

# ASİMETRİK FIBONACCI FRAKTAL AĞAÇ ANTENLER

**Başak ÖZBAKIŞ ve Alp KUŞTEPELİ**

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Mühendislik Fakültesi

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü , 35430, Urla, İzmir  
e-posta: basakak@iyte.edu.tr e-posta: alpkuştepeli@iyte.edu.tr

*Anahtar sözcükler: Fraktal, Ağaç Antenler, Fibonacci dizisi.*

## ÖZET

*Fraktal anten tasarımlarında genel olarak simetrik yapılar kullanılmaktadır. Bu çalışmada asimetrik bir ağaç anten tasarımının anten parametrelerine ve performansına olan etkileri incelenmektedir. Asimetrik fraktal ağaç anten yapısı, dal sayılarının Fibonacci sayı dizisine göre elde edilmesi ile oluşturulmuştur. Ayrıca antenlerde ağaçları oluşturan dalların uzunlukları da bu özel Fibonacci dizisinden faydalanılarak tespit edilmiştir. Asimetrik dal geometrisi kullanılarak tasarlanan ağaçların benzetim sonuçları daha önce yapılmış olan simetrik ağaç anten tasarımlarından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra ağaç antenlerdeki asimetrik yapının anten ışınım diagramındaki simetrikliği bozup bozmadığı ve sistem kazancını etkileyip etkilemediği incelenmiştir.*

## 1. GİRİŞ

Genel olarak fraktal yapılar, farklı küçültme oranlarında kendisinin kopyalarını içeren şekillerden oluşmaktadır [1]. Fraktal yapıların bir çoğu kendine benzerdir ve kendine benzer bir geometride yapıyı oluşturan parçalar ya da şekiller yapının bütününe benzemektedir [2]. Öklid geometrisine sahip bir yapıya göre farklı özelliklere sahip olan fraktal yapıların kendilerini sürekli tekrarlaması anten tasarımlarında kullanılmalarına olanak sağlamıştır. Sierpinski yapısı, çok bandlı anten tasarımlarında kullanılan fraktal yapılara verilebilecek en iyi örneklerden biridir [3]. Ayrıca Koch ve Minkowski gibi diğer fraktal yapılarından da anten tasarımlarında faydalanılmıştır [4]. Ayrıca dipol ve monopollü antenler yerine, anten üzerinde küçültme etkisi yaratan fraktal yapıda ağaç antenler de tasarlanmakta ve kullanılmaktadır [5]. Bu ağaç antenler sabit dal uzunluk oranına sahip fraktal ağaç antenlerdir. Bazı çalışmalarda farklı küçültme oranlarına sahip ağaçlar tasarlanmış olsa da bu antenlerin dal uzunluk oranları yine sabit alınmıştır [6]. Dal uzunluk oranlarının sabit olmaması durumu ise [7] ve [8]'de Fibonacci sayı dizisi kullanılarak yeni bir tasarımla incelenmiştir. Genel olarak bu tip anten yapılarının yüksek iterasyonlarda performansları artmasına rağmen antenlerdeki dallanma miktarının artması giderek karmaşık yapılar oluşmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada ise anten performansı etkilenmeden daha basit yapıların elde edilebilmesi amaçlanmış ve ağaç antenlerin dal sayıları tabandan tepe noktasına Fibonacci sayı dizisi kullanılarak belirlenmiştir. Tasarlanan antenlerde dal uzunlukları da aynı dizi kullanılarak elde edilmektedir. Bu özel dizi

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}, \quad n > 2 \quad \text{ve} \quad F_2 = F_1 = 1 \quad (1)$$

şeklinde kendini tekrar eden bir algoritmayla elde edilmektedir [9]. Değişik bir anten yapısı elde etmek için  $F_1=1$  ve  $F_2=2$  alınıp aynı algoritma kullanılarak yeni sayı dizisi oluşturulmuştur.

Sabit frekansta anteni küçültmek rezonans frekansını düşürmek ile aynı anlama gelmektedir. Bu sebeple bu makalede simetrik ve asimetrik antenlerin rezonans frekansları karşılaştırılmış ve ayrıca kazanç ve ışınım diagramları da incelenmiştir.

