DİZİ ANTENLERDE ÖN-ARKA KULAKÇIK ORANININ AZALTILMASI

Gizem Şenol
Kocaeli Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
Pirelli Otomobil Lastikleri A.Ş.
gizemsenol7@gmail.com
gizem.senol@pirelli.com

Gonca Çakır
Kocaeli Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Elektonik ve Haberleşme Mühendisliği
gonca@kocaeli.edu.tr

Özet

Günümüzde sivil ve askeri alanlarda önemli bir yere sahip olan antenler, radar sistemlerinde sistem karakteristiğini belirleyen en önemli elemanlardan biridir. Yüksek kazanç ve düşük arka kulakçık seviyesi, dizi anten tasarımındaki en önemli parametrelerdendir. Dizi antenlerin ışıma desenlerinde oluşan arka kulakçıklar istenmeyen yönlerde enerji dağılımına neden olur. Yapılan araştırmada antenlerde anten kazancının bir ölçütü olan ön-arka kulakçık oranını (ileri-geri oranı, front to back lobe ratio) azaltmak için yansıtıcı plakaların etkileri sunulmuştur. Antenlerde ana kulakçık kazancının arka kulakçık kazancına olan oranı olarak ifade edilen ön-arka kulakçık oranı antenlerde yönlendirme yeteneğinin bir ölçüsü olan anten kazancının belirlenmesinde sıklıkla incelenen anten parametrelerinden biridir. Ön-arka kulakçık oranı istenilen yönde yayılan gücün veya enerjinin istenmeyen yönlerde yayılan güç veya enerjiye oranıdır. Özellikle yönlü antenlerde yönlülüğün bir ölçütü olarak incelenen ön-arka kulakçık oranı; idealde sonsuz bir diğer değişle istenmeyen enerjinin sıfır olması istenir. Bu çalışmada mikroşerit yapıdaki 4x1 'lik dizi anten için pratikte 16dB 'lik iyileşme sağlayacak şekilde ön-arka kulakçık oranını iyileştirdiği gözlemlenen yansıtıcı yüzeyler için, yansıtıcı yüzeylerin şekilsel farklılıkları, konumları, konumlandırma açılarının ön-arka kulakçık üzerindeki etkileri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: mikroşerit dizi anten, ön kulakçık, arka kulakçık, ön/arka kulakçık oranı, arka kulakçık bastırma

FRONT TO BACK LOBE REDUCTION FOR ARRAY ANTENNA

Abstract

Antennas, which have an important place in civil and military fields, are one of the most important elements determining the system characteristics in radar systems. High gain and low backlobe levels are one of the most significant parameters in array antenna design. Backlobes in radiation patterns cause the energy to radiate in undesirable directions. According to the research, The effects of reflective plates are shown to reduce front to back lobe ratio which is a measure of antenna gain in the antennas. The ratio of front to back lobe, which is expressed as the ratio of the gain of the main lobe to the gain of the back lobe in the antennas, is one of the antenna parameters frequently examined in determining the antenna gain, which is a measure of the directional ability of the antennas. The front to back lobe ratio is the ratio of the power or energy emitted in the desired direction to the power or energy emitted in unwanted directions. In particular, the ratio of front to back lobe as a measure of directionality in directional antennas; ideally is infinitely requested. In other words unwanted energy is desired to be zero. In this paper, reflective surfaces's shape, position, positioning angles were investigated which observed to improve the front to back lobe ratio so as to provide a 9dB recovery on the front to back lobe ratio for the 4x1 array antenna in the microstrip structure.

