

WLAN Uygulamaları için Yarık-Halka Monopol Anten Tasarımı

Split-Ring Monopole Antenna Design for WLAN Applications

S. Cumhuri Başaran¹, Yunus E. Erdemli²

¹Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu
Akdeniz Üniversitesi
cbasaran@akdeniz.edu.tr

²Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü
Kocaeli Üniversitesi
yunusee@kocaeli.edu.tr

Özet

Bu bildiride, WLAN (2.4/5 GHz) uygulamaları için, yarık-halka elemanlarını temel alan yeni bir çift-bant mikroşerit monopol anten önerilmektedir. Oldukça küçük boyutlu olan anten, iki aşamalı mikroşerit hat ile beslenmekte ve ilgili bantlarda sırasıyla %9 ve %27 empedans bant-genişliği performansı göstermektedir. Ayrıca, her bir frekans bandında oldukça düzgün ışıma performansı sergilemektedir. Önerilen antenin tasarım ve analizleri Ansoft HFSS ve CST Microwave Studio benzetim yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Abstract

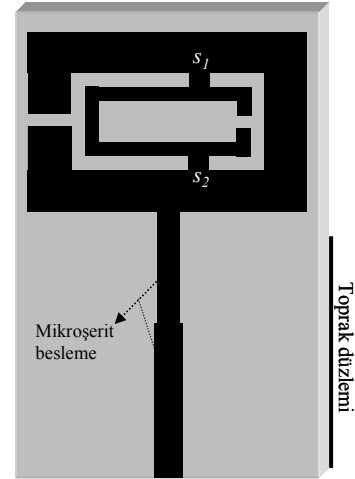
In this paper, a novel dual-band microstrip monopole antenna based on split-ring elements is proposed for WLAN (2.4/5 GHz) applications. The antenna fed by a two-stage microstrip line has fairly small dimensions and provides 9% and 27% impedance bandwidth performance at the respective bands. Also, the antenna exhibits almost uniform radiation patterns at each frequency band. The analysis and design of the proposed antenna were carried out by means of Ansoft HFSS and CST Microwave Studio.

1. Giriş

Bilgiye kesintisiz ve hızlı bir şekilde erişim olanağı sağlayan kablosuz haberleşmenin önemi her geçen gün daha fazla artmaktadır. Bu uygulamalarda kullanılan dizüstü bilgisayar ve kablosuz modem gibi taşınabilir cihazlardaki çeşitliğin artması, söz konusu cihazlara adapte edilebilecek boyutlardaki fonksiyonel antenlerin tasarımını zorunlu hale getirmiştir. Ayrıca IEEE standartları uyarınca çeşitli frekans bantlarında gerçekleşen kablosuz haberleşme uygulamalarının tek bir anten elemanı ile sağlanabilmesi ancak ilgili antenin çoklu-bant veya geniş-bant performans göstermesi ile mümkün olabilmektedir. Küçük hacimli olmaları, üretimlerinin kolay olması ve geniş-bant performans sergilemeleri sebebiyle, mikroşerit monopol antenler kablosuz haberleşme uygulamalarında özellikle tercih edilmektedirler [1–5]. Bununla birlikte her-yöne ışıma performansı sergilemeleri

nedeniyle monopol antenler, kapalı ortamlardaki uygulamalar için oldukça elverişlidir.

Bu bildiride, yarık-halka (YH) elemanlarını temel alan yeni bir WLAN monopol anten tasarımı tanıtılmaktadır. μ -negatif davranışlarıyla [6] metameteryal yapıların temel yapı taşı özelliğine sahip YH elemanları, farklı elektromanyetik filtre uygulamalarında tercih edilmişlerdir [7–9]. YH elemanlarını temel alan çift-bant bir WLAN anten tasarımı ise yakın geçmişte literatürde yerini almıştır [10]. Bu çalışmada önerilen yeni çift-bant anten tasarımı, YH elemanları açısından [10]'daki tasarıma benzemekte, fakat daha basit yapı ve monopol yapısında olup, daha geniş-bantlı ve daha yüksek-kazançlı performans göstermektedir.



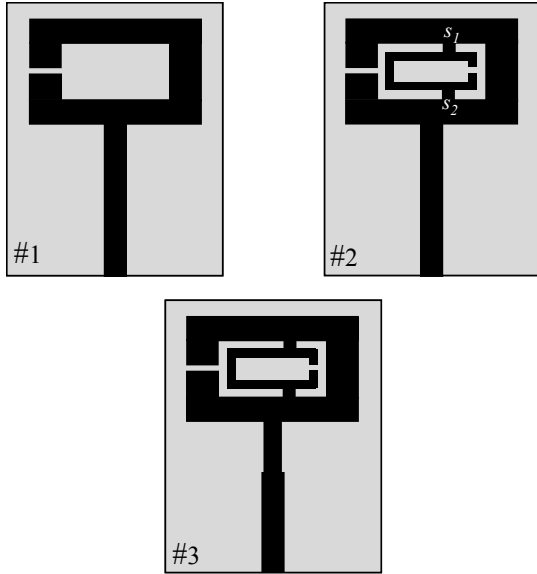
Şekil 1: WLAN uygulamaları için önerilen YHMA.

Önerilen yarık-halka monopol anten (YHMA), Şekil 1'de görüldüğü üzere, içi-içe yerleştirilmiş iki YH elemanı ve bu elemanlar arasında simetrik pozisyonlara yerleştirilmiş iki adet metalik yüklem (S₁, S₂) oluşmaktadır. 50 Ohm sistem empedansına uyumlu iki-aşamalı bir mikroşerit hat ile beslenmekte olan antenin diğer yüzeyinde bu besleme hattı

boyunca uzanan toprak düzlemi bulunmaktadır. Boyutları oldukça küçük olan YHMA, 2.47 GHz ve 5.82 GHz merkez frekanslarında, yüksek kazançlı, oldukça düzgün ışıma karakteristiğine sahip çift-bant performans sergilemektedir. YHMA'nın sayısal tasarımı sonlu-eleman metodunu temel alan Ansoft HFSS ve sonlu-farklar metodunu temel alan CST Microwave Studio benzetim yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bildiride, YHMA'nın tasarım aşamaları genel hatları ile verildikten sonra, ilgili frekans bantlarındaki benzetim sonuçları sunulmaktadır.

2. Anten Tasarımı

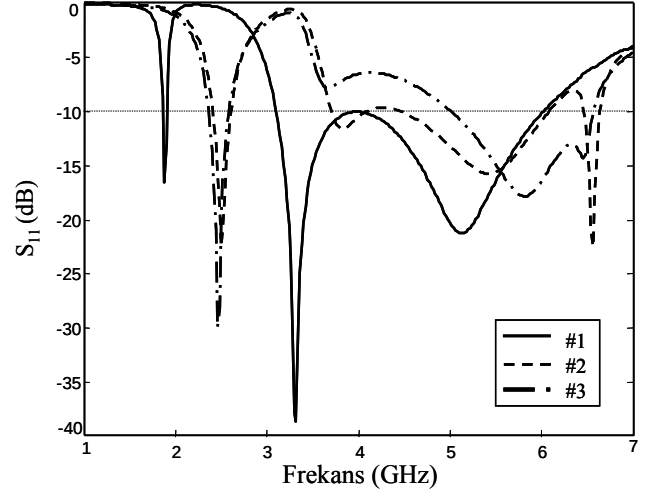
Bu bölümde önce, önerilen WLAN-YHMA'nın temel tasarım aşamalarına yer verilmekte ve sonrasında optimum anten performansı değerlendirilmektedir. Bir dizi parametrik çalışma sonucunda, uygulama frekanslarının ve geri-dönüş kaybı seviyelerinin istenilen değerlere optimizasyonu sonucunda Şekil 1'de görülen anten konfigürasyonu elde edilebilmiştir. Bu süreçte, anten taban malzemesinin kalınlığı ve dielektrik sabiti, halka boyutları, halka yarıkları ve metalik yüklemelerin konumları, toprak düzleminin konumu ve boyutları ile mikroşerit besleme hattının yapılandırılması optimize edilen başlıca parametrelerdir.



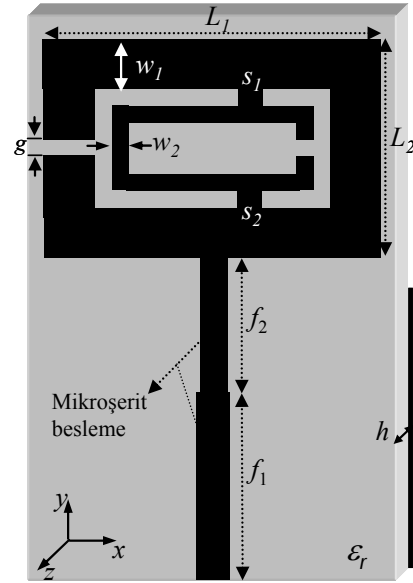
Şekil 2: WLAN-YHMA'nın temel tasarım aşamaları.

Şekil 2'de, WLAN-YHMA'nın temel tasarım aşamalarını içeren anten konfigürasyonları, Şekil 3'te ise her bir konfigürasyona ilişkin frekans cevabı verilmektedir. Tasarımın ilk konfigürasyonu (#1), mikroşerit beslemeli tek yarık-halka elemanından oluşmaktadır. Bu yapının, $|S_{11}| < -10$ dB kriterine göre, 1.8 GHz merkezli oldukça dar-bant ve 3.3–5.8 GHz arasında ise oldukça geniş-bant olmak üzere çift-bant performans sergilediği görülmektedir. İkinci bir yarık-halka elemanı ve halka elemanları arasına s_1 ve s_2 metalik yüklemelerinin ilave edilmesi ile (#2), birinci bant 2.4 GHz merkez frekansına kaydırılmış, ikinci bant ise 4.3–5.9 GHz frekansları arasında elde edilmiştir. Bu tasarım 2.4/5.2 GHz WLAN uygulama bantlarını kapsamakla birlikte 5.8 GHz merkezli uygulama frekansını bütünüyle kapsamaktadır.

Son aşamada, besleme hattı iki aşamalı olarak yapılandırılarak (#3), 2.4 GHz merkezli birinci bantta herhangi bir değişiklik olmazken, ikinci bant 5.0–6.56 GHz frekansları arasında elde edilmiştir. Bu optimum anten konfigürasyonu, arzu edildiği gibi 2.4, 5.2 ve 5.8 GHz merkezli WLAN uygulama bantlarını bütünüyle kapsamaktadır.



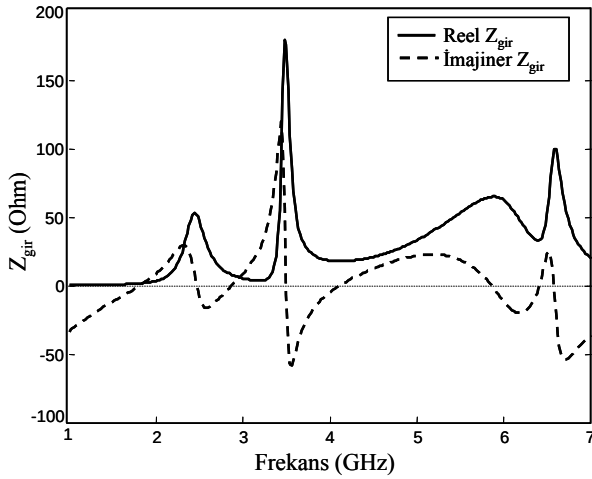
Şekil 3: WLAN-YHMA tasarım aşamaları (#1, #2, #3) için geri-dönüş kaybı (S_{11}) karakteristikleri.



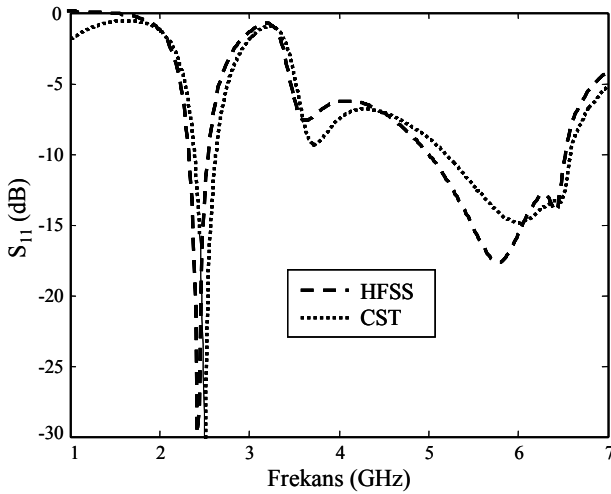
Şekil 4: WLAN-YHMA tasarımı: $L_1=20$, $L_2=13$, $w_1=3$, $w_2=1$, $g=1$, $f_1=11$, $f_2=8$, $h=0.508$, s_1, s_2 (metalik yükler: 1.5×1) (hepsi mm), $\epsilon_r=3.48$.

