

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

**MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTROMANYETİK DALGA SOĞURUCU
MALZEMELER VE KIRINIM OPTİK
ELEMANLAR KULLANARAK
HORN ANTENLERDE
HÜZME GENİŞLİĞİ DAVRANIŞININ
İNCELENMESİ**

AHMET TEBER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GYTE ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GEBZE

2009

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

ELEKTROMANYETİK DALGA SOĞURUCU
MALZEMELER VE KIRINIM OPTİK ELEMANLAR
KULLANARAK HORN ANTENLERDE
HÜZME GENİŞLİĞİ DAVRANIŞININ
İNCELENMESİ

AHMET TEBER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GYTE ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

1.DANIŞMAN

DR. FATİH DİKMEN

2.DANIŞMAN

PROF.DR. BEKİR AKTAŞ

GEBZE

2009

II



GEBZE YÜKSEK
TEKNOLOJİ
ENSTİTÜSÜ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JÜRİ ONAY FORMU

JÜRİ

ÜYE (BAŞKAN) : Dr. Fatih DİKMEN

ÜYE : Doç. Dr. A.Arif ERGİN

ÜYE : Doç. Dr. Bulat Z.RAMEEV

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı ile yukarıdaki öğretim elemanlarından oluşmuş jüri tarafından düzenlenen/...../..... tarihli Tez Savunma Tutanağı neticesinde Yüksek Lisans **Ahmet TEBER**'ın çalışması GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Yönetim Kurulu/...../..... tarih ve/...../..... sayılı kararıylaAnabilim Dalında Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak onaylanmıştır.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI: ELEKTROMANYETİK DALGA SOĞURUCU MALZEMELER VE KIRINIM OPTİK ELEMANLAR KULLANARAK HORN ANTENLERDE HÜZME GENİŞLİĞİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

YAZAR ADI: AHMET TEBER

Radar soğurucu malzemeler (RSM) ve kırınım optik malzemeler sahip oldukları potansiyel uygulama alanlarından dolayı büyük ilgi görmektedirler. Elektromanyetik dalga soğurucu malzemeler ve kırınım optik elemanları çok geniş alanlarda kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada RSM ve polietilen/parafin gibi kırınım optik malzemeleri kullanılmıştır. 12.4-18 GHz frekans bandında (K_u Band) çalışma frekansına sahip horn antenin hüzme genişliğinin davranışı incelenmiştir.

Kırınım optik malzemesi olan polietilen/parafin malzemeler Frensel Bölgesel Düzlem Anten (FZPA) geometrisi verilerek modellenmiş ve horn anten için tampon hazırlanmıştır. Hazırlandıktan sonra bu tamponlar RSM malzemeler ile kaplanmıştır. Optikimsi malzemeler üzerinde “soğuran/geçiren (Absorbing/Transparent)” bölgesel yapısı oluşturulmuştur. Bu yapı üzerindeki yivli bölgelere RSM kaplanmıştır. Bu Radar soğurucu malzemelerin network analizör ile saçılma parametreleri S_{11} ve S_{21} (S-Parametreleri S_{11} ; Yansıma- S_{21} ; Geçirme) ölçülmüştür. S_{21} , geçirme (Transmission) parametresi yardımıyla horn antenin tampon yokken ve tampon varken ki hüzme genişliği oluşturulmuştur. Ve bu iki antenin hüzme genişlikleri karşılaştırılmıştır. (-3) dB düştüğü noktalar arasındaki açılar (Beamwidth angles) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: RSM, FZPA, Radar, S-Parametre, Hüzme Genişliği

SUMMARY

THESIS TITLE: INVESTIGATION OF BEAMWIDTH BEHAVIOR ON HORN ANTENNA WITH ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBER AND DIFFRACTIVE OPTICS MATERIALS.

AUTHOR: AHMET TEBER

Radar absorbing materials (RAM) and diffractive optic materials have attracted great interest due to their potential applications. Radar absorbing materials and diffractive optic materials are used in wide area. In this study, radar absorbing materials (RAM) and polyetilen/ paraffin as diffractive optic materials are used. Beamwidth behavior on the Horn Antenna working in 12.4-18GHz (K_u Band) frequency band is investigated. Polyetilen/ paraffin as diffractive optic materials is simulated based on Fresnel Zone Plate Antenna geometry. In this geometry buffers for antennae are prepared. Then buffers are shielded suitably with RAM materials. Absorbing/Transparent Zone Plate formation is used on quasioptic materials. Grooves on this Zone Plate are shielded with RAM. Scattering Parameters (S-Parameters S_{11} ; Reflection- S_{21} ; Transmission) are measured. By using S_{21} ; transmission parameter beamwidth of horn antenna without buffer and beamwidth of horn antenna with buffer are formed and beamwidth of these horn antennae are compared. The points which the radiated power is decreasing (-3) dB are determined.

Keywords: RSM, FZPA, Radar, S-Parameter, Beamwidth

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleşmesinde araştırma çalışmalarında danışmanlığımı yapan **Dr. Fatih DİK MEN** Bey'e, gerek laboratuvar ortamı gerekse bilgilerine müracaat ettiğim Fizik Bölüm Başkanı **Prof. Dr. Bekir AKTAŞ** ve **Doç.Dr. A.Arif ERGİN** Bey'e, Arş. Gör. **Hüseyin Yiğit** Bey'e ayrıca yüksek lisans programım süresince bana verdikleri eğitim ve göstermiş oldukları ilgileri nedeniyle G.Y.T.E Elektronik Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve asistanlarına ayrıca Fizik Bölümü Proje Asistanlarından **Ramazan TOPKAYA** Bey'e ve mekanik çalışmalarda yardımcı olan **Emrah ANİĞİ** Bey'e teşekkür ederim.

Tez alışmam 00185.STZ.2007/2 **SAN-TEZ** projesi desteğinde gerçekleşmiştir.

Hayatım ve eğitimim süresince bana hep destek olan annem **Fatma TEBER** Hanıma ve babam **Saim TEBER** Bey'e, kardeşlerime ve ailemin en değerli varlığına sonsuz şükran ve minnettarlığımı sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. ANTEN VE ANTENİN KULLANIM ALANLARI	1
1.2. ANTEN PARAMETRELERİ	3
1.3. YÖNLENDİRİCİLİK (DIRECTIVITY)	3
1.4. ANTENİN GÜÇ KAZANCI	4
1.5. FRIİS İLETİM DENKLEMİ	5
2. IŞIMA DİYAGRAMI VE HÜZME GENİŞLİĞİ	7
2.1. IŞIMA ÖRÜNTÜ HÜZMELERİ	10
2.2. HORN ANTENLER	11
3. DALGA KIRINIMI, OPTİKİMSİ IŞIK BİLİMİ	13
3.1. DALGA KIRINIMI	13
3.2. OPTİKİMSİ IŞIK BİLİMİ	16
4. FRESNEL BÖLGELİ DÜZLEMİN GEOMETRİK TEMELLERİNE DAYANARAK TAMPON TASARIMI	20
4.1. TAMPON TASARIM MODELİ	20
4.2. TAMPON ÜRETİMİNDE KARŞILAŞILAN FİZİKSEL SORUNLAR	23

5. RADAR SOĞRUCU MALZEMELER	26
6.ÖLÇÜMLER	28
6.1.ÖLÇÜM DÜZENEĞİ	28
6.2.HÜZME GENİŞLİĞİ ÖLÇÜMLERİ	31
6.2.1.Piramit Biçimli Horn Anten Kalibrasyonu	31
6.2.2.E-Düzlemi Tampon Ölçümleri	31
6.2.2.1.Horn Antenlerde Hüzme Açısına Bağlı Kazanç Hesabı	33
6.2.3.H- Düzlemi Tampon Ölçümleri	35
6.2.4.Soğuran/Geçiren (Absorbing/Transparent) FZP Tampon Tasarım Modeli Benzer Uygulama Ölçümü	37
7.SONUÇ	38
Kaynaklar	39
Özgeçmiş	41
EK-A	42
A.1.Network Analizör Ve Saçılma Parametreleri	42
A.1.1.Network Analizör	42
A.1.2. Saçılma Parametreleri (S-Parametreleri)	43
EK-B	45
B.1.Fresnel Bölgesi Düzlem Temelleri İle Anten Tasarımı	45
B.2.Tasarım Parametreleri	47
EK-C	49
C.1.Fresnel Bölgesi Düzleme Sahip Tamponların Farklı Frekans Bantlarındaki Işıma Örüntüleri	49
C.1.1. Piramit Biçimli Horn Anten Işıma Örüntüsü	49
C.1.2. Horn Anten İle Eş Merkezli Fresnel Bölgesi Ram Tampon Karşılaştırılması (E-Düzlem)	50
C.1.3.Horn Anten, ODPRAM Tampon Ve OBPRAM Tampon Karşılaştırılması (E-Düzlem)	51
C.1.4.Tamponlar Alıcı Antende İken Işıma Örüntüsü (E-Düzlem)	52
C.1.5. Horn Anten İle Eş Merkezli Fresnel Bölgesi Ram Tampon Karşılaştırması (H-Düzlem)	53

C.1.6. Horn Anten İle ODPRAM Tampon Ve OBPRAM
Tampon Karşılaştırılması (H-Düzlem)

54

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

RSM	Radar Soğurucu Malzeme
FZPA	Fresnel Zone Plate Antenna
HPBW	Yarım Güç Hüzme Genişliği
FNBW	İlk Sıfır Hüzme Genişliği
MDBB	Milimetre Dalga Boyu Bandı
MDKO	Mikro Dalga Kırınım Optiği
DDO	Duran Dalga Oranı
ZP	Zone Plate (Bölgesel Düzlem)
μ	Manyetik Geçirgenlik
F	Odak Uzunluğu
a/t	Soğuran/Geçiren
p/c	Faz Düzeltim
S_{11}	Yansımaya Parametresi
S_{21}	Geçirme Parametresi
S_{22}	Yansımaya Parametresi
S_{12}	Geçirme Parametresi
Γ	Yansımaya Katsayısı
T	Geçirme Katsayısı
k_c	Kesim Dalga Sayısı
K	Dalga Sayısı
ω	Açısal Frekans
γ_{mn}	Dalga Sabiti

H_{eff}	Etkin Manyetik Alan
Hz	Hertz
dB	desibel
H	Manyetik alan
E	Elektrik alan
D	Anten/dalga kılavuzu köşegen uzunluğu
ϵ	Elektrik geçirgenlik
λ	Dalga Boyu
σ	İletkenlik
E	Elektrik alan
H_T	Manyetik Alanın Transverse bileşeni
E_T	Elektrik Alanın Transverse bileşeni
η	Empedans
Z_0	Serbest ortam empedansı
RL	Reflection Loss
EM	Elektromanyetik
RAM	Radar Absorbing Material

ŞEKİLLER DİZİNİ

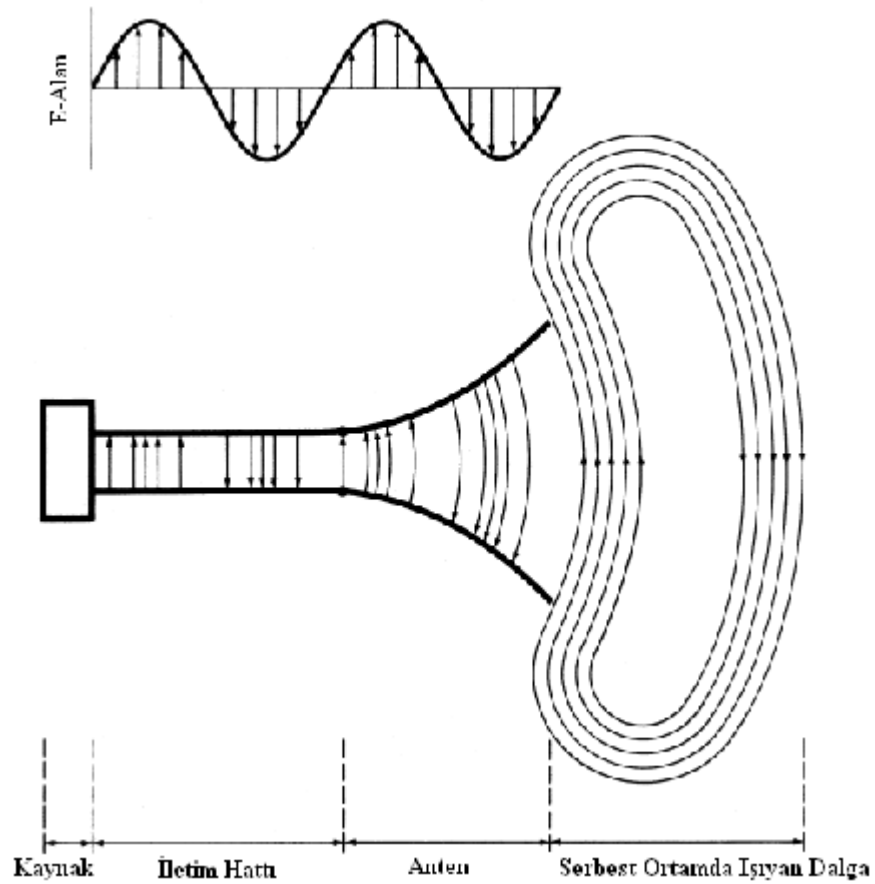
<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.Anten ve Işıma Aygıtı.	1
1.2.İletim Modunda Antenin İletim Hattı Thevenin Eşdeğer Devresi	2
1.3. Friis İletim Denklemi Anlatım Şeması	5
2.1.(a)Doğru Hüzme Genişliği, (b) Yanlış Hüzme Genişliği	7
2.2.Anten Analizi için Koordinat Sistemi	8
2.3.İki Boyutlu Normalize Alan ve Güç Örüntüleri	9
2.4.Işıma Örüntü hüzmeleri	10
2.5. Güç Örüntüsü Ve Ona Ait Hüzmeler Ve Hüzme Genişliği	11
3.1. Kırınım Olma Şartı	13
3.2. Dalga Cephesi	14
4.1. Fresnel Bölgesi Tampon Tasarım Modeli	21
4.2.Fresnel Bölgelerin Önden Ve Yandan Görünümü	21
4.3.Ortası Dolu Parafin Önünde Radar Soğurucu Malzemeli Tampon	22
4.4.Ortası Boş Parafin Önünde Radar Soğurucu Malzemeli Tampon	22
4.5.Eş Merkezli Dairesel RAM Tampon	22
4.6. Eş Merkezli Dairesel RAM Tampon (Horn Antene Bağlı)	23
4.7. Eş Merkezli Dairesel RAM Tampon (Yandan Görünüş)	23

4.8.Yivli Ekranlanmış Polietilen MDKO Tamponlar	24
4.9. Yivli Ekranlanmış Basamak ve Dikdörtgen Modelde Polietilen MDKO Tamponlar	24
4.10.Kalıplara Dökülmüş Parafin	25
6.1.Deney Düzeneği	28
6.2.Yarı Yansız Kabinde Deney Düzeneği 1	29
6.3.Yarı Yansız Kabinde Deney Düzeneği 2	29
6.4.Açı Ölçerli Anten Tertibatı	30
6.5.Piramit biçimli Horn Anten Kalibrasyonu	31

1.GİRİŞ

1.1.ANTEN VE ANTENİN KULLANIM ALANLARI

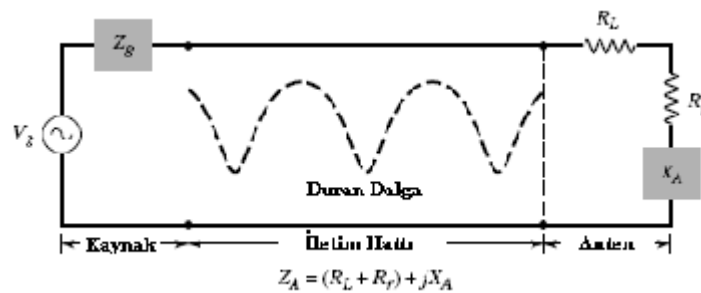
Anten, uçlarına gelen elektriksel sinyali elektromanyetik dalgaya çeviren ya da elektromanyetik dalgayı elektriksel sinyale çeviren çift yönlü bir dönüştürücüdür. Elektromanyetik dalgaları uyaran veya bu dalgalardan enerji çeken düzeneklere anten denir. Uyarıcılara özel olarak, “verici anten”, enerji çekenlere de “alıcı anten” denir[1]. Verici antenler besleme noktalarına uygulanan gerilimi “Volt/metre” büyüklüğündeki elektrik alan dönüştürmekte, alıcı antenler ise iletim hattından gelen elektromanyetik dalgalardan kaptığı “Volt/metre” büyüklüğündeki elektrik alan enerjisini uçlarına volt büyüklüğünde bir gerilim farkı olarak dönüştürmektedir. IEEE standartlarına göre de anten; kılavuzlayan aygıt ile serbest ortam arasında geçişken yapı olarak tanımlanır.



Şekil.1.1.Anten ve Işıma Aygıtı[2]

Antenler kullanım gereksinimleri gereği çok çeşitli sektörlerde kullanılır. Radyo ile haberleşmenin yanı sıra, radarda, radyo astronomide, denizcilikte vs. yer alır ve sistem kalitesi üzerindeki etkisi büyük olur. Eğer anten bir verici anteni ise, gücünü yere yakın doğrultularda düzgün bir şekilde yaymalı, tam tepe doğrultusuna hiç enerji göndermemelidir. Buna karşılık bir radar anten belirli bir doğrultuda bütün gücünü yaymalı, diğer doğrultulara mümkünse hiç enerji göndermemelidir. Buradan çıkaracağımız sonuç antenin ışınım diyagramı kullanacağımız yere göre değişik olacaktır. Ayrıca yaydığı veya aldığı dalgaların frekansının da antenin özelliklerini etkileyeceği önceden kabul etmek gerekir. Her antenin frekans spektrumu aynı olmaz frekans spektrumu geniş olan işaretleri almak ya da yaymak için geniş bantlı antenler kullanılmalıdır. Her zaman istenilen özelliklere sahip ideal bir anten ortaya koymak için evrensel bir yöntem yoktur. Takip edilen genel yol değişik geometri ve besleme şekline sahip düzenler göz önünde tutulup ışınım özellikleri incelenmekten ibaret olmuştur. İncelemenin bu şekilde yürütülmesine “Anten Analizi”, geometrik biçimi ve besleme tarzı önceden seçilmiş bir düzendeki bazı büyüklüklerin (parametrelerin) arzu edilen çalışma şartlarına uygun seçilmesine de “Anten Sentezi” denmektedir. Bir antenle ilgili olarak her zaman şu üç hususa dikkat etmek gerekir;

- Seçilmiş geometriye ve besleme şekline sahip elemanın yayın özelliklerinin ortaya çıkması (Analiz)
- İstenen bazı özellikleri elde edilebilmesi için bazı büyüklüklerin (parametrelerin) seçimi (Sentez)
- Besleme hatları veya yük ile antenin irtibatlandırılması.



Şekil.1.2.İletim Modunda Antenin İletim Hattı Thevenin Eşdeğer Devresi[16]

Antenin giriş empedansı genelde uçlarına bağlanan besleme kaynağının empedansından farklı olduğundan kaynak, iletim hattı ve anten arasında empedans uyumsuzluğu (mismatch) söz konusu olur. Bu farkın belirlediği oranda antene gelen gücün bir kısmı geri yansımakta, aynı şekilde kaynak ucunda da bir uyumsuzluk söz konusu olduğundan burada da bir güç yansıması oluşmaktadır. Anten girişinde yansıyan ve giden gerilim dalgalarının oluşturduğu Azami gerilimin ve minimum gerilime oranına Duran Dalga Oranı (DDO) denir[5]. Bu parametre anten girişinde yansıyan gücü belirten bir parametredir.

