

3B Minyatürizasyon Yöntemi ve Giyilebilir Vivaldi Anten Üzerine Uygulaması

Mehmet Akif Acar, Ozan Furkan Sezgen*, Sema Dumanlı

Boğaziçi Üniversitesi

Elektrik Elektronik Mühendisliği

İstanbul

mehmetakif.acar@mail.polimi.it, sema.dumanli@boun.edu.tr

*Profen İletişim Teknolojileri

İstanbul

ozan.sezgen@profen.com

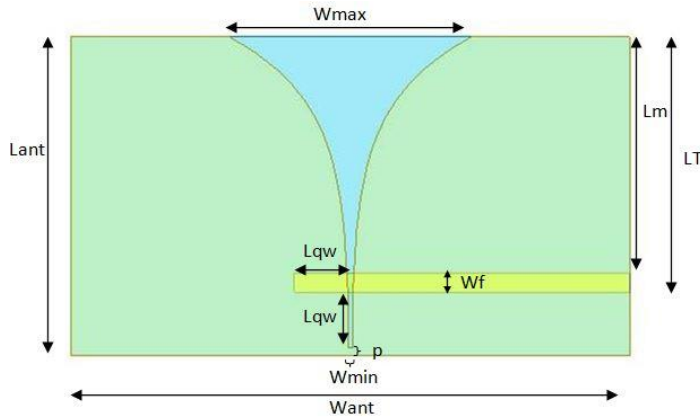
Özet: Bu çalışma, 3. boyutta kıvrımlandırma kullanımına dayanan bir anten minyatürizasyon yöntemini anlatmaktadır. Antenin radyatörü kıvrımlı bir alttaş üzerinde tasarlanmıştır. Bir ultra geniş bantlı Vivaldi antene uygulanan yöntem ile yarım silindirik, üçgen ve dikdörtgen kıvrımlar denenmiştir. Anten 3B yazıcı ile, literatürde ilk defa olmak üzere esnek ve biyouyumlu IBT reçine kullanılarak tasarlanmış ve üretilmiştir. Bu yöntem kullanılarak 3 minyatürize Vivaldi anten tasarlanmış ve anten hacminde %22.1'e kadar düşüş elde edilmiştir.

Abstract: This work describes an antenna miniaturization method that utilizes meandering in the third dimension. The radiator of the antenna is designed on a corrugated substrate. Semi-cylindrical, triangular, and rectangular corrugations are tried. The method is applied to an Ultra-wideband Vivaldi antenna. The antenna is proposed to be 3D printed on IBT, a flexible and biocompatible resin, for the first time in the literature. By this method, three different miniaturized Vivaldi antennas are designed, and up to 22.1% reduction in the volume is achieved.

1. Giriş

Giyilebilir, geniş bantlı ve esnek yineleyici anten arayışında olan implant iletişimi alanında ultra geniş bant kullanımı gitgide yaygınlaşmaktadır. Geniş bant gerektiren uygulamalar için Vivaldi anten sıklıkla tercih edilmektedir [1]. 3B basılı Vivaldi antenlere [2] örnek olarak verilebilirken aynı zamanda esnek Vivaldi antenler de literatürde bulunmaktadır [3]. Fakat yazarların bilgisi dahilinde 3B baskı teknolojisiyle basılmış esnek bir Vivaldi anten literatürde bulunmamaktadır. Bu çalışmada özgünlük 3B minyatürizasyon yönteminin giyilebilir esnek bir Vivaldi anten üzerine uygulanmasında yatmaktadır. Ayrıca 3B basım teknolojisinde halihazırda kullanılan fakat anten prototiplemesinde henüz kullanılmamış olan IBT, 50A ve 80A esnek reçinelerinin elektriksel özellikleri literatürde ilk defa olmak üzere 6 GHz'ye kadar verilmiştir. Çalışmamızda bu esnek ve biyouyumlu IBT reçine kullanılarak, [4]'de ortaya atılan yöntemeye dayanan bir 3B minyatürizasyon önermekteyiz. Önerilen yöntem bir Vivaldi anten üzerinde gösterilmiştir.

2. Anten Modelleri

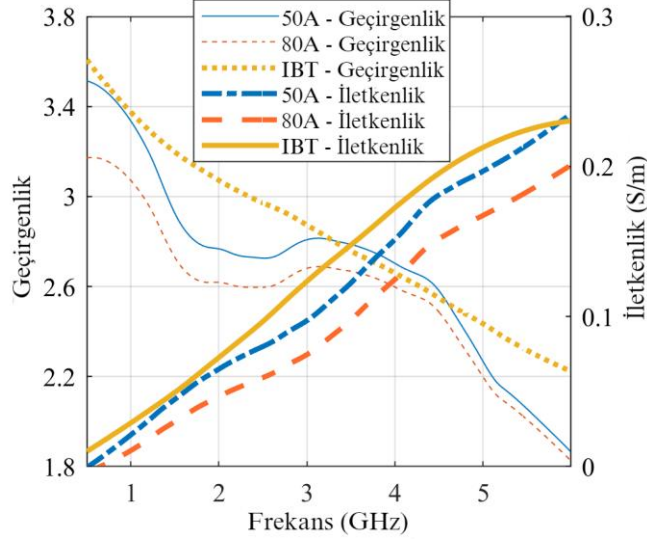


Şekil 1. Model A ve ölçüleri

Tablo I. Model A'ya ait parametreler ve değerleri

Want: 34.9 mm	Lant: 18 mm
Lm: 14.8 mm	Wf: 1.2 mm
h: 0.8 mm	Lqw: 1.5 mm
Taper rate: 0.245	p: 0.5 mm
Wmax: 15.12 mm	Wmin: 0.3 mm
LT: 16 mm	

