

# Farklı Yarık Şekilli Çift-Frekanslı Mikroşerit Yama Anten Yapıları

Sinan ONAT , Şimşek DEMİR, Lale ALATAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi  
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü  
İnönü Bulvarı, Ankara 06531, TÜRKİYE.

[sinanonat@hotmail.com](mailto:sinanonat@hotmail.com), [simsek@metu.edu.tr](mailto:simsek@metu.edu.tr), [lalatan@metu.edu.tr](mailto:lalatan@metu.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışmada farklı yarık şekilli çift-frekanslı mikroşerit yama anten yapıları, yapıların rezonans frekansı oranlarındaki değişim nedenlerini yorumlamak üzere tasarlanmış ve yama üzerindeki akım dağılımları incelenmiştir. Antenlerin simülasyon ile ölçüm sonuçları arasındaki benzerlikleri görmek için benzer mikroşerit yama anten yapılarını üretimine ve ölçümüne başlanmıştır.

## 1.Giriş:

Tekrar ayarlanabilirlik, temel olarak, birden fazla aygıt özelliğini tek bir aygıtta toplamak ve bu özellikler arasında geçiş yapabilmektir. Bu sayede, hem kullanılan yapıların kapladıkları alanlar küçültülebilir, hem de alana bağlı maliyet azaltılabilir. Antenlere tekrar ayarlanabilirlik özelliği sıklıkla çok-frekanslılık, -polarizasyonluluk ve -ışınım örüntüsü kazandırarak, veya bunlar arasında geçiş yaptırarak uygulanır [1].

Bir mikroşerit yama anten üzerine, uygun yerde, uygun büyüklük ve biçimde yarık açıldığında iki ayrı frekansta rezonans elde edilebilir. Literatürde bu tür antenler sıklıkla yer almaktadır. Ancak çift-frekanslı mikroşerit yama antenlerinin tasarımı için öngörüler olmakla birlikte, açık bir tasarım yöntemi bulunmamaktadır. Bu çalışmada yarık yapısının mikroşerit yama antenlerin rezonans frekansları üzerindeki etkisi akım dağılımları gözönüne alınarak incelenmiştir. Yarıklı çift-frekanslı mikroşerit yama anten tasarımlarında yol gösterici olması amacı ile yarık şekli ile rezonans frekanslarının oranı arasındaki ilişki araştırılmıştır.

## 2.Anten Tasarımı ve Yapısı:

Farklı yarık şekilli çift-frekanslı mikroşerit yama anten tasarımlarımıza, literatürde de en sık rastlandığı gibi dikdörtgen yarık açarak başlanmıştır. Çalışma boyunca referans olarak kabul ettiğimiz bu antenden sonra, yedi tane farklı yarık şekilli çift-frekanslı mikroşerit yama anten yapısı tasarlanmıştır. Tüm tasarımlarda kullanılan malzeme Corning Glass'tır ( $\epsilon_r = 4.6$ , Loss tangent = 0.005,  $h = 0.5$  mm) ve mikroşerit yama antenin boyutları 9 mm x 10 mm'dir. Antenler, 0.92 mm genişliğindeki mikroşerit iletim hattı ile düzlemsel olarak beslenmiş ve besleme hattının iki yanında açılan girintilerin uzunluklarını ayarlayarak empedans uyumu (rezonans frekansında en düşük yansıma katsayısı) sağlanmıştır.

Tasarlanan farklı yarık şekilleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Yarıklar, antenin beslendiği kenarı dışındaki kenarlarına 0.25 mm mesafede olup, yarıkların maksimum genişliği ilk altı tasarımda 0.2 mm, son iki tasarımda ise 0.1 mm alınmıştır.

## 3.Simülasyon Sonuçları:

Tek yarıklı yapıların mikroşerit yama antenlerde çift rezonans frekans oluşturduğu bilinmektedir. Bu iki rezonans frekanslarının biri antenin yarıksız yapısının verdiği rezonans değerinden küçük, diğeri ise büyüktür. Temel olarak, rezonans frekans değerinin küçük veya büyük olması, girişten verilen sinyalin katettiği yolla ters orantılı olmasından ötürüdür. Çalışma boyunca yapılan incelemelerde görüldüğü üzere, birincil (düşük -  $f_1$ ) frekans değeri yarığın uzunluğu ve genişliği ile birlikte yarık ile antenin kenarı arasındaki mesafeye bağlıdır. Sinyalin yarığın çevresinden dolaştığı ve ışınının yarığın açıldığı kenardan da gerçekleştiği düşünülmektedir. Belirtilen özelliklere bağlı olarak sinyalin kattettiği yol uzadıkça düşük frekans değerinde daha da azalma gözlenmesi beklenir (Tablo 1). İkincil (yüksek -  $f_2$ ) frekans değerinin antenin yarıksız rezonans frekans değerinden büyük olması da yarığın ortaya çıkarttığı -daha kısa- olan etkin-yarık-mesafesinin bir sonucudur. Bu mesafe yarık yapısının -lenslerde belirtildiği gibi- dışbükey, içbükey, düz olması ve bunların da yama üzerindeki konumu ile belirlenir. Aynı yarık boyutları ve konumları sağlandığında ise, yüksek frekans değeri yarık yapısının sırasıyla içbükey, düz ve dışbükey olması ile artar (Tablo 1).