1.2. ANTEN PARAMETRELERİ

Giriş empedansı, antene aktarılan güç, elektromanyetik enerji olarak ışıyan güç, anten verimliliği, eşlenik uyumluluk, uyumluluk (mismatch) katsayısı, alıcı antende yüke giden güç, etkin anten alanı, anten faktörü, anten alan bölgeleri, duyarlı (tepki gösteren) yakın alan bölgesi, yakın alan (Fresnel) bölgesi, uzak alan (fraunhofer) bölgesi, polarizasyon, duran dalga oranı, ışınım alanları, yoğunluğu, şiddeti anten parametresi olarak sayılabilir[16].

Yönlendiricilik (directivity), antenin güç kazancı, Friis iletim denklemi, ışınım diyagramı ve hüzmeye genişliği, ışınım örüntü hüzmeleri, hüzmeye (beamwidth) genişliği bu tez çalışmasında vurgulanacak parametrelerdir. Bu parametreler sonuçların anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

1.3.YÖNLENDİRİCİLİK (DIRECTIVITY)

Yönlendiricilik belirli bir yöndeki ışınım yoğunluğudur. Antenin belirli bir yöndeki ışınım yoğunluğu, tüm yönlerdeki ışınım şiddetinin izotropik antenin ışınım şiddetine oranıdır. İzotropik anten pratikte yoktur ona en yakın ışınımına sahip anten dipol antendir.

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)}{U_a} \quad (1.1)$$

Burada $D(\theta, \phi)$ yönlendirici kazancıdır. U_a ; eğer P_r izotropik anten olarak alınırsa her hangi bir yöndeki ışınım şiddeti;

$$U_a = \frac{1}{4\pi} P_r \quad (1.2)$$

(U_a nın birimi watt/steradyan, P_r nın birimi watt) bu durumda yönlendiricilik;

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)}{U_a} = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_r} \quad (1.3)$$

Azami yönlendiricilik; $D_0 = \max_{\theta, \phi} \{D(\theta, \phi)\}$ burada tüm θ ve ϕ değerleri için azamidir.

Her anten için yönlendiricilik $0 < D(\theta, \phi) < D_0$ şartı vardır.

dB olarak yönlendiricilik $D(\theta, \phi) [dB] = 10 \log_{10} D(\theta, \phi)$.

İzotropik anten için yönlendiricilik; $D(\theta, \phi) = 1$.

1.4.ANTENİN GÜÇ KAZANCI

Antenin ışınım şiddetinin izotropik olarak antene gelen güce oranıdır.

$$\text{Güç Kazancı} = G(\theta, \phi) = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_A} \quad (1.4)$$

$$G_0(\theta, \phi) = \max_{\theta, \phi} \{G(\theta, \phi)\}$$

Antenin yönlendiriciliği ve kazancı arasındaki ilişkiyi antenin ışınım verimliliğinin tanımı;

$$e_0 = e_{cd} = \frac{P_r}{P_A}$$

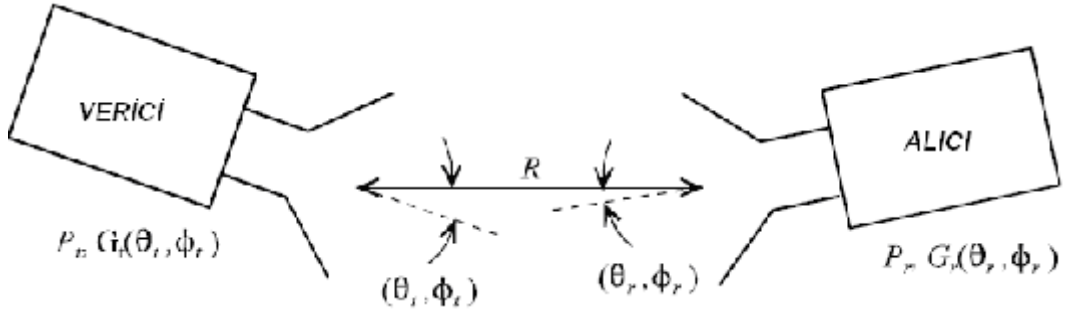
$$D(\theta, \phi) = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_r} = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{e_{cd} P_A} = \frac{G(\theta, \phi)}{e_{cd}} \quad (1.5)$$

$$D(\theta, \phi) = \frac{G(\theta, \phi)}{e_{cd}} \quad (1.5a)$$

$$D_0(\theta, \phi) = \frac{G_0(\theta, \phi)}{e_{cd}} \quad (1.5b)$$

$$G(\theta, \phi)[dB] = 10 \log_{10} G(\theta, \phi) \quad (1.5c)$$

1.5.FRİİS İLETİM DENKLEMİ



Şekil.1.3. Friis İletim Denklemi Anlatım Şeması

Friis iletim denklemi rastgele alıcı/verici anten sistemi için alınan ve gönderilen güç arasındaki ilişkiyi tanımlar. Rastgele yöneltilmiş alıcı ve verici antenler verilmiş, alıcı antende ki güç yoğunluğu (W_r);

$$W_r = \frac{P_t}{4\pi R^2} G_t(\theta_t, \phi_t) = e_{ot} \frac{P_t}{4\pi R^2} D_t(\theta_t, \phi_t) \quad (1.6)$$

Burada P_t verici antenin uçlarındaki giriş gücü ve burada sistem performansı için verici anten kazancı ve yönlendiriciliği genel verimlilikle ilişkilendirilmiştir;

$$G_t(\theta_t, \phi_t) = e_{ot} D_t(\theta_t, \phi_t) = e_{cdt} (1 - |\Gamma_t|^2) D_t(\theta_t, \phi_t) \quad (1.7)$$

Burada e_{cdt} verici antenin ışıyım verimliliği ve $|\Gamma_t|$ verici anten uçlarındaki yansımaya katsayısıdır. Verici antenin kazancının tanımı, iletim sistemine uyumsuzluk kayıplarına ilaveten iletim ve dielektrik kayıplarını da içerir.

Alıcı antenin uçlarına gelen toplam alıcı gücü (P_r);

$$P_r = W_r A_{er} \quad (1.8)$$

(A_{er}) alıcı antenin etkin açıklığı, antenin yönelimini hesaba katmak gerekir. Her anten yönelimi için genel etkin açıklığa daha önce tanımlanan Azami yönlendiricilik sağlayan etkin anten alanı eklenebilir.

Azami cevap için yönelim;

$$A_{er} = e_{or} \left(\frac{\lambda^2}{4\pi} \right) D_{or} \quad (1.9)$$

Keyfi yönelimler için;

$$A_{er}(\theta_r, \phi_r) = e_{or} \left(\frac{\lambda^2}{4\pi} \right) D_r(\theta_r, \phi_r) \quad (1.10)$$

O zaman toplam alıcı gücü;

$$P_r = e_{or} e_{ot} \left(\frac{\lambda^2}{4\pi} \right) D_r(\theta_r, \phi_r) D_t(\theta_t, \phi_t) P_t \quad (1.11)$$

$$\begin{aligned} e_{ot} &= e_o e_t, \quad e_o = \text{toplam verimlilik (boyutsuz)} \\ e_{or} &= e_o e_r, \quad e_r = \text{yansıma verimliliği}, \quad e_t = \text{geçirme verimliliği}, \end{aligned} \quad (1.12)$$

Polarizasyon kayıplarını da içererek genel Friis iletim denklemi sonuçlandırılır;

$$\frac{P_r}{P_t} = e_{cdr} e_{cdt} (1 - |\Gamma_t|^2) (1 - |\Gamma_r|^2) x \left(\frac{\lambda^2}{4\pi} \right) D_r(\theta_r, \phi_r) D_t(\theta_t, \phi_t) |a_t \cdot a_r|^2 \quad (1.13)$$

yansıma eşlemeli ve polarizasyon eşlemeli Azami cevap antenler için Friis iletim denklemi indirgenirse;

$$\frac{P_r}{P_t} = \left(\frac{\lambda^2}{4\pi} \right) G_{ot} G_{or} \cdot \quad (1.14)$$

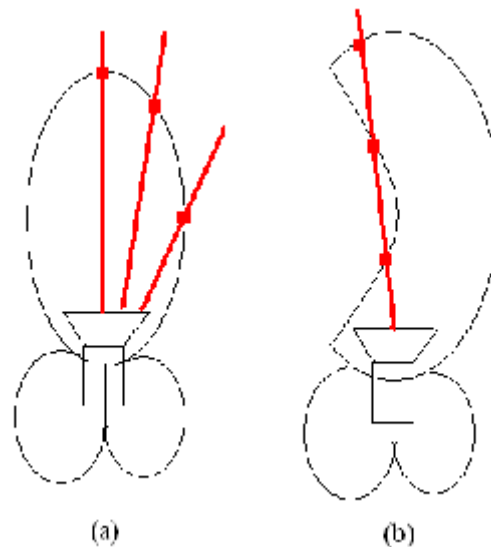
2.İŞİMA DİYAGRAMI VE HÜZME GENİŞLİĞİ

Yönlendiriciliği olan antenlerde yönelticiliğin bir ölçütüdür. Anten örüntü parametrelerinden biridir. Örüntünün hüzme genişliği, örüntünün azami değerinin karşı yanları üzerinde iki eş noktanın arasında ki açısal aralık olarak tanımlanır.

Hüzme genişliğinin en yaygın birimi IEEE standartlarına göre tanımlanan Yarım Güçte Hüzme Genişliği (YGHG) (Half-Power Beamwidth (HPBW))'dur[6]. YGHG, ışınım yönünde azami hüzme, ışınım yoğunluğu içinde iki boyut arasındaki açıdır. Diğer önemli hüzme genişliği, ilk sıfır hüzme genişliği (İSHG) örüntünün ilk sıfırları arasındaki açısal aralıktır (First-Null Beamwidth=FNBW)[7].

Azami ışıma doğrultusunda yatayda ve düşeyde gücün yarıya (-3dB) düştüğü açısal genişlik “anten ışıma demeti” ya da “hüzme genişliği” olarak anılır.

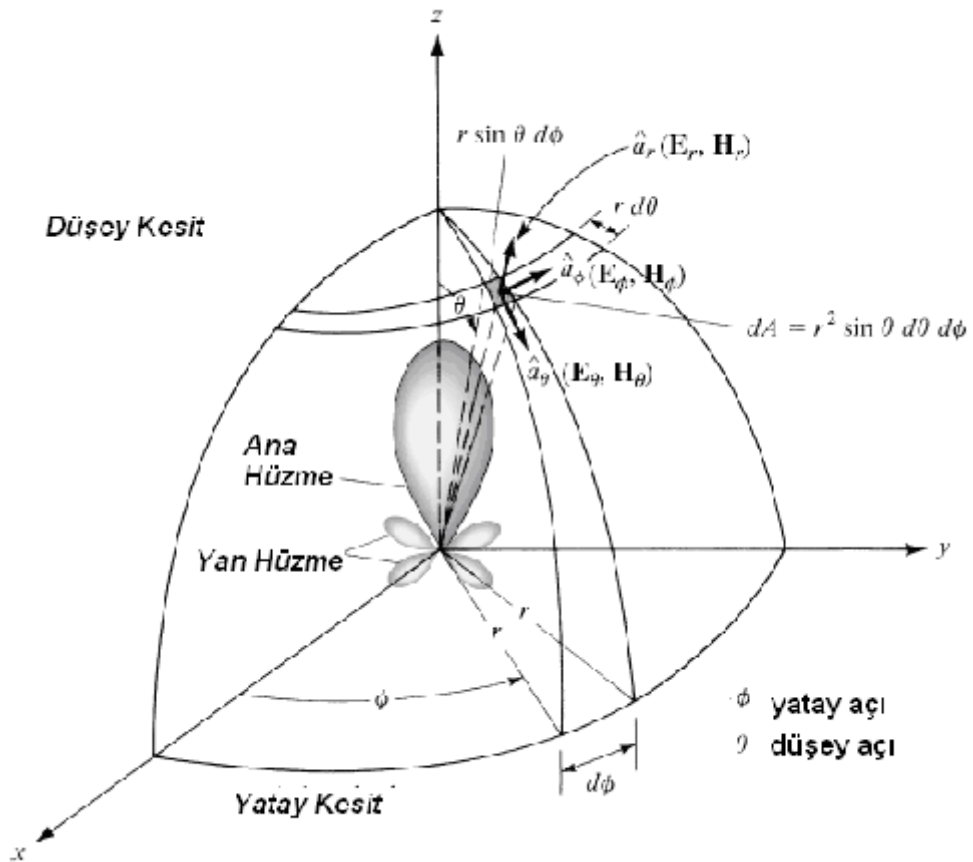
İşıma örüntüsü ya da diyagramı antenin ışınım özelliklerinin temsil eden grafiklerdir veya uzay koordinatlarının fonksiyonu gibi matematiksel bir fonksiyon olarak tanımlanır. İşıma diyagramları, antenlerin herhangi yönde ne kadar güç yaydığının gösteren şekillerdir. İşıma diyagramı herhangi bir düzlemde söz konusu olsa da genelde yatay ve düşeydeki diyagramlarla ilgilenilir.



Şekil.2.1.(a)Doğru Hüzme Genişliği ,(b) Yanlış Hüzme Genişliği

Doğru bir ışınım örüntüsünde antenden çizilen her doğru tek bir noktadan geçmelidir[3]. Işınım örüntüsü en iyi uzak-alan bölgesinde tanımlanır ve boyutsal koordinatların bir fonksiyonu gibi temsil edilir. Işınım özellikleri, güç akış yoğunluğu, ışınım yoğunluğu, alan şiddeti, yönlendiricilik, faz ve polarizasyon içerir. En iyi ilgilendirilen ışınım özelliği iki veya üç boyutlu uzamsal ışınım enerji dağılımıdır. Yani sabit yarıçaplı yüzey veya yol boyunca gözlemcinin bir fonksiyonudur. Şekil.2.4 ve Şekil.2.5'te uygun koordinatlarda gösterilmiştir. Sabit yarıçapta alınmış elektrik (manyetik) alan çizgileri genlik alan diyagramı (örüntüsü) olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle sabit yarıçap boyunca güç yoğunluğunun uzamsal değişiminin grafiği genlik güç diyagramı (örüntüsü) olarak tanımlanır.

Sıklıkla alan ve güç diyagramları azami değeri ile ilişkili olarak normalize edilir. Normalize alan ve güç diyagramları verimlidir. Güç örüntüsü genellikle logaritmik ölçek veya daha yaygın olarak desibel (dB) olarak çizdirilir. Genellikle bu ölçek (dB) arzu edilir. Çünkü logaritmik ölçek çok düşük değerler parçalarında daha detaylı üzerinde durabilir.[7]

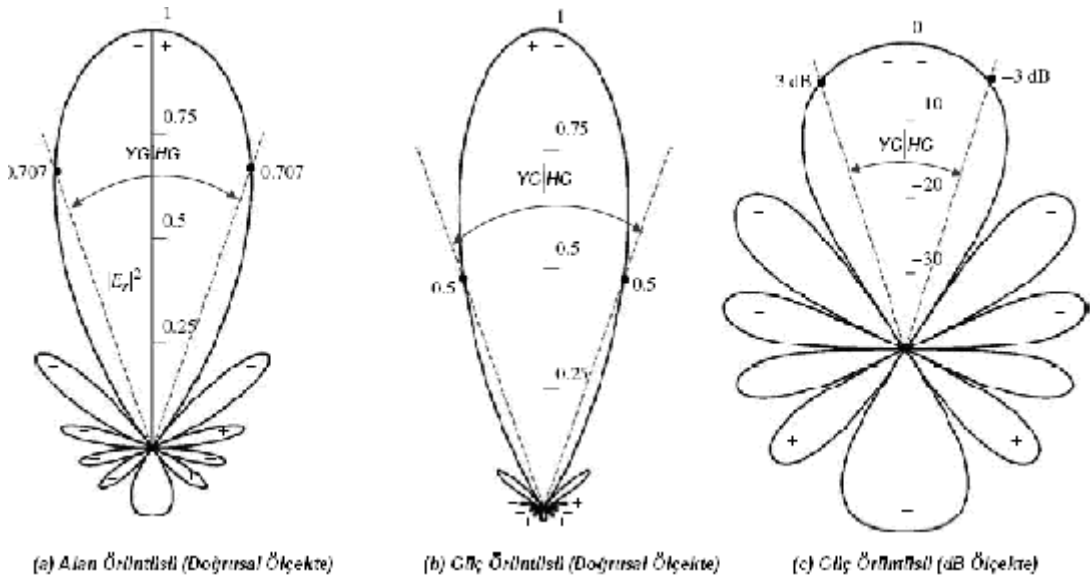


Şekil.2.2. Anten Analizi için koordinat Sistemi

Bir anten için;

- Alan örüntüsü (linear ölçekte), genellikle açısal uzayın bir fonksiyonu gibi elektrik veya manyetik alanın genliğinin çizimini gösterir.
- Güç örüntüsü (linear ölçekte) açısal uzayın bir fonksiyonu gibi elektrik veya manyetik alanın genliğinin karesinin çizimini gösterir.
- Güç örüntüsü (dB ölçekte) açısal uzayın bir fonksiyonu gibi desibel olarak elektrik ve manyetik alanın genliğini gösterir.

Bir örnekle açıklamak gerekirse; 10 elemanlı ve elemanlar arası uzaklık $d = 25\lambda$ verilerek linear izotropik kaynaklı anten dizisinin iki boyutlu normalize alan örüntüsü (linear ölçekte çizdirildi), güç örüntüsü (linear ölçekte çizdirildi) ve güç örüntüsü (logaritmik dB ölçekte çizdirildi) ve şekil.2.3'te gösterilmiştir.



Şekil.2.3. İki Boyutlu Normalize Alan ve Güç Örüntüleri

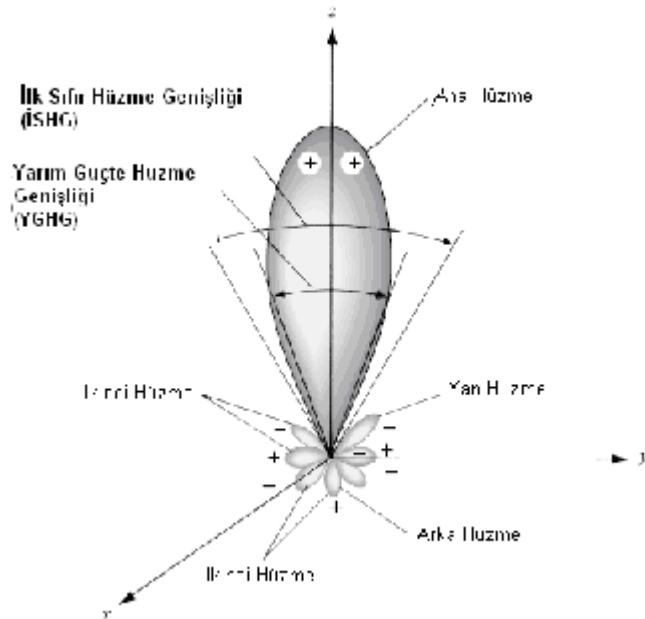
Hüzmelerdeki (+) ve (-) işaretleri çeşitli hüzmeler arasındaki bağıl genliğin polarizasyonunu göstermektedir. Örüntünün azami değeri ile ilgili olarak yarım-güç (-3dB noktaları) bulununca anten örüntüsü sağlanmış oluyor.

