

Gerçel Frekans Tekniği Kullanarak Mikroşerit Yama Anten Uyum Devresi Tasarımı

Ramazan Köprü¹, Sedat Kılınç², Bekir Binboğa Sıddık Yarman²

¹ Işık Üniversitesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Şile, İstanbul, tel: 216 712 14 60, fax: 216 710 28 63

ramazan.kopru@isik.edu.tr,

² İstanbul Üniversitesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Avcılar, İstanbul, tel: 212 473 70 70, fax: 212 473 70 64

sedat.kilinc@istanbul.edu.tr, yarman@istanbul.edu.tr

Özet: *Bildiride, bir mikroşerit yama anten ve bu anten için genişband empedans uyum devresi tasarımları ele alınmaktadır. Bu tür bir uyum devresi, belirli sayıda eş-uzunluklu iletim hattının (Birim eleman: BE) tipik bir kayıpsız 2-kapılı uyum devresi oluşturmak üzere kaskad bağlanması ile oluşturulmaktadır. Basitleştirilmiş gerçel frekans tekniğinin (SRFT) Richards uzayında uygulanması ile dağılmış parametrelili band geçiren devre yapısı optimize edilerek devreye ilişkin sürüş noktası Darlington empedansı elde edilmekte, sentezlenen empedans fonksiyonu mikroşerit birim elemanlara ait karakteristik empedansları vermektedir. Teorik tasarım (Matlab), benzeşim (ADS, Agilent Inc.) ve ölçümler birbiriyle yüksek derecede uyumludur.*

Abstract: *In the paper, design of a microstrip patch antenna and a wideband impedance matching network for this antenna are studied. This kind of typical lossless 2-port matching network is formed with certain number of commensurate transmission line (Unit Element: UE) connected in a cascade fashion. By optimizing the topology of the distributed-element bandpass matching network based on the Simplified Real Frequency Technique (SRFT) in Richards domain, driving point Darlington impedance function is obtained and characteristic impedance values belonging to each microstrip UE is then extracted by the synthesis of the input impedance function. Theoretical design (Matlab), simulation (ADS, Agilent Inc.) and the measurements are shown to be in a high degree of agreement.*

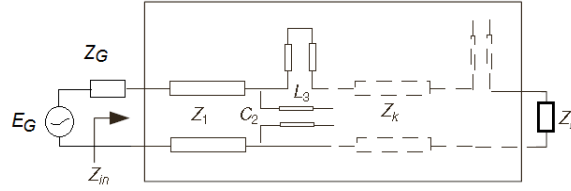
1. Giriş

Mikrodalga uygulamalarında uygulama türü (süzgeç, empedans uyumlaştırma ve yükselteç) ne olursa olsun, tasarımcının temel amacı dirençle sonlandırılmış bir uyumlaştırma devresine ait immitans (empedans ya da admitans) fonksiyonu $F(p)$ (ya da $F(\lambda)$)'yı Laplace (ya da Richards) uzayında PRF (Positive Rational Function) olarak iki polinomun oranı şeklinde

