_f, Y_f) = (35 , 6)$$

$$L_s = 40$$

$$W_s = 6$$

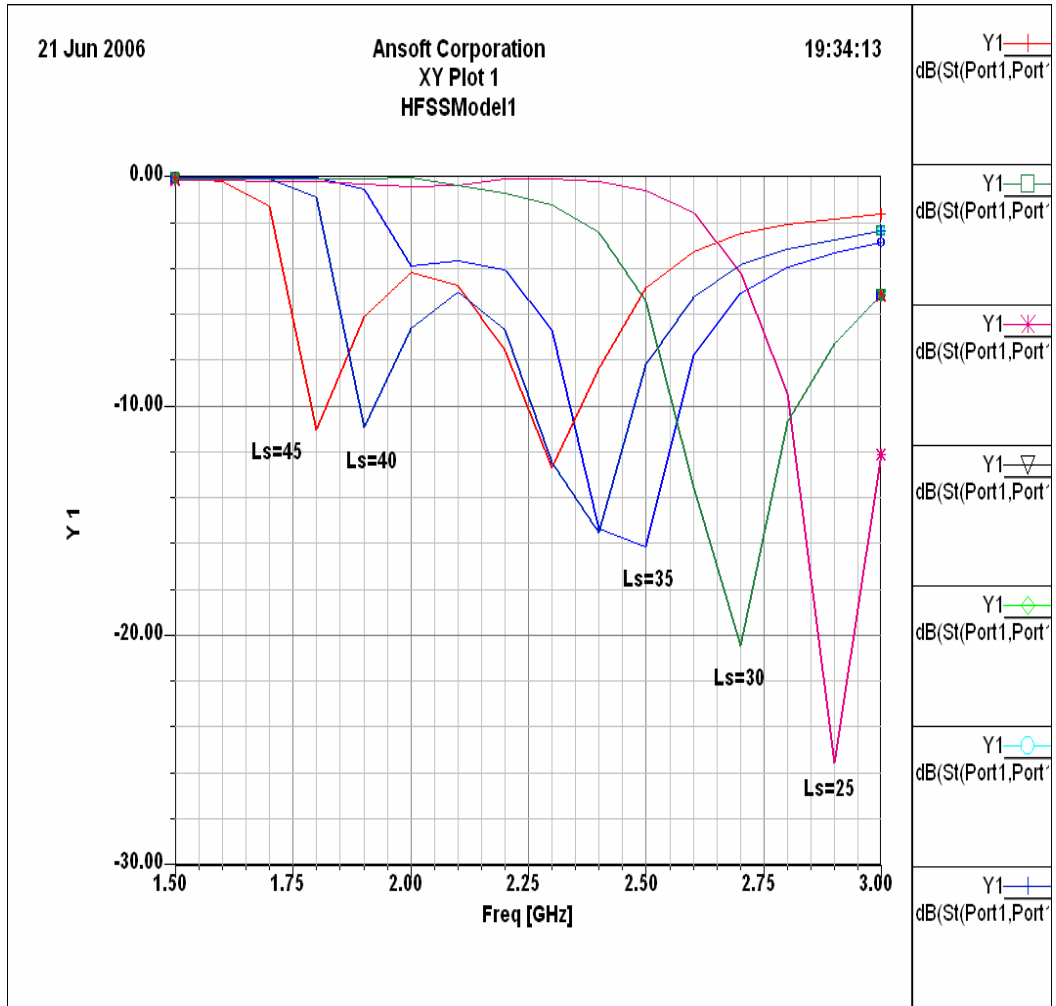
$$P_s = 10 .$$

Şekil 3.2.11.' de bu boyutlarla tasarlanan E şeklindeki yama antenin S_{11} sonuçları gösterilmiştir. S_{11} , HP-HFSS yazılımı tarafından hesaplanır. Şekil 3.2.11.' den görüleceği üzere, E şeklindeki yama anten 1.9 ve 2.4 GHz arasında rezonans halindedir. Bu frekanslar seçilir çünkü modern kablosuz haberleşmedeki en kullanışlı frekanslardır. E şeklindeki yama antenler genelde % 30.3 'lük band genişliğine sahiptir. Slotsuz basit yama antenler, karşılaştırma için simule edilmiştir. E şeklindeki yamada olduğu gibi, aynı yükseklik ve genişliğe sahiptirler. Slotlar ise geniş band davranışını kontrol etmede önemli bir rol oynar. 3 adet parametre vardır slotları karakterize etmek için, başlıcaları slot uzunluğu, slot pozisyonu ve slot genişliğidir.



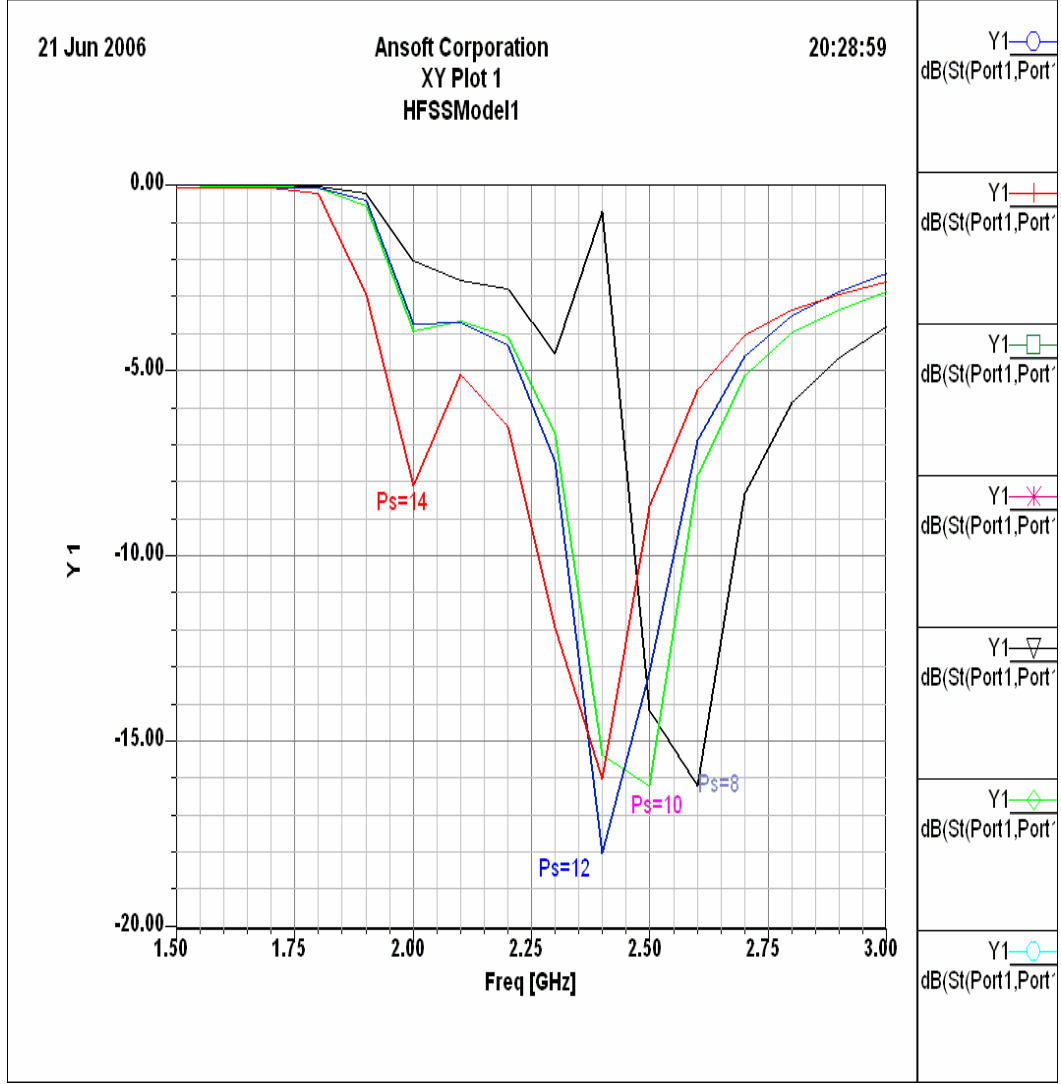
Şekil 3.2.11. E Şeklindeki Yama Antenin Kablosuz Haberleşme için simule edilen s_{11} Parametre Grafiği

Şekil 3.2.12, antendeki slot uzunluğu (L_s) etkisini gösterir. Slot uzunluğu küçük olursa, anten tek bir rezonans frekansına sahiptir. Slot uzunluğu arttığı zaman ise, diğer düşük rezonant frekansı görünür. Slot uzunluğu arttıkça, ikinci rezonans frekansı düşer. Kısaca, slot uzunluğu E şeklindeki yama antenin rezonans frekansını karakterize etmek için kullanılacak önemli bir parametredir.

