

Beşinci Nesil Haberleşme Sistemi Uygulamaları için Parazitik Yamalı Dikdörtgen Çerçevesi Mikroişerit Anten Tasarımı

Duygu Yaşar Gündoğdu¹, Agah Oktay Ertaş*

¹Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Erzincan

207621003@ogr.ebyu.edu.tr

*Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Erzincan

aoertay@erzincan.edu.tr

Özet: Bu çalışmada Beşinci Nesil (5N) uygulamalar için n40 ve n41 frekans bantlarını kapsayan 2.4 GHz frekansında çalışan, 3.69dBi kazanç ve 0.95GHz empedans bant genişliğine sahip bir mikroişerit yama anten tasarımı önerilmiştir. Üç aşamada tasarımı yapılan antenin ilk aşamasında dikdörtgen bir anten çerçevesi içerisinde çeşitli yama geometrilerinin yer aldığı bir anten geometrisi önerilmiştir. Tasarım prosedürünün ikinci ve üçüncü aşamalarında bu çerçeve içerisinde yer alan yama geometri ve boyutlarının değiştirilmesi ile uygun çalışma istekleri elde edilmiştir. Tasarlanan anten 5N haberleşme uygulamaları için kullanılabilir özelliklere sahiptir. Tasarım adımları CST Microwave Studio'da gerçekleştirilmiştir.

Abstract: In this study, a microstrip patch antenna design covering n40 and n41 frequency bands with operating 2.40GHz frequency, having 3.69dBi gain and 0.95GHz impedance bandwidth for fifth-generation (5G) applications is proposed. An antenna geometry consists of various patch geometries in a rectangle antenna at the first stage of the presented antenna which has three stages. Suitable operation specifications are obtained by changing dimensions of patch geometries which is in this antenna frame at the second and third stages of the design procedure. Designed antenna has properties that can be used for 5G communication applications. Design steps are performed in CST Microwave Studio.

1. Giriş

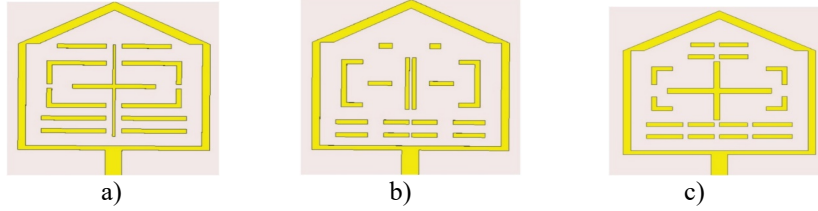
Telsiz haberleşme yaygınlaşması ile artan ihtiyaçları karşılamak için birçok sistem geliştirilmiştir. Bugün kullanılan Dördüncü Nesil (4N) haberleşme sistemlerinin ardından Beşinci Nesil (5N) haberleşme sistemlerinin geliştirilmektedir [1]. 5N haberleşme sistemlerinde veri hızı, spektrum verimliliği, kanal kapasitesi gibi birçok uygulama senaryoları günümüz teknolojilerinin bir parçası haline gelmeye başlamıştır. Bu senaryoların 5N haberleşme sistemlerinde etkin bir şekilde uygulanabilmesi için spektrum tahsis önemli bir konu haline gelmiştir. Bu doğrultuda haberleşme gereklilikleri ve elektromanyetik özelliklerdeki önemli farklılıklarından dolayı 6GHz bir frekans sınırı kabul edilmiştir. 6GHz altı ve 6GHz üstü birçok frekans bandı 5N haberleşme sistemleri için tanımlanmıştır [1]. Özellikle Avrupa'da kullanılması hedeflenen frekans bantlarından biri de 2-3 GHz bandıdır. Bu aralıkta 5N haberleşme sistemleri için n40 ve n41 frekans bantlarının tahsisi planlanmaktadır [2,3]. Bu kapsamda ilgili frekans bantları için bant genişliği ve yüksek veri hızı iletimi gereklidir. Bu amaçla kullanılacak antenlerin tasarım özellikleri önem arz etmektedir. Son kullanıcı tarafından ihtiyaç duyulan servis kalitesini sağlamak için gerekli olan daha geniş bant aralığını, daha hızlı veri iletimini sağlamak, daha küçük antenlerin tasarımını yapmak ve tasarım isteklerinin iyileştirilmesi gibi konular çeşitli tasarımlarla ele alınmış ve gereksinimler sağlanmaya çalışılmıştır [4]-[6].

Bu çalışmada 5N haberleşme sistemleri için aday olabilecek, çalışma merkez frekansı 2.4GHz olan çeşitli geometrilerdeki yamalar kullanılarak meydana getirilen kazanç ve bant genişliği iyileştirilmiş bir mikroişerit yama anten tasarımı yapılmıştır. Anten tasarımı üç aşamadan oluşmaktadır. İlk adımda 2.4GHz civarında çalışabilen bir anten tasarımı sunulmuş olup ikinci adımda bu tasarımın kazancı ve bant genişliği iyileştirilmiştir. Son adımda ise hem empedans bant genişliği hem de kazanç değerleri artırılarak arzu edilen tasarım hedeflerine ulaşılmıştır. Son anten tasarımına ait yüzey akım dağılımı, üç boyutlu ve iki boyutlu ışınım örüntüleri verilmiştir. Tüm tasarımlar CST Microwave Studio [7] elektromanyetik benzetim ortamında yapılmıştır.