Çalışmada kullanılan mikroşerit yama antenin herhangi bir yarık açılmadan önceki halinde sahip olduğu rezonans frekansı değeri 7.73 GHz'dir. Literatürde sıkça rastlanan dikdörtgen şekilli yarık açıldığında (T1)  $f_1 = 6.939$  GHz,  $f_2 = 9.055$  GHz olmuştur. Çalışma boyunca baz olarak kabul ettiğimiz bu değerlerin oranları 1.305'tir. Bundan sonraki tasarımda ise (T2) düşük frekans değeri neredeyse aynı kalmıştır. Bu benzerlik,  $f_1$ 'in yarığın sol tarafına bağımsız sayılabileceğini gösterir. Ancak, T5 ve T6'da görüldüğü üzere,  $f_1$  değeri yarıkla ışınının olduğu kenar arasındaki boşluğa oldukça bağlıdır. Bu alanın genişlemesinin, sinyalin ışınım için katettiği mesafeyi uzatmasına neden olduğu görülüyor. T3 ve T4'te ise, T2'deki yarık yapısının aksine üst ve alt uçlara gidildikçe yarık daralıyor (Şekil 1). Bu etki sinyalin yarık etrafından daha az yol katederek mikroşerit antenin ışınının olduğu kenara ulaşmasını ve dolayısıyla yüksek  $f_1$  değeri görülmesini sağlıyor.

İkincil (yüksek -  $f_2$ ) frekansları değerlendirilirken, değerler birbirine yakın olduğundan iki grup olarak incelenmiştir. Birinci, T1'in sonucuna göre  $f_2$  değeri düşük olan, T2 – T5 – T6 grubu içbükey lens yapısına; ikinci, T1'in sonucuna göre  $f_2$  değeri yüksek olan, T3 – T4 grubu dışbükey lens yapısına sahiptir (Şekil 1). Mikroşerit yama antenlerinin akım dağılımları incelenmesi sonucunda etkin-yarık-mesafenin iki gruba da aynı mutlak rezonans frekansı değişimi ( $\sim \pm 300$  MHz) yarattığı gözlemlenmiştir. Bu gruplar içindeki tasarım sırasına göre frekans değerinin ihmal edilebilecek artış sergilemesi akım ağırlıklı etkin-yarık-mesafesinin azalmasının sonucudur.

Yukarıda anlatılan yorumların öngörülerıyla tasarlanan T7 ve T8 mikroşerit yama antenlerinin simülasyon sonuçları beklenildiği gibi çıkmıştır (Tablo 1). T7'de sinyalin yarığın etrafından diyagonal olarak ilerleyerek  $f_1$  değerinin artmasına imkan tanımaya rağmen, yarığın kalınlığının yarıya indirilmesi ve ışınının yapıldığı kenarla arasında oluşan boşluğun artması  $f_1$  değerinin aynı kalmasına neden olmuştur (Şekil 1). Ancak bu nedenler, aynı ağırlıktaki etkilerinden ötürü, T8'de  $f_1$  değerini arttırmıştır. İkincil frekans için elde edilen değerler, T1'deki değerlere çok yakındır, çünkü herhangi bir içbükey veya dışbükey lens yapısı yoktur. Ancak  $f_2$  değerindeki ufak oynamalar mikroşerit yama antenin üzerindeki akım ağırlıklı etkin-yarık-mesafesinin değişiminin neticesidir.