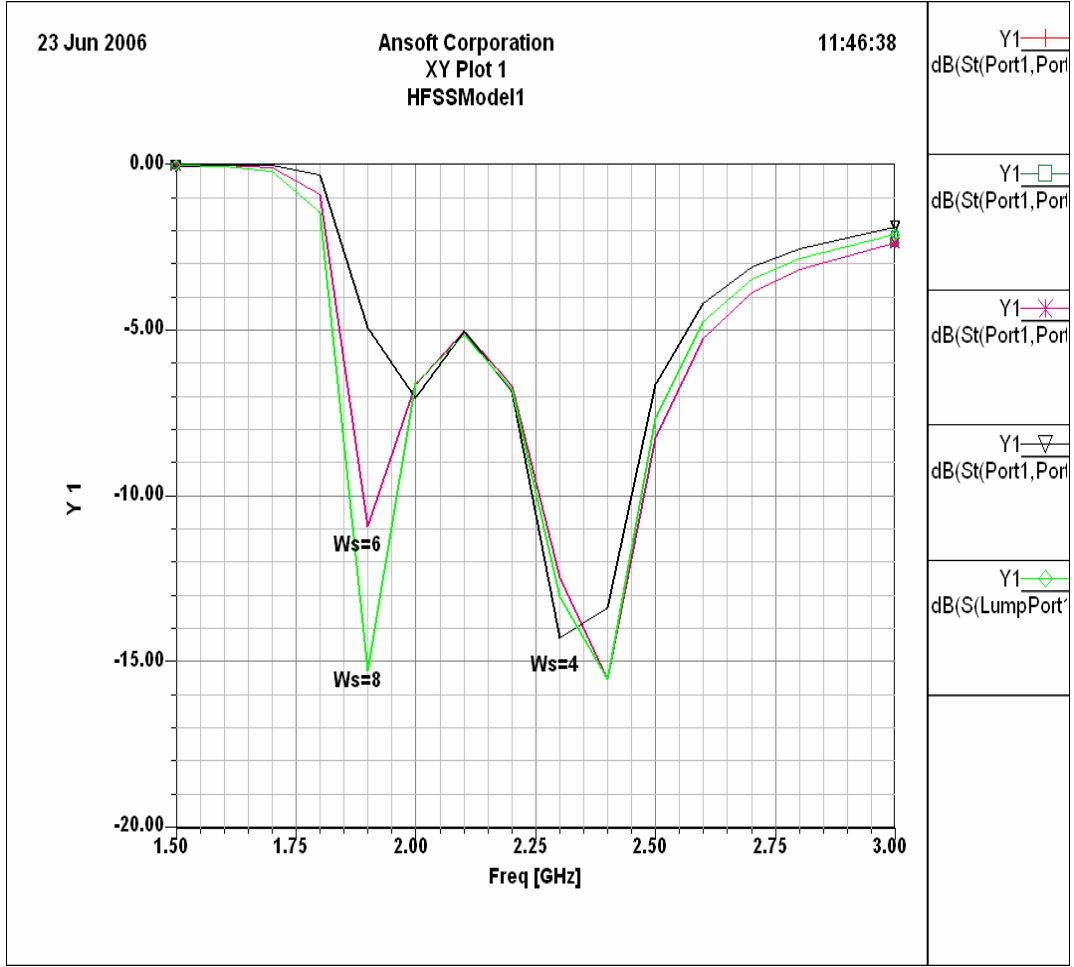


Şekil 3.2.12. Farklı Slot Uzunlukları (L_s) için Hesaplanan E Şeklindeki Yama Antenin S_{11} Parametre Grafiği

Şekil 3.2.13' de slot pozisyon (P_s) olarak gösterilmiştir. P_s küçüldüğü zaman, daha düşük frekanslardaki s_{11} yeterince uyuşmaz. P_s büyüdüğüde iki rezonant frekansı ayrıklaşır ve bir geniş band uyumluluğu ortaya çıkar. P_s daha geniş olduğunda bile s_{11} iki rezonans frekansı arasında -10 dB' den daha büyüktür. Şekil 3.2.14, slot genişliğinin önemini ortaya koyar [15].



Şekil 3.2.13. Farklı Slot Pozisyonları (P_s) için Hesaplanan E Şeklindeki Yama Antenin S_{11} Parametre Grafiği

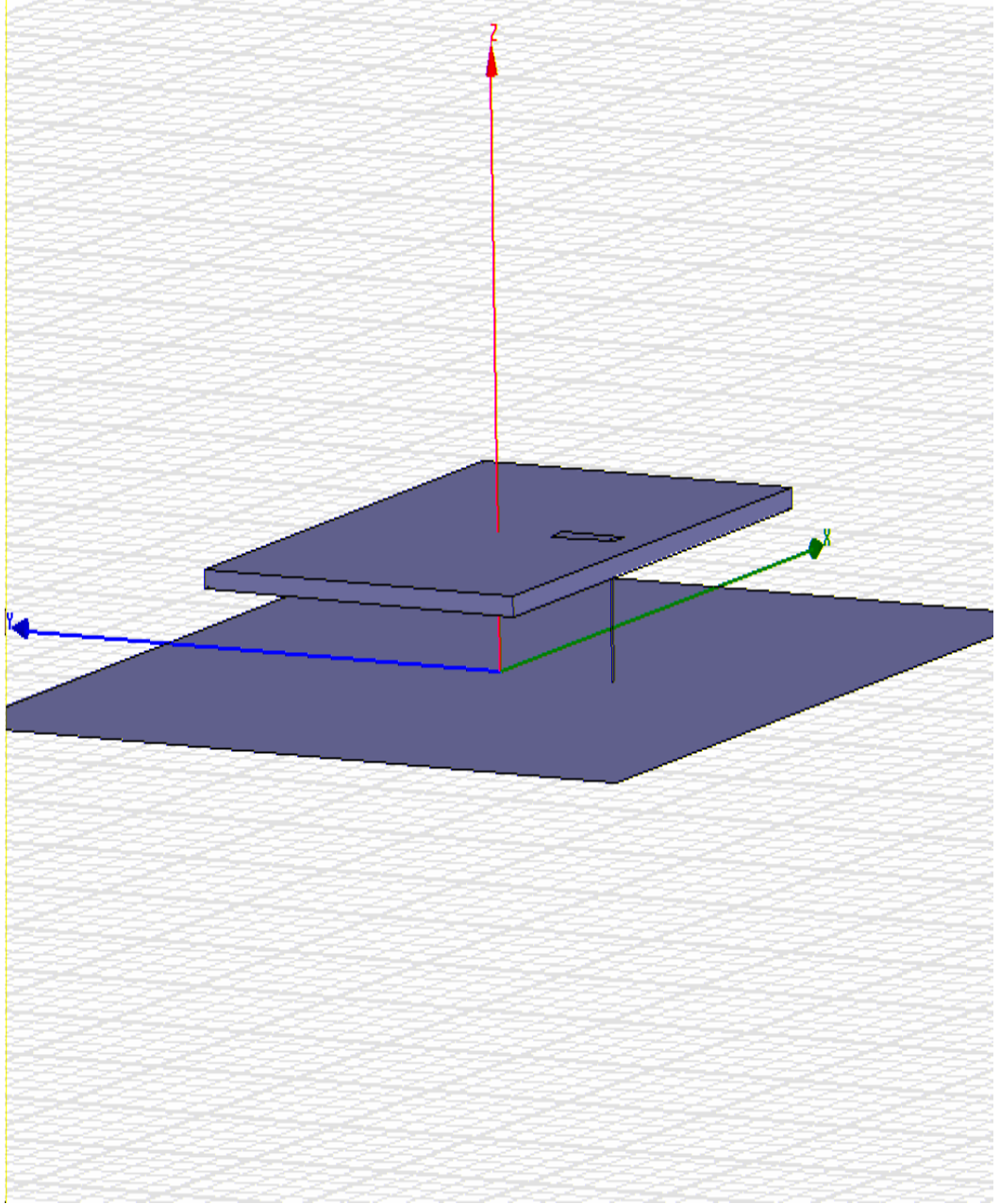


Şekil 3.2.14. Farklı Slot Genişlikleri (W_s) için Hesaplanan E Şeklindeki Yama Antenin S_{11} Parametre Grafiği

