

Açısal Kararlılığa Sahip ve Minyatürize Edilmiş Bant-Durduran Frekans Seçici Yüzey Tasarımı

Aybike Kocakaya, Gonca Çakır
Kocaeli Üniversitesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Kocaeli
adirikol@kocaeli.edu.tr, gonca@kocaeli.edu.tr,

Özet: Bu çalışmada minyatürize edilmiş ve bant durdurucu filtre karakteristiğine sahip yeni bir frekans seçici yüzey (FSY) tasarımı sunulmuştur. Aynı frekansta çalışan klasik çarpı dipol FSY yapısına kıyasla boyutu %75 azaltılmıştır. Bu sayede minyatür FSY yapısı hem paralel (TM) hem de dikey (TE) polarizasyonda 45° geliş açısına kadar açısal kararlılık özelliği göstermektedir. FSY benzetim çalışmaları CST MWS programı ile yapılmıştır.

Abstract: In this work, a novel and miniaturized frequency selective surface (FSS) that has band-stop filter characteristic is presented. reduction in FSS size of 75% with respect to the conventional cross dipol FSS operating at the same frequency. In this way miniaturized FSS exhibits an angular stability up to 45° both perpendicular (TE) and parallel (TM) polarization. The simulations of FSS implemented in CST MWS.

1. Giriş

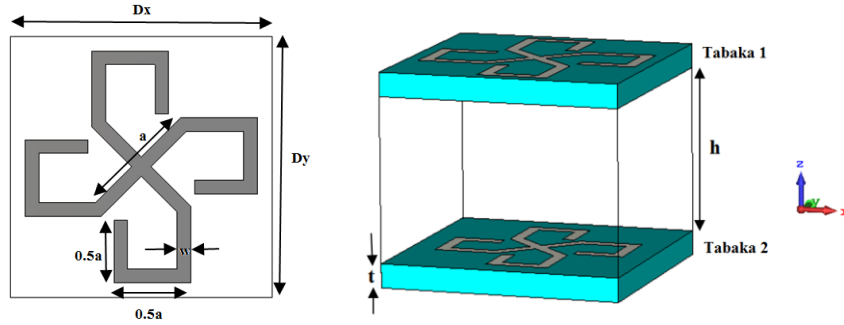
Frekans seçici yüzeyler (FSY) bir dielektrik tabaka üzerine basılan metal yamalar ya da açıklık elemanlarından oluşan iki boyutlu sonsuz periyodik dizilerdir. FSY'ler gelen elektromanyetik dalganın frekansına bağlı olarak, iletim ya da yansıma karakteristikleri arzu edilen şekilde tasarlanabilen yapılardır. Bu sayede istenen frekansları geçiren ya da durdurucu elektromanyetik filtre olarak çalışırlar. FSYlerin iletim ve yansıma karakteristikleri kullanılan dielektrik tabakanın bağlı dielektrik sabitine, tabakanın kalınlığına, metal yamaların ve açıklıkların geometrik özelliklerine, birim hücre boyutuna ve dalganın geliş açısına bağlı olarak değişmektedir. Mikrodalga frekanslarında ansitıcı, radom, soğurucu ve elektromanyetik kalkınlama gibi birçok uygulamada yer almaktadırlar [1-4].

FSY'ler teoride sonsuz periyodik dizilerdir, ancak gerçekte sonsuz uzunlukta bir dizinin gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Bu sebeple yeterli sayıda dizi elemanı ile FSY oluşturulmalıdır. Sonlu sayıda eleman içeren FSY'ler özellikle dalganın geliş açısının değişiminden oldukça fazla etkilenmektedirler. Açık değişime bağlı olarak FSY karakteristiklerinin bozulmaması için minyatürleştirme yapılmaktadır. Literatürde minyatürleştirme konusunda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır [5-7].

Bu çalışmada, minyatürize, iki tabakadan oluşmuş, X bandında çalışan bant-durdurucu filtre karakteristiği gösteren ve özellikle 45° geliş açısına kadar açısal kararlılığa sahip yeni bir FSY tasarlanmıştır. Benzetimler, CST MWS programı ile yapılmıştır. İkinci bölümde FSY'nin birim hücre özellikleri ve yapısı hakkında açıklamalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde benzetim sonuçları, dördüncü bölümde ise elde edilen sonuçların yorumları yer almaktadır.