2. Mikroişerit Anten Tasarım Adımları

Bu çalışmada geniş bant aralığına sahip bir mikroişerit anten tasarımı hedeflenmiştir. Bunun dışında daha küçük $|S_{11}|$ -dB ve daha yüksek kazanç elde etmek bu çalışmanın hedefleri arasında yer almaktadır. Tasarımı yapılmak

istenen mikroşerit antenin çalışma frekansının 2.4 GHz ve kazancının ise 3 dBi'den büyük olması istenmektedir. Bu doğrultuda üç farklı tasarım adımı sunulmuş ve bu tasarımlara ait geometriler Şekil 1'de verilmiştir. Literatürde yer alan birçok farklı çalışmada, mikroşerit yama antenlerin bant genişliğinin artırılması ve kazancının ise kabul edilebilir seviyede tutulması amaçlanmıştır. Bu çalışmalarda kazancın artırılması için tipik mikroşerit yama anten tasarımlarının üzerine farklı geometrilerle sahip yamalar yapılarak kazancın ve bant genişliğinin artması sağlanmıştır. Bu bildiri Şekil 1a)'da verilen başlangıç anteni (Anten-1), 44x44 mm² boyutlarında tasarlanmıştır. Tasarımda 4.3 bağıl dielektrik sabiti olan ve 0.025 kayıp tanjantına sahip FR4 dielektrik malzemesi kullanılmış, seçilen malzemenin yüksekliği 1.6 olarak belirlenmiştir. Anten taban iletkeni boyutları tüm antenin yatay olarak yarısı değerindedir ve değerleri 44x22mm²'dir. Anten-1'in kazancı 3.24 dB ve minimum $|S_{11}|$ -dB seviyesi -22 dB'dir.



Şekil 1 Anten tasarım adımları a) Anten-1 b) Anten-2 c) Anten-3

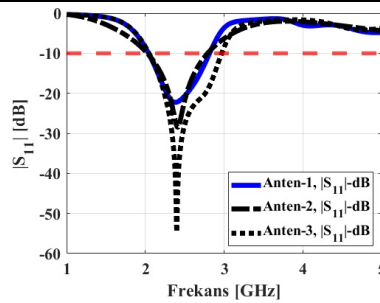
Bu çalışmada ele alınan Anten-1 tasarımının boyutlarıyla aynı 44x44 mm² olan ikinci bir anten tasarım adımı (bkz. Şekil 1b) Anten-2) kazancı artırmak ve $|S_{11}|$ -dB seviyesini azaltmak için yapılmıştır. Anten yama şekillerinin değiştirilmesiyle minimum $|S_{11}|$ -dB seviyesi -28 dB'lere kadar azalmış ve kazanç 3.25 dBi olmuştur. Tasarımın üçüncü adımında ise birinci ve ikinci adımlar ile aynı yöntem takip edilmiştir. Anten boyutları 44x44mm² değiştirilmeden farklı yama teknikleri ile kazancın ve bant genişliğinin artması hedeflenmiştir. Bunların yanında $|S_{11}|$ -dB seviyesinin -40 dB'nin altına düşmesi istenmiştir. Anten-3'e ait geometri, 2.4GHz'deki yüzey akım dağılımı, Şekil 2'de gösterilmiş ve ilgili antenlerin parametrik değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Antenlere ait $|S_{11}|$ -dB grafikleri çıkarılmış ve en iyi sonucu veren antenin Anten-3 olduğu Şekil 3'ten görülmektedir.



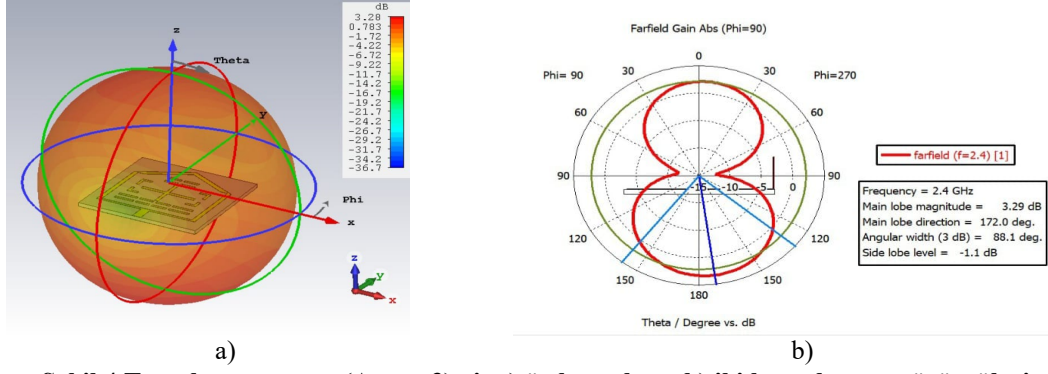
Şekil 2 Anten 3'e ait şematik gösterim ve 2.4GHz'de yüzey akım dağılımı