Keywords: microstrip array antenna, front lobe, back lobe, front to back lobe ratio, backlobe suppression

1. GİRİŞ

Mikroşerit yapıdaki antenlerin üretiminin kolaylığı ve uygulamalarda sunduğu avantajlar nedeniyle her geçen gün anten uygulamalarında kullanım alanları artmaktadır. Mikroşerit antenlerin gitgide kullanım alanlarının artmasının nedenleri; küçük boyutlara sahip olmaları, düşük güç tüketmesi, geniş band uygulamalarında kullanılabilmesi, üretiminin kolay olması gibi başlıca özellikleri ile açıklanabilir. Mikroşerit antenler uzay araçları, uçaklar, radarlar, uydu haberleşmesi, güdümlü mermi gibi birçok askeri alanda kolaylıkla kullanılabilir olması nedeniyle 1970'li yıllarda çok popüler hale gelmiş ve mikrodalga antenleri içinde başlı başına bir konu halini almıştır. Bu çalışmada mikroşerit yapıdaki 4x1 'lik mikroşerit dizi anten için ön-arka kulakçık oranını düşürecek yansıtıcı yüzeyler incelenmiştir. [1]

Antenleri tanımlarken antenler için önemli olan birkaç karakteristik özellikten yola çıkılır. Bu karakteristik özellikler antenin ışıma özelliklerini ifade ederler. Anten için ışıma deseni en önemli karakteristiklerinden biridir. Bir antenin maksimum ışıma yaptığı yönü, antenin ışıma deseni ile belirtilir. Bir diğer ifadeyle antenin kazancının maksimum olduğu açı değerini ifader eder. Kazancın maksimum olduğu açı değerinde antenin ışıdığı güç de maksimum olacaktır. Işıma deseninin çeşitli kısımlarına kulak adı verilirken bunlar ana veya temel, ikincil, yan ve arka kulakçık olarak alt sınıflara ayrılabilirler.

Bu çalışmanın ana fikri mikroşerit dizi antenin ön-arka kulakçık oranının azaltılmasıdır, ama ilk olarak temel dikdörtgen yama anten tasarlanarak, dizi antende kullanılacak dikdörtgen yamanın boyutları, besleme hatları ve diğer parametreleri optimize edilecektir.

Dizi antenin tasarımında kullanılan temel mikroşerit yama anten boyutları hesaplaması için iletim hattı modeli kullanılmıştır. Tasarlanan antenin 2.45 GHz rezonans frekansında çalışması istenmektedir. Bunun için uygun alt tabaka malzemesi olarak, bağıl dielektrik sabiti ε_r=3 olan AD300A seçilmiş ve dielektrik malzeme kalınlığı 1.524 mm olarak belirlenmiştir.

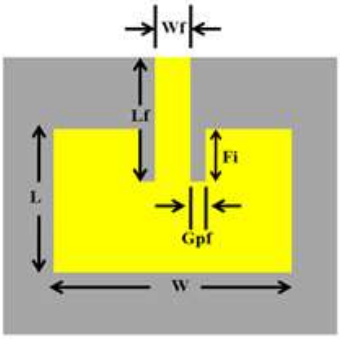
2. ANTEN YAPISI VE TASARIMI

2.1. Temel Mikroşerit Anten Tasarımı

Dizi antende kullanılmak üzere temel dikdörtgen yapıda yama anten tercih edilmiştir. Yamanın boyut hesaplamaları için deneysel formüllerden yola çıkılarak tasarım gerçekleştirilmiştir. Deneysel formüllerle elde edilen boyutlar optimize edilerek istenilen ışıma frekansında antenin çalışması sağlanmıştır.

Tablo 1. Temel mikroşerit yama anten parametreleri(cm)

L	2.578
W	4.33
Lf	1.809
Wf	0.25
Fi	1.137
Gpf	0.1
h	0.1524
Mt	0.01



Şekil 1. Temel mikroşerit anten için boyutlandırmalar

Şekil 1 'de temel mikroşerit anten için anten boyutları verilmiştir. Yama genişliği W, denklem (1) kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır [2][3],

