

2.45GHZ, 3.7GHZ VE 5.8 GHZ FREKANSLARDA ÇALIŞAN ÜÇ-BANT YAMA ANTEN TASARIMI

Orhan ARMAĞAN*, Mesud KAHRİMAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Mikroşerit Anten
Üç Bant Anten
Yama Anten
2.45GHz, 3.7GHz ve 5.8GHz

Özet

Kullanımı gittikçe artan kablosuz ağ ve mobil haberleşme sistemlerinde, birden fazla frekans bandında çalışacak anten birimlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada; 2.45GHz, 3.7GHz ve 5.8 GHz frekans bantlarında çalışan, mikroşerit yama anten tasarımı anlatılmıştır. Bu antenin frekans bant genişlikleri sırasıyla 110MHz, 220MHz ve 390MHz ve her üç frekansta da yansıma katsayıları -27dB civarında ölçülmüştür. Bu antenin boyutları 52x76x1.6mm³'dir. Anten tasarımı için HFSS simülasyon programı kullanılmıştır. Tasarlanan anten çift taraflı bakır plakette üzerinde basılarak S₁₁ parametreleri Agilent FieldFox N9926A Network Analizör cihazı ile ölçülmüştür. Ölçülen değerler ile simülasyon değerleri karşılaştırılmış ve grafiksel olarak gösterilmiştir.

TRIPLE-BAND PATCH ANTENNA DESIGN WORKING IN 2.45GHZ,3.7GHZ AND 5.8GHZ FREQUENCIES

Keywords

Microstrip Antenna,
Triple Band Antenna,
Patch Antenna,
2.45GHz, 3.7GHz and 5.8GHz

Abstract

Increasing the use of wireless networks and mobile communication systems, the antenna unit is required to operate in multiple frequency bands. In this study, working in 2.45ghz, 3.7GHz and 5.8GHz frequency bands a antenna were designed. This antenna's frequency bandwidths respectively 110MHz, 220MHz and 390MHz is. The reflection coefficients in the around -27dB at all three frequencies were measured. The size of this antenna is 52x76x1.6mm³. This antenna is sized as a parametric frequency specified in the HFSS program was simulated. This antenna were printed on double-sided copper plate, and Antenna parameters were measured with Agilent FieldFox N9926A Network Analyser. The values were obtained with the simulation were compared with measured values and were shown as graphically.

1. Giriş

Mikroşerit yama antenler, ilk defa 1953 yılında keşfedilmesine ve 1955 yılında patenti alınmasına rağmen, 1970'li yıllarda dikkat çekerek popüler olmaya başladı. İlk etapta uçak, uzay mekiği, uydu ve füze uygulamaları radar sistemleri gibi, boyut, ağırlık, performans, montaj kolaylığı açısından kısıtlayıcı uygulamalarda, ardından mobil ve kablosuz haberleşme gibi ticari ve kamusal uygulamalarda, küçük profilli antenlere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bu gereksinimi karşılayabilmek amacıyla mikroşerit yama antenler için geniş bir kullanım alanı doğmuştur. Bu süreçte bilimsel araştırmalar için de bir odak noktası haline gelmiştir.

Küçük profile sahip olması, tüm yüzeylere uyumlu basit yapıları, düşük maliyetle üretilebilmeleri, sağlam olmaları

en önemli avantajlarıdır. Basit yapıları, dielektrik tabaka üzerine çeşitli geometrilerde ışınım amaçlı bir yama ve dielektriğin alt yüzeyinde oluşturulan toprak zemin yamasından ibarettir. Yamanın beslenmesinde genellikle iletken mikroşerit hat veya yamanın uygun bir noktasından uygulanan prob kullanılır.

Mikroşerit yama antenlerin avantajlarının yanında düşük verimli, düşük güçlü olmaları, dar frekans band genişliğine sahip olmaları gibi önemli dezavantajları da mevcuttur.

