

ÇİFT BANT MİKROŞERİT GPS ANTEN ANALİZİ VE TASARIMI

Mehmet Küpeli ve Birsen Saka
Hacettepe Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ankara

mkupeli@aselsan.com.tr, birsen@hacettepe.edu.tr

Özet: Bu makalede, yığın yapıda mikroşerit antenler ile gerçekleştirilen GPS anten tasarımı anlatılmıştır. Dairesel polarizasyona sahip olunabilmesi için köşe kesim yöntemi kullanılmıştır. Anten parametrelerinin, antenin giriş empedansına ve eksenel orana olan etkileri incelenmiştir. Yama antenleri üst üste biçimde kullanılarak, tek koaksiyel besleme tekniği ile L1(1575.42) ve L2(1227.60 MHz) bantlarının, aynı anda daireysel polarizasyona da sahip olarak ışımasını sağlayan tek yapı anten tasarımı üzerinde çalışılmıştır. Nihai anten yapısı elektromanyetik çözümleyici yazılımı olan HFSS kullanılarak analiz edilmiş, analizleri yapılan bu antenin üretimi yapılmış ve ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları ile benzetim sonuçları makalede sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: GPS anten, mikro şerit anten, daireysel polarizasyon, çift bant

Abstract: In this paper, the stacked microstrip patch antenna for GPS application is presented. The dual band circular polarization is achieved by using corner truncation method. The effects of antenna parameters on the input impedance and axial ratio are investigated. The designed antenna can resonate at L1 (1575.42 MHz) and L2 (1227.60 MHz) bands at the same time with coaxial feeding technique and has circular polarization for both band of frequencies. The designed structure is analyzed by electromagnetic solver tool HFSS. The designed antenna is produced and measured. Measurement and simulation results are presented in the paper.

Keywords: GPS antenna, microstrip antenna, circular polarization, dual band

1. GİRİŞ

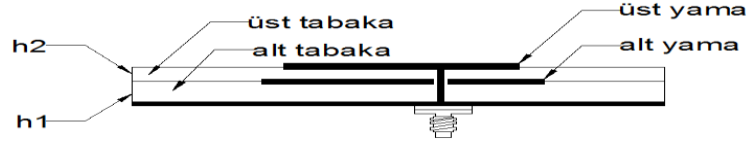
GPS sistemleri için üretilen mikroşerit yama anten tasarımlarında önemli noktalardan birisi besleme tekniğidir. Koaksiyel besleme tekniği ile gerçekleştirilen mikroşerit yama anten yapısındaki GPS anten tasarımları bulunduğu gibi [1], mikroşerit hat besleme tekniği ile gerçekleştirilen GPS anten tasarımları da mevcuttur [2].

Çoklu frekans yapılarında ise başlıca iki yöntem mevcuttur. Bunlardan ilki, tek yama anten tasarımıdır [3] ve tek bir yamanın şekillendirilmesi ile birden çok frekansta çalışması sağlanır. İkinci yöntem ise her bir istenen çalışma frekansı için yama anten tasarlamak ve bu antenleri yığın biçiminde kullanmaktır. Tek yama anten tasarımına nazaran ikinci yöntem olan yığın yama antenlerde ise rezonans frekanslarının birbirine daha yakın olması sağlanabilir [4]. Bu çalışmada üst üste yığın şeklinde antenlerin tasarımı yapılmıştır.

Bilindiği gibi polarizasyon elektrik alan vektörünün yönelimine göre eliptik, daireysel ya da doğrusal biçimde olabilir. Dairesel polarizasyon çok yönlü girişimleri, yansımaları, sönmlemeleri ve diğer hava koşullarından kaynaklı olumsuzlukları eler ve GPS sinyalleri de bu nedenle daireysel polarizasyonludur. Yama antenlerin daireysel polarizasyonlu tasarımı değişik şekillerde sağlanabilir. Bu çalışmada çok katmanlı anten literatüründe sıklıkla kullanılan köşe kesim yöntemi kullanılmıştır [5].

Şekil 1 ve 2 üzerinde çalışılan yığın yapıdaki antenin yandan ve üç boyutlu görüntüsünü göstermektedir. Köşe kesim yöntemi ile ilgili literatürde verilen yöntemler kullanılarak köşe kesim uzunluklarını kullanılan parametrelere göre uygun değerlerle hesaplayan bir MATLAB programı oluşturulmuştur [6]-[7]. Şekil 2 bu programın ekran görüntüsüdür.

Tek beslemeli, yığın katmanlı ve daireysel polarizasyona sahip aynı zamanda L1 ve L2 bantlarında çalışabilecek antenin ilk değerleri oluşturulan MATLAB program ile hesaplanmıştır. Daha sonra bu uzunluklar kullanılarak HFSS programında antenlerin parametrik analizleri yapılmıştır.