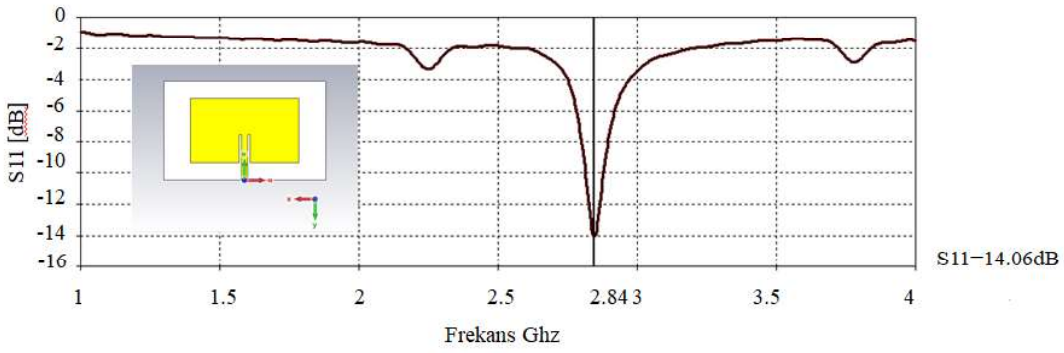
$$W=\frac{c}{2f_0}\sqrt{\frac{2}{\varepsilon_r+1}} \quad (1)$$

Bu denklemde c ışık hızı ve $f_0$merkez frekanstır. f_0=2.45 GHz merkez frekans için W = 43.3 mm olarak hesaplanır. Eğer $\frac{w}{h} \geq 1$ ise, efektif dielektrik sabiti (ε_{ref}) denklem (2) ile verilir [2][3];

$$\varepsilon_{ref}=\frac{\varepsilon_r+1}{2}+\frac{\varepsilon_r-1}{2}\left[\frac{1}{\sqrt{1+\frac{12h}{w}}}\right] \quad (2)$$

Temel mikroşerit yama için hesaplanan değerler Tablo 1 ‘de verilmiştir.

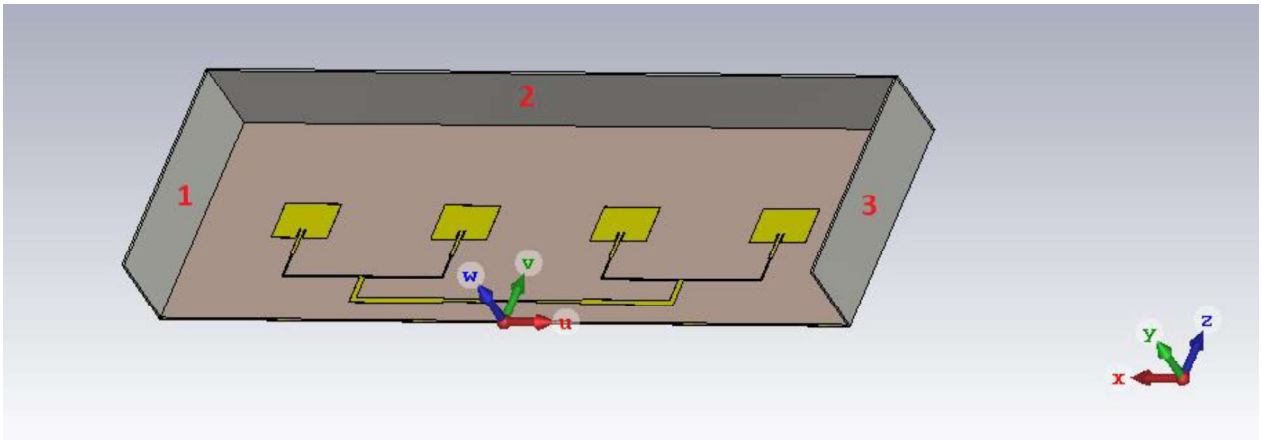
Mikroşerit temel yama için hesaplanan değerler ile Şekil 2’de verilen cst studio suit modeli çizilerek s11 analizi gerçekleştirilmiştir. İstenilen 2.45 GHz rezonans frekansının aksine Şekil 2 ‘de gösterildiği gibi 2.84 Ghz de ışıma yapan temel yama için parametre optimizasyonu yapılmıştır.



