

GNSS Uygulamaları için Karıştırmaya Dayanıklı Anten Dizisi Tasarımı

Esma Mutluer, Alper Ünal
Meteksan Savunma
Radar Sistemleri Elektromanyetik Tasarım Müdürlüğü
Ankara
emutluer@meteksan.com, aunal@meteksan.com

Özet: *Günümüzde Küresel Konumlama Sistemleri (KKS) çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır ve bunun sonucu olarak bu amaç için kullanılacak anten çalışmaları hız kazanmıştır. Bu çalışmada GPS L1, GPS L2, GLONASS L1 ve GLONASS L2 frekanslarında çalışacak, karıştırmaya dayanıklı olacak şekilde kontrol edilebilir hüzmeli (KEHA) bir antenin tasarımı sunulmaktadır. Anten düşük dielektrik sabitli taban malzemeler kullanılarak tasarlanmış ve görece düşük maliyetli bir yapıdadır. Farklı frekanslarda çalışacak şekilde tasarlanan antenlerin üstüste konumlandırılması ile yığın yama anten modeli oluşturulmuş ve daha sonra bu antenden dört adet kullanılarak oluşturulan dizi ile de elektromanyetik analizler gerçekleştirilmiştir. Antenler KKS işaretlerine uygun olacak şekilde sağ el dairesel polarizasyona sahiptir.*

Abstract: *Recently, GNSS systems are being used in several different applications and due to this increased demand, research for antennas that can be employed is accelerated. In this work, a controlled reception pattern antenna (CRPA) that can operate at GPS L1, GPS L2, GLONASS L1 and GLONASS L2 frequency bands is presented. Antenna is realized on a low dielectric constant material and is relatively cheap to manufacture. Simultaneous dual band operation is achieved by collocating two patches on top of each other, resulting in a stacked patch topology. Electromagnetic simulations for an antenna array consisting of four of these antennas is performed. Antennas are designed to receive right hand circularly polarized electromagnetic waves, in accordance with the GNSS signals.*

1. Giriş

Gündelik hayatımızda ihtiyaç duyduğumuz konum, hız ve zaman bilgileri Küresel Konumlama Sistemleri (KKS) kullanılarak bize sağlanabilmektedir. Sağladıkları faydaların bir sonucu olarak KKS verileri tüketici elektroniklerinde, kara, hava ve deniz araçlarında ve tabii ki çeşitli askeri platformlarda sıklıkla kullanılır olmuştur. Özellikle askeri uygulamalarda KKS alıcılarının performanslı bir şekilde çalışması, görevin başarı ile yerine getirilebilmesini sağlamak açısından zaruri olabilmektedir. KKS uydularından iletilen ve çok uzun mesafeler katederek kullanılacağı platformlara ulaşan işaretler sıklıkla çok düşük seviyelerde, hatta sistemlerin gürültü tabanlarının bile altında olmaktadır. Bu sebeple, KKS işaretlerinin kasıtlı veya kazara karıştırılması, aldatılması mümkün olmaktadır. Öte yandan, günümüzde çeşitli frekanslarda çalışan GPS, GLONASS, Galileo ve Beidou gibi KKS servisleri [1] bulunmaktadır. Özellikle kritik uygulamalarda KKS tarafından sağlanan navigasyon fonksiyonlarının karıştırma altında dahi sağlanması önemli olmaktadır. KKS uygulamalarında kullanılan birim antenler kolay üretilebilirlik ve kompakt yapısı göz önünde bulundurularak sıklıkla mikroşerit yama antenler [2] tercih edilerek tasarlanmaktadır. [3]'de çok katmanlı GPS L1, L2 ve L5 bantlarında çalışabilen dairesel polarize mikroşerit yama anten tasarımı önerilmiştir. Bu çalışmada polarizasyonu sağlayabilmek için Wilkinson güç bölücü devresi kullanılmıştır. Çalışmada taban malzemesi olarak yüksek dielektrik sabitine sahip Rogers TMM10i kullanılmıştır. [4]'de önerilen anten tasarımında taban malzemesi olarak dielektrik sabiti çok yüksek birbirinden farklı 2 adet taban malzemesi kullanılmıştır. Dairesel polarizasyonu sağlamak için aralarında 90 derece faz farklı olan koaksiyel besleme hatları kullanılmıştır. Literatürde mevcut kompakt çift bantlı dairesel polarize (CP) yama antenleri arasında yığınlanmış yama tasarımları [5] ve [6]' da özel olarak şekillendirilmiş yamalar [7-8]'de verilmiştir. Kontrol edilebilir hüzmeli anten dizileri ise birbirlerine elektriksel olarak oldukça yakında bulunan ışıyıcı elemanlardan oluşmaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak KEHA dizilerinde yüksek miktarda karşılıklı etkileşim bulunmakta ve birim eleman tasarımı ile dizi içerisinde bulunan antenin tasarımı farklılıklar gösterebilmektedir. Kontrol edilebilir hüzmeli antenler (KEHA) ve beraber çalışmaları sayısal birimler karıştırıcı işaretlerin uzaysal bastırılması için sıklıkla kullanılmaktadır [9].