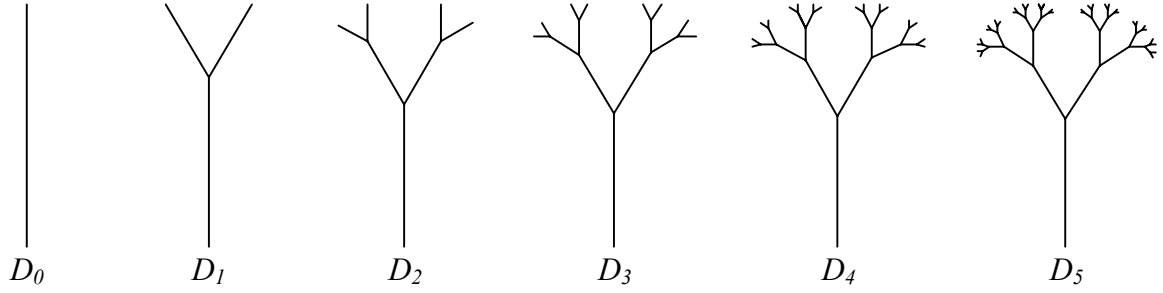
## 2. ANTENLERİN GEOMETRİSİ

Daha önceki çalışmada simetrik yapılarda açık dal geometrisine sahip antenler incelenmiştir [8]. Bu çalışmada tasarlanan simetrik antenlerin genel yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu bildiride tasarlanan antenler ise Şekil 2'de verildiği üzere asimetrik bir yapıya sahiptir. Tüm antenler için dallar arasındaki açı  $60^\circ$ 'dir. Bir sonraki dal uzunluğu bir öncekinin yarısı olan antenler  $D$  anteni olarak adlandırılmışlardır ve bu antenler sabit dal uzunluk oranına sahip antenlerdir. Dal uzunlukları antenin herhangi bir tepe noktasından tabanına Fibonacci sayı dizisine göre değişen antenler  $F$  anteni olarak adlandırılmaktadırlar. Ayrıca dal uzunlukları değiştirilmiş Fibonacci dizisine göre değişen antenler  $F_m$  antenleri olarak adlandırılmışlardır ve bu antenler yüksek iterasyonlarda  $F$  antenleri ile benzerlik göstermektedirler.

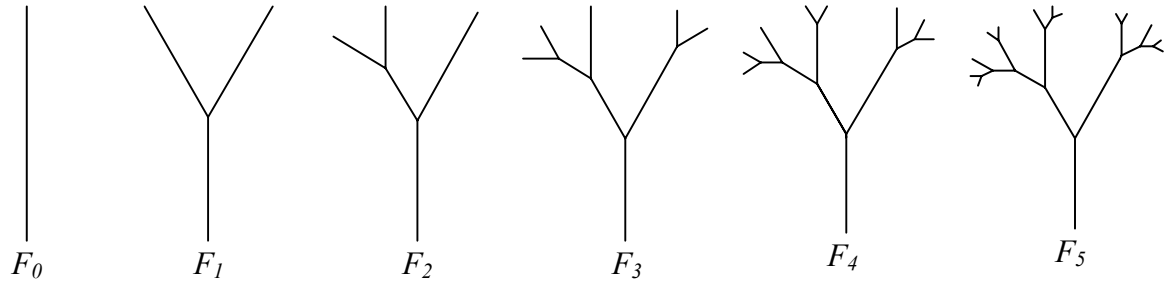
Daha basit yapıda fraktal ağaç antenler elde etmek için antenlerin dal sayıları tabandan tepe noktasına Fibonacci sayı dizileri kullanılarak elde edilmiştir. Bu şekilde bir tasarım, yeni dal sayılarına ve asimetrik bir yapı oluşmasına sebep olmuştur. Dal uzunluklarına göre bu antenler Asimetrik  $D$  anteni, Asimetrik  $F$

anteni ve Asimetrik  $F_m$  anteni olarak adlandırılmaktadırlar. Şekil 2'de genel olarak asimetrik antenlerin, özel olarak ise Asimetrik  $F$

antenlerinin iterasyon sayısına göre değişen şekilleri gösterilmektedir.



Şekil 1 Simetrik  $D$  antenleri.



