



Mikrodalga Frekanslarda Yeni bir Frekans Seçici Yüzey Geometrisi Tasarımı

Design of a New Frequency-Selective Surface Geometry at Microwave Frequencies

Ömer KASAR *

*Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü. Artvin/TÜRKİYE

ORCID: 0000-0003-1859-5236 , omerkasar@artvin.edu.tr

Geliş Tarihi: 27/05/2022 - **Kabul Tarihi:** 11/09/2022

DOI: 10.55205/joctensa.12202274

ATIF: Kasar, Ö. (2022). Mikrodalga Frekanslarda Yeni bir Frekans Seçici Yüzey Geometrisi Tasarımı. Cihannüma Teknoloji Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(2), 66-72.

Öz

Bu çalışmada, önerilen bir geometri üzerinde frekans seçici yüzey (FSY) tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu geometrinin, hem birim hücre yapılarında hem de dizi yapılarında aynı tepkiyi vererek belirli bir frekansı geçirirken diğer frekansları durdurma yeteneğine sahip olduğu başarıyla gösterilmiştir.

Özellikle X bandında yapılan birim hücre ve dizi tasarımları, S parametreleri ile bant geçiren filtre özelliği sergilemiştir. Bu tasarımların frekans seçici yüzeyler aracılığıyla çalışma frekansını filtreleme ve işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. 1x1 birim hücre, iki katmanlı 1x1 birim hücre, 3x3 dizi ve iki katmanlı 3x3 dizi frekans seçici yüzey yapılarının 9-12,5 GHz frekans aralığında iletim sağladığı görülmüş, diğer frekanslarda ise iletimin engellendiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, iletim bandının dışında yansımanın arttığı gözlemlenmiştir.

Bu sonuçlar, çalışmanın temel bulgularını yansıtarak, Frekans Seçici Yüzey (FSY) tasarımının bant geçiren filtre özelliklerini başarıyla sunabileceğini ve özellikle iletimin filtrelenmesi ve yansımanın artırılması gereken uygulamalarda önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Frekans Seçici Yüzeyler, Mikrodalga, Dizi FSY.

Abstract

In this study, a frequency-selective surface (FSS) design was implemented on the proposed geometry. It was successfully demonstrated that this geometry, both in unit cell structures and array configurations, possesses the ability to pass certain frequencies while blocking others.

Specifically, unit cell and array designs conducted in the X band exhibited the characteristics of a band-pass filter, as indicated by the S parameters. These designs effectively filtered the operating frequency through frequency-selective surfaces. It was observed that the 1x1 unit cell, two-layered

* Sorumlu Yazar: omerkasar@artvin.edu.tr

1x1 unit cell, 3x3 array, and two-layered 3x3 array frequency-selective surface structures facilitated transmission within the 9-12.5 GHz frequency range while preventing transmission at other frequencies. Additionally, an increase in reflection was observed outside the transmission band.

These findings, reflecting the core outcomes of the study, demonstrate the successful implementation of FSS design with band-pass filter characteristics. Furthermore, they highlight the significant role FSS design can play, particularly in applications requiring transmission filtering and enhanced reflection.

Keywords: Frequency Selective Surfaces, Microwave, FSS Array.

GİRİŞ

Frekans Seçici Yüzeyler (FSY), elektromanyetik dalgaların kontrolünü sağlayan metal yamalar veya yarıkların düzlemsel periyodik dizilerinden oluşan mekânsal filtreleme elemanlarıdır. Elektromanyetik dalgaların istenmeyen etkilerinden kaçınmak ve kablosuz iletişim sinyallerinin girişimini önlemek gibi özel uygulamalarda yaygın olarak kullanılırlar. Özellikle mobil iletişim teknolojilerindeki ilerlemeler, elektromanyetik paraziti arttırmış ve sinyal girişimini bazı yapılar için bir sorun haline getirmiştir (Mahouti et al., 2016; Pozar, 2006).

FSY'ler, tasarladıkları periyodik birim hücre geometrilerine bağlı olarak belirli frekanslarda elektromanyetik dalgaların geçişine izin verirken diğer frekanslarda durdurabilirler. Bu özellikleri modern askeri platformlarda, özellikle antenlerin ve radarların kesitini azaltmak amacıyla gemiler, uçaklar ve füzeler gibi araçlarda yaygın olarak kullanılır (Güneş et al., 2017; Kasar et al., 2018; Munk, 2003).