Şekil 1. Çift Bant Çok Katmanlı Mikroşerit Anten Yapısı (Yan Görünüş)

ANTEN PARAMETRELERİ BAŞLANGIÇ DEĞERLERİ HESAPLAMA PROGRAMI

Rezonans frekansları
f1 : 1.227 GHz
f2 : 1.575 GHz

Dielektrik Tabaka Kalınlıkları
h1 : 3.2 mm
h2 : 1.6 mm

Dielektrik Sabitleri
eps1 : 4.4
eps2 : 4.15

Dielektrik Kayıp Tanjant Değerleri
tanj1 : 0.02
tanj2 : 0.02

HESAPLA

Kare Yama Anten Uzunluğu
a1 : 55.3258 mm
b1 : 45.254 mm

Köşe Kesim Uzunluğu
l1 : 7.5111 mm
l2 : 6.2412 mm

Besleme Noktası Orjinden Uzaklığı
d : 14.3847 mm

Şekil 2, Anten Parametreleri Hesaplama MATLAB GUI'nin ekran görüntüsünü göstermektedir. Sol tarafta, rezonans frekansları, dielektrik tabaka kalınlıkları, dielektrik sabitleri ve dielektrik kayıp tanjant değerleri için giriş alanları yer almaktadır. Sağ tarafta, hesaplanan anten parametreleri (a1, b1, l1, l2, d) ve köşe kesim uzunlukları (l1, l2) listelenmiştir. Üstte, anten yapısının 3D modeli gösterilmiştir. Modelde, üst tabaka (h1) ve alt tabaka (h2) kalınlıkları, anten yapısının boyutları (a1, b1) ve besleme noktası (d) belirtilmiştir. Ayrıca, anten yapısının iki katmanlı olduğu ve her katmanda bir yama (L1 ve L2) olduğu görülmüştür.

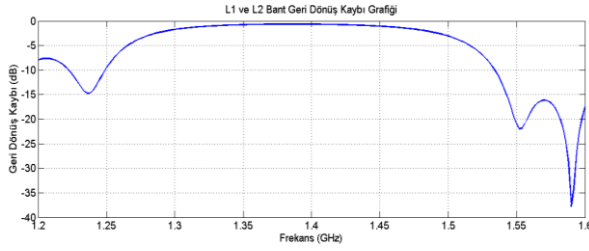
Şekil 2. Anten Parametreleri Hesaplama MATLAB GUI

Bu hesaplanan teorik değerler ile HFSS üzerinde benzetim ile elde edilen anten örüntülerinde ve rezonans frekanslarında ciddi ölçüde fark olmadığı görülmüştür. Farklı sonuç çıkan kısımlarda HFSS üzerindeki çizimdeki küçük uyumlandırmalar yapılarak tasarım ister değerleri tekrar sağlanabilmektedir. Nihai fiziksel anten kenar uzunluğu L1 bant için 46.3 mm; L2 bant için 55.1 mm iken köşe kesim uzunlukları L1 bant için 8.1 mm; L2 bant için 6.1 mm bulunmuştur.

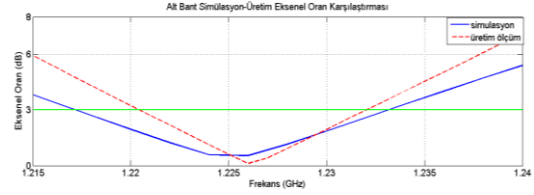
2. YIĞIN YAPI ANTEN TASARIMI VE ÜRETİMİ

Tasarımı yapılan antenin geometrik yapısı Şekil 1 de verilmiştir. Anten üst üste yığın yapıda olacak şekilde iki tabaka FR4 malzemesinden meydana getirilmiştir. Alt tabakada dielektrik sabiti $\epsilon_r = 4.4$, kayıp tanjantı $\tan(\delta)=0.02$ olan FR4 ve üst tabakada dielektrik sabiti $\epsilon_r = 4.15$, $\tan(\delta)=0.02$ olan Hi-Tg FR4 malzemesi kullanılmıştır. Yükseklikleri sırasıyla alt tabaka için $h_1 = 3.2$ mm üst tabaka için $h_2 = 1.6$ mm dir. Anten, iki adet yama antenin üst üste birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Bu yapıdaki antenlerin iki frekansının da aynı polarizasyonda olması önemli bir gerekliliktir. Aynı yapıdaki çok katmanlı yapılar geniş bant genişliği sağlamak ve aksel oranının 3 dB nin altında olması için daha kullanışlıdır. Üst yama anten kenar uzunluğu ve köşe kesim uzunlukları, literatürden elden edilen araştırmalarda bulunan denklemler kullanılarak hazırlanan MATLAB GUI yardımı ile tasarımda kullanılacak ilk değerler olarak hesaplanmıştır [6]-[7].

