



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**MONOPOL ANTENLERİN
ÇALIŞMA KARAKTERİSTİĞİNİN
ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE
DÜZENLENMESİ VE
GELİŞTİRİLMESİ**

Buse ÖZKEN

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

HAZİRAN 2021



İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ



**MONOPOL ANTENLERİN ÇALIŞMA KARAKTERİSTİĞİNİN ÇEŞİTLİ
YÖNTEMLERLE DÜZENLENMESİ VE GELİŞTİRİLMESİ**

Buse ÖZKEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2021

Buse ÖZKEN tarafından hazırlanan “MONOPOL ANTENLERİN ÇALIŞMA KARAKTERİSTİĞİNİN ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE DÜZENLENMESİ VE GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Oğuzhan AKGÖL

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Başkan: Prof. Dr. Faruk KARADAĞ

Katıhal Fiziği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Vedat ÖZKANER

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Tez Savunma Tarihi: 23/06/2021

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Buse ÖZKEN

23/06/2021

MONOPOL ANTENLERİN ÇALIŞMA KARAKTERİSTİĞİNİN ÇEŞİTLİ
YÖNTEMLERLE DÜZENLENMESİ VE GELİŞTİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Buse ÖZKEN

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Haziran 2021

ÖZET

Bu tez sürecinde, 2 farklı çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan birinde “boğma yöntemi (choke method)” uygulanarak, çalışma frekansı $f= 1.5-2.5$ GHz olan monopol antenin çevresi bakır boğucu halka (choking ring) ile kaplanmıştır. Tasarlanan boğucu halkanın, monopol antenin geri dönüşüm kaybında (S_{11}) belirgin bir şekilde iyileşme sağladığı gözlemlenmiştir. Boğucu halka ve monopol anten tasarımı yapılırken, halkanın fiziksel özellikleri (kalınlık, boy, mesafe...) dikkate alınmış olup çalışma frekansı ve monopol anten boyutları optimize edilmiştir. İstenilen frekans bandında geri dönüş kaybı değerlerinde doğrusal bir iyileşme göstermiş ve tasarımı gerçekleştirmeyi mümkün kılmıştır. Üretilen anten üzerindeki boğucu halka alt taşa belirli mesafelerle yerleştirilerek performans analizleri (geri dönüşüm kaybı, ışınma örüntüsü, vb.) yapılmış ve iyileşme gözlemlenmiştir. Sonlu integrasyon tekniği (FIT) tabanlı simülasyon programında tasarlanan yapı LPKF-E33 baskı devre cihazında üretilmiştir. Geri dönüş kaybı değerleri ve ışınma örüntüsünü (radiation pattern) tespit etmek için ise Agilent Technologies N5234A PNA-L Network Analizör cihazı kullanılmıştır. Yapılan diğer çalışmada ise çalışma frekansı $f=2$ GHz olan monopol antenin alt taşı üzerine iki katlı kanat tasarımı uygulanmış ve sonucunda antenin bant genişliğini artırarak çok bantlı bir çanak yapısı oluşturulmak istenmiştir. Böylece tek bir anten ihtiyaç anında üzerinde hiçbir değişiklik yapılmadan yalnızca kanat açıları değiştirilerek çeşitli frekans bantlarında çalışabilecektir. Temas olmadan açıları değiştirmek için bir yapay sinir ağı (YSA) geliştirilip ağın istenilen bazı parametreleri algılaması, öğrenmesi ve bunun sonucunda çıkarım yapabilmesi amaçlanmıştır. Ağın tasarımı yapılırken programlama tasarımında XOR probleminde yararlanılmıştır. Analizler yapılırken birinci ve ikinci kanat istenilen açılarda konumları değiştirilerek çalıştırılmış, çeşitli parametrik değerler elde edilmiştir. Kanat açıları değiştirilerek elde edilen geri dönüş kaybı, kanatlar arası açı, taban ile kanat arasındaki açı, çanak boyu ve çıkış değerleri yapay sinir ağına öğretilmiştir. Her iki tasarımda küçük ve kolay entegre edilebilir bir yapıya sahip olup, ek olarak yüksek hassasiyet ve düşük maliyete sahiptir.

Anahtar Kelimeler : Boğma yöntemi, boğucu halka, monopol anten, yapay sinir ağı, sonlu integrasyon tekniği
Sayfa Adedi : 68
Danışman : Doç. Dr. Oğuzhan AKGÖL

ARRANGEMENT AND DEVELOPMENT OF WORKING CHARACTERISTICS OF
MONOPOLE ANTENNAS BY VARIOUS METHODS
(M. Sc. Thesis)

Buse OZKEN

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

June 2021

ABSTRACT

In this thesis process, 2 different studies have been done. In one of the studies, by applying the "choke method", the circumference of the circular monopole antenna with an operating frequency of $f = 1.5-2.5$ GHz was covered with a copper choking ring. It has been observed that the designed choke ring significantly improves the recycling loss (S_{11}) of the monopole antenna. While designing the choke ring and monopole antenna, the physical properties of the ring (thickness, length, distance...) have been taken into consideration and the operating frequency and monopole antenna dimensions have been optimized. It showed a linear improvement in return loss values in the desired frequency band and made it possible to realize the design. Performance analyzes (loss of recycling, radiation pattern, etc.) were made and improvement was observed by placing the choking ring on the produced antenna at certain distances to the lower stone. The structure designed in a finite integration technique (FIT) based simulation program was produced in the LPKF-E33 printed circuit device. Agilent Technologies N5234A PNA-L Network Analyzer was used to determine return loss values and radiation pattern. In another study, a two-layer wing design was applied on the lower stone of a circular monopole antenna with an operating frequency of $f = 2$ GHz, and as a result, it was aimed to create a multi-band dish structure by increasing the bandwidth of the antenna. Thus, a single antenna will be able to operate in various frequency bands by changing the wing angles without making any changes on it. In order to change the angles without contact, an artificial neural network (ANN) was developed and it was aimed that the network could detect some desired parameters, learn and make inferences as a result. While designing the network, the XOR problem was used in programming design. During the analyzes, the first and second wings were operated by changing their positions at the desired angles and various parametric values were obtained. The return loss obtained by changing the wing angles, the angle between the wings, the angle between the base and the wing, the bowl length and the exit values were taught to the artificial neural network. Both designs have a small and easily integrated structure, with additional high precision and low cost.

Key Words : Choking method, choking ring, monopole antenna, artificial neural network, finite integration technique
Page Number : 68
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Oguzhan AKGOL

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimde, konumun belirlenme aşamasında, araştırma ve yazım aşaması dâhil olmak üzere bütün bu süre zarfında engin bilgisi ve tecrübesi ile çalışmama destek olan, sabırla ve itina ile yardımcı olan ve bana inancını hiç kaybetmeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Oğuzhan AKGÖL' e saygı ve teşekkürümü sunarım.

Bu sürece başlamamı sağlayan desteklerini her zaman hissettiğim başta değerli büyüğüm saygıdeğer hocam Prof. Dr. Yusuf ÖZÇATALBAŞ 'a ve Yrd. Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ 'ye saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Süreç boyunca eksik olduğumu düşündüğüm her noktada bana yardım ve desteklerini esirgemeyen kıymetli hocalarım Doç. Dr. Muharrem KARAASLAN ve Prof. Dr. Emin ÜNAL 'a ve lisansüstü eğitim arkadaşlarım Öğr. Gör. Ayşe İNCESU ve Ar. Gör. Serap KİRİŞ 'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen, bana olan inançlarını kaybetmeyen ve her koşulda yanımda olan başta babam İlker ÖZKEN 'e, annem Emine ÖZKEN 'e, ülkemiz için güzel ve hayırlı işler başaracağımızı bildiğim meslektaşım kardeşim Kazım Berkay ÖZKEN 'e, bana olan inancını ve sevgisini her daim hissettiren kıymetli büyüğüm Songür ACAR 'a ve dostlarıma sevgilerimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. MONOPOL ANTENLER.....	7
3. YAPAY SİNİR AĞLARI.....	9
3.1. Genel Tanımı ve Tarihçesi.....	9
3.2. Yapay Sinir Ağının Yapısı.....	10
3.2.1. Girdi katmanı (input layer).....	11
3.2.2. Gizli (ara) katman (hidden layer).....	11
3.2.3. Çıktı katmanı (output layer).....	11
3.3. Yapay Sinir Ağının Çalışma Prensipleri.....	12
3.3.1. Birleştirme fonksiyonu.....	14
3.3.2. Aktivasyon fonksiyonu.....	15
3.4. Yapay Sinir Ağında Öğrenme.....	16
3.4.1. Danışmanlı öğrenme.....	17
3.4.2. Danışmansız öğrenme.....	17
3.4.3. Takviyeli öğrenme.....	18

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	19
5. MATERYAL VE YÖNTEM	21
5.1. Nicolson Ross Weir (NRW) Yöntemi.....	21
5.2. Zamanda Sonlu Farklar Yöntemi (FDTD).....	22
5.3. Sonlu İntegrasyon Yöntemi (FIT).....	23
5.4. Sonlu elemanlar Yöntemi (FEM).....	24
5.5. Normalizasyon Yöntemi.....	24
5.6. Ölçüm Yöntemleri.....	24
6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
6.1. Boğucu Halka (Choking Ring) Yapılı Monopol Anten.....	26
6.2. Çift Plakalı Monopol Anten Yapısı.....	49
6.2.1. Ölçüm Sonuçları.....	58
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR.....	63
DİZİN.....	68

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Biyolojik sinir sisteminin yapay sinir sistemine uyarlanması.....	10
Çizelge 6.1. Normalizasyon işlem sonuçları.....	55
Çizelge 6.2. (Devam)Normalizasyon işlem sonuçları.....	56
Çizelge 6.4. Ağırlık, bias ve eşik değerleri.....	57



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Farklı tel anten çeşitleri a) Dipol, b) Dairesel (kare) halka, c) Helezon.....	3
Şekil 1.2. Açıklık anten yapılandırmaları a) Piramit huni, b) Dikdörtgen dalga kılavuzu.....	4
Şekil 1.3. Mikroşerit yama anten modeli.....	5
Şekil 1.4. Dizi anten yapıları a) Açıklık dizi, b) Yarıklı dalga kılavuzu dizi	5
Şekil 3.1. Çok katmanlı yapay sinir ağı modeli.....	11
Şekil 3.2. İleri beslemeli yapay sinir ağı modeli.....	12
Şekil 3.3. Geri beslemeli yapay sinir ağı modeli.....	13
Şekil 3.4. Yapay sinir ağı hücresi.....	14
Şekil 3.5. Sigmoid fonksiyonu.....	15
Şekil 3.6. Danışmanlı öğrenme.....	17
Şekil 3.7. Danışmansız öğrenme.....	18
Şekil 3.8. Takviyeli öğrenme.....	18
Şekil 5.1. Nicolson Ross Weir algoritması.....	21
Şekil 6.1. Monopol anten yapısı.....	26
Şekil 6.2. Geri dönüş kaybı simülasyon sonucu.....	27
Şekil 6.3. Işıma örüntüsü simülasyon sonucu.....	27
Şekil 6.4. Polarizasyon simülasyon ölçüm sonuçları.....	27
Şekil 6.5. Sekiz adet bakır plaka ile boğma yöntemi uygulanan monopol anten görüntüsü	28
Şekil 6.6. Geri dönüş kaybı (8 plaka).....	28
Şekil 6.7. Maksimum verim alınan 4 plakalı yapının simülasyon görüntüsü.....	29
Şekil 6.8. Monopol antenin geri dönüş kaybı (S_{11}) (4 plaka).....	29
Şekil 6.9. Monopol antenin a) Işıma örüntüsü, b) Yüzey akım dağılımı (4 plaka).....	29

Şekil	Sayfa
Şekil 6.10. Polarizasyon ölçüm sonuçları (4 plaka).....	30
Şekil 6.11. Boğucu yapı denemeleri.....	30
Şekil 6.12. Boğucu halka yapılı monopul antenin simülasyon görüntüsü.....	31
Şekil 6.13. Boğucu halka yapılı monopul antenin geri dönüş kaybı (S_{11}).....	31
Şekil 6.14. Boğucu halka yapılı antenin ışınma örüntüsü simülasyon ölçüm sonuçları..	31
Şekil 6.15. Monopul antenin uzunluğu 30mm iken geri dönüş kaybı.....	33
Şekil 6.16. Monopul antenin uzunluğu 40mm iken geri dönüş kaybı.....	33
Şekil 6.17. Boğucu halka alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)..	34
Şekil 6.18. Boğucu halka alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz).....	35
Şekil 6.19. Boğucu halka alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)..	36
Şekil 6.20. Boğucu halkanın (10mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (1.8 GHz).....	37
Şekil 6.21. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz).....	38
Şekil 6.22. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz).....	39
Şekil 6.23. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz).....	40
Şekil 6.24. Boğucu halkanın (15mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (1.8 GHz).....	40
Şekil 6.25. Boğucu halka (10mm) alt taşa temas halinde iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	41
Şekil 6.26. Boğucu halka (10mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	42
Şekil 6.27. Boğucu halka (10mm) alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	43

Şekil	Sayfa
Şekil 6.28. Boğucu halka (10mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	44
Şekil 6.29. Boğucu halkanın (10mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (2.28 GHz).....	45
Şekil 6.30. Boğucu halka (15mm) alt taşa temas halinde iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	46
Şekil 6.31. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	47
Şekil 6.32. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	48
Şekil 6.33. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz).....	49
Şekil 6.34. Boğucu halkanın (15mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (2.28 GHz).....	49
Şekil 6.35. Çift plakalı monopol anten yapısı a) Anten boyu, b) Uzunluk ölçüleri, c) Açık değerleri	50
Şekil 6.36. Çift plakalı monopol anten yapısının geri dönüş kaybı.....	51
Şekil 6.37. Çift plakalı monopol anten yapısı a) Işıma örüntüsü (radiation pattern), b) Yüzey akım dağılımı	51
Şekil 6.38. Çift plakalı monopol anten yapısının polarizasyon sonuçları	51
Şekil 6.39. Plaka açıları sırasıyla 157.06° ve 160.43° iken anten görüntüsü.....	52
Şekil 6.40. Geri dönüşüm kaybı (157.06°-160.43°).....	52
Şekil 6.41. Plaka açıları değiştirilen antenin a) Işıma örüntüsü, b) Yüzey akım dağılımı (157.06°-160.43°).....	53
Şekil 6.42. Plaka açıları değiştirilen antenin polarizasyon sonuçları (157.06°-160.43°).....	53
Şekil 6.43. Plaka açıları sırasıyla 170.88° ve 146.61° iken anten görüntüsü	54
Şekil 6.44. Geri dönüşüm kaybı (170.88°-146.61°).....	54
Şekil 6.45. Plaka açıları değiştirilen antenin a) Işıma örüntüsü, b) Yüzey akım dağılımı (170.88°-146.61°).....	54

Şekil	Sayfa
Şekil 6.46. Plaka açıları değiştirilen antenin polarizasyon sonuçları (170.88°-146.61°).....	55
Şekil 6.47. Tasarlanan yapay sinir ağı.....	57
Şekil 6.48. Çift plaka anten yapısı ve algoritmanın çıkış değerleri.....	58
Şekil 6.49. Öğrenme grafiği.....	58
Şekil 6.50. Çift plaka anten yapısı ve algoritmanın rastgele değerlerde öğrenme çizgisi (4,7,13,17,25,30,36,43,50,56,63,69).....	59
Şekil 6.51. Öğrenme ve test aşamalarının MATLAB Simulink Gösterimi a) Güvenirlilik, b) Eğitim durumu, c) Performans.....	60

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Monopol anten örneği.....	7
Resim 2.2. Monopol anten ışınma örüntüsü.....	7
Resim 5.1. Ölçüm sırasında kullanılan vektör network analizör cihazı.....	25
Resim 6.1. Hazırlık aşaması a) Alt taşın bakır yüzeyi, b) Alt taşın FR4 yüzeyi, c) Malzemeler.....	32
Resim 6.2. Boğucu halkasız monopol anten a) 30mm, b) 40mm.....	32
Resim 6.3. Boğucu halka (10mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (1.8 GHz).....	34
Resim 6.4. Boğucu halka (10mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (1.8 GHz).....	35
Resim 6.5. Boğucu halka (10mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (1.8 GHz).....	36
Resim 6.6. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (1.8 GHz).....	37
Resim 6.7. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (1.8 GHz).....	38
Resim 6.8. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (1.8 GHz).....	39
Resim 6.9. Boğucu halka (10mm) alt taşta temas halinde iken (2.28 GHz).....	41
Resim 6.10. Boğucu halka (10mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (2.28 GHz).....	42
Resim 6.11. Boğucu halka (10mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (2.28 GHz).....	43
Resim 6.12. Boğucu halka (10mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (2.28 GHz).....	44
Resim 6.13. Boğucu halka (15mm) alt taşta temas halinde iken (2.28 GHz).....	45
Resim 6.14. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (2.28 GHz).....	46
Resim 6.15. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (2.28 GHz).....	47
Resim 6.16. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (2.28 GHz).....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

ϵ	Dielektrik sabiti
μ	Manyetik geçirgenlik
E	Elektrik alan şiddeti
H	Manyetik alan şiddeti
k	Dalga vektörü
dB	Desibel
dB_i	Desibel izotropik
GHz	Gigahertz
MHz	Megahertz
Hz	Hertz
mm	Milimetre

Kısaltmalar

Açıklamalar

YSA	Yapay sinir ağı
RFID	Radyo frekansı ile tanımlama
SMPSO	Hız kısıtlanmalı parçacık sürüsü optimizasyonu
TEM	Enine elektromanyetik alan
TE	Dikine elektrik alan
TM	Dikine manyetik alan
NRW	Nicolson Ross Weir
FDTD	Zamanda sonlu farklar yöntemi
FIT	Sonlu integrasyon yöntemi
FEM	Sonlu elemanlar yöntemi
MTM	Metamalzeme
ADALINE	Adaptive Linear Neuron

MADALINE

Multiple Adaline



1. GİRİŞ

Monopol anten uygulamaları, geçmişten günümüze birçok bilimsel ve teknolojik araştırmalarda tercih sebebi olmuştur. Askeri, telekomünikasyon, sağlık gibi çeşitli alanlarda çıkan sorunlara çözüm getirmek veya var olan sistemi ve teknolojileri geliştirerek daha ileriye taşımak için bilim adamları anten ile ilgili birçok çalışma yapmaktadır. Yapılan ve yapılmak istenen bu çalışmalar feyz alınarak klasik bir monopol antene bir çalışma da boğma yöntemi (choke method) uygulanarak, diğer çalışmada ise yine monopol antenin alt taşı etrafına 2 katlı kanat tasarlanarak bir çanak yapısı oluşturulup, yapay sinir ağına öğretilerek antenin performansında (geri dönüş kaybı, ışına örüntüsü, vb.) iyileşme ve gelişme gösterebilen iki farklı çok amaçlı monopol anten üretilmiştir. Uygulanan her iki yöntemde monopol antenin çalışma performanslarını gözle görülür bir şekilde iyileştirdiği ve geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Tasarlanan çalışmalardan boğma yöntemi kullanılan çalışma da öncelikle FIT tabanlı simülasyon programı kullanılarak boğucu halkasız ve boğucu halkalı monopol antenlerin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Devamında boğucu halkasız monopol anten ile boğucu halkalı monopol antenin geri dönüş kayıplarında, ışına örüntülerindeki değişiklikleri kıyaslayabilmek için simülasyona sokulmuştur. Tespit edilen en uygun çalışma frekansında monopol anten üretilmiştir. Bunu sonucunda tasarlanan boğucu halkalı monopol antenin, halkasız antene göre performansında belirgin bir şekilde iyileşme ve gelişme gösterdiği tespit edilmiştir. İki kanatlı monopol anten çalışmasına gelecek olursak öncelikle yine FIT tabanlı simülasyon programı kullanılarak monopol antene iki adet kanat yerleştirilmesi ile oluşan değişimleri gözlemlemek için simülasyonlar yapılmıştır. Uygun frekans aralığı bulunduğundan sonra üretime sokulmuştur. Kanat konumları değiştirilerek oluşturdukları açılarla performanslarını görmek için simülasyona sokulmuştur. Daha sonrasında elde edilen değerler gerekli sayısal işlemlere sokularak XOR işlemi baz alınarak geliştirilen yapay sinir ağına öğretilmesi sağlanmıştır. C++ yazılım programında geliştirilen yapay sinir ağı daha sonrasında MATLAB programı ile kontrole sokularak ağı, yapılan işlemi öğrenmesi gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ağın sistemi öğrendiği tasarlanan kanatlı anten tasarımının ve oluşturulan yapay sinir ağının doğru çalıştığı görülmüştür. Bu tez çalışmasının amacı;

- Monopol anten tasarımı yapmak,
 - Boğma yöntemi (choke method) kullanılarak boğucu halkalı (choking ring) monopol anten tasarımı yapmak,
 - İki kanatlı monopol anten tasarımı yapmak,
 - XOR işlemi kullanılarak bir yapay sinir ağı tasarımı yapmak,
 - Oluşturulan yapay sinir ağının istenilen sistemin çalışma prensibini öğrenip öğrenmediğini tespit etmek,
 - Yüksek hassasiyet ve performans gösteren iki adet farklı işlevde monopol anten tasarlamak,
 - Maliyeti düşük, ebatları küçük entegre edilebilir bir sistem tasarlamak,
- diye sıralanabilir.

Antenler

Anten, metal çubuk veya tel ile radyo dalgalarını iletmekte ya da almakta kullanılan cihaz olarak tanımlanabilir [1]. Başka bir deyişle bir iletim hattında yayılan dalgayı serbest uzayda yayılabilen bir elektromanyetik dalgaya dönüştüren ya da tam tersi görevi yapan dönüştürücüye anten denir [2]. İletim kaynağından antene elektromanyetik dalga yayan antenlere verici anten, antenden iletim kaynağına elektromanyetik dalga ileten antenlere ise alıcı anten denir.

Antenin gelişme sürecine bakacak olursak James Clerk Maxwell' e kadar uzanmıştır. J.C. Maxwell elektrik alan \vec{E} ve manyetik alan \vec{H} teorilerini birleştirerek günümüzde de kullanımı devam eden Maxwell eşitliklerini ortaya koymuş, buna ek olarak ışığın elektromanyetik olduğunu ve elektromanyetik dalgalara benzer dalga hareketleriyle yol aldıklarını ispatlamıştır [3]. 1886 yılında Hertz ilk kablosuz elektromanyetik sistemi tanıtmış, Marconi ise 1901 yılında uzak mesafelere sinyal göndermeyi başarmıştı.

İkinci Dünya Savaşı'nın başlaması ile hayatımıza yeni anten teknolojileri girmiştir. Bunlarla birlikte antenleri kullanım ve potansiyel durumlarına göre sınıflandırabiliriz. Sınıflandırma yapılırken frekans bant genişliği, ışımaya örüntüsü, yapısal özellikleri ve uygulama alanlarına bakarsak; tel antenler (monopol, dipol, helis vb.), açıklık antenler (horn, dikdörtgen dalga kılavuzu, konik huni vb.), mikro şerit antenler (dikdörtgen ve dairesel yama antenler), dizi

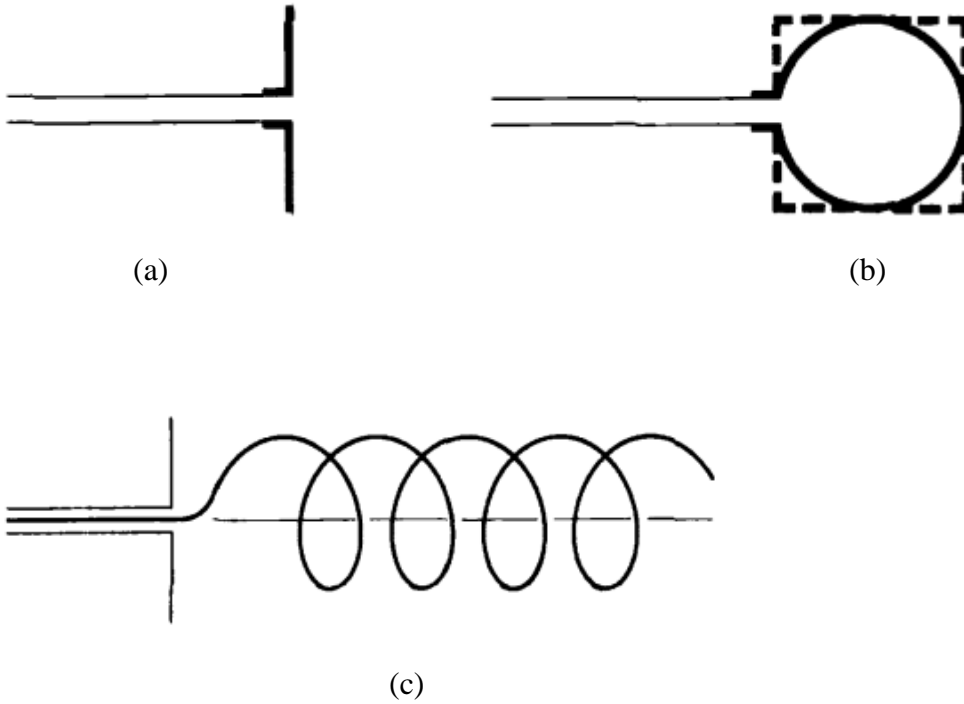
antenler, yansıtıcı antenler, lens antenler, geniş bant antenler olarak sınıflandırılabilir. Antenler, radyo ve televizyon yayınları, radar sistemleri, radyo dalgası iletişim sistemleri, cep telefonları, çarpışma önleyici araba algılayıcıları ve daha birçok uygulama alanına sahiptir. Bu tez çalışmasında monopul anten üzerinde uygulama ve analizler yapılmıştır.