FSY'ler, pasif ve aktif olarak iki kategoriye ayrılır. Pasif FSY'ler, alçak geçiren, yüksek geçiren, bant geçiren veya bant durduran gibi filtreleme özellikleri sunarlar. Bu özellikler, birim hücre rezonatör elemanlarının yapısı, boyutları ve alt yapı özellikleri tarafından belirlenir. Bir FSY'nin performansını değerlendiren önemli parametreler, S_{21} iletimi ve S_{11} de yansımalarını ifade eden Saçılma (S) parametreleridir.

FSY'lerin yaygın kullanım alanlarından biri frekans seçiciliğidir. FSY'ler, belirli frekansları geçiren ve diğerlerini durduran süzgeç benzeri cihazlar olarak çalışabilirler. Bu frekans seçiciliği, S_{21} ve S_{11} parametreleri ile değerlendirilir. Tasarlanan FSY yapıları için, mikrodalga frekanslarda iletim ve yansıma özelliklerini sağlayan belirli frekanslar "geçirme bandı" olarak

adlandırılırken diğer frekanslar “durdurulan frekanslar” olarak kabul edilir (Pozar, 2006).

FSY'lerin bir diğer yaygın kullanımı anten kazancını arttırmaktır. FS-Y'ler, antenlerin önüne yerleştirilerek anten yönlü kazancını arttırabilirler. Bu, çeşitli anten türlerinin performansını iyileştirmek için kullanılır (Çiğdem et al., 2016; Mondal, 2019).

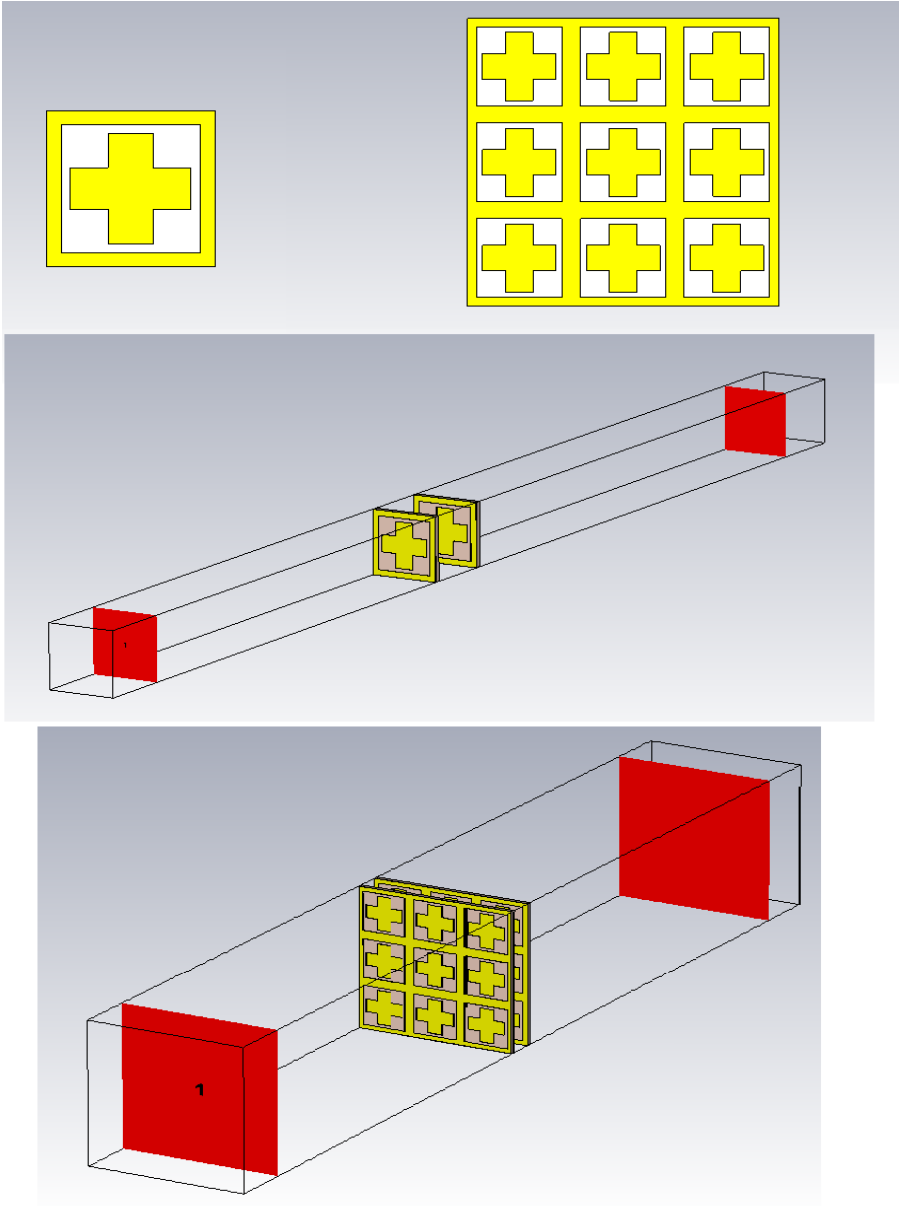
Bu çalışma, X bantta çalışan ve birden fazla bant geçiren filtre özelliği gösteren FSY tasarımını içermektedir. Araştırma sonuçları, FSY tasarımı ve uygulamasıyla ilgili önemli bulgular sunmaktadır. Gelecekteki çalışmalar için öneriler de bu çalışmanın bir parçası olacaktır. Bu araştırma, mikrodalga frekans seçici yüzeylerin radar uygulamalarındaki önemini vurgulamaktadır ve bu alandaki gelişmelere katkıda bulunmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde temel frekans seçici yüzey tasarımı ve çalışma parametrelerine simülasyon ile örnek bir çalışma yapılmıştır. Frekans seçici yüzeyin birim hücre ve dizi yapısı anlatılmış ve birim ve dizi için S Parametreleri karakteristikleri çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Tek bir birim hücre, AD300D alıtış malzeme üzerine tek tarafı bakır olacak şekilde bir kare çerçeve ve içerisine de ‘artı’ (+) şekline benzeyen yama tasarımı olarak tasarlanmıştır. Alıtış malzeme kalınlığı 0,7 mm dielektrik katsayısı ise $\epsilon_r=2,94$ ‘tür. Bakırın kalınlığı da 35 μm ’dir.