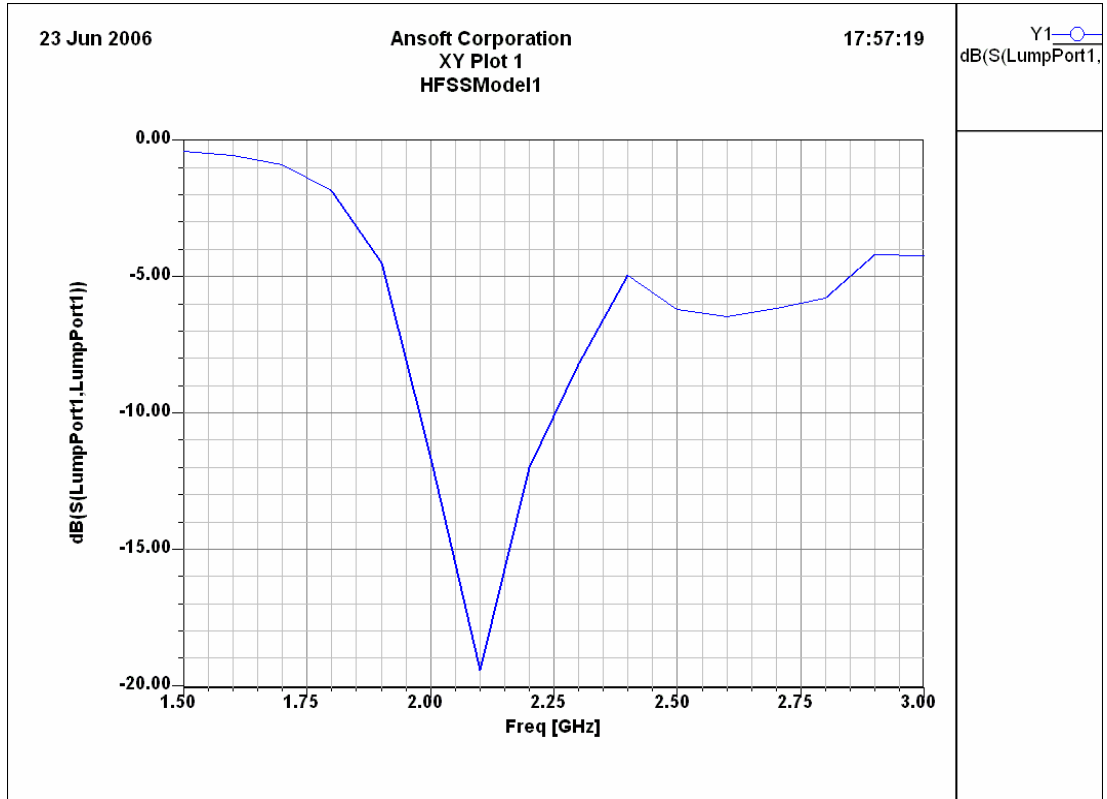
Sonuçta; geniş bandlı E şeklindeki yama anten, geleneksel geniş band mikroşerit antenlerle karşılaştırılarak, daha avantajlı ve daha küçük boyutlarda , 1.9 – 2.4 GHz çalışma frekansı aralığında , %30.3 ‘lük band genişliğinde tasarlanmış, ölçülmüş ve hesaplanmıştır.

3.4. Beslemesi Değişikliğe Uğratılmış L Şeklinde Olan Mikroşerit Yama Anteninin Tasarımı

Bir mikroşerit yama antenin dar band genişliği sorununu aşabilmek için pek çok teknik ileri sürülmüştür. Literatürdeki en popüler genişband yama antenler: U-slot yama anten, [16] E şeklindeki yama anten, [17] L şeklindeki beslemeye sahip yama anten [18]-[19] ...vb' dir. Bir L şeklindeki beslemesi olan yama anten, genişband yama antenler için mükemmel besleme yapısına sahiptir. L şeklindeki besleme, besleme ile ışıyan yama arasında sığa oluşturur ve bu kapasitans beslemeden kaynaklanan endüktansı iptal eder. Bu tasarımda, geleneksel L şeklindeki besleme yapısı, sahip olduğu en iyi özelliklerini koruma yoluyla kolay fabrikasyon için uyumlu hale getirilmiştir. Bükme, eğme işlemlerinden kaçınmak için, alt tabakanın en alt kısmına ışıyan bir yama basılır; alt tabakanın üst tarafına basılmış dikey kalın bir prob yatay bir şerite lehimlenir. Geleneksel L-beslemeli antenin tersine, yatay besleme şeriti, ışıma yapan yamanın yerini almıştır. Tasarım sonrası yapılan ölçüm sonuçları, tüm operasyon bandı üzerinde iyi ve düzgün ışıma paterni göstermiştir. L şeklindeki beslemenin yatay şeridi ve ışıyan yaması arasındaki mesafe, alt tabaka kalınlığını belirler ve kararlı elektriksel performansı korumaya yardım eder, fabrikasyon hatasını azaltır. Şekil 3.2.15, tasarlanan antenin basit geometrisini gösterir. $I_w \times I_L$ boyutlarındaki bir kısmın çıkarılması ve alt tabakanın en alt kısmına $W \times L$ boyutlarında yamanın basılması ile geometri elde edilir[20]. Yatay şerit besleme H_{FW} genişliği ve H_{FL} uzunluğundadır ve alt tabakanın üst tarafına basılır. Yama ve yatay şeridin basılı olduğu tabaka için dielektrik sabiti 2.2 olan bir 62 mil RT Duroid 5880 kullanılmıştır. Yatay şerit besleme ve yama arasındaki mesafe, dielektrik tabakanın kalınlık değerleri ile sınırlıdır. Yama ve yatay besleme arasındaki kapasite değerini, verilen dielektrik alt tabakada H_{FW} ve H_{FL} ' yi olabildiğince değiştirerek, ya da beslemenin pozisyonunu değiştirerek ayarlamaktayız. Şekil 3.2.16'da verilen tüm tasarım parametreleri, verilen tabaka için belirlenmiş ve simülasyonlarda kullanılmıştır.



Şekil 3.2.15 Tasarlanan L probe beslemeli antenin geometrisi



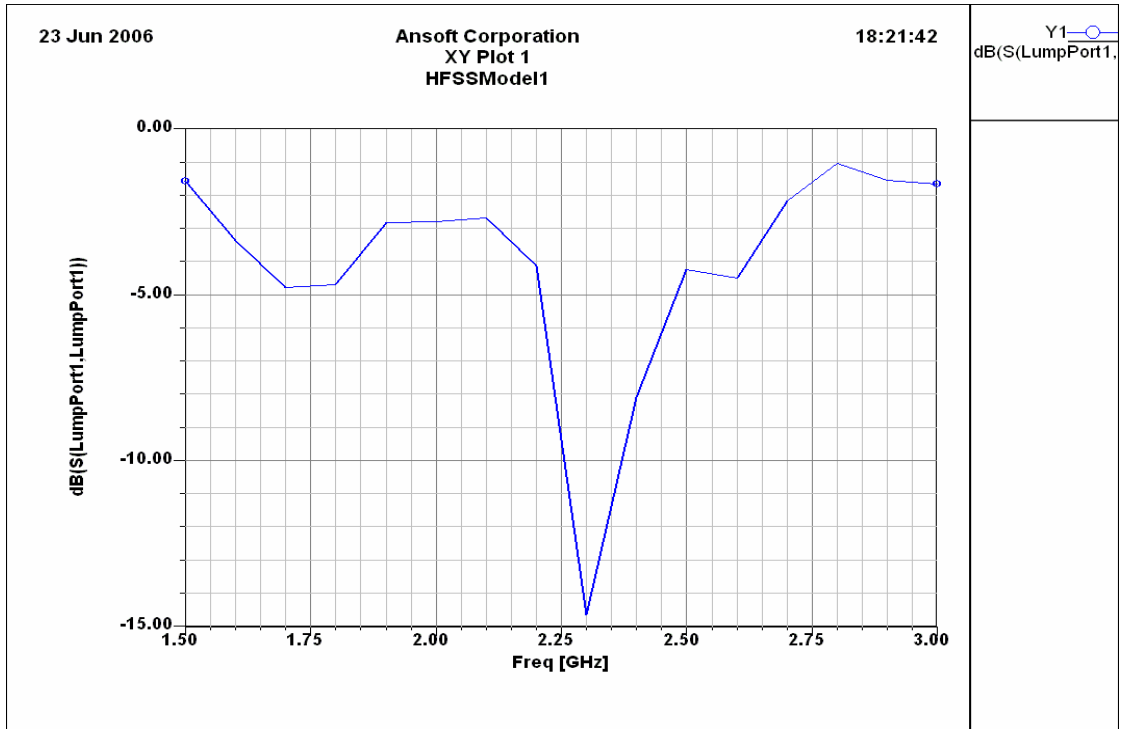
Şekil 3.2.16. Değiştirilmiş L-probe antenin s_{11} parametre grafiği
 ($W = 55$ mm, $L = 45$ mm, $I_w = 10$ mm, $I_L = 30$ mm, $H_{FW} = 3$ mm, $H_{FL} = 10$ mm,
 $H = 10$ mm, $D = 3$ mm)