Anten Çeşitleri

Bu bölümde tez çalışmamızda kullandığımız anten yapıları da dâhil olmak üzere anten çeşitlerine göz atacağız.

Tel antenler

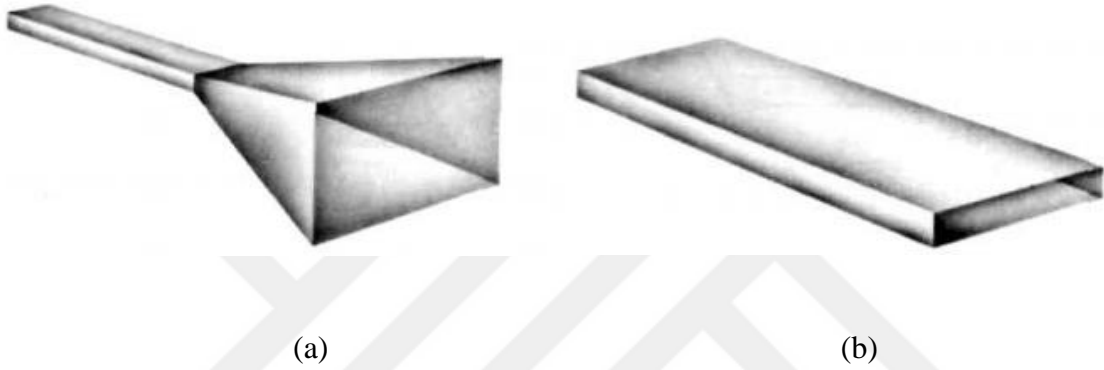
En eski ve en yaygın olarak kullanılan anten çeşididir. Otomobiller, binalar, gemiler, uçaklar, uzay araçları gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Düz tel monopul antenler, dipol antenler, halka, elips, helezon tipi antenler, halka antenler ve herhangi bir diğer şekillerde tasarlanabilen modelleri mevcuttur. Yapım kolaylığı sebebiyle en çok tercih edilen dairesel halka antenlerdir.



Şekil 1.1. Farklı tel anten çeşitleri a) Dipol, b) Dairesel (kare) halka, c) Helezon [4]

Açıklık antenler

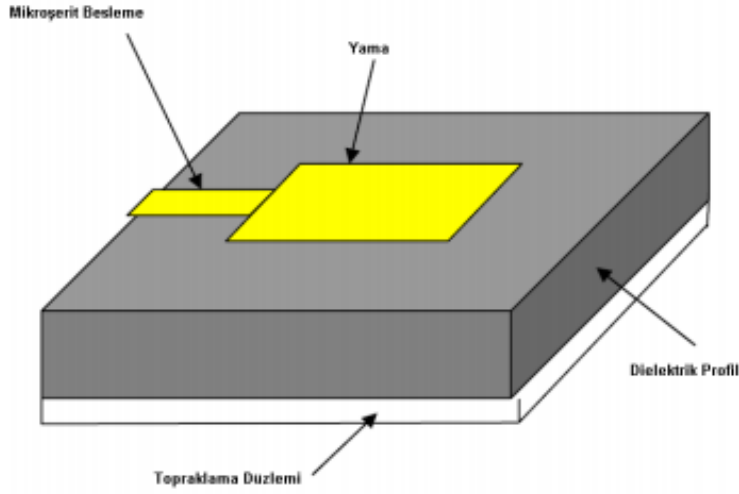
Diğer anten çeşitlerine göre daha karmaşık forma sahip olması ile birlikte yüksek frekanslarda çalışabilmektedir. Açıklık antenler, kolay montajlanabilmesi sayesinde özellikle uçak ve uzay araçlarının uygulamaları için uygundur. Kimi yapıları tehlikeli çevre koşullarına karşı yalıtkan malzeme ile kaplanmaktadır. Piramit horn antenler, konik horn antenler, dikdörtgen dalga kılavuzu gibi açıklık anten çeşitleri bulunmaktadır.



Şekil 1.2. Açıklık anten yapılandırmaları a) Piramit huni, b) Dikdörtgen dalga kılavuzu [5]

Mikroşerit antenler

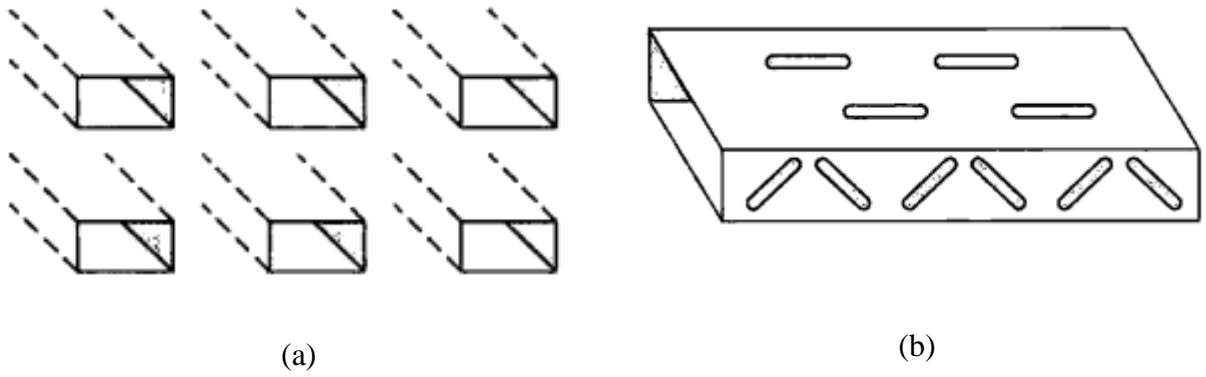
Mikroşerit antenler, topraklanmış bir alt tabaka üzerine metal bir yama plakanın yerleştirilmesiyle oluşan anten türüdür. Mikroşerit anten, 70'li yıllarda uzay uygulamaları için popüler hale gelen mikroşerit antenler günümüzde devlet ve ticari uygulamalar için de kullanılmaktadır [6]. Dikdörtgen ve dairesel mikroşerit yama antenler en popüler olanlarıdır. Yüksek performanslı, düşük maliyetli, düzlemsel olan veya olmayan yüzeylere uyumluluğu, rezonans frekansı, kutuplaşma vb. birçok özelliğinden dolayı çok yönlü antenlerdir. Uçak ve uzay araçları, uydu, füze araba ve bazı noktalarda cep telefonlarında kullanılmaktadır.



Şekil 1.3. Mikroşerit yama anten modeli [7]

Dizi antenler

Elektriksel ve geometrik bir düzende birden fazla antenin bir araya getirilmesiyle, istenilen ışınım özelliklerini elde edebilen anten yapılarıdır. Yapılarına, sıralanışlarına ve düzenlerine göre ışınım belirli bir yönde maksimum iken, diğer yönlerde minimum yapabilen anten çeşitlidir.



Şekil 1.4. Dizi anten yapıları a) Açıklık dizi, b) Yarıklı dalga kılavuzu dizi [8]

Yansıtıcı antenler

Büyük mesafelerde iletişim kurmak, gök cisimlerinin tespiti, milyonlarca kilometre uzağa sinyalin iletilmesini ve alınmasını sağlayan antenlerdir. Uzak mesafelere sinyal göndermenin veya alımının gerçekleşmesi için yüksek anten kazancına sahip olması gerektiğinden, bu

tip antenlerin çapları buyk olmak zorundadır. apı 305 m'ye ulaşan örnekleri mevcuttur [9].

Lens (mercek) antenler

Lens antenler enerjinin, istenmeyen yönlere yayılmasını önler ve paralel forma getirirler. Uygun malzeme ve geometrik şekillendirme sayesinde ıraksak enerjinin düzlem dalgalara dönüşmesini sağlarlar. Yüksek frekanslarda, parabolik yansıtıcıların kullanıldığı bazı uygulamalarda kullanılırlar. Lens antenlerin boyutları ve ağırlıkları, düşük frekanslarda kullanıldığında oldukça büyük olmaktadır. Bunun yanı sıra kullanılan malzeme ve geometrik şekline göre ince lens anten ve kalın lens anten olarak isimlendirilirler.

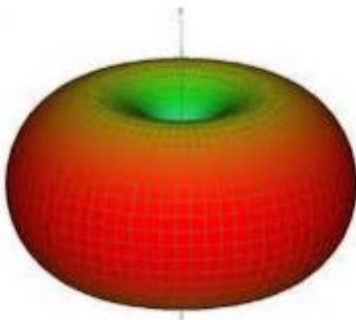
2. MONOPOL ANTENLER

Marconi anteni olarak da bilinen monopol anten, 1895 yılında Guglielmo Marconi vericinin bir ucunu havaya yöneltilmiş uzun bir tele bağlayıp, diğer ucunu da toprağa bağlayarak daha uzak mesafelere sinyal gönderebileceğini keşfetmiştir. 1964 yılında patentinin alınmasıyla monopol anten çalışmaları günümüze kadar etkinliğini sürdürmeye devam etmiştir.



Resim 2.1. Monopol anten örneği

$\lambda/4$ (çeyrek dalga) boyunda düz metal telden oluşan monopol antenler, alt taş (ground plane) üzerine çoğunlukla dik ve besleme için belirli bir mesafe boşlukla yerleştirilir. Çeyrek dalga boyunun ($\lambda/4$) tam katlarında rezonans hale gelerek maksimum alma ve yayma yaparlar. Rezonans halinde anten empedansı (öz direnç) yalnızca $36,8 \Omega$ değerinde dirençten oluşur. Empedansı çeyrek dalga boyunun altındaysa kapasitif, çeyrek dalga boyunun üstünde ise endüktif olur.



Resim 2.2. Monopol anten ışınma örüntüsü [10]

Tüm yönlü (omnidirectional) ışımaya örüntüsüne sahip olan monopol antenlerde, yayılım antene dik ve her yöne eşit bir şekilde dağılımla gerçekleşir. Bu yayılım anten eksenine doğru 0° a düşer. Çoğunlukla düşey polarize dalga yayılımı yaparlar. Buna ek olarak benzer yapıya sahip dipol antenlere göre kazancı iki kat fazla olurken, yayılım direnci ise dipol antene göre yarıya düşmektedir.



3. YAPAY SINİR AĞLARI

3.1. Genel Tanımı ve Tarihçesi

İnsan beyninin öğrenme, öğrenme yoluyla yeni bilgiler keşfetme, türetebilme, yeni teşhisler oluşturma vb. biyolojik özelliklerinden esinlenerek bu yetenekleri modelleyerek tasarlanan bilgisayar sistemleridir [11]. Yapay sinir ağının (YSA) öğrenme süreci, matematiksel formler yardımıyla tasarlanabilmektedir. Beynin yaptığı bütün davranışları modelleyebilmek için başlangıçta fiziksel bileşenlerinin doğru modellenmesi gerektiği fark edilmiş, bunun üzerine çeşitli yapay hücre ve ağ geliştirilmiştir [12].

Yapay sinir ağları temelinde biyolojik nöronların tasarlanmasıyla başlayarak daha sonrasında gelişen teknolojiyle bilgisayar programlarına aktarılmasıyla devam etmiştir. İlk yapay sinir ağı nöronu 1943 yılında nöropsikiyatrist W. McCulloch ve bilim adamı W. Pitts tarafından yapılmış ancak yetersiz imkânlar yüzünden gelişme sağlanamamıştır. 1949 yılında Hebb' in öğrenme teorisi [13] ile biyolojik beyin nöronlarının bilgileri nasıl öğrendiği gösterilmiştir. Süper durum teoreminin [14] bilim dünyasına sunulması yapılan birçok çalışmanın temelini oluşturmuştur. 1958' de algılama üzerine yapılan çalışmaları, Widrow ve Hoff' un çalışmaları takip etmiş ve 1969 yılında Papert ve Minsky tarafından kitap yayınlanarak [15] yapay sinir ağı gelişimine devam etmiştir. Paul Werbos'un 1974 yılında sunduğu önerisiyle tek katmanlı yapı kullanma kısıtlaması kalkarak birçok kısıtlı süreç hesaplanabilmiştir [16]. İlk yapay sinir ağı hücresi ADALINE (Adaptive Linear Neuron)' dir. ADALINE'nin iki tabakalı biçimi ise MADALINE (Multi-Adaline)' dir. Yapay sinir ağının ilk gerçek probleme uyarlanması ise telefon hatlarındaki ekonun giderilmesi amaçlanan adaptif filtrelerdir.

Yapay sinir ağlarının genel özelliklerine bakacak da olursak:

- Öğrenme kabiliyeti,
- Öğrendiği bilgiler ile genelleme yapabilme kabiliyeti,
- Adaptasyon kabiliyeti,
- Lineer olmayan özelliğe sahip olmaları,
- Gürültüye karşı toleransa sahip olmaları,
- Donanım olarak gerçekleştirilebilmesi,
- Paket yazılımlara sahip olması

sıralanabilir.

Her ne kadar yapay sinir ağı geçmişten günümüze hızla gelişme gösteriyor, nanosaniye hızlarında öğrenme performansı gösterebiliyor olsa da hala insan beyninin hızına ve enginliğine ulaşamamaktadır.

3.2. Yapay Sinir Ağı Yapısı

Yapay sinir ağı yapısında ağ giriş için bir çıkış üretir. Ama çıkıştaki bu değerlerin nasıl çıktığına dair bilgiler bizim çözümleyemediğimiz bir dildedir. Gerçekleşen bu olaya kara kutu benzetimi denir. Yapay sinir ağının genel yapısına bakacak olursak biyolojik sinir sistemimizi örnek alan bir yapıya sahiptir. Çizelge de detaylı olarak verilen biyolojik sinir sistemi ile yapay sinir hücresindeki karşılıkları verilmiştir.

Çizelge 3.1. Biyolojik sinir sisteminin yapay sinir sistemine uyarlanması

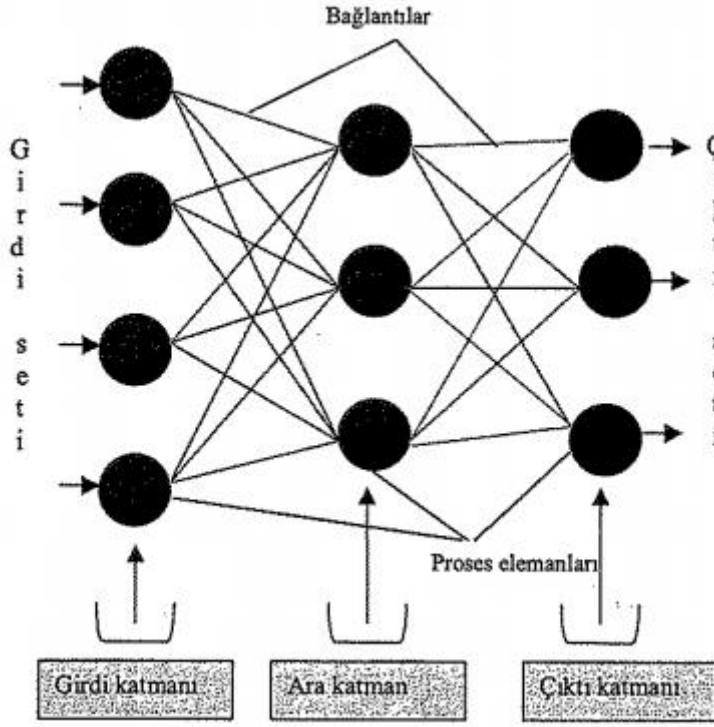
<u>Biyolojik Sinir Sistemi</u>		<u>Yapay Sinir Sistemi</u>
Nöron	→	İşlemci
Dentrit	→	Toplama fonksiyonu
Hücre gövdesi	→	Transfer fonksiyonu
Aksonlar	→	Yapay nöron çıkışı
Sinapslar	→	Ağırlıklar

Buna ek olarak yapay sinir ağları farklı görevlere sahip katmanlardan oluşmaktadır. Üç adet olan bu katmanlar sırasıyla şu şekildedir:

- Girdi Katmanı (Input Layer)
- Gizli (Ara) Katman (Hidden Layer)
- Çıktı Katmanı (Output Layer)

Eğer ağ yalnızca girdi ve çıktı katmanından oluşuyor ise bu ağ tek katmanlıdır. Tek katmanlı ağ yapıları karmaşık işlemleri gerçekleştirmezler. Karmaşık işlemleri yapabilmek için girdi

ve çıktı katmanına ek olarak bir ara katman gerekmektedir. En az üç katmandan oluşan ve günümüzde de en çok tercih edilen bu tip ağ yapılarına ise çok katmanlı ağ denilmektedir.



Şekil 3.1. Çok katmanlı yapay sinir ağı modeli [17]

3.2.1. Girdi katmanı (input layer)

İstenilen bilgiler ağı girdi katmanından girer. Bu katmanda herhangi bir fonksiyon çalışmaz. Veriler burada dışarıdan alınır ve ara katmana taşınır. Girdi katmanında bulunan her bir eleman bir sonraki katmandaki elemanların hepsine bağlıdır [18].

3.2.2. Gizli (ara) katman (hidden layer)

Girdi katmanından alınan verileri işleyerek çıktı veya bir sonraki ara katmana iletmektedir. Daha önce tanımladığımız çok katmanlı ağ yapılarında birden çok ara katman olup, aynı zamanda her katmanda birden fazla eleman bulunabilmektedir.

3.2.3. Çıktı katmanı (output layer)

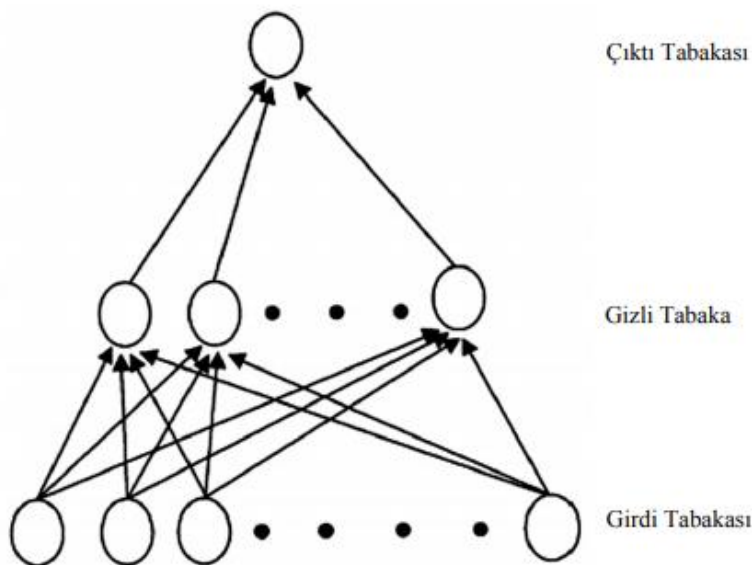
Çıktı katmanında, ara katmanda işlenen bilgiler bu katmanda da işlenerek ağ için gerekli çıktıları oluşturulur. Fonksiyonlar bu katmanda çalışır. Kullanılan fonksiyonlar ile gelen bilgiler bir kat daha işlenir ve ağın ihtiyacı olan çıktılar minimum hata ile sistem çıkışına iletilir. Bu katmanda da birden fazla eleman bulunabilir. Her eleman bir önceki katmandaki bütün elemanlara bağlı olması ile beraber bütün çıktı elemanlarının bir çıktısı vardır.

3.3. Yapay Sinir Ağının Çalışma Prensibi

Temelde yapay sinir ağlarının tasarımında yapılandırma yapılırken ilk önce problemin özelliği saptanır ve sonrasında sistemin besleme türü belirlenir. İleri beslemeli yapay sinir ağı ve geri beslemeli yapay sinir ağı olarak ikiye ayrılır.

İleri beslemeli ağ

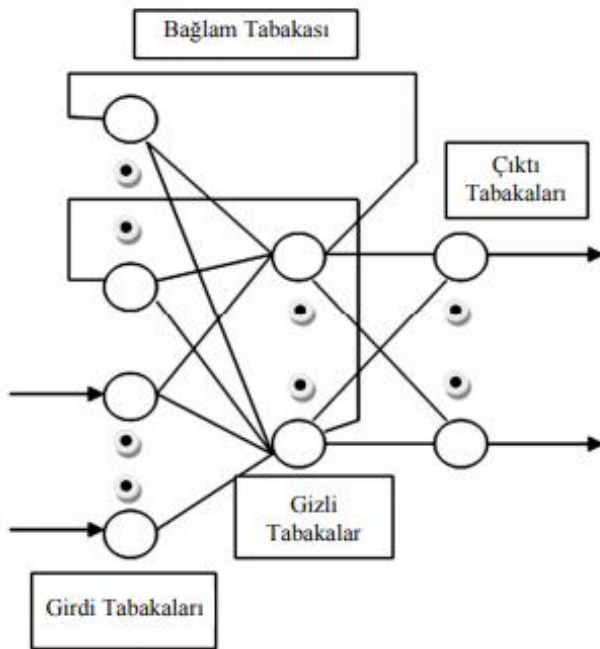
Giriş katmanından çıkış katmanına tek yönlü bağlantı kurularak oluşan ağ yapısıdır. Aynı katman içinde başka bağlantı bulunmaz. İşlemci elemanlar katmanlara ayrılır. Örnek verecek olursak da iletişim hem iletişim kolaylığı hem de düşük maliyeti ile tam bağlantılı yapay sinir ağı (full-connected artificial neural network) ve çok katmanlı perseptron ağları örnek verilebilir.



Şekil 3.2. İleri beslemeli yapay sinir ağı modeli [19]

Geri beslemeli ađ

Çıkış ve ara katlardaki çıkışların girişe ya da önceki ara katmanlara geri beslediği ađ yapısıdır. Girişler hem geri yönde hem de ileri yönde aktarılmaktadır. Dinamik hafızaları olmakla birlikte, herhangi bir anda elde edilen çıkış hem o andaki hem de geçmişteki girişleri yansıtır. Ağın sabit yapıda olmadığı, geçmiş değerlerden etkilendiği durumlarda geri beslemeli yapı tercih edilmektedir. Önceden tahmin uygulamaları için uygundur. Hopfield, Som, Jordan ağları örnek verilebilir.



Şekil 3.3. Geri beslemeli yapay sinir ağı modeli [20]

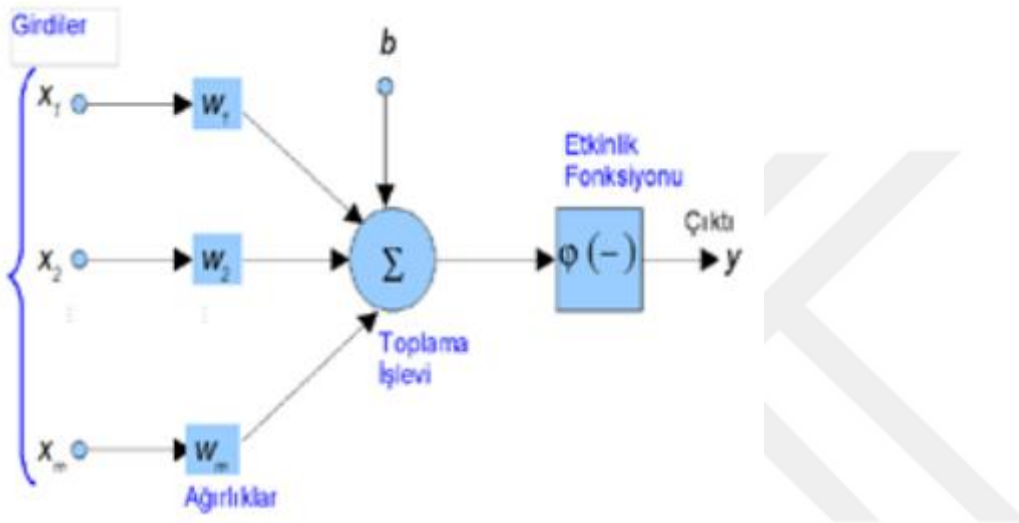
Yapay sinir hücresi temelde ağrılıklar, girdiler, birleştirme fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktı olmak üzere 5 ana bileşenden oluşmaktadır. Fonksiyonları ayrı başlıkta inceleyecek olup, diğer ana elemanlardan kısaca bahsedecek olursak;

Girdiler

Çevreden aldığı bilgiyi sinire iletir. Bilgileri yalnızca dışarıdan değil, gerek duyulduğunda başka hücre veya kendisinden de alabilmektedir.

Ağırlıklar

Yapay sinir hücresinden alınan girişlerin sinirdeki etkisini belirleyen katsayılardır. Bilginin önem derecesi ve hücreye etkisi ağırlıklar ile belirlenir. Ağırlıklar ' $w_1, w_2, w_3, w_4, \dots, w_n$ ' şeklinde gösterilmektedir. Doğru ağırlıklar uygulandığı zaman ağ eğitilir. Ağırlıklar bilgi depolayıcıdır. Her girişin kendine ait bir ağırlığı vardır.



