

GSM ve DCS Frekans Bandlarında Çalışan Anten Tasarımı

Seda Erboral, N. Özlem Ünverdi
Yıldız Teknik Üniversitesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
İstanbul
seda.erboral@gmail.com, unverdi@yildiz.edu.tr

Özet: *Küçük boyutlara indirilebilen yapıları sebebi ile düzlemsel antenlerin, kablosuz haberleşme uygulamalarındaki kullanımı gittikçe artmakta ve tümleşik sistemlere uyumlu olmalarına bağlı olarak cep telefonları ve dizüstü bilgisayarlar gibi kablosuz haberleşme cihazlarında tercih edilmektedir. Bu çalışmada, kablosuz haberleşme teknolojilerinden GSM (Global System for Mobile Communications, Küresel Hareketli Haberleşme Sistemi) ve DCS (Digital Communication System, Sayısal Haberleşme Sistemi) haberleşme standartlarını aynı anda sağlayabilen anten tasarımı yapılarak bu bandlardaki haberleşmenin, gerektiğinde tek bir anten üzerinden yapılması sağlanmıştır. Tasarlanan antenin boyutu değiştirilerek simülasyon sonuçlarındaki farklılıklar analiz edilmiştir.*

1. Giriş

Hızla gelişen telekomünikasyon dünyasında kablosuz haberleşmenin önemi gittikçe artmaktadır. Buna paralel olarak kablosuz haberleşmenin temel elemanı olan antenler de yeni teknoloji ve tasarımlarla beraber gelişmektedir. Özellikle 2000’li yıllardan itibaren birçok düzlemsel anten, bugünkü hareketli hücresel (cellular) haberleşme sistemlerindeki özel band genişliğini destekleyecek şekilde tasarlanmaktadır.

Bu çalışmada, GSM 900 MHz ve DCS 1800 MHz standartlarında çalışabilen düzlemsel anten tasarımı yapılmıştır. Çalışmanın 2. Bölümü’nde, düzlemsel antenlerin kablosuz haberleşmedeki yeri açıklanmış ve desteklenmesi talep edilen kablosuz haberleşme sistemleri ve standartları hakkında bilgi verilmiştir. 3. Bölüm’de, istenilen frekanslarda çalışabilecek olan anten geometrileri incelenmiş ve farklı parametrelerin değiştirilmesinin anten sonuçları üzerindeki etkileri gözlenmiştir. CST simülasyon programı ile ışıması istenen frekansta gerekli olan yaklaşımlar yapılarak anten tasarlanmıştır. 4. Bölüm’de, elde edilen sonuçlar yorumlanarak değerlendirilmiştir.

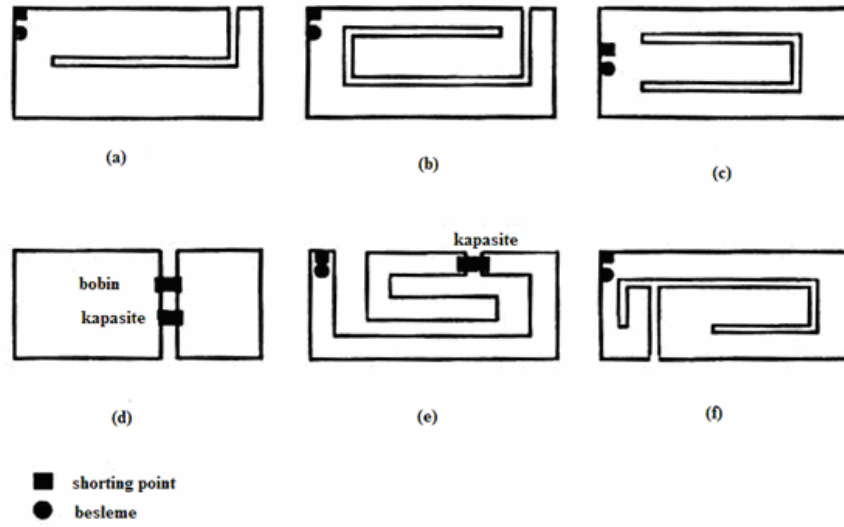
2. Düzlemsel Antenler ve Kablosuz Haberleşme Standartları

