

Nanolif Tabanlı Frekans Seçici Yüzey ile Bant Geçiren Filtre Tasarımı

Ömer KASAR, Yavuz CENGİZ, Enes ÇAKMAK*
Süleyman Demirel Üniversitesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Isparta
omerkasar@sdu.edu.tr, yavuzcengiz@sdu.edu.tr,

* Süleyman Demirel Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü
Isparta
enescakmak@sdu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada band-geçiren bir mikroşerit filtreye ait sayısal analiz sonuçları yer almaktadır. Önerilen filtre, 50 mikron kalınlığında polycaprolactone (PCL) esnek nanolif taban malzemesi üzerine iletken bakır kaplanarak elde edilmiştir. Nanolif taban malzemesi üzerindeki iletken birim hücre için 6.8 GHz'de iletim bandı oluşurken; 3x3 şeklindeki dizi yapılı frekans seçici yüzeyde rezonans frekansında sapmalar görülmüştür. Sonuç olarak 6,5 GHz ve 7,5 GHz'de çift bantlı bir band geçiren yüzey tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Abstract: In this study; we designed frequency selective surface by using nanofibers. 50 micron thickness polycaprolactone (PCL) flexible nanofiber is used as substrate. Copper plate coated on the substrate for band pass filter designing. For unit cell; the pass band characteristic is resonated at 6.8 GHz. However, for 3x3 arrays, variations of the resonance frequency were observed. Ultimately, dual band frequency selective surface have been designated at 6.5 GHz and 7.5 GHz.

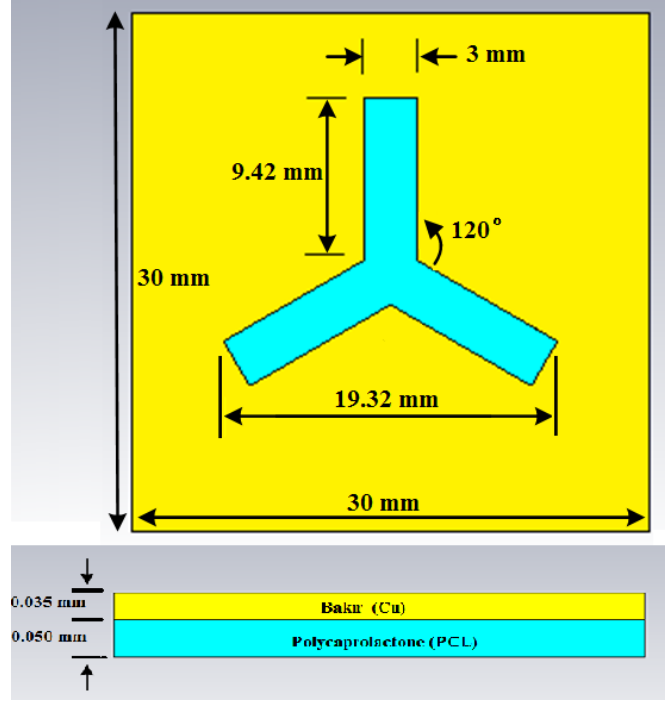
1. Giriş

Mikrodalga ve optik filtrelerin radome tasarımı, ekranlama, uydu haberleşmesi ve kablosuz ağ güvenliği gibi birçok farklı uygulamalarda kullanılmaları nedeniyle frekans seçici yüzeyler (FSY), mikrodalga mühendisliğinde yoğun olarak çalışılan konulardan birisi olmuştur [1]. Kullanım amacına göre belirli bir frekans bandını soğuran veya yansıtıcı pasif dizilere frekans seçici yüzey denir. FSY birim hücre içerisindeki tekli metal ve oyukların şekil ve diziliş yapılarına bağlı olarak, elektromanyetik, mikrodalga ve anten uygulamalarında, band durduran filtre, band geçiren filtre ve yansıtıcı anten vb olarak kullanılmaktadır [2,3,4]. FSY'nin yansıma ve iletim karakteristiği; kullanılan malzemelerin cinsine, katman kalınlığına, düzlemsel dalganın geliş açısına ve polarizasyonuna, katmanlar üzerine yerleştirilen metalik yamaların boyutları, geometrisi ile periyodik yerleşimi ve simetri ekseninin konumuna göre değişmektedir [2].

