



Doğrusal ve düzlemsel mikroşerit dizi antenlerin tasarımı ve kazanç yönünden karşılaştırılması

İsa ATAŞ*

Dicle Üniversitesi, Diyarbakır Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Diyarbakır
isa_atas@dicle.edu.tr ORCID: 0000-0003-4094-9598, Tel: 0 (412) 241 10 00 (7765)

Teymuraz ABBASOV

İnönü Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Malatya
teymuraz.abbasov@inonu.edu.tr ORCID: 0000-0002-0290-8333, Tel: 0 (422) 377 48 18

Muhammed Bahaddin KURT

Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır
bkurt@dicle.edu.tr ORCID: 0000-0001-6983-2081, Tel: 0 (412) 241 10 00 (3510)

Geliş: 30.03.2018, Kabul Tarihi: 23.05.2018

Öz

Bu çalışmada, S frekans band aralığındaki çevresel algılama uygulamalarında kullanılacak iki farklı mikroşerit dizi anten tasarımı sunulmuştur. Yapılan bu çalışma doğrusal ve düzlemsel mikroşerit dizi antenlerin yüksek kazanç yönünden benzetim sonuçlarının karşılaştırılmasını içermektedir. Dizi anten tasarımı aşamasında yüksek kazanç ile birlikte yönlü ışımaya yapan anten modelleri amaçlanmıştır. 1x4 ve 2x2 dizi anten modelleri, kolay elde edilebilen, maliyeti ucuz olan dielektrik sabiti 4.4 ve kalınlığı yaklaşık 1.6 mm olan FR4 yalıtkan malzeme ile hazırlanmıştır. Dizi antenler, üç boyutlu tam dalga elektromanyetik yapı analizi ANSOFT HFSS programı kullanılarak tasarlanmıştır. Tasarım aşamasında dizi antenlerin iletim hattı kayıpları T-junction ve Wilkinson güç bölücüsü teknikleri kullanılarak optimize edilmeye çalışılmış ve empedans uyumu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca iletim hattındaki istenilmeyen yansımaları minimum seviyeye çekmek ve kapasitif yüklenmeyi azaltmak için dönemeçlerdeki gereksiz alanlar kaldırılmıştır. Tek elemanlı antenin ürettiği kazanç 2.64 dB ve yönelticilik 6.69 dB iken, çeyrek dalga dönüşüm besleme ile tasarlanan 1x4 ve 2x2 dizi antenlerde sırasıyla 9.10 dB ve 7.10 dB kazanç ve 12.29 dB ve 11.18 dB yönelticilik değerleri gözlemlenmiştir. Aradaki kazanç kaybı, kullanılan dielektrik malzemenin kayıplı bir yapıya sahip olmasından dolayıdır. Önerilen 1x4 ve 2x2 dizi antenlerin çıkış parametrelerinden yansıma kaybı (RL), duran dalga oranı (VSWR), giriş empedansı, kazanç ve ışımaya örüntü diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroşerit dizi anten; çeyrek dalga dönüşümü, empedans uyumu; kazanç; HFSS;

* Yazışmaların yapılacağı yazar

DOI:

Giriş

Yeni nesil haberleşme ağlarında kablosuz sistemlerin gelişmesiyle basit görünümü, tümleşik yapılı ve yüksek kazançlı anten tasarımlarına eğilim artmıştır. Biyomedikal alanda, füze, roket ve uydu teknolojilerinde, radar sistemlerinde ve birçok uygulamalarda kullanılan Mikroşerit Anten (MA) bu ihtiyaçları karşılama noktasında anten modelleri arasında iyi bir konuma sahiptir (Balanis, 2005). Dar band genişliği ve düşük kazanç değerleri dezavantaj sayılan MA'lar, geometrik yapılarında değişiklik ve özel dielektrik materyal seçimi gibi farklı yöntemler kullanarak iyi bir performans yakalamıştır. MA'lar besleme tekniği olarak temelde mikroşerit hat veya eşeksenli olarak beslenirler (Garg vd., 2001). Çalışmamızda tasarımı ve üretimi karmaşık olmayan, modifiye edilmiş gömme beslemeli (inset fed) MA tasarımı yapılmıştır.