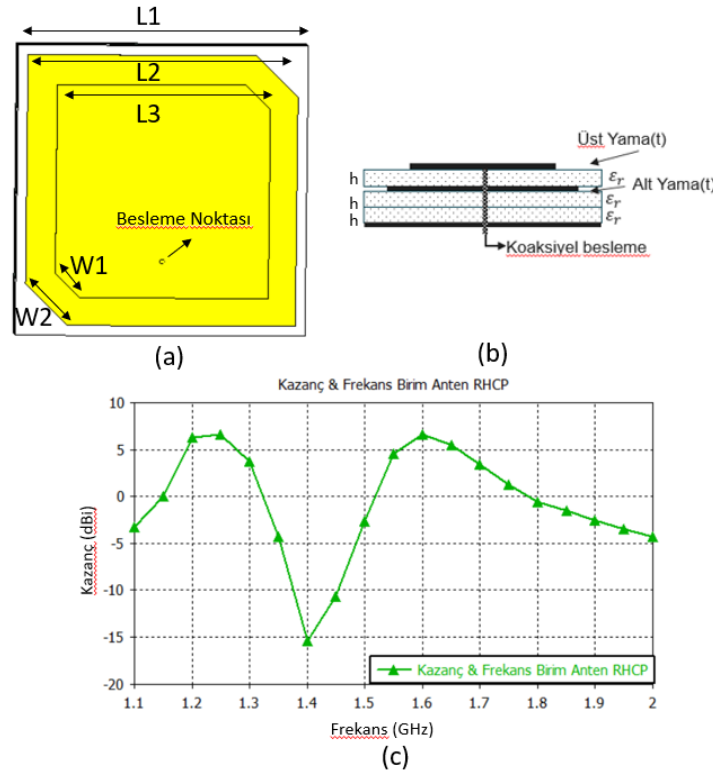
Bu çalışmada GPS L1, GPS L2 ve GLONASS L1 frekanslarında çalışan ve dört adet ışıyıcı elemandan oluşan bir KEHA dizisinin tasarımı sunulmaktadır. Birim anten olarak, kolay üretilebilirlik ve kompakt yapısı göz önünde bulundurularak mikroşerit yama anten tercih edilmiştir. Anten farklı frekans bantlarında çalışacak

şekilde çok katmanlı yapıda kurgulanmıştır ve tek noktadan beslenmektedir. Antenin karşılıklı köşelerinden kısaltılması sonucunda KKS servisleri ile uyumlu olacak şekilde sağ el dairesel polarizasyona sahip olması sağlanmıştır.

