

2.4 GHz Frekansında Çalışan Farklı Boyut ve Besleme Yöntemli Dikdörtgen Mikroşerit Anten Tasarımları ve Gerçekleştirilmesi

Design And Fabrication of Rectangular Microstrip Antenna With Different Dimensions And Feeding Methods Operating at 2.4 GHz Resonant Frequency

Büşra GÜNGÖRER¹, MUSTAFA TEKBAŞ¹, Ahmet KAYABAŞI¹

¹ Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, 1Mühendislik Fakültesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman, Türkiye

*Sorumlu yazar: ahmetkayabasi@kmu.edu.tr

Öz

Günümüzde mikroşerit antenler (MA), diğer mikrodalga anten çeşitlerine göre daha üstün özelliklere sahip olmasına bağlı olarak kablosuz haberleşme sistemlerinde sıkça tercih edilen anten türü haline gelmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, MA'lar için yapılan çalışmaların çoğu, analizlerinin kolaylığı sebebiyle dikdörtgen, üçgen ve daire gibi düzgün geometrik şekiller üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. MA'ların çalışma frekansları antenin fiziksel ve elektriksel parametreleri ile değişirken, bant genişliği, anten kazancı ve geri dönüş kaybı gibi performans parametreleri farklı besleme yöntemleri ve besleme noktası seçimleri ile değişmektedir. Bu çalışmada, 2.4 GHz frekansında çalışan farklı boyutlara sahip (60 mm x 40 mm ve 50 mm x 45 mm) mikroşerit hat ve koaksiyel beslemeli iki dikdörtgen MA (DMA) tasarlanmış ve gerçekleştirilerek ölçümleri yapılmıştır. DMA tasarımları sonlu integral metodunu temel alan CST elektromanyetik benzetim programı ile yapılmış ve laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Farklı boyut ve besleme yöntemi iki DMA'nın ölçümleri neticesinde elde edilen sonuçlar performans parametreleri üzerinden karşılaştırılarak besleme yöntemi ve besleme noktası seçimlerinin bu parametreler üzerine etkileri analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroşerit Anten (MA), Dikdörtgen Mikroşerit Anten (DMA), çalışma frekansı, besleme noktası, koaksiyel besleme, mikroşerit hat besleme

Abstract

Today, microstrip antennas (MA) have become the preferred antenna type in wireless communication systems due to their superior characteristics compared to other types of

microwave antennas. When the studies in the literature are examined, it is seen that most of the studies for MAs concentrate on smooth shaped geometric shapes such as rectangles, triangles and circles due to their ease of analysis. While the operating frequencies of the MAs vary with the physical and electrical parameters of the antenna, performance parameters such as bandwidth, antenna gain and return loss vary with different feeding methods and feed point selections. In this study, it has different dimensions (60 mm x 40 mm and 50 mm x 45 mm) operating at a frequency of 2.4 GHz two rectangular MA (DMA) with microstrip line and coaxial feed were designed and measured. DMA designs were made with the CST electromagnetic simulation program based on the finite integral method and were carried out in the laboratory. The results of two DMA measurements with different dimensions and feeding methods were compared over performance parameters and the effects of feeding method and feeding point selection on these parameters were analyzed.

Key words: Microstrip Antenna (MA), Rectangular Microstrip Antenna (RMA), Resonant Frequency, Feed Point, Coaxial Feeding, Microstrip Line Feeding

1. Giriş

Genel olarak bir kaynak tarafından üretilen bilginin veya mesajın belirli iki nokta arasında bir kanal aracılığı ile taşınmasına haberleşme denir [10]. Günümüz kablosuz haberleşme sistemlerinde en önemli pay mikrodalga antenlere düşmektedir. Mikrodalga anten çeşitleri içinde yüksek performansı, kurulum kolaylığı, hafifliği ve ucuza imal edilebilmesiyle önemli bir popülerite kazanan mikroşerit anten (MA) kavramı ilk kez 1953 yılında Deschamps tarafından ortaya atılmıştır [1]. Patenti 1955 yılında Fransa'da Gutton ve Bassinot tarafından alınan MA'nın ilk prototipi 1970 yılında Munson ve Howell tarafından üretilmiştir[2-3]. Yapılan pratik çalışmalar neticesinde, MA'ların avantajlarının yanı sıra dar band genişliği, düşük kazanç ve düşük güç kapasitesi gibi bazı dezavantajlarının olduğu anlaşılmıştır [9]. Daha sonraki yıllarda bu etkileri en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Literatür tarandığında MA tasarımı üzerine birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir [4-8].

