

# CHİRAL DİLİM ÜZERİNE YERLEŞTİRİLMİŞ PERİYODİK YAPILARIN İLETİM VE YANSIMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Muharrem KARAASLAN**  
Mersin Üniversitesi  
Çiflikköy Kampüs Mersin  
muharremkaraslan@yahoo.com

**Mehmet ZİLE**  
Mersin Üniversitesi  
Çiflikköy Kampüs Mersin  
mehmetzile@yahoo.com

**Emin ÜNAL**  
Mustafa Kemal Üniversitesi  
Müh.-Mim.Fak. Hatay  
eunal@mku.edu.tr

*Anahtar Kelimeler; Frekans Seçici Yüzeyler, Chiral*

## ÖZET

*Chiral ortam üzerine yerleştirilmiş periyodik yapılar sahip oldukları önemli özelliklerden dolayı mikrodalga ve telekomünikasyon alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Chirality, geometrik bir ifade olup el simetrisi manasındadır. Dielektrik bir tabaka üzerine yerleştirilmiş periyodik yamalardan veya metal üzerinde açılmış periyodik oyuklardan oluşan yapıya frekans seçici yüzeyler denir. Chirality parametresi iletim ve yansımaya karakteristiklerini diğer parametrelere göre çok daha fazla etkilediği için dielektrik yerine chiral ortam tercih edilmiştir. Bu yayında, farklı geometrilere sahip frekans seçici yüzeyler için iletim ve yansımaya karakteristikleri; periyodik yapının şekline, boyutuna, dielektrik sabitine, chirality parametresine ve geliş açısının değişimine karşı incelenmektedir. Şekillerden de anlaşıldığı gibi chirality parametresi en etkili parametrelere birisidir. Chirality parametresinin değeri artarken aynı aralıktaki rezonans sayısı artmakta ve ilk rezonans hariç diğer rezonans frekansların bant genişliği daralmaktadır. Bu yayında aynı zamanda, chiral ortamın özelliğinden dolayı, TE modunda gelen bir dalganın TM moduna dönüştürülebileceği de görülmektedir.*

## 1.GİRİŞ

Frekans seçici yüzeyler (FSY); iletim ve yansımaya karakteristikleri gelen elektromanyetik dalgaların frekansına bağlı olarak değişen yapılardır. FSY, elektronikte kullanılan filtrelerin mikrodalga aralığındaki eşdeğerleri görevini yaparlar. Frekans seçici yüzeyler metalik yamaların periyodik olarak sıralanmasıyla ya da metal üzerine periyodik oyukların açılması ile oluşturulan yapılardır. Yama (patch) şeklinde olan FSY kapasitif etkiye sahip olup, bant durduran filtre özelliği gösterirken; oyuk (aperture) şeklinde olan FSY endüktif etki yaratır ve bant geçiren filtre özelliği gösterir. [1],[2]

Frekans seçici yüzeylerin frekans özellikleri periyodik yapının şekline, elemanlar arası boşluğa, metal kafesin kalınlığına ve chirality parametresine bağlıdır. Bu konuda çalışmalar genel olarak dielektrik ortam kullanılmasına rağmen dielektrik ortam yerine kullanılabilecek chiral ortam konusunda da pek çok çalışma vardır. Chiral ortamın tercih edilme sebebi ise dielektrik ortamdan farklı

olarak sahip olduğu chirality parametresidir. Bu parametre ile iletim ve yansımaya karakteristiklerini etkileyebilecek parametre sayısı artmaktadır. Yapılan teorik ve pratik çalışmalar sonucunda bahsedilen parametreler arasında en etkin olanı da chirality parametresi olduğu ortaya çıkmaktadır.

İzotropik chiral ortam üzerine gelen bir düzlem dalga, chiral ortam içerisinde sol el polarize (LCP) ve sağ el polarize (RCP) olmuş iki dalga şeklinde ilerler. Bu dalgaların dalga numaraları ve faz hızları birbirinden farklıdır. [3],[4]

## 2- YAPISAL DENKLEMLER

Rastgele yönlendirilmiş, homojen, kayıpsız bir chiral ortamda oluşturucu denklemler;

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E} - j \xi \vec{B} \quad (1)$$

$$\vec{H} = -j \xi \vec{E} + \frac{1}{\mu} \vec{B} \quad (2)$$

şeklinindedir. Burada  $\epsilon$  dielektrik katsayısı,  $\mu$  manyetik geçirgenlik,  $\xi$  chirality parametresini ifade etmektedir.

Şekil-1’de chiral dilim üzerine yerleştirilmiş periyodik yapının yandan görünüşü görülmektedir. Bu geometri için şu sınır şartları sağlanmalıdır;

1)  $z=0'$  da elektrik alanın teğet bileşeni sürekli olmalı, bu da;

$$\vec{E}_1 = (\vec{E}_2^+ + \vec{E}_2^-) \quad (3)$$

2)  $z=0'$  da manyetik alanın teğet bileşeni saçılımlardaki akım yoğunluğuna eşittir, bu da ;

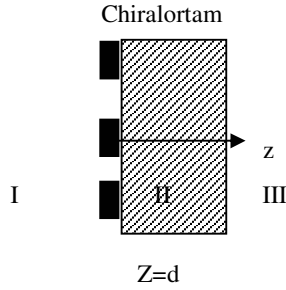
$$\vec{a}_x \times \left\{ \left( \vec{H}_2^+ + \vec{H}_2^- \right) - \vec{H}_1 \right\} = \vec{J}_s$$

3 )  $z=d$  de elektrik ve manyetik alanların teğet bileşeni sürekliliğinden;

$$\vec{E}_3 = (\vec{E}_2^+ + \vec{E}_2^-) \quad (5)$$

$$\vec{H}_3 = (\vec{H}_2^+ + \vec{H}_2^-) \quad (6)$$

Floquet Teoremine göre; eğer lineer bir diferansiyel denklem periyodik katsayılara ve periyodik sınır koşullarına sahip ise, kararlı çözüm genellikle periyodik fonksiyon ile exponansiyel olarak azalan bir fonksiyonun çarpımı şeklindedir [5].



**Şekil 1.** Chiral dilim üzerine yerleştirilen geometrinin görünüşü

Sınır şartları uygulandıktan sonra;

$$[V_n^{TE}] = [Z_{kn}^{TE}] [\alpha_n^{TE}] \quad (7)$$

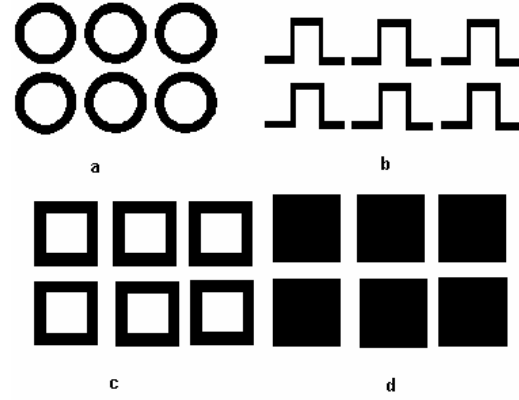
elde edilir, burada  $V_n$ , kaynak matrisi,  $Z_{kn}$ , empedans matrisi,  $\alpha_n$ , bilinmeyen akım katsayılarını gösterir. Bilinmeyen akım katsayılarını moment metodu kullanarak bulunur ve;

$$[V_n^{TE}] = (E_o^{TE} + E_{ro}^{TE}) \left\langle \vec{I}_n, \vec{\Psi}_1^* \right\rangle + jE_{ro}^{TM} \left\langle \vec{I}_n, \vec{\Psi}_2^* \right\rangle \quad (8)$$

elde edilir.[6],[7].

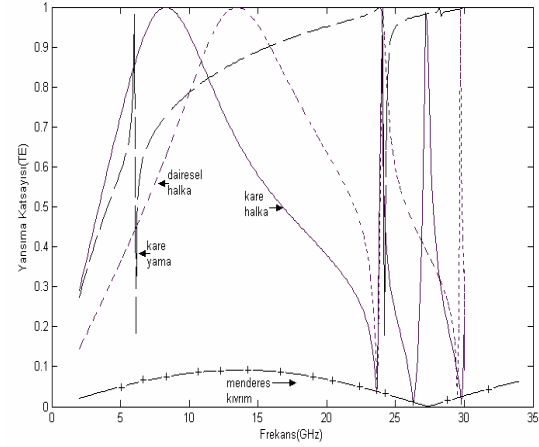
### 3-SONUÇLAR

Bu yayında, Şekil 2 de görülen, farklı geometrilere sahip periyodik yüzeylerin iletim ve yansımaya karakteristikleri; periyodik yapının şekline, boyutuna, dielektrik sabitine, chirality parametresine ve geliş açısının değişimine karşı incelenmektedir.