Şekil 3.2.16.; üretilen antenin s_{11} (yansımaya katsayısı) ölçümlerini gösterir. Bu şekilde görüldüğü gibi, anten: yaklaşık olarak 2 GHz – 2.25 GHz aralığında çalışmakta, ($VSWR < 2$), bu da % 26,5' luk bir bandgenişliği ortaya çıkarır. Bu değer, daha küçük H mesafesinin kullanılması ile elde edilmiş geleneksel L beslemeli yama antene göre daha küçüktür. ($H = 0,064 \lambda_0 - 0,084 \lambda_0$) Band genişliğindeki düşük azalış, H (gibi bir) mesafenin daha küçük bir değere optimize edilmesi ile karşımıza çıkar, çünkü alt tabaka dielektrik sabiti ve kalınlık sabittir. Nümerik simülasyonlar kullanarak, mesafeleri artırıp, farklı dielektrik sabitlere sahip tabakalar ve kalınlıklar seçerek geniş bir band genişliği elde edilebilir.

Prototipi yapılan anten için ise parametreler milimetrik olarak :

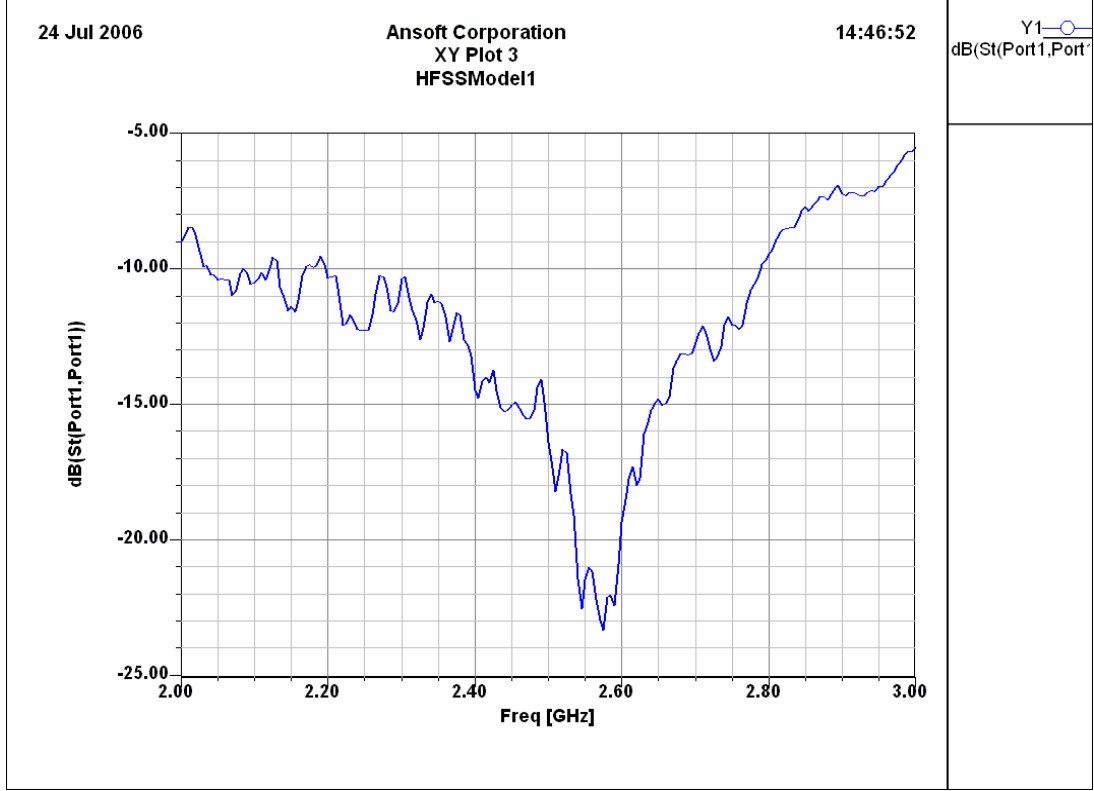
- D = 3 mm
W = 55 mm
L = 4 mm
H_{FL} = 11.5 mm
H_{FW} = 3 mm
H = 10 mm
I_w = 10 mm
I_L = 10 mm şeklindedir.

Buna göre hesaplaması yapılan prototip antenin s₁₁ grafiği :



Şekil 3.2.17. Hesaplaması simule edilerek yapılan L-Probe Beslemeli Yama Antenin S₁₁ Grafiği

Ölçümü yapılan aynı prototipin S_{11} grafiği :

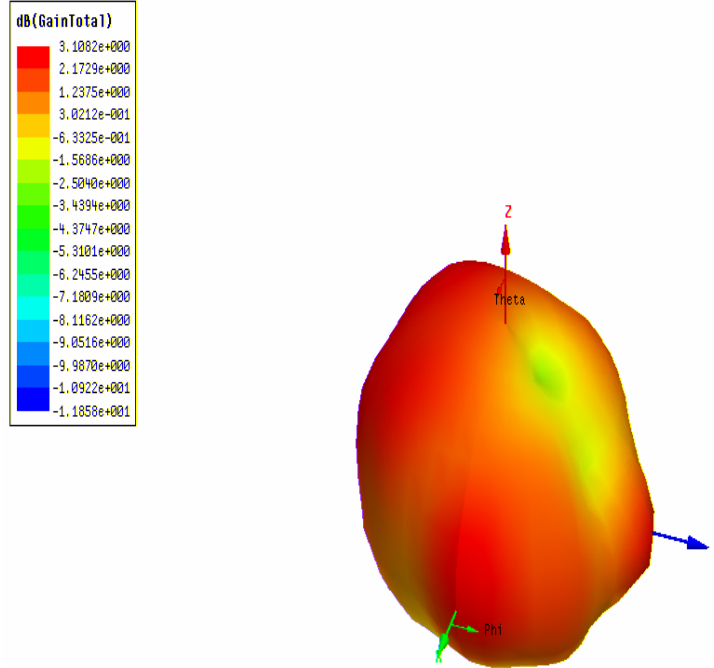


Şekil 3.2.18. Ölçümü yapılan L-Probe Beslemeli Yama Antenin S_{11} Grafiği

Bu tasarımda, sahip olabileceği en iyi özellikleri ile çok daha kolay üretilmesi için geleneksel L-probe beslemeli mikroşerit yama anten değişikliğe uğratılmıştır. L şeklindeki bir prob bükülme işleminin yerine, bir L şeklindeki besleme alt tabaka üzerine basılı bir yatay şerite dikey kalın bir probu lehimleyerek ve ışılan yama alt tabakasının altına yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir.