H. Kütük ve arkadaşları Ansoft-HFSS programı ile MA'nın boyutlarını, dielektrik malzemesini ve alt tabaka kalınlığını sabit tutup, beş temel besleme yöntemini kullanarak kablosuz haberleşme sistemleri için 3.3 GHz çalışma frekanslı MA

tasarlamışlardır. Benzetimler sonucunda besleme çeşidinin MA'nın bant genişliğini % 60'lara kadar etkilediğini gözlemlemişlerdir [4]. A. Sondaş WLAN/WiMAX uygulamalarında kullanılmak üzere 2.36-3.67 GHz frekans değerleri arasında çalışan dipol MA tasarımını CST programı ile gerçekleştirmiştir. Tasarladığı MA'nın besleme noktasının yakınlara asimetrik ve aynı düzlemde olacak şekilde bükülmüş şerit yüklemeler ekleyerek bant genişliğini % 43 oranında artırmış ve yönsüz ışınma örüntüsüne ve 2.36 dBi seviyelerinde yönlendirme kazancına sahip bir dipol MA elde etmiştir [5]. G. Altinel ve M.Kahriman çalışmalarında birden fazla bantta çalışan, 2.45 GHz ve 5.8 GHz frekanslarını da kapsayacak, dikdörtgen eksiltmeli fraktal yapıda MA tasarlamışlar ve benzetimini gerçekleştirmişlerdir. Benzetimler sonucunda özgün MA yapısının geri dönüş kaybı 2.45 GHz için -21 dB 5.8 GHz için -14.9 dB, bant genişliği, 2.450 GHz ve 5.8 GHz frekans değerleri için sırasıyla 40 MHz ve 710 MHz olarak gözlemlenmiştir [6]. C. M. Su ve arkadaşları boyutları 200 mm x 260 mm olan çift bant yarıklı MA tasarlamışlardır. 2.4 GHz ve 5.2 GHz frekanslarında çalışan MA'nın geri dönüş kaybı 2.45 GHz'de -13 dB, 5.2 GHz'de ise -20 dB olarak ölçülürken MA'nın kazancı 7 dB olarak ölçülmüştür [7].

G. Bozdağ, M. Seçmen çalışmalarında Wi-Fi, PCS, IMT-2000, Bluetooth, GPS (L5), WiMAX bantlarının tamamını, UWB'nin büyük bir bölümünü kapsayan üçgenel ve dikdörtgenel fiyonk yapılarına sahip basılı papyon anten tasarlanmış ve üretmişlerdir. Benzetimleri HFSS ve CST programları ile gerçekleştirilen ve boyutları 122 mm × 56 mm olan antenin kazancı 2.2 dB ile 6.67 dB arasında değişirken bant genişliği 1.5 GHz - 9.5 GHz arasındadır [8].

Bu çalışmada 2.4 GHz çalışma frekansına sahip dielektrik sabiti ve kalınlığı özdeş fakat farklı boyutlarda olan iki dikdörtgen MA'nın (DMA) koaksiyel ve mikroşerit hat ile beslenmesi ile elde edilen benzetim sonuçları verilmiş, besleme tekniği ve DMA'ların boyutlarının anten parametleri üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir.