Bu çalışmada HFSS simülasyon programı kullanılarak 2.45GHz, 3.7GHz ve 5.8GHz frekanslarında rezonansa gelen basit yapıları mikroşerit yama anten tasarımı anlatılmıştır. Tasarlanan antene ait S₁₁ yansıma katsayısının simülasyon ve ölçüm sonuçları karşılaştırmalı

* İlgili yazar/Corresponding author: oarmagan@gmail.com, +90-246-441-4334

olarak bir grafikte verilirken yine duran dalga oranı, toplam kazanç ışına örüntülerinin simülasyon sonuç grafikleri de gösterilmiştir.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Mobil haberleşme ve kablosuz iletişimin yaygınlaşmasıyla farklı frekans bantlarında veri transferi ve haberleşme ihtiyaçları oluşmuştur. Bu nedenle farklı frekanslarda yani birden fazla frekans bantlarında çalışabilen çok bantlı ya da geniş bantlı anten tasarımları önem kazanmış, bu konuda birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalardan bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Huang ve arkadaşları üç bantlı biyoteleometri haberleşmesi için küçültmüş, vücuda yerleştirilebilir rectenna uygulaması üzerine çalışmışlardır. Antenin boyutları 10mm x 10mm x 2.54mm'dir. 5k ohm yük altında 433 MHz çalışma frekansında, giriş gücü 11dB olduğunda elde ettikleri dönüşüm verimi %86dır. Yaptıkları antenin testlerini domuzun ön ayağından aldıkları et üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Bu testler sonucunda elde ettikleri maksimum kazançlar 402MHz'de -7dB, 433 MHz'de -11dB ve 2.45GHz'de -15dB'dir (Huang et al., 2011).

Guatam ve arkadaşları 2013'de tasarladıkları CPW beslemeli ultra-geniş band mikroserit antende yaptıkları parametrik ölçüm sonuçlarını şekildedeki grafiklerle sunmuşlardır. Tasarladıkları anten prototipinin görüntüsü şekil 3.5 ve şekil 3.6'da gösterilmiş olup, prototip 25 x 25 x 1.6 mm boyutlarında 2.6-13.04 GHz (10.44 GHz) bir çalışma bant genişliği üzerinden iyi empedans eşleme, sürekli kazanç, istikrarlı ışına desenlerine ulaşmışlardır (Gautam, Yadav, & Kanaujia, 2013).

Malacooti ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları 2.45/5.8GHz'de çift bant çalışan mikroserit anten çalışmasında 2.47GHz'de -22dB S_{11} simülasyon ve 2.48GHz de -22dB S_{11} ölçüm sonucu, 5.85GHz'de -43dB S_{11} simülasyon ve 5.88GHz'de -28dB S_{11} ölçüm sonucu elde etmişlerdir. Bu anten yaklaşık 5x5cm boyutlarındadır. (Malacooti, Hayati, Fahimi, & Afzali, 2015).

Karli ve Ammor, temelde tam toprak düzlemiyle dar bant genişliğine sahip olan patch antende kısmi toprak düzlemi oluşturularak bant genişliğinin artırılmasını sağladıklarını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada patch anten üzerindeki yarıkların frekans, bant genişliği ve S_{11} parametresi üzerine etkilerini incelemişler 2.45GHz'de -28dB ve 5.8GHz'de -25dB civarında yansıma katsayısı elde etmişlerdir. Tasarladıkları anten 60x70mm boyutlarındadır (Karli & Ammor, 2015).

Deepti Das Krishna ve arkadaşları çalışma frekansı 2.5GHz ile 4.5 GHz arasında olan fraktal yapıda yarıklı anten tasarlamışlar ve yansıma katsayısını 2.5 GHz'de -24 dB olarak vermişlerdir. Önerdikleri antenin bant genişliği 1.57GHz olup, boyutları 33.5 x 28.5mm²'dir. Maksimum kazanç 4.5 dBi 'dir (Krishna, Gopikrishna, Anandan, Mohanan, & Vasudevan, 2008).

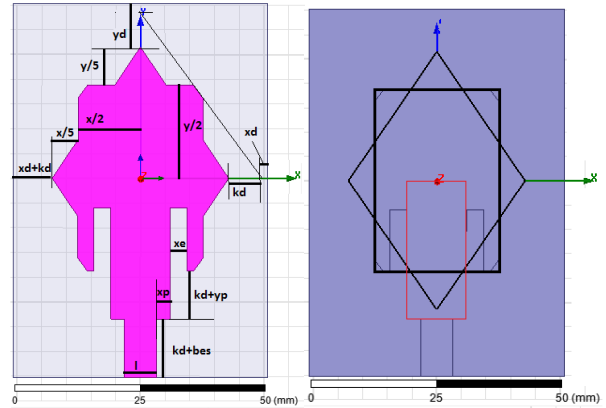
Zhu ve arkadaşları, 2.4 / 5.8 GHz ISM bantlarını kapsayan ve simülasyonda -27dB ve -35dB S_{11} değerleri gördükleri bir dual bant anten prototipi imal ederek 2.45 ve 5.8 GHz frekansları için sırasıyla 115 ve 928MHz'lik bant genişlikleri ile 1.37 ve 4.37dBi kazanç değerleri elde etmişlerdir (Zhu, Guo, & Wu, 2015).