#### 4.Sonuç:

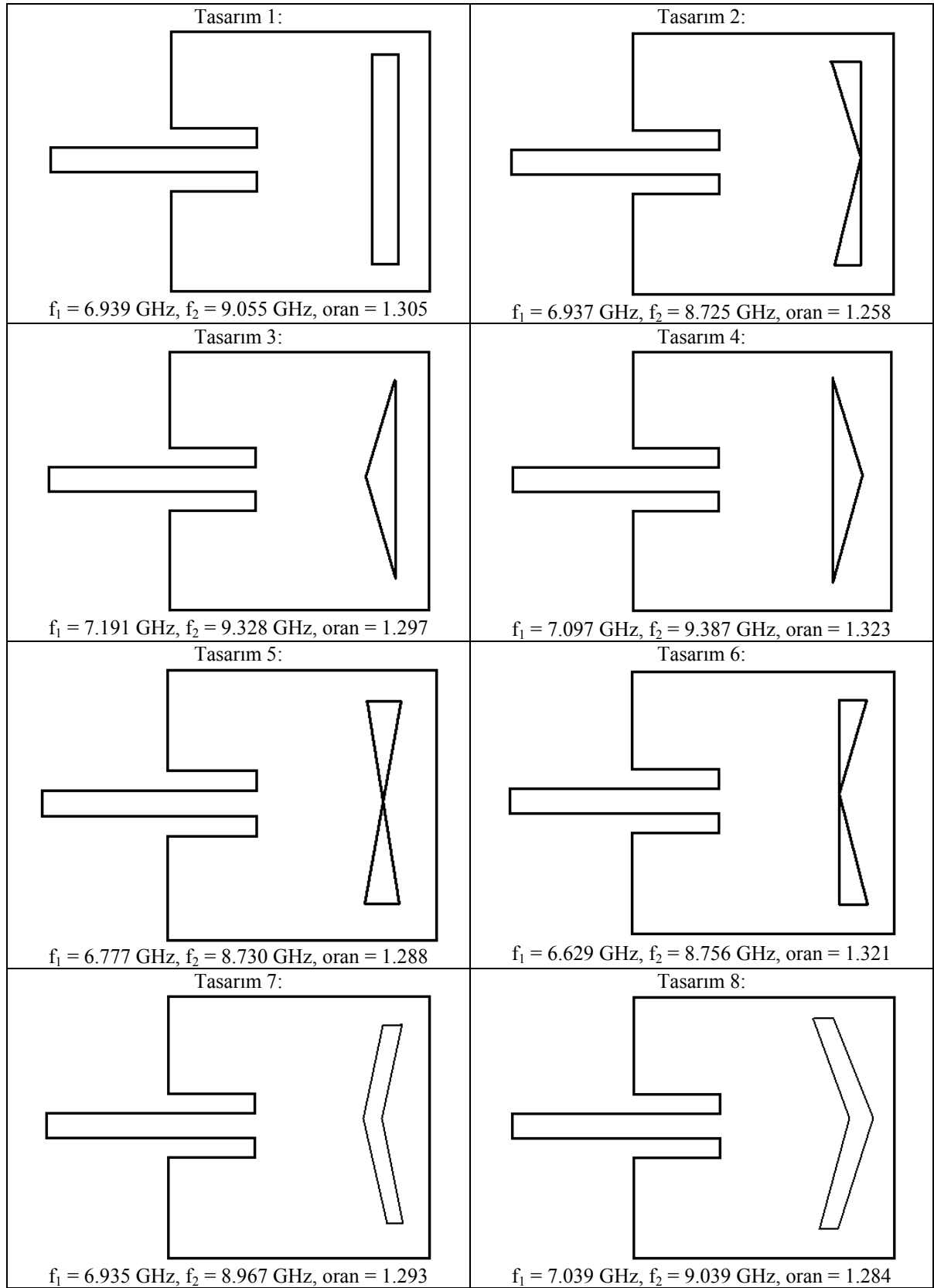
Bu çalışma, literatürde sıkça rastlanan dikdörtgen yarık şekilli mikroşerit yama anten yapılarıyla istenilen rezonans frekans oranlarına ulaşamaması neticesinde, farklı yarık şekilleri tasarımlarını önermek ve bu tasarımlarda yol gösterici olmak için yapılmıştır. Çift-frekanslı mikroşerit yama anten yapıların düşük rezonans frekans değerinin; yarığın boyutu, konumu ve eğiminin yanı sıra antenin ışınım yapılan kenarıyla arasındaki boşluğa bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Yüksek rezonans frekansının ise yarığın içbükey, düz veya dışbükey gibi yapı gruplarının oluşturduğu farklı etkin-yarık-mesafesine bağlı olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen rezonans frekans oranları Tablo 1'de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar son derece olumlu ve geniş bir bant (1.258 – 1.323) göstermektedir.

#### Kaynak:

[1] B. Wang, Y. T. Lo, "Microstrip Antennas for Dual-Frequency Operation," *IEEE Trans. on Antennas and Propagat.*, Vol. AP-32, no. 9, pp. 938 – 943, September 1984.

| Tasarım No: | $f_1$ (GHz) | $f_2$ (GHz) | Oran  |
|-------------|-------------|-------------|-------|
| T1          | 6.939       | 9.055       | 1.305 |
| T2          | 6.937       | 8.725       | 1.258 |
| T3          | 7.191       | 9.328       | 1.297 |
| T4          | 7.097       | 9.387       | 1.323 |
| T5          | 6.777       | 8.730       | 1.288 |
| T6          | 6.629       | 8.756       | 1.321 |
| T7          | 6.935       | 8.967       | 1.293 |
| T8          | 7.039       | 9.039       | 1.284 |

Tablo 1: Farklı yarık şekilli çift-frekanslı mikroşerit yarık antenlerin simülasyon sonuçları



Şekil 1: Farklı yarık şekilli çift-frekanslı mikroşerit yama anten yapıları ve simülasyon sonuçları