2. Birim Hücre Yapısı

Tasarlanan FSY'nin birim hücre yapısı Şekil 1'de görülmektedir. Birim hücre geometrisine ait uzunluklar Tablo 1'de verilmiştir. Kullanılan tabakanın dielektrik sabiti 2.2 ve kalınlığı 0,762mm'dir. D_x ve D_y birim hücrenin boyutlarıdır. FSY'nin periyodikliği de denilen D_x ve D_y uzunluklarının yeterince küçük seçilmesiyle frekans karakteristiğindeki istenmeyen tekrarlamaların oluşması önlenir. Tasarım iki dielektrik tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakaların sadece birer yüzlerinde birim hücreler bulunmaktadır. Her iki tabaka üzerinde bulunan birim hücre boyutları ve geometrik yapıları aynıdır. Ancak iki farklı rezonans frekansı elde edebilmek amacıyla iletken kolların boyları farklı alınmıştır. İki tabaka arasındaki uzaklık 6 mm'dir.



Şekil 1. FSY birim hücre geometrisi

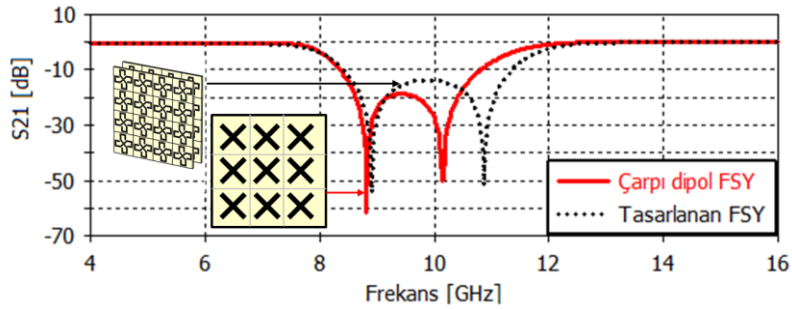
Tablo 1. FSY birim hücre geometrik parametreleri

	Dx [mm]	Dy [mm]	a [mm]	w [mm]	t [mm]
Tabaka 1	7,7	7,7	3,7	0,4	0,762
Tabaka 2	7,7	7,7	3,2	0,4	0,762

Munk teorisine göre [1] kare döngü FSY geometrik yapısında istenen rezonans frekansı, kare çerçevenin çevre uzunluğu dalga boyuna eşit seçilerek sağlanmaktadır. Birçok çalışmada bu teoriden faydalanarak aynı çevre uzunluğuna sahip, orijinal kare döngü birim hücre boyutuna göre daha küçük boyutlarda minyatür yapılar tasarlanmıştır. Bu yöntemler ışığında; çarpı dipol geometrisi temel alınarak yeni minyatür bir FSY tasarımı yapılmıştır. Çarpı dipol yapının kolları içe doğru 90°'lik ve 45°'lik açılar ile bükülmüştür. Hem yatay hem de dikey polarizasyonda iyi bir frekans kararlılığı elde edebilmek için tasarımın simetrik olmasına dikkat edilmiştir.

3. Benzetim Sonuçları

Geometrik yapısı Şekil 1.'de sunulan FSY'nin benzetimleri CST MWS programı ile yapılmıştır. Geleneksel çarpı dipol FSY ile yaklaşık olarak aynı kol uzunluk değerlerine sahip yeni tasarlanan FSY'nin iletim karakteristikleri kıyaslanmıştır. Şekil 2.'de çarpı dipol FSY ile önerilen FSY yapıya ait iletim karakteristikleri görülmektedir. Çarpı dipol FSY 7,95GHz-11,51GHz frekansları arasında, tasarlanan FSY ise 7,94 GHz ile 11,53GHz frekansları arasında bant-durduran filtre karakteristiğine sahiptir. -3 dB bant genişlikleri neredeyse eşittir.



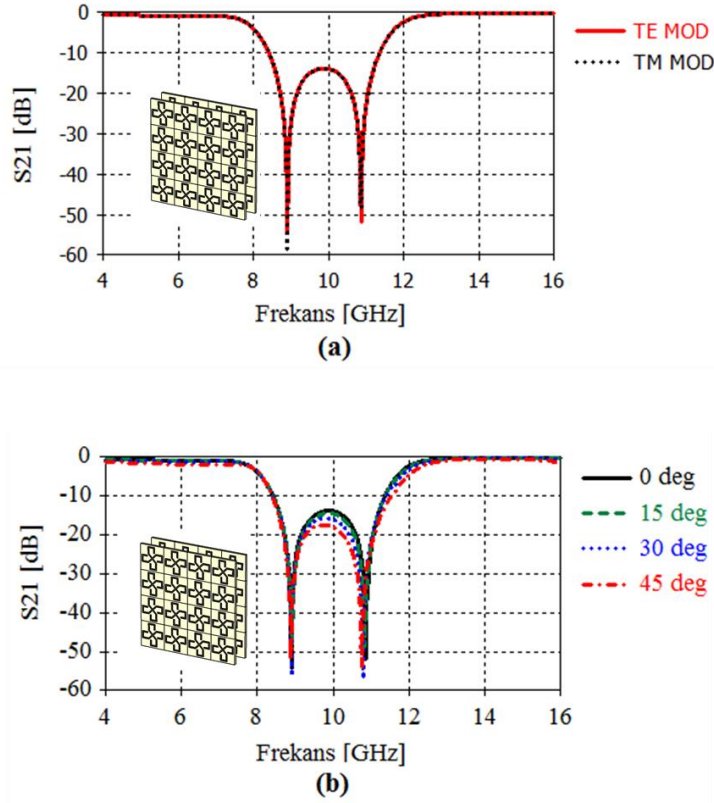
Şekil 2. Şekil 2'de Çarpı dipol FSY ile önerilen FSY yapıya ait iletim karakteristikleri