- a. Azami değerinin 0.707 sindeki alan örüntüsü Şekil.2.3.(a)
- b. Azami değerinin 0.5 indeki lineer ölçekteki güç örüntüsü Şekil.2.3.(b)
- c. Azami değerinin -3dB deki güç örüntüsü Şekil.2.3.(c)

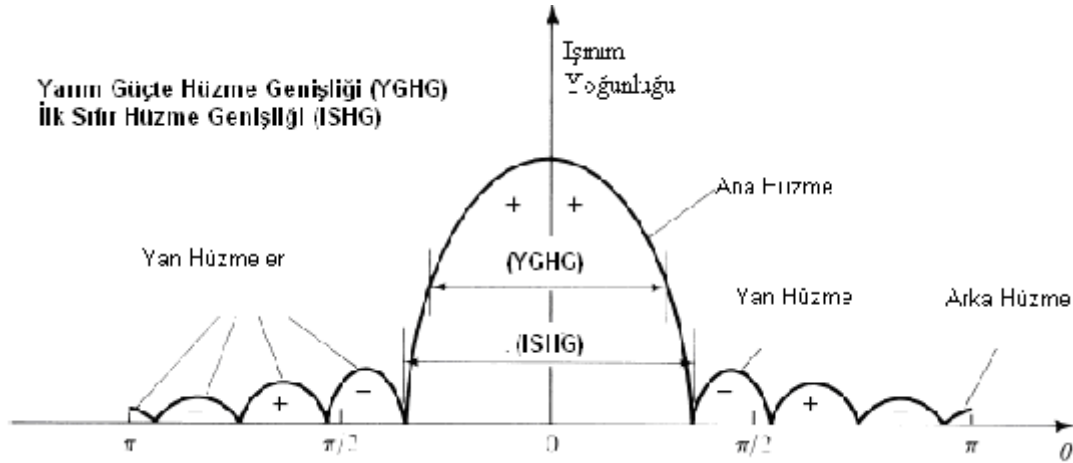
Tüm üç örüntü iki yarım güç noktası arasındaki aynı açısai aralığı veriyor ($38,64^{\circ}$). Pratikte üç boyutlu örüntü ölçülür ve iki boyutlu örüntü serileri içinde kaydedilir. Bununla beraber daha iyi pratik uygulamalar için bazı belirli ϕ değerleri için θ 'nın fonksiyonu gibi birkaç örüntü çizilebilir. Ayrıca bazı belirli θ değerleri için ϕ 'nın fonksiyonu gibi birkaç örüntü çizilebilir.

2.1.İŞİMA ÖRÜNTÜ HÜZMELERİ

İşima diyagramı ve yöneltilmiş antenlerde kullanılan tanımları şöyle tanımlayabiliriz. Ana işima hüzmesi; en fazla işimanın olduğu yöndeki demet ($\theta = 0^{\circ}$ yönünde), arka hüzme; antenin gerisinde oluşun hüzme ($\theta = 180^{\circ}$ yönünde), yan (ikincil) hüzme olarak tanımlanır. Her yönde ana hüzmeden sonra oluşun işima hüzmesi, (YGHG) yarım güç noktalarında ana hüzmenin açısai genişliği, (İSHG) ana hüzmenin yanlarının her biri üzerinde ilk sıfırları arasındaki açısai genişlik olarak tanımlanır.



Şekil.2.4. Işıma örüntü Hüzmeleri



Şekil.2.5. Güç Örüntüsü Ve Ona Ait Hüzmeler Ve Hüzmeye Genişliği

Şekil.2.4. da üç boyutlu ışınma örüntüsü gösterilirken, Şekil.2.5. da iki boyutlu ışınma örüntüsü gösterilmiştir.

2.2.HORN ANTENLER

Dikdörtgen dalga kılavuzunun kendisi, açık uçtan enerjinin yayılmasına izin verdiği için ışınım yapan bir anten olarak kullanılabilir. Kılavuz boyutları ve çalışma frekansındaki dalga boyu arasındaki ilişkiye dayanarak izotropik antene göre +4dB'lik bir kazanç sağlanabilir. Fakat dalga kılavuzunun karakteristik empedansı ile havada ya da boşluk sinyalinin yayılacağı ortamın empedansları farklı olmasından dolayı, enerjinin bir kısmı geri yansımaya uğrayacağından pek pratik değildir. Empedansı uygun hale getirmek için dalga kılavuzunun her iki yönde ağzının genişletilmesi ile horn antenler meydana getirilir. Bu ayrıca iyi bir yönlendirme kazancı sağlamaktadır.

Horn anten çeşitleri;

- E-Düzlem Horn Anten (E-Plane Sectoral Horn Antenna)
- H- Düzlem Horn Anten (H-Plane Sectoral Horn Antenna)
- Piramit Biçimli Horn Anten (Pyramidal Horn Antenna)
- Koni Biçimli Horn Anten (Conical Horn Antenna)

- Oluklu Horn Anten (Corrugated Horn Antenna)
- Diyafram Eşlemeli (Aperture-Mismatch Horn Antenna)
- Çoklu mod Horn Anten (Multimode Horn Antenna)
- Dielektrik Yüklü Horn Anten (Dielectric-Loaded Horn Antenna)

Bu tezde piramit biçimli horn anten kullanılmıştır. piramit biçimli horn anten en yaygın kullanılan horn antenlerdendir. Her iki yönde de (E ve H) ışınım yapabilmektedirler.

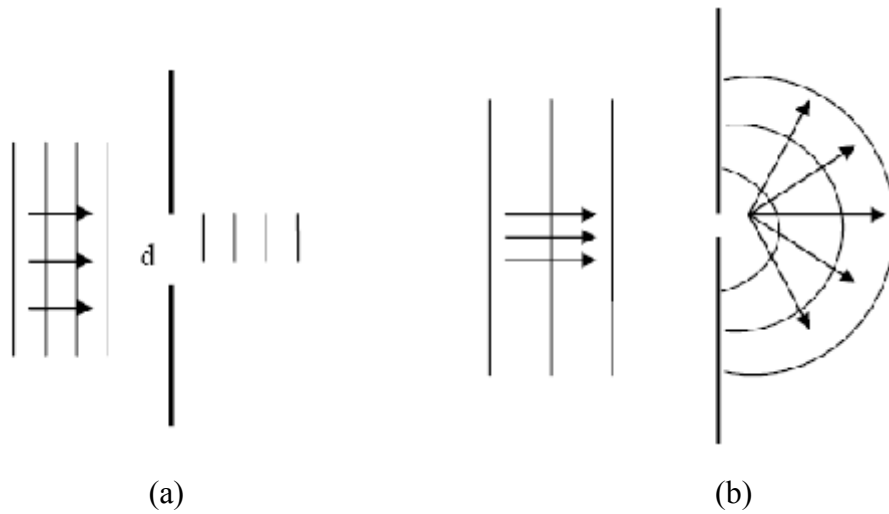
3. DALGA KIRINIMI, OPTİKİMSİ IŞIK BİLİMİ

3.1. DALGA KIRINIMI

Işık hareketi sırasında, yeterince dar bir aralıktan ya da keskin kenarlı bir engelden geçerken, yarığın ya da engelin köşelerine yakın yerlerden bükülme özelliğine sahiptir. Yarığı ya da engeli geçen ışık her yönde yayılır (gölge olması beklenen yerde de ışık yayılır). Bu olaya kırınım adı verilir. Temelde kırınım ve girişim olayları özdeştir. Benzer etkiler, dalgalar saydam olmayan engele çarptıklarında da gözlenir.

Sonlu sayıda, ayrı, uyumlu kaynakların katkılarının üst üste gelmesine girişim denir. Sürekli bir kaynak dağılımının katkılarının üst üste gelmesi ile kırınım oluşur. Kırınım pek çok eş fazlı dalga kaynağının girişiminin bir sonucu olarak bakabiliriz. Kırınım olayı ışığın dalga karakterinin bir sonucudur. Ses ve su dalgalarında da kırınım olayı gözlenir.

Kırınımın gözlenebilmesi; için yarık aralığının(d), ışığın dalga boyu(λ) ile kıyaslanabilecek büyüklükte (yarık aralığının yaklaşık dalga boyu mertebesinde) olması gerekir[11].



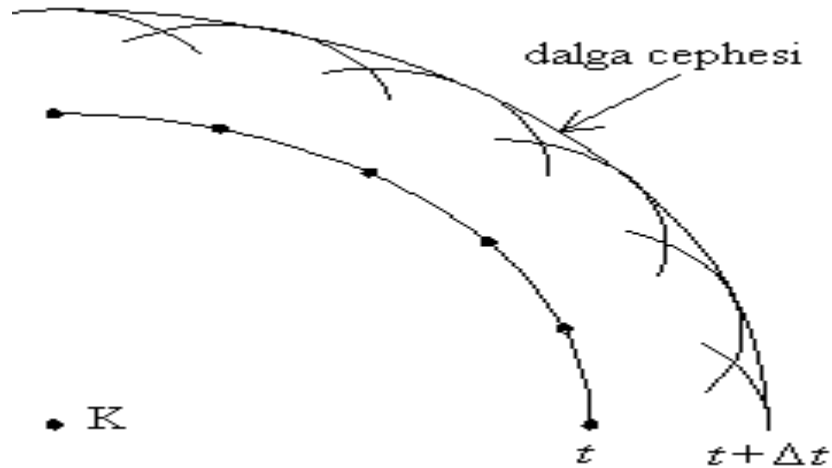
Şekil.3.1. Kırınım olma Şartı

(a) $\lambda \ll d$ olduğunda hemen hemen gözlenebilir bir kırınım olmaz. Dalga kendi ışını boyunca doğrusal bir yolda ilerlemeye devam eder. Eğer yarığın karşısına bir ekran koyulursa, ekran üzerinde parlak bir nokta oluşur.

(b) $\lambda \approx d$ olduğunda, kırınım etkileri hissedilir. Işık, yarığın ötesinde her yöne yayılır. Yarık küresel dalgalar yayan bir kaynakmış gibi davranır. Yarık dalga boyuna göre çok küçükse $d \ll \lambda$ kırınım daha da belirginleşir.

Bu ilke dalgaların yayılmaları, ortam değiştirmeleri ve yansımaları gibi olayları izah edebilmek için dalga yüzeyinin her noktasını ikincil bir nokta kaynak olarak kabul eder. Bu ikincil nokta kaynakların verdikleri küresel dalgaların belli bir andaki zarfı (dalga cephesi) o andaki dalga yüzeyini verir. Bir başka deyişle, bir titreşim kaynağının yaydığı dalgalar, yayıldıkları ortam içinde vardıkları her noktayı, periyodu titreşim kaynağının periyodunun aynı olan ve kaynağa göre birer faz farkı gösteren birer titreşim kaynağı haline getirirler.

Buna göre, herhangi bir t anında bir dalga yüzeyinin konumu bilinirse bunu izleyen $t + \Delta t$ anında dalga yüzeyinin alacağı durum, t anındaki ana dalga yüzeyini oluşturan noktaların yaydığı dalgacık yüzeylerin zarfıdır (Şekil 3.2). Buna **Huygens ilkesi** denir. Huygens modeli, ışığın yansıma ve kırılma olaylarını çok iyi açıklamaktadır.



Şekil.3.2. Dalga Cephesi

Düzlemsel dalga uzayda dalga cephesi sınırlı olmayan ve kaynağı sonsuz uzaklıktaki bir dalgadır. Eğer serbest uzayda bir dalga süreci türetecek isek, örneğin ışığı geçirmeyen bir ekran içinde bir aralıktan bir düzlemsel dalga gönderecek isek, bunun sonucunda sınırlı bir dalga demeti elde ederiz. Bazen bu dalga demetinin davranışı geometrik optik kuralları ile tanımlanan huzme veya ışık gibi ele alınabilir. Bununla beraber gerçek dalga huzmeleri ışınlardan farklı olarak yayılırlar.

Örneğin alıcı ve verici antenlerin arasındaki düz bir çizgiye dik açıda metal bir tabakanın hareket ettiğini hayal edelim. Fark edilecektir ki alıcıdaki salınımların şiddeti, tabakanın kenarı bu çizgiyi geçmeden hemen önce daha az veya daha yüksek olabilecek ve kenar hatırı sayılır uzaklığa da gitse oldukça fark edilebilir bir değerde değişebilecektir. Bu davranışın sebebi Sommerfeld'in tanımladığı, ışık ışınlarının düz bir çizgiden sapmasına neden olan ve kırılma ve yansıma cinsinden açıklanamayan kırınım olayıdır.

Kırınım Teorisi, dalga yayılımı nesnelere, örneğin ekranlar ya da geçirgen olmayan veya yarı geçirgen ekranlardaki delikler veya ortamın homojen olmaması yani özellikleri noktadan noktaya değişen bir ortam ile engellendiğindeki durumlarda oluşan dalga süreçleri ile ilgilidir. Kırınım teorisinin görevi nesneden uzaklaştıkça oluşan dalga bozunumunu hesaplamaktır[13].

3.2. OPTİKİMSİ IŞIK BİLİMİ

Yarı optikler veya optikimsiler^{*}, konuları fiziğin geometrik optik ve kırınım gibi iki dalının sınırında örtüşen bir alandır. Daha özelden, optik'imsi incelemeleri ışınının dalgasal doğasının etkin olduğu çok kısa elektromanyetik dalgaların yansıma, kırılma ve geometri-optik yayınımlı olaylarını konu alır[13].

Milimetre Dalga Boyu Bandındaki (MDBB) kırınım optiği elemanları, gelen ışımının dalga boyu mertebesinde karakteristik uzunluğa sahip periyodik veya periyodik'imsi yapılar üzerinde kırınımı ile ilişkilidir ve klasik optikteki yansıma ve kırılma olaylarına dayanmazlar.

MDBB elemanları, ışıma huzmesinin toplanması, bölünmesi, biçimlenmesi, polarize edilmesi, süzülmesi ve odaklanmasında (rastgele alan içinde odaklama) kullanılabilir. X-ışını bandından mikrodalga bandına ve hatta akustikte dahi, örneğin şok dalgalarının odaklanmasında kullanılırlar.

İlk kırınım odaklama elemanları, öyle görünüyor ki, görüntü oluşturma yeteneğini 1875'te Charles Soret'in keşfettiği Frensel bölgeli düzlemleri ve 1898'de Robert Wood tarafından hazırlanan dikdörtgen görünüşlü faz bölgeli düzlemleridir. 1957 de G. G. Slyusarev nesneyi ona ait görüntüye bağlayan optik yol uzunluğu her bölge için sabit ve iki bölge arasındaki sınırdaki 2π sıçrayan, değiştirilmiş bölgeli düzlemleri önerdi. Yapay bilgisayar sentezli hologramlar üzerine çalışmalar kinoform yaratımını sağladı. Hem odaklayıcılar hem de kinoform optik elemanlar bakımından klasik optiğin sağladığı süreklilik arz eden anlayış yerini süreksiz olanı ile değiştirdi; faz fonksiyonunun modülü 2π alınır oldu. Kırınım, yukarıda anılan tüm elemanlar için temel işlevdir. Bu elemanların optik kalınlığı bir dalga boyu civarındadır. Bu anlamda, bölgeli düzlemler, kinoformlar, odaklayıcılar ve bilgisayar optiği elemanları, optik'imsi odaklama sistemleri sınıfından olan kırınım elemanlarıdır: hakikaten de, [13]'de verilen optik'imsi tanımına göre işleyişlerine

* Optikimsi: Quasioptik

ilişkin ilkeler kırınım ilkeleri iken, tipik olarak geometrik optik kanunları izlenerek hesaplama yapılmaktadır.

Elektromanyetik dalganın ilerleme yönüne göre ayarlanmaları ölçüt olacak biçimde, 3 ana MDKO (mikro dalga kırınım optik) tipi tanınır:

- Enine; Çoğunlukla yassı bir yüzeyde üretilmiş
- Enine ve boyuna karışık; rastgele bir eğrisel yüzeyde üretilmiş
- Boyuna; Elektromanyetik dalgaların yayılım yönü boyunca ayarlanan ekran sistemleri gibi yapılar modellenmiştir. Odaklayan kırınım elemanları ışınımı yansıtabilir veya iletebilir.

Kırınımsal elemanların özgün bir özelliği; klasik optik elemanları ile karşılaştırıldığında alanların dalga dönüşümlerinin ve geometrisinin ait olduğu sınıf daha geniştir. Bu özellik pratik uygulama sahalarını x-ışınından cm-dalga boyu bandına hatta non-lineer akustiğin de dâhil olduğu bir alana genişletir.

Mikrodalga ve milimetre dalga kırınım merceklerinin avantajları: ışınım dalga boyu mertebesinde küçük kalınlığa ve düşük ağırlığa, yüksek kırınım verimliliğine, kırınım limiti tarafından belirlenen yüksek uzamsal çözünürlüğe, basit üretim teknolojisine ve rastgele yüzeylerde uygulanabilirliğe sahip oluşudur.

Işınımı önceden tanımlı bir 3 boyutlu yapıya odaklayan ve özel frekans seçici karakter sahibi olan kırınım optik elemanlarını sentezleyerek, tümleşik optik ve optik bilgisayarlar, optik veri süreçleri ve spektroskopi gibi hasarsız deney düzenekleri ve 3 boyutlu çeşitli anten olabilecek yapıların radyo görüntüsünün elde edilmesi için yeni elemanlar üretmek mümkündür.

MDKO elemanları yol trafik güvenliği sağlanmasında çeşitli sistemlerde kullanılabilir. Örneğin: trafik akış kontrolleri, otomobil çarpışma önleme sistemleri, otomotiv radarları, uydu TV alıcıları benzeri uygulamalar. Bu tür sistemlerde MDKO elemanları otomobil parçalarına otomobilin genel tasarımı ile çalışmıyacak biçimde, örneğin kaportanın bir parçası olarak iliştilerilebilir.

Daha da öteye, kırınım odaklayıcı elemanlar elbise altındaki vücuda saklı silah ve plastik patlayıcıların tespiti, geniş bant kablosuz giriş sistemleri, çevresel çit güvenlik aygıtları, pürüzlerin tahribatsız tespiti gibi işlevlerde değişik yer bulma, denetleme ve iletişim sistemlerindeki çoklu huzme veya tarayıcı antenler olarak yararlı olabilir.

Mikrodalga bandı radyo frekans bandında $f < 10\text{GHz}$ ve optikte $f > 100000\text{GHz}$ frekans aralığında bir alanı kapsar. Daha kısa ve daha uzun dalga boyları ile karşılaştırıldığında milimetre dalga bandının bariz avantajları göz önünde bulundurulmalıdır. Radyo frekans bandının daha kısa kısmı olan mikrodalgalar, yüksek uzamsal çözünürlük, aşırı geniş iletim bantları, serbest uzayda her türlü hava koşulunda yüksek oranda bilgi aktarımı, tüm anten sistem boyutlarının asgariye indirgenmesi, azami yönlendiricilik, gürültü bağışıklığı ve iletim kanallarının kolaylıkla gizlenmesi ihtiyacını karşılar.

Mikrodalga bandında kullanılan kırınım odaklayıcı elemanlar ilk olarak 1936 da anılmıştır. Milimetre ve milimetre altı dalga boyu bandındaki bölgesel düzlem tabanlı kırınım odaklayıcı elemanlara dair araştırmalar 1960larda başladı. Kırınımsal mikrodalga odaklayıcı elemanların küresel ve parabolik yüzeyler üzerinde üretilmesi ilk kez 1970'lerde önerilmiş idi. Kırınım odaklayıcı elemanların uydu TV alıcı antenlerine uyarlanması üzerine yoğun çalışmalar 1980 ortalarında başlamıştı. Antenlerde odak noktasının hem ekseninde hem de eksen dışında olduğu durumlar ele alınmıştı. Temelde 3 boyutlu olan nesnelerin radyo görüntülerini üreten iki bileşenli milimetre bandı kırınım mercekle de aynı zamanda önerilmişti.

Mikrodalga ve milimetre kırınımsal antenlerinin ve merceklerin gelişimi şu doğrultudadır:

- Eğrisel yüzeyler üzerinde 3 boyutlu elemanlar, antenler ve mercekler
- Faz evirme bölgeleri yapay metal-dielektrik veya frekans seçici yüzeylerden oluşan “yassı” yansıtıcı vasıfta bölgesel düzlemlerin yaratımı
- Faz evirme yapısı bölge yarıçapı boyunca malzemenin kırılma indisinin parçalı sürekli olabildiği yassı bölgesel düzlem, mercek tipi antenlerin geliştirilmesi

- Milimetre bandı optik olarak denetlenebilen kırınım elemanlarını geliştirilmesi
- Düzlemsel olmayan yüzeylerdeki nesnelere de içeren, çok bileşenli milimetre bandı kırınım objektif merceklerin yapımı.

Gelecekte uygulamalar vaat eden bir dizi yeni problemin çözülme ihtiyacı ile bağlantılı biçimde, mikrodalga yayınına fizikine son zamanlarda özel bir ilgi uyanmıştır.

