

RF MEMS TEKNOLOJİSİ İLE REZONANS FREKANSI AYARLANABİLİR MİKROŞERİT YAMA ANTEN

Emre Erdil¹, Özlem Aydın Çivi²

¹Sermaye Piyasası Kurulu, Bilgi İşlem, İstatistik ve Enformasyon Dairesi, Ankara
emre.erdil@spk.gov.tr

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara
ozlem@metu.edu.tr

ÖZET

Bu bildiride RF MEMS teknolojisi kullanılarak iki farklı yöntemle tasarlanan ayarlanabilen mikroşerit yama anten sunulmaktadır. Yapılardan birincisinde mikroşerit yama anten sabit uzunluktaki bir iletim hattı üzerine yerleştirilen değişken kapasitörlerle yüklenmiştir. İkinci yapıda ise değişken kapasitörler anten ile aynı düzlemde bulunan eşdüzlemsel dalga kılavuzu üzerine yerleştirilmiştir. Bu yapılar için yapılan benzetimlerde, anten frekansının, değişken kapasitansla değiştirilebildiği gösterilmiştir.

GİRİŞ

Farklı frekanslarda çalışan iletişim ve bilgi sistemlerinin ortaya çıkmasıyla, tek bir antenle birden çok işlevi sağlayabilmek için, antenlerin bu frekanslara göre ayarlanabilmesine gereksinim duyulmaktadır. Son yıllarda adı sıkça duyulmaya başlanan Mikro Elektro Mekanik Sistemler (MEMS) teknolojisi ile ayarlanabilir devre elemanları üretilmeye başlanmıştır. Radyo Frekansı (RF) uygulamaları için geliştirilen bu mekanik yapılarla yüksek performanslı RF anahtarlar, ayarlanabilir kapasitörler, endüktörler, filtreler ve faz kaydırıcıları gibi pek çok devre elemanının üretilebildiği çalışmalarla gösterilmiştir [1]. Bu ayarlanabilir devre elemanlarının kullanımıyla özellikleri değiştirilebilir antenler tasarlamak olanaklı hale gelmiştir. Bu çalışmada da MEMS ayarlanabilir kapasitör kullanılarak frekansı ayarlanabilen tektaş mikroşerit yama anten tasarlanmıştır.