2. Materyal ve metodlar

2.1. Mikroşerit Anten Tasarımı

Aynı dielektrik sabiti ve yüksekliğe sahip ($\epsilon_r = 4.4$ ve $h=1.6$ mm) FR4 malzeme kullanılarak tasarımları yapılan iki antenin de 2.4 GHz çalışma frekansında çalışması

istenmektedir. Tasarlanacak antenlerin boyutları istenilen çalışma frekansı için Eşitlik (1) ve (3) kullanılarak hesaplanır.

$$W = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_{r+1}}} \quad (1)$$

Eşitlik (1) kullanılarak, c ışık hızı ($3 * 10^8$ m/s), f_r çalışma frekansı (2.4 GHz) ve dielektrik sabiti ϵ_r (4.4) değerleri için DMA'nın genişliği 38.036 mm olarak hesaplanmıştır.

$\frac{W}{h}$ oranı 1'den büyük olduğu için efektif dielektrik sabiti Eşitlik (2) ile 3.58 olarak hesaplanmıştır. Eşitlik (3) kullanılarak DMA'nın uzunluğu 33.03 mm olarak elde edilmiştir.

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_{r+1}}{2} + \frac{\epsilon_{r-1}}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{wp} \right]^{-1} \quad (2)$$

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3)$$

Hesaplanan boyutlara yakın değerlere sahip DMA'ların benzetimleri CST programı ile iki farklı besleme yöntemi kullanılarak yapılmıştır. En iyi geri dönüş kaybına sahip DMA'lar laboratuvar ortamında üretilmiş ve ölçümleri yapılmıştır.

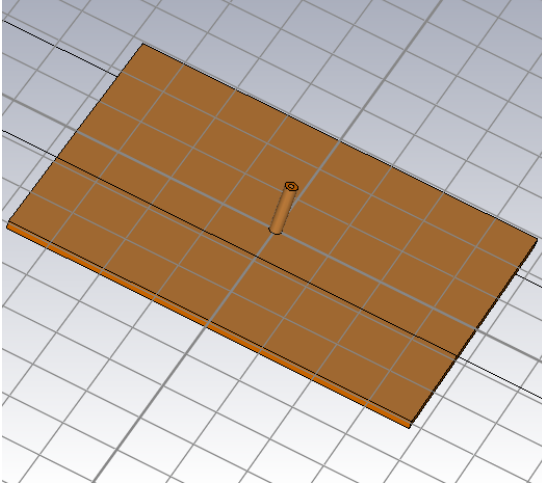
2.2. Besleme Yöntemleri

2.4 GHz frekansında çalışması istenen DMA'lar için mikroşerit hat ve koaksiyel besleme yöntemleri kullanılmıştır.

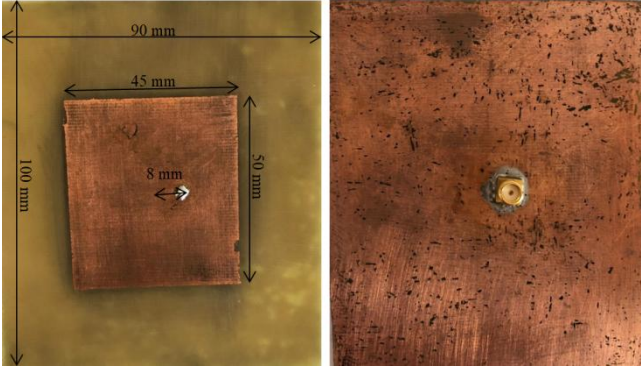
2.2.1. Koaksiyel Besleme

DMA'nın bu yolla beslenmesinde yapısında iki adet iletkeni sahip koaksiyel kablo kullanılır. Birbirinden herhangi bir dielektrik malzeme ile yalıtılmış olan iletkenlerden iç iletken DMA'ya dış iletken ise toprak yüzeyine temas eder. Toprak yüzeyi üzerinde açılacak bir delikle montajı sağlanan koaksiyel hattın konumu, DMA'nın bant genişliği,

empedans uyumu ve geri dönüş kaybı açısından oldukça önemlidir. Bu sebeple CST programı kullanılarak DMA'nın en düşük geri dönüş kaybına sahip olduğu besleme noktası için birçok benzetim yapılmıştır. Geri dönüş kaybının en düşük olduğu DMA boyutu ve besleme noktasının tespitinden sonra bu değerler için Şekil 1'de gösterilen DMA'nın benzetimi gerçekleştirilmiştir. Benzetimi yapılan DMA Şekil 2'de gösterildiği gibi laboratuvar ortamında üretilmiştir