Şekil 3.4. Yapay sinir hücresi [21]

Çıktılar

Değerlere birleştirme fonksiyonundan sonra seçilen aktivasyon fonksiyonunun uygulanmasıyla elde edilen çıktı değeridir [22].

3.3.1. Birleştirme fonksiyonu

Bir hücreye gelen net girdiyi hesaplar [23]. Net girdi, ağa giren her bir giriş ile onlara ait ağırlık değerleri ile teker teker çarpılır, daha sonra elde edilen değerler toplanır. Elde edilen toplam değer ile eşik değeri toplanarak seçilen aktivasyon fonksiyonuna iletilir.

$$z_i = \sum_{i=1}^n (w_{ij}x_i + b_j) \quad (3.1)$$

$$y = f(z_i) = f\left(\sum_{i=1}^n (w_{ij}x_i + b_j)\right) \quad (3.2)$$

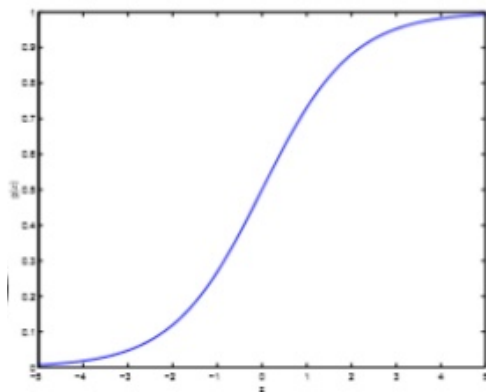
3.3.2. Aktivasyon fonksiyonu

Transfer fonksiyonu veya f(NET) olarak bilinen aktivasyon fonksiyonları, birleştirme fonksiyonundan gelen net girdiyi işleyerek ağı çıkışı belirleyen fonksiyonlardır. Birleştirme fonksiyonundan gelen çıktı verisi aktivasyon fonksiyonunun girişi olur. Bu değerleri belirli bir sınırın üzerinde tutabilmek için eşik değeri seçilir. Birleştirme fonksiyonu ile gelen bu değerler eşik değerinin üzerinde ise işleme dâhil edilirler [24].

Aktivasyon fonksiyonu tercihinde, sistemin neye ihtiyacı olduğu dikkate alınır. Uygun fonksiyon ağ kullanıcısının denemeleri ile tespit edilir. Karmaşık problemleri çözmek için çoğunlukla doğrusal olmayan ve türevi alınabilen fonksiyonlar tercih edilir. Çeşitli aktivasyon fonksiyonları bulunmakta olup, içlerinden en çok tercih edilenler ise sigmoid aktivasyon fonksiyonu ve hiperbolik tanjant fonksiyonudur.

Sigmoid fonksiyonu

Doğrusal olmayan (non-linear), sürekli, türevi alınabilen, girdi değerleri için [0, 1] arasında değerler üreten fonksiyondur [25]. Karmaşık ve nadir problemlere diğer fonksiyonlardan daha pratik ve hatayı minimuma indirerek çözüm sağladığı için en çok tercih edilen fonksiyondur. Eğer kullanılan sistemde elde edilen ortalama öğrenilmek isteniyorsa sigmoid fonksiyonu tercih edilir [26].



Şekil 3.5. Sigmoid fonksiyonu

$$g(z) = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad (3.3)$$

$$g'(z) = \frac{d}{dz} \frac{1}{1+e^{-z}} = \frac{1}{(1+e^{-z})^2} (e^{-z}) = \frac{1}{1+e^{-z}} \left(1 - \frac{1}{1+e^{-z}}\right) \quad (3.4a)$$

$$g'(z) = g(z)(1 - g(z)) \quad (3.4b)$$

Tanjant hiperbolik fonksiyonu

Sigmoid fonksiyonu ile benzer bir yapıya sahip olan bu fonksiyon, $[-1, 1]$ arasında değer alır. Kullanılacak sistemde elde edilen ortalamada ki sapma öğrenilmek isteniyorsa hiperbolik tanjant fonksiyonu kullanılır [27]. Sigmoid ile farkı daha geniş aralıkta değer alabilmektedir. Bu sayede daha hızlı ve sınıflamada daha geniş bir aralığa sahip olarak, sistemden daha verim almamızı sağlayacaktır [28].

$$f(NET) = \frac{e^{NET} + e^{-NET}}{e^{NET} - e^{-NET}} \quad (3.5)$$

3.4. Yapay Sinir Ağında Öğrenme

Eğitim, gözlem ve hareketlerin doğal yapıda meydana getirdiği davranış değişikliğine öğrenme denir.

Hebb kuralı

En eski öğrenme kurallarındandır. Bütün öğrenme kurallarının temel yapısını oluşturur. Kuralın mantığı, bir hücre aktif ise bağlı olduğu hücreyi de aktif hale getirmeye, pasif ise pasif hale getirmeye çalışmaktadır [28].

Hopfield kuralı

Yapay sinir ağı elemanlarının bağlantılarının ne kadar kuvvetlendirilmesi ya da zayıflatılması gerektiği belirlenir. Bu gereklilik öğrenme katsayısı kullanılarak belirlenir. Öğrenme katsayısı genellikle kullanıcı tarafından atanan 0-1 arasında sabit bir değerdir [28].

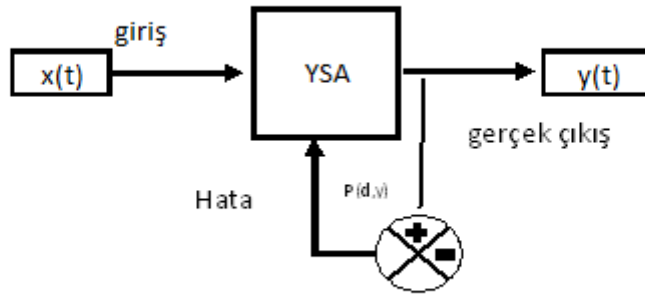
Delta kuralı

Bu kuralda beklenen çıktı ile elde edilen çıktı arasındaki farkı en aza indirmek için ağırlık değerleri sürekli değiştirilir. Buradaki amaç arzu edilen çıkış ile elde edilen çıkış arasındaki hatanın karelerinin ortalamasını en az seviyeye indirmektir [28].

Öğrenme modellerini inceleyecek olursak üç çeşit öğrenme modeli vardır. Danışmanlı öğrenme, danışmansız öğrenme ve takviyeli öğrenmedir.

3.4.1. Danışmanlı öğrenme

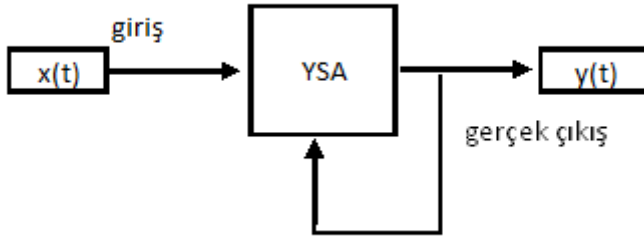
Danışmanlı öğrenme modelinde yapay sinir ağında 1 doğru çıkış verilir. Örnek alınacak bir öğretmene veya danışmana ihtiyaç duyar. Geri besleme algoritması veya delta kuralı bu öğrenme modeli için örnek gösterilebilir.



Şekil 3.6. Danışmanlı öğrenme

3.4.2. Danışmansız öğrenme

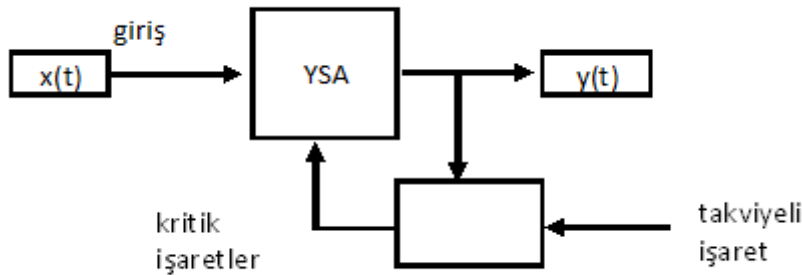
Danışmansız öğrenme yönteminde, ağ çıkış verisine göre sınıflandırma kurallarını kendi kendine geliştirir. İstenilen çıkışın bilinmesine gerek olmaması ile birlikte öğrenme sürecince yalnızca giriş bilgileri verilir. ART veya SOM örnek verilebilir.



Şekil 3.7. Danışmansız öğrenme

3.4.3. Takviyeli öğrenme

Danışmanlı öğrenme ile benzerlikleri bulunan, yakın bir yöntemdir. Ulaşılmak istenilen sonucu vermek için bu sefer kritik işaret üretici konulur. Yapay sinir ağına çıkış değeri verilmemektedir. Çıkış değerlerinin, girişe karşı olumluluğunu değerlendiren bir kıstas bulunmamaktadır. Boltzmann kuralı örnek verilebilir.



Şekil 3.8. Takviyeli öğrenme

Toparlayacak olursak yapay sinir ağı iki temel aşamadan geçer. Bunlardan biri eğitim aşaması ve diğeri test aşamasıdır. Eğitim esnasında, tercih edilen öğrenme algoritması baz alınarak ağırlıklar hesaplanır ve elde edilen değerler ile çıktı değerleri hesaplanır. Test aşamasına geçildiğinde ise ağı karşılaştığı, daha önce teste uğramadığı örneklerden faydalanarak sistem test edilir. Öğrenme algoritması yöntemleri girdiye uygun çıktı belirlemede ve ağların işlem hızını arttırmada önemli rol oynar.

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İki koaksiyel beslemeli hatlı çapraz dipoller yerleştirmiştir. Dipoller üzerine rezonans halkası eklenmiştir. Boğucu halka dipolleri beslemektedir. Çok yollu azaltma sağlamak için dipol etrafına kompakt boğucu halka 25 dB' den daha yüksek FBR, 7 dBi üzeri kazanç geri dönüş kaybında da 10 dB' den düşük çıkmaktadır. Rezonans frekans aralığı 1,17 GHz-1,60 GHz aralığındadır [29].

Sol el iletim hattı kullanılarak tasarlanan koaksiyel beslemeli monopol anten tasarlamıştır Sol el iletim hattı 700 MHz' de tasarlandı. Akım dağılımları hesaplandı. Koaksiyel kablonun dış iletken üzerindeki kaçak akımı baskıladığı görülmüştür [30].

Basit bir boğma halkası yapısıyla kompakt çift modlu dairesel ofset reflektör antenleri için dalga kılavuzu beslemesi önerilmiştir. Dört evreli faz farkıyla dalga kılavuzundaki dalga kılavuzu içindeki modu ve halka içindeki yüksek dereceli modu oluşturur. Ağa ihtiyaç duymadan geniş bir empedans bant genişliği sağlar. Daha yüksek seviyeli modun zararlı etkilerinden izole eder [31].

İsoflux boğucu horn antenleri kullanılarak kazanç artışı hedeflenmiştir. LEO uydu programlarında kullanılmıştır [32].

RFID uygulamaları için mikroişleme tekniğiyle alt taşın dielektrik tabakalarının artırılmasıyla yama antenin kazancını arttırmaktır. Yüksek dielektrik sabitinden olan dezavantajlar, mikroişleme tekniğiyle aşılmıştır. Çok katmanlı alt tabakadaki antenin, tek katmanlı silikon antenle kıyasında maksimum olduğunu, bant genişliği, kazanç ve yönlülüğün geliştirilmiş olduğu saptanmıştır [33].

Rezonans boşluklu bir antenin kazancını arttırmak için basamaklı bir dielektrik üst tabakanın iki seviyeli optimizasyonu yapıldı. Hız kısıtlamalı parçacık sürüsü optimizasyonu algoritması (SMPSO) uygulanmıştır. İşlemde 4,4 dB' den daha fazla kazanç sağlanmıştır [34].

Ultra geniş bant uygulamalarında kullanılması hedeflenen baskılı mikroşerit monopol anten çalışması yapılmıştır. Antenin tasarım ve performans ölçümleri incelenmiş olup altı çeyrek

dalga boyunda şeritler kullanılarak farklı geniş bant ve çok yönlü desen sağlayacak şekilde kombine rezonans frekansı oluşturulmuştur. Tasarlanan bu yapının çalışma frekans band aralığı ise 2,22-15,8 GHz' dir [35].

Üçgen açıklıklı ultra geniş bant monopul anten tasarımı yapılmıştır. Toplam düzlem ve iletken düzlem üzerinde yapılan farklı üçgensel kesitlere oluşan 3,1-14,1 GHz rezonans bantta çalışan ultra geniş bant mikroşerit monopul anten tasarlandı. Üçgensel kesitlerin anten tasarımı ve ışıma örüntüsündeki etkileri işlenmiş 2-6 GHz' de -35 dB, 6-8 GHz' de -58 dB oluşmuş [36].

PCB mikroşerit dipol ve monopul antenlerin kullanıldığı çok portlu sistemlerde metamateryale ile yalıtım iyileştirilmesi yapılmıştır. 2,4 GHz-6 GHz frekansında çalışan dipol antenler ile 2,438 GHz-1,706 GHz frekanslarında çalışan monopul anten tasarlandı. Yalıtımı arttırmak için metamateryale kullanıldı [37].

Sivri uçlu nöronların alıcı alanlar veya yönlendirme kullanan sivri sinir ağlarını (SNN) kullanarak XOR problemini çözümlenmeye çalışılmıştır [38].

Minimum konfigürasyonlu MLP ve ANN modeli kullanılarak XOR problemine çözüm getirilmeye çalışılmıştır [39].

Kuantum devresine göre kronometre nöronlu yeni bir öğrenme modeli sunup, nöron sayısını azaltarak XOR problemi ile öğrenme etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır [40].

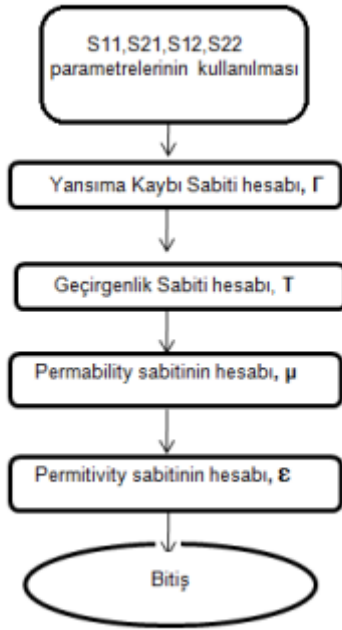
Perceptron ve yarış ağının iki örneği baz alınarak belirsiz bir girişle karşı karşıya kaldıklarında, karşılaştırılan karmaşıklıklardaki her ağ üyesinin gürültü ve yedekli girdiler eklenmesiyle kanallar arasında manipüle edilmesidir [41].

İris çiçeğinin çanak yaprak uzunluğu, genişliği, taç yaprak uzunluğu, genişliği ve türlerini ölçerek yapay sinir ağı yardımıyla sınıflandırması yapılan bir diğer çalışmadır [42].

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1. Nicolson Ross Weir (NRW) Yöntemi

1970 yılında Nicolson, Ross tarafından çalışılan bu yöntem, 1974 yılında Weir tarafından tekrar düzenlenerek esas halini almıştır [43]. Nicolson, Ross ve Weir S_{11} ve S_{21} parametrelerini kullanarak dielektrik sabiti (ϵ) ve manyetik geçirgenlik katsayısının (μ) hesaplanmasına yardımcı olacak bir eşitlik sistemi geliştirmiş olup, malzemedeki örnek uzunluğun yarım dalga boyu ($\lambda/2$) uzunluğunda olmayan TEM mod rezonansları dışındaki frekanslarda daha iyi çalışmaktadır [44]. Bunun sebebi ise bu mod sırasında elektrik alan ve manyetik alan yayılım yönüne diktir [45].



Şekil 5.1. Nicolson Ross Weir algoritması [46]

Yaptıkları çalışmalarda bu iki katsayıyı kullanarak dielektrik sabiti (ϵ) ve manyetik geçirgenlik katsayısının (μ) hesaplanabileceği formülleri de ortaya koymuşlardır [46]. Bu yöntem için geliştirilen eşitlik ise aşağıdaki gibidir.

$$Z_1 = \exp(-\gamma L) \quad (5.1)$$

TEM mod için yansıma katsayısı ile şu şekilde bulunur:

$$\Gamma_1 = \frac{\mu/\gamma - \mu_0/\gamma_0}{\mu/\gamma + \mu_0/\gamma_0} = \frac{z - z_0}{z + z_0} \quad (5.2)$$

Bunun sonucunda dielektrik sabiti (ϵ) ve manyetik geçirgenlik katsayısını (μ) ise şu şekilde buluruz;

$$\mu_r^* = \frac{1 + \Gamma_1}{(1 + \Gamma_1) \zeta \sqrt{\frac{1}{\lambda_0^2} - \frac{1}{\lambda_c^2}}} \quad (5.3)$$

$$\epsilon_r^* = \frac{\lambda_0^2}{\mu_r^*} \left[\frac{1}{\lambda_c^2} - \left[\frac{1}{2\pi L} \ln \left(\frac{1}{z_1} \right) \right]^2 \right] \quad (5.4)$$

Yansıma ve geçme katsayıları ile elde edilen S_{11} ve S_{21} parametreleri aynı zamanda Nicolson Ross Weir eşitliği olarak da anılmaktadır.

$$S_{11} = \frac{(1 - T^2)\Gamma}{1 - \Gamma^2 T^2} \quad (5.5)$$

$$S_{21} = \frac{(1 - \Gamma^2)T}{1 - \Gamma^2 T^2} \quad (5.6)$$

5.2. Zamanda Sonlu Farklar Yöntemi (FDTD)

İlk defa 1966'da Kane YEE tarafından ortaya atıldığı zamanda sonlu farklar yöntemi Maxwell eşitliklerinin zamanda ve uzayda elektrik ve manyetik alan dağılımlarını çözmek için kullanılan sonlu farklar kavramına dayanan sayısal bir tekniktir [44]. Elektromanyetik problemlerin çözümünde de kullanılan [47] bu yöntem 1980'li yılların sonuna gelindiğinde artık kişisel bilgisayarların hız ve kapasitelerindeki büyük artış sayesinde hemen her türlü problemlere uygulanması mümkün olmuştur. Bu yöntem aynı zamanda analitik türev operatörünün sayısallaştırılmasına dayanır [48].

Zamanda sonlu farklar yöntemini kullanırken Maxwell eşitliklerinden Faraday ve Amper yasasını uzay ve zamandan ayırmak için merkezi fark yaklaşımı kullanılır. Bu eşitliklerin diferansiyel formu ise şu şekilde sıralanabilir;

$$\nabla \times \vec{E} = -\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad (5.7)$$

$$\nabla \times \vec{H} = \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (5.8)$$

Yukarıda verilen eşitliklerin üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde skaler eşitlik formunda yazılması sonucunda ortaya konulan bu diferansiyel eşitlikler sistemi, elektromanyetik dalgalar içinde bu yöntemin temelini oluşturmaktadır.

$$\frac{\partial H_x}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} \right) \quad (5.9a)$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} \right) \quad (5.9b)$$

$$\frac{\partial H_z}{\partial t} = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial E_x}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial x} \right) \quad (5.9c)$$

$$\frac{\partial E_x}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} \right) \quad (5.10a)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} \right) \quad (5.10b)$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) \quad (5.10c)$$

5.3. Sonlu İntegrasyon Yöntemi (FIT)

1977 yılında Alman fizikçi Thomas WEILAND tarafından öne sürülen sonlu integrasyon yöntemi, integral formdaki karmaşık Maxwell eşitliklerini doğrusal forma dönüştürerek daha verimli, daha pratik ve doğru bir çözüm vermektedir [49]. Enerjinin korunumu yasasına dayanan bu yöntem elektromanyetik parametrelerini çözüme kavuşturmak için frekans domaini ve uzay koordinatlarından yararlanmaktadır. Aynı zamanda ortamlar arası yüzeyler ve karmaşık problemlere karşı diğer yöntemlere göre daha iyi çözümlene yapması avantaj sağlamaktadır [50]. Sonlu integrasyon yönteminde kullanılan Maxwell eşitliklerini gösterecek olursak;

$$\oint_{\partial V} D \cdot dA = \iiint_V \rho \cdot dV \quad (5.11)$$

$$\oint_{\partial V} B \cdot dA = 0 \quad (5.12)$$

$$\oint_{\partial A} E \cdot dl = \frac{\partial}{\partial t} \iint_A B \cdot dA \quad (5.13)$$

$$\oint_{\partial A} H \cdot dl = \iint_A \left(\frac{\partial}{\partial t} D + J \right) \cdot dA \quad (5.14)$$

5.4. Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM)

Çözümüne ulaştırılması zor olan problemlerin alt problemlere ayrılarak, her birinin daha basit formlarda kendi içinde çözülmesiyle tüm çözüme ulaştıran çözüm şekli [51] olan sonlu elemanlar yöntemi ilk kez 1969 yılında diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonrasında makine, inşaat, elektrik gibi pek çok mühendislik alanında da kullanılmaya devam edilmiştir. Bu yöntem ile istenilen sayıda değişik gerçekçi malzeme ile gerçeğe yakın modeller üretilebilmektedir [52].

5.5. Normalizasyon Yöntemi

Bu yöntem işlenmemiş verilere uygulanarak bu verilerin eğitime sokulabilmesi için birimsiz değerlere dönüştürerek uygun veri tabanını bize sunar [53]. Sigmoid, Max kuralı, log-sigmoid gibi birçok normalizasyon çeşidi vardır [54]. Yapılan çalışmada ise log-sigmoid fonksiyonu kullanılmış olup gerekli formül aşağıda verilmiştir.

$$V_N = 0.8 * \left[\frac{V_R - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \right] + 0.1 \quad [42] \quad (5.15)$$

5.6. Ölçüm Yöntemleri

Sonlu integrasyon tekniği (FIT) tabanlı simülasyon programında tasarlanan yapının üretiminde LPKF-E33 baskı devre cihazı kullanılmıştır. Yayılım parametrelerini tespit etmek için Agilent Technologies N5234A PNA-L Network Analizör cihazı kullanılmıştır. Şekil 5.2' de verilen Vektör Network Analizör cihazının 10 MHz – 43.5 GHz arasında ölçüm kapasitesi

bulunmaktadır.



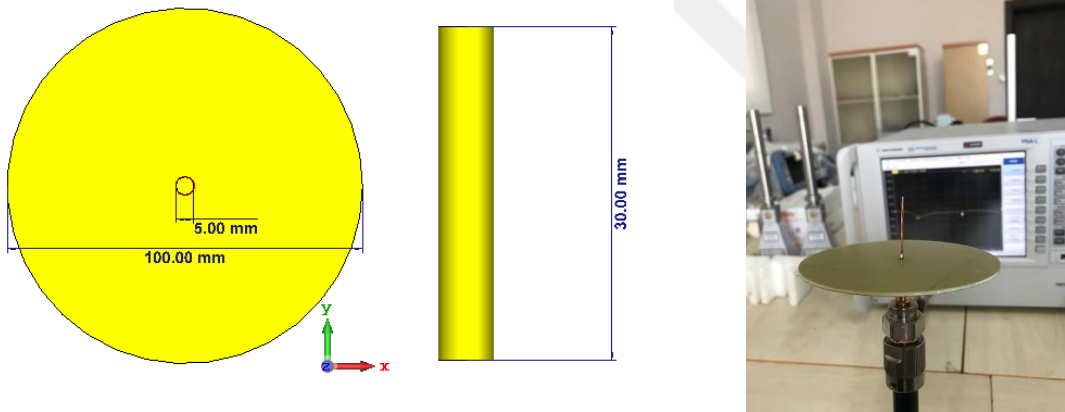
Resim 5.1. Ölçüm sırasında kullanılan vektör network analizör cihazı

6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

6.1. Boğucu Halka (Choking Ring) Yapılı Monopol Anten

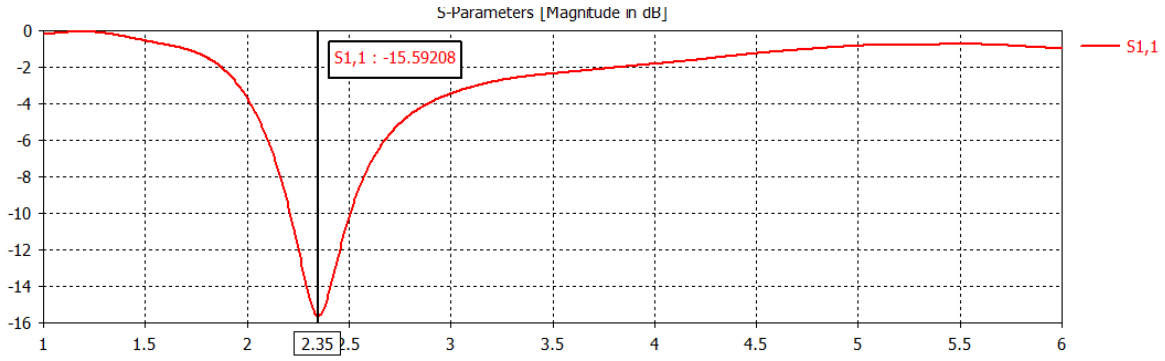
Bu tez çalışması, standart bir monopol (marconi) anten etrafına boğucu halka yerleştirilmesi ile oluşmaktadır. Tasarlanan bu yapı ile geri dönüş kaybı, ışınım örüntüsü (radiation pattern) vb. verilerde iyileştirme ve güçlendirmek amaçlanmış ve 1.5 - 2.5 GHz aralığında çalışması hedeflenmiştir.

Şekil 6.1' de gösterilen monopol antenin boyu 30mm ve yarıçapı 2.5mm olup, alt taşının yarıçapı 50mm, yüksekliği 1mm'dir. Tek port olarak tasarlanan antenin besleme boşluğu ise 0.2 mm'dir. Tüm çalışmalarda materyal olarak 35 µm kalınlığında ve $5.80001 \cdot 10^7$ iletkenliğe sahip bakır cinsi metal tercih edilmiştir.

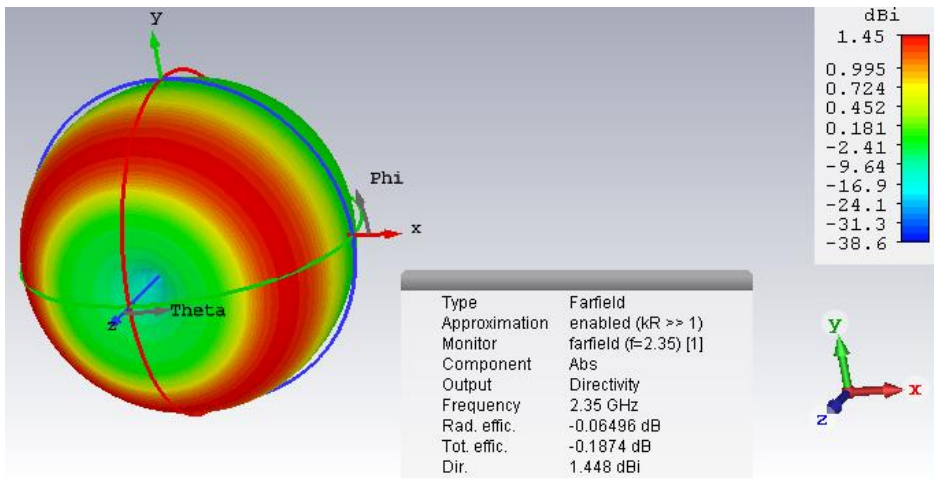


Şekil 6.1. Monopol anten yapısı

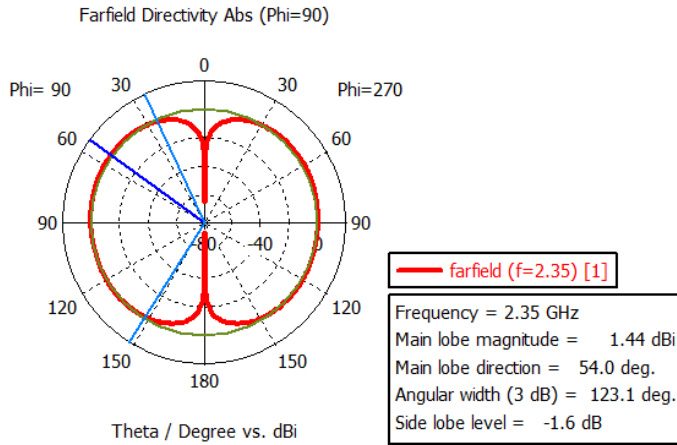
Tasarımı gerçekleştirirken sonlu integrasyon yöntemi (FIT) tabanlı simülasyon programından yararlanılmıştır. Bunun sonucunda Şekil 6.2' de görüldüğü gibi geri dönüş kaybı değerlerinin istenilen frekansta rezonansa girmesi sağlanmış olup aynı zamanda ışınım örüntüsü de gösterilmektedir.



Şekil 6.2. Geri dönüş kaybı simülasyonu sonucu



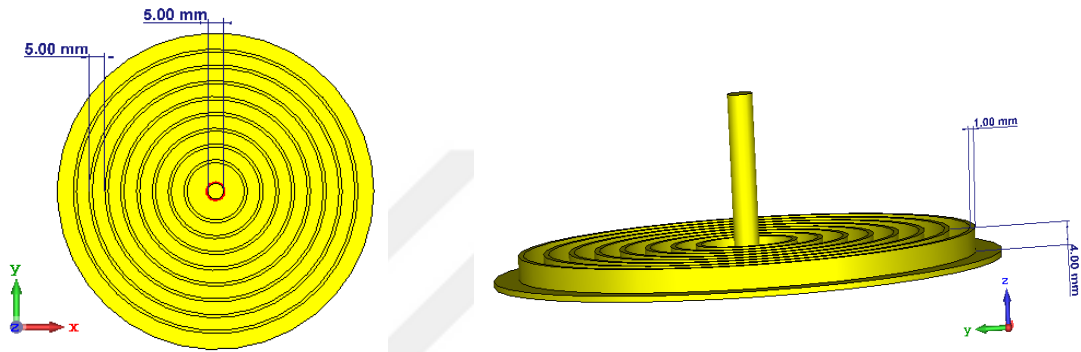
Şekil 6.3. Işıma örüntüsü simülasyonu sonucu



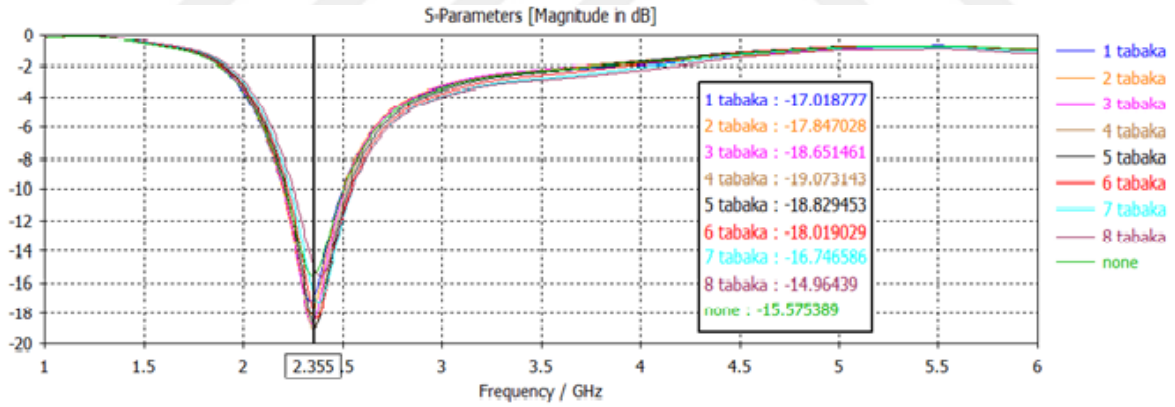
Şekil 6.4. Polarizasyon simülasyonu ölçüm sonuçları

2.34 GHz frekans bandında -15.59 dB geri dönüş kaybı ölçülmüş olup, ışına örüntüsüne baktığımız zaman 1.448 dBi yayılım yaptığı gözlemlenmektedir.

Tasarlanan monopol yapının çalışma karakteristiklerini iyileştirmek için boğma yöntemi uygulanmıştır. Gerçekleştirilen denemelerden biri olan Şekil 6.5’de görüldüğü gibi anten etrafına alt taşa monteli bakır çember plakalar yerleştirilmek istenmiştir. Kalınlıkları 2mm ve boyları 5mm olan bakır plakalar içten dışa doğru birer birer arttırılarak, aralarında 5mm’ lik mesafeler olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her plaka yerleştirilmesiyle simülasyon ölçümleri yapılmış olup maksimum verim alınan noktanın tespiti sağlanmıştır.

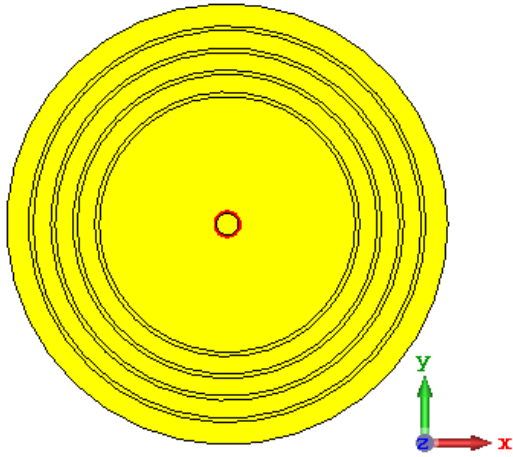


Şekil 6.5. Sekiz adet bakır plaka ile boğma yöntemi uygulanan monopol anten görüntüsü

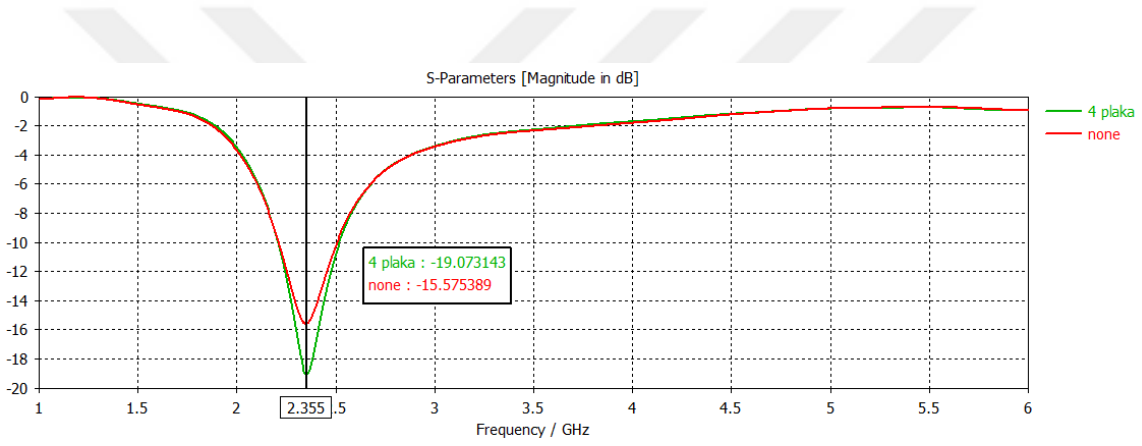


Şekil 6.6. Geri dönüş kaybı (8 plaka)

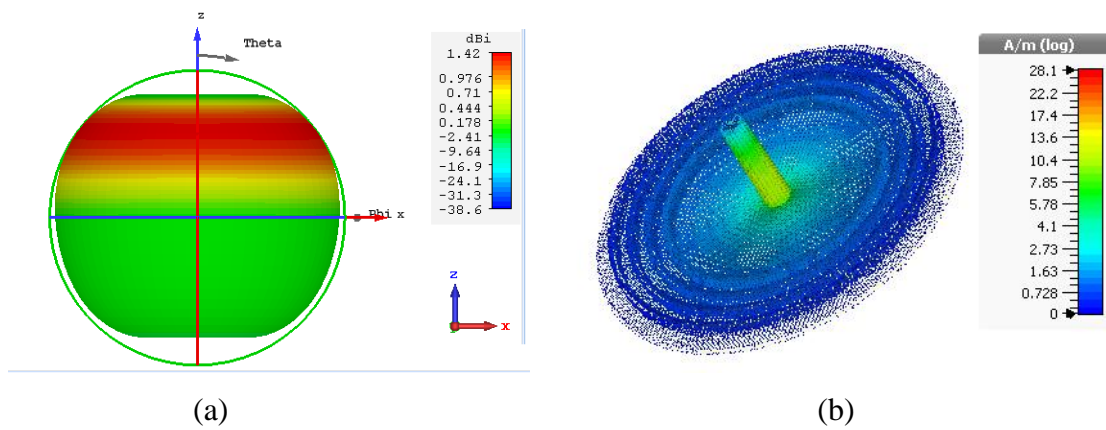
Sekiz adet bakır plaka yerleştirilen bu yapıda maksimum verimliliği Şekil 6.6’da da görüldüğü gibi dördüncü plakada elde etmiş olup, antenden uzaklaştıkça yapının amacından saptığı gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda frekansta kayma olmadığı saptanmış olup, yüzey akım dağılımının maksimum değeri 28.1 A/m olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra antenin yönlülüğü 1.420 dBi olup, kazancı (gain) 1.347 dB’ dir.



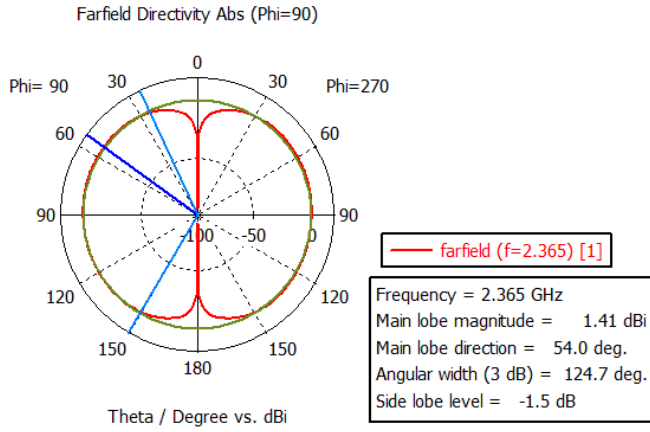
Şekil 6.7. Maksimum verim alınan 4 plakalı yapının simülasyon görüntüsü



Şekil 6.8. Monopol antenin geri dönüş kaybı (S_{11}) (4 plaka)

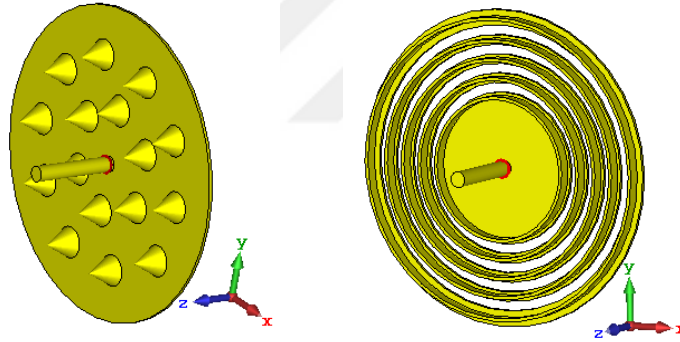


Şekil 6.9. Monopol antenin a) Işıma örüntüsü, b) Yüzey akım dağılımı (4 plaka)



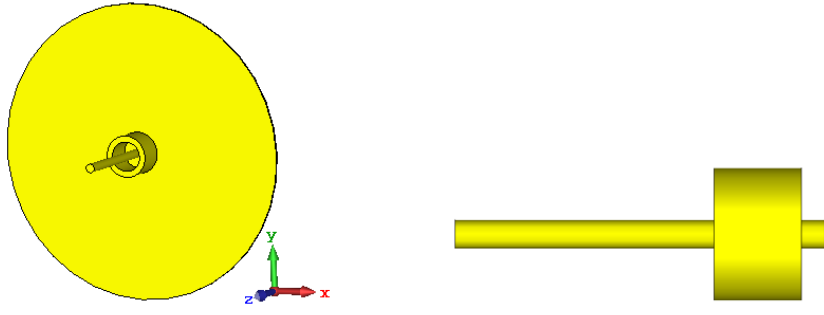
Şekil 6.10. Polarizasyon ölçüm sonuçları (4 plaka)

Uygulanan boğma yöntemini geliştirmek için Şekil 6.11’de görüldüğü gibi çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Nitekim bir önceki tasarımdan elde edilen verim ve kazancın bu yapıların hiçbirinde elde edilememesi üzerine yeni alternatifler aranmıştır.



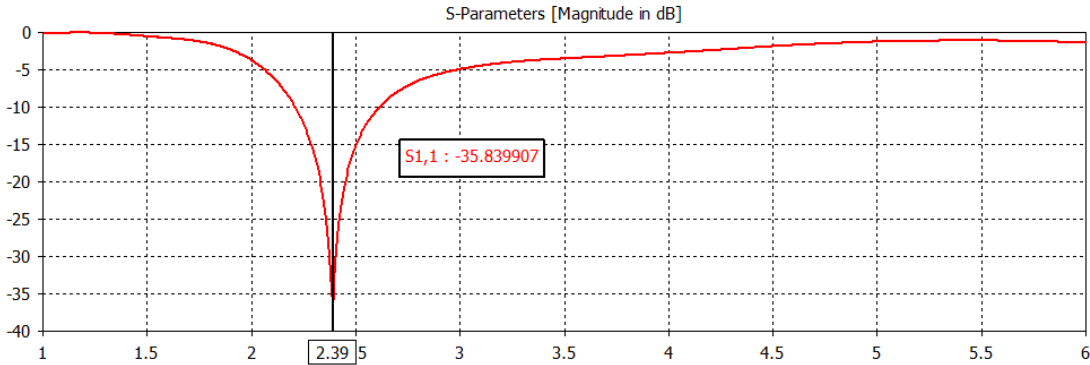
Şekil 6.11. Boğucu yapı denemeleri

Şekil 6.5’ de verilen yapıda kullanılan yöntemin işe yararlığı görülebilmemesine rağmen, antenin çalışma performansına katkısı o kadar büyük olmamıştır. Denemeler sonucunda monopoll antenin etrafına boğucu halka görevi gören bir bakır plaka yerleştirilmiştir. Boğucu halkanın yüksekliği 10mm olup dış yarıçapı 6.5mm, iç yarıçapı ise 4mm olarak verilmiştir. Antene iç uzaklığı 3mm olan boğucu halka alt taştan 2.5mm yukarıya yerleştirilmiştir.

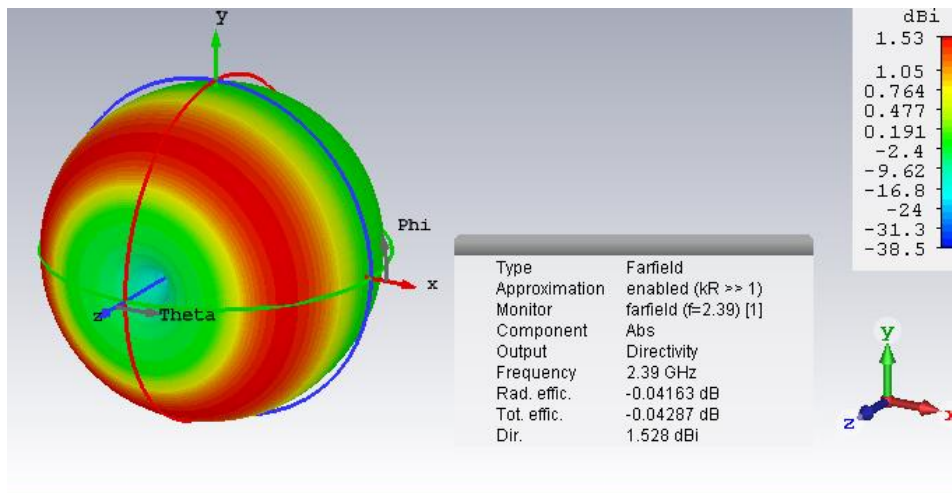


Şekil 6.12. Boğucu halka yapılı monopol antenin simülasyon görüntüsü

Şekil 6.13’de görüldüğü gibi geri dönüş kaybına (S_{11}) baktığımızda frekans bandında kayma olmadan -35.83 dB’ e düşüş gözlemlenmiştir. Şekil 6.2’ de gösterilen sonuç ile kıyaslandığında en az 2 katlık bir yayılım iyileştirmesi görülmektedir. Işıma örüntüsü kontrol edildiğinde 1.448 dBi’ den 1.528 dBi’ ye yükselerek %30’luk bir artış gözlemlenmiştir. Aynı zamanda tek yönlü bir yayılım sergilenmektedir.

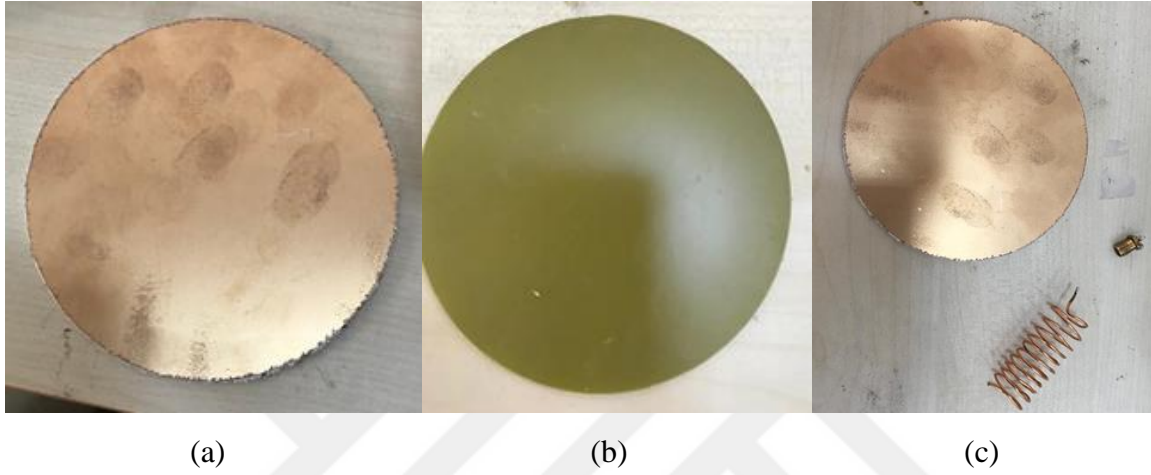


Şekil 6.13. Boğucu halka yapılı monopol antenin geri dönüş kaybı (S_{11})



Şekil 6.14. Boğucu halka yapılı antenin ışınım örüntüsü simülasyon ölçüm sonuçları

Üretim koşullarına uyum sağlamak amacı ile antenin alt taşı simülasyondan farklı olarak FR4 üzerine bakır kaplama şeklinde tasarlanmıştır. Kullanılan FR4'ün kalınlığı 1.6mm, kayıp tanjant açısı 0.025 ve geçirgenlik katsayısı 4.3 değerindedir. Simülasyon ile üretim sonuçları arasında kabul edilebilir oranda olan farklılıklar çalışmanın devamlılığına katkı sağlamaktadır.

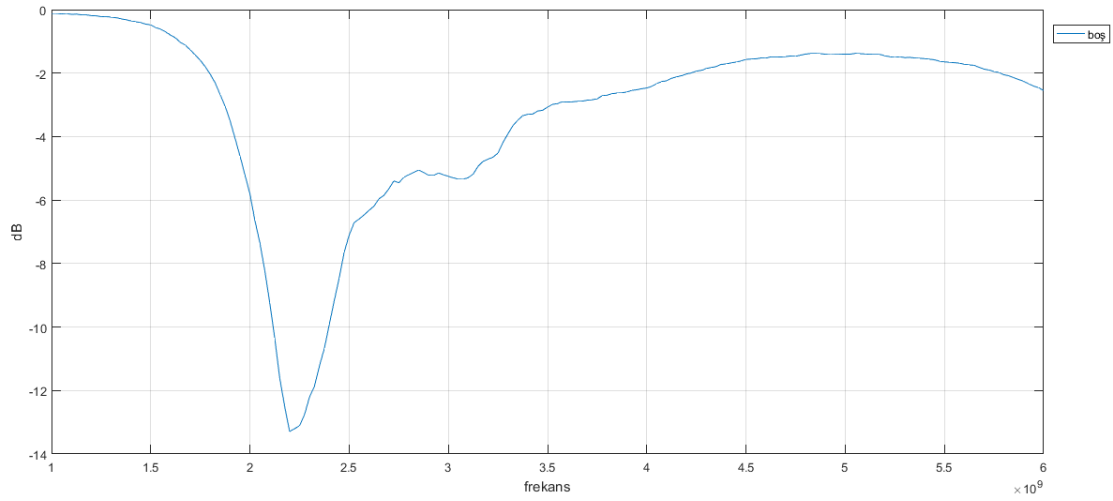


Resim 6.1. Hazırlık aşaması a) Alt taşın bakır yüzeyi, b) Alt taşın FR4 yüzeyi, c) Malzemeler

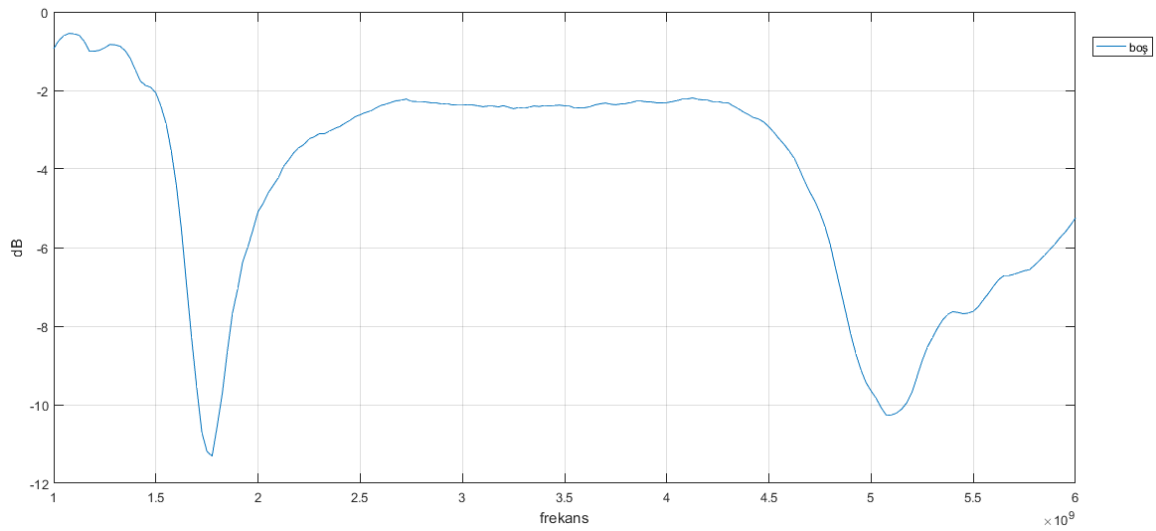
Öncelikle 30mm ve 40mm boyutunda monopol antenlerimizi ürettikten sonra boğucu halkasız olarak ölçüm sonuçları incelendi ve geri dönüş kaybı analizi gerçekleştirildi.