Baytöre ve arkadaşları 2015 yılındaki çalışmalarında, taşınabilir kablosuz terminaller için yeni bir çift-bant MIMO anten dizisi önermişlerdir. Antenlerde 2.45 ve 5.8 GHz kablosuz uygulama için 10 dB return loss gereksinimini; 2.45 GHz bandında 27 dB ve 5.8 GHz bandında 20dB üzeri izolasyonlar ile sağlamışlardır (Baytore, Palandoken, Kaya, & Zoral, 2015).

Zhou ve arkadaşları geniş bantlı dairesel polarizasyon için düzgün altıgen yapıda CPW beslemeli bir geniş bant slot anten tasarlamışlar ve bu antende 1.8GHz ile 4.6GHz arasındaki geniş frekans aralığında kesintisiz -10dB altında yansıma katsayısı elde etmişlerdir (Zhou, Li, Wang, Feng, & Liu, 2011).

3. Materyal ve Yöntem

2.45GHz, 3.7GHz ve 5.8GHz frekanslarında çalışan üç bant anten tasarımı yapılırken Ansoft HFSS programı kullanılmıştır. Tasarlanan antenin hesaplamaları, bağıl dielektrik katsayısı 3.7, kayıp tanjant değeri 0.045 olan çift taraflı bakır plaketa malzemesi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Antenin dıştan dışa boyutları 51.6mm x 75.5mm, plaketa kalınlığı ise 1.6mm'dir.

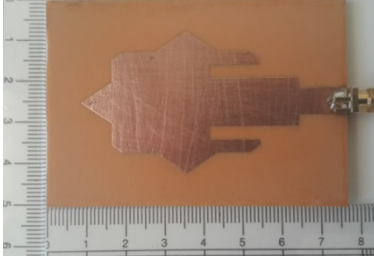


Şekil 1. (a) Anten geometrisi ve değişken isimleri ve (b) geometrinin çıkarılmasındaki aşamalar.

Anten tasarlanırken klasik yama anten üzerine bir dikdörtgen ve bir eşkenar dörtgen eklenip iki yarık çıkarılması ve dikdörtgen yama köşelerinin kesilmesiyle elde edilmiş bir geometriye sahiptir. Bu anten geometrisi ve çıkarılma aşamaları Şekil 1'de, basılmış anten görünüşü de Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu antenin frekans- S_{11} değişimi simülasyon ve ölçüm sonuçları Şekil 3'de gösterilmiştir. Verilen ölçüm sonuçları Agilent FieldFox N9926A Network Analizör cihazı ile ölçülmüştür. İlk oluşturulan yama antenin dikdörtgen şeklindeki orta kısmının boyutları x ve y olarak alınmıştır ve bu değerlerin değişiminin anten S_{11} parametresine etkisi karşılaştırmalı olarak Şekil 4'de ve Şekil 5'de gösterilmiştir. Anten geometrisinde kullanılan değişkenler ve değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Anten geometrisi değişkenleri ve değerleri

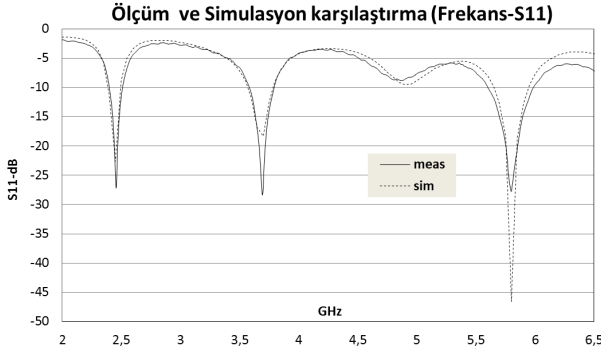
Değişken	Değer (mm)	Değişken	Değer (mm)	Değişken	Değer (mm)
Şx	25.3	Şy	37	Şbes	5
Şxd	6.4	Şyd	9.75	Şl	6.5
Şxp	2.75	Şyp	3	Boy	75.5
Şxe	3.5	Şkd	6.75	En	51.6