Kablosuz haberleşmenin arttığı son yıllarda hareketli (mobil) cihazlar gittikçe küçülmemekte ve bu küçülmenin gereksinimi olarak hareketli terminallerde kullanılan antenlerin boyutları da küçülmektedir. PIFA (Planar Inverted F Antenna, Düzlemsel Ters Çevrilmiş F Anten) gibi düzlemsel antenlerin, küçük boyut ve kolay monte edilebilirlik özellikleri ön plana çıkmaktadır. Geniş band aralığı ve yüksek verimlilik, bu anten tasarımlarında önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra birkaç kablosuz iletişim sistemini içeren cihazlarda, çift band ya da çoklu band anten tasarımları yer almaktadır.

Hücresel haberleşme sistemlerinde en çok kullanılan anten çeşidi olan düzlemsel antenler, düz ve dar kesitlidir. Düzlemsel antenler, mikroşerit, yama ve PIFA antenler gibi birçok anten çeşidini içermektedir. Yaklaşık olarak 100 MHz’den 50 GHz’e kadar olan geniş bir frekans aralığında kullanılan mikroşerit antenler, dielektrik bir yapının, üst tarafının ışıma yapan bir tabaka ve alt tarafının ise toprak ile kaplanması ile yapılır [1]. Bu dielektrik malzemenin üst ve alt kısımlarını oluşturan yama ve toprak kısmı bakır olabilir. Bu antenler, dahili antenler oldukları için tek kutuplu ve çubuk (whip ve rod) antenlere göre daha zor kırılır ve dolayısıyla daha az zarar görür. Ayrıca geleneksel whip antenler, her yöne ışıma yaparken PIFA’lar, cep telefonu kullanıcılarına doğru daha az geri ışıma yapar.

Şekil 1’de çift band çalışan örnek PIFA’ların üstten görünüşleri yer almaktadır. İki tane başlıca tasarım yapısı vardır. İlk tasarımda, çift frekans çalışması için iki farklı rezonant, yamaların iki farklı rezonant modu üretiminde kullanılmıştır. Diğer kullanım yeri ise çift frekans çalışması için iki tane rezonans frekansının rezonant yamalarıdır. Şekil 1 (a)’da, L şeklinde düz ve ince yarıklı anten, Şekil 1 (b)’de, kıvrımlı (folded) düz ve ince

yarıklı anten, Şekil 1 (c)'de, U şeklinde yarıklı anten, Şekil 1 (d)'de, endüktans ve kapasite (LC) rezonatör, Şekil 1 (e)'de, chip-endüktans yüklemeli anten ve Şekil 1 (f)'de ise dal şeklinde yarıklı anten görülmektedir [2-4].



Şekil 1. Çeşitli PIFA anten tasarımları [4].

PIFA anten tasarımları, iki band ya da üç bandı kapsayabilir. İki band çalışan tasarımlar, GSM ve DCS standartlarında, üç band kapsayan tasarımlar ise GSM, DCS ve iletişimin, 2450 MHz'de yapıldığı WLAN (Wireless Local Area Network, Kablosuz Yerel Alan Ağı) uygulamalarında yer alır.