Kare çerçevenin boyutları mm^2 ’dir. Çerçeve metal genişliği 1 mm’dir. İçerideki yama 7,5 mm uzunluğunda ve hat genişliği 2,5 mm’dir. Dizi yapısı tek bir birim hücrenin yanyana ve üst üste gele dizi oluşturmasıyla elde edilmiştir. Dolayısıyla Dizi FSY’nin boyutları mm^2 ’dir. Tasarımda uygulanan bir takım parametrik iyileştirmeler sonucunda dizinin arkasına tam olarak 4mm mesafede ikinci bir dizi katmanı eklenmiştir. Horn anten içine iki katman FSY yapısı eklenerek anten frekansını filtreleme ve kazancı arttırma çalışması yapılmıştır. FSY’leri antenin içine yerleştirerek çalıştığı GHz’de kazanç iyileştirme yapılmıştır. Geri kalan frekanslarda da S_{11} ve S_{21} olarak filtrelemeye uğruyor. Şekil 1’de FSY tasarımının birim hücresi, dizi yapısı gösterilmiştir. Ayrıca iki katman şeklindeki simülasyonlara da yer verilmiştir.



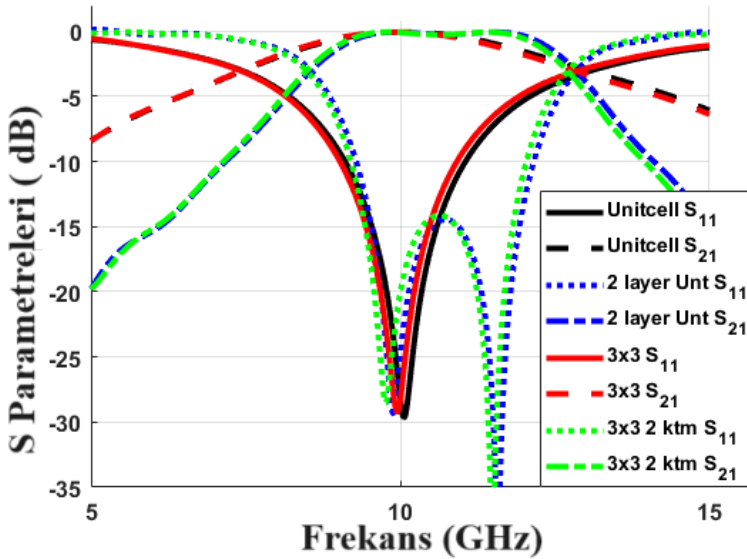
Şekil 1. birim hücresi, dizi yapısı ve iki katmanlı simülasyonu

BULGULAR

Frekans seçici yüzeylerde bir yüzeye gelen elektromanyetik dalganın geldiği yöne gerisingeri döndüğünün derecesidir. Yansıma (genellikle) istenmeyen bir durumdur. Mikrodalga devrelerde logaritmik olarak dB olması istenir. Böylelikle gücün çoğunluğu iletilmiş olur.