2. Anten Tasarımı ve Simülasyon Sonuçları

2.1 Birim Anten Tasarımı

Önerilen birim anten modeli Şekil 1’de gösterilmektedir. Antenin farklı frekanslarda çalışabilmesi için çok katmanlı bir yapı tercih edilmiştir. Mikroşerit yama antenler dielektrik sabiti 2.2 olan ve kalınlığı 2.2 mm olan Arlon Iso 917 taban malzemesi kullanılarak tasarlanmıştır. En alt kısımda antenlerin toprağı bulunmakta olup, iki kat dielektrik malzeme üzerine GPS L2 ve GLONASS L2 frekanslarında çalışacak şekilde optimize edilen yama basılmıştır. Bu yama antenin üzerinde bir kat daha taban malzeme bulunmaktadır ve en üst katmanda GPS L1 ve GLONASS L1 frekanslarında çalışan yama anten bulunmaktadır. Bu anten için altta kalan yama bir nevi toprak olarak görev yapmaktadır. Antenlerin dairesel polarizasyonda çalışması için birbirine dik iki modun eş genlikte ve 90 derece faz farkı ile uyarılması gerekmektedir [2][8]. Bu çalışmada yama anten köşelerinin kesilmesi sayesinde gerekli faz farkları elde edilmiş ve dairesel polarizasyonda yayılım sağlanmıştır [2]. Antenin beslemesi ise koaksiyel bir konektör kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Birim antenin geometrik boyutları Tablo 1’de verilmiş olup, frekansa bağlı kazanç grafiği Şekil 1 (c)’de gösterilmektedir. Sırasıyla 1227 MHz, 1256 MHz, 1575 MHz ve 1607 MHz frekanslarında tanımlı olan GPS L2, GLONASS L2, GPS L1 ve GLONASS L1 frekanslarında anten kazancının minimum 6 dBi civarında olduğu gözlemlenmiştir.



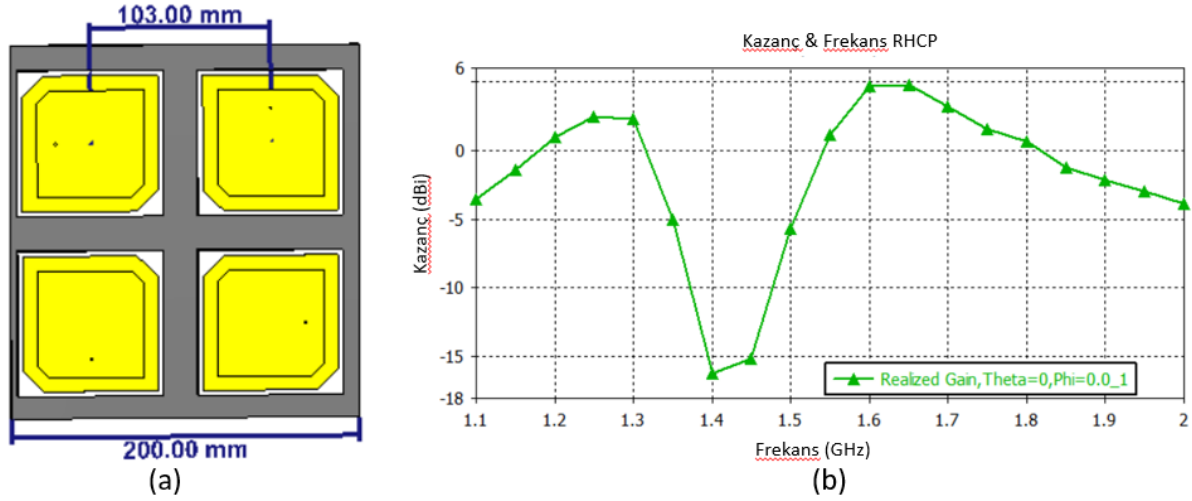
Şekil 1. (a) Önerilen Birim Anten Tasarımı (b) Birim Anten Yandan Görünümü (c) Birim Anten RHCP kazanç grafiği

Birim Anten	L1	L2	L3	W1	W2	h	t
Boyutlar (mm)	83	77.4	61	7	12	2.2	0.017

Tablo 1. Birim Anten Modelinde Kullanılan Parametreler ve Ölçüler

2.2 Array Anten Tasarımı

Birim eleman anten tasarımı çoklanarak KEHA dizisi elde edilmiştir. Elde edilen dizi anten ve frekansa bağlı kazanç grafiği Şekil 2’de gösterilmektedir. Birim eleman antenin görece düşük dielektrik sabitine sahip bir taban malzemeye basılması sonucunda antenler arasındaki elektriksel mesafe GPS L1 için yaklaşık 0.54λ , GPS L2 için yaklaşık 0.43λ olmaktadır. Şekil 1. (c) ile kıyaslandığında, KEHA dizisi içerisindeki yama anten kazancında düşüşlerin olduğu gözlemlenmektedir. Özellikle GPS L2 frekansları çevresinde bu düşüşlerin daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bu performans kaybının daha büyük dalga boyları sayesinde oluşan daha güçlü karşılıklı etkileşimler olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 2. (a) Dizi Anten Tasarımı (b) Dizi Anten içindeki birim antenin RHCP kazanç grafiği

3. Sonuçlar

Bu çalışmada GPS L1, GPS L2, GLONASS L1 ve GLONASS L2 frekanslarında kullanılacak, dört birim antenden oluşan bir KEHA dizisinin tasarımı sunulmuştur. Elektromanyetik benzetimler için CST Microwave Studio [10] kullanılmıştır. Dizi antenin tasarımına öncelikle birim elemandan başlanmıştır. Anten çoklu frekansta sağ el dairesel polarizasyonda çalışacak ve minimum 5 dBi kazançla sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Daha sonra elde edilen birim anten çoklanarak KEHA dizisi oluşturulmuştur. Her bir birim anten için koaksiyel besleme kullanılmıştır. Dizi elemanları arasındaki girişim etkisini azaltma çalışmaları gerçekleştirilmiş ve birbirlerini en yakın konulabilecek mesafeler belirlenmiştir.

Kaynaklar

- [1] N. Samama, Global Positioning: Technologies and Performance. New York, NY, USA: Wiley, 2008
- [2] A. Balanis, “Antenna Theory”, Dördüncü Baskı, Wiley, 2016
- [3]. E. G. Doust, M. Clénet, V. Hemmati, J. Wight, “An Aperture-Coupled Circularly Polarized Stacked Microstrip Antenna for GPS Frequency Bands L1, L2, and L5”, IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, 2008.
- [4]. Yijun Zhou, Chi-Chih Chen, ve John L. Volakis, “Dual Band Proximity-Fed Stacked Patch Antenna for Tri-Band GPS Applications”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, cilt.55, s.220-223, 2007
- [5] Z. Wang, S. Fang, S. Fu, ve S. Lu, “Dual-band probe-fed stacked patch antenna for GNSS applications,” IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., cilt. 8, s. 100–103, 2009.
- [6] X. Sun, Z. Zhang, ve Z. Feng, “Dual-band circularly polarized stacked annular-ring patch antenna for GPS application,” IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., cilt. 10, s. 49–52, 2011.
- [7] L. Boccia, G. Amendola, ve G. Di Massa, “A dual frequency microstrip patch antenna for high-precision GPS applications,” IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., cilt. 3, s. 157–160, 2004.
- [8] C. Sharma, C. Gupta, “Analysis and Optimized Design of Single Feed Circularly Polarized Microstrip Antennas”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, cilt 31 no.6, 1983.
- [9] J. L. Volakis, A. J. O'Brien ve C. Chen, "Small and Adaptive Antennas and Arrays for GNSS Applications," Proceedings of the IEEE, cilt. 104, s. 1221-1232, Haziran 2016.
- [10] CST Studio Suite, “CST MICROWAVE STUDIO User Guide”, 2006.