

Işıma Örüntüsü Şekillendirilebilen Kompakt Mikroşerit Yama Anten Çalışması

Feza Turgay Çelik, Lale Alatan, Özlem Aydın Çivi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ankara

feza.celik@metu.edu.tr, lalatan@metu.edu.tr, ozlem@metu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada ışıma örüntüsü şekillendirilebilir mikroşerit anten tasarımı inceleneyecektir. Tasarımın amacı ışıma örüntüsünü yükseliş düzleminde $+40^{\circ}$ ile -40° arasında tarayabilmektir. Anten kare mikroşerit yama antenin iki parçaya ayrılması ile oluşturulmuştur. Kare yama, iletken bir levha ile iki simetrik parça oluşturacak şekilde bölünmüştür. Kullanılan iletken levha, yama anten ve toprak düzlemi arasında elektriksel bağlantıyı sağlamaktadır. Işıma örüntüsü iki anten parçasının farklı faza sahip sinyallerle uyarılması sonucunda döndürülmüştür.

Abstract: In this study, a pattern reconfigurable antenna is investigated. The main objective of the designed antenna is to steer its radiated beam between $+40^{\circ}$ and -40° in the elevation plane. Antenna is constructed by separating a regular square patch antenna into two identical parts with a conducting plate. The conducting plate is introduced so that it establishes connection between patch and ground structures. The pattern reconfiguration is obtained by applying phase difference between antenna sub-elements.

1. Giriş

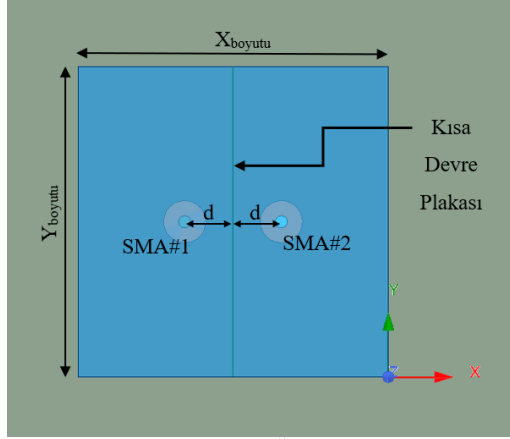
İletişim teknolojilerindeki artan talep, anten teknolojilerinde ışıma örüntüsü üzerinde yeni taleplere yol açmaktadır. Özellikle 5G protokolünde sıklıkla kullanılan Çoklu Giriş Çoklu Çıkış (ÇGÇÇ) sistemlerinde ışıma örüntüsü şekillendirilebilen anten elemanları tercih edilmektedir. Bu çalışmada, 5G uygulamalarına yönelik olarak protokolün 6 GHz altı bandı kullanılmış ve antenin rezonans frekansı olarak 3.6 GHz seçilmiştir [1].

Işıma örüntüsü şekillendirilebilen antenler üzerine yapılan bazı çalışmalarda parazitik elemanlar kullanılarak ışıma örüntüsü döndürülmüştür [2-3]. Bu çalışmaların ana dayanağı, ışımının kullanılan parazitik elemanların yönünde odaklanması veya mevcut durumun tersi yönde ışıma yapmasıdır. Parazitik eleman, uyarılan elemandan büyükse ışınan elektromanyetik alanları kendinden uzaklaştıracaktır. Ters durum, parazitik elemanın uyarılan elemandan küçük olması durumunda gözlemlenebilir. Bu yöntem, tarama performansı olarak başarılı olsa da dar bir aralıkta tarama yapabilmektedir. Ayrıca eklenen parazitik metaller antenin boyutunu büyütmede ve tasarımı ÇGÇÇ gibi kompakt antenlere gereksinim duyan bir sistem için büyük kılıkmaktadır. Işıma örüntüsünü şekillendirmek için kullanılan bir başka yöntem mikroşerit antenin farklı kavite modlarının aynı eleman üzerinde uyarılmasıdır [4]. Bu çalışmalardaki amaç dikdörtgen şeklindeki yama antenlerin TM_{01} ve TM_{02} modlarını aynı frekans bandında uyarılmasıdır. Bu tasarımlar, ışıma diyagramını sadece iki farklı açıda yaratıp ara açıları tarayamamaktadır.