MA analizi için farklı yöntemler literatürde mevcuttur. Bu yöntemler içinde en popüler olanları iletim hattı modeli, oyuk (cavity) modeli ve tam dalga modelidir. İletim hattı modeli en temel ve kolay yöntem olmakla beraber tek katmanlı fiziksel yapıların çözümlenmesi konusunda yeteneklidir. Ancak doğruluk oranı diğer yöntemlere nispeten zayıftır. Oyuk modeli daha yüksek doğruluğa sahiptir fakat çok katmanlı yapıların modellenmesinde bu yöntem de yetersiz kalmaktadır. Çok katmanlı yapıların modellenmesinde yüksek doğruluk payına sahip model tam dalga modelidir. Fakat bu model karmaşıktır (Kumar ve Ray, 2003). Bu çalışmamızda teorik hesaplamalar, iletim hattı modeli referans alınarak yapılmıştır.

Kablosuz sistemlerde haberleşme genelde yönlü ışınım yapan antenler ile gerçekleşir. Kazanç faktörü, antenin ne oranda yönlü olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca kazancı yüksek olan antenler kablosuz haberleşme sistemlerinde daha verimli çalışma olanağını sağlar. Bilindiği gibi MA'lar düşük kazançlıdır

ve genelde tek elemanlı MA istenilen gereksinimleri (kazanç, yönlülük) karşılayamamaktadır. Bundan dolayı birden fazla elemanlı MA'ların geometrik olarak yerleştirilmesiyle oluşturulan dizi antenlere ihtiyaç duyulur. Antenin ışınım örüntüsünün istenilen yönde elde edilebilmesi için dizi elemanları simetrik seçilir. Tasarım kolaylığı ve geometrik yapıları nedeniyle MA'lar, en çok kullanılan dizi anten türlerinden biridir (Pozar ve Schaubert, 1995). Doğrusal mikroşerit diziler yelpaze şeklindeki kapsam alanları için kullanılır ve ayrıca düzlemsel diziler için bir yapı bloğu oluşturabilir. Düzlemsel mikroşerit diziler ise kalem ışını oluşturmak için kullanılır ve dizi öğeleri çeşitli şekillerde beslenebilir (Goger, 2001). Genel olarak literatürde benzer dizi anten çalışmaları mevcuttur. Besleme tekniği olarak mikroşerit hat besleme ve eşeksenli besleme olarak karşılaştırma içeren çalışmalar yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda yalıtkan malzeme yönünden FR4, Rogers malzemeler genellikle kullanılmıştır (Sharif vd., 2015; Hazila ve Aljund, 2010; Mohd Shah vd., 2008; Sipora vd., 2014).

Makale akışı şu şekilde organize edilmiştir; Materyal ve yöntem bölümünde, tasarlanacak antenin alt tabaka malzeme seçimi, benzetim ve analizlerin yapılacağı program, doğrusal ve düzlemsel dizi ile dizi elemanlarının yerleşiminde kullanılacak empedans eşleşme teknikleri anlatılmıştır. Uygulama ve başarımlar bölümünde, 1x4 ve 2x2 dizi antenlerin performans parametreleri ve analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sonuç ve tartışma bölümünde ise analizler ve karşılaştırma tabloları yorumlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Anten Tasarımı

MA tasarımı öncelikle ışınımın yapılacağı malzeme seçimi yapılmıştır. Piyasada mevcut bulunan malzemelerden düşük maliyetli ve kolayca erişilebilen FR4 alt tabaka tercih edilmiş olup, malzemenin bağıl dielektrik sabiti ($\epsilon_r = 4.4$), kayıp tanjantı ($\delta = 0.02$), iletken

kalınlığı ($t = 0.035$) mm ve yalıtkan plaka yüksekliği ($h = 1.575$) mm olarak alınmıştır.

