



2.4GHZ AKILLI HABERLEŞME SİSTEMLERİ İÇİN SARMAL ŞEKLİ FREKANS SEÇİCİ YÜZEY TASARIMI

Mehmet Ali BELEN^{1*}, Peyman MAHOUTİ²

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

² Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Frekans seçici yüzey, Metamalzeme, Bandgeçiren filtre, Akıllı haberleşme, ISM bandı.</i>	Haberleşme sistemleri günümüz teknolojik gelişmeler ile hızlı bir şekilde ilerlemektedir. Kullanıcı dostu ve düşük maliyetli olmasıyla, günümüzde kablosuz haberleşme sistemleri tercih edilmektedir. Kablosuz haberleşme sistemlerinde verimliliğin artırılması adına sinyal girişimlerin önlenmesi bir gereklilik haline gelmiştir. Bu yüzden alıcı sistemlerde anten öncesine yerleştirilen ön filtreleme elamanları üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Özellikle mikrodalga alanında birçok uygulama frekans seçici yüzey kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada ISM band frekanslarında, mikroşerit sarmal şekilli yapı kullanılarak tasarlanmış bir band geçiren frekans seçici yüzey (FSY) önerilmektedir. Sarmal yapı üzerindeki hat genişlikleri ve boşlukları değiştirildiğinde çalışma frekansı ve karakteristiği ayarlanabilir bir FSY önerilmiştir. Yapılan incelemelerde sonucunda rezonans frekansı 1.8GHz ile 5.2GHz arasında değiştiği gözlenmiştir. CST-MWS yazılımı kullanılarak tasarımlar ve spesifikasyonları elde edilmiştir.

SPIRAL SHAPED FREQUENCY SELECTIVE SURFACE DESIGN FOR 2.4GHZ INTELLIGENT COMMUNICATION SYSTEMS

Keywords	Abstract
<i>Frequency selective surface, Metamaterial, Bandpass filter, Intelligent communication, ISM band.</i>	Today's communication systems are advancing rapidly with the technological developments. Wireless communication systems are preferred because of their ease of use and low cost. Suppression of signal interference has become a necessity to increase efficiency in wireless communication systems. For this mean, the study on design of pre-filtering elements placed in front of the antennas for receivers has gained speed. Especially in the microwave field, many applications are realized using frequency selective surface. Herein, a bandpass frequency selective surface (FSS) designed by using microstrip spiral shaped structure is suggested for ISM band frequencies. The operating frequency and characteristic of the proposed frequency selective surface are adjustable with the change of line widths and gaps on the spiral structure. Designs and specifications were obtained by simulations performed in CST-MWS software.

Alıntı / Cite

Belen, M., A., Mahouti, P., (2019). 2.4GHZ Akıllı Haberleşme Sistemleri İçin Sarmal Şekli Frekans Seçici Yüzey Tasarımı, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7(2), 381-385.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

M. A. Belen, 0000-0001-5588-9407
P. Mahouti, 0000-0002-3351-4433

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	08.10.2018
Revizyon Tarihi / Revision Date	25.01.2019
Kabul Tarihi / Accepted Date	04.02.2019
Yayın Tarihi / Published Date	26.06.2019

* İlgili yazar / Corresponding author: mehmetalibelen@artvin.edu.tr, +90-466-215-1000

1. Giriş

Son yıllarda mikrodalga filtreler radar sistemleri, kablosuz haberleşme sistemleri, uzay haberleşme sistemleri gibi günümüz ileri haberleşme teknolojilerinde oldukça geniş bir kullanım sahasına sahiptir. Haberleşme kalitesinin artırılması yönündeki çalışmalar hızla ilerlemektedir. Bunun sonucunda geliştirilen haberleşme elemanları ve teknolojileri ile yeni endüstriyel uygulama alanları oluşturulmuştur. Böylelikle bu sistemlere olan talep gün geçtikçe hızla artmaktadır (Kluge vd., 2003). Kablosuz geniş band sistemlerine olan talep multimedya hizmetlerinin hızlı bir şekilde artmasıyla artmıştır. Ayrıca sistem karmaşıklığını azaltmaktadır. Bunlara ek olarak verimlilik çözümü için dinamik kapasitesiyle esnek bağlantı özellikli son kullanıcı ihtiyaçlarına adapte olabilmektedir. Geniş band uygulamalarında nispeten yüksek frekanslar kullanılmaktadır (Chang, 2000; Kaya ve Belen, 2010).