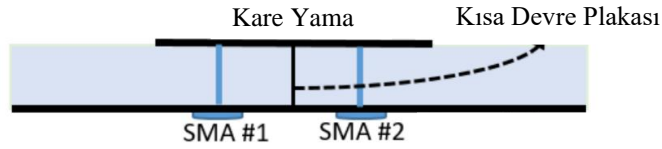
Işıma örüntüsünün sıfır olduğu açıyı tarayan bir tasarım [5]'de çalışılmıştır. Bu çalışmada yama antenin çift ve tek modları kullanılarak ışıma diyagramının sıfır olduğu noktalar taranmıştır. Tarama işlemi, antenin rat-race yapısı kullanılarak iki farklı noktadan uyarılmasıyla sağlanmıştır. Sözü geçen çalışmadan ayrı olarak bu çalışmada amaç ışıma örüntüsünün maksimum noktasını taramaktır. Bunun için çift ve tek mod operasyonları aralarına faz farkı uygulanarak kullanılmıştır.

2. Anten Yapısı

Tasarımda kare şeklindeki mikroşerit yama anten kullanılmıştır. Kullanılan dielektrik Rogers 5880 olup göreceli dielektrik sabiti 2.2 ve kayıp tanjantı 0.0004 dür. Kullanılan dielektrik plaka 1.524 mm kalınlığındadır. Anten iletken bir levha ile ikiye ayrılmış, ayrılan bu parçalar eş merkezli kablo ile uyarılmıştır. Antenin üstten görüntüsü (x-y düzlemi) Şekil 1'de, yandan görüntüsü (x-z düzlemi) Şekil 2'de görülebilir. Bu şekilde SMA gösterimi antenin besleme noktalarını belirtmektedir.



Şekil 1. Antenin Üst Görünümü.



Şekil 2. Antenin Yan görünümü.

Şekil 1’de görüldüğü üzere anten iki bağımsız noktadan uyarılmıştır. Bu farklı uyarma noktaları anten parçaları arasında farklı faz farkları uygulanmasına olanak tanımaktadır. Anten parçaları arasındaki izolasyonu sağlayan kısa devre plakasının konumu Şekil 2’de görülebilir. Antenin fiziksel boyutları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Anten boyutları.

Parametre	Uzunluk (mm)
X_{boyutu}	25.7
Y_{boyutu}	25.7
d	4
Dielektrik boyutu	100 x 100
Dielektrik Kalınlığı	1.575

Çift ve Tek mod tanımları [5]’de yapılmıştır. Bu tanımlara göre anten parçaları aralarında faz farkı olmadan uyarıldığında tek mod ortaya çıkmaktadır. Bu modun karakteristik Elektrik alan dağılımı Şekil 3(i)’de görülebilir. Tek mod ile uyarılan anten, konik şekilde bir ışına örüntüsüne sahiptir. Bu ışına örüntüsü monopollü antenin oluşturduğu ışına örüntüsüne benzemektedir. Anten parçaları arasındaki faz farkı 180° olarak ayarlanırsa (zıt fazlı) çift mod oluşur. Gözlemlenen bu mod, yükseliş eksenini yönünde ışına örüntüsüne neden olur. Çift mod uyarılmasında oluşan Elektrik alan dağılımı Şekil 3(ii)’de gözlemlenebilir.