- Global uydu haberleşme ağı ve çok kanallı televizyon sistemleri,
- Birçok diğer alanın yanı sıra, sis ve yağmur gibi kısıtlı görüş alanında güvenli sürüş için otomotiv radarlarında kullanılmak üzere her türlü hava koşulunda yüksek ve yüksek-üstü çözünürlüklü radyo görüntüleme sistemleri,
- Çevrenin çevre bilimle ilgili görüntülenmesi,

Uçan araçlara mikrodalga kanalından enerji hüzmelenmesi ve yeni nesil bilgisayarların geliştirilmesi.

4.FRESNEL BÖLGELİ DÜZLEMİN GEOMETRİK TEMELLERİNE DAYANARAK TAMPON TASARIMI

4.1. TAMPON TASARIM MODELİ

Bu tez çalışmasında kullanılan tamponlar Fresnel bölge düzlem temelleri ve anten tasarımı ilkelerinden yola çıkılarak tasarlanmıştır. Fresnel Bölge düzlem temelleri ve anten tasarımı EK-B’de detaylı olarak gösterilmiştir. Kabul edilebilir etki alanı için bu bölgeler halka şeklinde seçilmiştir. Fresnel bölgesi düzlemleri iki modele ayırabiliriz:

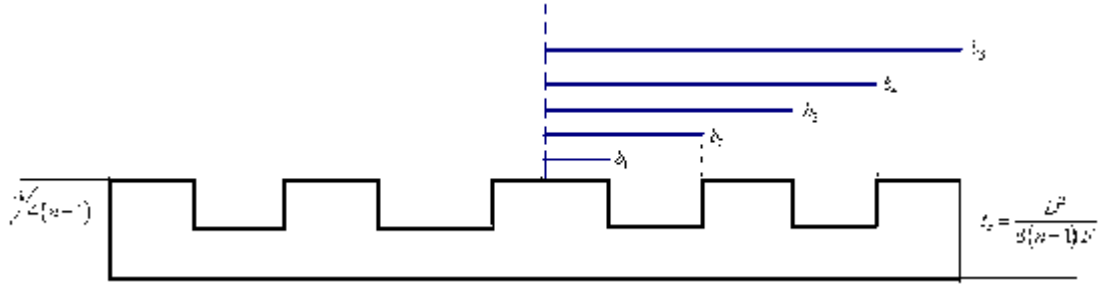
- Soğuran/Geçiren (Absorbing/Transparan) (s/g)’li Antenler
- Faz Düzeltme Bölgesi (Phase Correction Zone) (f/d)’li Antenler

Tampon modeli hazırlanırken soğuran/geçiren (absorbing/transparan) (s/g) yapısı model olarak alınmıştır. λ , dalga boyu ve P integer bir değer ($P \geq 2$) ile ilişkilidir. Her iki tip için Fresnel bölge sınır yarıçapları;

$$b_m = \sqrt{\frac{2m\lambda}{P} \left(F + \frac{m\lambda}{2P} \right)} \quad (4.1)$$

Soğuran/Geçiren (s/g) Fresnel bölgesi tamponlar için P=2 olarak seçilmiştir. Bunun anlamı dalga çeşitli şeffaf bölgeleri geçer 180° den az ortak fazlarla ($Z=-F$) kırınım odak noktasına tamamı toplanır. Diğer bir deyişle ZP küresel dalgayı içinde düzlem dalgaya dönüştürür. (s/g) ZP’ler kullanıldığında tek sayılı bölgeler soğurucu malzemeler ile kaplanmış olduğu anlaşılır[14].

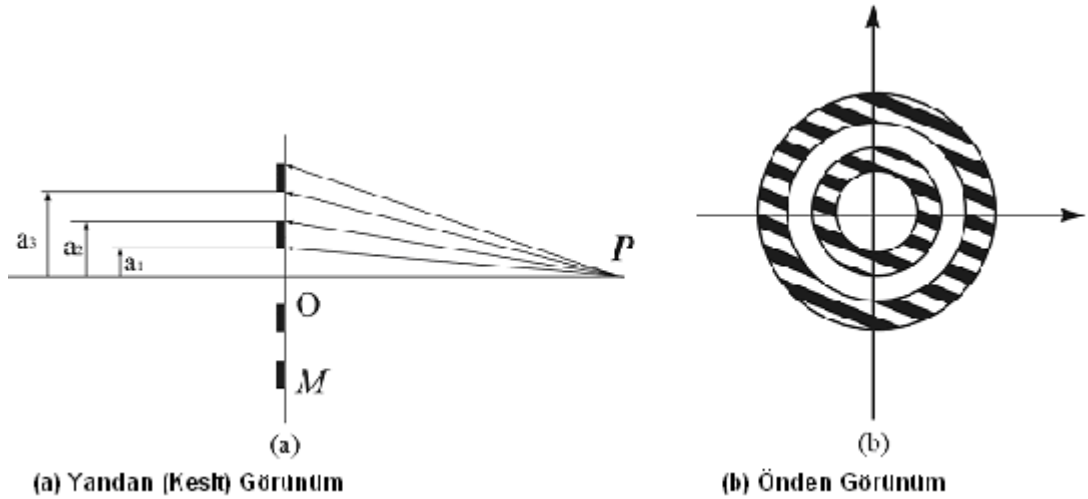
Bu tez çalışmasında b_m sınır yarıçapları kullanılmıştır. Kullanılan Horn Antene göre uygun yarıçaplar ve tampon boyutları hesaplanmıştır. Piramit biçimli horn anten bu çalışmada kullanılmıştır. Bu horn anten boyutları dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda b_m formülünde $m=5$ olarak bulunmuştur. Uygun tampon ölçümleri aşağıda gösterilen formüller vasıtasıyla hesaplanmıştır.



Şekil.4.1.Fresnel Bölgesi Tampon Tasarım Modeli

$$\text{Adım sayısı} \quad : \frac{3\lambda}{4(n-1)} \quad (4.2)$$

$$\text{Tampon Adım Sayısı:} \quad : t_c = \frac{D^2}{8(n-1)F} \quad (4.3)$$



Şekil 4.2.Fresnel Bölgelerinin Önden ve Yandan Görünümü



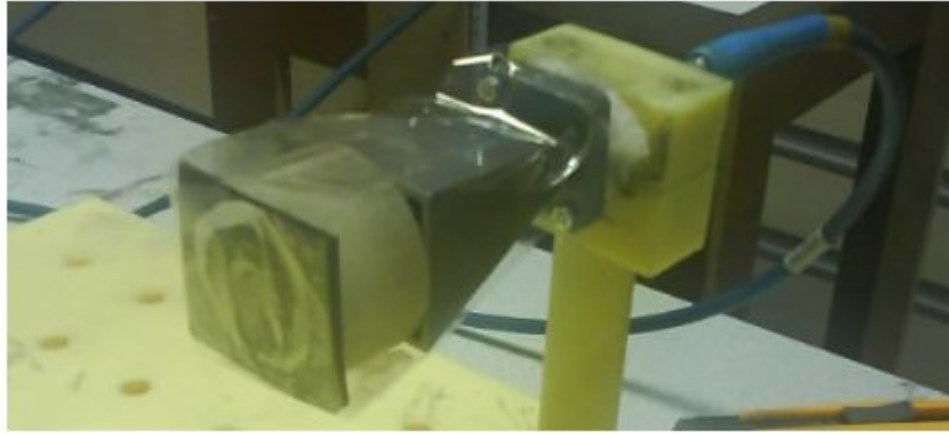
Şekil.4.3.Ortası Dolu Parafin Önünde Radar Soğurucu Malzemeli Tampon
(ODPRAM)



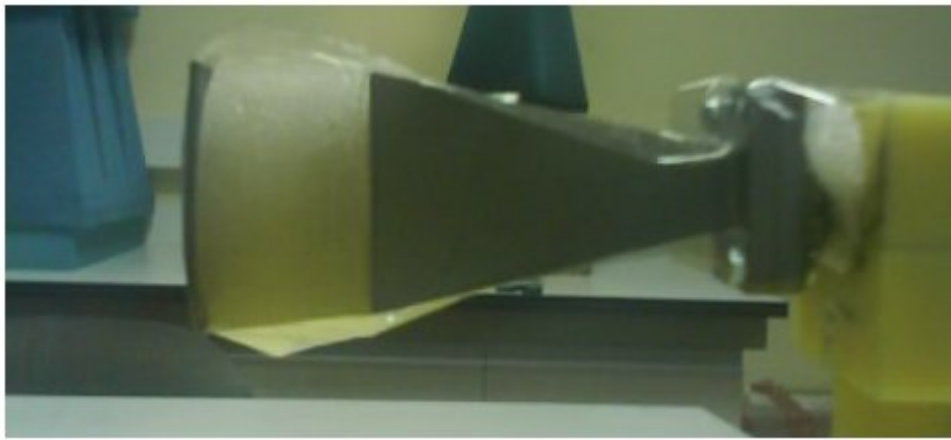
Şekil. 4.4.Ortası Boş Parafin Önünde Radar Soğurucu Malzemeli Tampon
(OBPRAM)



Şekil.4.5. Eş Merkezli Dairesel RAM Tampon



Şekil.4.6. Eş Merkezli Dairesel RAM Tampon (Horn Antene Bağlı)



Şekil.4.7. Eş Merkezli Dairesel RAM Tampon (Yandan Görünüş)

4.2. TAMPON ÜRETİMİNDE KARŞILAŞILAN FİZİKSEL SORUNLAR

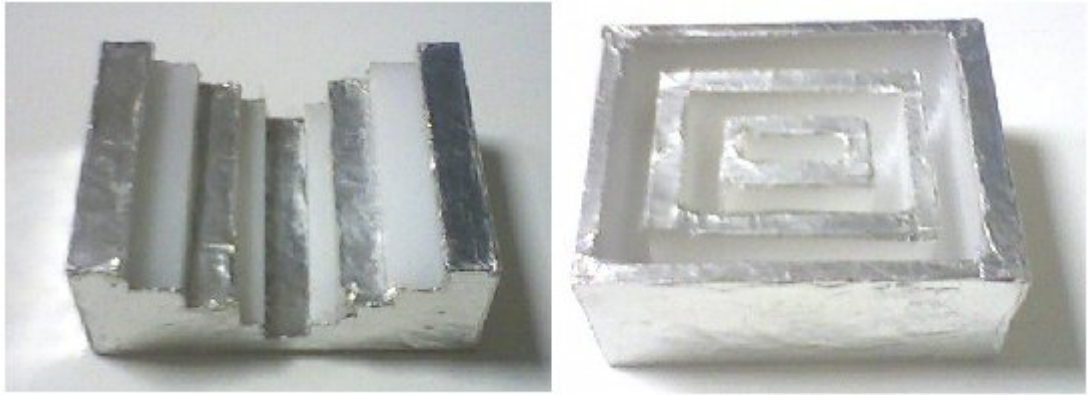
Tez çalışmasında başlangıç olarak MDKO (mikro dalga kırınım optik) malzemeleri ve dalga kırınımı ilkelerine dayanarak hazırlanmış olan tamponlarda optik-mikrodalga kırılma indisine (refraction index^{*}) sahip kırınım optik malzemelerden “polietilen” kullanılmıştır. Polietilen malzemeden Frensel bölgesi bir yapı oluşturmaya geçmeden önce, mikro dalga kırınım optik elemanlarının kırınımına olan etkisini inceleme amaçlı 4 adet farklı geometrilere tampon hazırlanmıştır.

* Kırılma indisi; ışığın yada elektromanyetik dalganın bir ortamdan farklı bir ortama geçerken sahip olduğu hızları oranıdır.

Piramit biçimli horn antenden yayılan elektrik alan ve manyetik alan bileşenlerine MDKO elemanlarının etkisini incelemek amaçlı E-düzlem yönünde ve H-düzlem yönünde yivli bölgeler oluşturulmuştur. Bu yivli bölgelerin oluşması, polietilen zor işlendiği için ancak, Şekil.4.8'deki gibi tampon olarak hazırlanmıştır.



Şekil.4.8.Yivli Ekranlanmış Polietilen MDKO Tamponlar



Şekil.4.9.Yivli Ekranlanmış Basamak ve Dikdörtgen Modelde Polietilen MDKO Tamponlar

Daha sonra Şekil.4.9.'daki basamak modelde MDKO Tampon hazırlanmıştır. Düzlem dalğanın geometrik yapısı gereği ve tamponun alüminyum folyo ile ekranlanması sayesinde dalga optik biliminde özdeş çok yarıklı girişim modeli oluşturması amaçlanmıştır.

Bu tamponlarda dikkat edilecek olursa kullanılan mekanik işleme aygıtının dairesel açılarda hareket olanağı olmadığından Frensel bölgesi eş merkezli dairesel yapılar oluşturulamamıştır. Ancak dairesel yapıya en yakın özellikte dikdörtgenel bir modelde tampon da hazırlanmıştır. Polietilen malzemeden Frensel bölgesi bir yapı oluşturulmak için mekanik laboratuvarlarında üç boyutlu matkap kullanılmıştır.

Tezin asıl amacı olan Frensel bölgesi tampon tasarımına en yakın model olarak polietilen gibi işlenmesi zor, sert bir malzeme olmasından ziyade kırılma indisi 1.42 olan parafin kullanılmıştır. Parafinin diğer özellikleri aşağıda sıralanmıştır: Kırılma indisi 1.42, Elektriksel direnci $10^{13} - 10^{17} \Omega m$

$$\varepsilon' = 15.69 - 18.69$$

$$\varepsilon'' = 8.47 - 10.72$$

$$\mu' = 0.93 - 1.07$$

$$\mu'' = 0.08 - 0.26$$



Şekil.4.10.Kalıplara Dökülmüş Parafin

Tez çalışmasında RAM olarak 800 MHz–40 GHz frekans aralığında 1 mm kalınlığında RAM kullanılmıştır. RAM malzeme alüminyum folyo yerine ekranlama özelliğinden ve aynı zamanda dalganın odaklanmasında iyi bir dielektrik olmasından ötürü odaklama kalitesini üst düzeye çıkarmıştır. Alınan ölçüm sonuçlarında da bu sonuç gözlemlenmiştir.

5.RADAR SOĞURUCU MALZEMELER

Zaman içerisinde Radar Soğurucu Malzemeler (RSM) farklı alanlarda kullanılmak üzere farklı kompozit yapıda üretilmiş ve geliştirilmiştir. Kullanım alanlarına örnek verilecek olursak; yüksek frekans (GHz) band aralığında mikrodalga radyasyonuna sahip sistemler, iletişim teknolojisinde ve veri işleme amaçlı olarak yaygın olarak kullanılan kablosuz iletişim sistemleri (WLAN: Wireless Local Area Networks, GPS: Global Positioning System, Radar ve mobil telefonlar v.s...) gibi yüksek frekanslı devre cihazlarının yol açtığı elektronik kirliliği azaltma amaçlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Elektromanyetik (EM) dalga girişimlerinin yol açtığı bozulmaları önlemek ve EM dalganın enerjisini soğurmasından (ısıya dönüştürmesinden) dolayı askeri amaçlı kullanılan hava araçlarının radar kesit alanlarının azaltılması ve böylece yer savunma radarları tarafından algılanılmasını engellemek amaçlı olarak da çok farklı alanlarda kullanılmaktadır.

Geçmişten günümüze kadar farklı yapıda RSM malzeme üretilmiştir. Bunlar arasında boya içerisine katılan metal tozlar, polimer yada kauçuk yapı içerisine katılan grafit-metal toz kompozitlerinden oluşan sistemler, manyetik metal katkıli spinel ferritler (Ni, Co, Mn) soğurucu malzeme olarak kullanılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmaların ağırlık olarak Spinel Ferritlerden, NiCuZn/ Co ferritlerle ilgili olduğu görülmektedir [17]. Spinel ferrit kullanımının amacı yüksek frekanslarda (>10 MHz) manyetik katkı olarak Ni, Co, Mn metallerin geniş bantta elektromanyetik dalga soğurucu özelliğini arttırmalarından dolayıdır. Metal katkılar NiZn ferrit yapıların elektriksel direncini ve manyetik uygunluğunu artırarak elektromanyetik özelliklerini düzenlemek için kullanılırlar. Ayrıca Ferrit-Polimer kompozit yapılar; ağırlık olarak hafif, düşük maliyetli ve uygulanabilirliklerinin kolay olmasından dolayı soğurucu malzeme olarak kullanılmaktadır [18].

Radar soğurucu malzemeler için karakteristik temel uygulanabilirlik gereksinimleri öncelikli olarak; uygulanan frekans aralığı ve açı değerlerinde gelen dalgayı mümkün olduğunca düşük oranda yansıtmalı yani yüksek soğurma özelliği göstermeli, kirlilik ve nem bulundurmamalı, hafif olmalı, hedeflenen frekansta ve uygun kalınlık değerlerinde yüksek manyetik uygunluğa ve yüksek elektriksel dirence sahip ve izin verilen kalınlık değerinde Azami güç kaybını sağlamalı, ışıktan zarar görmeyecek

dirençli bir yapıya sahip olmalıdır. Ayrıca bir diğer gereksinim ise son yıllarda yapılan çalışmalarda uzay araçlarında kullanılan RSM'lerin vakum ortamda uygulanabilirlik yönüdür. RSM, yansıtıcı ya da yansıtıcı olmayan yönler içerisinde yansımayı azaltmak için tasarlanırlar. Bu nedenle soğurucu yüzeylerin yapı olarak genellikle dielektrik ve manyetik malzemeler içerirler. Literatürde yapılan çalışmalara baktığımız zaman manyetik malzeme katkılı Feritler (Ni/Co-Zn-Cu) soğurucu malzeme olarak yapılan araştırmalar çokça yer almaktadır.

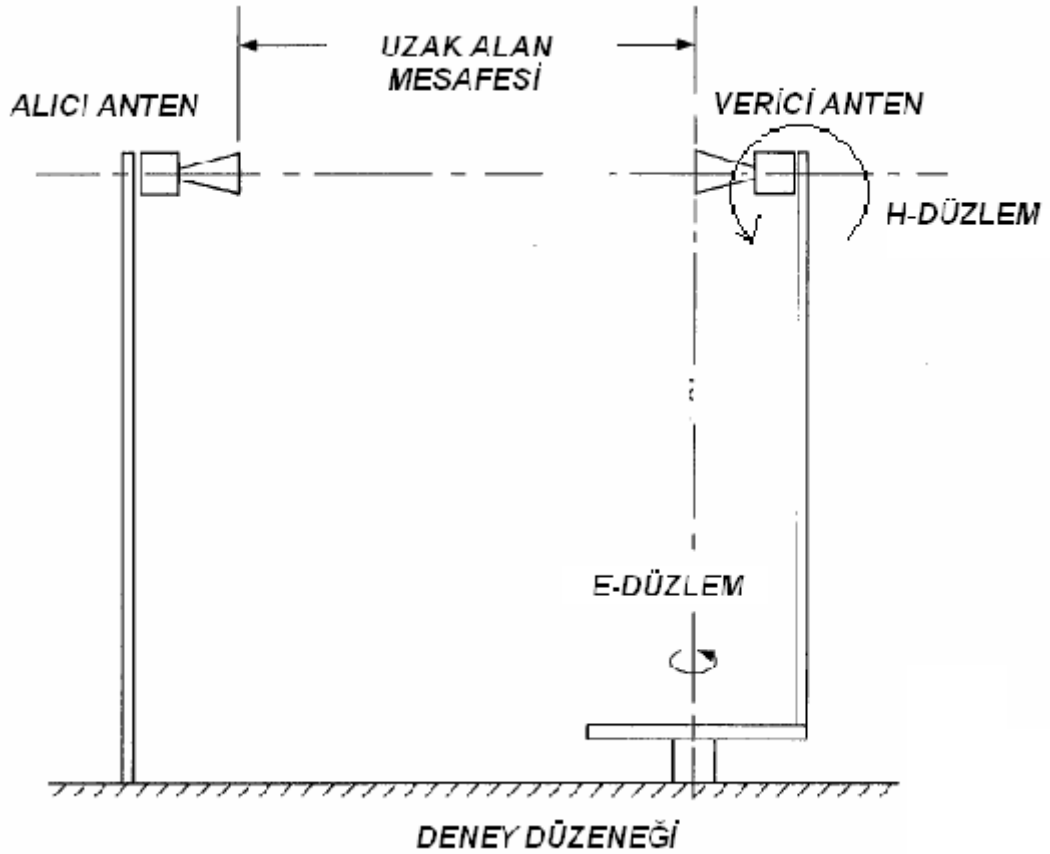
RAM'lerde üzerine gelen elektromanyetik dalgayı yansıtması minimum düzeyde ve geçirgenliği de oldukça düşük seviyelerde olursa o zaman malzemenin elektromanyetik dalgayı soğurduğunu görmüş oluruz.