Kablosuz iletişim ile yapılan çalışmaların sayısı teknolojinin gelişmesiyle birlikte hızla artmaktadır. Bunun nedeni sistem maliyetinin azalması, donanım karmaşıklığının ortadan kalkması, kablolu hatalarının azalması, kopma olmaması gibi avantajlarıdır. Radio frekansları kablosuz iletişim teknolojilerinden biridir. Elektromanyetik dalgalar yoluyla RF iletişim teknolojisi gerçekleşmektedir. 10kHz-3000GHz frekans aralığını kapsamaktadır. Ancak bu frekans bandının belirli bölümleri kullanılmaktadır. Günümüzde firmalar HF, VHF, UHF, EHF frekanslı radyo dalgalarını elektrik şebekelerinde, telekontrol, şebeke işletimi, telemetre için kullanılmaktadır (Pacheco vd, 2005).

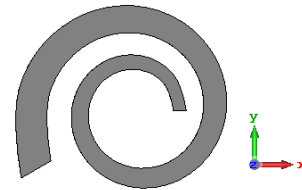
Akıllı ulaşım sistemlerinde RF haberleşme yöntemleri çeşitli uygulamada kullanılmaktadır. Örnek olarak araçlarda merkezi kilit sistemleri, güvenlik sistemleri, garaj kapıları ve ev otomasyon sistemleri verilebilir. Yaygın olarak kullanılan 433MHz ve 868MHz frekans bandında çalışan sistemler için lisans gerekmemektedir. Ayrıca ISM band 2.4GHz-2.48GHz frekans bandı bölgesinde geniş bantlı kablosuz iletişim sağlayan sistemler çalışmaktadır.

FSY tekniği kullanılarak WLAN uygulamaları ve kişisel telsiz telefon sistemleri uygulamaları için kalkanlama etkinliği yüksek olan filmler de tasarlanmıştır. Bu teknikle ısıtma amacıyla enerji koruyan cam da tasarlanabilir. Bu camlar kışın ısıyı içeride, yazın dışarıda tutarken mikrodalga frekans bandı ve görünür ışık için herhangi bir problem de oluşturmazlar. Bu çalışmada ISM band frekanslarında, mikroserit sarmal yapı kullanılarak band geçiren bir frekans seçici yüzey (FSY) önerilmektedir. Sarmal yapı üzerindeki hat genişlikleri ve boşlukları değiştirildiğinde çalışma frekansı ve karakteristiği ayarlanabilir bir FSY önerilmektedir.