Şekil 2 Asimetrik  $F$  antenleri.

### 3. BENZETİM SONUÇLARI

Benzetim sonuçları tabandan tepe noktasına kadar uzaklığı 3.75 cm ve yarıçapı ise 0.0075 cm olan sonsuz uzunlukta mükemmel bir iletken üzerine yerleştirilmiş monopollü ağaç antenler için SuperNEC 2.7 kullanılarak elde edilmiştir [10].

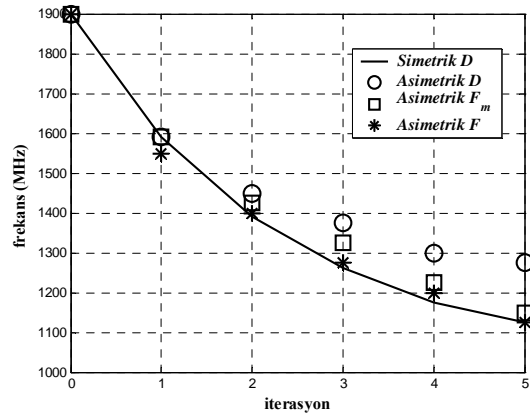
Simetrik  $D$  anteninin rezonans frekansları ve Asimetrik antenlerin rezonans frekansları Tablo 1'de verilmektedir. Tablodaki değerler Şekil 3'te ayrıca

grafiksel olarak da gösterilmiştir. Rezonans frekansları birbirine çok yakın olarak elde edildiğinden Asimetrik  $F$  anteninin standart monopollü bir anten üzerindeki küçültme etkisi, simetrik  $D$  anteni ile yaklaşık olarak aynıdır. Bu sonuçlardan, daha basit yapılarla da antenin üzerinde aynı küçültme etkisinin sağlanabileceği görülmektedir. Örneğin simetrik ve sabit dal uzunluk oranına sahip  $D$  antenleri yerine daha basit yapılarda, asimetrik ve sabit olmayan dal uzunluk oranına sahip  $F$  anteni kullanılabilir.

Tablo 1 Rezonans frekansı\* karşılaştırmaları.

itr	Simetrik		Asimetrik	
	$D$	$D$	$F_m$	$F$
0	1900	1900	1900	1900
1	1590	1590	1590	1550
2	1392	1450	1425	1400
3	1262	1375	1325	1275
4	1174	1300	1225	1200
5	1125	1275	1150	1125

\*Rezonans frekansları MHz cinsinden verilmiştir.



Şekil 3 Asimetrik antenlerin rezonans frekanslarının simetrik  $D$  anteni ile karşılaştırılması.

Şekil 4'te standart monopollü, simetrik  $D_5$  ve Asimetrik  $F_5$  antenlerinin birinci rezonans frekanslarında XZ,