Bu tez çalışmasında SAN-TEZ Projesi kapsamında, EMARSON&ECCOCORB firmasına ait MCS-U-SA kullanılmıştır. Bu RAM 800 MHz- 40 GHz frekans bandına sahip mikrodalga modülü (microwave Module) olarak geniş banda çalışan soğurucu malzemedir.

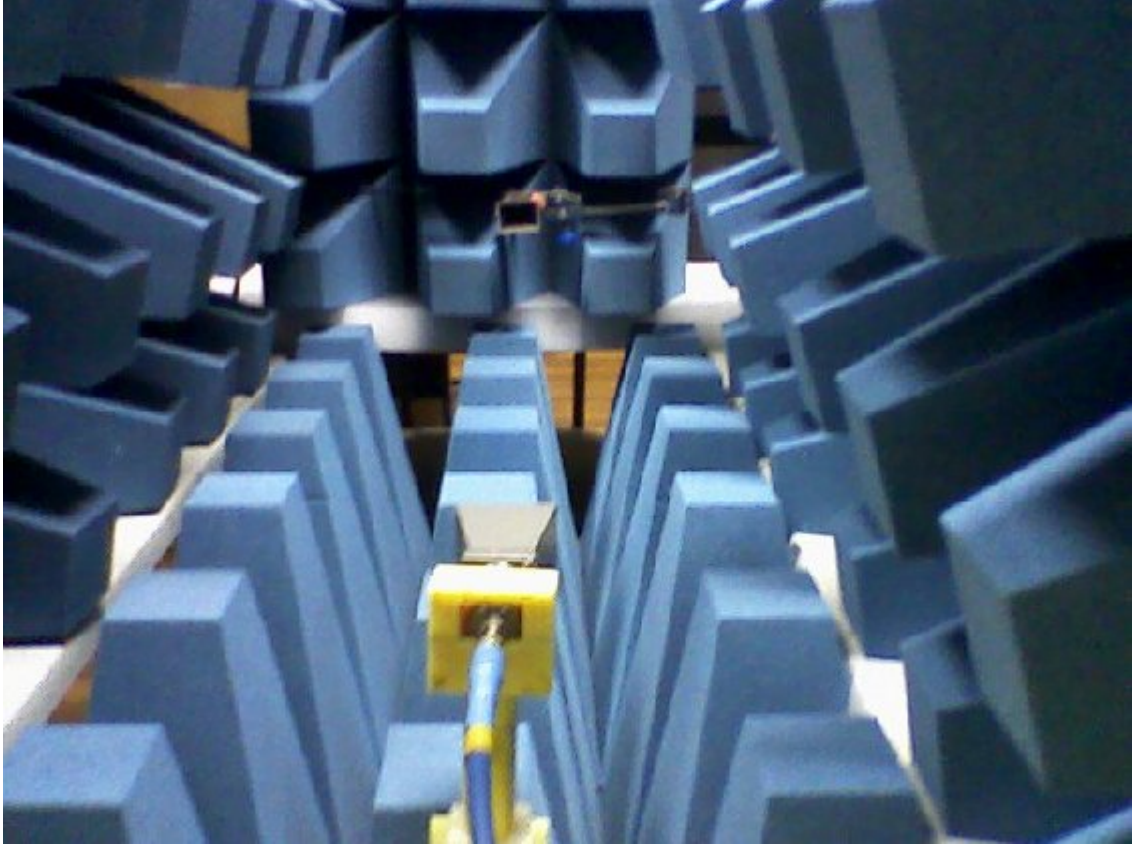
6. ÖLÇÜMLER

6.1. ÖLÇÜM DÜZENEĞİ

Şekil.6.2.'de piramit biçimli radar soğurucu malzemeler ile hazırlanmış olan yarı yansız kabin içerisinde antenler E-düzlemde ve H-düzlemde anten merkezleri karşılıklı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Bu sayede alınacak olan S_{21} (transmission) parametresi ile alınacak olan ölçümlerde 0° derecede genlik seviyesi azami sınırlarda olması sağlanmıştır. Çünkü 0° 'de anten örüntüsü azami değerde olmak zorundadır. Bu değer in olduğu açı tespit edilmiştir. Yarı yansız kabin hazırlandıktan ve antenler yerleştirildikten sonra horn antenin açısal adımlarda hareketi için Şekil.6.4.'de düzenek hazırlanmış ve verici anten bu düzeneğe yerleştirilmiştir. Daha sonra birer derece adım aralıkları ile anten sırası ile E-düzlem ve H-düzlem için xy ve xz düzlemlerinde döndürülerek ölçümler tamamlanmıştır.



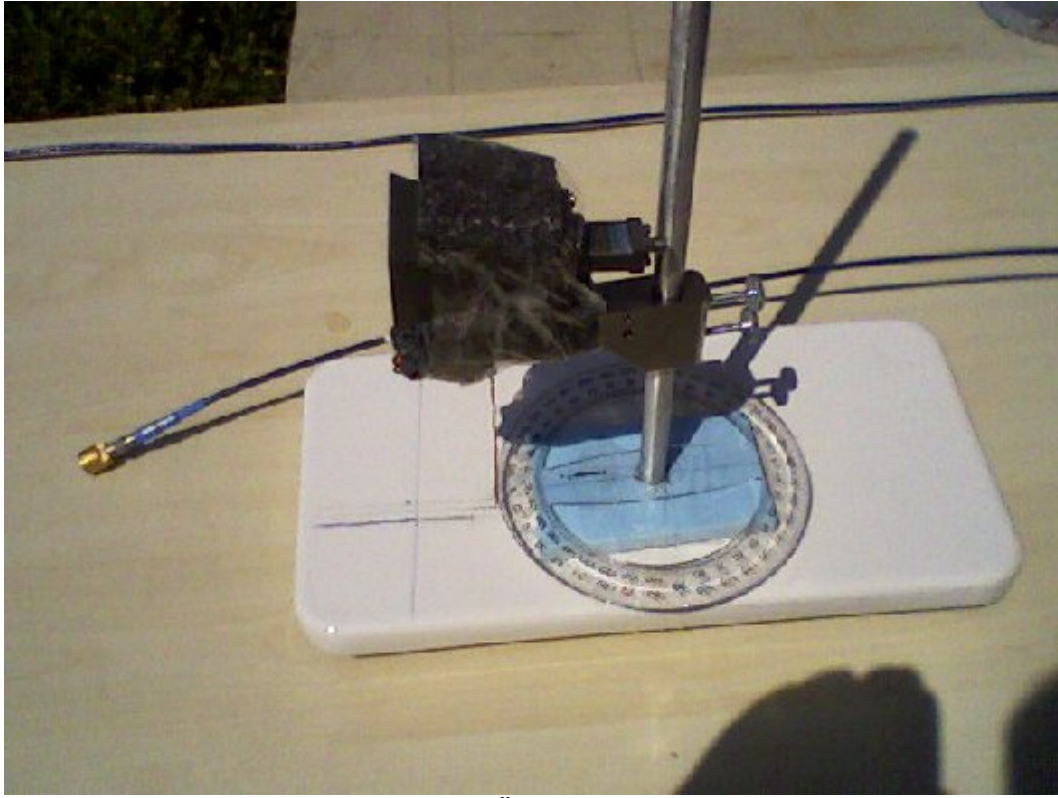
Şekil.6.1. Deney Düzenegi



Şekil.6.2. Yarı Yansız Kabinde Deney Düzeneği 1



Şekil.6.3. Yarı Yansız Kabinde Deney Düzeneği 2

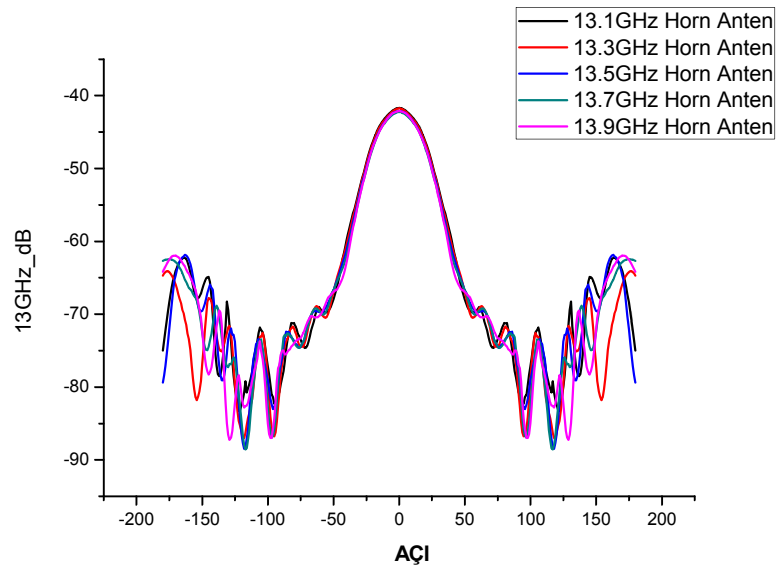


Şekil.6.4.Açı Ölçerli Anten Tertibatı

6.2.HÜZME GENİŞLİĞİ ÖLÇÜMLERİ

6.2.1.Piramit biçimli Horn Anten Kalibrasyonu

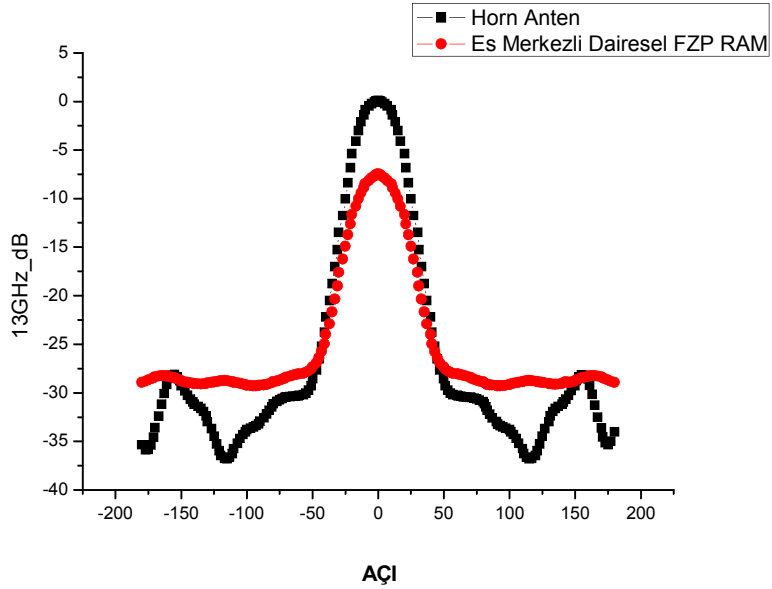
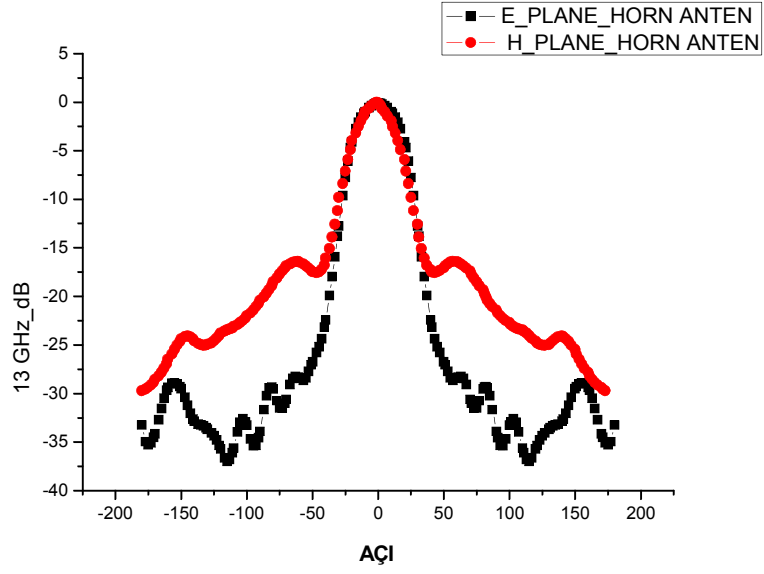
Gerek açıklık antenlerde gerekse değişik dipol antenlerde daha doğru ve sürekli bir ışımaya yapan antenin monokromatik dalgalar için anten ışımaya örüntüsü farklı açılarda aynı değerlerde olmak zorundadır. Bu tez çalışması için kullanılan 12.4GHz-18GHz frekans bandında çalışan piramit biçimli horn antenin ışımaya örüntüsü çıkartılmıştır. Anten kalibrasyonu için, monokromatik bir dalgada (13 GHz frekans bandı) tüm alt değerlerde yaklaşık aynı örüntü görüldüğü gözlemlenmiştir.



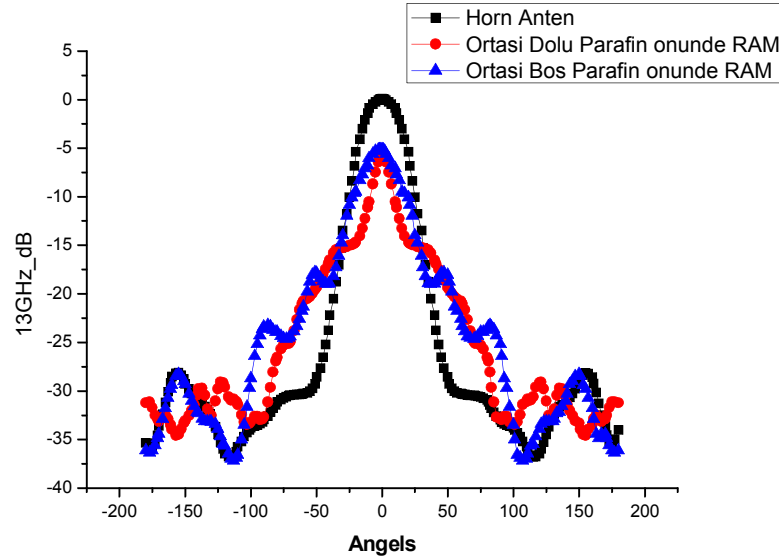
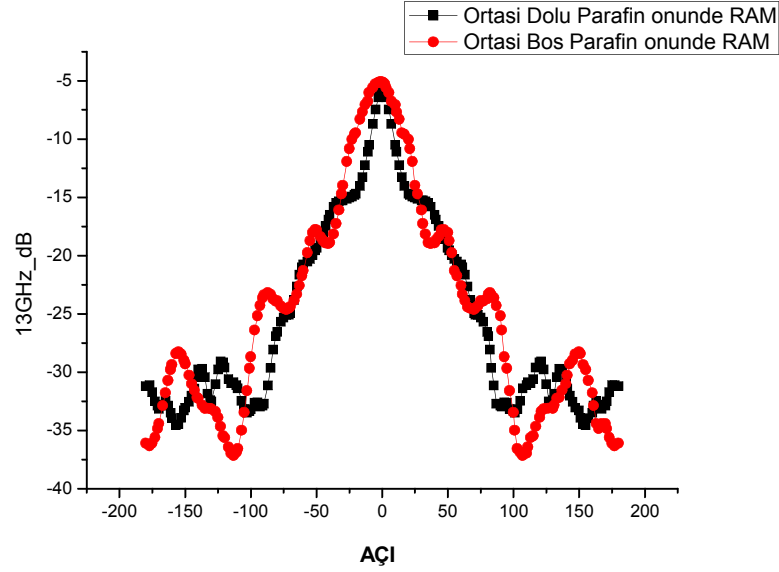
Şekil.6.5.Piramit biçimli Horn Anten Kalibrasyonu

6.2.2.E-Düzlemi Tampon Ölçümleri

13 GHz frekans için piramit biçimli horn antenin E-düzlemi ve H-düzlemi düzlemler için *ışımaya diyagramı* çizdirilmiştir. Ayrıca eş merkezli dairesel Fresnel zone (FZ) radar soğurucu malzemeli tampon, ortası dolu parafin önünde radar soğurucu malzemeli tampon, ortası boş parafin önünde radar soğurucu malzemeli tamponların *ışımaya diyagramları* tamponlar vericiye bağlı iken çizdirilmiştir. Ayrıca antenlerin bu tamponlar varken ki kazançları (6.1) formülünden hesaplamıştır.



Eş merkezli dairesel Fresnel zone (FZ) radar soğurucu malzemeli tampon, horn antene göre yan lop ve arka loplardan kurtulmuş kısaca aynı seviyeye taşımıştır. Kazancın arttığı (6.1) formülüne göre gözlenmektedir.



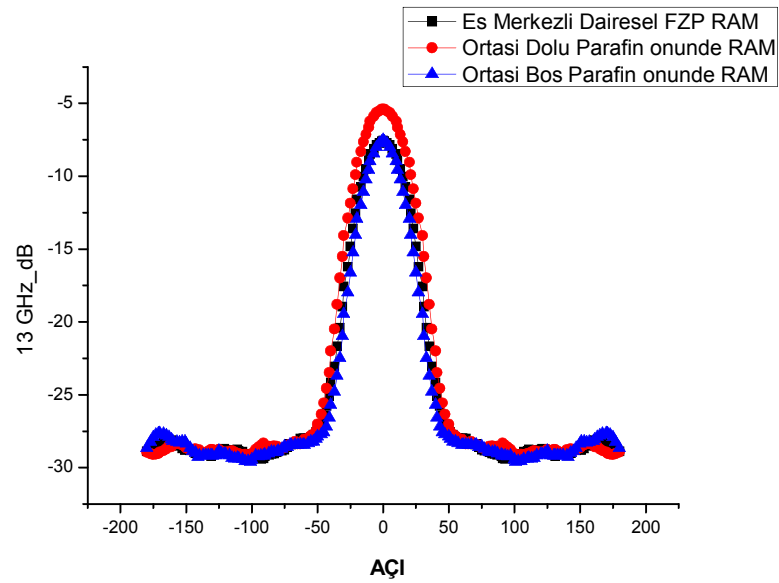
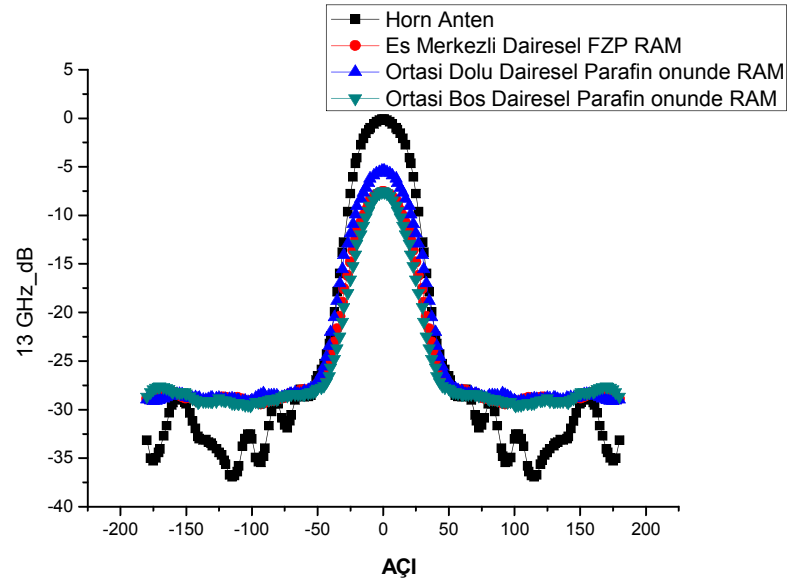
6.2.2.1 Horn Antenlerde Hüzme Açısına Bağlı Kazanç Hesabı

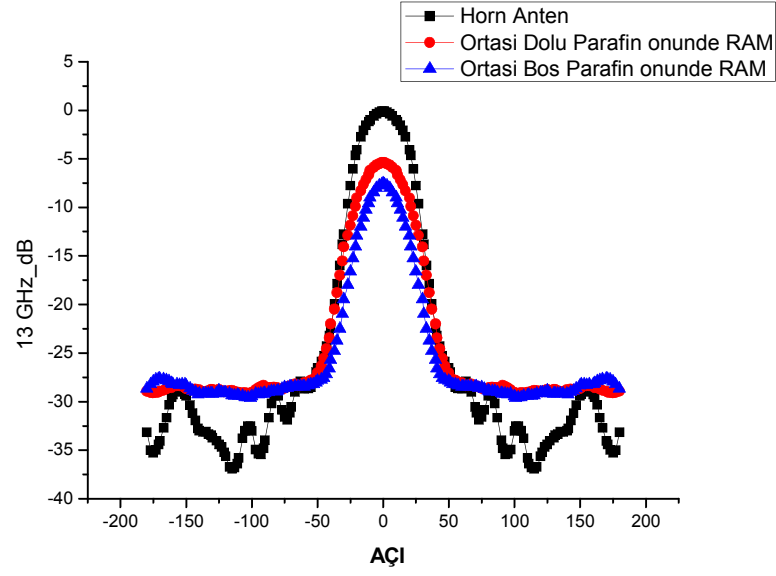
Horn antene göre ortası boş parafin önünde radar soğurucu malzemeli tampon kazancı daha çok artırmış, ortası dolu parafin önünde radar soğurucu malzemeli tampon ise her iki duruma göre kazanç daha çok artırmaktadır. Kazancın arttığını Radar HandBook (yazar Scolnik) kaynağında ki sırası ile derece ve radyan cinsinden

$$G_D = \frac{41,00}{\theta_B \cdot \phi_B} \text{ veya } G_D = \frac{4\pi}{\theta_B \cdot \phi_B} \quad (6.1)$$

kazanç hesabına göre θ_B ve ϕ_B açılarının küçüldüğü doğal olarak kazancın arttığı saptanmaktadır.