Şekil 4'te, optimum WLAN-YHMA konfigürasyonu (#3) fiziksel parametreleri ile birlikte verilmektedir. Görüldüğü üzere, iç-içe yerleştirilmiş iki yarık halka elemanı ve bu elemanlar arasında uygun pozisyonlara yerleştirilen iki metalik yüklemelerden (s_1, s_2) oluşan oldukça basit görünümlü anten, 50 Ohm sistem empedansına uyumlu iki aşamalı bir mikroşerit besleme hattına sahiptir. Önerilen antende taban

malzeme olarak, kalınlığı 0.508 mm ve dielektrik sabiti 3.48 olan Rogers RO4350(tm) kullanılmıştır. $22 \times 34 \text{ mm}^2$ alan kaplayan düşük kayıplı malzemenin bir yüzeyinde YH elemanları ve besleme hattı bulunurken, diğer yüzeyinde ise $22 \times 17 \text{ mm}^2$ alan kaplayan ve mikroşerit besleme hattı boyunca uzanan toprak düzlemi bulunmaktadır. Besleme hattının birinci aşaması 11 mm uzunluğunda ve 2 mm genişliğinde iken, yarık-halka elemanı ile fiziksel temasın olduğu ikinci aşama 8 mm uzunluğunda ve 1.5 mm genişliğindedir.



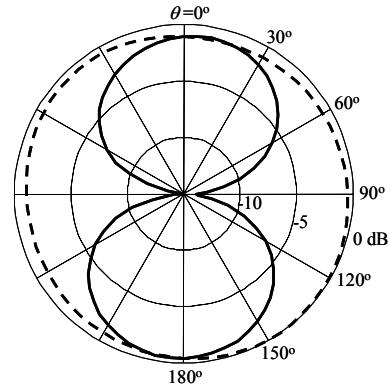
Şekil 5: WLAN-YHMA'nın giriş empedansı (Z_{gir}) karakteristiği.



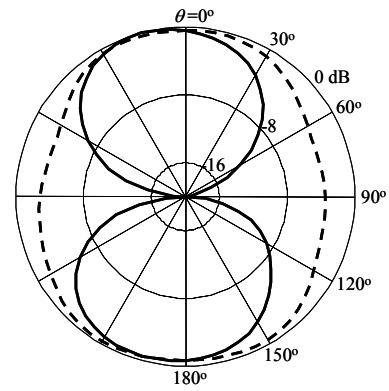
Şekil 6: WLAN-YHMA'nın geri-dönüş kaybı (S_{11}) karakteristiği.

Sayısal tasarımı HFSS ve CST ile elde edilen WLAN-YHMA'nın Şekil 5'te giriş empedansı, Şekil 6'da ise geri-dönüş kaybı karakteristikleri verilmektedir. Görüldüğü üzere her iki benzetim yazılımıyla elde edilen S_{11} karakteristikleri oldukça uyumlu olup, önerilen YHMA, 2.47 GHz ve 5.78 GHz merkezli, sırasıyla %9 ve %27 bant genişliğine sahip çift-bant performans sergilemektedir. Bu özelliğiyle önerilen anten, IEEE 802.11a/b/g standartları

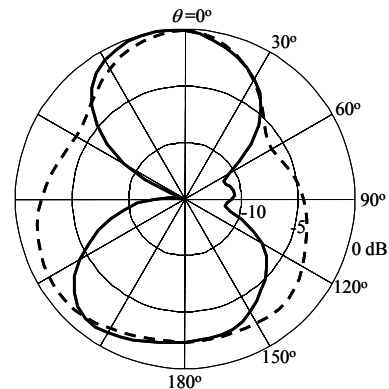
uyarınca WLAN uygulamaları için tahsis edilmiş olan 2.4 GHz, 5.2 GHz ve 5.8 GHz merkezli frekans bantlarını tamamen kapsamaktadır.



(a) $f=2.47 \text{ GHz}$



(b) $f=5.28 \text{ GHz}$

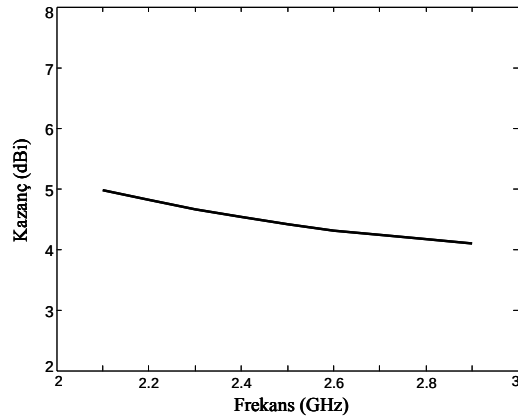


(c) $f=5.75 \text{ GHz}$

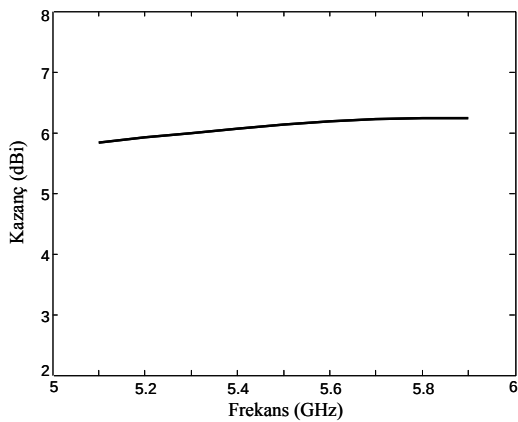
Şekil 7: WLAN-YHMA'nın farklı frekanslardaki ışıma örüntüleri.