Şekil 2. Temel mikroşerit yama antenin cst modeli ve S11 parametresi

2.2. 4x1 Dizi Anten Tasarımı

Parametre optimizasyonu yapılan temel mikroşerit yama kullanılarak Şekil 3 ‘de gösterilen 4x1 ‘lik dizi anten elde edilmiştir. Dizi antenin 2.45 Ghz deki ışıma paterni incelenerek ön-arka kulakçık oranını azaltacak yansıtıcı yüzey tasarımına geçilmiştir [5].



Şekil 3. 4x1 ‘lik dizi anten konfigürasyonu

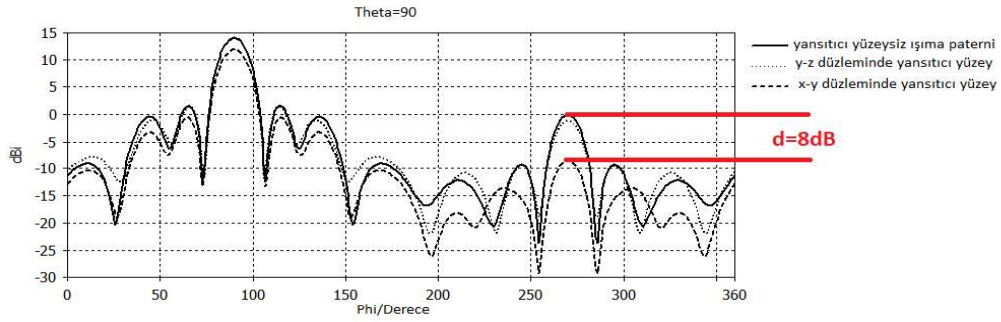
Dizi antenin beslemesinde mikroşerit hat besleme tercih edilmiştir [4]. Besleme tekniğinin seçiminde empedans uyumuna dikkat edilerek seçim yapmak gereklidir. Empedans uyumsuzluğu doğrudan verimliliği etkiler. Mikro şerit hat besleme empedans uyumu en kolay olan besleme yöntemidir. Ancak dielektrik malzemenin kalınlığına bağlı olarak yüzey dalgalanmaları artar.

Doğrudan antenin ışıma desenine etki edecek şekilde tasarlanan yansıtıcı yüzeyler dizi antene uygulanarak antenin ön-arka kulakçık oranı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

2.3. 4x1 Dizi Anten İçin Yansıtıcı Yüzey Tasarımları

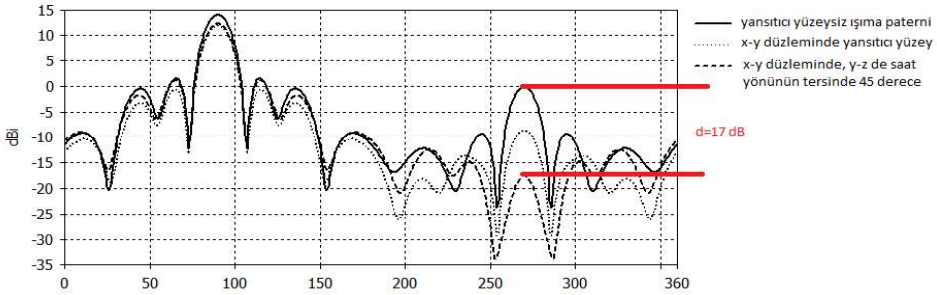
Şekil 3'de verilen sırasıyla y-z düzlemine (1-3 numaralı plakalar) ve x-y düzlemine (2 numaralı plaka) yansıtıcı plaka konularak arka lob üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Her iki konfigürayson için elde edilen sonuçlar Şekil 4 'deki ışıma deseni grafiğinde gösterilmiştir. Dizi antenin ışıma yönüne paralel (1 ve 3 numaralı yansıtıcı yüzeyler) yerleştirilmiş yansıtıcı yüzeylerin arka kulakçık ışımasına etki etmediği gözlemlenirken antenin ışıma yönüne dik konumlandırılan (2 numaralı yansıtıcı yüzey) yansıtıcı yüzeyin arka kulakçık ışımasında 8 dB iyileştirme gösterdiği görülmektedir.