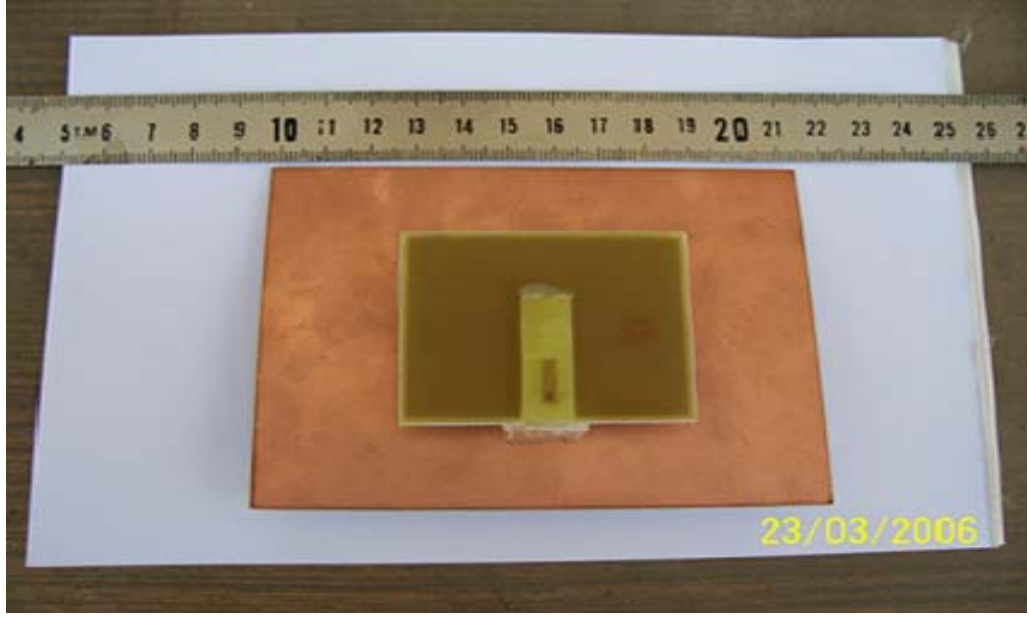
Ölçüm sonuçları ileri sürülen antenin göreceli olarak bir geleneksel L-probe tasarımından daha geniş bir bandgenişliğine sahip olduğunu gösterir. Besleme ve yamanın pozisyonlarının tersine çevrilmesine rağmen bu etkinin tasarlanan antenin ışımaya paterninde çok küçük bir etki yarattığı söylenebilir.

Şekil 3.2.19 'da antenin yaklaşık 3 dB'lik kazanca sahip olduğunu görmekteyiz.



Şekil 3.2.19. Tasarlanan antenin kazanç grafiği

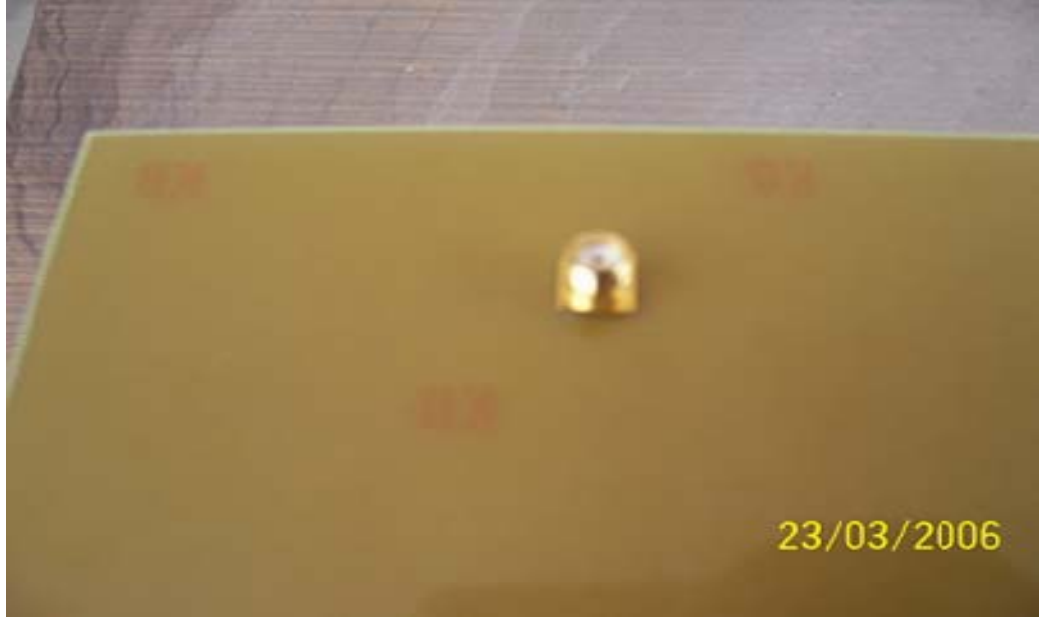
Şekil 3.2.20, Şekil 3.2.21 ve Şekil 3.2.22 ise PCB üzerine bastırılmış prototip antenlerin fotoğraflarını göstermektedir.



Şekil 3.2.20. - L Probe Beslemeli Yama Antenin Üstten Görünüşü



Şekil 3.2.21. - L Probe Beslemeli Yama Antenin Yandan Görünüşü



Şekil 3.2.22. - L Probe Beslemeli Yama Antenin Beslemesinin Görünüşü

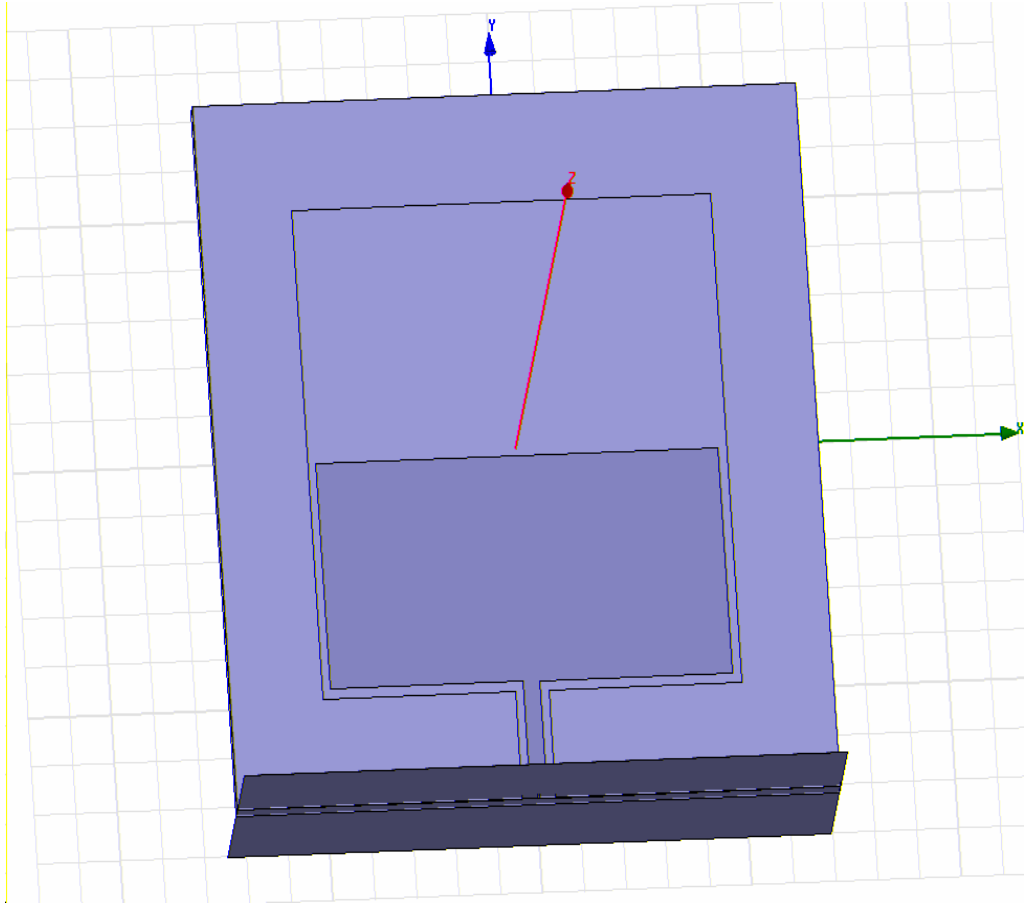
Böylece 3 dB 'lık kazançta sahip yaklaşık 2.3 GHz frekansında çalışan bir yama anten tasarlanmış, hesaplanmış ve ölçülmüştür.

3.5. Düzlemsel Dalga Klavuzu Beslemeli Yama Antenin Tasarımı

3.5.1 Giriş ve Anten Tanımı

Düzlemsel bir dalga klavuzu kullanarak beslenmiş genişletilmiş karesel slot anten, genişband uygulamalar için bu örnekte kullanılmaktadır. Deneysel tüm sonuçlar; empedans uyumluluğu, bahsedilen anten için genişletilmiş ayarlanabilen yapının karesel slottaki yerine göre değişmekte, empedans band genişliği ise temel olarak ayarlanabilen yapının genişliği ve uzunluğu ile belirlenmektedir. Ayarlanan yapının büyüklüğünü ve yerini seçerek, % 60'lık oranında geniş empedans bandgenişliğine ulaşıldığı gözlemlenebilir.