Tasarlanan minyatürize FSY ile çarpı dipol birim hücre boyutları Tablo 2.'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi önerilen FSY'nin birim hücre alanı daha küçüktür. Boyut azaltımı %75'dir. Minyatürleştirme yalnızca birim hücre alanında küçülme sağlanmakla kalmayıp büyük geliş açıları için hem iletim karakteristiğinin sabit kalmasını sağlamakta hem de frekans kararlılığı elde edilmesine katkı vermektedir.

Tablo. 2 Minyatürize FSY ile çarpı dipol FSY birim hücre boyutlarının karşılaştırılması.

FSY tipi	w [mm]	Dx-Dy [mm]	Birim Hücre Alanı [mm ²]
Tasarlanan FSY	0,4	7,7	60,06
Çarpı dipol FSY	0,4	15,5	240,25

Tasarlanan FSY yapısı hem TE hem de TM polarizasyonda 45° geniş açısına kadar açısal kararlılık özelliği göstermektedir. Şekil 3a.'da $\theta=0^\circ$ için TE ve TM polarizasyonda iletim karakteristiği, Şekil 3b.'de ise TE polarizasyonda θ geliş açısının sırasıyla 0° , 15° , 30° ve 45° 'lik değerleri için iletim karakteristikleri verilmiştir.



Şekil.3 (a) $\theta=0^\circ$ de TE-TM polarizasyon için iletim karakteristiği, (b) TE polarizasyonunda 0° , 15° , 30° ve 45° geliş açıları için iletim karakteristiği.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, X bant frekans bölgesinde bant-durduran filtre karakteristiğine sahip, minyatürize, hem TE hem de TM polarizasyonda 45° geliş açısına kadar açısal kararlılık özelliğine sahip yeni bir frekans seçici yüzey tasarımı sunulmuştur. Geleneksel çarpı dipol yapıyla karşılaştırıldığında %75 oranında boyut azaltımı sağlanmış olması, FSY'nin açısal kararlılığını arttırmış, rezonans frekanslarında frekans kaymalarına karşı kararlılık göstermesini sağlamıştır.

Kaynaklar

- [1] B. A. Munk, Frequency Selective Surface: Theory and Design. Newyork, NY, USA:Wiley, 2000
- [2] R. Mittra, C. H. Chan ve T. Cwik, " Techniques for analysis frequency selective surface- A review", Proc. IEEE, cilt.76, no.12, s.1593-1615, Aralık 1970.
- [3] B. Munk, R. Kouyoumjian, ve L. Peters Jr., "Reflection properties of periodic surfaces of loaded dipoles", IEEE Trans. Antennas Propagation., cilt. AP-19, no. 5, s. 612-617, Eylül. 1971.
- [4] M. Nauman, R.Saleem, A.-K. Rashid ve M.- F. Shafique, "A Miniaturized Flexible Frequency Selective Surface for X-Band Applications", " IEEE Trans. on Electromagntic Compatibility, cilt. 58, no. 2, Nisan 2016
- [5] K. Sarabandi ve N. Behdad, "A frequency selective surface with miniaturized elements", IEEE Trans. on Antennas and Propagation, cilt.55, no.5, s.1239-1245, Mayıs 2007.
- [6] F. Bayatpur ve K. Sarabandi, "Single-layer High-order Miniaturized- Element Frequency Selective Surfaces", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., cilt. 56, no. 4, s. 774-781, Nisan. 2008
- [7] H.-Y. Yang, S.-X. Gong, P.-F. Zhang, F.-T. Zha, ve J. Ling, "A novel miniaturized frequency selective surface with excellent center frequency stability" Microwave and Optical Technology Letters, cilt. 51, no. 10, s. 2513-2516, Ekim 2009.
- [8] G. Yang,T. Zhang, W. Li ve Q. Wu, "A novel stable miniaturized frequency selective surface", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, cilt.9, s. 1018-1021,2010.