2. Frekans Seçici Yüzey Tasarımı

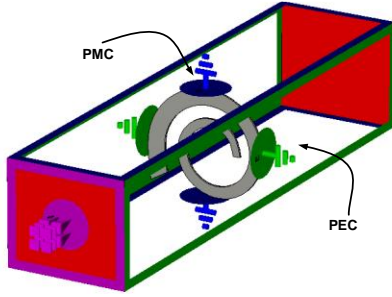
Son yıllarda FSY üzerindeki çalışmalar araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Uydu haberleşmesi, kablosuz ağ güvenliği, mikrodalga ve optik filtrelerin radom tasarımı gibi birçok uygulamada yer almaktadır. Uygulamaya yönelik, alçak geçiren, yüksek geçiren, band geçiren ve band durduran, karakteristiğe sahip olabilirler. Kullanılan malzemenin dielektrik özelliğine, yüksekliğine, düzlemsel dalga polarizasyonu ve geliş açısına, metalik yamaların boyutları, geometrisi ve simetrik özelliğe bağlı olarak FSY'nin yansıma ve iletim karakteristiği değişmektedir (Munk, 2000). Uygulama alanı olarak son yıllarda farklı geometrik yapılar kullanılarak yüksek ve alçak geçiren filtre yapıları geliştirilmiştir ve bu yapılar kullanılarak horn antenlerin kazançları iyileştirilmiştir (Güneş vd, 2017, Mahouti vd, 2016). Bir başka çalışmada üzerinde dikdörtgen yamalar bulunan bir FSY yüzeyin yamalarının açılma açısı ile yansıma ve iletim karakteristiğinde meydana gelen değişim incelenmiş ve rezonans frekansı açılma açısı ile 300MHz kaydırılmıştır (Kasar vd., 2018). Ayrıca FSY birim hücre tipleri ve kombinasyonları, araştırmacılar tarafından farklı uygulamalar için kullanılmıştır. Literatürde çapraz dipoller [Ulrich, 1967; Parker,2001], tripoller (Kiani vd, 2006; Au vd 1990), kare halkalar (Cahill vd, 1982; Vardaxoglu vd, 1993), tek katlı ve çok katlı konfigürasyonlar (Topsakal vd, 2004) yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, frekans seçici yüzey tasarımına birim hücre tasarımı yapılarak başlanmıştır. Şekil 1'de benzetimi yapılan birim hücre verilmiştir. Geometrik yapı sarmal şeklindedir. İletken olarak bakır malzeme kullanılmıştır. Birim hücrenin uzunluğu ve genişliği dalga boyuna göre seçilir. Yüzeyin uzunluğu ve genişliği $\lambda/4$ değerinden daha küçük olduğunda birim hücre yapısı homojen kabul edilir. Tasarımda geometrik boyutlar dikkate alınarak bu kriteri sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 1. Birim Hücre Frekans Seçici Yüzey Modeli

FSY'nin birim hücre elektrik ve manyetik alanı belirten sınır koşulları Şekil 2'de verilmiştir. Birim hücredeki faz bilgisini kaybetmemek için port mesafesinin hesaplanması dalga boyuna göre yapılmıştır.



Şekil 2. Birim Hücre Sınır Koşulu

Tasarlanan frekans seçici yüzey modelinin geometrik değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. FSY birim hücresi değişken parametreleri

Alpha	0.10	Delta	170°
Angleinc	30°	InnerR	2.4mm
Turn	1.6		

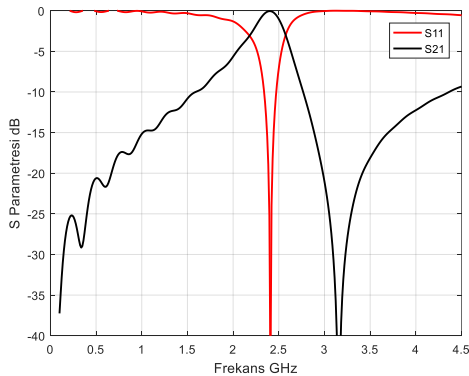
Spiral frekans seçici yüzey değişkenleri ve tasarım formülü eşitlik 1 ve 2 de verilmiştir.

$$r_1 = k * e^{\alpha * \phi} \quad (1)$$

$$r_2 = k * e^{\alpha * (\phi - \delta)} \quad (2)$$

Burada; k= Başlangıç çapı (initial Radius), phi-increment (deg) =5, delta(deg)=90, alpha=0.35 dir.

Şekil 3'te Tablo 1'deki değerler kullanılarak tasarlanan frekans seçici yüzeyin S parametresi sonuçları verilmiştir. Birim hücre 2.4GHz frekans bandında bant geçiren filtre olarak çalışmaktadır.

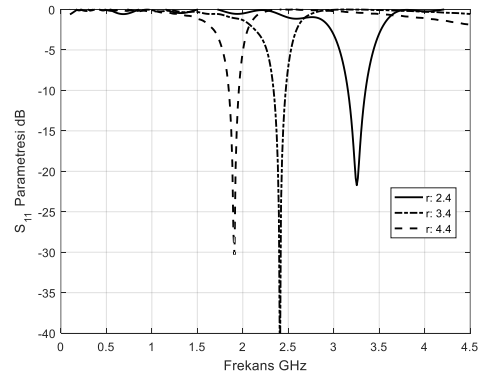


Şekil 3. Birim hücre modeline ait S parametreleri benzetim sonucu

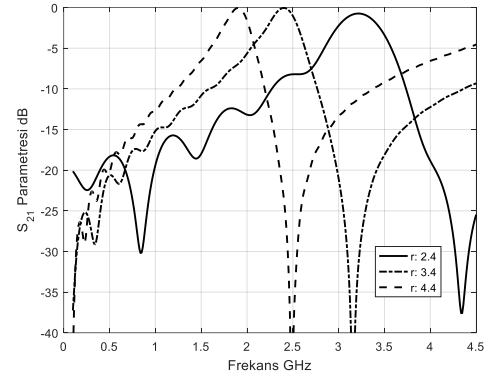
3. Parametrik İnceleme

Şekil 1'de sunulan sarmal frekans seçici yüzey modeli değişkenleri parametrik olarak incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda 1.8GHz ile 5.2GHz frekanslarında ayarlanabilir dar bir banda sahip bant geçiren filtre özelliğine sahip birim hücre elde edilmiştir. Şekil 4'te "r (yarıçap)" değişkeninin parametrik incelemesi yapılmıştır. Yapılan inceleme

sonucunda rezonans frekansı 1.8GHz ile 3.3GHz arasında değiştiği gözlenmiştir.



(a)



(b)

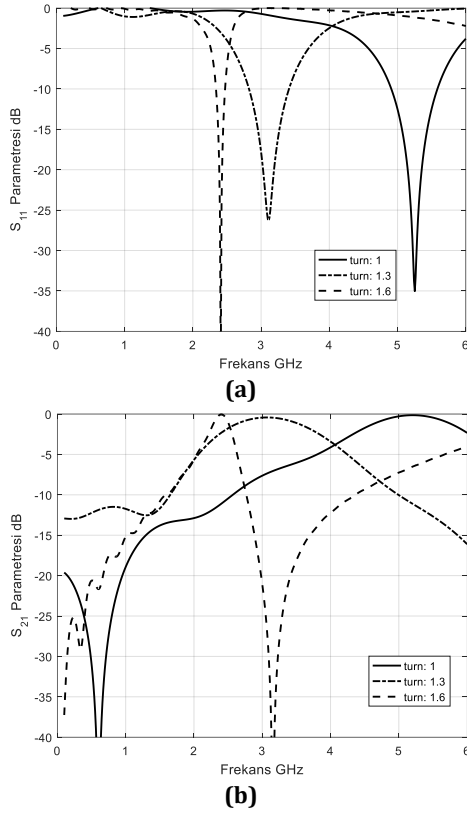
Şekil 4. Birim Hücre "r" değişkeni parametrik incelemesi (a) Geri dönüş kaybı (b) Ekleme Kaybı

Şekil 5'te "Turns (tur miktarı)" değişkeninin parametrik incelemesi yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda rezonans frekansı 2.4GHz ile 5.2GHz arasında değiştiği gözlenmiştir.

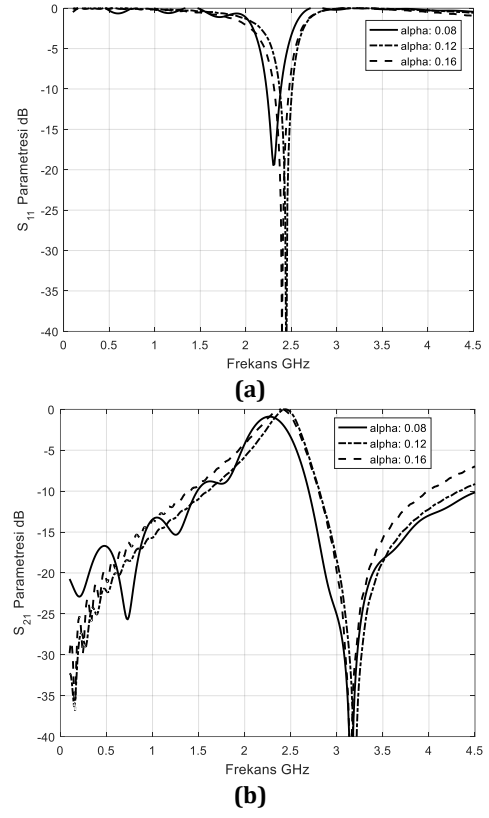
Şekil 6'da "delta" değişkeninin parametrik incelemesi yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda rezonans frekansı 2.3GHz ile 2.45GHz arasında değiştiği gözlenmiştir.