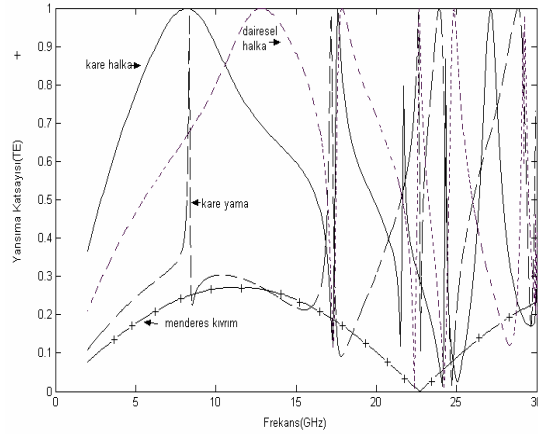
**Şekil-2.** Chiral ortam üzerine periyodik olarak yerleştirilmiş **a)** Dairesel Halka, **b)** Menderes Kıvrım, **c)** Kare Halka, **d)** Kare Halka.

Şekil-3.'de farklı geometrilere sahip fsy yapılarının  $\xi=0,0010$  değeri için yansımaya katsayısı görülmektedir.



**Şekil-3.** TE gelen dalga için copolar yansımaya katsayısı ( $\xi=0,0010$ ;  $t=0,5$ ;  $\epsilon=1,06$ )

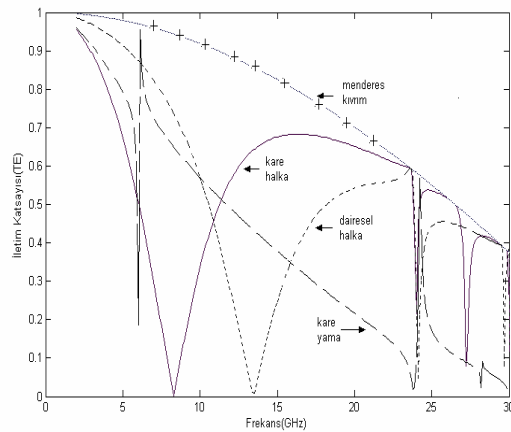
Burada kare halka ve daireysel halka yapıları için 30 GHz seviyesine kadar üç tane rezonans meydana gelmektedir. Bu rezonanslardan birincisinin bant genişliği diğerlerine göre oldukça fazladır. Kare yama yapısı için de üç tane rezonans olmasına rağmen ilk rezonansın bant genişliği çok dardır. Yüksek frekanslarda meydana gelen rezonansların bant genişliği ise oldukça fazladır. Chirality değeri  $\xi=0,0010$  değerinden  $\xi=0,0022$  değerine çıktığında (Şekil.4) ilk rezonansın bant genişliği aynıdır.



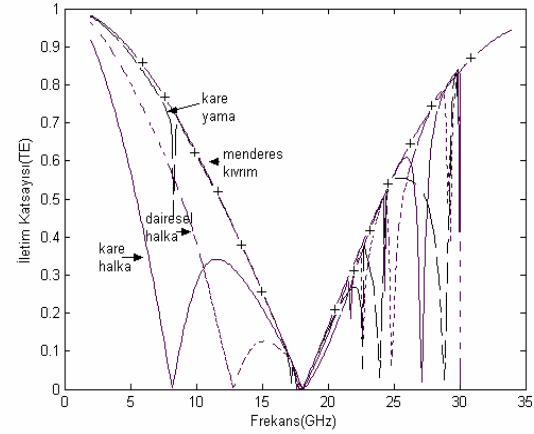
**Şekil- 4.** TE gelen dalga için copolar yansıma katsayısı  
( $\xi=0,0022$ ;  $t=0,5$ ;  $\epsilon=1,06$ )

Kare halka yapısı için dört rezonans meydana gelirken , dairesel halka yapıları için beş tane rezonans meydana gelmektedir. Kare yama içinde dört tane rezonans meydana gelmekte fakat bant genişliği daralmaktadır. Sonuç olarak, chirality değeri arttıkça tam yansımanın olduğu rezonans bant genişliği artmakta ve ilk rezonans haricindeki rezonanslarda bant genişliği azalmaktadır.