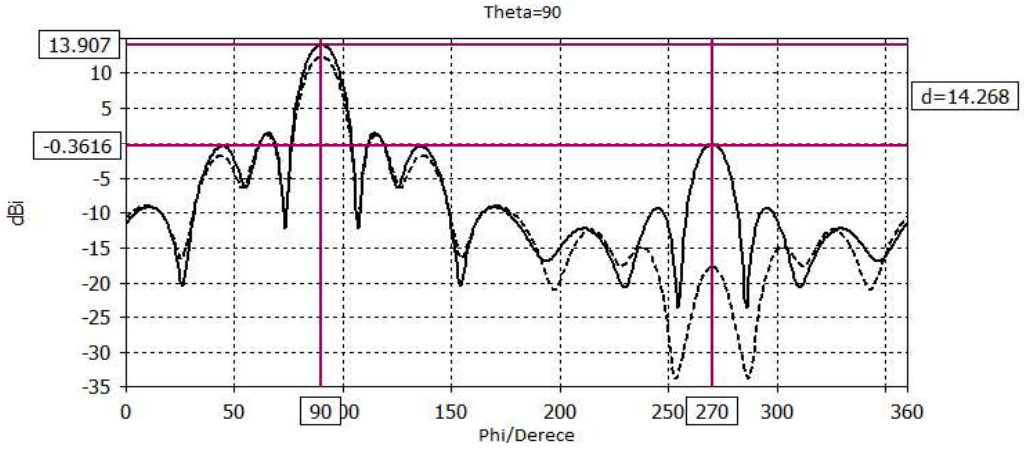
Şekil 4. Düzlemlere konumlandırılmış yansıtıcı yüzeylerin arka kulakçığa etkisi

X-Y düzlemine konumlandırılmış 2 numaralı yansıtıcı yüzeyin arka kulakçığa etkisi göz önüne alınarak, yansıtıcı yüzeyin konumlandırılma açısının etkisini incelemek için çeşitli açı değerlerinde konfigürasyonlar denenerek y-z düzeleminde açı yapacak şekilde konumlandırılan yansıtıcı yüzeyin arka kulakçığı maksimum 17 dB bastırıldığı gözlemlenmiştir. Işıma deseni Şekil 5 'de verilmiştir.

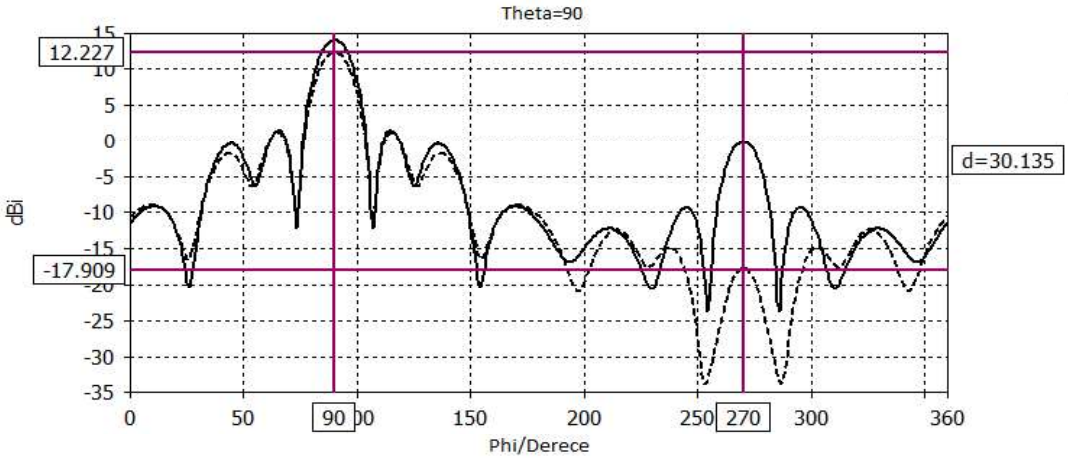


Şekil 5. Y-Z düzleminde açı yapacak şekilde konumlandırılmış yansıtıcı yüzeyin arka kulakçığa etkisi