Şekil 7'de "alpha" değişkeninin parametrik incelemesi yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda rezonans frekansı 2.3GHz ile 2.45GHz arasında değiştiği gözlenmiştir.

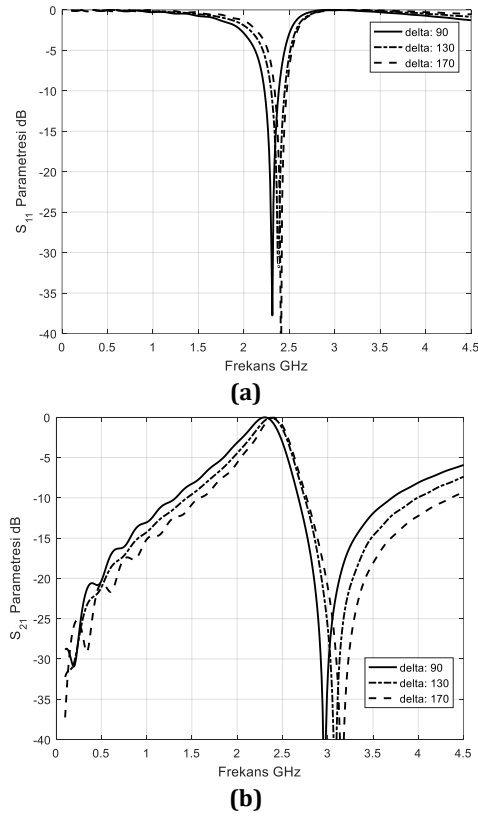
Şekil 8'de "Açı artışı (angle Inc)" değişkeninin parametrik incelemesi yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda rezonans frekansı 2.3GHz ile 2.7GHz arasında değiştiği gözlenmiştir.



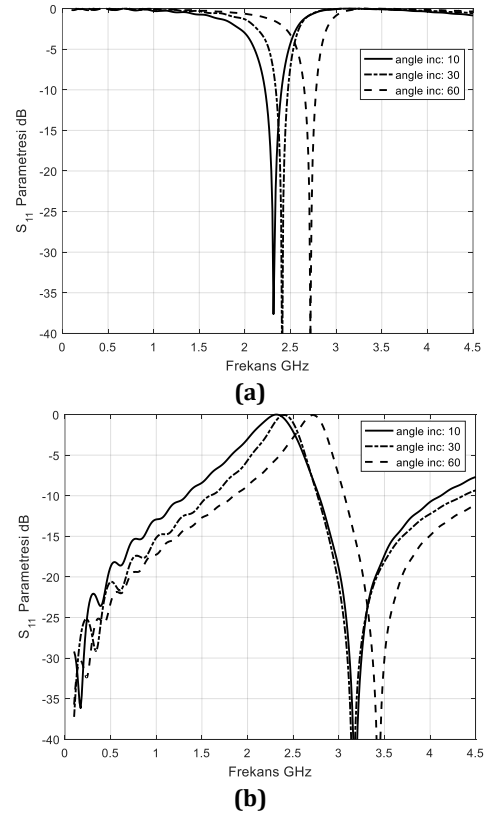
Şekil 5. Birim Hücre “turns” değişkeni parametrik incelemesi (a) Geri dönüş kaybı (b) Ekleme Kaybı



Şekil 7. Birim Hücre “alpha” değişkeni parametrik incelemesi (a) Geri dönüş kaybı (b) Ekleme Kaybı



Şekil 6. Birim Hücre “delta” değişkeni parametrik incelemesi (a) Geri dönüş kaybı (b) Ekleme Kaybı



Şekil 8. Birim Hücre “angle Inc” değişkeni parametrik incelemesi (a) Geri dönüş kaybı (b) Ekleme Kaybı

Yapılan incelemeler sonucunda; r ve turns değişkenleri değiştirilerek rezonans frekansı akıllı haberleşme sistemlerinde kullanılan 1.8GHz ile 5.2GHz frekans bantlarıyla uyumlu FSY tasarlanabilecektir. Diğer değişkenler olan delta, alpha, angle Inc, değişkenleriyle istenilen bantda hassas ayarlar yapılabilecektir.