Şekil 1. Koaksiyel besleme için CST ile DMA'nın en uygun besleme noktasını gösteren ekran görüntüsü

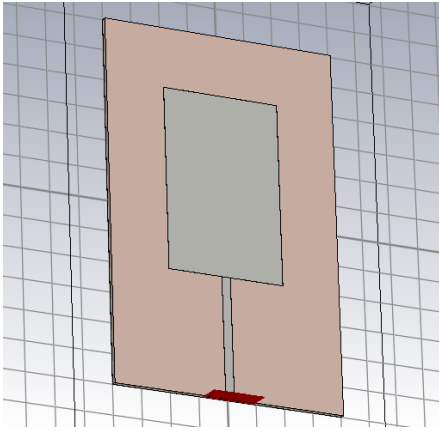


Şekil 2. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen koaksiyel beslemeli DMA

Üretilen DMA'nın yama boyutları 45 mm x 50 mm iken PCB boyutları 90x100 mm'dir. PCB ile ortak merkezli olan dikdörtgen yamanın beslemesi merkezden (0,0) ene doğru 8 mm ileriden (8,0) koaksiyel ile yapılmıştır. Koaksiyel besleme olarak 50 Ω SMA dişi konnektör kullanılmıştır.

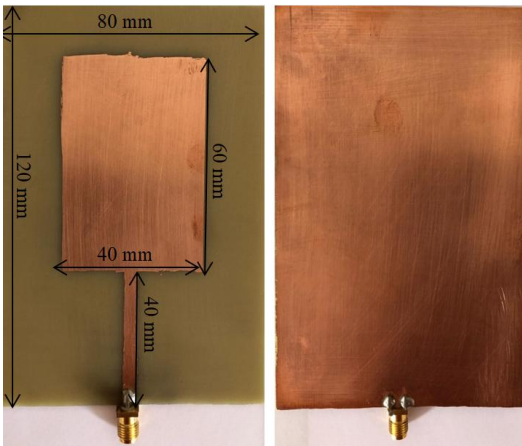
2.2.2. Mikroşerit Besleme

Bu teknikte dielektrik katman üzerinde bulunan DMA mikroşerit hat ile beslenir. Burada dikkat edilmesi gereken husus mikroşerit hattın empedansının hattı besleyeceğimiz konnektörle uyumlu olması için 50Ω olması gerektiğidir. Mikroşerit hattın uzunluğu ve genişliği empedans uyumluluğuna dikkat edilerek CST üzerinde hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlere göre çizilen mikroşerit hat beslemeye sahip DMA Şekil 3’de görüldüğü gibidir.



Şekil 3. Mikroşerit hattın CST ile çizilmesi

Uzunluğu ve genişliği belirlenen mikroşerit hattın geri dönüş kaybı üzerindeki etkisi benzetimler sonucunda değerlendirilmiş ve en düşük geri dönüş kaybına sahip DMA Şekil 4’ de gösterildiği gibi laboratuvar ortamında üretilmiştir.