Resim 6.2. Boğucu halkasız monopol anten a) 30mm, b) 40mm



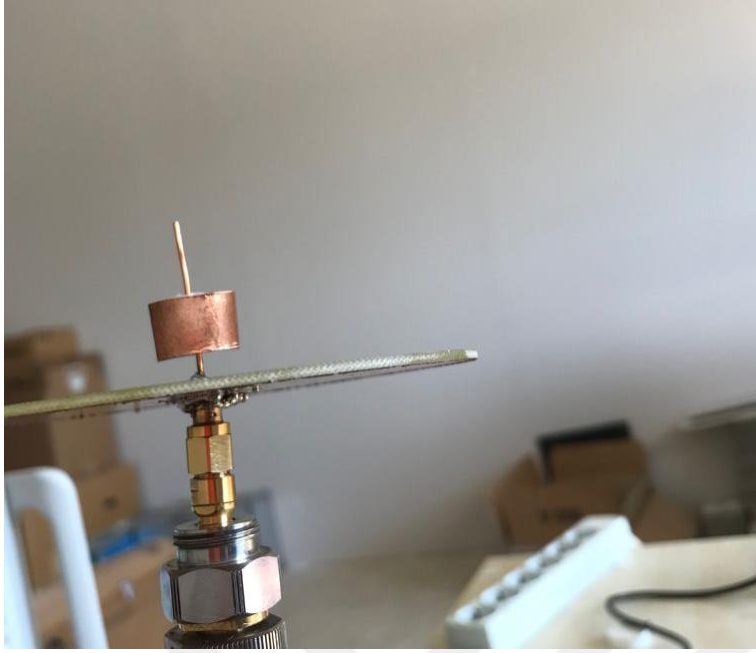
Şekil 6.15. Monopol antenin uzunluğu 30mm iken geri dönüş kaybı



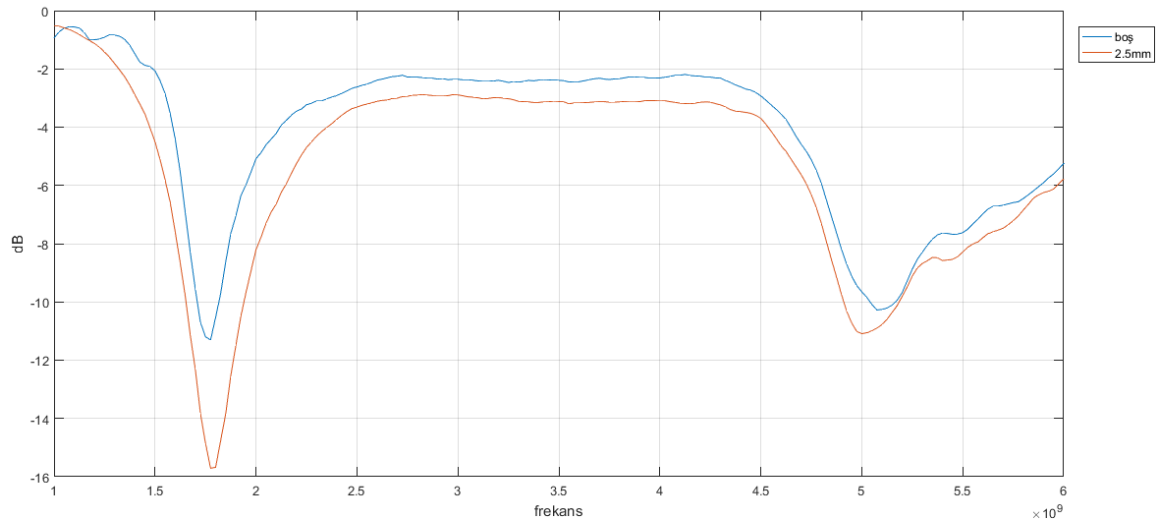
Şekil 6.16. Monopol antenin uzunluğu 40mm iken geri dönüş kaybı

Yapılan ölçümlerde ilk önce anten boyu 40mm olarak seçilmiş ve boğucu halka farklı konumlarda iken anten üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, antenin çalışma frekansı 1.8 GHz olup istenilen frekans bant aralığında (1.5-2.5 GHz) boğucu halka yapısının performansta iyileştirme ve güçlendirme sağladığı görülmüştür. 40mm' lik anten için boğucu halka yapısı 10mm iken yapılan ölçümünde;

Boğucu halka yapısı antenin alt taşından (groundplane) 2.5mm yukarıda iken, geri dönüş kaybını -11dB' den -15.8 dB seviyelerine kadar düşürmekte olup %43.64' lük bir iyileştirme performansı göstermektedir.



Resim 6.3. Boğucu halka (10mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (1.8 GHz)

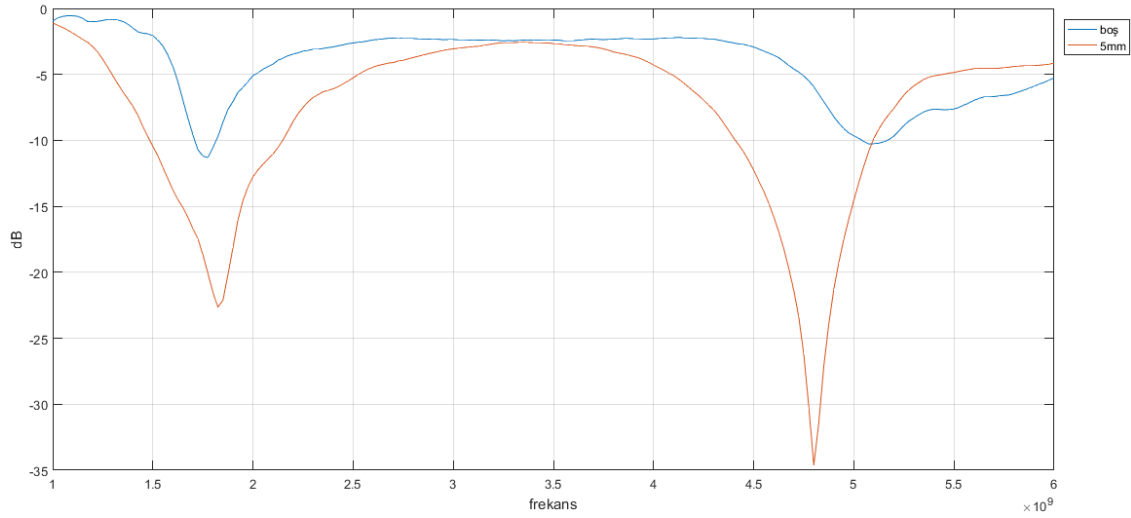


Şekil 6.17. Boğucu halka alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)

Boğucu halka yapısı, alt taştan 5mm yukarıda konumlandırıldığında, antenin geri dönüş kaybında -22 dB seviyelerine kadar düşüş sağlamakta olup neredeyse 2 katı oranında bir iyileştirme performansı göstermektedir.



Resim 6.4. Boğucu halka (10mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (1.8 GHz)

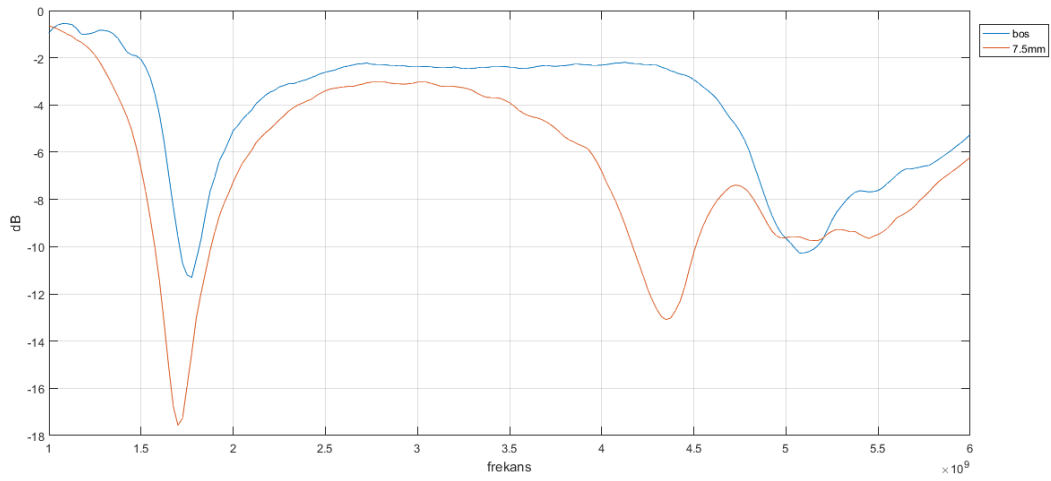


Şekil 6.18. Boğucu halka alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)

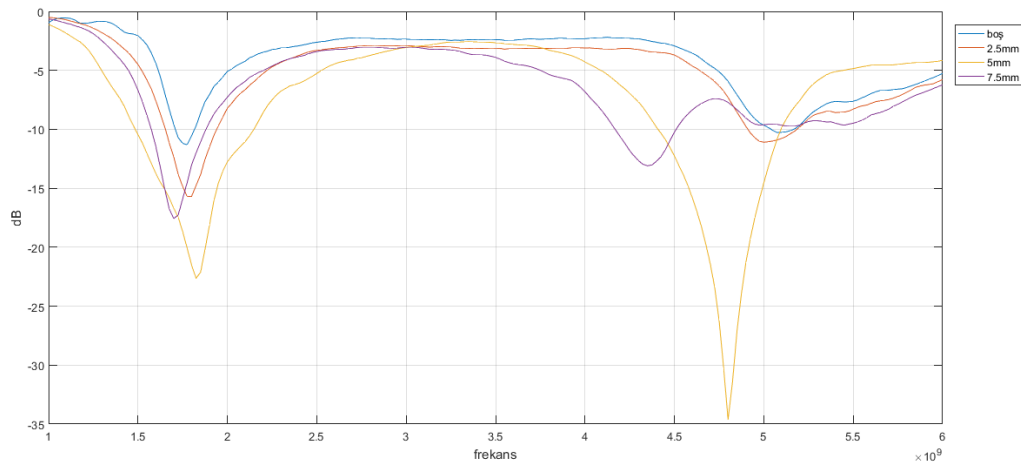
Boğucu halka yapısı antenin alt taştan (groundplane) 7.5mm yukarıda iken, geri dönüş kaybını -11dB' den -17 dB seviyelerine kadar düşürmekte olup %54.54' lük bir iyileştirme performansı göstermektedir.



Resim 6.5. Boğucu halka (10mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (1.8 GHz)



Şekil 6.19. Boğucu halka alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)



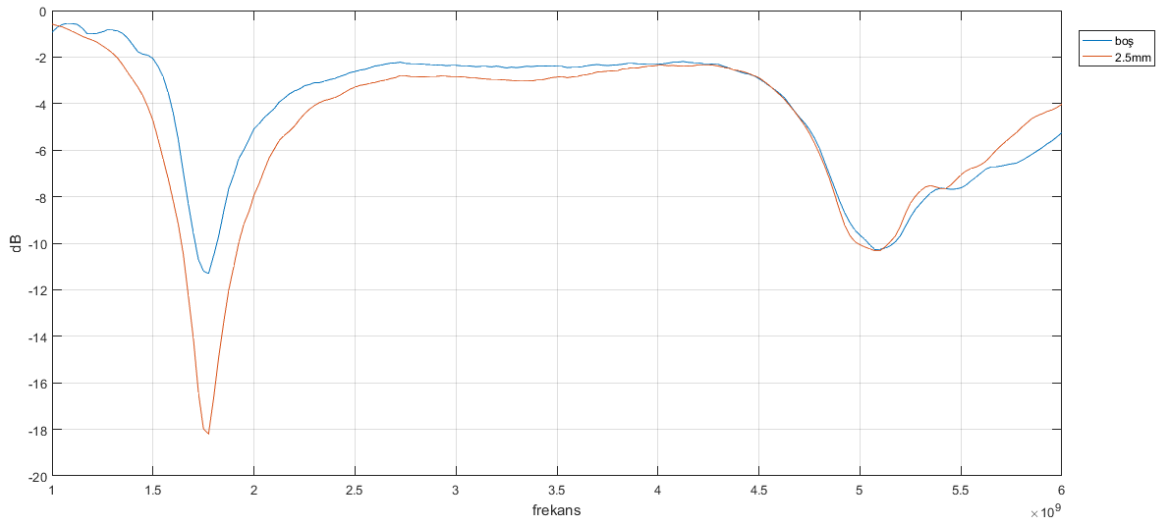
Şekil 6.20. Boğucu halkanın (10mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (1.8 GHz)

Anten boyu 40mm olduğu durumda bu sefer boğucu halkanın boyutu 15mm seçilmiş olup ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Buna göre;

Boğucu halka, alt taştan 2.5mm yukarı konulduğu takdirde geri dönüş kaybını -18 dB seviyelerine düşürmektedir. Böylece anten performansında %63.63' lük bir iyileştirme gerçekleştirilmiştir.



Resim 6.6. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (1.8 GHz)

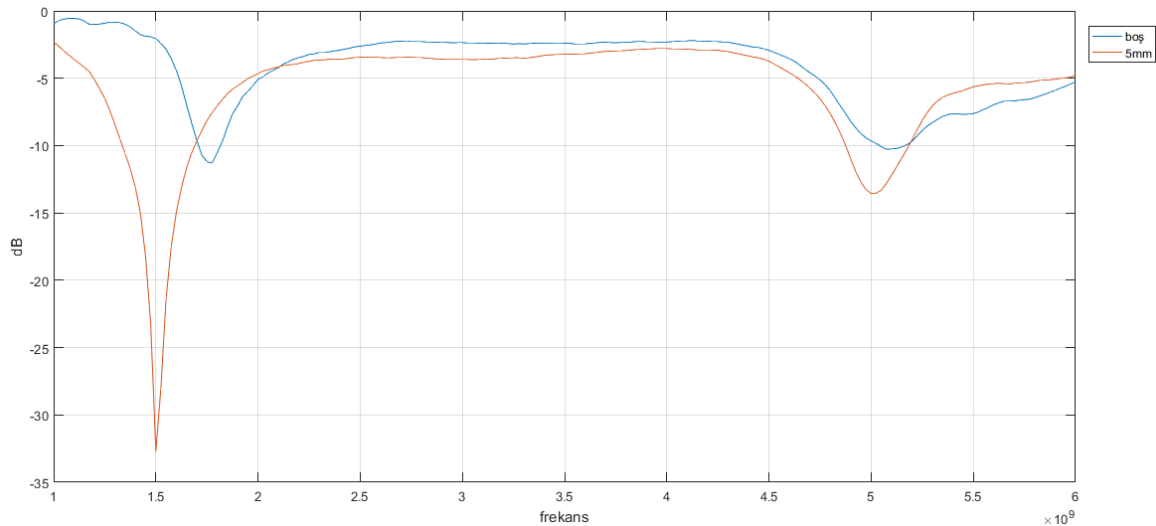


Şekil 6.21. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)

Boğucu halka yapısı, alt taştan 5 mm yukarı yerleştirildiğinde -34 dB seviyelerinde bir geri dönüş kaybı sağlamaktadır ancak frekansında kayma meydana getirmiştir. %200' lük bir performans artışı göstermektedir.



Resim 6.7. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (1.8 GHz)



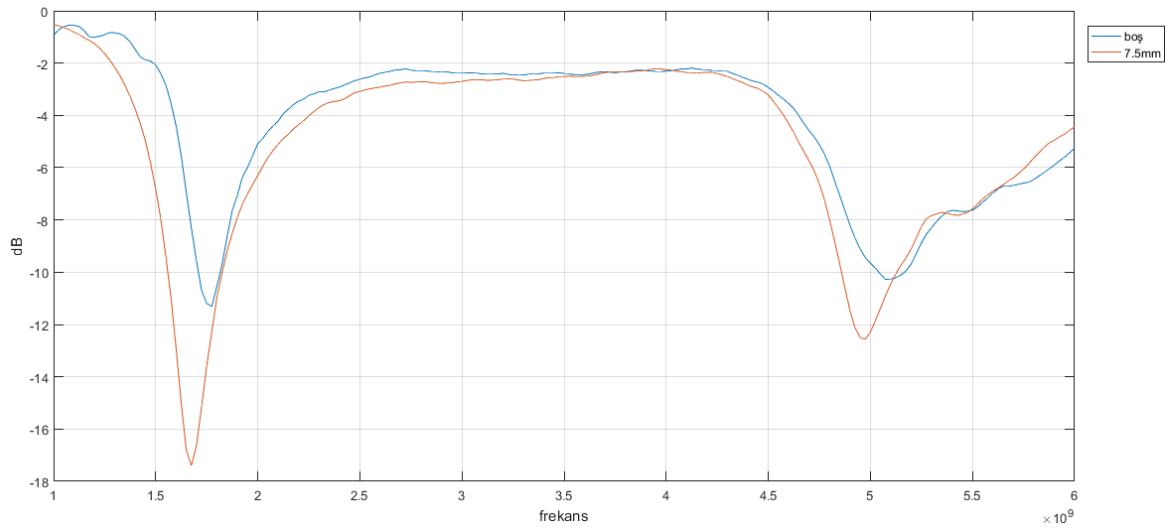
Şekil 6.22. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)

Boğucu halka yapısını, alt taşa 7.5mm yukarı yerleştirdiğimiz zaman geri dönüş kaybını -17 dB' lere düşürmektedir. %54 'lük bir performans artışı sağlamaktadır ve frekans bandını

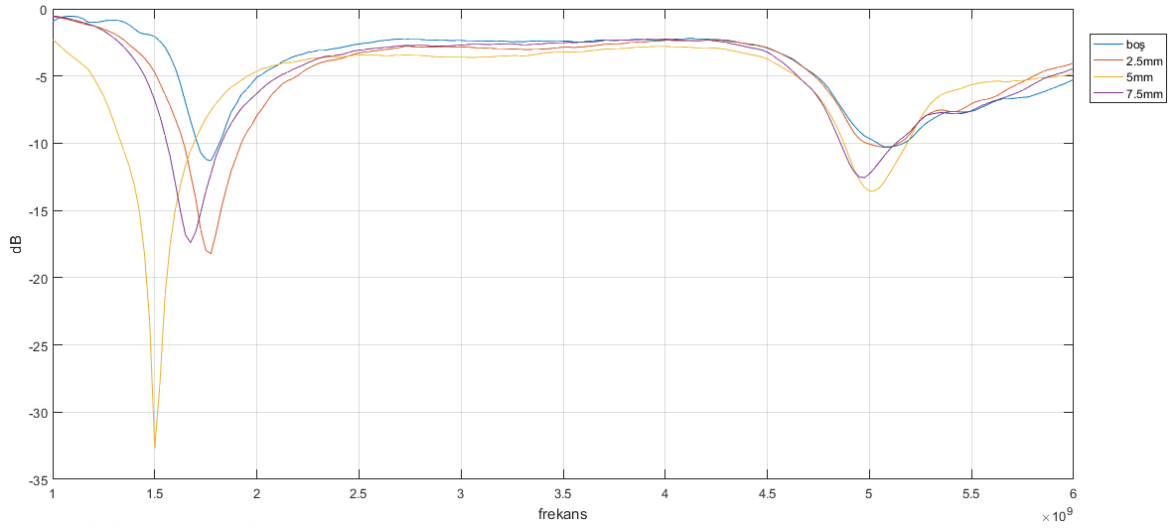
tek bant iken çift bant aralığına dönüştürmektedir.



Resim 6.8. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (1.8 GHz)



Şekil 6.23. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (1.8 GHz)



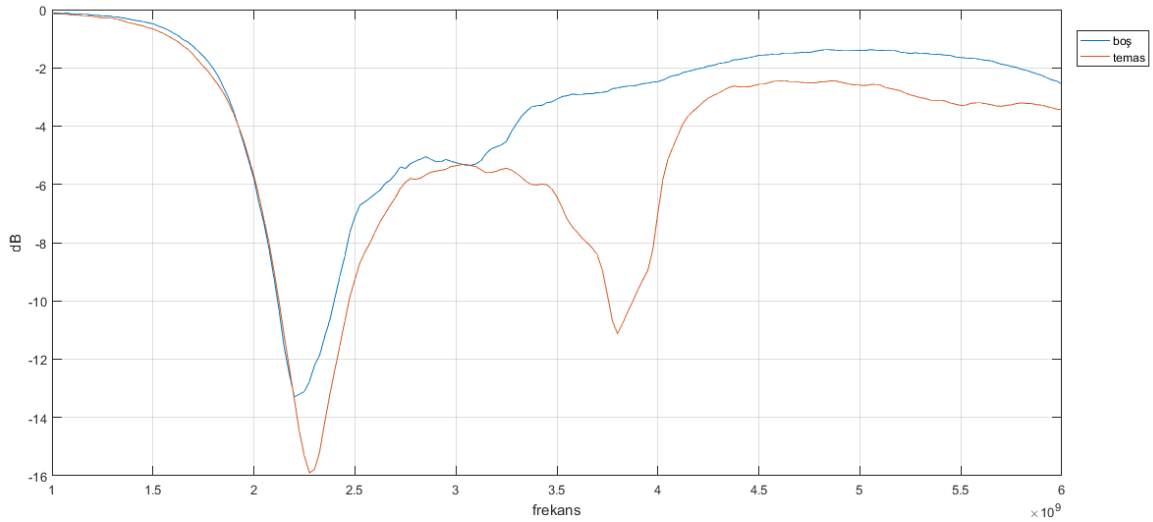
Şekil 6.24. Boğucu halkanın (15mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (1.8 GHz)

Anten boyu 30mm olduğu durumdaki ölçüm sonuçları elde edildikten sonra anten boyu değiştirilerek boğucu halkanın işlevselliğinin devam edip etmediği kontrol edilmiştir. Anten boyu 30mm yapılmış olup bunun sonucunda antenin çalışma frekansı 2.28 GHz olmuş olup, istediğimiz frekans bandı aralığında çalışması sağlanmıştır. Bunun sonucunda boğucu halka uzunluğu 10mm iken elde edilen geri dönüş kaybı (S_{11}) değer sonuçları aşağıda verilmiştir.

Boğucu halka yapısı, alt taşa temas halinde iken geri dönüş kaybını -15 dB seviyesine düşürmektedir. %15.38 'lik bir performans artışı sağlamaktadır ve frekans bandını tek bant iken çift bant aralığına dönüştürmektedir.



Resim 6.9. Boğucu halka (10mm) alt taşta temas halinde iken (2.28 GHz)

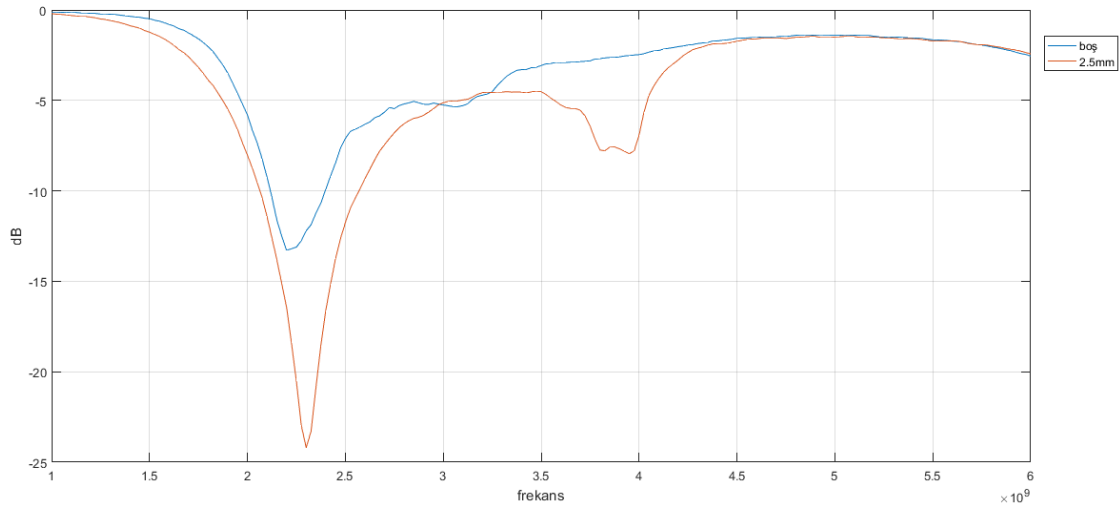


Şekil 6.25. Boğucu halka (10mm) alt taşta temas halinde iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)

Boğucu halka yapısı, alt taştan 2.5 mm yukarı yerleştirildiğinde -24 dB seviyelerinde bir geri dönüş kaybı sağlamaktadır ancak frekansında kayma meydana getirmiştir. %84.62' lik bir performans artışı göstermektedir.