Şekil 2. Önerilen ve ölçüm yapılmış olan anten görünüşü

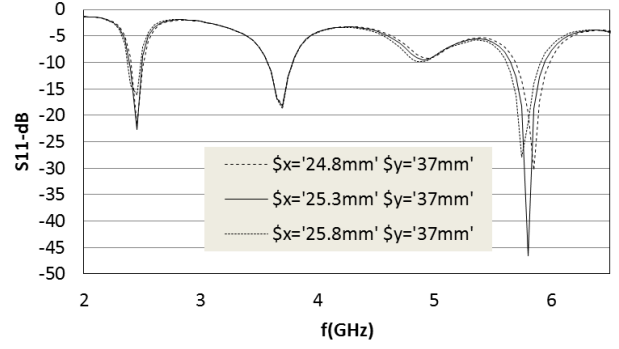
4. Araştırma Bulguları

Şekil 1'de gösterilen anten geometrisi, HFSS programında çizilip geometrideki boyutların çizelge 1'deki değerlere ayarlanmasının ardından, 2GHz-6.5GHz aralığı için şekillerde gösterilen grafiklerdeki yansıma katsayısını belirten S_{11} parametresi, duran dalga oranı, ışına örüntüleri elde edilmiştir. Tasarlanan antenin 2GHz-6.5GHz aralığı için yansıma katsayısının simülasyon ve ölçüm değerini gösteren grafik Şekil 3'de x ve y parametrelerine göre değişen frekans- S_{11} grafikleri de Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterilmiştir.

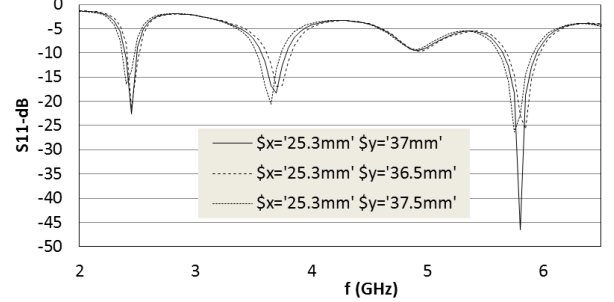
Şekil 3. Önerilen antenin Frekans- S_{11} değişiminin ölçüm ve simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması

Şekil 3'deki ölçüm değerlerine göre -10dB altında kalan frekans değerlerine göre 2.40-2.51GHz aralığında 110MHz, 3.58-3.80GHz aralığında 220MHz, 5.60-5.99GHz aralığında da 390MHz frekans bant genişlikleri ölçülmüştür.

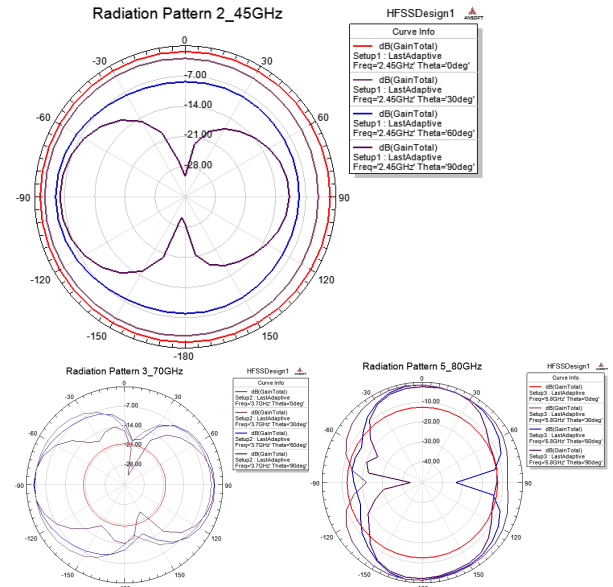
X parametresine göre frekans- S_{11} değişimi