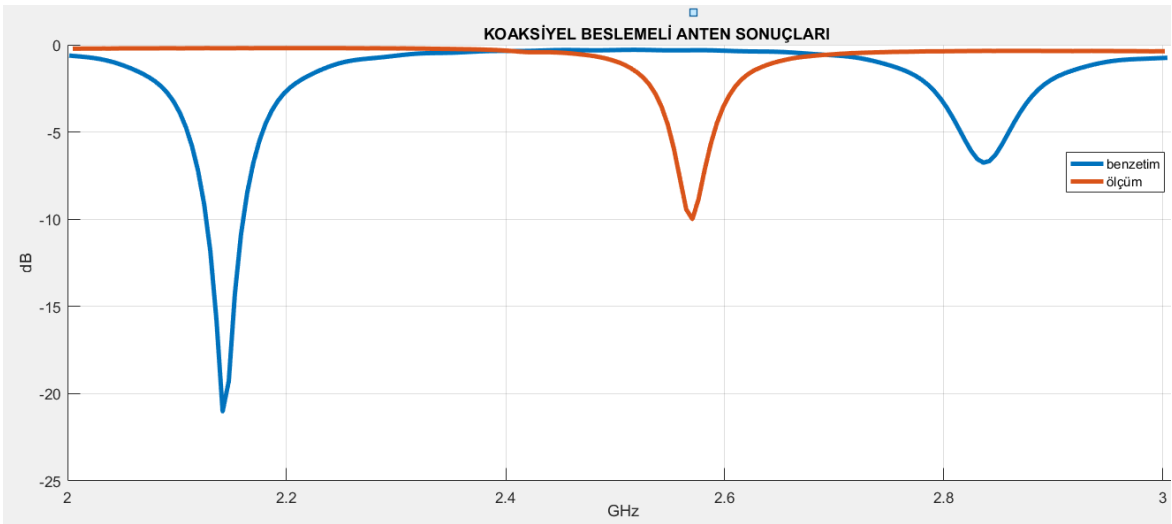


Şekil 4. Üretilen mikroşerit hat beslemeli DMA

Boyutları 80 mm x 120 mm olan PCB'nin üzerine PCB ile eş merkezli olacak şekilde tasarlanan 40 mm x 60 mm boyutlarındaki dikdörtgen yamanın beslemesi 40 mm uzunluğunda ve 5 mm genişliğinde mikroşerit hat ile yapılmıştır.

3. Bulgular

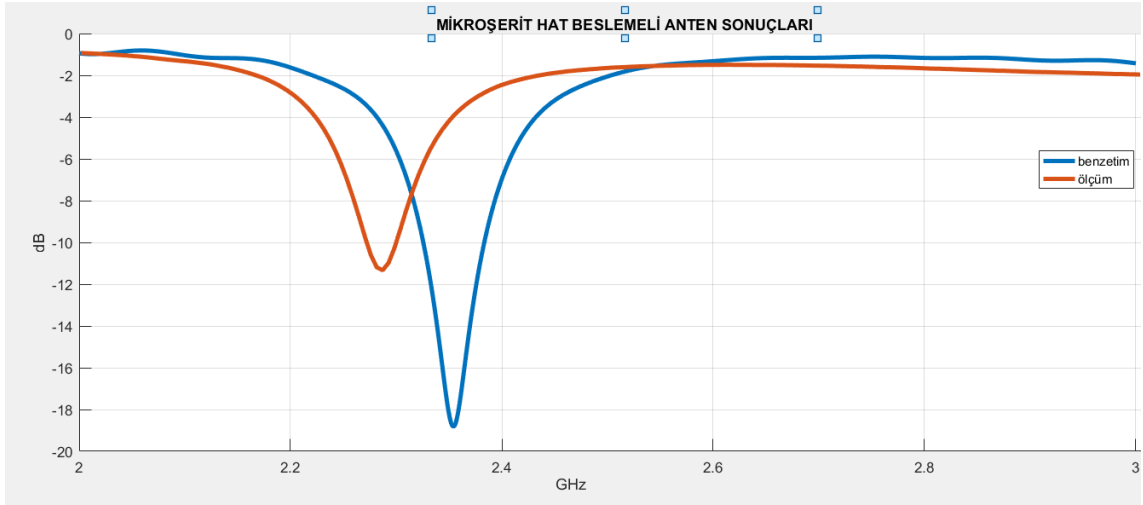
Bu çalışmada yama boyutları 45 mm x 50 mm ve 40 mm x 60 mm olan ve farklı besleme metoduna sahip iki adet DMA'nın benzetimi CST programı ile yapılmış ve üretilmiştir. Koaksiyel beslemede, besleme noktasının konumu antenin çalışmasını ve anten parametrelerini doğrudan etkilemektedir. Mikroşerit beslemede ise anten parametreleri ve antenin çalışması için en etkili faktör mikroşerit hattın empedansdır. Mikroşerit hat besleme için empedans uygunlaştırılması yapılmamış 50 Ω karakteristik empedansa sahip mikroşerit hat kullanılmıştır. Şekil 5'de verilen koaksiyel hat ile beslenen DMA'nın benzetim sonucu göre geri dönüş kaybı -21 dB iken üretilen antenin laboratuvar ortamında gerçekleştirilen ölçümleri sonucu elde edilen geri dönüş kaybı -10 dB olarak elde edilmiştir.