$$F(p) = a(p)/b(p), \quad p = j\omega \quad (1.i)$$

$$F(\lambda) = a(\lambda)/b(\lambda), \quad \lambda = j\Omega \quad (1.ii)$$

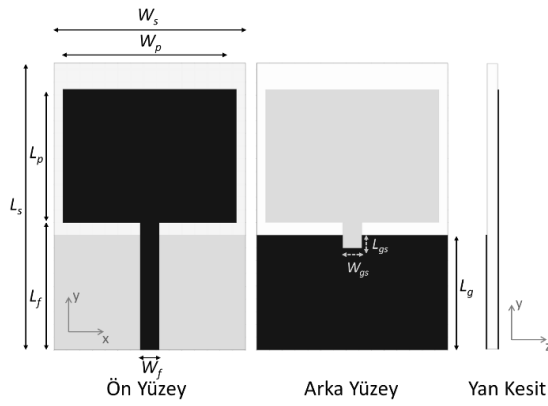
yazmaktır [1]. Burada, $F(p)$ ve $F(\lambda)$, sırasıyla kayıpsız toplu ve kayıpsız dağılmış devreye ait immitans fonksiyonlarını ifade etmektedir. Kayıpsız devreler için, Laplace uzayında karmaşık frekans gerçel frekans ω cinsinden $p = j\omega$ ile, Richards uzayında ise $\lambda = j\Omega = j\tan(\omega\tau)$ ile verilmektedir. Dağılmış parametrelili bir devreye ait sürüş noktası empedansı $F(\lambda) = Z_m(\lambda) = a(\lambda)/b(\lambda)$ sentezlendiğinde oluşan tipik bir süzgeç (ya da uyumlaştırma) devresi Şekil 1'de görülmektedir. Devre Z_i ($i=1,2,..k$), açık-devre (open-stub) (C_2) ya da kısa-devre (short-stub) (L_3) şeklinde eş-uzunluklu (commensurate) iletim hatlarından oluşabilir. Eş-uzunluklu hatlar "birim eleman (BE)" (Unit Element: UE) olarak da adlandırılmaktadır [1]. Bu çalışmada Şekil 1'de görülen eş-uzunluklu iletim hatlarıyla oluşturulmuş tipik bir kayıpsız 2-kapılı kullanılarak ÇGB (ÇGB: Çok Genişband; UWB: Ultra Wideband) kısa-mesafe veri aktarım uygulaması için tasarlanan bir yama anten için empedans uyum devresi tasarımı ele alınmaktadır. Çalışmanın temel teorik yaklaşımı [2]'de ayrıntılı olarak verilmekte olup burada yinelenmemekte, ilgili kaynaktaki bildirinin yazımı sırasında henüz bitirilmemiş olan pratik gerçekleştirilmenin sonuçlarının bu bildiride verilmesi amaçlanmaktadır. Bildiri iki ana bölümden oluşmaktadır: "Bir mikroşerit yama anten tasarımı" (bölüm 2), "Uyumlaştırma devresi tasarımı, prototip üretim ve ölçümleri" (bölüm 3).



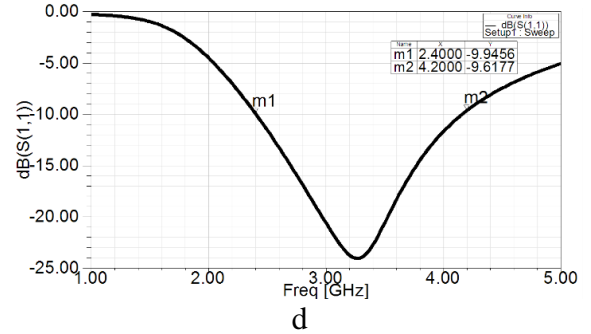
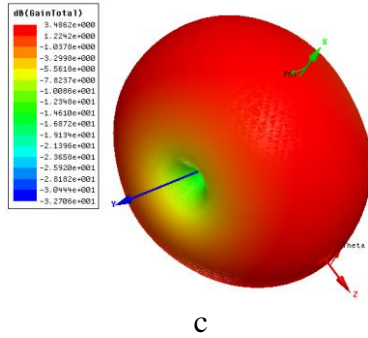
Şekil 1. Kayıpsız dağılmış bir 2-kapılının eş-uzunluklu iletim hatları ile oluşturulması.

2. Bir Mikroşerit Yama Anten Tasarımı

Geniş frekans bandı gerektiren uygulamalarda monopol mikroşerit anten kullanımı oldukça yaygınlaşmaktadır [3-7]. Bu çalışmada 2.4-4.2 GHz arasında çalıştırılmak üzere dikdörtgen monopol mikroşerit anten tasarlanmıştır. Tasarlanan antenin parametreleri Şekil 2'de görülmektedir.



Anten Parametresi	Değer, mm
ışınım parçası uzunluğu, L_s	20.9
ışınım parçası genişliği, W_p	27.2
besleme hattı uzunluğu, L_f	20
besleme hattı genişliği, W_f	3
toprak düzlemi uzunluğu, L_g	18
toprak düzlemindeki açıklık uzunluğu, L_{gs}	2
toprak düzlemindeki açıklık genişliği, W_{gs}	3
taban dielektrik sabiti (FR4)	4.4
taban genişliği, W_s	30
taban uzunluğu, L_s	45
kalınlık, t	1.6
çalışma bandı, GHz	2.4-4.2



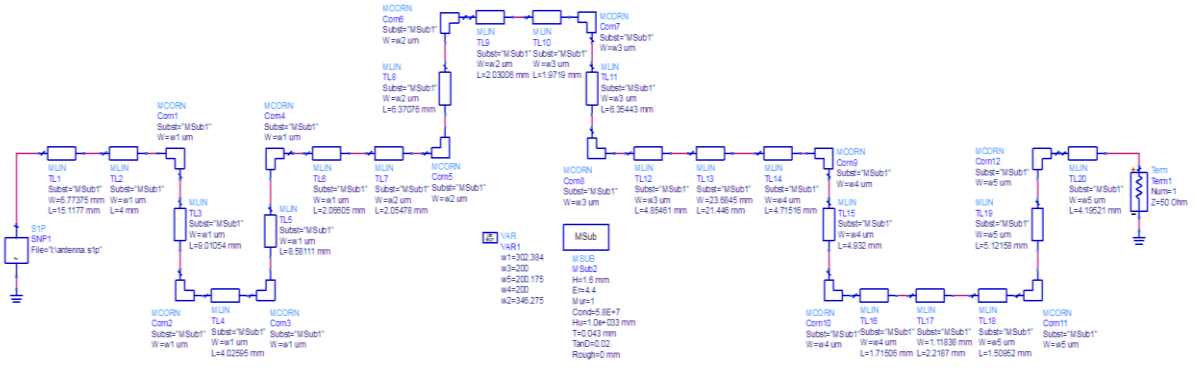
Şekil 2. a) Dikdörtgen monopol mikroşerit antenin geometrisi, b) Anten parametreleri, c) 3 boyutlu kazanç örgüsü; Yeşil: x eksenini, Mavi: y eksenini, Kırmızı: z eksenini, d) Anten yansıması.

3. Uyumlaştırma devresi tasarımı, prototip üretim ve ölçümleri

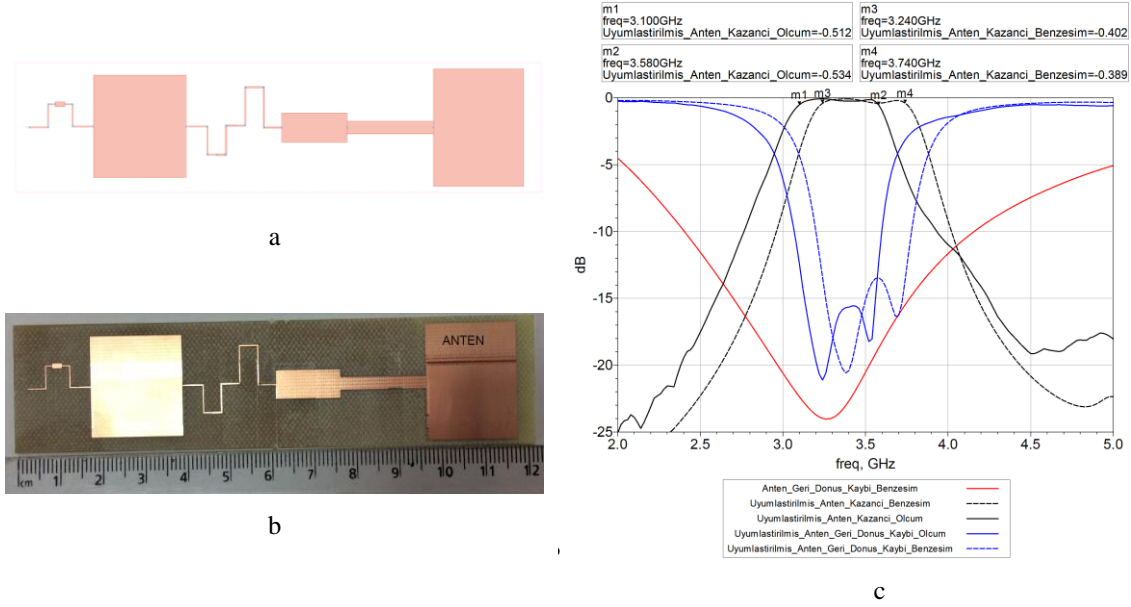
Anten ve tasarlanacak uyum devresinden oluşan sistemin ÇGB (UWB) kablosuz kısa mesafe, düşük güç ve yüksek data aktarım amaçlı olarak 3.2448-3.7440 GHz bandında çalışması istenmektedir. Geliştirilen Matlab kodunda sadece $F1=3.2448$ (GHz), $F2=3.7440$ (GHz), $ILR=0.2$ (dB) ve $IL=60$ (dB) değerlerinin girilmesi yeterlidir. Optimizasyonla elde edilen BE'ler Şekil 3'teki devre şematüğünde görüldüğü gibi bağlanmıştır. Devreye ait serim (ADS layout), bu serime göre üretilmiş prototip pcb kartı, ADS benzeşimi ve prototip ölçümleri arasındaki başarımların karşılaştırılması sırasında Şekil 4.a, b, c'de görülmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Richards uzayında band geçiren yama anten uyum devresi tasarımı ele alınmış, teorik, benzeşim (ADS) başarımlarının ve prototip ölçümlerinin birbirleriyle yüksek derecede uyum içinde olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından 18549 numaralı proje ile desteklenmektedir.



Şekil 3. Yama anten ile birlikte uyum devresi şematiği.



Şekil 4. a) Devreye ait serim (ADS layout), b) bu serime göre üretilmiş prototip pcb kartı (~12cmx3cm), c) ADS benzeşimi ve prototip ölçümleri arasındaki başarımlı karışılaştırması: sürekli/kesik siyah-kazanc (ölçüm/benzeşim), sürekli/kesik mavi-S₁₁ (ölçüm/benzeşim), sürekli kırmızı-anten S₁₁ (benzeşim).

Kaynaklar

- [1] Yarman, B. S., Design of Ultra Wideband Power Transfer Networks, Wiley, İngiltere, 2010.
- [2] Kopru, R., Aydın, Ç., Yarman, B. S., "Richards uzayında band geçiren devre fonksiyonu gerçeeklemesi ve yama anten uyumlaştırmada kullanımı", SIU-2014, İşaret İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, Nisan 23-25, 2014, Trabzon, Türkiye, s. 713-717.
- [3] Balanis, C. A., Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, ISBN: 0-417-66782-X, A.B.D., 2005.
- [4] Huang, Y., Boyle, K., Antennas: From Theory to Practice, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-470-51028-5, A.B.D., 2008.
- [5] F. Yan ve J. Xu, "Design of planar monopole antenna with annulus shape for ultra-wideband applications", Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings, Mart 22-26, 2010, Xi'an, China, s. 866-869.
- [6] Khalilpour, R., Nourinia, J., Ghobadi, C., "Optimized monopole microstrip patch antenna with gradual steps for ultrawideband applications", Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings, Mart 22-26, 2010, Xi'an, China, s. 1072-1076.
- [7] Naveen, S. M., Vani, R. M., Hunagund, P. V., "Compact wideband rectangular monopole antenna for wireless applications", Wireless Engineering and Technology, Scientific Research Publishing, vol. 3, no. 4, s. 240-243, Ekim 2012.