S parametrelerinden ise iletimi ifade eder. İletim, bir FSY'ye gelen elektromanyetik dalganın FSY'nin arka tarafına geçmesidir. FSY bir filtre özelliği gösteren devre gibi düşünüldüğünde bazı frekansların iletilip bazılarının da iletilmemesi istenir. Bir frekansta elektromanyetik dalganın iletilip iletilmemesinin ölçüsü olarak da $S_{21} \geq -3$ dB olmalıdır. Bunu da logaritma hesabı yapıldıktan sonraki anlamı, gücün en az yarısını geçirmesidir.

Gerek birim hücre ve dizi olarak, gerekse de katman sayısı artırıldığında S Parametrelerinin iletim ve yansıma özellikleri Şekil 2.2'de tüm sadeliğiyle anlaşılmaktadır. Birim hücre dizi ve iki katmanlı FSY yapısı için $S_{11} \leq -10$ dB değerlerini sağladığı bant olan GHz frekanslarında iletim şartı $S_{21} \geq -3$ dB da sağlanmaktadır. Böylelikle önerilen frekans seçici yüzey çalışması frekans seçiciliği konusunda başarı sağladığı söylenebilir.



Şekil 2 Birim Hücre, Dizi ve iki katmanlı FSY için S parametresi karakteristikleri

Sonuç

Bu çalışmada önerilen bir geometri için frekans seçici yüzey geometrisi denenmiştir. Bu geometrinin gerek birim hücre ve gerekse dizi yapılarında aynı tepkiyi vermesi ve bir frekansı geçirirken diğer frekansları durdurması, bir 'bant geçiren filtre özelliği gösterdiği kanıtlanmıştır.

X Bantta birim hücre ve dizi tasarımları S parametreleri bant geçiren filtre özelliği göstermiştir. İkinci olarak, frekans seçici yüzey yardımıyla çalışma frekansını filtreleme ve işlemi yapılmıştır. birim hücre, iki katmanlı birim hücre, dizi ve iki katmanlı dizi frekans seçici yüzey yapılarının simülasyon ile GHz'de iletimde olduğu görülmüştür. Geri kalan frekanslarda da iletim olarak filtrelemeye uğramaktadır. Ayrıca iletim bandının dışında yansıma da artmaktadır. Bu çalışma literatürde, boyut olarak küçüklüğü ve bant genişliği açısından da büyük olması yönüyle, tasarımları oldukça güncel olan 'FSY geometrileri' çalışmalarına destek olabilecek bir niteliktedir.

Kaynaklar

- Çiğdem, S., Tunca, C., Can, S., & Yılmaz, A. E. (2016). Double bow-tie FSS for X-band and Ku -band operations with its parametric analyses. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 24(6), 4751-4762.
- Güneş, F., Sharipov, Z., Belen, M. A., & Mahouti, P. (2017). GSM filtering of horn antennas using modified double square frequency selective surface. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 27(9), 1-8.
- Mahouti, P., Güneş, F., Belen, M. A., Çalışkan, A., Demirel, S., & Sharipov, Z. (2016). Horn antennas with enhanced functionalities through the use of frequency selective surfaces. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 26(4), 287-293.
- Mondal, K. (2019). Bandwidth and gain enhancement of microstrip antenna by frequency selective surface for WLAN, WiMAX applications. *Sādhanā*, 44(11), 233.
- Munk, B. A. (2003). *Finite antenna arrays and FSS*. Wiley.
- Pozar, D. M. (2006). *Microwave Engineering* (3rd ed.). Wiley.



Kasar, Ö., & Belen, M. A. (2020). Realization of reconfigurable filtering horn antennas using active frequency selective surfaces for GSM and LTE signal filtering. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 30(11), e22429.

Kasar, Ö., Geçin, M., & Gözel, M. A. (2018). Açılabilir Olarak Değiştirilebilir Dikdörtgen Yamalı Frekans Seçici Yüzeylerle, Ayarlanabilir Bant Geçiren Filtre Tasarımı. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5(3), 756-762.

Çıkar Çatışması

Çalışma tek yazarlı olup, yazar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Fonlama

Bu araştırmanın kazandığı bilimsel sonuçlar ve ilerlemeler, “AÇÜ-BAP-2020.F14.02.01” projesi tarafından finanse edilen Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Yazar, Artvin Çoruh Üniversitesi’ne olan şükranını ve minnettarlığını dile getirmektedir.

Etik Bildirim

Çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir.