

K Band Mikroşerit Yama Anten Dizisi Tasarımı

Aslı Eda Aydemir^{1,2}, Lale Alatan², Sencer Koç², Özlem Aydın Çivi²

¹Ortana Elektronik ve Yazılım A.Ş.

Ankara

asli.aydemir@ortana.com

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

Ankara

lalatan@metu.edu.tr, skoc@metu.edu.tr,

ozlem@metu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada 24.125 GHz'de çalışan, 14 x 14 elemanlı, mikroşerit yama anten dizisi tasarlanmış, üretilmiş ve test edilmiştir. Paralel bağlı seri besleme tekniği kullanılmış, iletim hatları ve birim elemanlar arası etkileşim tasarım parametreleriyle minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Çalışma bandı 24-24.25 GHz'dir. Dar açılı olarak tasarlanan bu anten dizisinin ışın demeti genişliği hem E hem de H düzlemlerinde 7 derece olarak belirlenmiştir. Ölçüm sonuçlarının simülasyonlarla uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Abstract: In this work, 14 x 14 elements microstrip patch antenna array operated at 24.125 GHz was designed, produced and tested. In order to minimize coupling effects between antenna elements and transmission lines, parallel connected series fed technique is used. Antenna's operating band is between 24-24.25 GHz. This design has 7 degree beamwidth in both azimuth and elevation planes. Measurement and simulation results are very similar.

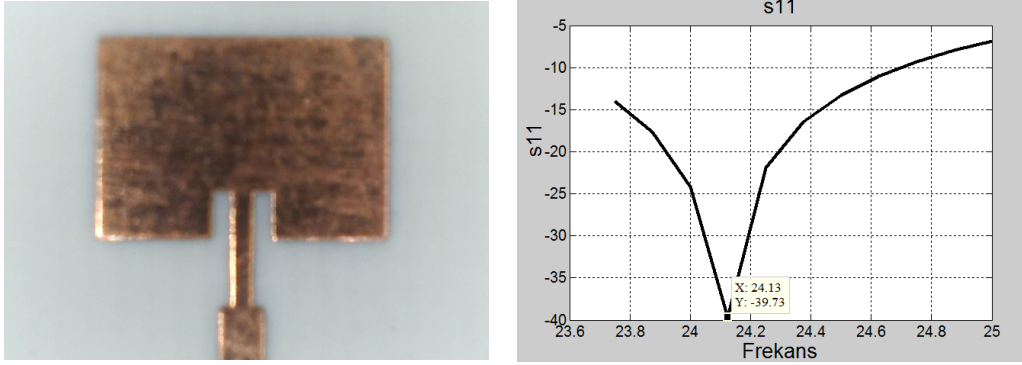
1. Giriş

Mikroşerit yama antenler düşük maliyetli, basit, analizi ve tasarımı kolaylıkla yapılabilen bir anten çeşididir [1]. Topraklanmış dielektrik plaka üzerine metalik yama parçalarla baskı devre teknikleri kullanılarak üretilen bu antenler sergiledikleri yüksek performansları sebebiyle mikrodalga modüllerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, 24.125 GHz'de bir uygulama için küçük, düşük profilli, hafif bir almaç/göndermeç anteni tasarlanmıştır. Antenin huzme genişliği isteri hem E hem H düzlemlerinde 7 derece'dir. -20 dB'den düşük bir yan huzme seviyesi hedeflenmiştir. Bu isterleri sağlamak için 14x14 elemanlı seri beslemeli bir mikroşerit yama anten dizisi tasarlanmıştır. Yan huzme düzeyini düşürmek için sönümleme uygulanmıştır. Tasarımın detayları 2. Bölümde verilmiş; ölçüm sonuçları simülasyonlarla karşılaştırılmıştır.

2. Mikroşerit Anten Dizisinin Tasarım ve Üretimi

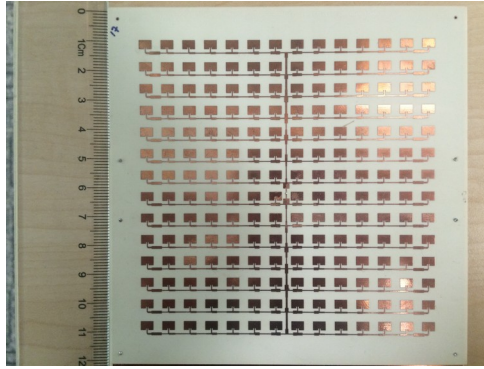
Anten dizisinin birim elemanı olarak içe doğru girintili mikroşerit hat beslemeli mikroşerit yama anten kullanılmıştır. Anten, 20mil kalınlığında dielektrik sabiti(ϵ) 3.66 olan Rogers Duroid 4350 malzemesi kullanılarak tasarlanmıştır. Birim eleman ve dizinin tasarımlarında yüksek frekans elektromanyetik simülasyon programı, Ansys HFSS Electromagnetic Suite'in Momentler Yöntemi tekniğiyle çözüm sunan aracı kullanılmıştır [2]. Yan huzme düzeyi isterlerini gerçekleştirecek anten dizisi güç bölücüsü voltaj katsayıları 20 dB Taylor dağılımına göre belirlenmiştir. Diziyi ince ve küçük yapabilmek için paralel bağlı seri besleme tekniği kullanılmıştır [3]. Bu teknikte besleme katsayıları empedans uyarlaması ile sağlanır. Bu empedans uyarlamalarını gerçekleştirilebilir ve ışına örüntüsünü bozmayacak hat genişlikleriyle sağlamak için mikroşerit yama anteni, giriş empedansı 100 Ω olacak şekilde tasarlanmıştır. Eğer daha düşük empedanslı anten elemanları kullanılırsa, empedans uyarlaması için gereken iletim hat empedansları küçülecek, hat genişlikleri artacaktır. Bu durum hatlar ve anten elemanları arasında bağlaşıma yol açacağından tercih edilmemiştir.