Yansıtıcı yüzeylerin konum ve konumlandırılma açılarının dışında şekilsel farklılıklarının etkisini incelemek maksadıyla dairel yapıdaki yansıtıcı yüzey denenerek ön-arka kulakçık oranına etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada dairesel yapıdaki yansıtıcı yüzeyin dizi antenin arka kulakçık ışımalarına etki etmediği gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Dizi antenin başlangıçtaki ön-arka kulakçık oranı



Şekil 7. Yansıtıcı yüzeyler sonrası ön arka kulakçık oranı

Yansıtıcı yüzeylerin konumları, konumlandırma açıları, şekilsel farklılıklarını incelemek için yapılan tüm denemeler sonucunda başlangıçta Şekil 6 'da verildiği gibi 14dB olan ön-arka kulakçık oranı, maksimum 30dB olcak şekilde Şekil 7 'de verildiği gibi düşürülmüştür.

3. SONUÇ

Bu çalışmada yatay ve düşey düzlemde düşük ön-arka kulakçık seviyesine sahip mikroşerit hat beslemesi 4x1 elemanlı mikroşerit dizi anten tasarımı yapılmıştır. Tasarımda önerilen yöntemde; yatay ve düşey düzlemde arka/yakın yan kulakçık seviyelerinin artmasına neden olan ışınımları dağıtmak için metalik yansıtıcı yüzeyler kullanılmıştır. CST programının zaman uzayı çözücüsü ile gerçekleştirilen benzetim sonucunda bahse konu yöntemler başarılı performans göstermiştir. Zaman uzayı çözücü ile elde edilen sonuçların doğrulanması maksadıyla; CST programının integral denklem çözücüsü kullanılmış ve benzer sonuçlar elde edilerek çalışma desteklenmiştir. Çalışmada önerilen teknikler, mevcut dizi anten yapısında değişikliğe neden olmadığından farklı dizi elemanına sahip antenlere de uygulanabilecektir. Bu çalışma, yansıtıcı yüzeyinin mikrodalga soğurucu malzeme ile kaplanması gibi çalışmalarla çalışma ilerletilebilir.

4. TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada dizi antenlerin ışıma deseninde istenmeyen ışımaları azaltmaya yönelik sunulan bu yöntemle ön-arka kulakçık oranını azalttığı gözlemlenen yansıtıcı yüzeylerin şekilsel farklılıkları, konumları, ve özellikle konumlandırma açılarının ön-arka kulakçık oranını azaltmak için sundukları performansları incelenerek ön-arka kulakçık oranı 16dB azaltılmıştır.

TEŞEKKÜR

Lisan ve Y.Lisans eğitimim boyunca desteğini hiç esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Gonca ÇAKIR ‘a, yüksek öğrenimimi destekleyen iş yerim Pirelli Otomobil Lastikleri A.Ş. ‘ye teşekkür ederim.Tüm eğitim hayatım boyunca bana inanan ve destekleyen kıymetli aileme yanımda oldukları için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

KAYNAKLAR

[1] Balanis C. A. (2005), *Antenna Theory,* New Jersey: New Jersey.

[2] Kütük H., Teşneli A., Teşneli B. (2013), 3.3 Ghz Mikroşerit Anten Tasarımı ve Farklı Besleme Yöntemleri İçin Analizi, *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 17(1), 199-124.

[3] Matin A., Sayeed I., (2010), A Design Rule for Inset-fed Rectangular Microstrip Patch Antenna, *Wseas Transaction on Communication*, **1**(9), 63-72.

[4] Khraisat, Yahya SH, and Melad M. Olaimat.(2012), Comparison between rectangular and triangular patch antennas array. *19th International Conference on Telecommunications (ICT). IEEE*.

[5] Şahan G., Erden., Başaran E., (2017), Düşük Arka/Yakın Yan Kulakçık Seviyesine Sahip Dizi Beslemeli Parabolik Reflektör Anten Tasarımı, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **5**(3), 1-12.