Resim 6.10. Boğucu halka (10mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (2.28 GHz)

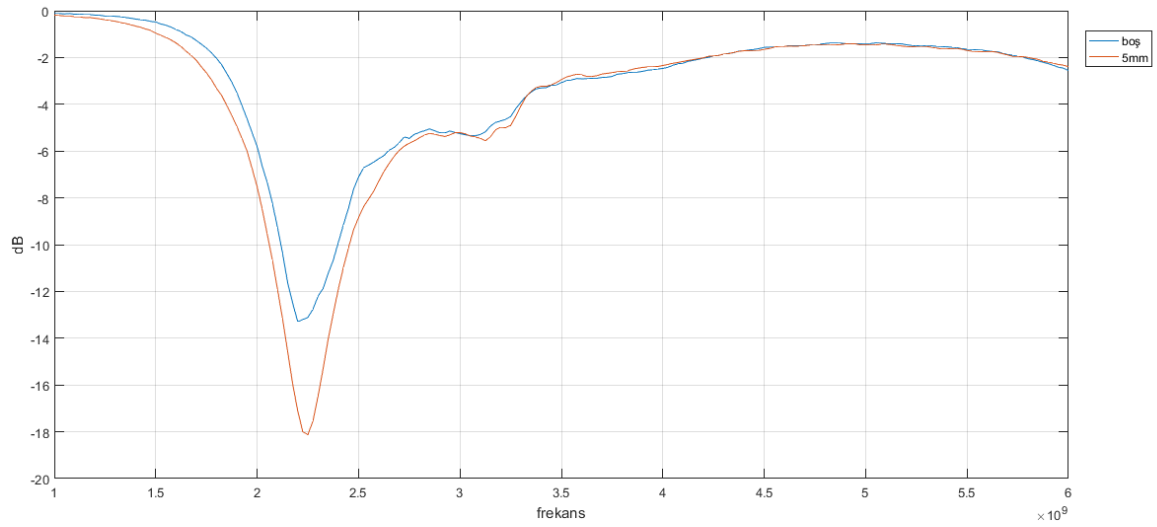


Şekil 6.26. Boğucu halka (10mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)

Boğucu halka yapısı, alt taştan 5 mm yukarı yerleştirildiğinde -18 dB seviyelerinde bir geri dönüş kaybı sağlamaktadır ancak frekansında kayma meydana getirmiştir. %38.46' lık bir performans artışı göstermektedir.

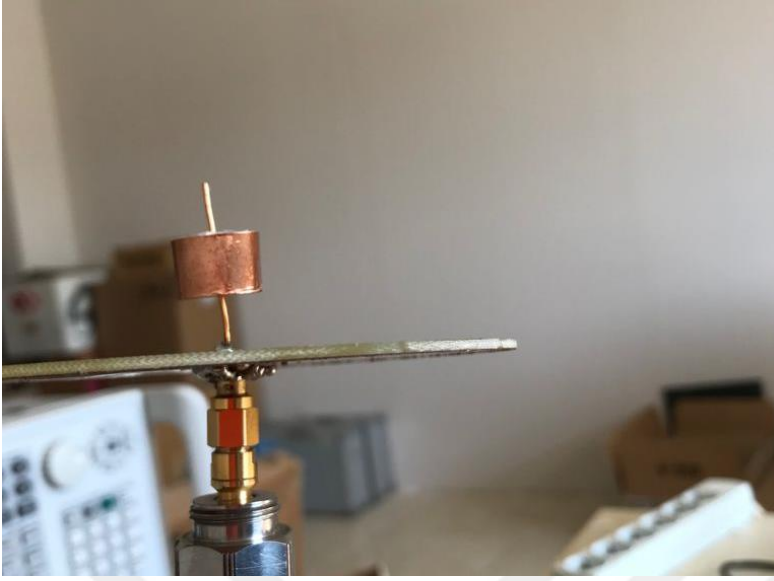


Resim 6.11. Boğucu halka (10mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (2.28 GHz)

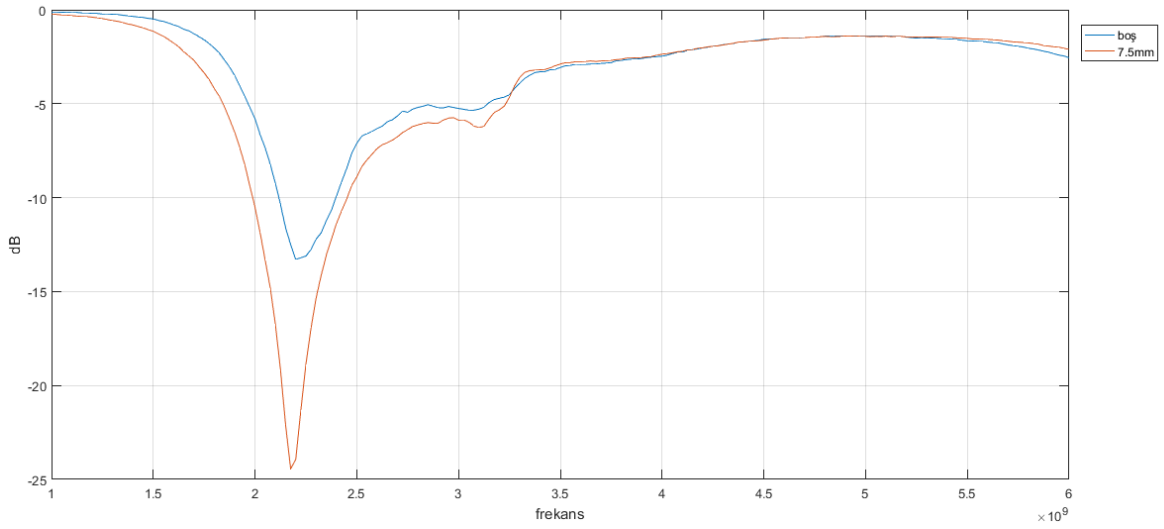


Şekil 6.27. Boğucu halka (10mm) alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)

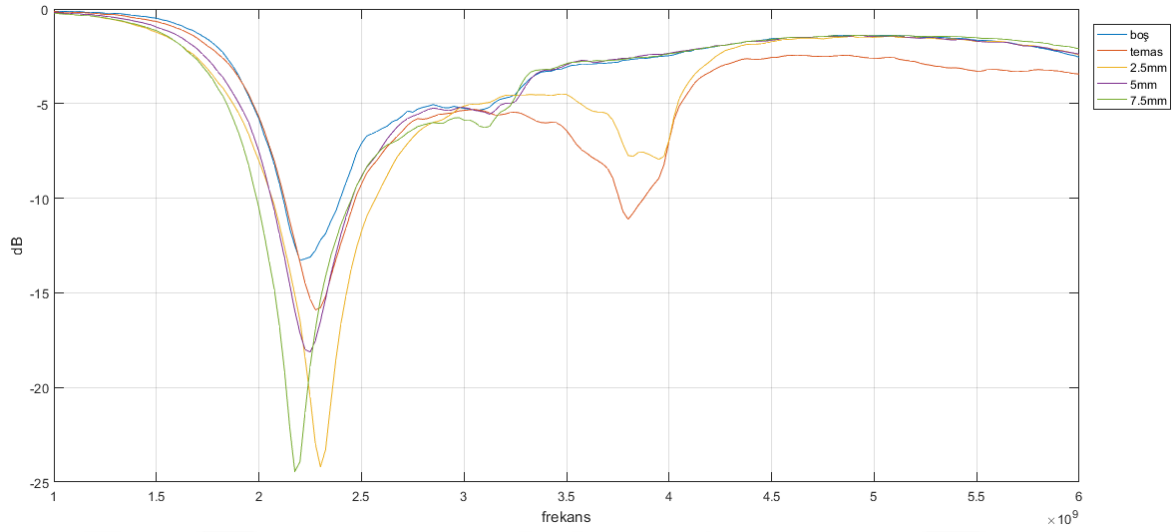
Boğucu halka yapısı, alt taştan 7.5 mm yukarı yerleştirildiğinde -24 dB seviyelerinde bir geri dönüş kaybı sağlamaktadır ancak frekansında kayma meydana getirmiştir. %84.61' lik bir performans artışı göstermektedir.



Resim 6.12. Boğucu halka (10mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (2.28 GHz)



Şekil 6.28. Boğucu halka (10mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)



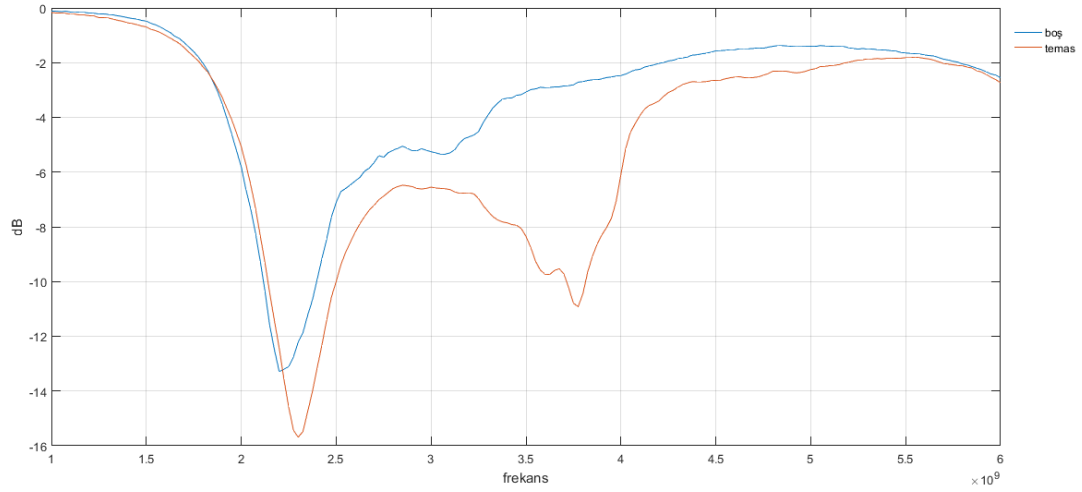
Şekil 6.29. Boğucu halkanın (10mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (2.28 GHz)

Anten boyu 30mm olduğu durumda bu sefer boğucu halkanın boyutu 15mm seçilmiş olup ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Buna göre;

Boğucu halka yapısı, alt taşta temas halinde iken -13 dB' den -15 dB seviyelerinde bir geri dönüş kaybı sağlamaktadır ancak frekansında kayma meydana getirmiştir. %15.38' lik bir performans artışı göstermektedir.



Resim 6.13. Boğucu halka (15mm) alt taşta temas halinde iken (2.28 GHz)

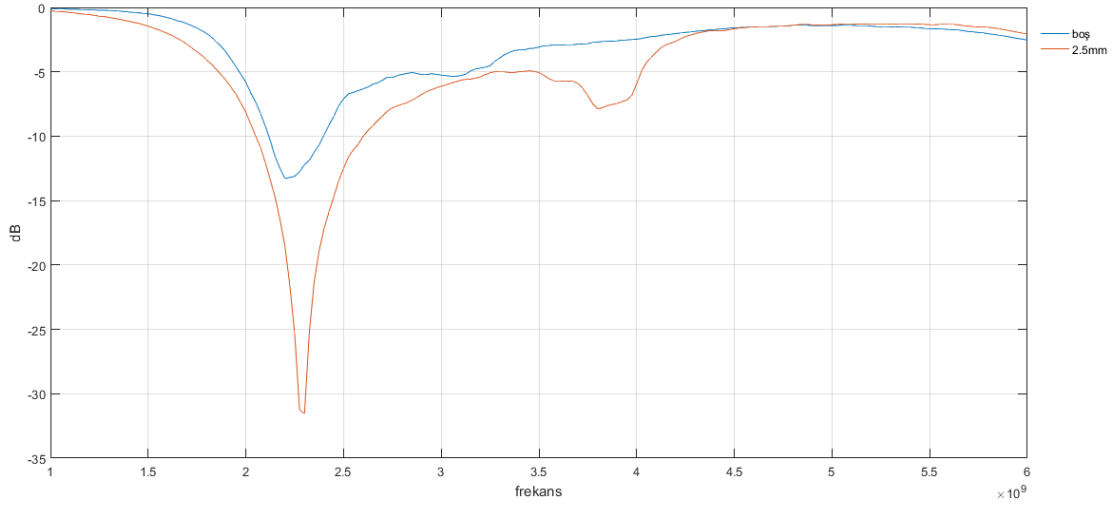


Şekil 6.30. Boğucu halka (15mm) alt taşta temas halinde iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)

Boğucu halka yapısı antenin alt taşından 2.5mm yukarıda iken, geri dönüş kaybını yaklaşık -32 dB seviyelerine kadar düşürmekte olup neredeyse %146'lık bir iyileştirme performansı göstermektedir.



Resim 6.14. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken (2.28 GHz)

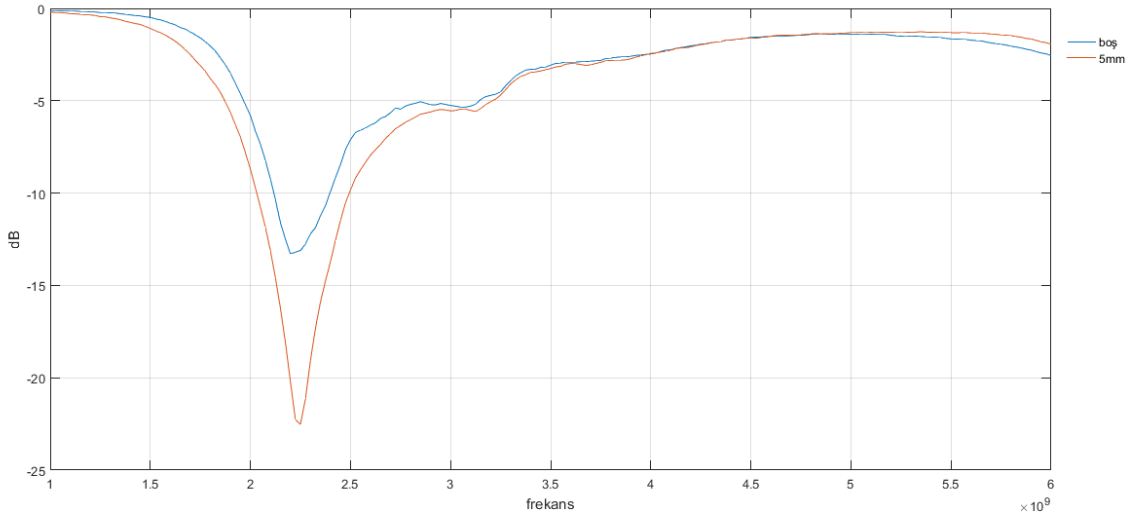


Şekil 6.31. Boğucu halka (15mm) alt taştan 2.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)

Boğucu halka yapısı, alt taştan 5 mm yukarı yerleştirildiğinde -23 dB seviyelerinde bir geri dönüş kaybı sağlamaktadır ancak frekansında kayma meydana getirmiştir. %76.92' lik bir performans artışı göstermektedir.



Resim 6.15. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken (2.28 GHz)

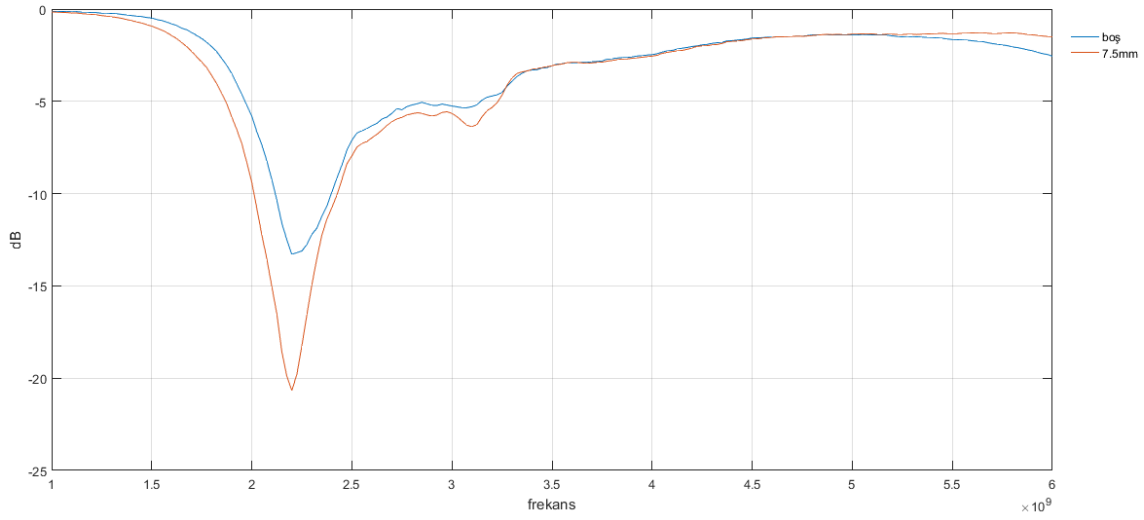


Şekil 6.32. Boğucu halka (15mm) alt taştan 5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)

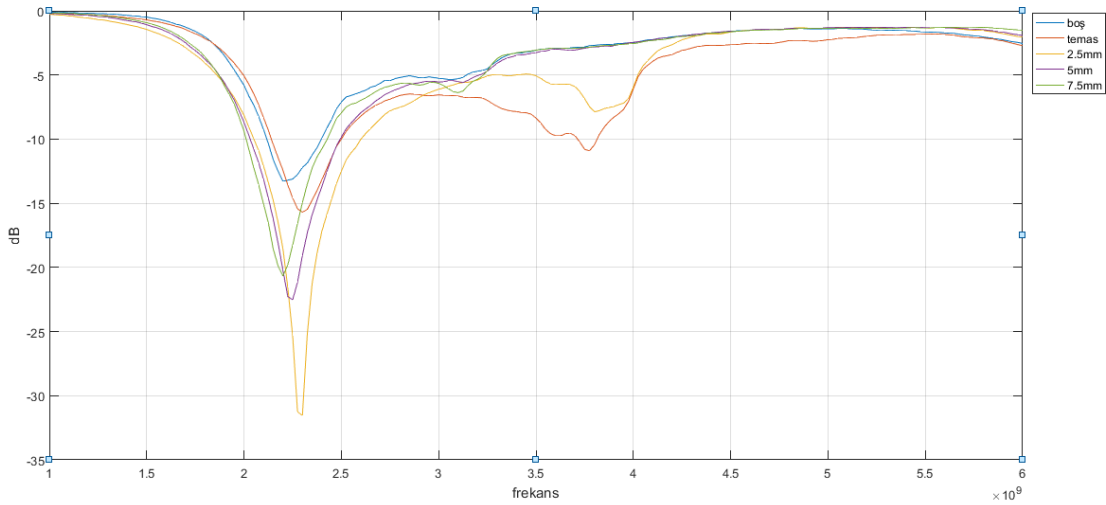
Boğucu halka yapısı, alt taştan 7.5 mm yukarı yerleştirildiğinde -20 dB seviyelerinde bir geri dönüş kaybı sağlamaktadır ancak frekansında kayma meydana getirmiştir. %53.84' lük bir performans artışı göstermektedir.



Resim 6.16. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken (2.28 GHz)



Şekil 6.33. Boğucu halka (15mm) alt taştan 7.5mm yukarıda iken ölçüm sonuçları (2.28 GHz)

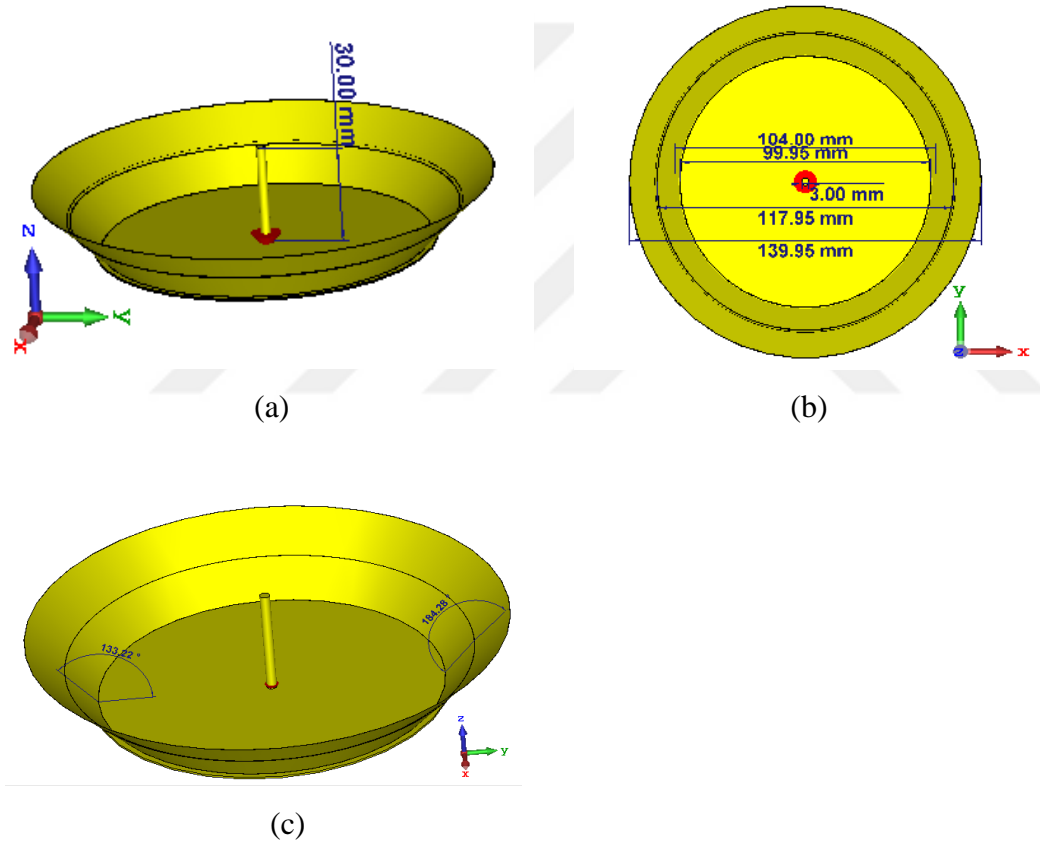


Şekil 6.34. Boğucu halkanın (15mm) tüm konumlarındaki sonuçlarının kıyaslaması (2.28 GHz)

6.2. Çift Plakalı Monopol Anten Yapısı

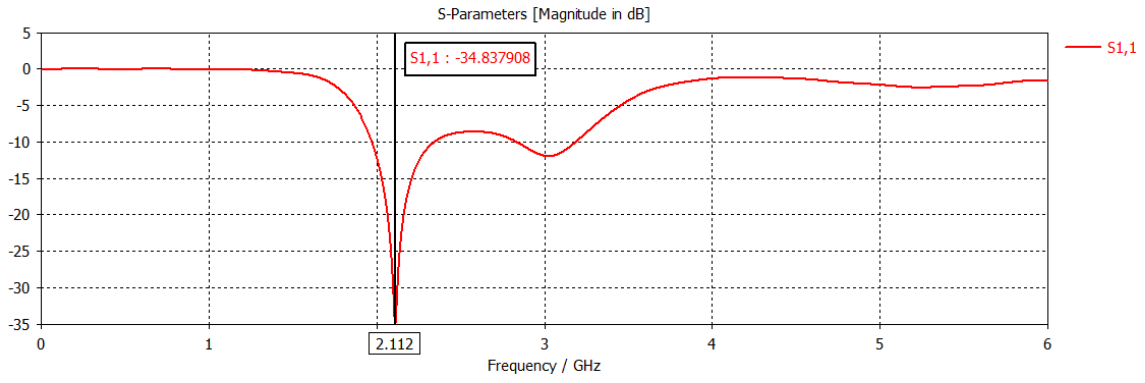
Önerilen diğer çalışmamız, alt taşı (groundplane) etrafına iki sıra üst üste olacak şekilde plaka yerleştirilerek bir çanak görünümü oluşturulan monopol antenin, farklı açılarda elde edilen S_{11} geri dönüş kaybı değerlerini XOR işlemi uygulanarak tasarlanan yapay sinir ağına öğretmektir. Bu çalışma ile, yerleştirilen plakaların farklı açılarla konumları değiştirilerek

tek frekans bandında çalışan bir monopol antenin, aynı mekanizma üzerinde birden fazla frekansta aynı verimlilikle çalışması amaçlanmıştır. Tasarlanan yapının temel ölçülerine bakıldığında, monopol antenin yüksekliği 30 mm, yarıçapı 1.5 mm, alt taşın yarıçapı 52 mm, yüksekliği 0.5 mm, besleme boşluğu 0.2 mm, özdeş plakaların boyları 10 mm, derinlikleri 0.05 mm'dir. Plakaların alt taş ve birbirlerine tam uyumlu şekilde oturması için alt plakanın alt yarıçapı 50mm, üst yarıçapı 60 mm, üst plakanın alt yarıçapı 59 mm ve üst yarıçapı 70 mm olarak verilmiştir. 1. plakanın alt taş ile oluşturduğu açı 133.22°, iki plaka arasındaki açı ise 184.28° olarak ölçülmüştür. Tasarlanan çanak yapısının simülasyon görüntüsü ve boyutları Şekil 6.35'de verilmiştir.