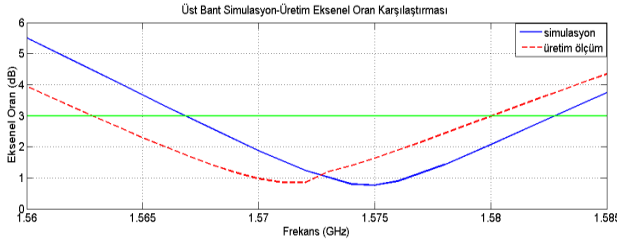
HFSS yardımı ile çıkan sonuçlar üzerinden anten geometrisi oluşturulmuştur. Anten tasarımı sonrasında L1 ve L2 bantları için geri dönüş kaybı, aksel oran, anten örüntüsü ve polarizasyon yönleri üzerine HFSS sonuçları Şekil [3-6] da verilmiştir. Üretilen anten network analizör ve SATIMO (Starlab Küresel Yakın Alan Ölçüm Sistemi) ile ölçülmüştür. Üretim anteni ve benzetim, aksel oran, polarizasyon sonuçları Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7 de karşılaştırılmıştır. Şekiller MATLAB yardımı ile oluşturulmuştur.



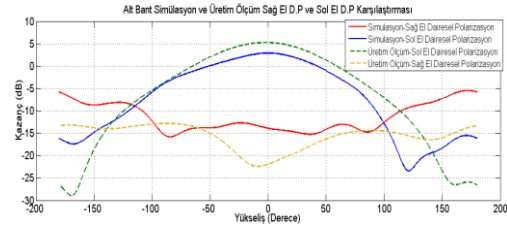
Şekil 3. L1 ve L2 Bant Geri Dönüş Kaybı



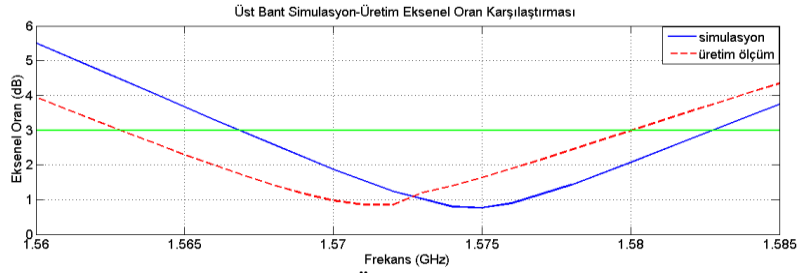
Şekil 4. L2 Bant Benzetim-Üretim Eksenel Oran Karşılaştırması



Şekil 5. L1 Bant Benzetim-Üretim Eksenel Oran Karşılaştırması



Şekil 6. L2 Bant Benzetim-Üretim Polarizasyon Karşılaştırması



Şekil 7. L1 Bant Benzetim-Üretim Eksenel Oran Karşılaştırması

3. SONUÇLAR

İlgili frekans değerlerinde Şekil 3 de görüldüğü gibi antenin literatürde geçerliliği olan -10 dB nin altında geri dönüş kaybına sahip olduğu ve Şekil 6 ve Şekil 7 den de anlaşıldığı gibi yükseliş açısı sıfır iken sağ el dairesel polarizasyon ile sol el dairesel polarizasyon arasındaki farkın 10 dB den fazla olduğu hem L1 bandı için hem de L2 bandı için görülmüştür. Şekil 4 de üretim ve benzetim eksenel oran sonuçları karşılaştırılmış ve bant genişliklerinin sırasıyla 13 MHz ve 16 MHz olduğu görülmüştür. Üretim ve benzetim sonuçları arasındaki farkın üretim toleranslarından olduğu değerlendirilmiştir. Bu çalışmadaki önemli kazanımlardan birisi de herhangi iki frekans bandını tasarlamaya olanak sağlayan formüllerin MATLAB GUI yardımı ve kullanıcı dostu bir arayüz ile farklı materyallerle de tasarlanıp üretilebileceğini göstermesidir.

4.KAYNAKLAR

- [1]. Zhou, Yijun, et al. "A miniature four-arm antenna for tri-band GPS applications." Antennas and Propagation Society International Symposium, 2005 IEEE. Cilt. 3. IEEE, 2005.
- [2]. El Yazidi, M., Mohamed Himdi, ve J. P. Daniel. "Aperture coupled microstrip antenna for dual frequency operation." Electronics letters 29.17 (1993): 1506-1508.
- [3]. Yang, Kai-Ping, and Kin-Lu Wong. "Dual-band circularly-polarized square microstrip antenna." Antennas and Propagation, IEEE Transactions on 49.3 (2001): 377-382.
- [4]. Sun, Xiaoye, Zhijun Zhang, and Zhenghe Feng. "Dual-band circularly polarized stacked annular-ring patch antenna for GPS application." Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE 10 (2011): 49-52.
- [5]. Chen, ShiChai, et al. "Compact dual-band GPS microstrip antenna using multilayer LTCC substrate." Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE9 (2010): 421-423.
- [6]. Garg, Ramesh. Microstrip antenna design handbook. Artech house, 2001. s.506-512
- [7]. Guha, Debatosh, and Yahia MM Antar, eds. Microstrip and printed antennas: new trends, techniques and applications. John Wiley & Sons, 2011., s. 56-57