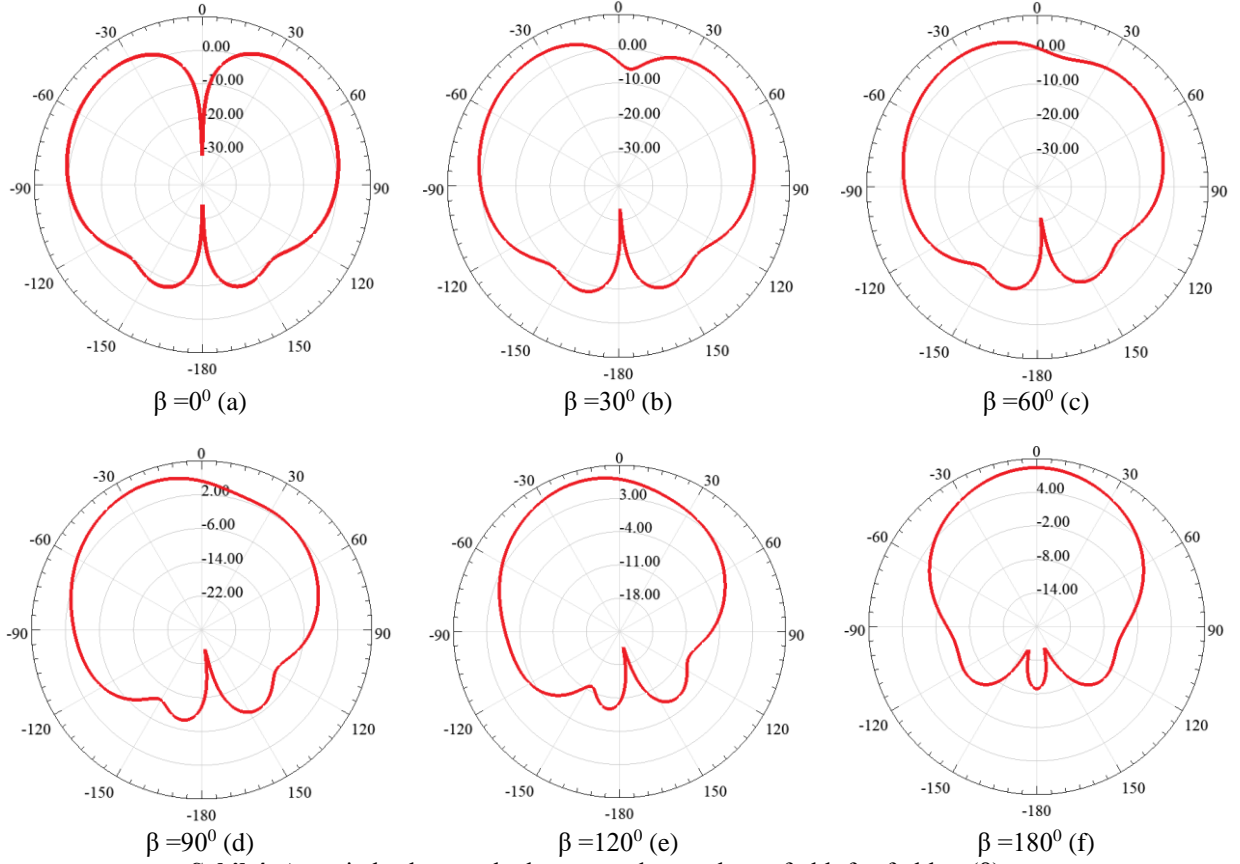
Şekil 3. Tek (i) ve Çift (ii) modlarda oluşan Elektrik alan ve Manyetik akım dağılımları.

Çift ve tek modların ortaya çıkardığı ışına, istenilen ışına örüntüsü aralığının uçlarını oluşturmaktadır. Bu modların farklı ağırlıklarla kullanılması ışına örüntüsünün farklı açı değerlerine dönmesini sağlar. Modlar Şekil 1’de gösterilen SMA#1 ve SMA#2 uyarım noktaları arasında uygulanan faz farkı miktarına göre, daha baskın veya silik olarak ışınmaya katkıda bulunurlar. Bu durum, ışına örüntüsünün $+40^\circ$ ve -40° arasında taranmasına olanak sağlar.

3. Sayısal Sonuçlar

Bu bölümde, antenin ışına örüntüsünü tarama performansı incelenmiş, antenin uyarma noktalarına uygulanan farklı faz farklarının (β) yarattığı ışına örüntüleri gösterilmiştir. Tasarlanan anten ANSYS HFSS programı

kullanılarak incelenmiş ve benzetim sonuçları elde edilmiştir. Şekil 4’de farklı faz farkları için elde edilen ışınma örüntüleri gözlemlenmektedir. Şekiller, ışınma diyagramının $\phi=0^{\circ}$ kesiti için çizdirilmiştir.



Şekil 4. Antenin besleme noktaları arasında uygulanan farklı faz farkları (β) için oluşan ışınma örüntüleri.

4. Sonuç

Bu çalışmada ışınma örüntüsü taranabilen kompakt, tasarımı özelleşmiş bir mikroşerit anten incelenmiştir. Işınma örüntüsündeki değişiklikler antenin besleme noktaları arasında farklı faz farkları uygulanarak elde edilmiştir. Yama antenin iki parçaya bölünüp, topraklanması ile farklı mod tiplerinin kombinasyonu elde edilebilmiş ve değişen faz farklarına göre, ışınma diyagramında belli açı aralığında sürekli bir tarama sağlanabilmiştir. Tasarım yükseliş ekseninde $+40^{\circ}$ ile -40° arasındaki değerleri tarayabilmektedir. Anten üretilip ölçülecek ve bu şekilde tasarım doğrulanacaktır.

Kaynaklar

- [1]. ‘What Frequency Spectrum Will 5G Technology Use?’.[Çevirim içi]. “