Çalışma frekansı 2.6 GHz olarak modellenen standart MA'nın fiziksel parametreleri hesaplanırken, iletim hattı modeli referans alınmış olup (Balanis, 2005; Matin ve Sayeed, 2010) Şekil.1'de bu modelin standart geometrik yapısı gösterilmiştir. Standart MA'yı oluşturmak için gereken tasarım bağıntıları (1-5) aşağıda gösterilmiştir.

$$W_p = c \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} / 2f_r \quad (1)$$

$$\epsilon_{eff} = \left[\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right] + \left[\frac{\epsilon_r - 1}{2} \right] \sqrt{\frac{1 + 12h}{W_p}} \quad (2)$$

$$L_p = \left[\frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} \right] - 2\Delta l \quad (3)$$

$$x_0 = \frac{c}{\sqrt{2\epsilon_{eff}}} \frac{4.65 \times 10^{-12}}{f_r} \quad (4)$$

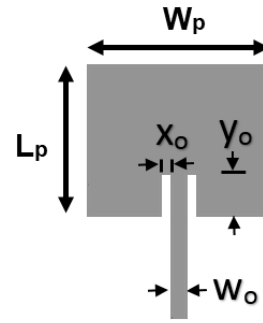
$$y_0 = \frac{L_p}{\pi} \arccos \sqrt{\frac{Z_0}{Z_t}} \quad (5)$$

$$Z_0 = \frac{87.0}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \left(\frac{5.98h}{0.8W_0 + t} \right) \quad (6)$$

Formülde kullanılan W_p MA yamanın genişliği, L_p MA yamanın uzunluğu, ϵ_{eff} yalıtkan malzemenin efektif değeri, c dalga hızının boşluktaki ışık hızı, f_r rezonans frekansı ve Δl ise hat genişlemesidir. W_0 giriş besleme hattının genişliğini, y_0 besleme noktasının pozisyonunu, x_0 besleme noktası ile yama arasındaki boşluğu, Z_t besleme eklenmeden önce var olan anten giriş empedansını, Z_0 ise hedef giriş empedansını belirtir.

MA'larda farklı besleme yöntemleri vardır. Bunlar temaslı ve temassız besleme yöntemi olarak ikiye ayrılırlar. Besleme yöntemi, anten giriş empedansını ve ışınım özelliklerini etkiler ve bu nedenle önemli bir tasarım parametresidir (James ve Hall, 1998). Tasarımının kolay olması, imalatının rahatlığı ile birlikte empedans eşleştirme gibi esnek yapılarından dolayı, temaslı besleme yöntemlerinden ilaveli ekleme

besleme yöntemi tercih edilmiş ve standart MA tasarlanmıştır (Matin ve Sayeed, 2010).



Şekil 1. Standart MA

Genellikle tek elemanlı uygulamalarda anten giriş empedansı 50 Ω olarak seçilir. Teorik hesaplamalar sonucundaki sayısal değerler ile modellenen MA'nın benzetim sonuçları istenilen düzeyde olmadığı için bazı parametreler de değişiklikler yapılarak uygun sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Benzetim sonuçları için, elektromanyetik yapıların analizinde yaygın olarak kullanılan ve sonlu elemanlar yöntemine dayanan yüksek frekans yapı simülatörü (HFSS) (ANSYS, 2014) kullanılmıştır. Kullanılan MA'nın giriş ve çıkış parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Standart MA parametreleri

Parametre	Değer
Çalışma Frekansı (f_r)	2.6 GHz
Dielektrik Sabiti (ϵ_r)	4.4
Yalıtkan Malzeme Kalınlığı (h)	1.575 mm
İletken Bakır Kalınlığı (t)	0.035 mm
Kayıp Tanjant ($\tan\delta$)	0.019
MA Yama Genişliği (W_p)	35.11 mm
MA Yama uzunluğu (L_p)	27.17 mm
Besleme Hattının Genişliği (W_0)	2.868 mm
Besleme Noktasının Açıklığı (x_0)	1.75 mm
Besleme Noktası Derinliği (y_0)	7.5 mm
Yamanın Giriş Empedansı (Z_{in})	54 Ω