Şekil 4. Önerilen antenin değişen x parametresine göre frekans- S_{11} simülasyon sonuçları

y parametresine göre frekans- S_{11} değişimi

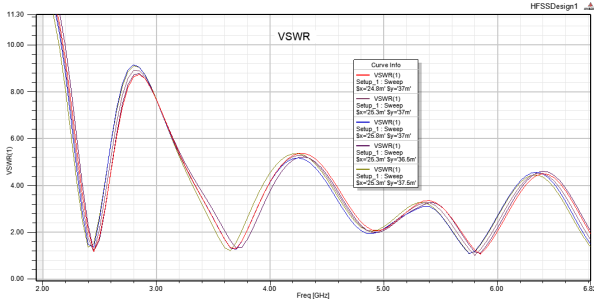
Şekil 5. Önerilen antenin değişen y parametresine göre frekans- S_{11} simülasyon sonuçları

Şekil 6'da her üç frekans için 2 boyutlu toplam kazanç ışına örüntülerinin $\Theta=0/30/60/90^\circ$ için değişimleri gösterilmiştir.

Şekil 6. 2.45/3.7/5.8GHz frekansları için $\Theta=0/30/60/90^\circ$ için toplam kazanç ışına örüntüleri

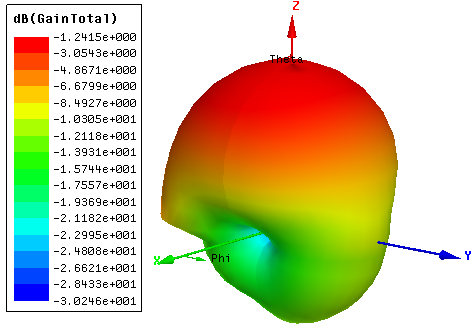
Şekil 7'de tasarladığımız antene ait frekans-Duran Dalga Oranı (VSWR) grafiği verilmektedir. Duran dalga oranı 2'nin altında olması istenen değer olup S_{11} 'in -10dB altında kalan frekans değerleri için duran dalga oranının da 2'nin altında olduğu grafikten okunabilir. Grafikte 5

farklı sonuç verilmiştir. Bu sonuçlar antenin x-y değer değişimlerine bağlı olarak sunulmuştur.

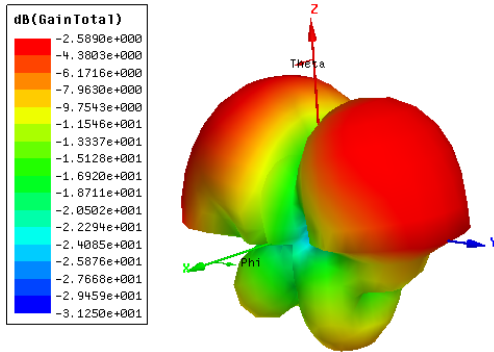


Şekil 7. x ve y parametrelerinin değişimine göre Frekans-Duran Dalga Oranı (VSWR) değişimi

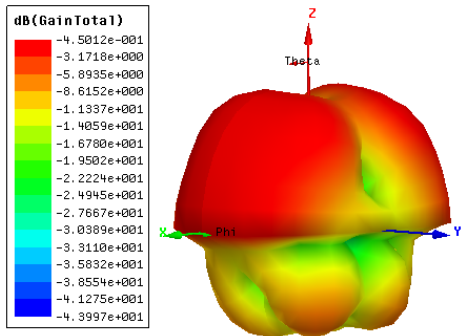
Tasarlanmış olduğumuz antene ait üç boyutlu ışınma örüntüleri Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10 incelendiğinde 2.45GHz'de -1.24dBi, 3.7GHz'de -2.59dBi ve 5.8GHz'de -0.45dBi kazançlara sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 8. Tasarlanan antenin 2.45GHz için dB olarak Toplam Kazancın üç boyutlu ışınma örüntüsü



Şekil 9. Tasarlanan antenin 3.7GHz için dB olarak Toplam Kazancın üç boyutlu ışınma örüntüsü



Şekil 10. Tasarlanan antenin 5.8GHz için dB olarak Toplam Kazancın üç boyutlu ışınma örüntüsü

5. Sonuç ve Tartışma

Yapılan çalışmada 2.45GHz, 3.7GHz ve 5.8GHz frekanslarında üç-bant çalışabilen bir mikroşerit yama anten tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı gerçekleştirilen antenin boyutları 51.6mm x 75.5mm x 1.6mm'dir. Simülasyon sonuçları ve ölçüm sonuçları verilen antenin üç bantta birden -25dB altında S_{11} ölçüm değerine sahip olması daha önce yapılan benzer antenlere olan önemli bir üstünlüğüdür. Tasarlanan antenin sadece teoride kalmayıp simülasyon sonuçlarının ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılması uygulama anlamında önemlidir.