Düzlemsel dalga klavuzu beslemeli geniş slot antenler, geniş band genişliği ve monolitik mikrodalga entegre devrelere kolay entegrasyon gibi avantajlara sahiptir. Bu tasarım için genişletilmiş ayarlanabilen yapı kullanılmış ve yerin parametreleri ve ayarlı yapının büyüklüğü CPW (Düzlemsel Dalga Klavuzu) besleme hattı ve ışılan slot arasındaki kuplajı kontrol edebilir ve bu özellikler ile %60'a varan geniş bir band genişliği ve antenin empedans uyumu elde edilir. Şekil 3.2.23., genişletilmiş ayarlı yapı CPW beslemeli karesel slot antenin geometrisini gösterir.



Şekil 3.2.23. CPW beslemeli karesel slot antenin geometrisi

Anten, kalınlığı $h = 1.6$ mm ve $\epsilon_r = 4.4$ olan FR4 taban üzerine basılmıştır. Taban düzlemi bir kenar uzunluğu G olan kare olarak seşilmiştir. Karesel ışıyan slotun boyutları $L \times L$ şeklindedir. 50Ω ' luk CPW besleme hattı, genişliği w_f , slot ile arasındaki uzaklık g olan metal bir şerittir. Genişletilmiş ayarlanabilen yapının uzunluğu l ve genişliği w , CPW besleme hattının sonuna bağlıdır. S , ayarlı yapı ve yer düzlemi kenarı arasındaki boşluktur. Burada prototipi yapılan anten tasarımı için boyutlar:

$$G = 72 \text{ mm}$$

$$L = 44 \text{ mm}$$

$$w_f = 6.37 \text{ mm}$$

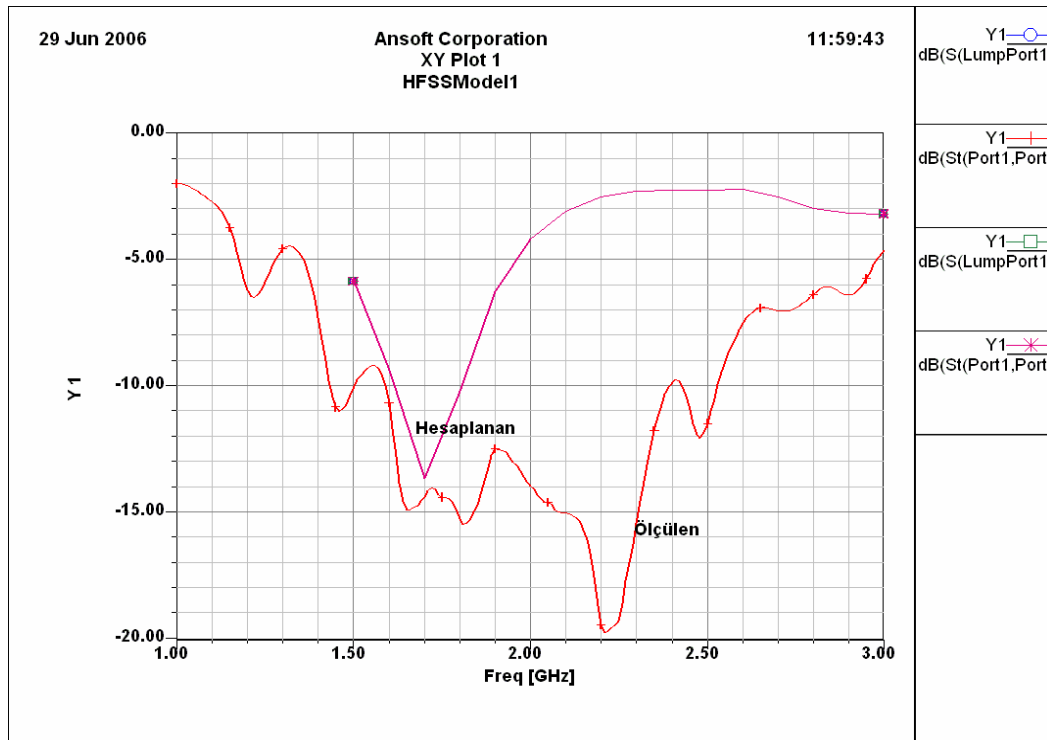
$$g = 0.5 \text{ mm}$$

$$s = 0.5 \text{ mm}$$

$$h = 1.6 \text{ mm}$$

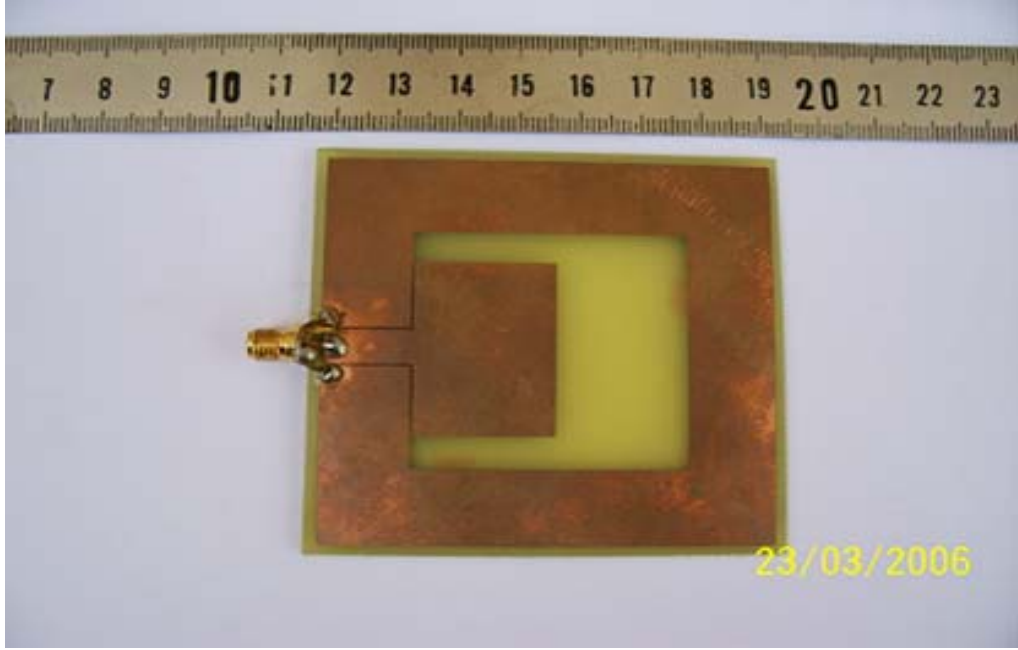
şeklindedir.

şekil 3.2.24., hesaplanan ve ölçümü yapılan prototip tasarımı için sonuçları grafikte vermektedir.