YHMA'nın 2.47 GHz, 5.28 GHz ve 5.75 GHz frekanslarındaki ışıma örüntüleri Şekil 7'de verilmektedir. Görüldüğü üzere, söz konusu frekanslarda E-düzlem örüntüsü dipol-benzeri, H-düzlem örüntüsü ise (hemen hemen) her-yöne ışıma karakteristiği göstermektedir. YHMA'nın yönlendirme kazanç karakteristikleri Şekil 8'de verilmektedir. Görüldüğü üzere, hesaplanan anten kazancı, 2 GHz bandında (2.1–2.9

GHz) ortalama 4.5 dBi iken, 5 GHz bandında (5.1–5.9 GHz) ortalama 6 dBi seviyelerindedir.



(a) 2 GHz bandı (2.1–2.9 GHz)



(b) 5 GHz bandı (5.1–5.9 GHz).

Şekil 8: WLAN–YHMA'nın kazanç performansı.

3. Sonuçlar

Bildiride, yarık-halka elemanlarını temel alan yeni bir çift-bant WLAN anten tanıtılmıştır. Önerilen anten monopol yapıda olup, iki-aşamalı mikroşerit besleme hattına sahiptir. İç-içe geçmiş iki yarık-halka elemanı arasında simetrik olarak yerleştirilmiş metalik yüklemelerle elde edilen optimum anten konfigürasyonu, 2.47/5.82 GHz merkez frekanslarında çift-bant bir performans sergilemektedir. Bu özelliğiyle önerilen anten, 2.4, 5.2 ve 5.8 GHz WLAN frekans bantlarını tümüyle kapsamaktadır. Ayrıca söz konusu frekanslarda, olabildiğince düzgün bir ışıma örüntüsü sergileyen antenin kazanç değerleri 4–6 dBi seviyelerindedir. HFSS ve CST gibi çok iyi bilinen benzetim yazılımları kullanılarak elde edilen analiz sonuçları oldukça uyumludur.

Teşekkür

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmektedir.

4. Kaynaklar

- [1] Kuo, Y.-L. and Wong, K.-L., "Printed double-T monopole antenna for 2.4/5.2 GHz dual-band WLAN operations," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, 51(9), 2187–2192, 2003.
- [2] Pan, C.-Y. Huang, C.-H. and Homg, T.-S., "A new printed G-shaped monopole antenna for dual-band WLAN application," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, 45(4), 295–297, 2005.
- [3] Zaker, R. Ghobadi, Ch. and Nourinia, J., "A modified microstrip-fed two-step tapered monopole antenna for UWB and WLAN applications," *Progress In Electromagnetics Research, PIER* 77, 2007, 137–148.
- [4] Wong, K.-L. Wu, C.-H. and Su, S.-W., "Ultrawide-band square plana metal-plate monopole antenna with a trident-shaped feeding strip," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, 53(4), 1262–1269, April 2005.
- [5] Zhao, G. Zhang, F. S. Song, Y. Z. Weng, B. and Jilao, Y. C., "Compact ring monopole antenna with double meander lines for 2.4/5 GHz dual-band operation," *Progress In Electromagnetics Research, PIER* 72, 2007, 187–194.
- [6] Pendry, J. B. Holden, A. J. Robins, D. J. and Stewart, W. J., "Magnetism from conductors and enhanced nonlinear phenomena," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, 47(11), 2075–2084, 1999.
- [7] Erdemli, Y. E. and Sondas, A., "Dual-polarized frequency-tunable composite left-handed slab," *J. Electromagn. Waves and Appl.*, 19(14), 1907–1918, 2005.
- [8] Cenk, C. Sondas, A. and Erdemli, Y. E., "Tunable split ring resonator microstrip filter design," in *Proc. Mediterranean Microwave Symposium*, Genova, Italy, September 19–21 2006.
- [9] Ucar, M. H. B. Sondas, A. and Erdemli, Y. E., "Switchable split-ring frequency selective surfaces," *PIERB*, 6, 65–79, 2008.
- [10] Basaran, S. C. and Erdemli, Y. E., "Dual-band split-ring antenna design for WLAN applications", *Turkish J. Elec. Engin. Comp. Sci.*, 16(1), 79–86, 2008.