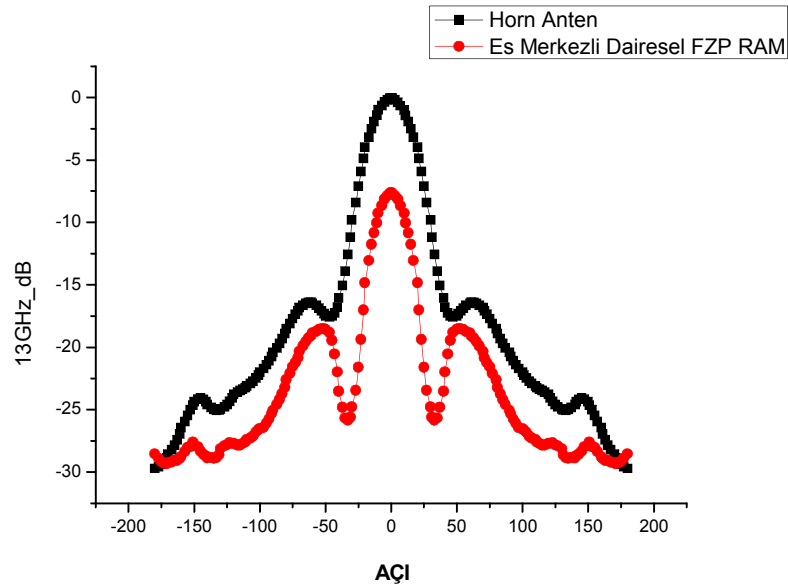
Eş merkezli dairesel Fresnel zone (FZ) radar soğurucu malzemeli tampon, ortası dolu parafin önünde radar soğurucu malzemeli tampon, ortası boş parafin önünde radar soğurucu malzemeli tamponların *ışınma diyagramları* tamponlar alıcıya bağlı iken çizdirilmiştir.

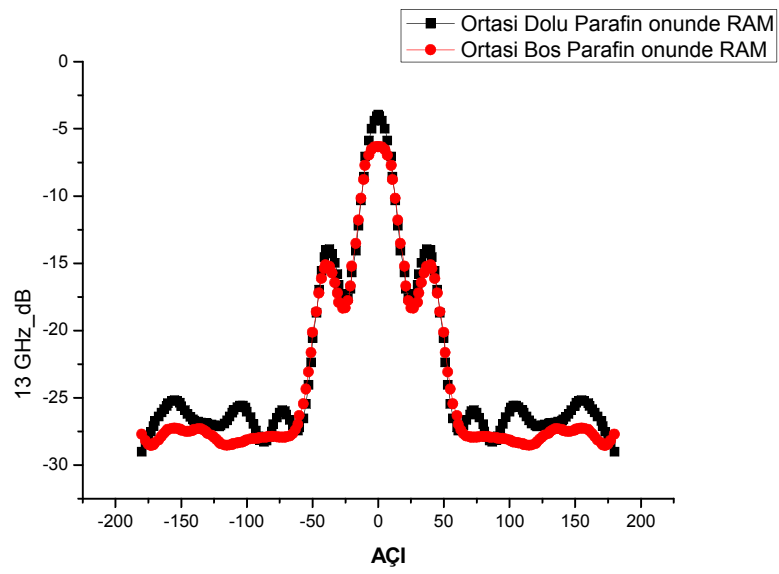
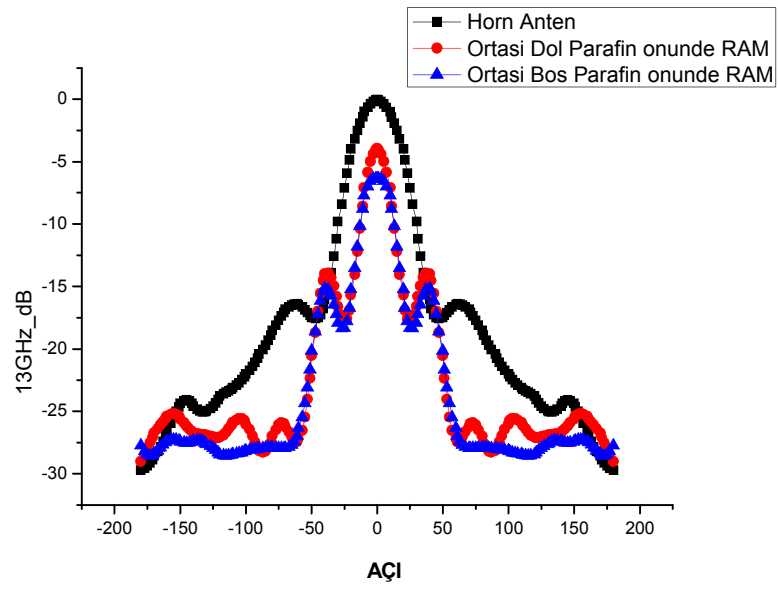




6.2.3.H-Düzlemi Tampon Ölçümleri

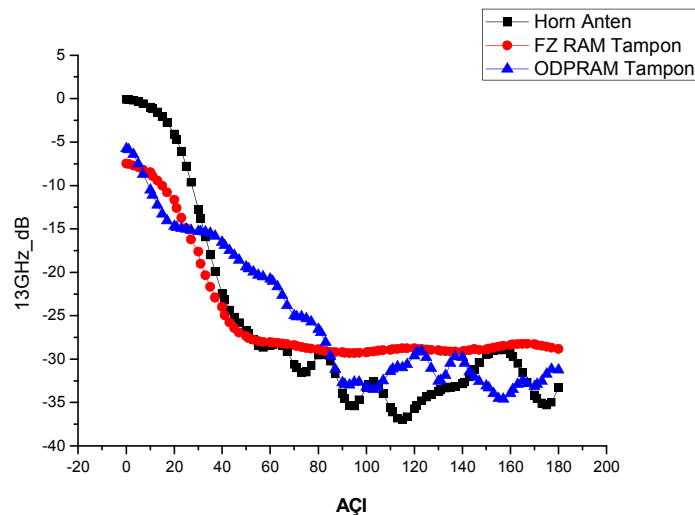
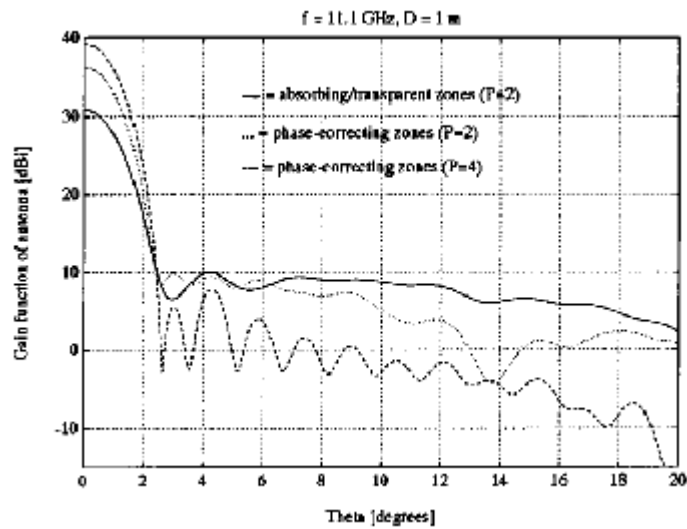
13 GHz frekans için piramit biçimli horn antenin H-düzlem düzlem için *ışınma diyagramı* çizdirilmiştir. (6.1) formülüne göre kazancın H- düzlemde de arttığı gözlemlenmiştir. ϕ açısı tamponlar uygulandıktan sonra küçüldüğü için Skolnik'in formülünde de görüleceği üzere kazançla ters orantılı olarak anten kazancını artırmaktadır.





6.2.4. Soğuran/Geçiren (Absorbing/Transparent) FZP Tampon Tasarım Modeli Benzer Uygulama Ölçümü

Design Procedure For A Fresnel-Zone Plate Antenna, (*International Journal of Infrared and Millimeter Waves, Vol 14, No. 6, 1993*) L.CJ. Baggen and M.H.AJ. Herben'in makalesinde ki sonucu ile karşılaştırmak gerekirse; bu makalede alınan ölçüm sonuçları yan hüzme ve arka hüzme için yaklaşık olarak sabit değerde seyir ettiği ve kazanç arttığı gözlemlenmiştir. Üretimini yaptığımız tamponlardan da benzer sonuçlar alınmıştır. Kazanç artımı sağlanmış ve daha düz bir yan hüzme ve arka hüzme elde edilmiştir. Makaledeki ölçümlerde 11 GHz frekansı için uygulama sağlanmış tasarım olarak farklı model parametreleri kullandığımız için bu tezde 13 GHz de bu kazanç değeri sağlanmıştır. Ku band için alınan diğer ölçümler EK-C'de yer almıştır.



7. SONUÇ

Horn antenler yüksek frekans uygulamalarında ölçüm düzeneklerinin vazgeçilmez elemanlarıdır. Boş uzay ölçümler için network analizörlerle kurulan düzeneklerde bu antenlerin ışınma örüntüleri gönderilen elektromanyetik dalganın belli bir hüzmeye genişliği oluşturarak azami güç transferi sağlamaktadırlar.

Bu tez çalışmasında anten tanımlamaları, parametreleri ve tez için gerekli olan parametreler açıklanmıştır. Fiziksel olarak, imalat açısından ve en uygun kırıcılık indisine sahip malzeme tespit edilmiştir. Odaklama elemanı olarak parafin ölçümlerde kullanılmıştır. Tampon tasarımı için milimetre dalga optik biliminin temel uygulamalarına ve RSM temellerine değinilmiştir. Bu temellere dayanarak kırınım optik tamponlar tasarlanmış ve E-düzlem ve H-düzlem ölçümleri yapılmıştır. Design Procedure For A Fresnel-Zone Plate Antenna, (International Journal of Infrared and Millimeter Waves, Vol 14, No. 6, 1993) L.C.J. Baggen and M.H.A.J. Herben makalesinde öngörülen hüzmeye genişliği ve anten kazancı gözlemlenmiştir. Gücün azami değerinin (-3dB) düştüğü noktalarda ışınımın merkezle yaptığı YGHG açısının daraltıldığı gözlemlenmiştir. Bu şekilde azami güç transferi sağlanmıştır.

Horn antenin radar soğurucu malzemelerin network analizör yardımıyla ölçümleri yapılırken ana loptaki azami güç seviyesi artırılmış ve elektromanyetik dalganın odaklanması sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Mithat İdemem, Elektromanyetik Dalgaların Temelleri, İTÜ Elektrik Fakültesi (1975)
2. L.F.Chen, C.K. Ong, C.P.Neo, V.V. Varadan, V.K. Karadan, Microwaves Electronics Measurement and Material Characterization, Wiley&Sons,Ltd
- 3.Doç.Dr.A.Arif Ergin, ELM444 Anten Teorisi Ders Notları, (2007)
- 4.John D. Kraus, Ronald J. Marhefka, Antennas for All Applications,third edition, Mc Graw Hill (1997)
- 5.Levent Sevgi, Endüstriyel Otomasyon EMC ve Antenler, Doğu Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme mühendisliği Bölümü, 1995
6. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vols. AP-17, No. 3, May 1969; Vol. AP-22, No. 1, January 1974; and Vol. AP-31, No. 6, Part II, November 1983.
- 7.*Antenna Theory: Analysis Design, Third Edition*, by Constantine A. Balanis 2005 John Wiley & Sons, Inc.
8. Dr. İbrahim Türkoğlu, Mikro Dalga Ders Notları, Fırat Üniversitesi, (2002)
- 9.Ramo, S.Whinnery, J.R. and Van Duzer, T.(1994), Fields and Waves in Communication electronics, 3rd ed., John Wiley&Sons, Inc., New york
- 10.Ramo et al. 1994, Modified from Ishii, T.K.(1995). Handbook of Microwave Technology, vol 1, Academic Pres, San Diego, CA, 1995; Ramo, S.Whinnery, J.R. and Van Duzer, T.(1965). Fields and Waves in Communication electronics John Wiley&Sons, Inc., New york

11. Aysuhan Ozansoy, Ankara Üniversitesi Fizik Bölümü, 2008
<http://80.251.40.59/science.ankara.edu.tr/aozansoy/girisim.pdf>
12. Fen ve Mühendislik için Fizik, Cilt-2, Beşinci baskıdan çeviri, R.A. Serway and R.J. Beichner, Palme Yayıncılık, 2002
13. O V Minin and I V Minin, Diffractional optics f milimeter Waves,(2004)
14. L.C.J. Baggen and M.H.A.J. Herben, Design Procedure for a Fresnel Zone Plate Antenna, International Journal of Infrared and Milimeter Waves, Vol.14, No.6, Received March 28, 1993
15. Agilent PNA Series Network Analyzer User Guide and Programming Guide,(2008)
16. Dr. Serkan AKSOY, Antennas-Lecture Notes-v.1.3.4.(2008)
<http://www.gyte.edu.tr/gytenet/Dosya/102/~saksoy/Ana.html>
17. Magnetic properties and microwave characteristics of Ni–Zn–Cu ferrite film fabricated by aerosol deposition method, T. Kagotania, R. Kobayashia, S. Sugimotoa, K. Inomataa, K. Okayamab, J. Akedoc, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 290–291 (2005) 1442–1445
18. Microwave-absorbing characteristics for the composites of thermal-plastic polyurethane (TPU)-bonded NiZn-ferrites prepared by combustion synthesis method, Cheng-Hsiung Peng, Chyi-Ching Hwang, Jun Wan, Jih-Sheng Tsai, San-Yuan Chen, Materials Science and Engineering B 117 (2005) 27–36

ÖZGEÇMİŞ

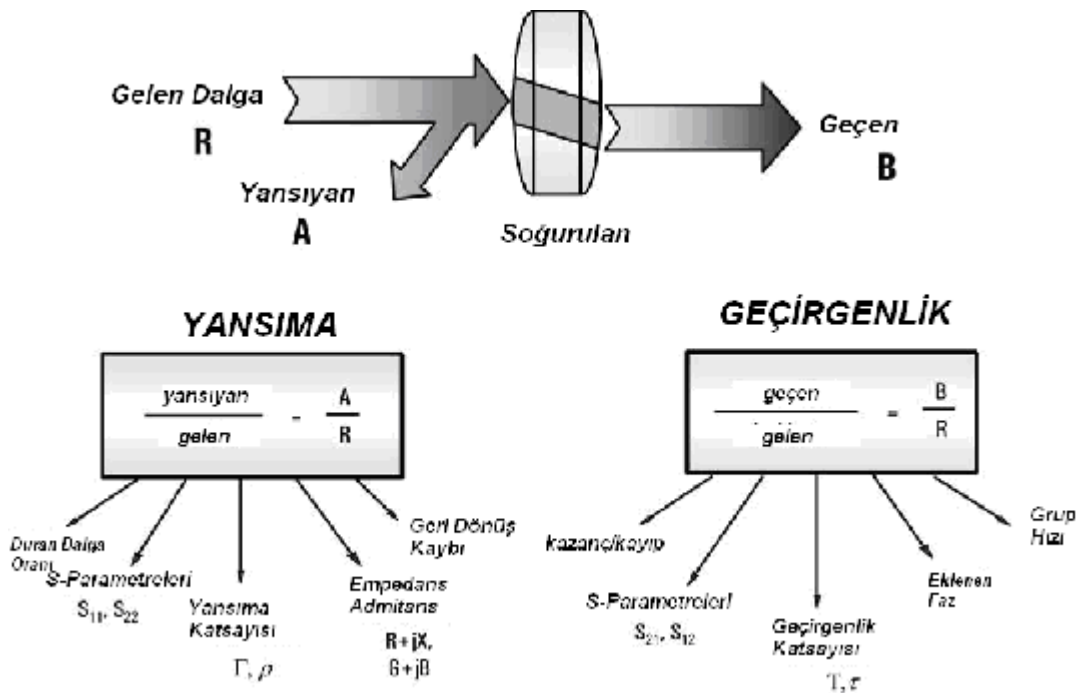
1981 yılında Erzurum'da doğdu. İlk ve orta eğitimini Erzurum'da tamamladı. Liseyi Erzincan Nevzat Ayaz Fen lisesinde tamamladıktan sonra 2001 yılında Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümüne başladı. 2005 yılında okulu tamamladıktan sonra 2006 yılı mayıs ayında vatani görevini yaptı. 2009 yılında GYTE Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamladı.

EK-A

A.1.NETWORK ANALİZÖR VE SAÇILMA PARAMETRELERİ

A.1.1.NETWORK ANALİZÖR

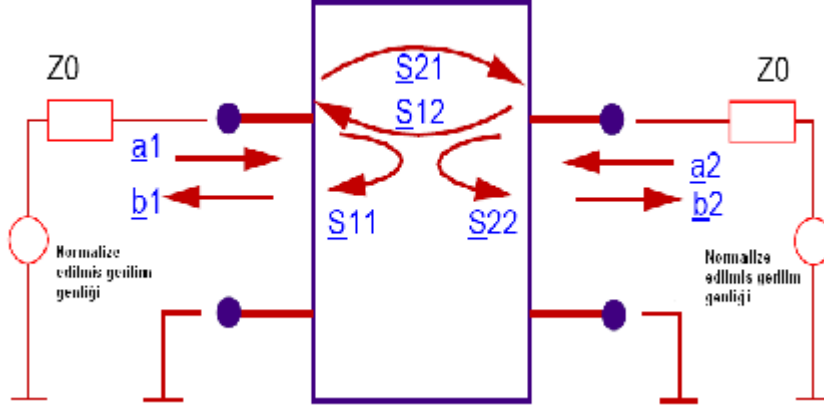
Network analizörü, analog devreleri analiz etmek için kullanılan en önemli araçlardan biridir. Mikrodalga mühendisliğinde network analizörler malzeme karakterizasyonu, devre/devre elemanları ve sistem analizlerinde sıkça kullanılmaktadır. Analog devreyi analiz etmek için, devreye gönderilen sinyallerin genliğini, geçiş ve yansımaya katsayılarının faz değişimleri yardımı sayesinde devrenin tüm karakteristiğini gösterir[15].