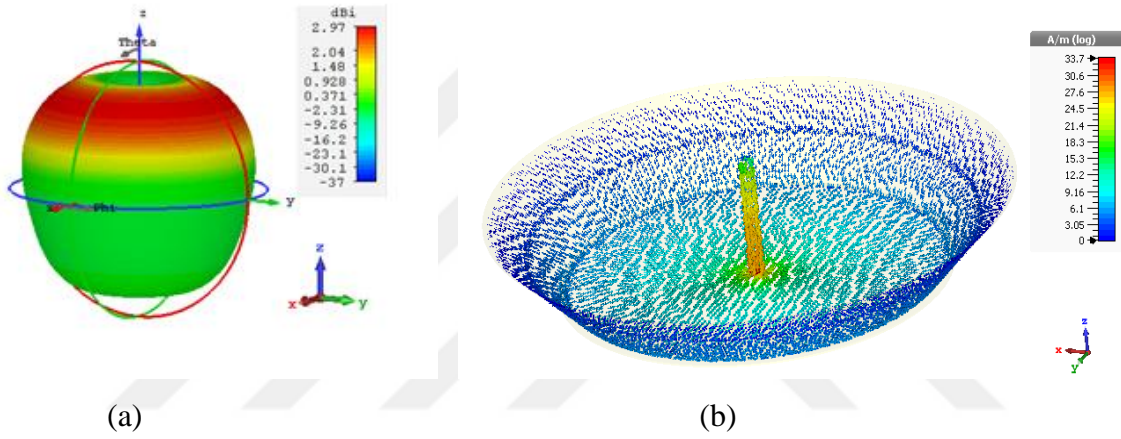


Şekil 6.35. Çift plakalı monopol anten yapısı a) Anten boyu, b) Uzunluk ölçüleri, c) Açı değerleri

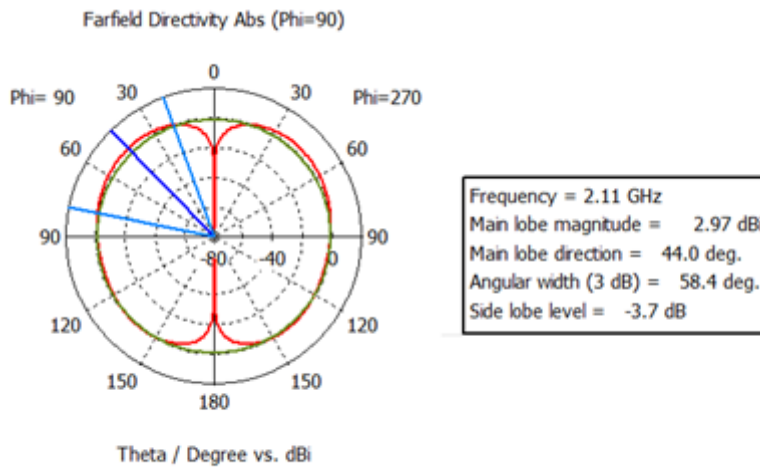
İki kanatlı monopol anten yapısı, sonlu integrasyon tekniği (FIT) tabanlı simülasyon programında tasarlanmış ve incelenmiştir. Bunun sonucunda yapının geri dönüş kaybı (S_{11}) -34.83 dB olup, rezonans frekansının 2.1 GHz olduğu tespit edilmiştir. Yüzey akım dağılımının maksimum değeri 33.7 A/m olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra tasarlanan yapının yönlülüğü 2.969 dBi olup, kazancı (gain) 2.984 dB olarak ölçülmüştür.



Şekil 6.36. Çift plakalı monopol anten yapısının geri dönüş kaybı



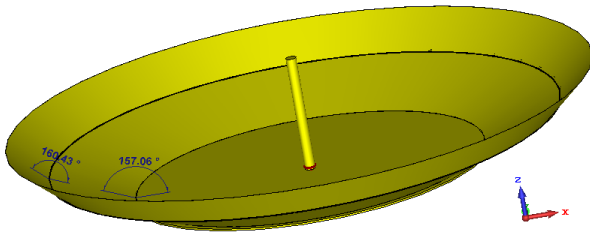
Şekil 6.37. Çift plakalı monopol anten yapısı a) Işıma örüntüsü (radiation pattern),
b) Yüzey akım dağılımı



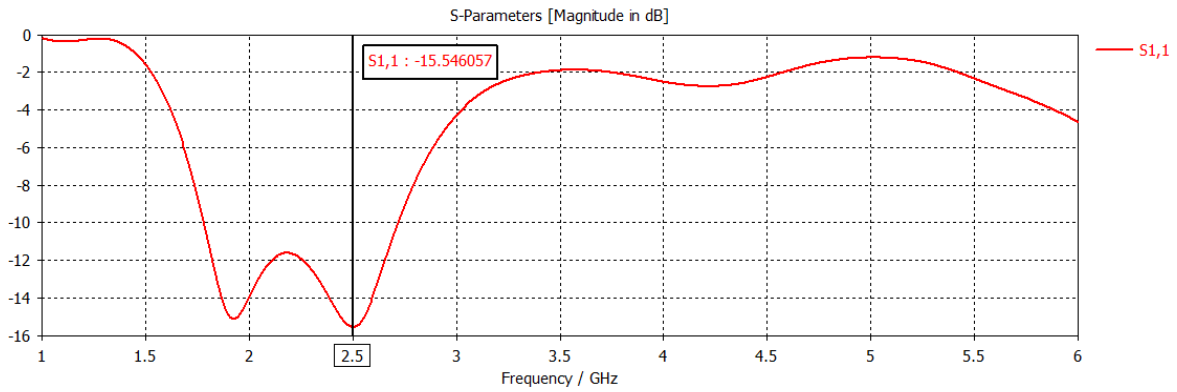
Şekil 6.38. Çift plakalı monopol anten yapısının polarizasyon sonuçları

Antenin istenilen çalışma performansını sağlayıp sağlamadığını tespit edebilmek için plakaların konumları değiştirilmiştir. Sırasıyla 1. plaka sabit tutularak 2. plakanın açısı değiştirildi, daha sonrasında 2. plaka sabit tutulup 1. plakanın açısı değiştirildi en sonunda da iki plaka birlikte açıları değiştirilerek simülasyon ölçümleri gerçekleştirildi.

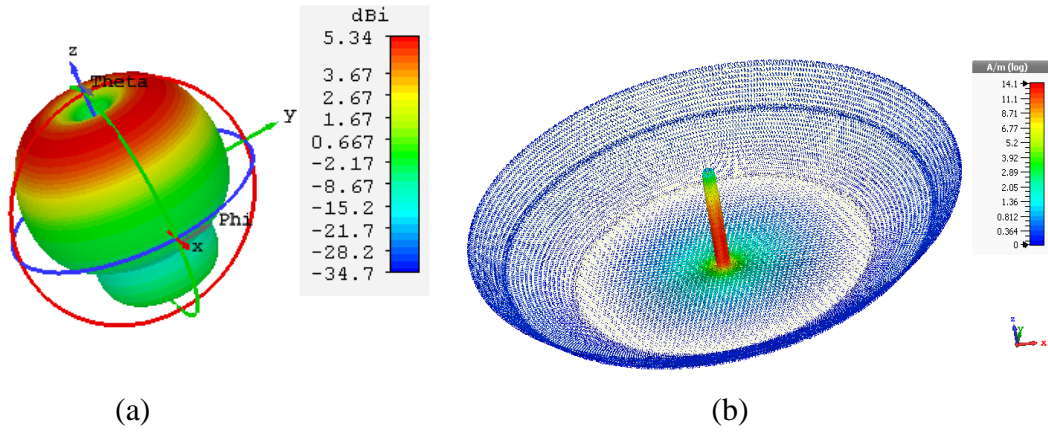
Alt taş ile 1. plaka arasındaki açı 157.06° , 1. plaka ve 2. plaka arasındaki açı 160.43° yapılarak antenin simülasyon ölçümleri yapılmıştır. Bunun sonucunda 2 GHz’de çalışan anten yapısının frekansının 2.5 GHz’e kaydığı tespit edilmiştir. Geri dönüş kaybı -15.54 dB olarak hesaplanmış olan yapının yüzey akım dağılımının maksimum değeri 14.1 A/m olarak hesaplanmıştır. Antenin yönlülüğü 5.336 dBi ve kazancı 5.326 dB olarak hesaplanmış olup antenin performansında bozulma olmadan çalışabildiği tespit edilmiştir.



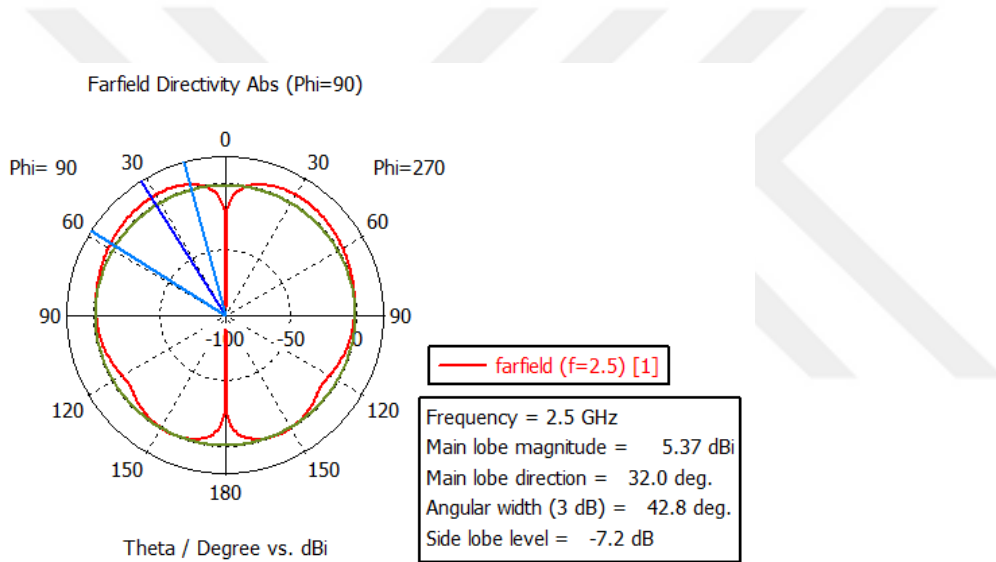
Şekil 6.39. Plaka açıları sırasıyla 157.06° ve 160.43° iken anten görüntüsü



Şekil 6.40. Geri dönüşüm kaybı (157.06° - 160.43°)

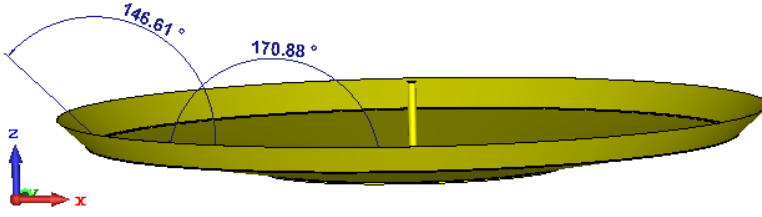


Şekil 6.41. Plaka açıları değiştirilen antenin a) Işıma örüntüsü, b) Yüzey akım dağılımı (157.06°-160.43°)

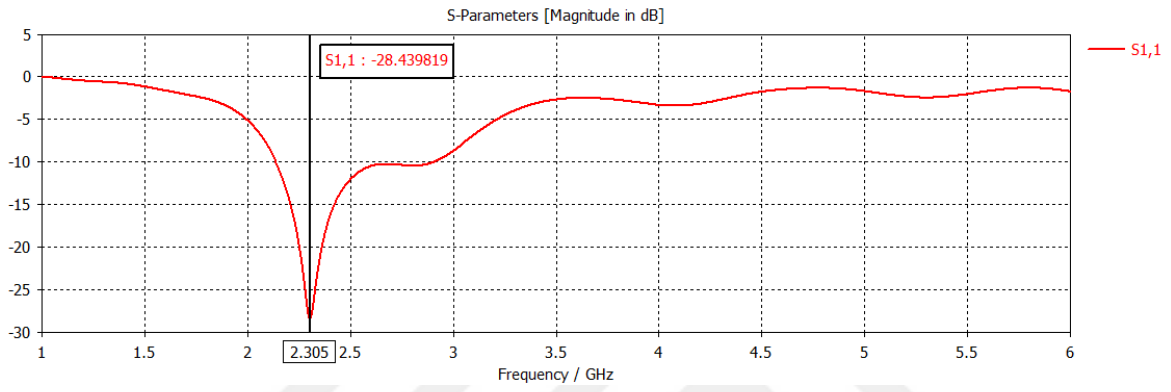


Şekil 6.42. Plaka açıları değiştirilen antenin polarizasyon sonuçları (157.06°-160.43°)

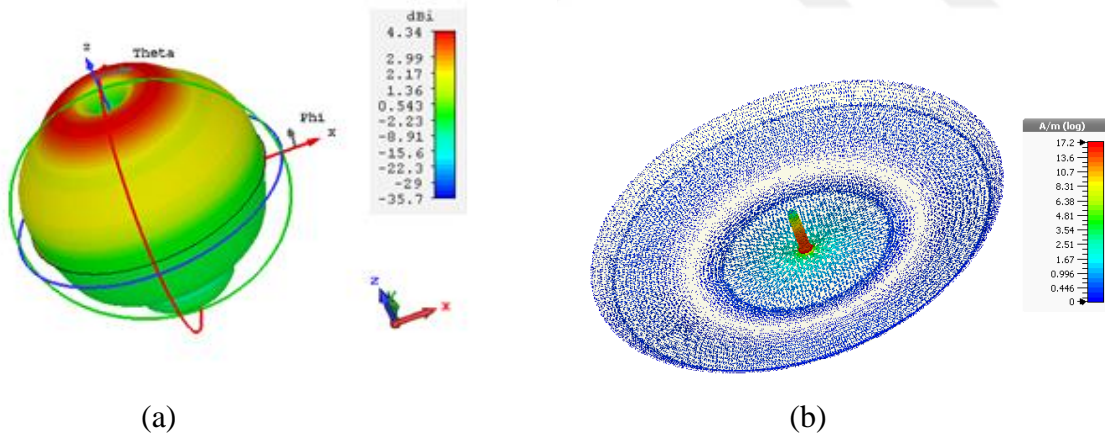
Diğer bir plaka açılarının değiştirilmesi denemesinde ise 1. plaka ile alt taş arasındaki açı 170.88° ve 1. plaka ile 2. plaka arasındaki açı 146.61° yapılarak simülasyon ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda tasarlanan antenin frekansı 2.3 GHz'e getirilmiş olup geri dönüş kaybı değeri -28.43 dB olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra ışıma örüntüsü ve yüzey akım dağılımlarına bakıldığında yönlülüğü 6.344 dBi ve kazancı 4.289 dB olarak hesaplanmıştır. Yüzey akım dağılımının maksimum değeri ise 17.2 A/m'dir.



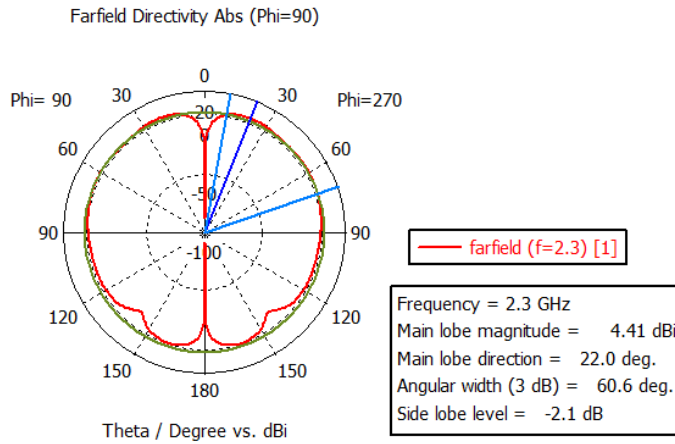
Şekil 6.43. Plaka açıları sırasıyla 170.88° ve 146.61° iken anten görüntüsü



Şekil 6.44. Geri dönüşüm kaybı (170.88°-146.61°)



Şekil 6.45. Plaka açıları değiştirilen antenin a) Işıma örüntüsü, b) Yüzey akım dağılımı (170.88°-146.61°)



Şekil 6.46. Plaka açıları değiştirilen antenin polarizasyon sonuçları (170.88°-146.61°)

Bunun sonucunda sistemin tek yapı üzerinde plakaların konumları değiştirilerek farklı frekanslarda yüksek performans ile çalıştırılabildiği tespit edildi ve bir sonraki aşamaya geçildi. Simülasyon sonucunda elde edilen S_{11} değerleri, tasarlanan yapay sinir ağında işleme girebilmesi için log-sigmoid normalizasyon işlemi ile normalize edilmiştir. Normalize edilen nümerik veriler Çizelge 6.1’de sırayla verilmektedir.

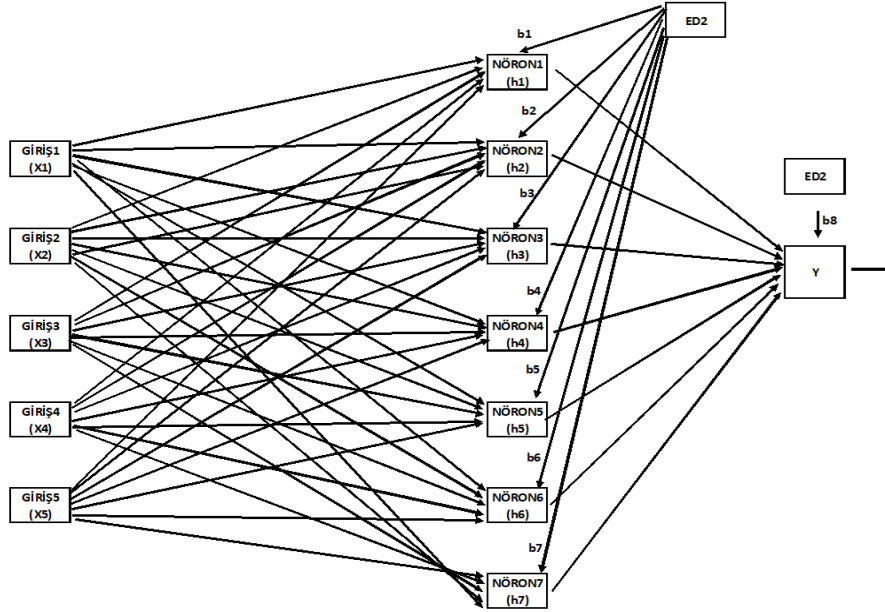
Çizelge 6.1. Normalizasyon işlem sonuçları

	1.çanak alt çap(R1)	1.çanak boy(L1)	1.çanak-taban açısı(α_1)	2.çanak boy(L2)	2.çanak-taban açısı(α_2)	S11 (esas çıkış)	elde edilen çıkış
gy1	0.9	0.828889	0.117559	0.100000	0.869527	0.880268	0,868007
gy2	0.9	0.846667	0.105820	0.100000	0.506805	0.884026	0,883632
gy3	0.9	0.864444	0.103650	0.100000	0.896154	0.887785	0,885271
gy4	0.9	0.882222	0.101677	0.100000	0.897535	0.891543	0,890402
gy5	0.9	0.9	0.100000	0.100000	0.900000	0.895302	0,89429
gy6	0.9	0.828889	0.169248	0.100000	0.817751	0.842683	0,847709
gy7	0.9	0.846667	0.157509	0.100000	0.820809	0.849448	0,849335
gy8	0.9	0.864444	0.163132	0.100000	0.823866	0.854146	0,853759
gy9	0.9	0.882222	0.151788	0.100000	0.826726	0.859596	0,859138
gy10	0.9	0.9	0.149125	0.100000	0.752071	0.862227	0,862128
gy11	0.9	0.828889	0.227645	0.100000	0.759369	0.820132	0,821737
gy12	0.9	0.846667	0.223699	0.100000	0.783728	0.825769	0,825606
gy13	0.9	0.864444	0.193810	0.100000	0.785996	0.828588	0,82852
gy14	0.9	0.882222	0.208705	0.100000	0.791124	0.833286	0,833046
gy15	0.9	0.9	0.194698	0.100000	0.774951	0.837045	0,836903
gy16	0.9	0.1	0.426510	0.828889	0.209172	0.882147	0,876249
gy17	0.9	0.1	0.441307	0.846667	0.206903	0.887785	0,885466
gy18	0.9	0.1	0.426510	0.864444	0.204734	0.893423	0,891634
gy19	0.9	0.1	0.441307	0.882222	0.202564	0.895866	0,894623
gy20	0.9	0.1	0.426510	0.900000	0.200493	0.900000	0,898544
gy21	0.9	0.1	0.426510	0.828889	0.261341	0.848320	0,855958
gy22	0.9	0.1	0.426116	0.846667	0.281657	0.853958	0,854024

Çizelge 6.2. (Devam)Normalizasyon işlem sonuçları

gy23	0.9	0.1	0.426510	0.864444	0.278501	0.859596	0,858991
gy24	0.9	0.1	0.441307	0.882222	0.252564	0.865234	0,864474
gy25	0.9	0.1	0.426116	0.900000	0.249211	0.868992	0,868406
gy26	0.9	0.1	0.441307	0.828889	0.342209	0.844562	0,846699
gy27	0.9	0.1	0.426412	0.846667	0.338462	0.848696	0,848536
gy28	0.9	0.1	0.441307	0.864444	0.374655	0.853958	0,853344
gy29	0.9	0.1	0.426116	0.882222	0.330671	0.856401	0,85619
gy30	0.9	0.1	0.441307	0.900000	0.304635	0.860536	0,860045
gy31	0.9	0.1	0.426017	0.100000	0.573767	0.367982	0,368086
gy32	0.9	0.1	0.900000	0.100000	0.100000	0.100000	0,115314
gy33	0.9	0.1	0.482737	0.100000	0.517160	0.465704	0,465649
gy34	0.9	0.1	0.849001	0.100000	0.150986	0.622058	0,622045
gy35	0.9	0.1	0.528705	0.100000	0.471203	0.656072	0,656066
gy36	0.9	0.1	0.548434	0.100000	0.451381	0.612286	0,61229
gy37	0.9	0.1	0.566190	0.100000	0.418343	0.641790	0,641786
gy38	0.9	0.1	0.582663	0.100000	0.417258	0.667348	0,667341
gy39	0.9	0.1	0.597460	0.100000	0.402465	0.688584	0,688574
gy40	0.9	0.1	0.610481	0.100000	0.389448	0.707376	0,707361
gy41	0.9	0.1	0.623206	0.100000	0.365089	0.724289	0,724268
gy42	0.9	0.1	0.633169	0.100000	0.365878	0.702678	0,702695
gy43	0.9	0.1	0.644118	0.100000	0.344379	0.750599	0,750485
gy44	0.9	0.1	0.653391	0.100000	0.346450	0.761123	0,761077
gy45	0.9	0.1	0.661282	0.100000	0.338659	0.722410	0,722471
gy46	0.9	0.1	0.669470	0.100000	0.330473	0.729927	0,729915
gy47	0.9	0.1	0.676967	0.100000	0.309862	0.737444	0,737431
gy48	0.9	0.1	0.684069	0.100000	0.315878	0.743082	0,743066
gy49	0.9	0.1	0.690678	0.100000	0.308580	0.750599	0,750577
gy50	0.9	0.1	0.700345	0.100000	0.302367	0.756237	0,756216
gy51	0.9	0.1	0.702713	0.100000	0.297239	0.761875	0,761852
gy52	0.9	0.1	0.426017	0.100000	0.573767	0.620179	0,620202
gy53	0.9	0.1	0.426116	0.100000	0.598126	0.330773	0,330838
gy54	0.9	0.1	0.426116	0.100000	0.620217	0.297698	0,297724
gy55	0.9	0.1	0.425721	0.100000	0.640237	0.571130	0,571116
gy56	0.9	0.1	0.426116	0.100000	0.638560	0.595560	0,595558
gy57	0.9	0.1	0.425524	0.100000	0.675641	0.617360	0,617358
gy58	0.9	0.1	0.426116	0.100000	0.693392	0.640475	0,640471
gy59	0.9	0.1	0.425327	0.100000	0.687475	0.656824	0,65682
gy60	0.9	0.1	0.425228	0.100000	0.717751	0.671482	0,671477
gy61	0.9	0.1	0.426116	0.100000	0.711144	0.684637	0,684631
gy62	0.9	0.1	0.426116	0.100000	0.726134	0.696288	0,69628
gy63	0.9	0.1	0.441307	0.100000	0.735404	0.706812	0,706802
gy64	0.9	0.1	0.426116	0.100000	0.746943	0.716960	0,716949
gy65	0.9	0.1	0.441307	0.100000	0.754142	0.680127	0,680145
gy66	0.9	0.1	0.439926	0.100000	0.761834	0.689899	0,689893
gy67	0.9	0.1	0.439926	0.100000	0.770217	0.697980	0,697974
gy68	0.9	0.1	0.439926	0.100000	0.777120	0.707000	0,706992
gy69	0.9	0.1	0.439926	0.100000	0.783728	0.714705	0,714696
gy70	0.9	0.1	0.424242	0.100000	0.853156	0.720155	0,720145
gy71	0.9	0.1	0.441307	0.100000	0.796252	0.724289	0,724285
gy72	0.9	0.1	0.441307	0.100000	0.802170	0.367982	0,368028

Yapay sinir ağı tasarlanırken, oluşturulan yazılım programında XOR probleminden yararlanılmıştır. Program yazımı için DEV C++ yazılım programından destek alınmıştır. Şekil 6.47’de verilen ağ yapısı oluşturulurken 5 girişe 1 çıkış verilmiştir. 42 adet ağırlık girdisi, 8 adet bias girdisi bulunan sistemde, işlemler yedi nöron üzerinden gerçekleştirilmiştir. Hata analizi yapılırken sigmoid fonksiyonundan yararlanılmıştır.