PIFA'lar, küresel hareketli haberleşme sistemi (GSM, 890-960 MHz), sayısal haberleşme sistemi (DCS, 1710-1880 MHz), kişisel haberleşme sistemi (PCS, 1850-1990 MHz) ve evrensel hareketli haberleşme sistemi (UMTS, 1920-2170 MHz) gibi hücresel haberleşme sistemlerinde ve kablosuz yerel alan ağları (WLAN) içerisinde 2.4 GHz (2400-2484 MHz) ve 5.2 GHz (5150-5350 MHz) bandlarında kullanılır. Özellikle 2000'li yıllardan itibaren birçok yeni ve değişik düzlemsel anten, cep telefonları, baz istasyonları, WLAN veya Bluetooth gibi haberleşme sistemleri için tasarlanmıştır. Tablo 1'de CDMA, GSM, DCS ve PCS teknolojileri karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. CDMA, GSM, DCS ve PCS teknolojilerinin karşılaştırılması.

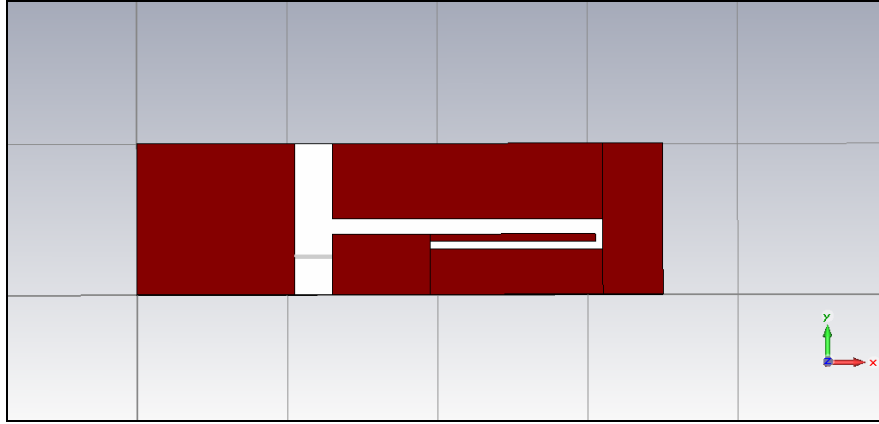
	CDMA	GSM	DCS – 1800	PCS - 1900
RX (MHz)	869-894	925-960	1805-1880	1930-1990
TX (MHz)	824-849	880-915	1710-1785	1850-1910
Erişim yöntemi	CDMA-FDM	TDMA- FDM	TDMA-FDM	TDMA-FDM
Kanal Sayısı	20	175	374	300
Modülasyon	DQPSK	GMSK	GMSK	GMSK

3. Anten Tasarımı ve Simülasyon Sonuçları

Bu çalışmada, GSM ve DCS bandlarında kullanılmak üzere, CST simülasyon programı kullanılarak koaksiyel kablo ile beslenen düzlemsel anten tasarımı yapılmıştır. Anten, 900 MHz GSM ve 1800 MHz DCS standartlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Antenin farklı boyutlarının CST programıyla simülasyonları yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır [5].

PIFA kıvrımlı yarık antenlere benzeyen anten tasarımı, çift band haberleşmesinde kullanılır. Antenin kalın ve uzun kıvrımlı kısmı, 900 MHz'deki ışımayı, ince ve kısa olan kısmı ise 1800 MHz'deki ışımayı sağlar. Antenin CST programındaki çizimi, Şekil 2'de görülmektedir. Birinci kısım, antenin toprak bölümüdür. Söz konusu olan

antenin mikroşerit antenlerden farkı, antenin toprak bölümünün dielektrik kısmın altı yerine yan tarafında olmasıdır. Toprak ve ışıma yapan kısmın birbirleriyle olan bağlantısı, koaksiyel kablo ile yapılmıştır.