İletim hattı modeli ile elde edilen MA'nın ışınımı gerçekleştiren eleman sayısı çoğaltılarak doğrusal ve düzlemsel dizi antenler tasarlandı. Dizi anten tasarımının amacı, minimum yan lob

seviyesiyle en yüksek kazanç ve yönlendirmeyi elde etmektir. Doğrusal dizi, bir çizgi boyunca düzenlenmiş N elemandan oluşur. Düzlemsel dizi ise bir düzlem boyunca NxM eleman birleşiminden oluşur. Düzlemsel diziler, daha küçük yan loblar oluşturan simetrik bir ışına sağladıklarından daha fonksiyondur. Antenin ışına demetini bu yapılandırmayla kontrol etmek daha elverişlidir. Doğrusal veya düzlemsel anten tasarlanırken her bir eleman arasındaki mesafenin boşluk dalga boyundan küçük veya eşit ($d \leq \lambda_0$) olmasına dikkat edilmelidir (Rajeshree, 2017). Önerilen dizi antenlerde elemanlar arası uzaklık $\lambda_0 / 2$ alınmıştır.

Empedans Uyumlama

Dizi antenlerde, ışına yapan dizi elemanların birbirlerine bağlandıkları mikroşerit hatlar, 50 Ω giriş portuna sahip olacak şekilde ayarlanır. Dizi antenler genellikle çeyrek dalga dönüştürücü kullanılarak uyumlu hale getirilir. Çeyrek dalga dönüştürücü, farklı karakteristik empedansa sahip bir iletim hattında toplam anten yüküne uyum sağlamak için yönlendirilmiş dalganın dörtte biri kadarını kullanır. Çeyrek dalga empedans değeri aşağıdaki (6-7) bağıntılar ile bulunur (Balanis, 2005; Pozar ve Schaubert, 1995).

$$Z_0 = Z_L + \left[\frac{Z_L + jZ_L \tan(\beta l)}{Z_L + jZ_0 \tan(\beta l)} \right] \quad (6)$$

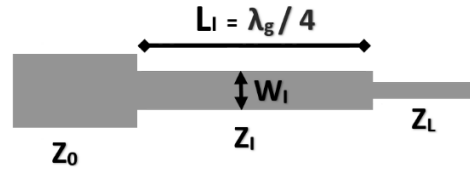
$$Z_L = \sqrt{Z_0 Z_L} \quad (7)$$

Burada $\beta = (2\pi/\lambda_g)$ dalga sayısıdır. Z_L ise yük empedansdır. β değeri hesaplanırken şerit hattının dalga boyu λ_g , boşluktaki dalga boyundan λ_0 farklı olması gerekir. Bundan dolayı şerit hattının yapıldığı malzeme dikkate alınarak dalga boyu hesaba katılmalıdır.

1x4 ve 2x2 dizi elemanlarının birleştirilmesi sırasında çeyrek dalga dönüştürücü kullanılmıştır. Çeyrek dalga dönüştürücünün temel bir modeli Şekil 2'de gösterilmiştir. Çeyrek dalga transformatörünün hat genişliği W_L ve hat uzunluğu L_L (8-9) bağıntıları ile hesaplanabilir (Pozar ve Schaubert, 1995).

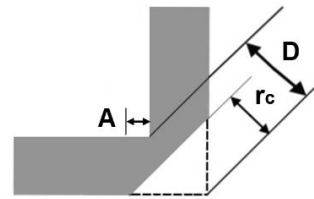
$$Z_L = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left[\frac{8h}{W_L} + \frac{W_L}{4h} \right] \quad (8)$$

$$L_L = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{\lambda_0}{4\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (9)$$



Şekil 2. Mikroşerit çeyrek dalga dönüştürücü

Doğrusal veya düzlemsel dizi antenlerde eleman sayısı arttıkça birden fazla dönemeç içereceğinden, mikroşerit iletim hattı oldukça karmaşık bir hale gelebilir. Mikroşerit beslemeli dizi anten tasarlanırken, yansıma seviyelerini ve dönemeçlerin elektriksel uzunluklarını dikkate alıp dönemeç kenar alanlarının bir kısmını kaldırarak, yansıma seviyesi düşürülebilir. Ayrıca bükülme ile dönemeçlerdeki gereksiz alanlar kaldırılıp istenilmeyen kapasitif yüklenme bir miktar azaltılabilir (Slimani vd., 2017). Şekil 3'de, eğimli mikroşerit hat dönemeç modeli gösterilmiştir. Geniş bir mikroşerit hat geometrisi için en iyi uyumlanmış büküm uzunluk bağıntıları (10-12) de verilmiştir (Douville, 1978).



Şekil 3. Mikroşerit Dönemeç Modeli

$$D = w_i \sqrt{2} \quad (10)$$

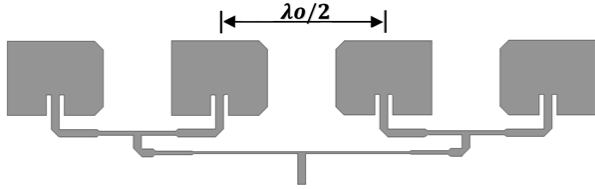
$$r_c = D(0.52 + 0.65 \exp(-1.35 \frac{w_i}{h})) \quad (11)$$

$$A = (r_c - \frac{D}{2}) \sqrt{2} \quad (12)$$

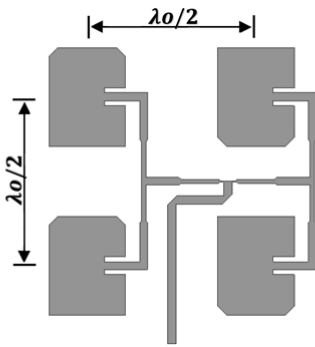
Yukarıdaki denklemlerde; D kare köşegen uzunluğunu, r_c merkez köşe dönemeç yüksekliğini, A en uygun bükülme alan kenar

uzunluğunu, h yalıtkan tabakanın kalınlığını ve w_i ise mikroserit hat genişliğini ifade eder.

Bu tekniklere göre tasarlanan dizi antenler Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 1x4 Dizi Anten

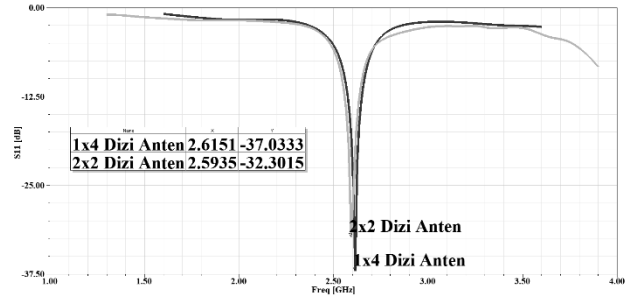


Şekil 5. 2x2 Dizi Anten

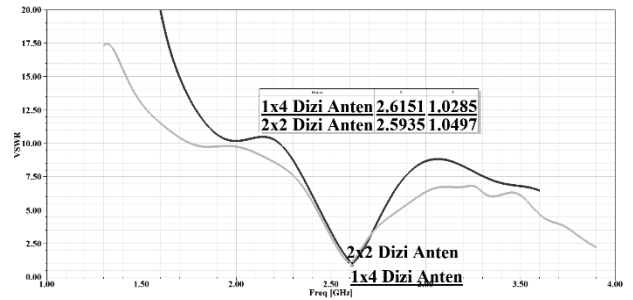
Uygulama ve Başarımlar

Anten uygulamalarında en çok kullanılan parametre S_{11} 'dir. S_{11} diğer ismiyle geri dönüş kaybı, antenin yansıyan enerjisini gösterir. HFSS programı ile 1x4 ve 2x2 dizi antenlerin 2.6 GHz' de sergiledikleri benzetim sonuçlarından geri dönüş kaybı grafiği Şekil 6' da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde 1x4 dizi antenin, 2x2 dizi antene nispeten daha iyi bir performans sergilediği görülmektedir.