Şekil.A.1.1.Network Analizörde Elektromanyetik Dalganın Malzemeden Geçışı Ve Parametreleri.

A.1.2.SAÇILMA PARAMETRELERİ (S-PARAMETRELERİ)

Network analizörlerde tüm bu karakteristikleri elde etmemizi sağlayan parametreler S-parametresi (Scattering Parameter)'dir.



Şekil.A.1.2. S-parametreleri Katsayıları Tanımı.

Şekil.A.1.2.'de görüldüğü gibi, kurulu olan bir devreye bir ağın verdiği cevaplar, giriş ve çıkış sinyalleri ile tanımlanır. Port 1 ve Port 2' de ki giriş sinyalleri sırasıyla a_1 ve a_2 parametresi ile aynı Port'lardaki çıkış sinyalleri ise b_1 ve b_2 parametreleri ile tanımlanır. Bu parametreler aynı zamanda voltaj ya da akım cinsinden de tanımlanabilir.

Giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki bağıntı " Saçılma Parametresi [S] " olarak tanımlanır. Bir ağ üzerindeki çıkış sinyali parametresini, Saçılma [S] parametresi ve giriş sinyali parametresi türünden yazacak olursak;

$$[b] = [S] [a]$$

Şeklinde ifade edilir. Burada $[a] = [a_1, a_2]^T$, $[b] = [b_1, b_2]^T$ ve

Saçılma matrisi $[S]$;

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$$

şeklinde tanımlanır. Saçılma parametresinin açılımını yazacak olursak,

$$S_{ij}, \text{ Şayet } a_i = 0 \text{ (} i \neq j \text{),}$$

Denklem 2.64' ü kullanarak,

$$S_{jj} = \frac{b_j}{a_j} \quad j = (1, 2) \quad (A.1)$$

$$S_{ij} = \frac{b_i}{a_j} \quad (i \neq j); \quad (i = 1, 2; j = 1, 2) \quad (A.2)$$

Denklem 2.66 ve 2.67' de ifade edildiği üzere Saçılma parametresi matrisi elemanlarının “ i ve j ” değişkenleri kaynaktan çıkan sinyali ve test edilecek yapıya ait port bağlantılarını ifade etmektedir. En genel manada Yansıma (Γ) ve Geçiş (T) katsayısının Saçılma parametresi türünden ifade edecek olursak;

Yansıma Katsayısı (Γ)

$$\Gamma_i = S_{ii} = \frac{b_i}{a_i} \quad (A.3)$$

$$\Gamma_j = S_{jj} = \frac{b_j}{a_j} \quad (A.4)$$

Geçiş Katsayısı (T);

$$T_{j \rightarrow i} = S_{ij} = \frac{b_i}{a_j} \quad (A.5)$$

biçiminde yazılır.

EK-B

B.1.FRESNEL BÖLGE DÜZLEM TEMELLERİ İLE ANTEN TASARIM

Dikkat alınan yapılandırma Şekil.2.12 de gösterilmiştir. Uzak alan gözlem noktası r, θ, ϕ referans çerçevesinde açıklanmıştır. (r, θ, ϕ birim vektörleri gösterir). ρ, ψ, ξ küresel koordinatları gösterir ve beslemeli ışınım hüzmesini tanımlamak için kullanılır. Mercek ve besleme merkezi arası mesafe F odak uzaklığı olarak tanımlanır[14].

Fresnel Zone diye adlandırılan düz iç içe halka şeklinde FZPA'nin ışınım yüzeyini Şekil.B.2.1 de gösterilmiştir. Kabul edilebilir etki alanı için bu bölgeler halka şeklinde seçilmiştir. FZPA'ları iki modele ayırabiliriz;

1. Soğuran/Geçiren (Absorbing/Transparan) (a/t)'li Antenler
2. Faz Düzeltme Bölgesi (p/c)'li Antenler

Her iki tip için Fresnel Zone sınır yarıçapları;

$$b_m = \sqrt{\frac{2m\lambda}{P} \left(F + \frac{m\lambda}{2P} \right)} \quad (B.1)$$

λ , dalga boyu ve P integer bir değer ($P \geq 2$) ile ilişkilidir.

(a/t) FZPA için $P=2$ 'dir. Bunun anlamı dalga çeşitli şeffaf bölgeleri geçer 180° den az ortak fazlarla ($Z=-F$) kırınım odak noktasına tamamı ulaşır. Diğer bir değişle ZP küresel dalga içinde düzlem dalgaya dönüştürür. (a/t) ZP'ler kullanıldığında Tek Sayılı bölgeler soğurucu malzemeler ile kaplanmış olduğu anlaşılır.

Eğer $P=2$ dek soğurucu malzeme ile kaplı bölgelerden soğurucu malzemeler alınırda sadece geometri ile kullanılırsa (p/c)'li Anten yapısı ortaya çıkar. Gelen

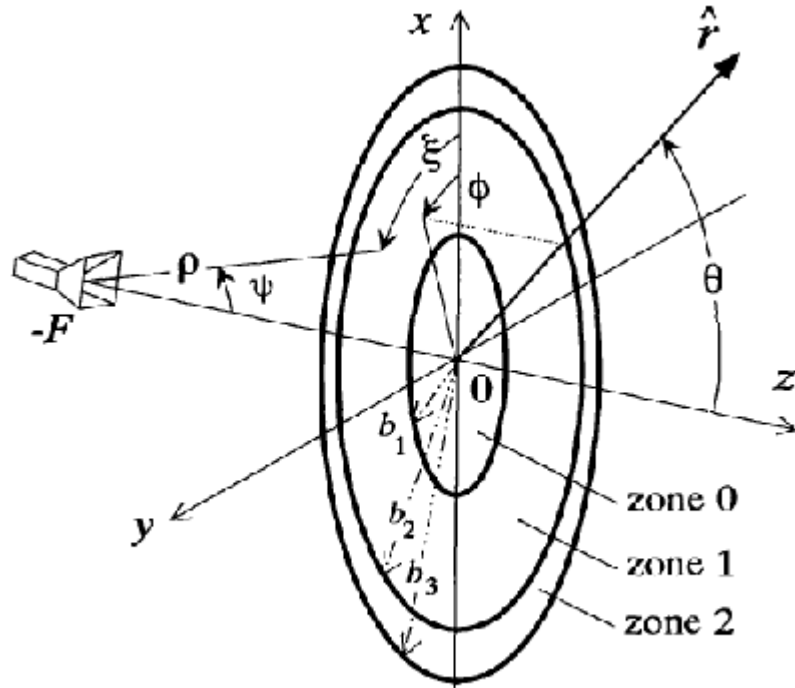
dalganın tamamı pozitif kazançta etkide bulunur. Faz değişikliği Dielektrik düzlem içinde dairesel yivli kesimler tarafından sağlanmış olur. (p/c)'li Antenlerde kesim hataları yüzey hataları dikkate alınmalıdır.

Anten sisteminin diğer önemli bir yönü Horn beslemeli özelliklerdir. Buna ilaveten benzer pratik besleme hüzmeleri beslemenin kazanç fonksiyonu [3]'te modellenmiştir.

Gain of Feed (Besleme Kazancı);

$$G_f(\psi, n) = \begin{cases} 2(n+1)\cos^n(\psi) & 0 \leq \psi < \frac{\pi}{2} \\ 0 & \frac{\pi}{2} \leq \psi < \pi \end{cases} \quad (B.2)$$

Besleme polarizasyon hüzmesi Huygens Kaynağı olarak seçilirse bu kaynak, x eksen polarizasyon durumunda $\hat{E}_f = -\cos(\xi)\hat{\psi} + \sin(\xi)\hat{\xi}$



Şekil.B.2.1.FZPA Konfigürasyonu

B.2.TASARIM PARAMETRELERİ

Çeşitli tasarım prosedürlerine sahip olabilir. Işınım hüzmelerinin yan lop zarfı ve G_0 anten kazancının optimizasyonuna odaklanıyoruz. Yan lop seviyelerinin mümkün olduğunca küçük olmalıdırlar. Optimizasyon süreci için G_0 kazancı ve FZPA yan lop zarfları gereklidir. Bunlar Leyten ve Herben tarafından yayınlandığı gibi (a/t) bölgeyi FZPA için vektörel alan denklemlerden elde edilebilir. Bu formüller $\exp(jm2\pi/P)$ eklenen faz faktörü ile (p/c)'li antene kolayca uygulanabilir.

Kazanç Fonksiyonu;

$$G(\hat{r}, n) = 10 \log \left(\frac{2\pi r^2}{Z_0 P_t} \left| E_\theta(r, n) \hat{\theta} + E_\phi(r, n) \hat{\phi} \right|^2 \right) \quad (B.3)$$

Ve

$$E_\theta(r, n) = \sum_m \pi \cos \phi C(r) e^{Q(m,p)} \int_{\psi_m}^{\psi_{m+1}} O(\psi, n) e^{M(\psi)} \dots \quad (B.4)$$

$$\left[-(\cos(\psi) + 1)J_0(N(\theta, \psi)) + (\cos(\psi) - 1)J_2(N(\theta, \psi)) \right] d\psi$$

$$E_\phi(r, n) = \sum_m \pi \cos(\theta) \sin(\phi) C(r) e^{Q(m,p)} \int_{\psi_m}^{\psi_{m+1}} O(\psi, n) e^{M(\psi)} \dots \quad (B.5)$$

$$\left[(\cos(\psi) + 1)J_0(N(\theta, \psi)) + (\cos(\psi) - 1)J_2(N(\theta, \psi)) \right] d\psi$$

Burada

$$C(r) = \frac{jke^{-jkr}}{2\pi r} \sqrt{\frac{2P_t Z_0}{4\pi}} \quad N(\theta, \psi) = kF \sin(\theta) \tan(\psi) \quad (B.6)$$

$$O(\psi, n) = \sqrt{G_f(\psi, n)} \frac{F \tan(\psi)}{\cos(\psi)} \quad M(\psi) = -jkF / \cos(\psi) \quad (B.7)$$

$$Q(m, p) = j2m\pi / P \quad \vec{E}_f = \sqrt{\frac{G_f P_t Z_0}{2\pi}} \frac{e^{-jk\rho}}{\rho} \hat{E}_f \quad (B.8)$$

Ve (a/t) li Bölgesi FZPA (P=2);

$$m=0,2,4,\dots$$

(p/c) li Bölgesi FZPA (P≥2);

$$m=0,1,2,\dots$$

m-toplam üst limiti antenin büyüklüğün bağlıdır. İlaveten

P_t : İletilen güç, Z_0 , serbest uzay empedansı (377Ω)

J_i : 1.türden Bessel Fonksiyonu

D : Lensin çapı

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$: Dalga sayısı.

G_{ad} : horn besleme kazancına ZP lens tarafından eklenen kazanç olarak tanımlanır.

Şöyle ki;

$$G_{ad} = 10 \log \left[\frac{G_0}{G_f(0, n)} \right] \quad (B.9)$$

Tasarım prosedürü;

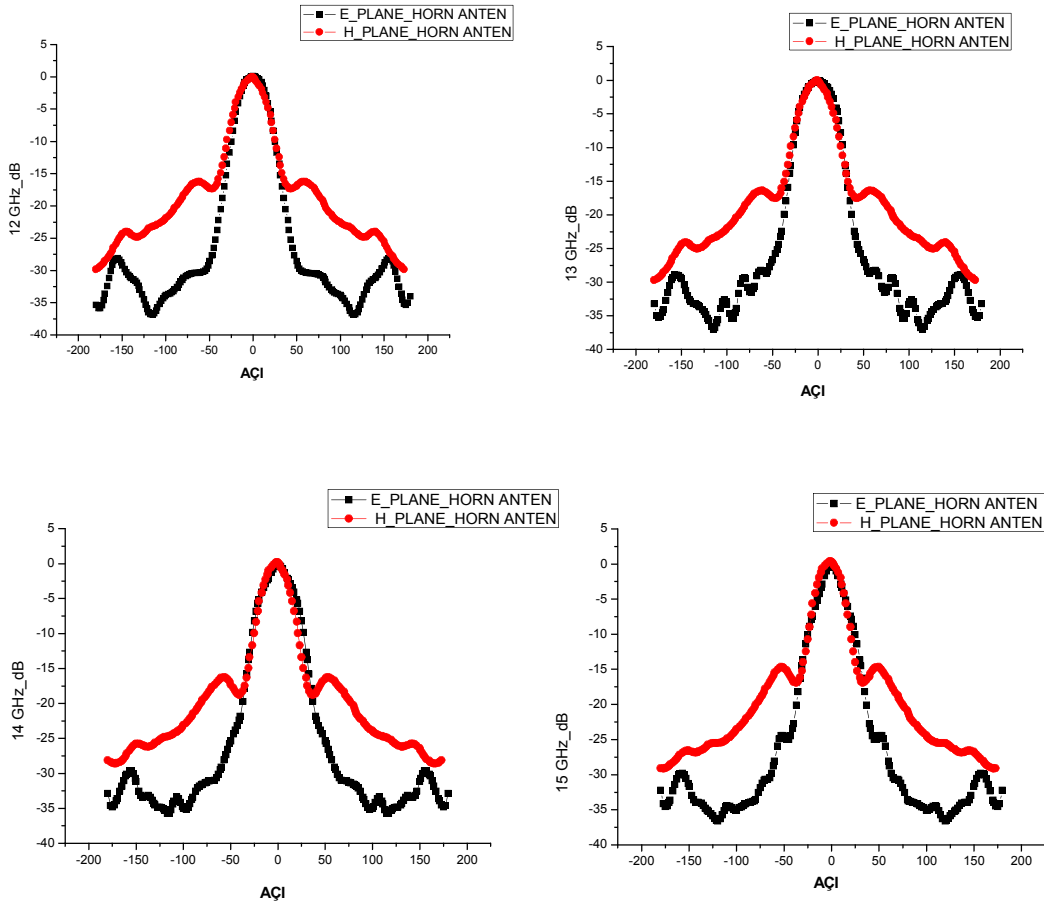
- G_0 : F,n,P büyük olduğu durumda artar.
- G_{ad} : F,n büyük olduğu durumda azalır.
- Optimize kazançlı anten sistemi için
 - (a/t) bölgesi FZPA sistem kenar aydınlatması -12dB
 - (p/c) bölgesi FZPA sistem kenar aydınlatması -11dB
- G_0, F Eğrisi seçilebilir.
- Düşük yan lop zarfı için F; mümkün olan küçük F seçilir ve (p/c) bölgesi FZPA tavsiye edilir.
- Daha ucuz bir sistem için $P > 4$ tavsiye edilmez.

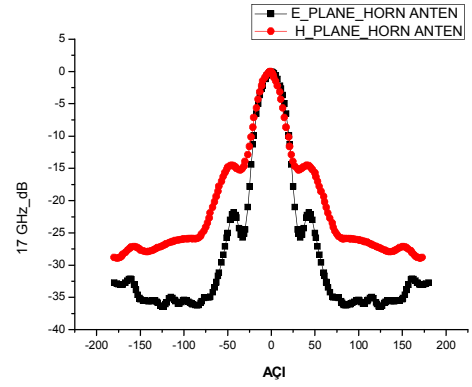
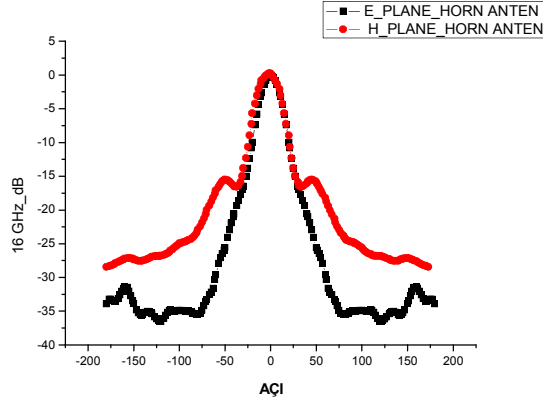
EK-C

C.1.FRESNEL BÖLGELİ DÜZLEME SAHİP TAMPONLARIN FARKLI FREKANS BANDLARINDA Kİ İŞİMA ÖRÜNTÜLERİ

C.1.1. PİRAMİT BİÇİMLİ HORN ANTEN (12-18 GHz) İŞİMA ÖRÜNTÜSÜ

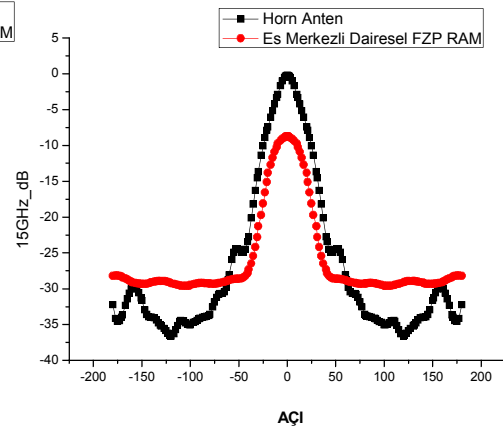
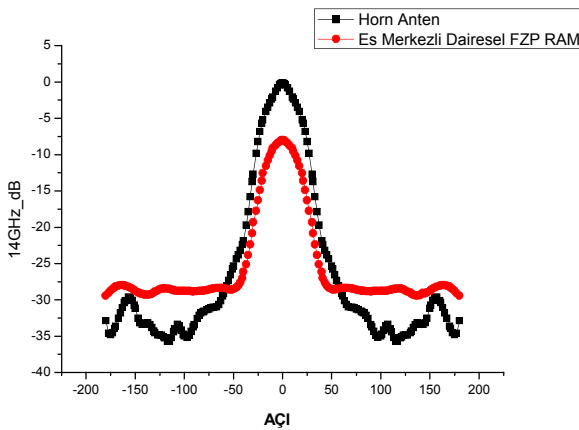
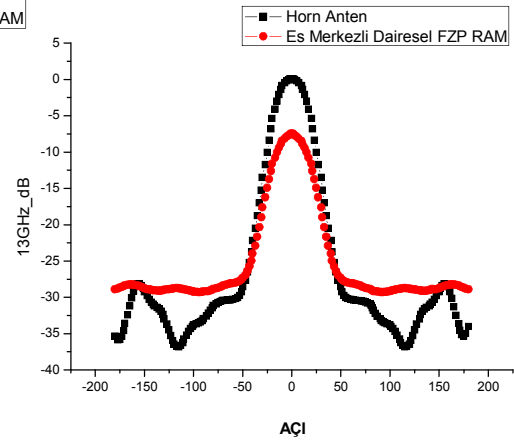
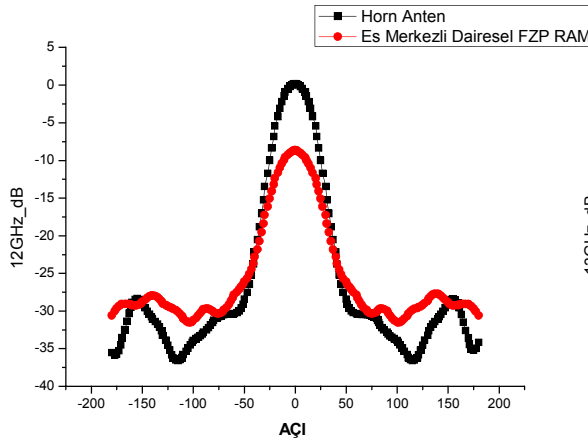
12-18 GHz frekans için piramit biçimli horn antenin E-düzlemi ve H-düzlemi düzlemler için *işima diyagramı* çizdirilmiştir. Ayrıca antenlerin bu tamponlar varken ki kazançları (6.1) formülünden hesaplamıştır.