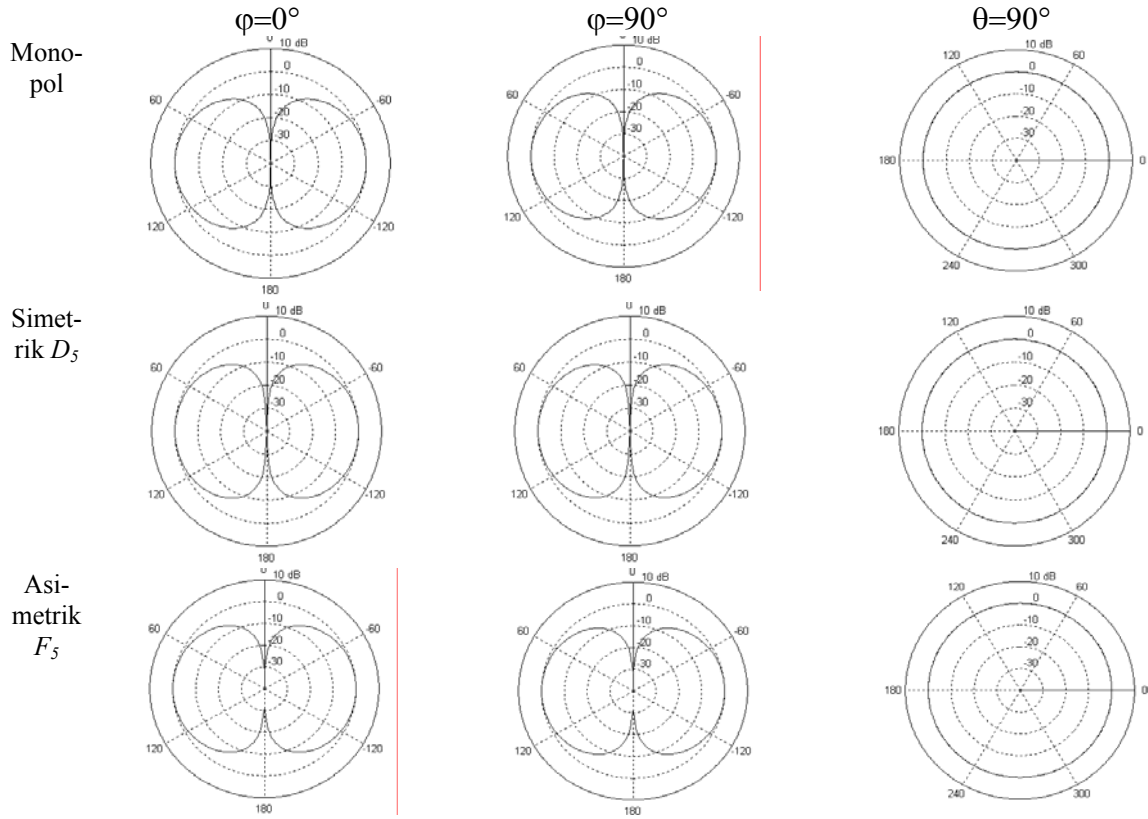
YZ ve XY düzlemlerindeki anten ışınım diagramları verilmiştir. Asimetrik  $F$  anteni ve simetrik yapıdaki  $D$

antennelerin beşinci iterasyonlarının ışma diagramlarının, monopul antenin ışma diagramı ile hemen hemen aynı olduğu ve bu antenlerin simetrik yapıda ışma diagramları verdikleri gözlenmiştir.

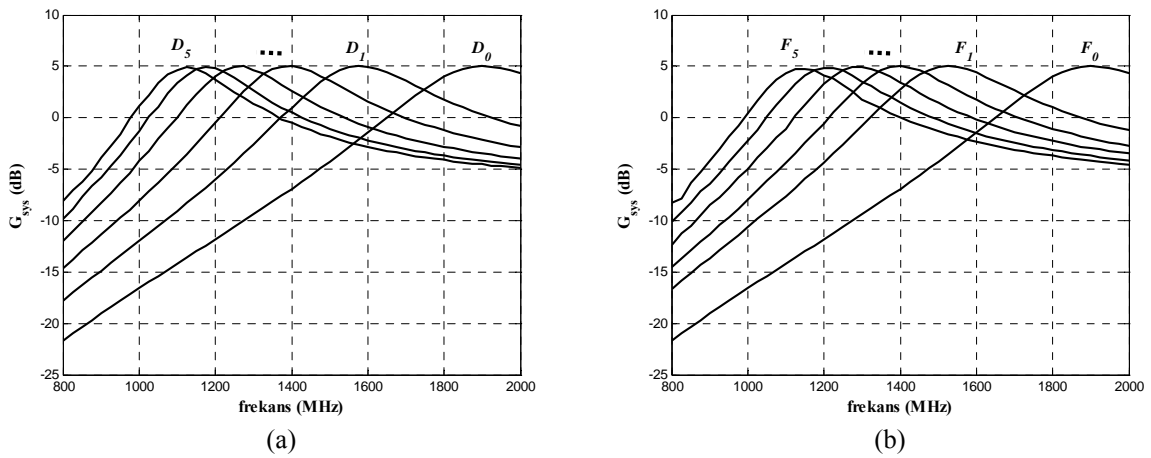
Bu çalışmada bir antenin sistem kazancı

$$G_{sys} (dB) = G_A (dB) + 10 \log(1 - |\Gamma|^2) \quad (2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada  $G_A$  antenin kazancı,  $\Gamma$  ise giriş yansımaya katsayısıdır. Şekil 5'te açık  $D$  anteni ve Asimetrik  $F$  antenlerinin sistem kazançları verilmektedir. Fraktal ağaç antenlerin sistem kazanç grafikleri iterasyon sayısı arttıkça sola doğru kaymaktadır. Yalnız her bir antende bu kayma miktarı rezonans frekansına göre değişmektedir. Fraktal ağaç antenler rezonans frekansında maksimum sistem kazancına sahip olurlar ve bu antenler genel olarak benzer sistem kazancına sahiptirler.