Durağan dalganın maksimum ve minimum genliği arasındaki oranı temsil eden VSWR parametresi, sayısal olarak antenin ne kadar uyumlu bir empedansa sahip olduğunu açıklar. 1x4 ve 2x2 dizi antenlerin 2.6 GHz' de sergiledikleri VSWR grafiği Şekil 7' de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 6. 1x4 ile 2x2 dizi antenlerin RL karşılaştırılması

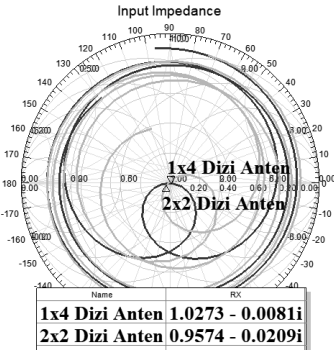


Şekil 7. 1x4 ile 2x2 dizi antenlerin VSWR karşılaştırılması

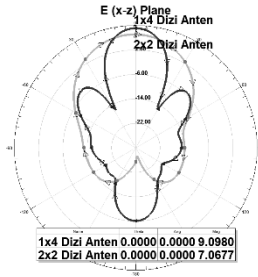
Şekil 7'de gösterilen VSWR değerleri incelendiğinde; 1x4 dizi antenin 1.02 ve 2x2 dizi antenin 1.04 gibi düşük değerler ile iletim hattı - yük arasındaki empedans farkından meydana gelen geri yansımaların çok düşük seviyede olduğunu göstermektedir. VSWR değeri 2 den büyük değerlerde ise iletim hattına verilen gücün verimli olarak kullanılmadığı ve geri yansıdığını belirtir.

Önerilen antenlerin empedans uyum grafiği Smith Abağı üzerinde Şekil 8'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Empedans eşleşmesi, yaygın olarak bilinen 50 Ω empedans değerine yakın çıkmıştır.

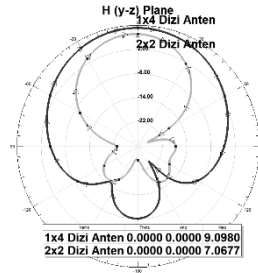
Tasarlanan 1x4 ve 2x2 dizi antenler için E ve H düzlemlerindeki ışınma örüntüleri Şekil 9 ve Şekil 10'da gösterilmiştir. Antenlerde öngörülen, tüm yönlerde (izotropik) yayılmadan istenilen bir yöne odaklanma yönündedir.



Şekil 8. 1x4 ile 2x2 dizi antenlerin giriş empedans karşılaştırılması



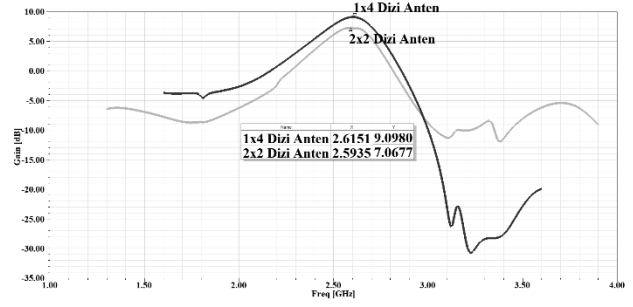
Şekil 9. 1x4 ve 2x2 dizi antenlerin E(x-z) düzlemindeki ışınma örüntülerinin karşılaştırılması



Şekil 10. 1x4 ve 2x2 dizi antenlerin H(y-z) düzlemindeki ışınma örüntülerinin karşılaştırılması

Tasarlanan 1x4 doğrusal dizi anten ile 2x2 düzlemsel dizi anten için kazanç karşılaştırması Şekil 11’de yapılmıştır.