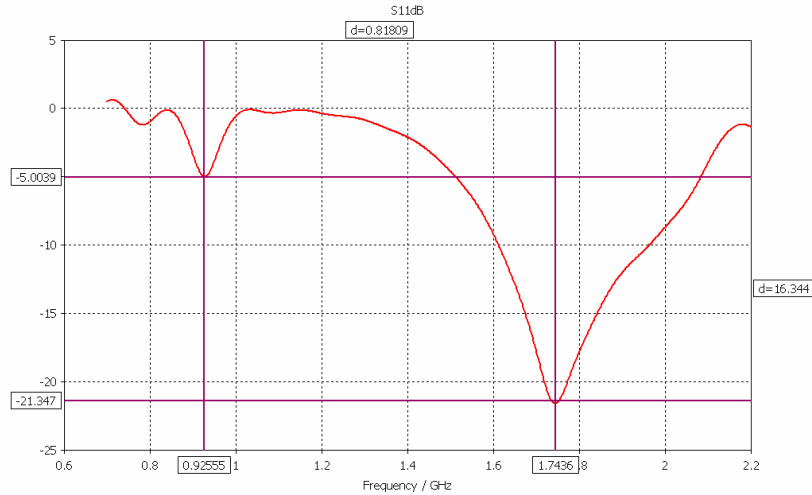


Şekil 2. CST Versiyon 1 anten çizimi.

Antenin ilk versiyonunun uzunluk ve genişlik verileri sırasıyla aşağıda verilen boyutlardadır:

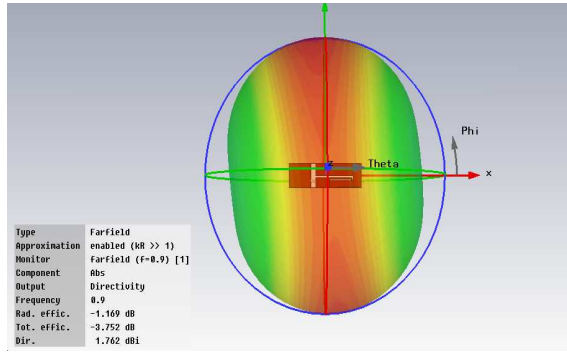
- Versiyon 1 : Tasarlanan ilk anten boyutlarıdır.
- Versiyon 1_10 : İlk anten boyutuna göre kalın kenar, 10 mm daha kısadır.
- Versiyon 2_4 : İlk anten boyutuna göre ince kenar, 4.2 mm daha kısadır.
- Versiyon 2_4_5 : İlk anten boyutuna göre kalın kenar, 5 mm ve ince kenar, 4.2 mm daha kısadır.

Farklı kısımlardaki boyutların değişiminin antenin parametrelerinde oluşturduğu değişikliğin görülebilmesi için CST çizimlerinde antenin boyutları yukarıda verilen versiyonlar şeklinde simüle edilmiştir. Versiyon 1'deki antenin S_{11} parametreleri Şekil 3'de yer almaktadır.

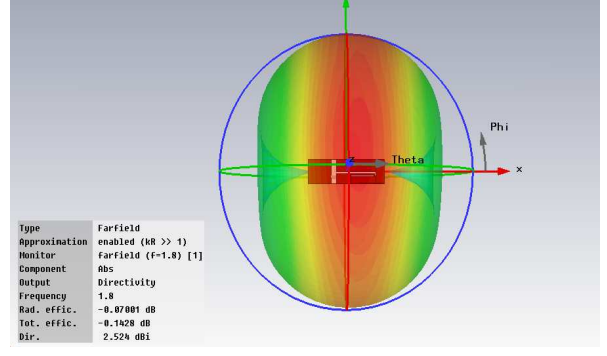


Şekil 3. Versiyon 1 için S_{11} parametreleri.