Nanolifler her hangi bir boyutu 1 mikronun altında olan lifler olarak tanımlanmaktadır. Nanoliflerin oldukça ince lifler olmasının sağladığı en önemli fayda birim malzemeden çok daha fazla lif ve yüzey alanı elde edilmesidir. Nanolifler metal, seramik gibi inorganik malzemelerden üretilebileceği gibi sentetik ya da doğal polimerler gibi organik maddelerden de imal edilebilir [5]. Nanoliflerin mikrodalga frekanslarda frekans seçici yüzey tasarımında kullanılmasının; günümüz teknolojisinde yeni uygulama alanları ve yeni ufuklar açacağı düşünülmektedir [6].

2. Yöntem ve Tasarım Parametreleri

Bu çalışmada nanolif üretim yöntemlerinden olan elektro-eğirme yöntemi kullanılarak elde edilen nanolif yüzey oluşturulmuştur. Bu yöntem ile farklı kalınlıklarda nanolif yüzeyler oluşturmak mümkündür [7,8]. Bu şekilde nanolifler; mikrodalga frekanslarda taban malzemesi olarak kullanılabilir [9]. Bu çalışmada elde edilen nanolif yüzeyin kalınlığı 50 μm 'dir. Bu nanoliflerden oluşturulmuş yüzey üzerine 35 μm kalınlığında bakır tabaka, simülasyon ortamında kaplanmıştır. Şekil-1'de tasarlanan yapıya ait birim hücre ve boyutları ve tasarımın yan kesitten görünüşü görülmektedir.

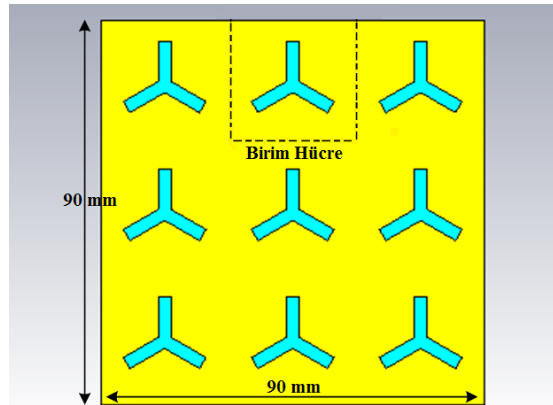


Şekil 1. Birim hücre ve boyutları (üstte) ve tasarımın yan kesitten görünüşü (altta)

Taban malzemesi olarak esnek nanolif olarak polycaprolactone (PCL) kullanılmıştır. Elektro eğirme yöntemi ile laboratuvar ortamında deneysel olarak 50 μm kalınlığında üretilen PCL malzemesinin bağlı elektrik geçirgenliği " ϵ_r ", network analizörü ve dalga kılavuzları yardımıyla ölçülerek 6-8 GHz frekans bandında yaklaşık olarak $\epsilon_r = 3,1$ olarak elde edilmiştir.

Polycaprolactone dielektrik üzerine kaplanan bakır katmanda istenilen frekansa uygun olacak şekilde yarıklardan oluşan geometri tasarlanmıştır. Bakır üzerindeki bu yarıktan oluşan birim hücre, 9.42mm uzunluğu, 3mm genişliğinde aralarında 120° açı bulunan üç kutuplu bir geometriye sahiptir.

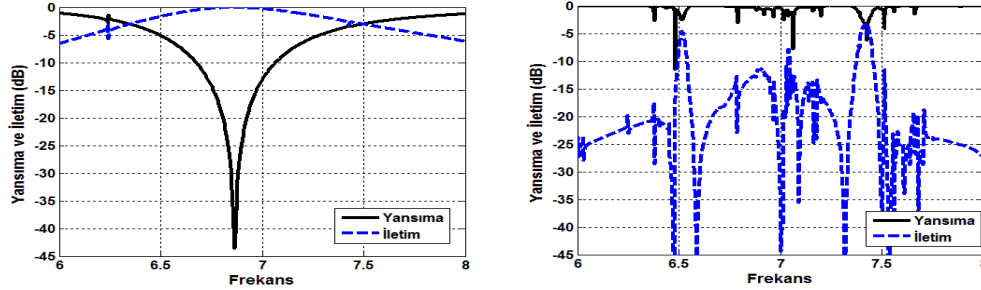
Frekans seçici yüzeyler, genel olarak periyodik yapılarıdır [4]. Şekil-2'de 'bant geçiren' olarak tasarlanan yapının 3x3'lük dizi olarak tasarlanmış hali görülmektedir. Frekans seçici yüzeylerin dizi olarak tasarlanmasının amacı, aynı frekanstaki elektromanyetik dalgalara karşı geçirgenliği bilinen birim hücrelerin çoğaltılması ile daha geniş bir yüzey elde etmektir [10].