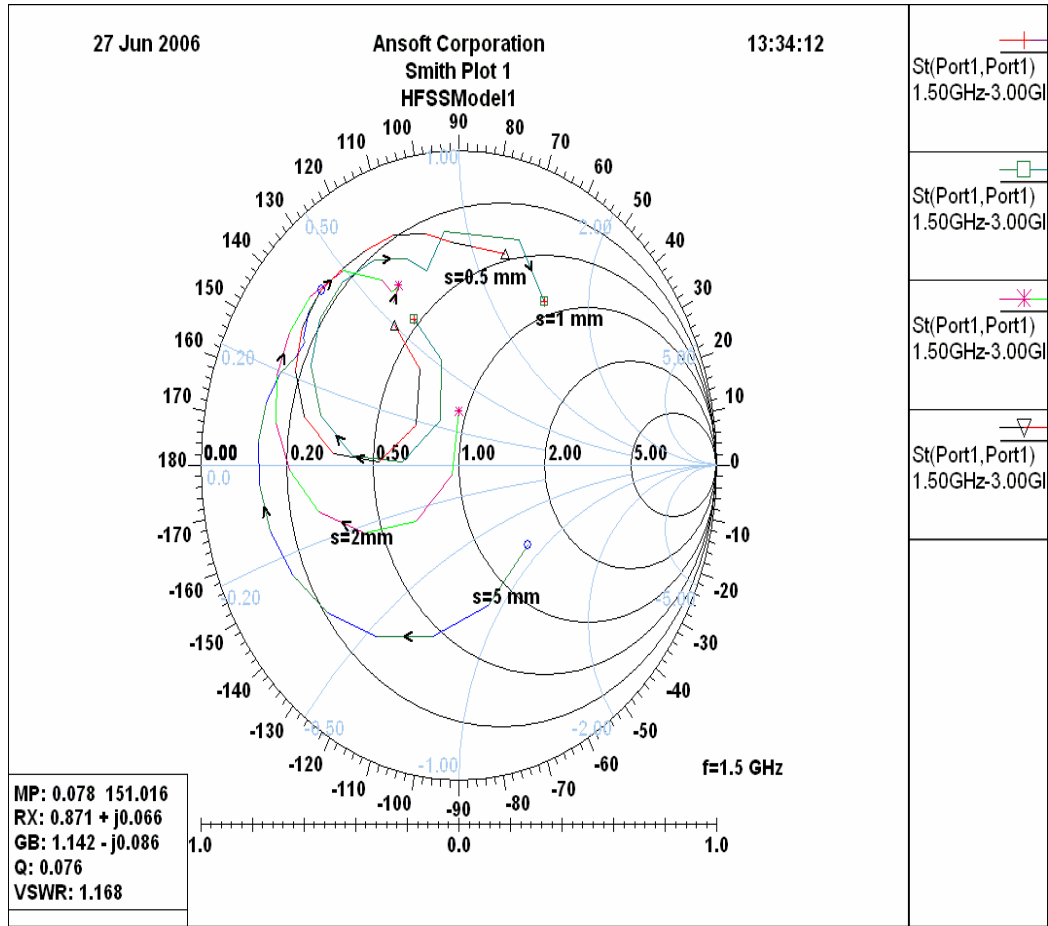
şekil 3.2.24. Hesaplanan ve Ölçülen prototip tasarımının sonuçları

Tasarımı yapılan antenin fotoğrafı ise Şekil 3.2.25. 'de yer almaktadır:



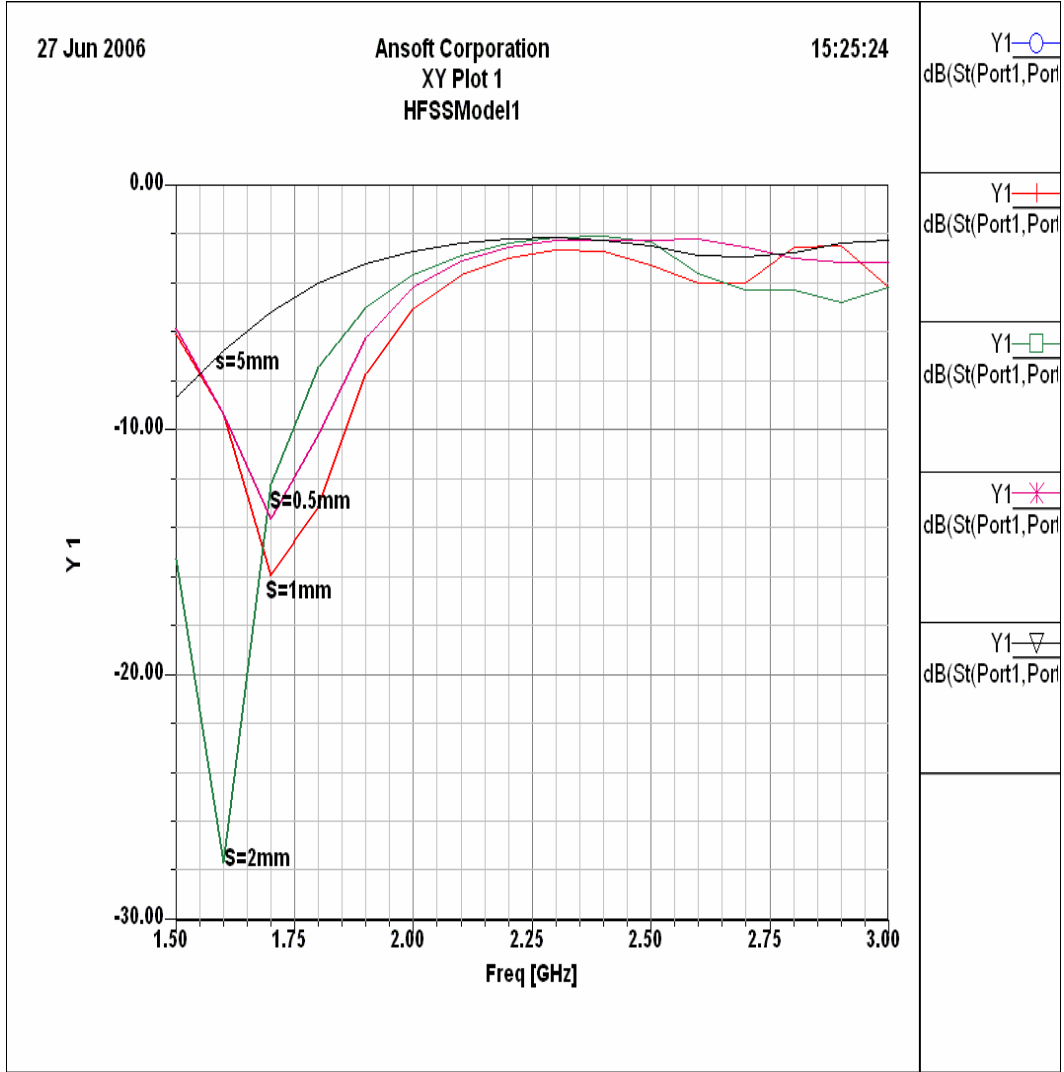
Şekil 3.2.25. Tasarımı yapılan antenin üstten görünüşü

Ayarlı yapının üç parametresi (l , w ve S) antenin geniş band operasyonunu etkiler. İlk adım olarak; empedans uyumunun kapasitesi, 50Ω ' luk CPW besleme hattına sahip genişletilmiş ayarlı yapı için belirlenmiştir. Bu durumda boşluk (S) değişmekte ve empedans uyumunun üzerindeki etki araştırılmaktadır. $l = 22.5$ mm uzunluğu ve $w = 32$ mm genişliğinin olduğu ayarlı yapı için, Şekil 3.2.26. Smith Chart üzerinde giriş empedansını ve farklı S boşlukları için ilgili dönüş kaybını gösterir. Ayarlı yapı ve yer yüzeyi arasındaki kuplaj boşluk küçüldüğünde daha güçlü olur.



Şekil 3.2.26. Farklı boşluklar (S) için ölçülen Smith Chart' taki giriş empedansı;
 $L = 44\text{mm}, G = 72\text{ mm}, l = 22.5\text{ mm}, w = 32\text{ mm}, \epsilon_r = 4.4, h = 1.6\text{ mm}, w_f = 6.37$
 $\text{mm}, g = 0.5\text{ mm}$

Genişletilmiş ayarlı yapı ve yer yüzeyi arasındaki kuplajı artırarak belirtilen anten tasarımı için iyi bir empedans uyumu elde edilir. Boşluk $S \leq 2\text{ mm}$ ve optimal boşluk S yaklaşık 0.5 mm civarı olduğundan iyi uyumlu belirtilen anten elde edilmektedir ve bu yapı Şekil 3.2.27' de gösterilmektedir. Ayarlı yapının uzunluğu (l) 'nin anten empedans uyumu üzerindeki etkisi çalışılmıştır. Burada ayarlı yapının genişliği ve boşluk sabit olmalıdır.