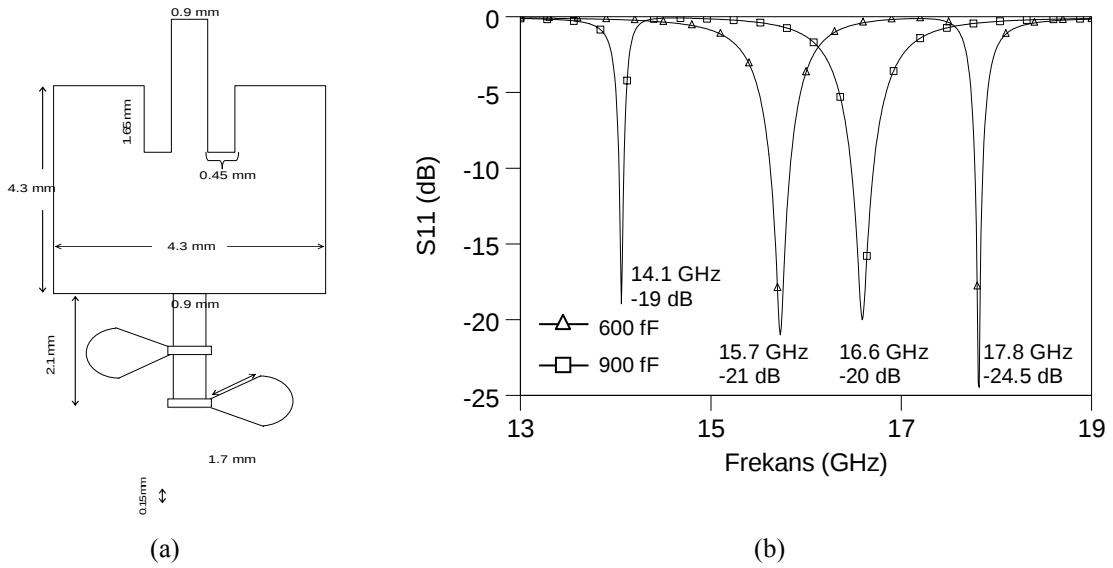
Bir mikroşerit yama anten kapasitör ile yüklendiğinde antenin eşdeğer sığası değiştirilmekte ve antenin rezonans frekansı kaydırılabilmektedir. Antenin kapasitif olarak yüklenmesi rezonans frekansını düşürmektedir [2]. Çalışmalarımızda, RF MEMS teknolojisi kullanılarak tasarlanan ayarlanabilir kapasitör yapılarının mikroşerit yama anten ile bütünleştirilmesiyle rezonans frekansının ayarlanabildiği gösterilmiştir. RF MEMS ayarlanabilir kapasitörler ile mikroşerit yama antenlerin aynı pul üzerinde tektaş olarak üretimi planlandığından, antenin pul üzerinde az yer kaplaması için antenler 16 GHz’de rezonansa gelecek şekilde tasarlanmıştır. Mikroşerit yama antenin kapasitif olarak yüklenmesi için iki farklı yapı ele alınmıştır. Bu yapılardan ilkinde mikroşerit yama anten sabit uzunluktaki bir iletim hattı üzerine yerleştirilen ayarlanabilir kapasitörler ile yüklenmiş ve kapasitörler 16 GHz’de toprak özelliği gösterecek şekilde tasarlanan dairesel kütüklerle topraklanmıştır. İkinci yapıda ise ayarlanabilir kapasitörler mikroşerit yama anten ile aynı düzlemde bulunan eşdüzlemsel dalga kılavuzu üzerine yerleştirilmiştir.

MİKROŞERİT YAMA ANTENİN TASARIMI

RF MEMS ayarlanabilir kapasitörler üzerlerine DC voltaj uygulanarak sığası voltaja göre değiştirilebilen devre elemanlarıdır. Bu kapasitörler ayarlanabilir uyumlama devrelerinde, ayarlanabilir filtrelerde ve ayarlanabilir antenlerde uygulama alanı bulabilmektedirler [3]. RF MEMS ayarlanabilir kapasitörler basitçe aralarına voltaj uygulanan iki metal plakanın elektrostatik kuvvet ile birbirlerini çekmesiyle iki metal plaka arasında bulunan sığanın değişmesi prensibine göre oluşturulurlar. Dielektrik madde olarak hava kullanıldığından bu kapasitörler güç kaybını azaltmaktadırlar.

Bu bildiride RF MEMS ayarlanabilir kapasitörler kullanılarak iki farklı yöntemle rezonans frekansı ayarlanabilir mikroşerit yama anten sunulmaktadır. İlk yapıda mikroşerit yama anten sabit uzunluktaki bir iletim hattı üzerine yerleştirilen RF MEMS ayarlanabilir kapasitörlerle yüklenmiştir. Kapasitörler iletim hattının 2 µm üzerine yerleştirilen metal köprülerden oluşmaktadır. Yapılan benzetimlerde metal köprülerin iletim hattına olan yüksekliği ilk yüksekliğin 2/3’üne kadar indirilmiştir. İletim hattı olarak mikroşerit hat kullanıldığından kapasitörlerin topraklanabilmesi için kullanılan tabanın delinmesine gereksinim vardır. Ancak bu durum