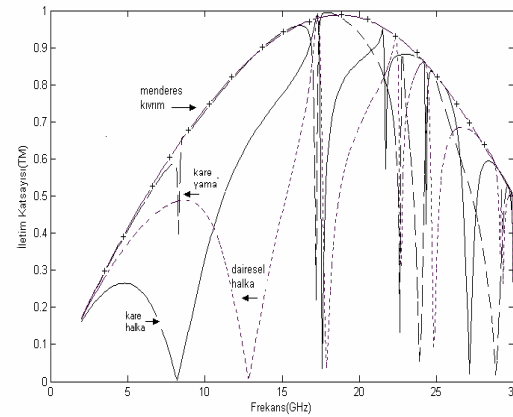
Chirality değeri ( $\xi=0,0010$ ) değeri için iletim katsayısı Şekil.5' de görüldüğü gibi 5GHz frekansına kadar tüm farklı geometrilerdeki yapılar için iletim olmakta ve iletim katsayıları gittikçe azalmaktadır. En büyük iletim bant genişliğine sahip olan yapı menderes kıvrım yapısıdır. Yüksek frekanslarda meydana gelen iletimler ise gittikçe azalmaktadır. Chirality değeri ( $\xi=0,0022$ ) değerine çıktığında ise (Şekil.6) her bir yapı için iletim bant genişliği azalmaktadır. Cross-polar iletim katsayısı ise 17GHz frekans değerinde tam iletim sağlamaktadır (Şekil.7). Dolayısı ile 17 GHz frekans değerinde TE modunda gelen bir dalga bu değerlere sahip bir frekans seçici yüzey kullanılarak TM moduna dönüşürebilmektedir.



**Şekil 5.** TE gelen dalga için copolar iletim katsayısı  
( $\xi=0,0010$ ;  $t=0,5$ ;  $\epsilon=1,06$ ).

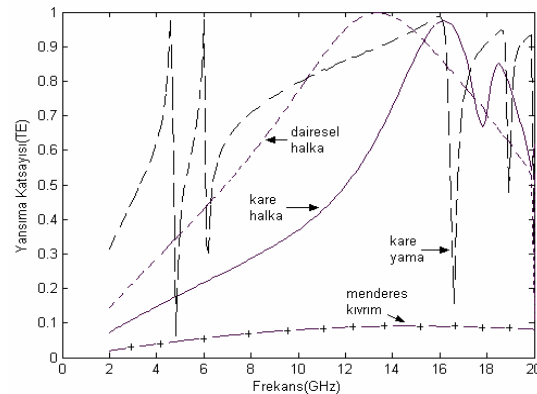


**Şekil 6.** TE gelen dalga için copolar iletim katsayısı  
( $\xi=0,0022$ ;  $t=0,5$ ;  $\epsilon=1,06$ )



**Şekil-7.** TE gelen dalga için crosspolar iletim katsayısı  
( $\xi=0,0022$ ;  $t=0,5$ ;  $\epsilon=1,06$ )

Chirality değeri ( $\xi=0,0010$ ) için geliş açısı ( $\theta=30$ ) artırıldığında (Şekil.7.) dairesel halka yapısı için rezonans değeri değişmemiştir. Kare halka yapısında rezonans daha yüksek frekans seviyesinde meydana gelmiş ve dalga boyu azalmıştır. Kare yama yapısı için ise rezonans sayısı artmış buna karşılık ikinci rezonans frekans değeri daha düşük frekanslarda meydana gelmiştir.



**Şekil 8.** TE gelen dalga için copolar yansıma katsayısı  
( $\xi=0,0010$ ;  $t=0,5$ ;  $\epsilon=1,06$   $\theta=30$ )

**KAYNAKLAR**

- [1] C.C. Chen, "Scattering by a Two- Dimensional Periodic Array of Conducting Plates", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, **AP-18**, 660-665, 1970.
- [2] T.K. Wu, ed., *Frequency Selective Surfaces and Grid Array*, John Wiley & Sons, New York, 1995.
- [3] S. Basiri, H. Papas, N. Engheta, "Electromagnetic Wave Propagation Through a Dielectric-Chiral Interface and Through Chiral Slab.", *J.Opt. Soc. Am*, v5, n9, 1450-1459, 1988.
- [4] P. Hillion, "Plane Waves in Chiral Media.", *Optic*, v-98, n-4, p147,152.
- [5] D. Zwillinger, *Handbook of Differential Equations* . Academic Press Inc., Boston, 1989, p-405.
- [6] O. Demir, *Scattering By An Infinite Periodic Array Of A Chiral Slab*, Master Thesis in Electrical and Electronics Engineering University of Gaziantep 1997.
- [7] A. O. Koca, *Analysis Of Frequency Selective Surfaces On Chiral Slab*, PhD. Thesis in Electrical and Electronics Engineering University of Gaziantep 1997.