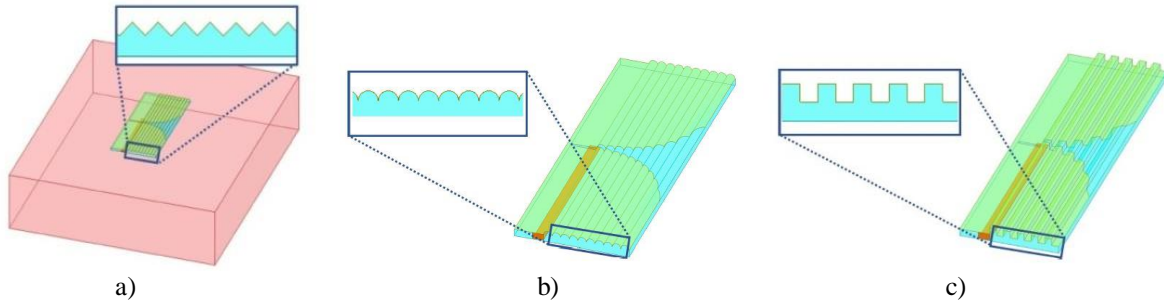
Tasarlanan mikroşerit beslemeli Vivaldi anten (Model A) Şekil 1’de gösterilmiş ve parametrelerin değerleri de Tablo 1’de verilmiştir. Tasarım esnek IBT reçine üzerindedir. Şekil 2’de IBT reçineye ait bağıl geçirgenlik ve iletkenlik değerleri, 50A ve 80A reçinelerine air değerlerle beraber 6 GHz’ye kadar verilmiştir. Ölçümler Speag DAK 3.5 dielektrik ölçüm kiti ile oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. IBT, 80A ve 50A esnek reçinelerine ait iletkenlik ve bağıl geçirgenlik değerleri

Kalınlığı 0.8 mm olan anten 2 cm kalınlığında bir kas tabakası üzerinde çalışacak şekilde ANSYS HFSS kullanılarak optimize edilmiştir. İlk model minyatürize edilmiş modeller için bir temel teşkil etmektedir. Minyatürizasyon amacıyla üçgen, silindirik ve dikdörtgen kıvrımlar alttaş üzerine eklenmiştir. Radyatör ve besleme hattına ait tüm parametreler minyatürize modellerde sabit tutulmuş ve antenin uzunluğu, aynı radyatörün yeni alttaşlara giydirilmesiyle kısaltılmıştır. Böylelikle antenin hacmi ve uzunluğu düşürülmüştür. Minyatürize edilecek olan uzunluk L_m olup 14.8 mm’dir ve besleme mekanizmasını etkilememek için LT ile Wf’nin farkına eşit olacak şekilde seçilmiştir.

Minyatürize modeller, Model A’nın düzlemsel alttaşı üzerine Model B için 10 adet eşkenar dik üçgen prizma, Model C için 10 adet yarım silindir ve Model D için eş aralıklı 5 adet kare prizma yerleştirilerek elde edilmiş ve Şekil 3’te gösterilmiştir. Model B, C ve D’nin uzunlukları sırasıyla 13.66 mm, 12.62 mm ve 10.60 mm olup Model A’ya göre anten uzunluğunda %24.1, %29.8 ve %41.1 azalmaya karşılık gelmektedir. Hacim açısından karşılaştırıldığında ise Model B 477.08 mm³, Model C 473.45 mm³ ve Model D 391.51 mm³ olup Model A’nın 502.56 mm³’lük hacmine göre sırasıyla %5.07, %5.79, %22.1 oranlarında minyatürizasyon elde edilmiştir.

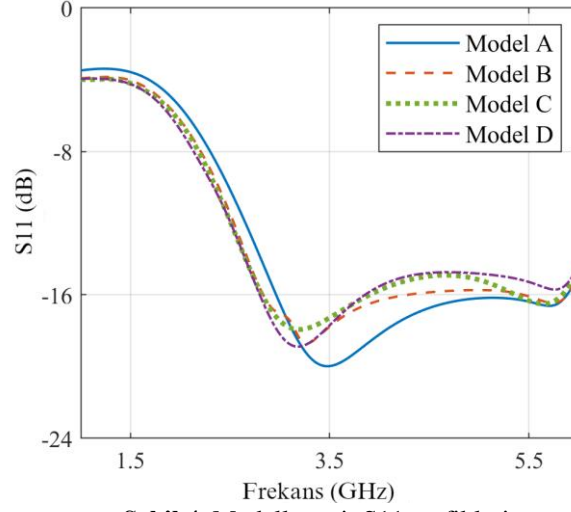


Şekil 3. a) Model B, b) Model C, ve c) Model D’nin ait eş ölçekli görünümleri.