Şekil 4 Antenlerin ışma diagramları.



Şekil 5 Fraktal ağaç antenlerin sistem kazançları. (a) Simetrik  $D$  (b) Asimetrik  $F$ .

#### 4. SONUÇ

Genel olarak daha önceki çalışmalarda, dal uzunlukları Fibonacci dizisine göre değişen antenlerin, dal uzunluğu bir öncekinin yarısı olan  $D$  antenlerinden daha iyi performans sergilediği görülmüştür. Bu çalışmada ise basit yapıda antenler tasarlayabilmek amacıyla ağaç antenlerin dal sayıları Fibonacci sayı dizilerine göre tespit edilerek asimetrik yapılarda ağaç antenler elde edilmiştir. Asimetrik antenlerin dal uzunlukları yine Fibonacci sayı dizisine göre belirlenmiştir ve bu antenlerin benzetim sonuçları simetrik yapıdaki  $D$  antenleriyle karşılaştırılmıştır. Fibonacci ağaç antenleri aynı geometriye sahip antenler içinde rezonans frekansını en çok düşüren, dolayısıyla antenin üzerinde diğerlerine göre en fazla küçültme etkisi olan antenlerdir. Basit yapıdaki Asimetrik  $F$  anteni ve karmaşık yapıdaki simetrik  $D$  anteni yaklaşık olarak aynı frekanslarda rezonansa girmektedirler. Dolayısıyla her iki anten de sabit bir frekansta monopol bir anten üzerinde benzer küçültme etkilerine sahiptirler. Asimetrik ve simetrik antenler monopol bir antenle aynı ışınım diagramlarına sahip olmuşlardır. Ayrıca antenlerin asimetrik olması ışınım diagramlarındaki simetriği bozmamıştır. Fraktal ağaç antenler rezonans frekanslarına göre kayma gösteren benzer sistem kazançlarına sahip olmuşlardır. Sunumda antenlerin kalite faktörü grafikleri de verilecektir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Barnsley F. M., Fractals Everywhere, Academic Press Inc., Massachusetts, 1993.
- [2] Falconer K., Fractal Geometry Mathematical Foundations and Applications, Wiley & Sons Inc., USA, 2002.
- [3] Puente-Baliarda C., Romeu J., Pous R., Cardama A., On the Behavior of the Sierpinski Multiband Fractal Antennas, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Vol. 46, no. 4, s. 517-524, Nisan 1998.
- [4] Puente-Baliarda C., Romeu J., Cardama A., The Koch Monopole: A Small Fractal Antenna, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Vol.48, no.11, s. 1773-1781, Kasım 2000.
- [5] Gianvittorio J. P. ve Samii Y. R., Fractal Antennas: A Novel Miniaturization Technique and Applications, IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION MAGAZINE, Vol.44, no.1, s. 20-36, Şubat 2002.
- [6] Vinoy J. K., Abraham K. J., Varadan K. V., Fractal Dimension and Frequency Response of Fractal Shaped Antennas, in Proceeding IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION SOC. INT. SYMP., Columbus, OH, USA, s.222-225, Haziran 2003.
- [7] Ozbakis B. ve Kustepeli A., Two Novel Designs for Fractal Tree Antenna Applications, URSI INT. SYMP. ON ELECTROMAGNETIC THEORY, Pisa, İtalya, s. 245-247, Mayıs 2004.
- [8] Özbakış B. ve Kuştepeli A., Fibonacci Fraktal Ağaç Antenler, URSI-TÜRKİYE 2004 ULUSAL SEMPOZYUM, Bilkent Ankara, s. 315-317, Eylül 2004.
- [9] Koshy, T., Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, Wiley&Sons Inc., USA 2001.
- [10] SuperNec 2.7 Academic version, www.poynting.co.za.