

5G, UMTS, WiFi, WiMax ve C-bandı Uygulamalarında Kullanılabilen Dört Köşeli Yıldız Şeklinde Yamaya Sahip Mikroşerit Yama Anten Tasarımı

Cihan Doğuşgen Erbaş
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
İstanbul
cihan.dogusgen@yeniuyuzuil.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, 5G, UMTS, WiFi, WiMax ve C-bandı uygulamalarında kullanılacak, dört köşeli yıldız şeklinde yaması olan bir mikroşerit yama anten tasarlanmış ve anten performans parametrelerine ait benzetim sonuçları sunulmuştur. Anten beslemesi için yararlanılan, 50-ohm karakteristik empedansa sahip koaksiyel prob ile antenin farklı noktalarda beslenmesi sayesinde farklı çalışma frekans bantları ve bu frekans bantlarına karşılık gelen kablosuz uygulamalarda kullanım imkanı elde edilmiştir. 5G uygulamasına yönelik olarak sunulan benzetim sonuçları, antenin 2.20 GHz-2.80 GHz arasında çalıştığını, 2.50 GHz rezonans frekansına ve bu rezonans frekansında tek yönlü ışına örüntüsüne sahip olduğunu göstermektedir. Maksimum kazanç ise 1.04 dBi değerindedir.

Abstract: In this study, a microstrip patch antenna with a patch of a four-cornered star shape that can be used in 5G, UMTS, WiFi, WiMax and C-band applications is designed, and simulation results for antenna performance parameters are presented. By feeding the antenna with a 50-ohm coaxial probe in different parts of the antenna, different operation frequency bands and antenna usage for corresponding wireless applications are obtained. Simulation results for 5G application show that the antenna operates between 2.20 GHz-2.80 GHz, has a resonant frequency of 2.50 GHz and a unidirectional radiation pattern at this resonant frequency. Maximum gain value is 1.04 dBi.

1. Giriş

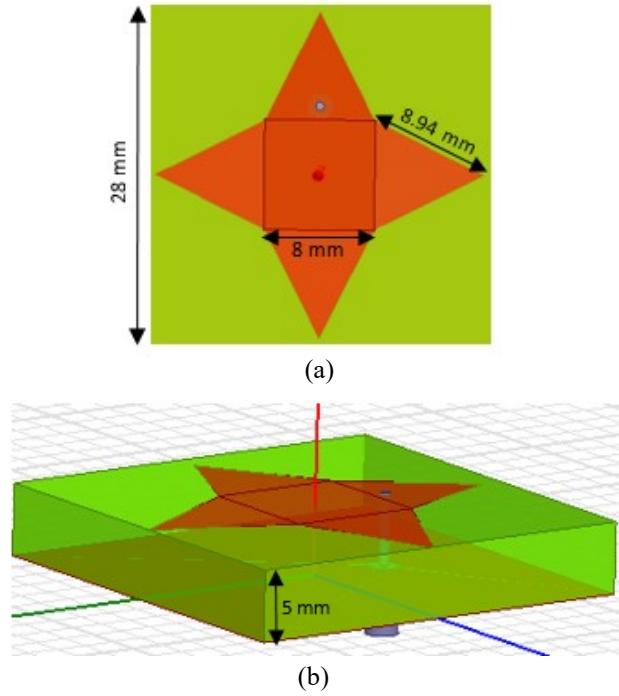
Mikroşerit yama antenler düzlemsel yapıları, çoklu bant uygulamalarına uygunlukları, üretimlerinin kolay olması ve düşük maliyetli olmaları nedeniyle birçok uygulamada sıklıkla kullanılmaktadırlar [1, 2]. Bu uygulamalara örnek olarak kablosuz haberleşme sistemleri, radar, telemetri, radyo frekans kimliklendirme ve küresel konumlandırma sistemleri verilebilir. Literatürde yer alan çeşitli araştırmalar, değişik geometrilere sahip mikroşerit yama anten yapılarını incelemiş ve raporlamışlardır [3-8].

Bu çalışmada, 5G (2.496 GHz-2.690 GHz ve 2.30 GHz-2.40 GHz), UMTS (1.92 GHz-2.17 GHz), WiFi (2.40 GHz-2.4835 GHz), WiMax (2.305 GHz-2.36 GHz) ve C-bandı (4.00 GHz-8.00 GHz) uygulamalarında kullanılacak, dört köşeli yıldız şeklinde yamaya sahip bir mikroşerit yama anten tasarlanmış ve benzetim sonuçları sunulmuştur. Benzetimler ANSYS HFSS programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma dahilinde Bölüm 2’ de anten tasarımı ve Bölüm 3’ te benzetim sonuçları verilmiş, Bölüm 4’ te ise bildiri sonuçlandırılmıştır.