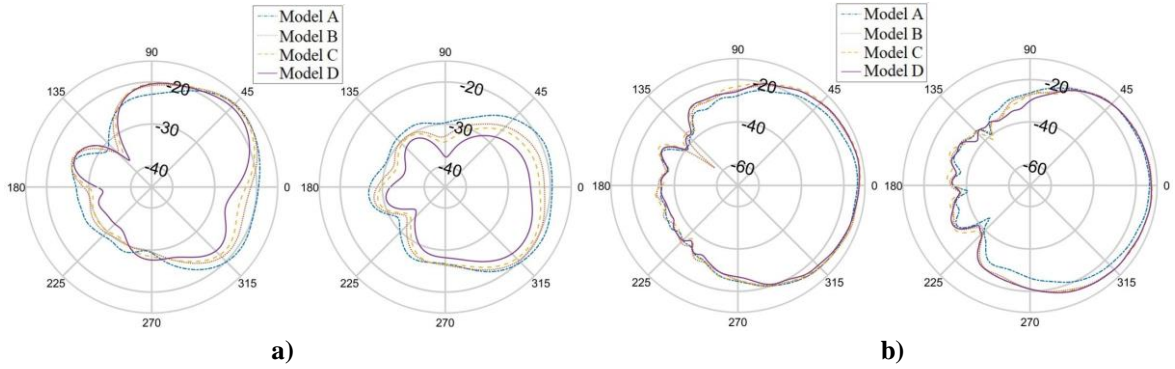
3. Simülasyon Sonuçları

Elde edilen modeller için yansıma katsayıları Şekil 4’te verilmiştir. Tüm modeller düşük ultra geniş bant frekans aralığında çalışmaktadır. Şekil 5.a simülasyon sonucu elde edilen 2B ışına modelini $\phi = 0^\circ$ ve $\phi = 90^\circ$ iken Model A, B, C ve D için sırasıyla ilk rezonans değeri olan 3.44, 3.27, 3.2 ve 3.18 GHz’de göstermektedir. Şekil 5.b’de ise ışına modelleri her bir model için ikinci rezonans değeri olan 5.74, 5.72, 5.66, 5.78 GHz’de gösterilmiştir. Minyatürizasyon oranı arttıkça maksimum kazanç ilk rezonans için düşerken ikinci rezonans için

değişmemektedir. Maksimum ışına yönünde ise ilk rezonans için θ ve ϕ 'de 6° 'den fazla bir değişiklik gözlenmemiştir. Fakat ikinci rezonans için maksimum ışına yönü kas bloğuna doğru kaymaktadır.



Şekil 4. Modellere ait S11 grafikleri.



Şekil 5. Modellere ait a) ilk rezonant frekanstaki $\phi=0^\circ$ (solda) ve $\phi=90^\circ$ (sağda) ışına örüntüleri ile b) ikinci rezonant frekanstaki $\phi=0^\circ$ (solda) ve $\phi=90^\circ$ (sağda) ışına örüntüleri.

4. Sonuç

Üçüncü boyutta kıvrımlandırma kullanılarak bir 3B minyatürizasyon yöntemi ultra geniş bant Vivaldi anten üzerinde gösterilmiştir. Minyatürizasyon yarım silindir, üçgen ve kare prizmaların baz alınan alttaş üzerine yerleştirilmesi ile elde edilmiştir. Sonuç olarak, antenin düşük ultra geniş bant özellikleri korunurken hacminde Model B, C ve D için sırasıyla %5.07, %5.79, %22.1 minyatürizasyon oranına ulaşılmıştır. Fakat maksimum kazanç değerleri minyatürize modeller için minyatürizasyon oranı arttıkça düşmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma BAP 18202 proje numarasıyla Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Fonu (BAP) tarafından ve 120C131 proje numarasıyla TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- [1]. A. M. de Oliveira et al., "A Fern Antipodal Vivaldi Antenna for Near-Field Microwave Imaging Medical Applications," in IEEE Transactions on Ant. and Prop., vol. 69, no. 12, s. 8816-8829, Dec. 2021.
- [2]. M. I. M. Ghazali et al, "3D printed metalized polymer UWB high-gain Vivaldi antennas," 2016 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS), 2016, s. 1-4.
- [3]. Al-Janabi, Mustafa Kayhan, Sema. (2020). Flexible Vivaldi Antenna Based on a Fractal Design for RF Energy Harvesting. Progress In Electromagnetics Research M. 97. 177-188.
- [4]. J. O'Brien et al., "Miniaturization of microwave components and antennas using 3D manufacturing," 2015 9th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), 2015, s. 1-4.