Şekil 6.47. Tasarlanan yapay sinir ağı

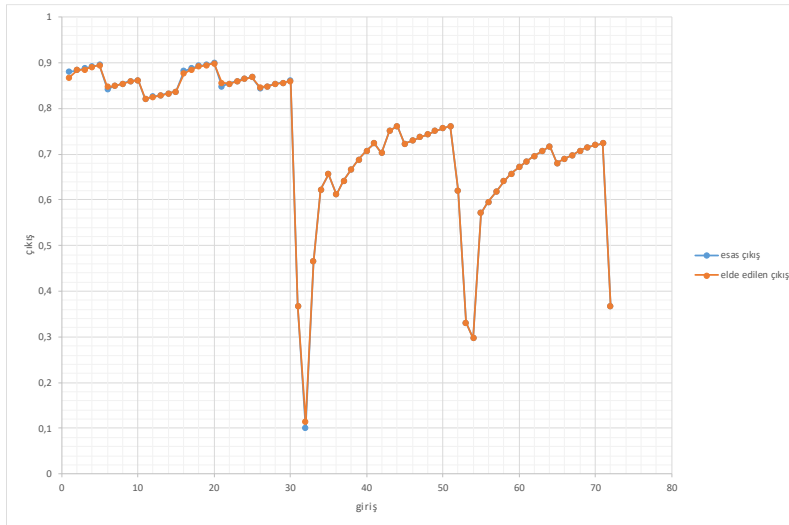
İşlemin karşılaşılabileceği farklı koşul ve durumlara adapte olabilmesi açısından ana programa destek, ağırlık değerlerinin rastgele (random) atandığı yardımcı program yazılmıştır. Buna ek olarak momentum (M) 0.3, öğrenme oranı (LR) 0.7 alınmıştır. Verilen ağırlık ve bias değerleri Çizelge 6.3’de gösterilmektedir.

Çizelge 6.3. Ağırlık, bias ve eşik değerleri

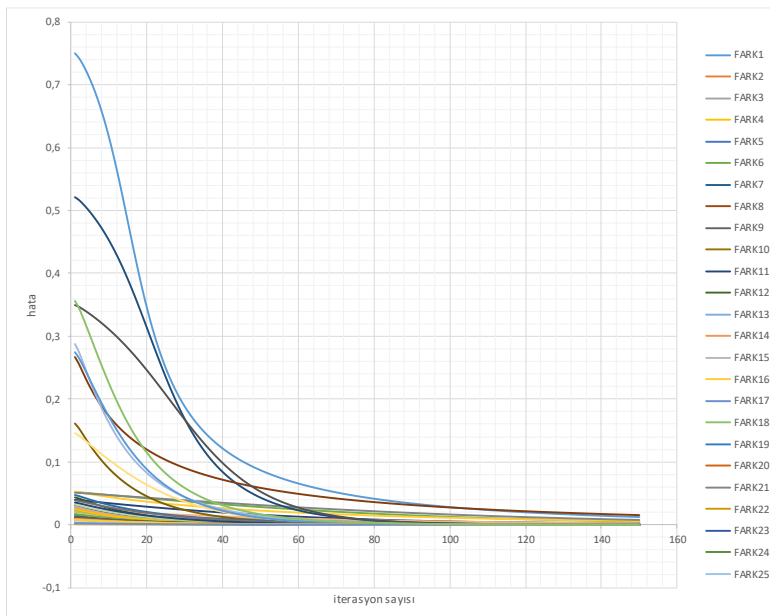
Ağırlık Değerleri					Bias Değerleri	Eşik Değerleri
x1h1=-1	x2h1=-1	x3h1=-2	x4h1=-2	x5h1=-2	h1y=1	LR=0.7
x1h2=-1	x2h2=-1	x3h2=-2	x4h2=-2	x5h2=-1	h2y=3	M=0.3
x1h3=-1	x2h3=-2	x3h3=-2	x4h3=-1	x5h3=-2	h3y=3	ED1=1
x1h4=-1	x2h4=-2	x3h4=-1	x4h4=-1	x5h4=-2	h4y=0	ED2=1
x1h5=-2	x2h5=-2	x3h5=-2	x4h5=-1	x5h5=-1	h5y=3	
x1h6=-1	x2h6=-2	x3h6=-2	x4h6=-2	x5h6=-2	h6y=1	
x1h7=-1	x2h7=-1	x3h7=-1	x4h7=-2	x5h7=-2	h7y=4	
					b8=-2	

6.2.1. Ölçüm sonuçları

Normalize edilen tüm değerler, sırasıyla ileri yayılım metodu yardımıyla bir sonraki matrisle atandı. Daha sonrasında geri yayılım metodu yardımı ile eski değerlerin yerine yeni değerler atanarak ağıın öğrenmesi sağlanmıştır. Bu işlem nöron başına 150 iterasyon eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Hata değerinin sıfıra yaklaşması da, tasarlanan ağıın sistemimizi öğrendiğinin bir başka kanıtıdır.

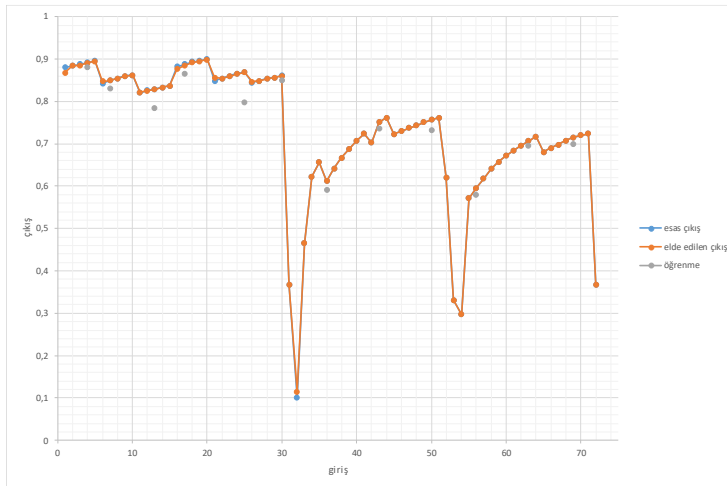


Şekil 6.48. Çift plaka anten yapısı ve algoritmanın çıkış değerleri



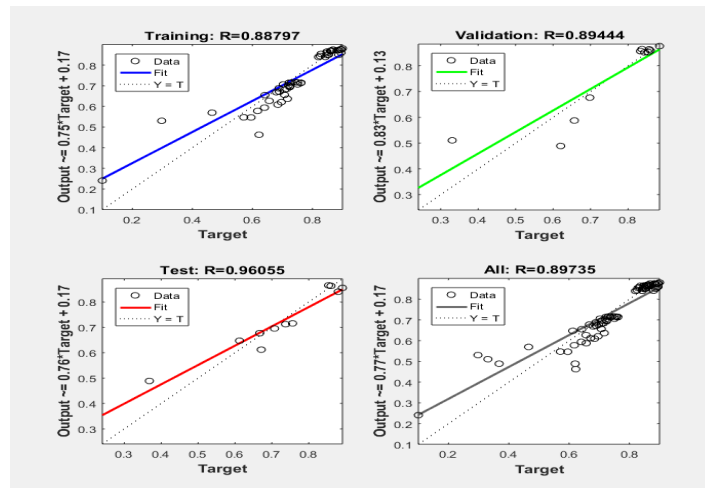
Şekil 6.49. Öğrenme grafiği

Şekil 6.50’de rastgele atamalar yapılarak, tasarlanan ağın sistemi öğrenme durumu gösterilmiştir. Rastgele atamalar sonucunda da hata değeri 0’a yakın olup, ağın sistemi öğrendiği görülmektedir

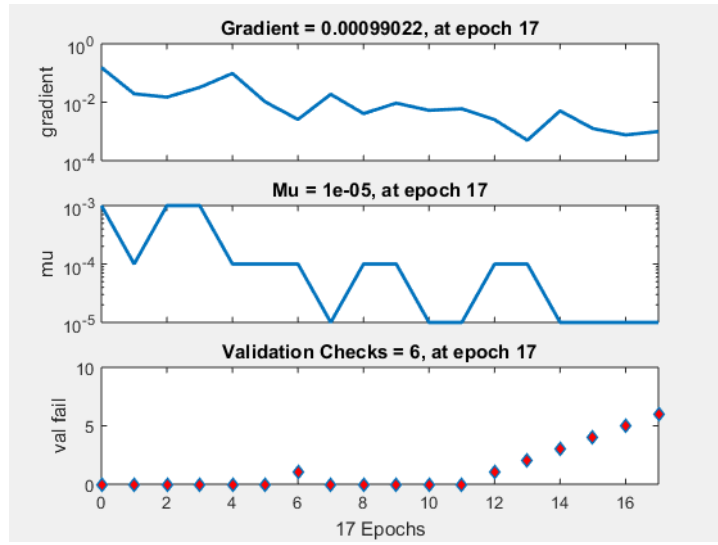


Şekil 6.50. Çift plaka anten yapısı ve algoritmanın rastgele değerlerde öğrenme çizgisi (4,7,13,17,25,30,36,43,50,56,63,69)

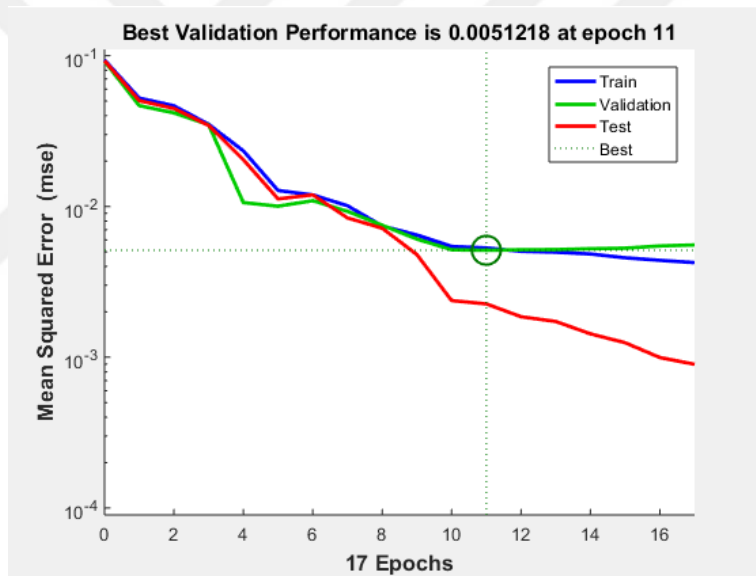
Tasarlanan ağın güvenilirlik, performans ve eğitim sonuçlarını görmek için MATLAB Simulink matematik uygulamasından yararlanılmıştır. Bunun sonucunda 17 iterasyon değeri atamış olup, sistem %89 oranında güvenilirlik göstermiştir. Sistemin performans güvenilirlik oranının yanında, eğitim ve performans sonuçları da Şekil 6.51’de verilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 6.51. Öğrenme ve test aşamalarının MATLAB Simulink Gösterimi a) Güvenirlik, b) Eğitim durumu, c) Performans

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında monopol anten uygulamalarının antenin kazanç, bant genişliği, geri dönüş kaybı, ışınma örüntüsü vb. karakteristik performans parametrelerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi üzerine odaklanılmıştır.

İlk çalışmada bir monopol antenin etrafına bakır bir boğucu halka önerilmiştir. Çalışma frekansı 1.5-2.5 GHz aralığında belirlenmiştir. Boğucu halkanın anten verilerinin dağılmasını önlemek amacı ile halka arasında verileri sıkıştırarak, gelen verilerin dağılmasını ve iletilen verilerinde kaybolmasının önüne geçmiştir. Antenin boyutları, boğucu halkanın ebatları, konumu, yönü ve diğer parametreler için uygun değerler belirlenerek en yüksek performansta çalışacak ve en iyi sonuçları verecek yapılar oluşturulmuştur. Ölçüm esnasında bakır arkasına FR4 dielektrik malzemesi ile kaplanmış olup simülasyon değerleri ile lineer bir ilişkide ilerlediği tespit edilmiştir. Boğucu halkanın farklı konumlarda elde edilen S_{11} geri dönüş kaybı grafikleri incelendiğinde boğucu halkanın sade monopol antenin performansını en az %15.38 ile %200 oranında arttırdığı, tek yönlü iletim sağlayarak %30' luk bir artış sağladığı gözlemlenmiştir. Tasarlanan boğucu halka yapılı monopol anten ergonomik, hafif, az yer kaplayan, daha az kayıp ile yüksek performans sağlayan bir yapıya sahiptir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında ise boğucu halka üzerine metamalzeme (MTM) yapıları eklenerek performansında artış hedeflenmektedir.

Bu duruma ilave olarak, birden fazla anten çeşitlerinin ve parametrelerinin boğma yöntemi (choking method) ile iyileştirilerek geliştirildiği çalışma sayısı oldukça sınırlı olup, çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmalara nazaran özgünlük ve daha iyi sonuçlara sahiptir.

İkinci çalışmada yine monopol anten kullanılmış olup alt taş üzerine üst üste gelecek şekilde iki bakır plaka yerleştirilmiştir. Bu çalışmada çift plakalı monopol antene yapay sinir ağı ile S parametresinin tespit edilmesi önerilmiştir. Çalışma frekansı olarak 2 GHz tercih edilmiştir. Sistemin öğrenilmesi için yapay sinir ağı tasarlanmış olup, işlem tabanı olarak XOR işlemi kullanılarak çeşitli simülasyon programları ile ağın doğru ve kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Simülasyon sonucunda elde edilen S_{11} parametrik değerleri normalize edilmiş ve yapay sinir ağına işleme sokulmuştur. Kullanılan matematik programı ile de ağın sistemi

öğrenip öğrenmediği, sorulara karşı verdiği tepkiler incelenmiştir. Bu tespit için 150 iterasyon ataması yapılmıştır. çıkış verileri incelendiğinde hata değerinin gittikçe sıfıra yaklaşması, simülasyon ile ağın lineer hareket etmesi yapılan çalışmanın başarısını ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışmanın ileri aşamalarda, doğrusal olmayan işlemler tabanlı çalışmalara destek olabilme, bir gruba ait bilgilerin öğretilerek sorulara cevap verip çözümler getirebilme ağın öğrenme alanını genişletme gibi çalışmalara destek olabileceği gösterilmiştir.



KAYNAKLAR

1. Balanis, Constantine A. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016: 1.
2. Ulaby, F.T., Michielssen, E., Ravaioli, U., "Fundamentals of Applied Electromagnetics." (2013): 402.
3. Balanis, Constantine A. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016: 20.
4. Balanis, Constantine A. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016: 4.
5. Balanis, Constantine A. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016: 5.
6. Balanis, Constantine A. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016: 4-5.
7. Çetme, Emre. *Yarıklı mikroşerit yama anten dizaynı*. Diss. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009: 22.
8. Balanis, Constantine A. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016: 7.
9. Balanis, Constantine A. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016: 6.
10. Altıntarla, Gizem. *Programlanabilir metayüzeyler ve monopol anten uygulamaları*. MS thesis. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019: 5.
11. YAVUZ, Selahattin; DEVECI, Muhammet. İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağına Performansına Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2012, 40: 167-187.
12. Ataseven, Burçin. "Yapay sinir ağları ile öngörü modellemesi." (2013): 101-115.
13. Munakata, Yuko, and Jason Pfaffly. "Hebbian learning and development." *Developmental Science* 7.2 (2004): 141-148.
14. ÇELEBİ, Fatih Tez Danışmanı, and Sevgi Yazar YİĞİT. *Kuantum-kaskat lazerlerin karakteristik niceliklerinin yapay arı kolonisiyle eğitilmiş sinir ağları ile modellenmesi*. Diss. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı.
15. Minsky, Marvin, and Seymour A. Papert. *Perceptrons: An introduction to computational geometry*. MIT press, 2017.

16. ÇELEBİ, Fatih Tez Danışmanı, and Sevgi Yazar YİĞİT. *Kuantum-kaskat lazerlerin karakteristik niceliklerinin yapay arı kolonisiyle eğitilmiş sinir ağları ile modellenmesi*. Diss. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı: 12.
17. ÖZTEMEL, Ercan. *Yapay sinir ağları*. PapatyaYayincilik, Istanbul, 2003.
18. YAVUZ, Selahattin; DEVECI, Muhammet. İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağın Performansına Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2012, 40: 167-187.
19. ERILLI, N. Alp, et al. Türkiye’de enflasyonun ileri ve geri beslemeli yapay sinir ağlarının melez yaklaşımı ile öngörüsü. 2010.
20. ERILLI, N. Alp, et al. Türkiye’de enflasyonun ileri ve geri beslemeli yapay sinir ağlarının melez yaklaşımı ile öngörüsü. 2010.
21. UĞUR, Aybars; KINACI, Ahmet Cumhuri. Yapay zeka teknikleri ve yapay sinir ağları kullanılarak web sayfalarının sınıflandırılması. *XI. Türkiye’de İnternet Konferansı (inet-tr’06)*, Ankara, 2006, 1-4.
22. YAVUZ, Selahattin; DEVECI, Muhammet. İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağın Performansına Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2012, 40: 167-187.
23. ÇELEBİ, Fatih Tez Danışmanı; YİĞİT, Sevgi Yazar. *Kuantum-kaskat lazerlerin karakteristik niceliklerinin yapay arı kolonisiyle eğitilmiş sinir ağları ile modellenmesi*. PhD Thesis. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı.
24. Charalambous, C. (1992). Conjugate gradient algorithm for efficient training of artificial neural networks. *IEE Proceedings G (Circuits, Devices and Systems)*, 139(3), 301-310.
25. ALTINTARLA, Gizem. *Programlanabilir metayüzeyler ve monopol anten uygulamaları*. 2019. Master's Thesis. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.
26. ALTINTARLA, Gizem. *Programlanabilir metayüzeyler ve monopol anten uygulamaları*. 2019. Master's Thesis. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.
27. <https://medium.com/@ayyucekizrak/derin-%C3%B6%C4%9Frenme-i-%C3%A7in-aktivasyon-fonksiyonlar%C4%B1n%C4%B1n-kar%C5%9F%C4%B1la%C5%9Ft%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1-cee17fd1d9cd>
28. ÖZTEMEL, Ercan. *Yapay sinir ağları*. PapatyaYayincilik, Istanbul, 2003.

29. Liu, S., Li, D., Li, B., & Wang, F. (2017). A compact high-precision GNSS antenna with a miniaturized choke ring. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 16, 2465-2468.
30. T. Fukushima, N. Michishita, H. Morishita, N. Fujimoto, Coaxially Fed Monopole Antenna With Choke Structure Using Left-Handed Transmission Line, 0018-926X, December 2017.
31. Pour, Z. A., & Shafai, L. (2012). A ring choke excited compact dual-mode circular waveguide feed for offset reflector antennas. *IEEE transactions on antennas and propagation*, 60(6), 3011-3015.
32. Arnaud, E., Duchesne, L., Elis, K., Fouany, J., Monediere, T., & Thevenot, M. (2016). X-band compact choke horn antenna with circular polarization and isoflux pattern for nanosatellite applications. *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*, 8(3), 651
33. Saha, R., Maity, S., & Trigunayat, N. (2015, March). Enhancement of gain, bandwidth and directivity of a patch antenna by increasing dielectric layers of the substrate through micromachining technique for RFID application. In *2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications* (pp. 321-324). IEEE.
34. Baba, A. A., Hashmi, R. M., Esselle, K. P., & Weily, A. R. (2017, September). Two-level optimization of a stepped dielectric superstrate to increase gain of a resonant cavity antenna. In *2017 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)* (pp. 1131-1133). IEEE.
35. Özden, O., Karaaslan, M., Ünal, E., & Kapusuz, D. ULTRA GENİŞ BANT UYGULAMALARI İÇİN MİKROŞERİT MONOPOL ANTEN MULTISTRIP MONOPOLE ANTENNA FOR UWB APPLICATIONS.
36. Türkmen, H. A., & Toktaş, A. (2019). Üçgen açıklıklı ultra geniş bant monopol bir antenin tasarlanması.
37. Akgöl, O. (2018). PCB mikroşerit dipol ve monopol antenlerin kullanıldığı çok portlu sistemlerde metamalzeme ile yalıtımın iyileştirilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 9(2), 609-616.
38. Mirela Reljan D., Julie W, Solving the Linearly Inseparable XOR Problem with Spiking Neural Networks, Computing Conference 2017 18-20 July 2017 | London, UK, 978-1-5090-5443- 5/17/\$31.00 ©2017 IEEE.
39. Vaibhav Kant S., Proposing Solution to XOR problem using minimum configuration MLP, *Procedia Computer Science* 85 (2016) 263 – 270.
40. Michiharu M., Masaya S., Hiromi M., Qubit neuron according to quantum circuit for XOR problem, *Applied Mathematics and Computation* 185 (2007) 1015–1025.

41. Denis C., Learning of an XOR Problem in the Presence of Noise and Redundancy, Proceeding of International Joint Conference on Neural Networks, Montreal, Canada, July 31 – August 4, 2005.
42. Uğuz, S. “Yapay Sinir Ağları-Matlab Uygulaması”.
43. SAYINTI, Aysun. Malzemelerin kompleks dielektrik katsayılarının deneysel olarak incelenmesi. 2010.
44. ÜLGÜ, Mehmet. *Anten parametrelerinin iyileştirilmesinde omega şekilli metamalzeme uygulamaları*. 2017. Master's Thesis. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.
45. TAMER, Ahmet. *İletim hatları ve metamalzemeler kullanılarak legal-illegal benzin ve mazot ayrıştırılması*. 2019. Master's Thesis. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.
46. AKMAN, Özlem. Mikrodalga soğurucu nanoparçacıkların araştırılması. 2012.
47. KOÇASLAN, Arzu Yazar; KADIOĞLU, Selma Tez Danışmanı. *Sonlu farklar yöntemi ile çok yüksek frekanslı elektromanyetik dalga alanı hesabı*. 2008. PhD Thesis. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı.
48. BAŞARAN, Sıddık Cumhuri. *Zaman düzleminde sonlu farklar metodu ile mikroşerit devre analizi*. 2000. Master's Thesis. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
49. KOPMAZ, Cumali. *Anten tabanlı mikrodalga sensörlerin çeşitli alanlardaki uygulamaları*. 2020. Master's Thesis. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.
50. ERDOĞAN, Maide. *Mikrodalga rezonatör tabanlı sensor kullanarak bitkisel yağların dielektrik katsayılarının ısı değişimine ve kullanım sıklığına göre karakterizasyonu*. 2019. Master's Thesis. İskenderun Teknik Üniversitesi/Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.
51. YILDIZ, Hasan; KIRLI, Onur. DERİN ÇEKME İŞLEMİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN SONLU ELEMANLAR METODU YARDIMIYLA MODELLENMESİ. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10.3: 317-326.
52. İLGÜN, Abdülkerim, et al. İNSAN MANDİBULASINDA SONLU ELEMANLAR METODU KULLANILARAK GERİLME ANALİZİ YAPILMASI. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2004, 19.1: 29-38.
53. YAVUZ, Selahattin; DEVECİ, Muhammet. İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağı Performansına Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2012, 40: 167-187.

54. JAYALAKSHMI, T.; SANTHAKUMARAN, A. Statistical normalization and back propagation for classification. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 2011, 3.1: 1793-8201.



DİZİN

B

Boğma yöntemi · 1, 2, 27, 28, 43
Boğucu halka · 1, 2, 19, 26, 29,
30, 31, 32, 33, 34, 35, 43

Ç

Çanak · 1, 20, 35, 36

D

Dipol · 2, 3, 8, 19, 20

F

FIT · 1, 23, 24, 26, 36
FEM · 24
FDTD · 22
FR4 · 30, 43

G

Geri dönüş kaybı · 1, 19, 26, 27,
28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35,
43

I

Işıma örüntüsü · 1, 2, 7, 8, 20, 26,
27, 29, 30, 43

M

Monopol anten · 1, 2, 3, 7, 8, 19,
20, 26, 27, 28, 29, 32, 35, 36,
43

N

Normalizasyon · 24, 36, 37, 38

R

Rezonans · 4, 7, 19, 20, 21, 26

Y

Yapay sinir ağı · 1, 2, 9, 10, 11,
12, 13, 16, 17, 18, 20, 35, 36,
38, 43,



TEKNOVERSITE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