2. Anten Tasarımı

Tasarlanan mikroşerit yama anten Şekil 1’ de gösterilmiştir. Anten, dört köşeli yıldız şeklinde bir yamaya, bir toprak düzlemine ve yama ile toprak düzlemi arasına yerleştirilmiş bir alt tabandan oluşmaktadır. Toprak düzleminde yarı bulunmamaktadır. Kare şeklinde olan antenin bir kenarı 28 mm değerindedir. Yamanın bir kısmını oluşturan ve merkeze yerleştirilen karenin bir kenarı 8 mm değerindedir. Bu karenin her bir kenar uzunluğu, kare etrafına yerleştirilen ve yamanın kalan kısmını oluşturan 4 ikizkenar üçgenin her birinin taban uzunluğudur. Bahsedilen üçgenlerin diğer iki kenarından her birinin uzunluğu 8.94 mm değerindedir. Alt taban yüksekliği 5 mm değerindedir. Anten ölçüleri için Şekil 1 incelenebilir. Alt taban malzemesi, bağıl dielektrik sabiti 10 ve kayıp tanjantı 0.0035 değerinde olan bir malzemedir. Anten, 50-ohm karakteristik empedansına sahip bir koaksiyel prob ile beslenmektedir.

Mikroşerit yama antenin merkezi (0, 0) koordinat merkezi ile gösterilmektedir. Farklı besleme noktaları için farklı uygulamalara yönelik olarak ilgili frekans bantlarında çalışma elde edilmiştir. Dolayısıyla, tasarlanan anten besleme noktası değiştiğinde farklı uygulama(lar) için kullanılabilir hale gelmektedir. Antenin çalışma prensibi [9] içerisinde açıklanmıştır.



Şekil 1. Tasarlanan mikroşerit yama antenin üstten görünümü (a) ve yan görünümü (b).

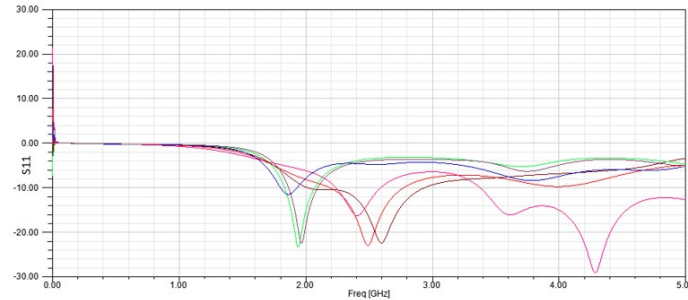
3. Benzetim Sonuçları

Tablo 1, eniyileme sonucunda bulunan, çeşitli besleme noktaları için elde edilen anten çalışma frekans aralıklarını listelemektedir. Bu aralıklar ve benzetim yolu ile bulunan anten performans parametreleri incelendiğinde 5G, UMTS, WiFi, WiMax ve C-bandı uygulamaları için sözkonusu antenin kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Tablo 1. Farklı besleme noktaları için elde edilen anten çalışma frekans aralıkları ve rezonans frekansları

Besleme noktası (mm)	Çalışma frekans aralığı (GHz)	Rezonans frekansı (GHz)
B1(-4, -2.5)	1.80-2.10	1.96
B2(-4, 0)	1.80-2.00	1.90
B3(3.5, 3.5)	1.90-2.20	1.98
B4(-8, 0)	2.20-2.80	2.50
B5(-10, -0.5)	3.40-5.80	4.28
B6(7, 0)	2.00-2.90	2.60

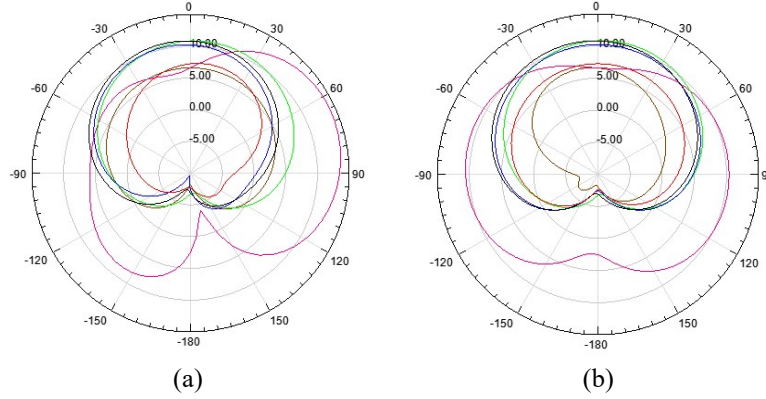
Şekil 2, Tablo 1' de verilen besleme noktaları için elde edilen geri dönüş kaybı grafiklerini (dB cinsinden) göstermektedir. Örneğin B4 besleme noktası için benzetim yolu ile bulunan çalışma frekans aralığı 2.20 GHz-2.80 GHz arasındır (Bant genişliği 600 MHz' dir.). Rezonans frekansı 2.50 GHz' dir. Bu frekans aralığı ve rezonans frekansı göz önüne alındığında antenin, çalışma frekansı 2.50 GHz olan ve 2.496 GHz-2.690 GHz frekans aralığında işlevsel olan 5G uygulaması için uygun olduğu sonucu çıkarılabilir.