Normalde anten kazancı, antenin verimliliği ile yönlülüğünün çarpımına eşittir. Anten verimliliği, tasarım aşamasında kullanılan dielektrik malzemeye ve iletim hattının uyumlu empedans eşleşmesine bağlıdır. Kayıpsız bir antende kazanç, yönlülüğe eşit olmuş olur.



Şekil 11. Doğrusal ve düzlemsel dizi antenlerin kazanç yönünden karşılaştırılması

Işınma örüntüleri ve kazanç grafiğine bakıldığında 1x4 doğrusal dizi antenin 2x2 düzlemsel antene göre performans yönünden üstün geldiği görülmektedir. Tablo 2’de tasarımı yapılan üç farklı antenin benzetim sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 2. Standart, 1x4 dizi ve 2x2 dizi anten benzetim sonuçlarının karşılaştırılması

Anten	Frekans (GHz)	S ₁₁ (dB)	Gain (dB)
Standart	2.60	-25.08	2.64
2x2 Dizi	2.59	-32.30	7.10
1x4 Dizi	2.61	-37.03	9.10

Sonuçlar ve Tartışma

Yapılan çalışmada HFSS yöntemi kullanılarak doğrusal (1x4) ve düzlemsel (2x2) mikroşerit dizi antenler için bazı modelleme ve simülasyonlar yapılmış ve benzetim sonuçları 1x4 ve 2x2 dizi antenler için karşılaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında mikroşerit antenlerin doğrusal veya düzlemsel dizilmelerinde, eleman adedi ve konumları da dikkate alındığında standart antenlere göre iyi bir kazanç ve yön verici özellik kattığı görülmüştür.

Sonuç olarak doğrusal 1x4 dizi antende 9.10 dB, düzlemsel 2x2 dizi antende 7.10 dB kazanç sağlanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi DÜBAP 11.MF.71 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- ANSYS HFSS (v. 15), (2014). Ansys Corporation. Canonsburg, PA, USA.
- Balanis, C. A., (2005). *Antenna Theory Analysis and Design*. Wiley- Interscience Hoboken, NJ, USA.
- Douville R.J.P., James D.S., (1978). Experimental study of symmetric microstrip bends and their compensation, *IEEE Transactions Microwave Theory Technology*, **26**, 3, 175–182.
- Garg, R., Bhartia, P., Bahl, I., Ittipiboon, A., (2001). *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House Antennas and Propagation Library, 1-2.
- Goger H., (2001). A Practical Guide to the Design of Microstrip Antenna Arrays.
- <http://www.microwavejournal.com/articles/3144-a-practical-guide-to-the-designof-microstrip-antenna-arrays.html>, (22.03.2018)
- Hazila, O., Aljund, S.A., (2010). Performance Comparison between Rectangular and Circular Patch Antenna Array, *IEEE Student Conference on Research and Development*.
- Howell, J. Q., (1975). Microstrip Antennas, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 90-93.
- James, J. R., Hall, P. S., (1998). *Handbook of Microstrip Antennas*, The Institution of Engineering and Technology. 2.edition, Number of Pages: 1350.
- Kumar, G., Ray, K.P., (2003). *Broadband Microstrip Antennas*, Artech House, USA.
- Matin, M. A., Sayeed, A. I., (2010). A Design Rulefor Inset Fed Rectangular Microstrip Patch Antenna, *WSEAS Transcation on Communications*, **1**, 9.
- Mohd Shah M.S.R., Suaidi M.K., Abdul Aziz M.Z.A., Che Rose M.R., Abd. Kadir M.F., Ja'afar A.S., Rahim M.K.A., (2008). Design of 1x2, 1x4, and 2x2 Dual Polarization Microstrip Array Antenna, *Proceedings of IEEE 2008 6th National Conference on Telecommunication Technologies*.
- Munson, R. E., (1973). Single Slot Cavity Antennas Assembly, U.S. Patent No.3713162, Jan 23.
- Rajeshree, V., (2017). Design of Array Antenna for Body Centric Communication, *Y. Lisans tezi*, Faculty of Engineering University of Malaya Kuala Lumpur.
- Slimani A., Bennani, S.D., Alami, A., E., and Amellal, M., (2017). Gain and bandwidth enhancement of New Planar microstrip array antennas geometry for C band weather radar applications, *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*, 1139-1146.
- Sipora K. R., Lorraine, K.J.S., Ratnam, D. V., (2014). Design of Inset-Fed Ceramic Patch Array Antenna for Pseudolite Based Positioning Applications, *International Journal of Innovative Research and Development*, **3**, 11.