teknolojik olarak zor olduğu için kapasitörlerin topraklanması için sözü edilen metal köprülerin destek noktaları açık devre ile sonlandırılmış dairesel kütüklere bağlanmıştır. Bu dairesel kütükler 16 GHz ve civarında geniş bir bantta toprak özelliği gösterecek şekilde tasarlanmış, kolları arasında 40° açı bulunan yapılardır. Yapının görüntüsü Şekil 1 (a)'da verilmektedir. Yapıda mikroşerit hat üzerinde dairesel kütükle topraklanmış iki adet paralel kapasitör bulunmaktadır. Bu kapasitörlerin yukarı durum sığaları 600 fF, iletim hattına olan yüksekliklerinin 1.35 μm 'ye indirildiği en düşük aşağı noktada ise 900 fF'dır. ADS 2003 programı kullanılarak yapılan modellemede, dairesel kütük, söz konusu frekansta toprak özelliği gösterdiğinden, doğrudan toprak olarak ele alınmıştır. Bu tasarıma ilişkin benzetim sonuçları sözü edilen iki sığa değeri için Şekil 1 (b)'de verilmektedir. Bu sonuçlara göre antenin iki frekansta rezonansa geldiği görülmektedir; sığa değerleri 600 fF iken mikroşerit yama antenin rezonans frekanslarının 17.8 ve 15.7 GHz'de, geri dönüş kaybının ise sırasıyla -24.5 ve -21 dB olduğu görülmektedir. Sığa değerleri 900 fF'a artırıldığında rezonans frekansların 1.2 GHz ve 1.6 GHz kayarak 16.6 ve 14.1 GHz'de oluştuğu, geri dönüş kaybının da -20 ve -19 dB olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1(a). Yapının genel görüntüsü ve fiziksel boyutları. **(b)** Yapının ADS 2003 programında sığa değişimine göre geri dönüş kaybı benzetim sonuçları.

Çalışmada sunulan ikinci yapıda ise mikroşerit yama anten, antenle aynı düzlemde bulunan eşdüzlemsel dalga kılavuzu üzerine yerleştirilen RF MEMS ayarlanabilir kapasitörler ile yüklenmiştir. Mikroşerit antenin eşdüzlemsel dalga kılavuzu ile uyumlu çalışabilmesi için antenin sonlandığı 1 mm uzunluğundaki mikroşerit hat eşdüzlemsel dalga kılavuzunun canlı hattına uyumlu şekilde inceltilmiştir. Kapasitörleri oluşturan metal köprülerin destek noktaları eşdüzlemsel dalga kılavuzunun toprak hattına bağlanmıştır. Bu yapı ilk yapı ile karşılaştırıldığında, sığa metal köprü ile eşdüzlemsel dalga kılavuzunun canlı ucu arasında bulunduğundan kapasitörlerin boyutları bir önceki yapıya göre küçülmüş ve kapasitörlerin dairesel kütük yerine eşdüzlemsel dalga kılavuzunun toprak ucunda topraklanmasıyla kapasitörler daha sık aralıklarla yerleştirilebilmiştir. Eşdüzlemsel dalga kılavuzu üzerinde 5 adet kapasitör paralel bağlanarak tasarım yapılmıştır. Sözü edilen ayarlanabilir kapasitörlerin sığaları 200 fF–300 fF arasında değişmektedir. ADS 2003 programı kullanılarak devre modeline göre yapılan tasarım Şekil 2'de görülmektedir. Yapının genel görüntüsü Şekil 3 (a)'da ve ADS 2003 kullanılarak yapılan benzetim sonuçları Şekil 3 (b)'de verilmektedir. Bu sonuçlara göre, sığa değerleri 200 fF iken mikroşerit yama antenin rezonans frekanslarının 16.8 ve 15.1 GHz'de, geri dönüş kaybının ise sırasıyla -38.3 ve -26.7 dB olduğu görülmektedir. Sığa değerleri 300 fF'a artırıldığında rezonans frekanslarının 600 ve 700 MHz kayarak 16.2 ve 14.4 GHz'de oluştuğu, bu rezonanslar için geri dönüş kaybının -21.8 ve -16.6 dB olduğu belirlenmiştir.