Tablo 2: Tasarlanan antenin ölçüm sonuçlarının farklı çalışmalar ile karşılaştırılması

yazar	Boyut (mm)	S11 @Çalışma frekansları(Olçüm)		
		F1(GHz) / BG	F2(GHz) / BG	F3(GHz) / BG
Huang et al., 2011	10x10x2.54	-12dB @2.45 70MHz	-25dB @0.466 113MHz	---
Malakooti et al., 2015	50 x 50	-30dB @2.55 1GHz	---	-28dB @5.85 2GHz
Karlı & Ammor, 2015	60 x 70	-13dB @2.73 40MHz	---	-29dB @7.11 880MHz
Zhu et al., 2015	Çap=61.6	-27dB @2.45 115MHz	---	-35dB @5.78 928MHz
Baytöre ve ark., 2015	15x50x1.6	-17dB @2.45 550MHz	---	-15dB @5.7 650MHz
Baytöre ve ark., 2015	125x100x1.6	-13dB @2.5 100MHz	-24dB @4.55 250MHz	-35dB @5.8 350MHz
Baytöre ve ark., 2015	63x50x1.6	-23dB @2.6 500MHz	-22dB @4.6 300MHz	-34dB @5.95 1400MHz
Mevcut Çalışma	52x75x1.6	-27dB @2.45 110MHz	-28dB @3.7 220MHz	-27dB @5.8 390MHz

Benzetim ve ölçüm sonuçları verilen anten ile geçmişte yapılmış benzer antenlerin boyut, yansıma katsayısı, çalışma frekansı ve çalışma frekans bant genişliklerinin ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde antenlerin farklı alanlarda üstünlük sağladığı gözlenmektedir. Önerilen antenin üç çalışma frekansında birden ölçüm değerlerinde frekans kayması bulunmaması diğer antenlere karşı bir üstünlüktür. Bant genişliklerinin dar kalmasının avantaj olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışmada tasarlanan anten 2GHz-6.5GHz frekans aralığında 2.45/3.7/5.8 GHz frekanslarında olmak üzere hem WLAN hem de WiMAX işlemleri için uygun olan üç farklı çalışma frekansında ışınma yapma özelliğine sahip özgün bir antendir.

Kaynaklar

- Baytöre, C., Palandoken, M., Kaya, A., & Zoral, Y. (2015). *Compact multiband MIMO antenna designs and analysis for 2.4/5.2/5.8 GHz WLAN MIMO systems*. Paper presented at the Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2015 23th.
- Gautam, A. K., Yadav, S., & Kanaujia, B. K. (2013). A CPW-fed compact UWB microstrip antenna.

IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 151-154.

- Huang, F.-J., Lee, C.-M., Chang, C.-L., Chen, L.-K., Yo, T.-C., & Luo, C.-H. (2011). Rectenna application of miniaturized implantable antenna design for triple-band biotelemetry communication. *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on*, 59(7), 2646-2653.
- Karli, R., & Ammor, H. (2015). Rectangular Patch Antenna for Dual-Band RFID and WLAN Applications. *Wireless Personal Communications*, 1-13.
- Krishna, D. D., Gopikrishna, M., Anandan, C., Mohanan, P., & Vasudevan, K. (2008). CPW-fed Koch fractal slot antenna for WLAN/WiMAX applications. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 7, 389-392.
- Malakooti, S.-A., Hayati, M., Fahimi, V., & Afzali, B. (2015). Generalized dual-band branch-line coupler with arbitrary power division ratios. *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*, 1-9.
- Zhou, S.-W., Li, P.-H., Wang, Y., Feng, W.-H., & Liu, Z.-Q. (2011). A CPW-Fed Broadband Circularly Polarized Regular-Hexagonal Slot Antenna With L-Shape Monopole. *IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS*, 10.
- Zhu, X., Guo, Y., & Wu, W. (2015). A Novel Dual-band Antenna for Wireless Communication Applications.