Şekil 5. Koaksiyel beslemeli DMA'nın sonuçları(geri dönüş kaybı)

Şekil 6'da verilen sonuçlara göre ise mikroşerit hat ile beslenen DMA'nın benzetimi sonucu geri dönüş kaybı -19 dB iken ölçüm sonucu -11 dB olarak elde edilmiştir.

Ölçüm sonuçlarının benzetim sonuçlarına göre daha elverişsiz olmasının sebeplerine üretim aşamasında ortaya çıkan kayıplar, kullanılan malzemenin dielektrik sabitinin benzetimlerde kullanılan malzeme ile eşdeğer olmaması, gibi problemler örnek gösterilebilir. Ayrıca benzetim sonuçlarına göre koaksiyel beslemeli DMA, ölçüm sonuçlarına göre ise mikroşerit hat beslemeli DMA daha iyi anten parametrelerine sahiptir.



Şekil 6.Mikroşerit hat DMA'nın sonuçları(geri dönüş kaybı)

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada boyutları ve besleme metotları farklı iki adet DMA'nın benzetimi ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Besleme metodu ve anten boyutu gibi parametrelerin DMA'nın geri dönüş kaybı üzerindeki etkileri incelenmiş ve elde edilen verilere göre iki DMA'nın da benzer özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Teşekkür

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi 1.Ulusal Mühendislik ve Teknoloji Kongresi'ne destekleri için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] G. A. Deschamps, Microstrip Microwave Antennas, presented at 3rd USAR Symposium on Antennas, 1953.

- [2] H. Gutton and G. Baissinot, "Flat Aerial for Ultra High Frequencies," French Patent No. 703113, 1995.
- [3] R. E. Munson, "Single Slot Cavity Antennas Assembly," U.S. Patent No.3713162, Jan 23, 1973.
- [4] H. Kutuk, A. Y. Tesneli , N. B.Tesneli, 3.3 GHz Mikroşerit Anten Tasarımı Ve Farklı Besleme Yöntemleri İçin Analizi, SAÜ. Fen Bil. Der. 17. Cilt, 1. Sayı, s. 119-124, 2013.
- [5] A. Sondas, WLAN/WiMAX Uygulamaları için Geniş Bant Mikroşerit Dipol Anten Tasarımı Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7 (2019) 788-794.
- [6] G. Altinel, M. Kahriman, Çok Bantta Çalışan Dikdörtgen Eksiltmeli Fraktal Yapıda Yarıkli Anten Tasarımı Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 4(3), 185-188, 2016.
- [7] Su, C. M., Chen, H. T., Chang, F. S., Wong, K. L. (2002). Dual-band slot antenna for 2.4/5.2 GHz WLAN operation. Microwave and Optical Technology Letters, 35(4), 306-308.
- [9] Balanis C.A., Anten Teorisi Analiz Ve Tasarım 3. Basımdan çeviri, Ankara, Türkiye, 2013.
- [10] J. G. Proakis, M. Salehi, İletişim Sistemlerinin Temelleri, 1. Basımdan çeviri, Ankara, Türkiye,.
- [8] Göksenin Bozdağ, Mustafa Seçmen Eğimli Beslemeli Geniş Bantlı Basılı Papyon Anten Tasarımı URSI-TÜRKİYE'2016 VIII. Bilimsel Kongresi, 1-3 Eylül 2016, ODTÜ, Ankara.