Tablo 1. Son tasarıma ilişkin parametrik değerler

Parametre	WS1	W	W1	W2	W3	W4
Değer(mm)	LS1	L	L1	L2	L3	L4
	37	1.5	4.5	5.5	5	4.5
	36	20	1	1	1	1
Parametre	W5	W6	W7	W8	W9	W10
Değer(mm)	L5	L6	L7	L8	L9	L10
	5	3.5	5	7	10	7.3
	1	1	1	1	1	1



Şekil 3 Anten tasarımlarına ait $|S_{11}|$ -dB grafikleri



Şekil 4 Tasarlanan antene (Anten-3) ait a) üç boyutlu ve b) iki boyutlu ışınma örüntüleri

Tablo 2. Tasarımlara ait karşılaştırmalar

	Anten-1	Anten-2	Anten-3
S ₁₁ -dB	2.24-2.804,	2.044-2.804,	2.02-2.97,
Çalışma Aralığı (GHz), Bant Genişliği (GHz)	0.78	0.76	0.95
S ₁₁ -dB	2.26-2.53,	2.3-2.53,	2.24-2.77,
Çalışma Aralığı(GHz), Bant Genişliği (GHz)	0.27	0.23	0.53
Kazanç: dBi	3.24	3.25	3.29

Ek olarak, Şekil 2 b) 'deki yüzey akım dağılımı 2.4GHz'de akımın yöneliminin daha çok dikdörtgen çerçeve üzerinde yoğunlaştığını ve çerçeve içerisindeki yama geometrilerinde de akım yoğunluğunun oluştuğunu ve toprak düzlemi uç noktalarında da akım yoğunluğunun oluştuğunu göstermektedir. Şekil 4'te Anten-3'e ait üç boyutlu ve iki boyutlu ışınma örüntüleri verilmektedir. Tasarlanan antenin azimut açısında (teta) yönsüz bir örüntüye sahip olduğu görülmektedir. Bu durum Şekil 4 b)'den de kolaylıkla görülebilmektedir. Son olarak, anten tasarım adımlarının empedans band genişliği ve kazanç karşılaştırmaları Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre, gerek |S₁₁'in -10 ve -20 dB seviyelerinin empedans bant genişlikleri açısından gerekse elde edilen kazanç değerleri açısından Anten-3'ün performansının daha iyi olduğu görülmektedir.

3. Sonuç

Bu çalışmada kazancı ve bant genişliği artırılmış mikroserit anten üç aşamalı bir tasarım yöntemi ile sunulmuştur. Tasarlanan anten 44mm×44mm boyutlarında olup merkez frekansı 2.4GHz'dir. Anten |S₁₁|: -10dB seviyesinde 2.02 GHz'den 2.97GHz'e kadar çalışma aralığına sahiptir. Anten kazancı 3.69 dBi'ye çıkarılmış ve 2.4GHz'deki |S₁₁| seviyesi -52 dB'ye indirilmiştir. Tasarlanan antenin çoklu giriş çoklu çıkış anten tasarımları için kullanılması hedeflenmektedir.

Kaynaklar

- [1] Huang, H. C. "Overview of antenna designs and considerations in 5G cellular phones". In 2018 International Workshop on Antenna Technology (iWAT), s. 1-4, 2018.
- [2] <https://www.everythingrf.com/community/5g-frequency-bands-in-europe>
- [3] Ancans, G., Bobrovs, V., Ancans, A., ve Kalibatiene, D. "Spectrum considerations for 5G mobile communication systems", Procedia Computer Science, 104, s. 509-516, 2017.
- [3] Beenish H. ve Fahad M., "5G A Review On Existing Technologies," 2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), Sukkur, Pakistan, s. 1-6, 2019.
- [4] Abirami M., "A review of patch antenna design for 5G," 2017 IEEE International Conference on Electrical, Instrumentation and Communication Engineering (ICEICE), 2017, pp. 1-3, doi: 10.1109/ICEICE.2017.8191842.
- [5] Shorbagy M. E., Shubair R. M., AlHajri M. I., ve Mallat N. K., "On the design of millimetre-wave antennas for 5G," 2016 16th Mediterranean Microwave Symposium (MMS), Abu Dhabi, Birleşik Arap Emirlikleri, s. 1-4, 2016.
- [6] Keskin S., Güler C., Aymaz R., Gürsoy G., Özbey E., "2.4 GHz Geniş Bant Mikroserit Anten Tasarımı" Kırklareli University Journal of Engineering and Science cilt.5 no 1, s.1-14, 2019.
- [7] CST Version, CST AG, 2018.