Şekil 3.2.27 Farklı s değerleri için simule edilen antenin s_{11} parametre grafiği
 ($G=72$ mm, $h=1.6$ mm, $L=44$ mm, $w_f=6.37$ mm, $g_f=0.5$ mm, $w=32$ mm, $l=22.5$ mm)

w genişliğinin aralığı 26 mm (0.59 L) ile 40 mm (0.9 L) arasında seçildiğinde empedans bandgenişliği %50' nin üzerine çıkabilir. Belirtilen antenin, genişbandı gerçeklemeyi başarabilmesi için fabrikasyon toleransı önem kazanır. Aşağıda belirtilen bu değerler için oluşturulan tablo görülmektedir.

	w(mm)	S(mm)	f_c (MHz)	BW(%,MHz)
Referans	6.37	-	1895	32,1589-2200
Anten 1	26	0.5	2070	51,1540-2600
Anten 2	32	0.5	2163	54,1580-2747
Anten 3	36	0.5	2220	60,1560-2880
Anten 4	40	0.5	2299	50,1725-2873

Tablo 1. Çeşitli w genişlikleri için CPW beslemeli antenin performans tablosu ;
L= 44mm, G=72 mm, $\epsilon_r = 4.4$, h=1.6 mm, $w_f = 6.37$ mm, g=0.5 mm, l=22.5mm

CPW beslemeli, genişletilmiş ayarlı yapı karesel slot antenler genişband operasyonlar için tasarlanmış ve başarılı bir şekilde ortaya konmuştur. Ayarlı yapı ile alt tabanı arasındaki boşluğun ayarlanması sonucunda anten iyi bir empedans uyumuna ulaşacak şekilde elde edilmektedir. Ayarlı yapının genişlik aralığının yaklaşık slot uzunluğunun 0.59 ile 0.9 katı aralığında olması ve ayarlı yapı uzunluğunun kullanımının, slot uzunluğunun yaklaşık yarısı kadar olması % 50' den daha fazla bir empedans band genişliği eldesini sağlar.

Yapılan çalışmaların sonucunda ayarlı yapı genişliği, yaklaşık olarak slot uzunluğunun 0.81 katı seçildiğinde ise, optimal empedans band genişliğinin yaklaşık olarak % 60 'a ulaştığı bir anten üretildiği tespit edilmiştir[21].

SONUÇLAR

Tezin konusu olan bir yama anteni genişbandlı tasarlamak için gerekli olan kriterler yapılan deney ve ölçümler sonucunda özetlenecek olduğunda :

-Parazitik yama kullanımı.

-Yapıya slot dahil edilmesi. Zira slotlar geniş band davranışını kontrol etmede önemli bir rol oynar. 3 adet parametre vardır slotları karakterize etmek için, başlıcaları slot uzunluğu, slot pozisyonu ve slot genişliği.

-Alt katmanın kalınlaşması.

-Dielektrik sabitinin düşmesi.

-Band genişliğini geliştiren bir diğer popüler yöntem ise anten üzerine uygun boy ve genişlikte yarıklar açmaktır. Bu yöntem aynı zamanda anten boyutlarının azaltılması için de kullanılan bir yöntem olduğundan uygun tasarlanan bir antenle birçok avantaj elde edilir.

-Slotların parametreleri ve besleme noktalarının pozisyonları ayarlanarak geniş bandlı anten konfigürasyonları elde edilebilir.

-Tasarlanan antenlerde ayarlı yapıların uzunluğu, genişliğinin uygun seçilmesi de geniş band mekanizmaların eldesinde önem kazanır.

- Fabrikasyon toleransları da band genişliğinde önemli rol oynar.

Bunların dışında mikroşerit anten band genişliğinin geliştirilmesine yönelik düzinelerce teknik bulunmuştur ve bunları üç kanonik yaklaşıma göre kategorize edebiliriz: uyum devreleri kullanarak empedans uydurma, yığılmış veya parazitik elemanlarla ikili rezonanslar oluşturma, verimi düşüren kayıplı elemanlar ekleme.

Bir yama anteni nasıl genişbandlı olarak tasarlayacağız sorusuna yanıtlar bularak üç ayrı yama anteni 1.9 - 2.4 GHz kablosuz ağ standartlarına uygun çalışma frekansı aralıklarında gerek ölçüm sonuçlarının doğruluğu gerek ise de HFSS tasarım programına ait grafiklerle ifade ederek tasarlamış, ölçmüş ve prototip halinde bastırarak proje formatındaki tezi gerçekleştirmiş durumundayız. Buradan yola çıkarak çok daha geniş bandlı, çok daha yüksek frekanslarda çalışabilen yama antenlerin tasarlanabileceği de, belirtilen kriterler göz önüne alındığında söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **AKKAYA I.**, “Antenler ve Propagasyon ”, İstanbul Teknik Üniversitesi,1997.
- [2] **BALANIS C.A.**, “Antenna Theory Analysis and Design”, John Wiley and Sons , Arizona State University , 1982.
- [3] **BALANIS C.A.**, “ Antenna Theory Analysis and Design ”, John Wiley and Sons, Arizona State University , 1997.
- [4] **SANIATI R.A.**, “ Cad of Microstrip Antennas for Wireless Applications ” , Artech House, London, 1996.
- [5] **YAĞCI Bülent**, “ Evre Kaydırımlı Mikroşerit Yama Anten Dizili Ku band alıcı tasarımı, 2003
- [6] http://www.turkcenet.org/yerel_htm/ag_standartlari_ve_ieee.htm
- [7] <http://www.simet.com.tr/teknikdestek.php>
- [8] http://www.complex.com.tr/COMPEX_1.pdf
- [9] <http://www.ansoft.com/products/hf/hfss/>
- [10] **G.Kumar and K.C.Gupta**, “Directly coupled multiple resonator wide-band microstrip antenna,” IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. AP-33, pp.588-593.
- [11] **D.M.Pozar**, “Microstrip antenna coupled to a microstrip–line,” Elektron.Lett., vol.21, no.2, pp. 49-50, Jan. 1985.

- [12] **E.H. Newman and P. Tulyathan**, “Analysis of microstrip antennas using moment methods,”*IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.AP-29,pp.47-53,Jan.1981
- [13] **K.C. Gupta and A.B. Norwood**, *Microstrip Antenna Design*. Norwood, MA: Artech House, 1988
- [14] **X.-X. Zhang and F. Yang** ,” The study of slit cut on the microstrip antenna and its applications,” *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol.18, no.4, pp.297-300, July 1998
- [15]**R.E. Hodges and Y. Rahmat-Samii**,”An iterative current-based hybrid method for complex structures,”*IEEE Trans. Antennas Propogat.*,vol.45, pp.265-276,Feb. 1997.
- [16]**K.F.Lee, K.M.Luk, K.F.Tong, S.M.Shum, T.Huynh and R.Q.Lee**, “Experimental and simulation studies of the coaxially fed U-slot rectangular patch antenna,”*Inst. Elect. Eng. Microwave Antennas Propagation*, vol.144,no.5,pp.354-358,Oct.1997.
- [17]**F.Yang, X.X. Zhang, X.Ye, and Y. Rahmat-Samii**, “Wideband E-sahped patch antennas for wireless communications,” *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.49,pp.1094-1100,July 2001.
- [18]**C.L.Mak., K.M.Luk , and K.F. Lee**, “Wideband L-strip fed microstrip antenna,” in *Proc. IEEE Antennas and Propagation Society Int. Symp.*, Orlando, FL, July 1999,pp.1216-1219.
- [19]**K.M.Luk.,C.L. Mak,Y.L.Chow, and K.F. Lee**, “Broadband microstrip patch antenna,” *Electron.Lett.*, vol. 34, no.15, pp.1442-1443,1998.
- [20]**Y.X.Guo, C.L.Mak, K.M.Luk, and K.F.Lee**,”Analysis and design of L-probe proximity fed-patch antennas,” *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.49, pp.145-149, Feb.2001.
- [21]**J. F. Huang and C. W. Kuo**, “CPW-fed slot antenna with CPW tuning stub loading,” *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 19.

ÖZGEÇMİŞ

İpek TANSARIKAYA 1979 yılında İstanbul'da doğdu. 1996 yılında Kadıköy Kız Lisesini ilk üçte tamamladı.1999 – 2001 yılları arasında İ.T.Ü Radyosu'nda görev aldı. 1997-2001 yılları arasında ise İ.T.Ü Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Müh. Bölümü'nden `**Mikroşerit Anten Dizisi Tasarımı**` adlı teziyle mezun oldu. 2002 senesinde Prof. Dr. **İnci Akkaya**'nın `**Elektromagnetik Alan Teorisi**` adlı kitabının yayına hazır hale getirilmesine asiste etti. 2003-2004 yılları arasında `**Satış & Teknik Proje Sorumlusu**` olarak İHLAS NET A.Ş. grubunda görev yaptı. 2004-2006 yılları arasında İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı Telekomünikasyon Mühendisliği Programında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Yüksek Lisans tezi `**Genişbandlı Yama Anten Tasarımı**` üzerinedir. Bu dönemde, Y.Doç.Dr. **Burak Berk Üstündağ**'ın yönetimindeki **ITU Deprem Tahmin Projesi**'nde Deprem Tahmin Proje Asistanı olarak çalışmalarda bulunmuştur.