

Silindirik Yüzey Tümlleşik Dalga Kılavuzu Üzerinde Yarık Modellemesi

Ömer Bayraktar, Özlem Aydın Çivi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ankara
bomer@metu.edu.tr, ozlem@metu.edu.tr

Özet: Silindirik yüzeye yerleştirilmiş yüzey tümlleşik dalga kılavuzu (YTDK) üzerinde, uzunlamasına yarıklardan oluşan anten dizisi tasarlamak amacı ile silindirik YTDK yapısı üzerinde yarık modellemesi yapılmıştır. 25 GHz’de yarık devre modeli parametreleri HFSS benzetimleri ile belirlenmiş ve silindirik yüzeyin eğrilik yarıçapının yarık modeline olan etkisi incelenmiştir.

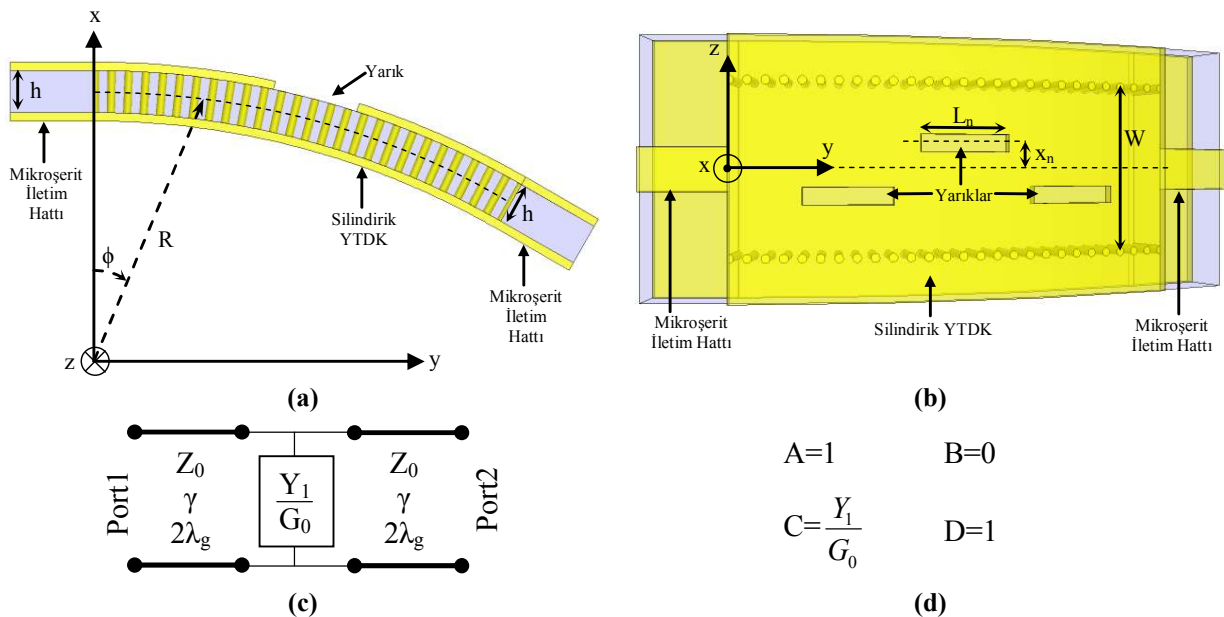
1. Giriş

Yarıklı dalga kılavuzu dizileri, düşük kayıp, yüksek yalıtım ve yüksek güç taşıma kapasitesi gibi avantajlarından dolayı anten dizisi uygulamalarında sıkça kullanılmaktadır. Ancak standart dalga kılavuzlarının, mikroşerit iletim hatları ve eş düzlemsel dalga kılavuzları gibi düzlemsel besleme ağları ile birleşimi zordur ve özellikle milimetre frekanslarında parazit etkiler belirgin hale gelmektedir. Literatürde standart dalga kılavuzlarının yerine kullanılabilecek, düzlemsel devre elemanları ile tümlleşik olarak üretilebilen yüzey tümlleşik dalga kılavuzu (YTDK) yapısı sunulmuştur [1]. Taban kayıplarına rağmen, YTDK yapısı standart dalga kılavuzları gibi yüksek yalıtıma sahiptir. Bu yapılar baskı devre kartı teknolojisi ile kolayca ve düşük maliyetle üretilebilmektedir.

Bu çalışmada, esnek taban kullanılarak silindirik yüzeye yerleştirilmiş YTDK yapısı üzerinde yarık anten dizisi oluşturmak amacı ile silindirik YTDK üzerine uzunlamasına yerleştirilmiş yarığın devre modellemesi yapılmıştır. 25 GHz’de yapılan modellemede, HFSS benzetimleri ile devre modeli parametreleri belirlenmiştir. Yarığın merkezden uzaklığının ve silindirik yüzeyin eğrilik yarıçapının etkisi, HFSS benzetimleri kullanılarak incelenmiştir.

2. YTDK Üzerinde Uzunlamasına Yarığın Devre Modeli

Silindirik YTDK üzerinde bulunan uzunlamasına yarık dizisi, Şekil 1 (a) ve (b)’de gösterilmiştir. YTDK yapısı, iki yüzeyi metal olan taban malzemeye kanallar açılıp, bu kanalların metal ile doldurulması ile elde edilmektedir. Kanallar arasındaki fiziksel boşluk, uygun frekanslarda elektriksel olarak ihmal edilebilir ve standart dalga kılavuzundaki gibi yan duvarlar elde edilir. Dizideki uzunlamasına yarıklar, düz standart dalga kılavuzunda belirli yarık pozisyonuna (x_n) kadar paralel admitans olarak modellenebilmekte ve dizi tasarımı paralel admitans modeli kullanılarak yapılmaktadır [2]. Bu modellemeyi silindirik YTDK’da bulunan yarığa uygulamak amacı ile 0.5mm kalınlığında Rogers 4003 ($\epsilon_r = 3.55$) taban malzemesi kullanılarak, 25 GHz’de YTDK yapısı tasarlanmıştır. Çalışma frekansına uygun olacak şekilde, YTDK genişliği $W = 4.5mm$, kanal çapı 0.5mm ve kanal merkez aralığı 1mm olarak

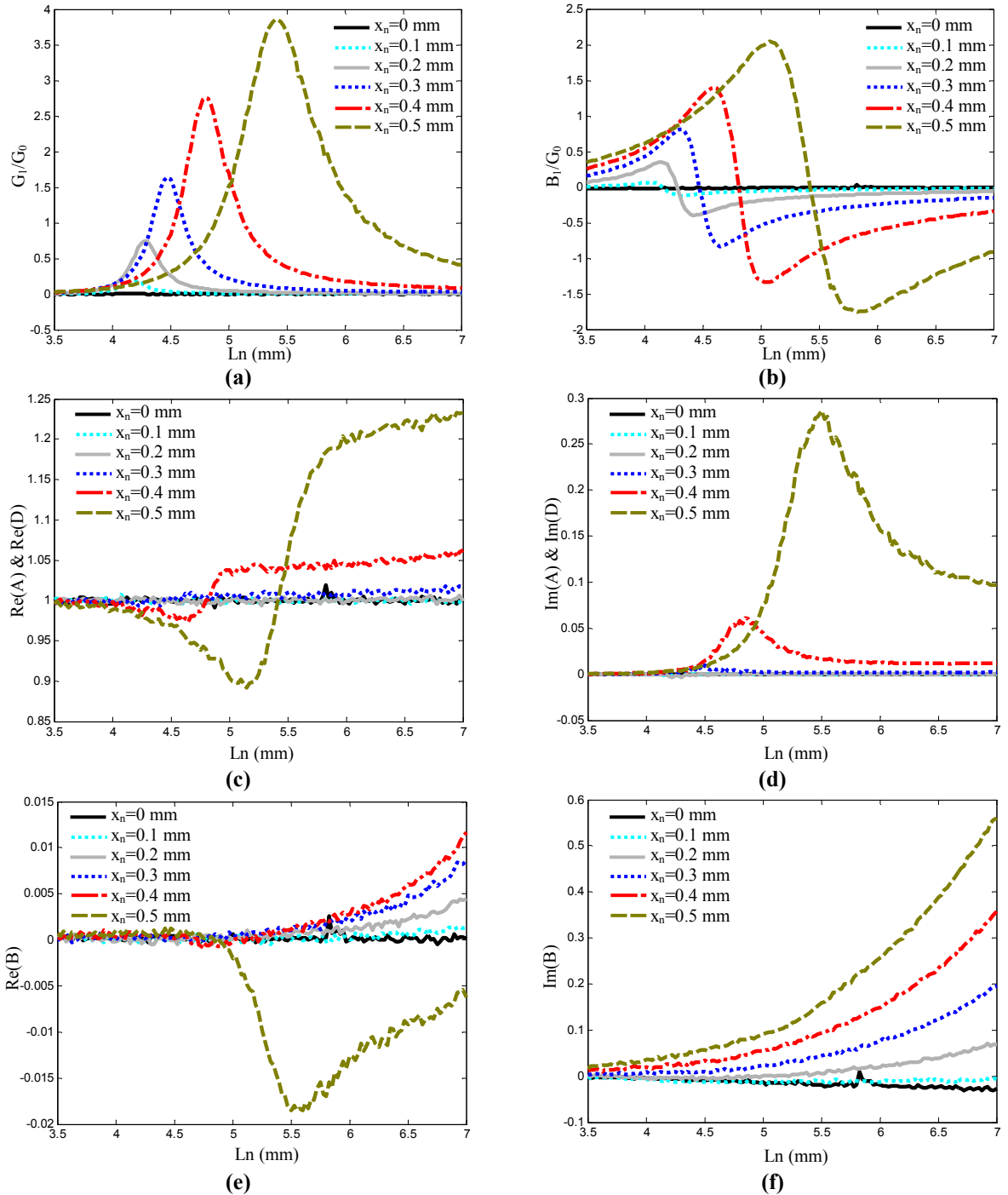


Şekil 1. Silindirik YTDK yapısı üzerinde uzunlamasına yarık dizisi. (a) Kesit görünüm. (b) Üstten görünüm. (c) Uzunlamasına yarık devre modeli. (d) ABCD parametreleri.

belirlenmiştir [3], [4]. Şekil 1 (c) ve (d)'de uzunlamasına yarığın YTDK yapısı üzerinde paralel admitans devre modeli ve $ABCD$ parametreleri belirtilmiştir. Paralel admitans, (1)'de belirtildiği gibi iletkenlik ve sanal geçiri değerlerine sahiptir. Bu değerler, C parametresinin gerçek ve sanal kısımlarına denk gelir.

$$\frac{Y_1}{G_0} = \frac{G_1}{G_0} + j \frac{B_1}{G_0} \quad (1)$$

Yarık genişliği 0.2mm ve eğrilik yarıçapı $R = 10\text{cm}$ alınarak HFSS benzetimleri yapılmıştır. Benzetimlerde yarık uzunluğu 3.5mm ile 7mm arasında parametrik olarak değiştirilmiş ve yarığın $ABCD$ parametreleri hesaplanmıştır. Şekil 2 (a) ve (b)'de yarığın paralel admitans değerlerinin yarık pozisyonlarına göre değişim grafiği belirtilmiştir. Şekil 2'de yarığın A , B ve D parametrelerine bakıldığında, yarık pozisyonunun 0.4mm ve 0.5mm değerleri için, A ve D parametrelerinin 1'den, B parametresinin 0'dan oldukça saptığı gözlenmektedir. Yarığın pozisyonu merkezden

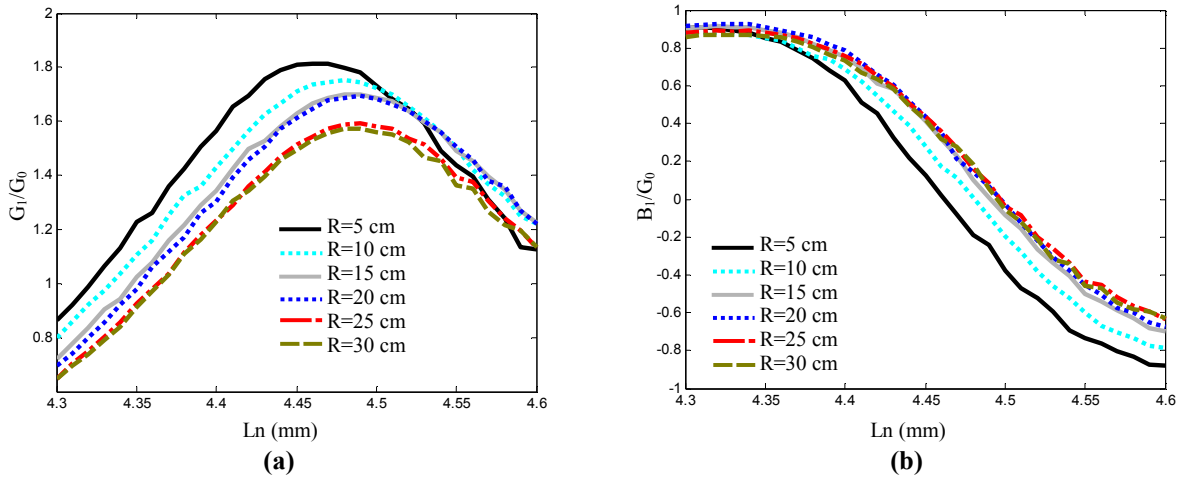


Şekil 2. Silindirik YTDK yapısı üzerindeki yarığın $ABCD$ parametreleri. (a) & (b) C parametresi. (c) & (d) A & D parametreleri. (e) & (f) B parametresi.

uzaklaştıkça, yarığı sadece paralel admitans olarak modellemek mümkün olmamakta ve başka devre elemanlarının da devre modeline ilave edilmesi gerekmektedir. Yarık dizisi tasarlanırken en fazla 0.3mm yarık pozisyonu kullanılmalıdır.

2. Eğrilik Yarıçapının Devre Modeline Etkisi

Silindirik YTDK yapısının eğrilik yarıçapının uzunlamasına yarık devre modeline olan etkisini incelemek amacı ile yarık pozisyonu $x_n = 0.3\text{mm}$ 'de sabit tutularak, değişik R değerleri için HFSS benzetimleri yapılmıştır. Benzetim sonuçları Şekil 3'de belirtildiği gibidir. Eğrilik yarıçapı azaldıkça uzunlamasına yarığın rezonans uzunluğu kısalmakta ve rezonans bölgesindeki iletkenlik (G_l/G_0) değeri artmaktadır. Tasarımın rezonans bölgesinde yapıldığı düşünülürse, eğrilik yarıçapının azalması, ihtiyaç duyulan yüksek iletkenlik değerlerinin, yarık pozisyonu artırılmadan ve paralel admitans modeli bozulmadan elde edilebileceği ve tasarımın bu açıdan kolaylaşacağı anlamını taşımaktadır.



Şekil 3. Silindirik YTDK yapısının eğrilik yarıçapının uzunlamasına yarığın devre modeline etkisi.

3. Sonuç

Bu çalışmada silindirik yüzeye yerleştirilmiş YTDK yapısının üzerinde, uzunlamasına yarık anten dizisi tasarlamak amacı ile yarık modeli incelenmiştir. Yarık parametreleri HFSS benzetimleri ile elde edilmiş ve paralel admitans modelinin geçerli olduğu yarık pozisyonları belirlenmiştir. Silindirik yüzeyin eğrilik yarıçapının devre modeline etkisi HFSS benzetimleri ile incelenmiştir.

Bilgilendirme

Bu çalışma, TÜBİTAK-EEEAG-111R001 ve COST IC1102 VISTA projeleri kapsamında desteklenmektedir.

Kaynaklar

- [1] Deslandes D. ve Wu K., "Integrated microstrip and rectangular waveguide in planar form," IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 11, no. 2, s. 68-70, Şubat 2001.
- [2] Elliott R. S., Antenna Theory and Design, John Wiley & Sons/IEEE Press, 2003. Revised Edition.
- [3] L. Yan, W. Hong, G. Hua, J. Chen, K. Wu, ve T. J. Cui, "Simulation and experiment on SIW slot array antennas," IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 14, no. 9, s. 446-448, Sept. 2004.
- [4] L. Lewin, D. C. Chang, ve E.F. Kuester, Electromagnetic Waves and Curved Structures, Institution of Electrical Engineers, 1977.