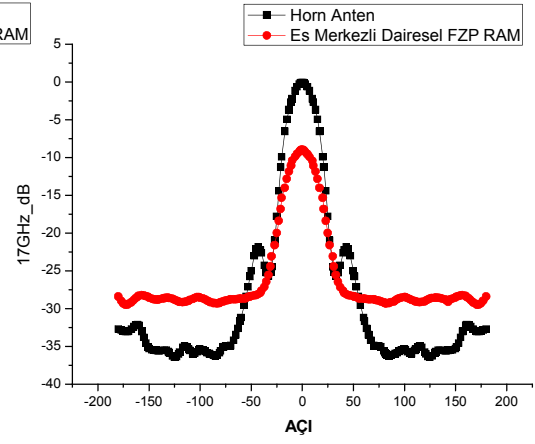
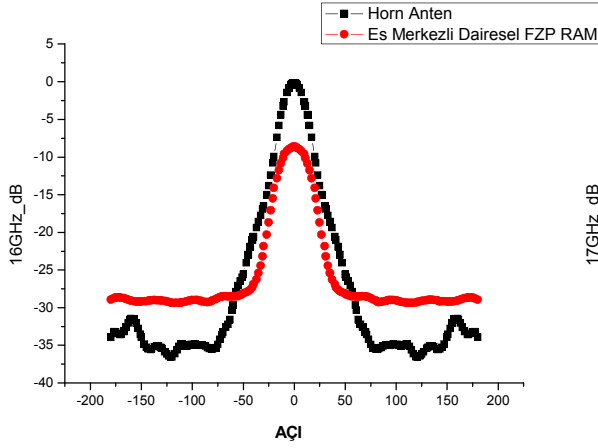




C.1.2.HORN ANTEN İLE EŞ MERKEZLİ FRESNEL BÖLGELİ RAM TAMPON KARŞILAŞTIRMASI (E-DÜZLEM)

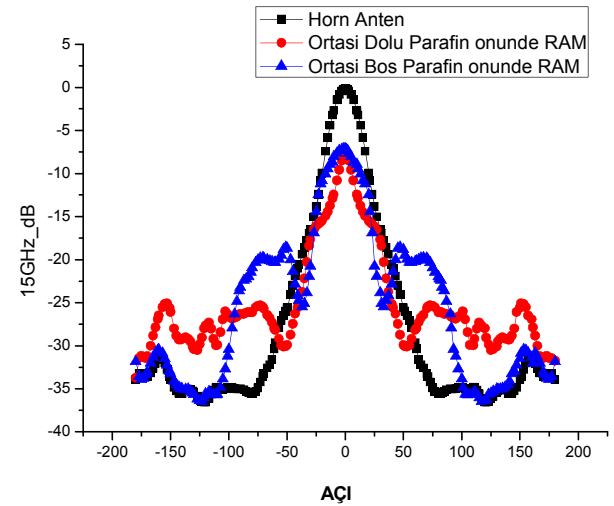
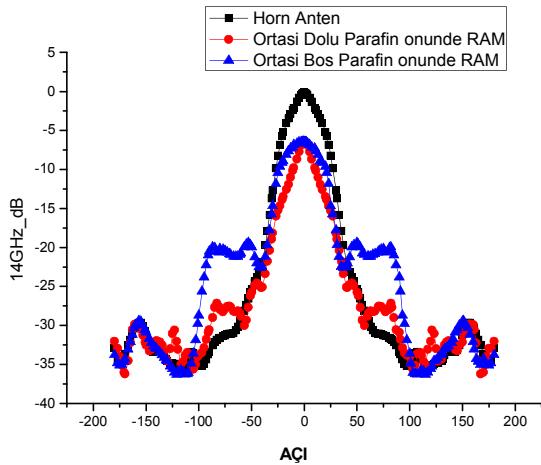
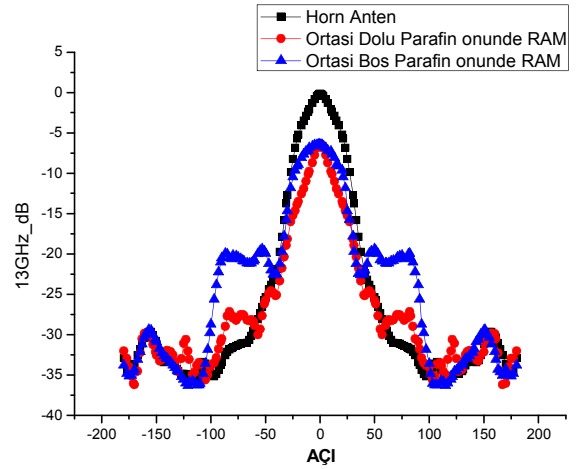
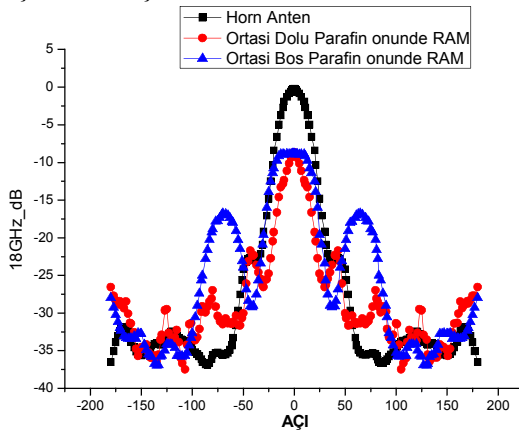
Eş merkezli dairesel Fresnel zone (FZ) radar soğurucu malzemeli tampon, horn anten ile karşılaştırılması gösterilmiştir. Kazanç değerleri (6.1) Scolnik'in formülünde hesaplanmıştır.

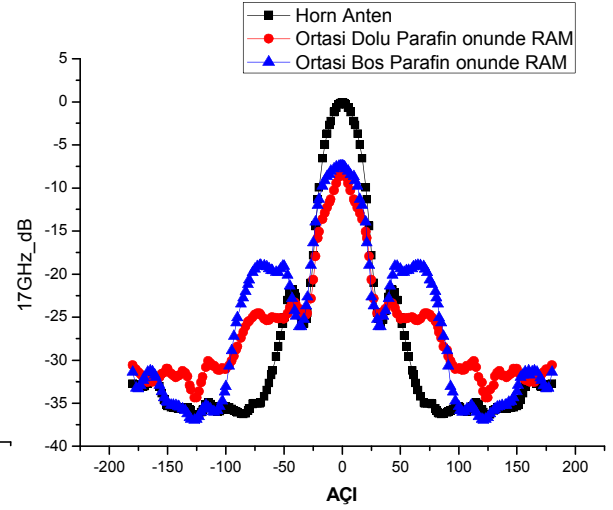
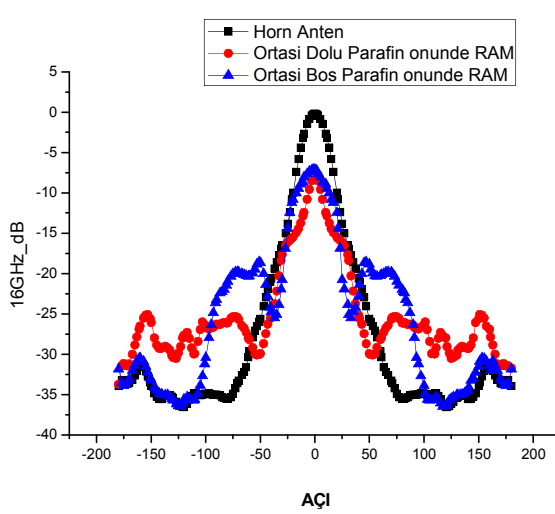




C.1.3.HORN ANTEN, ODPRAM TAMPON VE OBPRAM TAMPON KARŞILAŞTIRMASI (E-DÜZLEM)

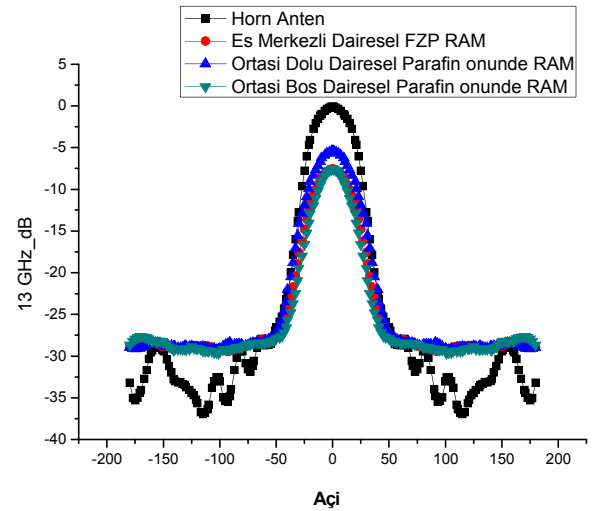
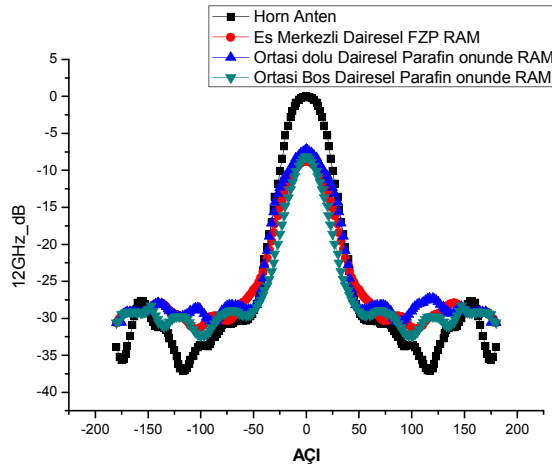
Ortası dolu parafin önünde radar soğurucu malzemeli tampon, ortası boş parafin önünde radar soğurucu malzemeli tamponların *ışınma diyagramları* tamponlar vericiye bağlı iken çizdirilmiştir. Horn antene göre karşılaştırılması aynı eksen de çizdirilmiştir.

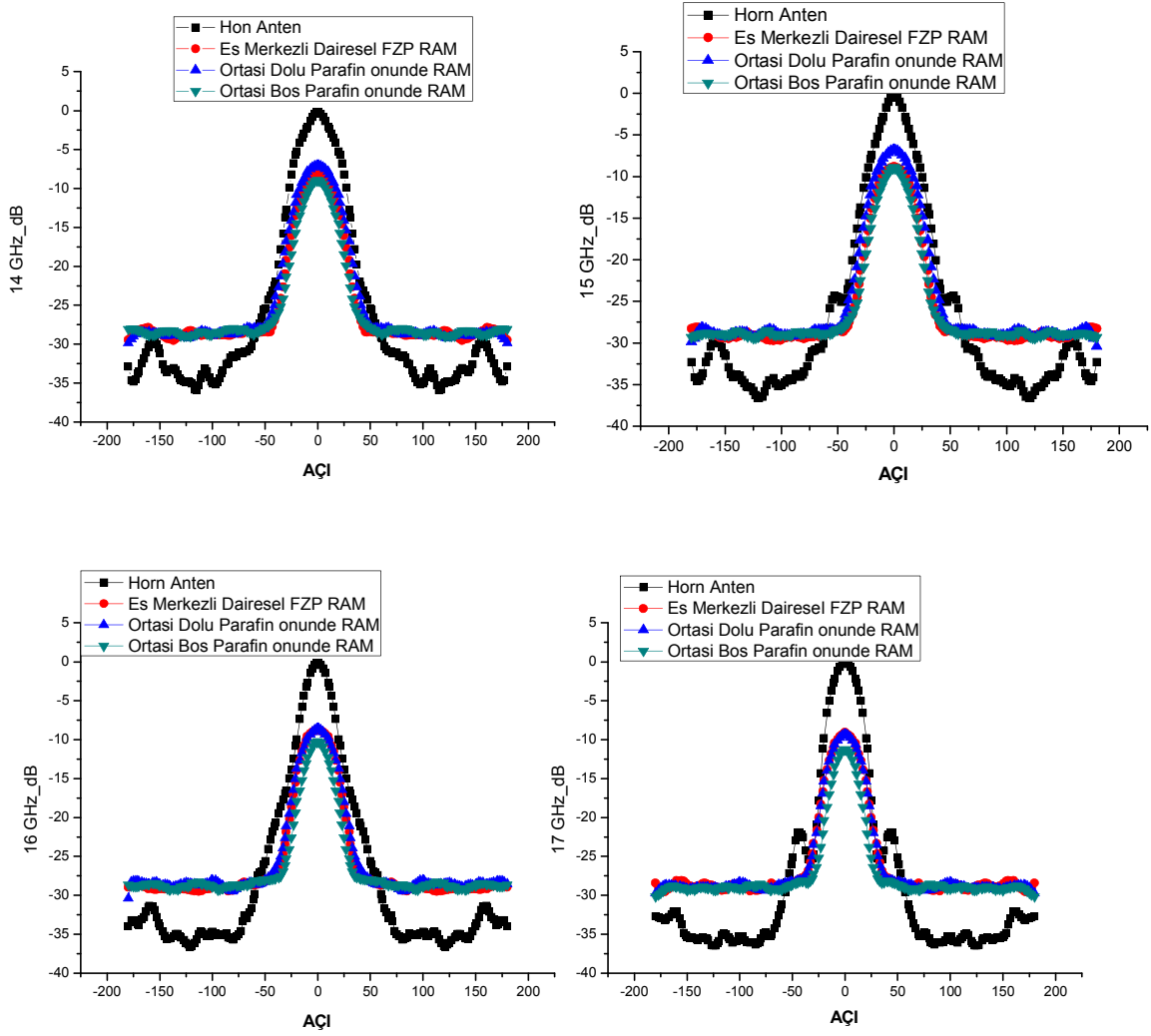




C.1.4. TAMPONLAR ALICI ANTENDE İKEN İŞINIMA ÖRÜNTÜSÜ (E-DÜZLEM)

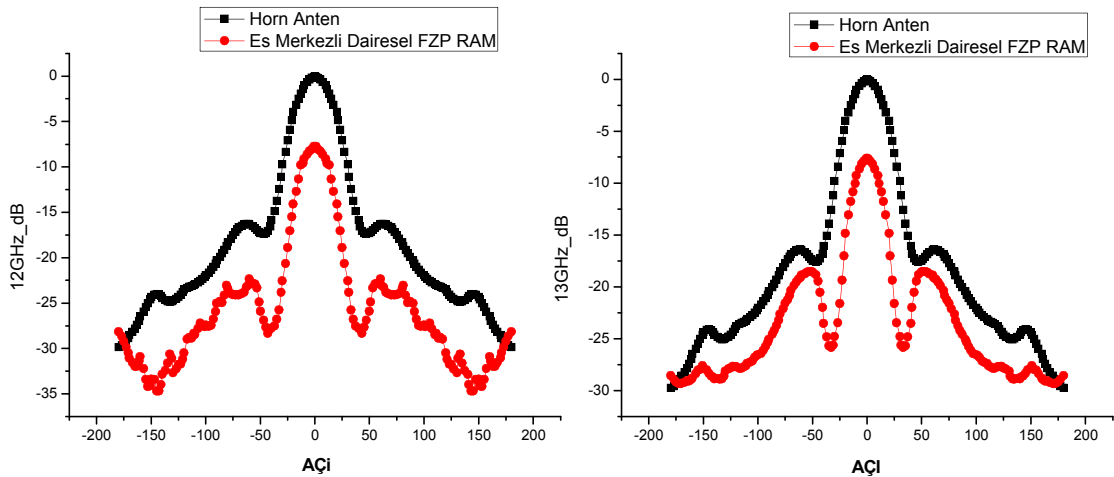
Tamponların odaklama özelliğini, tamponlar alıcı antene yerleştirildiğinde gözlemek için aşağıdaki sonuçların elde edildiği ölçümler yapılmıştır. Etkili bir odaklama olduğu gözlenmiştir.

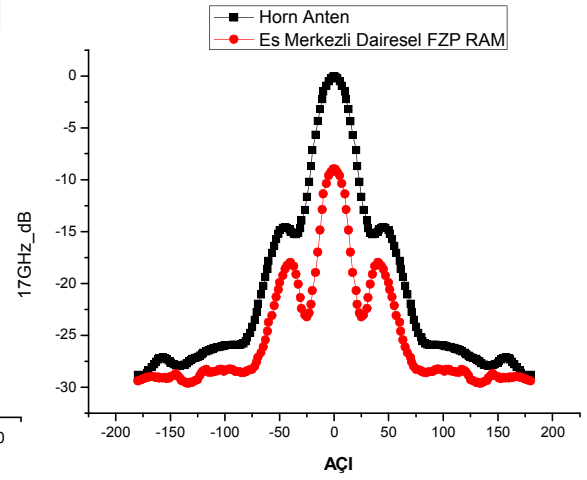
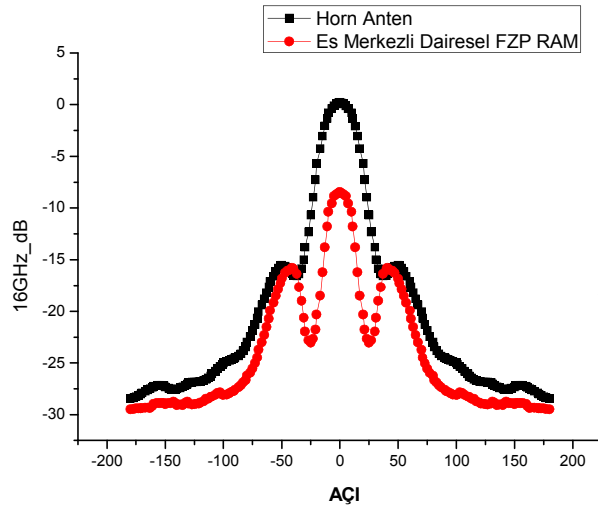
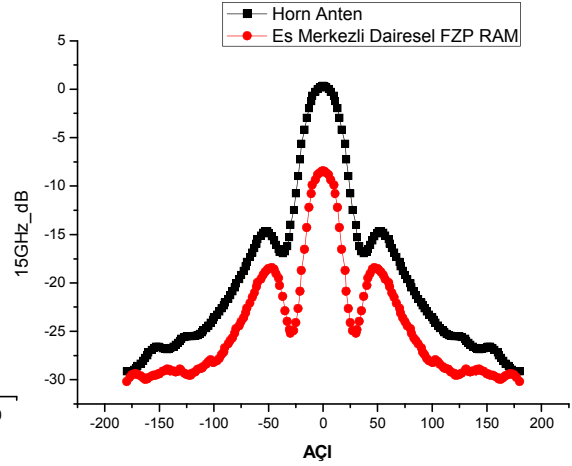
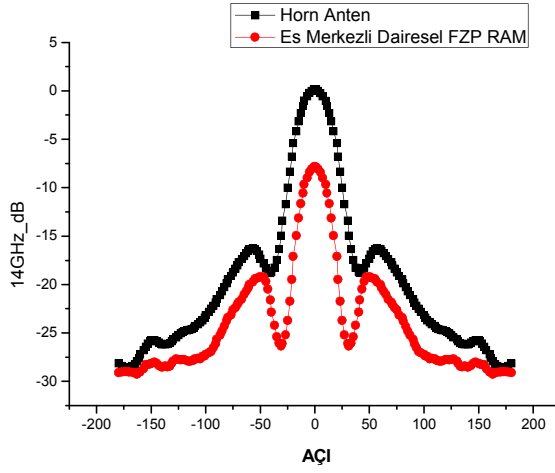




C.1.5. HORN ANTEN İLE EŞ MERKEZLİ FRESNEL BÖLGELİ RAM TAMPON KARŞILAŞTIRMASI (H-DÜZLEM)

Eş merkezli dairesel Fresnel zone (FZ) radar soğurucu malzemeli tampon, horn anten ile karşılaştırılması gösterilmiştir. Kazanç değerleri (6.1) Scolnik'in formülünde hesaplanmıştır.





C.1.6.HORN ANTEN, ODPRAM TAMPON VE OBPRAM TAMPON KARŞILAŞTIRMASI (H-DÜZLEM)

Ortası dolu parafin önünde radar soğurucu malzemeli tampon, ortası boş parafin önünde radar soğurucu malzemeli tamponların *ışınma diyagramları* tamponlar vericiye bağlı iken çizdirilmiştir. Horn antene göre karşılaştırılması aynı eksenle çizdirilmiştir.