Birim eleman olarak 24.125 GHz'de, giriş empedansı 100 Ω , merkez frekansta geri dönüş kaybı -30dB'den küçük olan mikroşerit yama anten tasarlanmış ve üretilmiştir. Anten beslemesi yamanın içine doğru girilerek yapılmış, anten empedansı bu içe doğru mesafe değiştirilerek 100 Ω 'a uyarlanmıştır. Giriş geri donuş kaybı ve ışına örüntüsü ölçümleri ile birim eleman tasarımının dizi tasarımına uygunluğu doğrulanmıştır. Birim anten elemanı ve giriş geri dönüş kaybı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Birim anten elemanı ve giriş geri dönüş kaybı grafiği

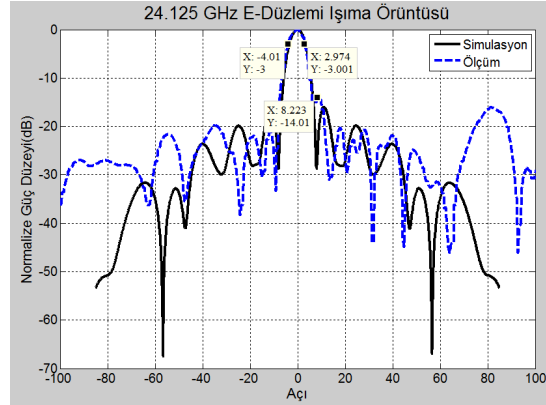
Tasarlanan birim elemanın kullanıldığı 14 x 14 elemanlı anten dizisi tasarımı yapılmış, her bir anten elemanının eş fazlı beslenebilmesi için anten elemanları arasındaki mesafe bir kılavuzlu dalga boyu, $\lambda_g=7.34\text{mm}$, olarak seçilmiştir. Simulasyon programında band içerisinde geri dönüş kaybına ve ışınım örüntüsüne bakılmış, yan huzme seviyesinin H düzleminde -20dB, E düzleminde -15dB olduğu ve 7'lik huzme genişliklerinin sağlandığı gözlenmiştir. E düzlemindeki elemanlar arası etkileşimlerin daha çok olması nedeniyle yan huzme düzeyinin yükseldiği düşünülmektedir. Tasarlanan dizi anten baskı devre teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. Anten Şekil 2'de gösterilmektedir.



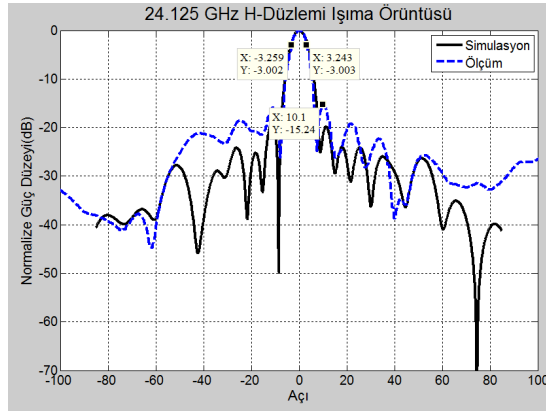
Şekil 2. Üretilmiş anten dizisi

Şekil 3'de E düzlemi ışınım örüntüsünün simulasyon ve ölçüm karşılaştırılması, Şekil 4'de ise H düzlemi ışınım örüntüsünün simulasyon ve ölçüm karşılaştırılması gösterilmektedir. İki düzlemde de 7 derecelik huzme genişliği elde edilmiştir. Yan huzme düzeylerinin -14dB den düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, hem E hem H düzlemlerinde, simulasyon örüntüleriyle karşılaştırıldığında, ölçüm örüntülerinde yan huzme düzeyi artışı göze çarpmaktadır. Ölçümlerle simulasyonlar arasındaki bu farklılıkların, simulasyon ortamında antenin tam olarak modellenememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu anten dizisinin giriş geri dönüş kaybı, E ve H düzlemlerindeki ışınım örüntüleri, 40 GHz' e kadar çalışan konnektörler kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler için kullanılan konnektörü, kenardan monte edebilmek için bazı değişiklikler yapılmıştır. Özellikle E düzleminde 90° dolaylarında ölçümlerde görülen artış, bu değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Simulasyonda Momentler Yöntemi kullanılmış, dielektrik sonsuz kabul edilmiş, konnektör simulasyona dahil edilememiştir.



Şekil 3. E düzlemi ışına örüntüsünün simülasyon ve ölçüm karşılaştırılması



Şekil 4. H düzlemi ışına örüntüsünün simülasyon ve ölçüm karşılaştırılması

3. Sonuç

24.125 GHz'de, 14x14 elemanlı mikroşerit anten dizisi tasarlanmış, üretilmiş ve ölçümleri yapılmıştır. Paralel bağlı seri besleme tekniği olarak adlandırılan bir besleme tekniği kullanılmış, iletim hatları ve birim elemanlar arası etkileşim tasarım parametreleriyle minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Ölçümler sonucunda istenilenleri sağlayan bir dizi anten elde edildiği görülmüştür.

4. Bilgilendirme

Bu çalışma, TÜBİTAK TEYDEB 1501 Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı 3140416 numaralı proje kapsamında desteklenmektedir.

Kaynaklar

- [1] Balanis, C. A. (2005). Antenna theory: Analysis and design. Hoboken, NJ: Wiley Interscience. s.18,19.
- [2] <http://www.ansys.com>
- [3] Fang, D. G. (2009). Antenna theory and microstrip antennas. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis. s.208.