Şekil 2. Farklı besleme noktaları için elde edilen geri dönüş kaybı: B1: siyah, B2: mavi, B3: yeşil, B4: kırmızı, B5: pembe ve B6: kahverengi.

Ayrıca antenin çalışma frekans aralığı ve anten performans parametreleri düşünüldüğünde, antenin 2.30 GHz-2.40 GHz aralığı için belirlenen 5G uygulaması için yine uygun olduğu söylenebilir. Bahsedilen frekans aralığı 5G için belirlenen n40 çalışma bandına karşılık gelmektedir [10].

Tablo 1’ de sunulan besleme noktalarına ve rezonans frekanslarına karşılık gelen ışınma örüntüsü benzetim sonuçları ($\theta=0^\circ$ ve $\theta=90^\circ$ düzlemleri için) Şekil 3’ te verilmiştir. B4 besleme noktası için her iki düzlemde de tek yönlü ışınma örüntüsü elde edilmiştir. $\theta=0^\circ$ düzlemi için maksimum ışınma değeri 7.35 dB olup bu değer $\theta=5^\circ$ yönünde oluşmaktadır. $\theta=90^\circ$ düzlemi için ise maksimum ışınma değeri 7.24 dB olup bu değer $\theta=0^\circ$ yönünde meydana gelmektedir. Maksimum kazanç değeri ise 1.04 dBi değerindedir.



Şekil 3. Farklı besleme noktaları için elde edilen ışınma örüntüleri: $\theta=0^\circ$ düzlemi (a) ve $\theta=90^\circ$ düzlemi (b). B1: siyah, B2: mavi, B3: yeşil, B4: kırmızı, B5: pembe ve B6: kahverengi.

4. Sonuç

Bu çalışmada, 5G, UMTS, WiFi, WiMax ve C-bandı uygulamalarına yönelik, dört köşeli yıldız biçiminde yaması olan bir mikroşerit yama anten tasarımı ve benzetim sonucu bulunan anten performans parametreleri sunulmuştur. Koaksiyel beslemenin anten üzerinde yeri değiştirilerek farklı frekanslarda rezonans ve bant aralıkları elde edilerek farklı uygulamalar için çalışma sağlanmıştır. Besleme noktaları ANSYS HFSS programı içerisindeki eniyileme özelliği yardımıyla elde edilmiştir. Tüm benzetimler yine ANSYS HFSS programıyla gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- [1]. Pozar D. M. ve Schaubert D. H., Microstrip Antennas: The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays. Wiley, New York, A.B.D., 1995.
- [2]. Anguera J., Andujar A. ve Jayasinghe J., “High-directivity microstrip patch antennas based on $TM_{\text{odd-0}}$ modes”, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, cilt.19 no.1, s.39-43, 2020.
- [3]. Saeidi-Manesh H. ve Zhang G., “Dual-polarised hybrid feed microstrip patch antenna for multifunction application”, Electronics Letters, cilt. 55, no. 12, s. 679-681, 2019.
- [4]. Katyal A. ve Basu A., “Compact and broadband stacked microstrip patch antenna for target scanning applications”, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, cilt. 16, s. 381-384, 2017.
- [5]. Xu W., Wang J., Chen M., Zhang Z. ve Li Z., “A novel microstrip antenna with composite patch structure for reduction of in-band RCS”, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, cilt.14, s. 139-142, 2015.
- [6].Zoukalne K., Chaibo A. ve Khayal M. Y., “Design of microstrip patch antenna array for 5G resonate at 3.6 GHz”, Current Journal of Applied Science and Technology, cilt. 39, no. 34, s. 164-170, 2020.
- [7]. Maheswari T., Sankar V. U., Reddy S. S., Kumar B. P. ve Rushendrababu K., “Design of a microstrip patch antenna for 5G wireless applications”, International Journal of Research and Analytical Reviews, cilt. 6, no. 1, s. 510-515, 2019.
- [8].Geetharamani G. ve Aathmanesan T., “Design and development of novel patch antenna for 5G applications”, ICTACT Journal on Microelectronics, cilt. 4, no. 2, s. 566-569, 2018.
- [9]. Balanis C. A., Antenna Theory: Analysis and Design. Wiley-Blackwell, New York, A.B.D., 2016.
- [10]. ETSI, “5G; NR; Kullanıcı ekipmanı radyo iletimi ve alımı; bölüm 1: kapsam 1 bağımsız (3GPP TS 38.101-1 versiyon 16.4.0 yayın 16)”, Teknik Spesifikasyon, Fransa, 2020.