5. Sonuç ve Tartışma

RF haberleşme yöntemleri akıllı haberleşme sistemlerinde, ev otomasyon sistemlerinde, güvenlik sistemleri, araçlarda merkezi kilit sistemi, garaj kapı kontrolü gibi basit uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada ISM band frekanslarında, mikroserit sarmal yapı kullanılarak band geçiren bir frekans seçici yüzey (FSY) önerilmektedir. Sarmal yapı üzerindeki hat genişlikleri ve boşlukları değiştirildiğinde çalışma frekansı ve karakteristiği ayarlanabilir bir FSY önerilmiştir. FSY yapısı dar çalışma bandına sahip olması ile yüksek seçiciliğe sahiptir. Bu özelliği ile tasarımın ISM band uygulamalarında dar bant haberleşmesi, dürtü tespiti vb. gibi pratik uygulamalarda kullanılabilir. Bu çalışmada FSY yapısının tasarım parametrelerinin değiştirilmesi ile bandın 1.8GHz ve 5.2GHz arasında frekanslarda çalıştırılabileceği gözlenmiştir.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Au P. W., Musa L. S., Parker E. A., Langley R., 1990. Parametric Study of Tripole and Tripole Loop Arrays as Frequency Selective Surfaces. IEE Proceedings, 137 (5), 263-268.

Ben A. Munk, 2000. Frequency Selective Surfaces: Theory and Design, John Wiley & Sons, Inc., ISBN 0-471-37047-9

Cahill R., Parker E. A., 1982. Concentric Ring and Jerusalem Cross Arrays as Frequency Selective Surfaces for a 45° Incidence Diplexer. Electronics Letters, 18(8), 313-314.

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.

Pacheco, F., Lobashov, M., Pinho, M., Pratl, G., 2005. A Power Line Communication Stack for Metering, SCADA and Large-scale Domotic Applications.

International Symposium of Power Line Communications and Its Applications, 61-65.

Kasar, Ö., Geçin, M., Gözel, M.A., 2018. Açılabilir Olarak Değiştirilebilir Dikdörtgen Yamalı Frekans Seçici Yüzeylerle, Ayarlanabilir Bant Geçiren Filtre Tasarımı” ElCezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(3), 756-762.

Kai C., 2000. RF & Microwave Wireless Systems, Wiley series in Microwave & Optical Engineering.

Kaya, A., Belen, M.A., 2010. 2.4 GHz Direkt Entegre Verici Sistem Tasarımı. 3. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, 307-309.

Kiani G. I., Weily A. R., Eselle K. P., 2006. Frequency Selective Surface Absorber Using Resistive Cross-dipoles, IEEE Antenna and Propagation Society International Symposium, Albuquerque, 4199-4202

Mahouti P., Güneş F., Belen M.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.

Parker E. A., Chuprin A. D., Batchelor J. C., Savia S. B., 2001. GA Optimization of Crossed Dipole FSS Array Geometry, Electronics Letters, 37(16), 996- 997.

Ulrich R., 1967. Far-infrared Properties of Metallic Mesh and Its Complementary Structure, Infrared Physics, 7(1). 37-55.

Kluge, W., Dathe, L., Jaehne, R., Ehrenreich, S., Eggert, D., 2003. A 2.4GHz CMOS transceiver for 802.11b wireless LANs, IEEE ISSCC Dig. Tech. Papers, 360-361.

Vardaxoglou J., Hossainzadeh A., Stylianou, 1993. A., Scattering from Two-layer FSS with Dissimilar Lattice Geometries, IEE Proceedings, 140(1), 59-61.

Yuksel, M.E., Zaim, A. H., 2009. RFIF'nin Kablosuz İletişim Teknolojileri ile Etkilesimi. Akademik Bilisim 2009 Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 11 - 13.