Şekil 2. 3x3 Dizi yapılmış bant geçiren yüzey

3. Sonuçlar

Nanoliflerin taban malzemesi olarak kullanılarak ve üst katmana da bakır konularak oluşturulan frekans seçici yüzey tasarımı için ilk olarak üretilen polycaprolactone (PCL) maddesinin elektrik geçirgenlik sabiti $\epsilon_r = 3,1$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 3. Birim hücreye ait iletim ve yansıma grafiği (solda), 3x3 diziye ait iletim ve yansıma grafiği (sağda)

Bildiride, daha önce benzerleri literatürde var olan bir geometriye sahip frekans seçici yüzeyin, nanoliflerden oluşan yeni taban malzemesi üzerine tasarımı tanıtılmış ve ilgili simülasyon sonuçları verilmiştir. Ölçüm sonuçlarında yola çıkılarak 3 boyutlu elektromanyetik benzetim programı olan CST MWS'te 50 μm kalınlığında ve PCL özellikleri gösteren taban malzemesi tasarlanmıştır. Bakır üzerinde oluşturulan boşluklu yapılardan geçen elektromanyetik dalganın frekansa bağlı iletim ve yansıma grafiği Şekil-3'te gösterilmiştir.

Şekil-3'teki grafikten de anlaşılacağı gibi 6,8 GHz civarında yaklaşık 200 MHz genişliğinde bir iletim bandı oluşmuştur. Bu tasarım birim hücrelerden oluşturulmuş bir dizi haline getirildiğinde frekansta kaymalar gözlenmiştir. 3x3'lük dizinin iletim bandı grafiği Şekil-5'teki gibidir. İki farklı frekansta (yaklaşık 6,5 GHz ve 7,5 GHz'lerde) iletim söz konusudur.

Kaynaklar

- [1] Ünal, S., Çakır, G., Çimen, S., vd. "İnce Tabakalı Dar-Dual Bant Frekans Seçici Yüzey Tasarımı" Elektrik Elektronik Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 2014, Bursa.
- [2] Delihacıoğlu, K., Karaaslan, M., Ünal, E., "U-şekilli frekans seçici yüzeylerle band durduran filtre tasarımı", URSİ Bilimsel Kongresi, 2014, Elazığ.
- [3] . Wu T.K., "Frequency selective surface and grid array," Wiley, New York 1995.
- [4] Munk B.A., "Frequency-selective surface and grid array," Wiley, New York, 2000.
- [5] Doğan, Z., "Nanolif Yara Örtücü Yüzeylerin Geliştirilmesi Ve Karakterizasyonu" Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2013.
- [6] Bertrand, P., et al., Ultrathin polymer coatings by complexation of polyelectrolytes at interfaces: suitable materials, structure and properties. *Macromol Rapid Commun*, 2000. 21: sf. 319–348.
- [7] J.-B. Kim, S.-K. Lee and C.-G. Kim, "Comparison Study on the Effect of Carbon Nano Materials for Single-Layer Microwave Absorbers in X-Band," *Composites Science and Technology*, Vol. 68, No. 14, 2008, sf. 2909-2916.
- [8] W. Yu, L. Shen, Y. Long, P. Shen, W. Guo, W. Chen and S. Ruan, "Highly efficient and high transmittance semitransparent polymer solar cells with one-dimensional photonic crystals as distributed Bragg reflectors," *Organ. Electr.*, vol. 15, sf. 470-477, 2014.
- [9] Munk, B. A., 'Frequency Selective Surfaces - Theory and Design' (John Wiley and Sons, Inc., New York, 2000).
- [10] R. Mitra, C. H. Chan and T. Cwik, "Techniques for Analyzing Frequency Selective Surfaces - A Review", *IEEE Proc.*, 76, sf. 1593- 1615, 1988.