Comparison of linear and planar microstrip array antennas design and in terms of gain

Extended abstract

With the development of wireless systems in new generation telecommunication networks has been increased of the tendency to simple design, integrated structure and high gain antenna designs. The Microstrip Antenna (MA) used in biomedical field, missile, rocket and satellite technologies, radar systems and many applications has a good position among antenna models in meeting these needs (Balanis, 2005). MAs, which are disadvantaged with narrow bandwidth and low gain values, achieve good performance using different methods, such as geometric structure modification (array) and special dielectric material selection. The MA was conceptually first described by Deschamps (1953), the first practical applications was developed by Howel and Munson at the beginning of 1970. Howell designed microstrip antenna and Munson has been involved activities of low profile microstrip antenna into rocket and missile integrated. (Munson, 1973, Howel, 1975). Initially, MAs were limited to lower frequency applications (such as VHF or UHF) due to seemingly uncontrolled radiation occurring at microwave frequencies. With the development of the technology, high dielectric constant ceramic substrates have been obtained and the emitted radiation has been reduced to a level that can be overcome, resulting in the production of low cost, light and space-saving MAs that can easily adapt. MAs are fed essentially as microstrip line or coaxial feeding techniques. (Garg vd., 2001).

There are different methods for MA analysis in the literature. The most popular of these methods are the transmission line model, the cavity model and the full wave model. The transmission line model is the most basic and easiest method and is capable of solving single layer physical structures. However, the share of accuracy is relatively weak compared to other methods. The cavity model has higher accuracy, but this method is also insufficient in modeling multi-layer structures. In the presented models, the model with high accuracy is the full wave model. However, this model is complex (Kumar and Ray, 2003). In this study, the theoretical calculations were made with reference to the transmission line model.

Array antennas are commonly used in remote sensing applications that require highly directional radiation to scan a particular region. The study focuses on the design of two different microstrip antenna arrays to be used in the environmental sensing applications in the S frequency bands. Two types of array models have been realized using a rectangular microstrip antenna. This study compares the simulation results of linear and planar microstrip array antennas with high gain.

In array antennas, the microstrip lines to which the radiating array elements are connected are set to have a 50Ω input port. Array antennas are matched using a quarter wave transformer. The quarter wave transformer uses up to one quarter of the directed waveguide to comply with the total antenna load in a transmission line with a different characteristic impedance.

The array models were prepared with the choice of FR4 insulating material, which is easily obtainable, has a low dielectric constant of 4.4 and a thickness of about 1.6 mm. The feed network is designed and optimized using three-dimensional full-wave electromagnetic structure analysis ANSOFT HFSS and then integrated with the array. The transmission line losses of the designed array antennas have been tried to be minimized by using T-junction and Wilkinson power divider techniques.

While the gain of the single element antenna was 2.64 dB and the directivity was 6.69 dB, in 1x4 and 2x2 array antennas designed with quarter wave transformer feed 9.10 dB and 7.10 dB gain and 12.29 dB and 11.18 dB directivity values, were observed respectively.

The loss of gain is due to the fact that the dielectric material used has a lossy structure. Output parameters of the proposed 1x4 and 2x2 array antennas such as reflection loss (RL), standing wave Ratio (VSWR), input impedance, gain and radiation pattern diagrams are given comparatively.

Keywords: Gain, microstrip antenna arrays, quarter wave transformer, impedance matching, HFSS