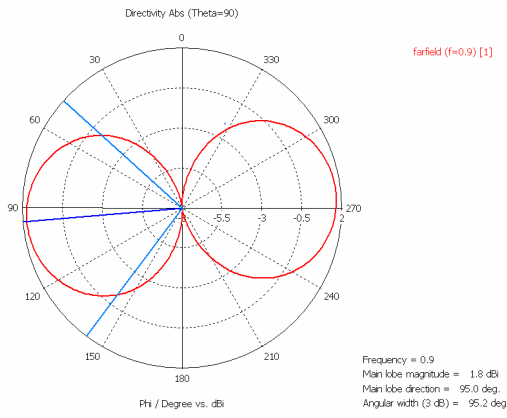
Şekil 4'de 900 MHz'de çalışan antenin ve Şekil 5'de ise 1800 MHz'de çalışan antenin üç boyutlu ışıma diyagramı verilmiştir. Şekil 6'da 900 MHz'de çalışan ve Şekil 7'de ise 1800 MHz'de çalışan antenin $\theta = \pi/2$ düzlemindeki ışıma diyagramı görülmektedir.



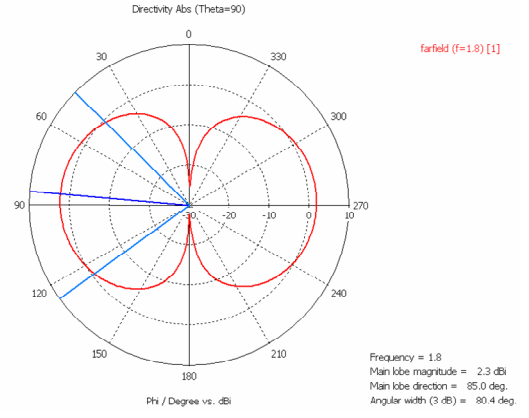
Şekil 4. Versiyon 1'in 900 MHz frekansındaki üç boyutlu ışıma diyagramı.



Şekil 5. Versiyon 1'in 1800 MHz frekansındaki üç boyutlu ışıma diyagramı.

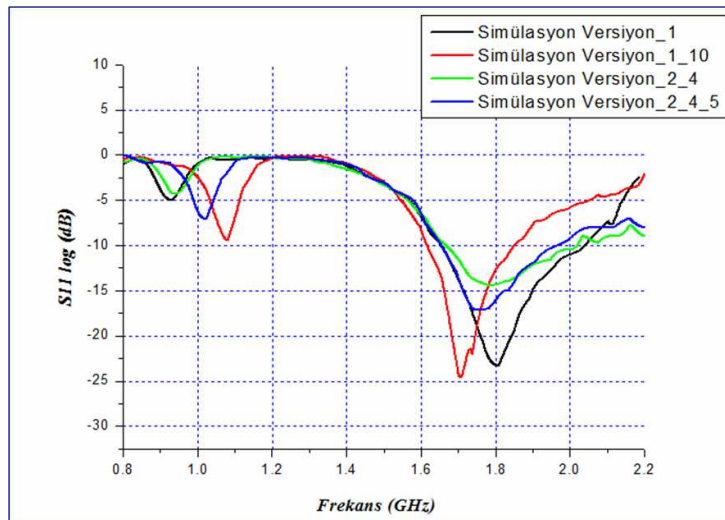


Şekil 6. Versiyon 1'in 900 MHz ve $\theta = \pi/2$ düzlemindeki ışıma diyagramı.



Şekil 7. Versiyon 1'in 1800 MHz ve $\theta = \pi/2$ düzlemindeki ışıma diyagramı.

Yapılan simülasyonlarda, antenin tam olarak 1800 MHz'de ışıma yapmadığı görülmüştür. Işımanın, 1800 MHz'e kaydırılması için antenin boyutları değiştirilerek simülasyonlar tekrar yapılmıştır.



Şekil 8. Simülasyon sonuçlarının S_{11} parametresi.

Şekil 8’de, bütün anten versiyonları için S_{11} ’in frekansa göre değişimlerinin yer aldığı grafik verilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre kalın kenarın, bir başka deyişle 900 MHz’de ışıma yapan kenarın uzunluğu kısaldığında antenin merkez frekansı, 900 MHz’den 1000 MHz’e yaklaşmaktadır. 1800 MHz’de ışıma yapılması amaçlanan ince kenarın 4.2 mm kesilmiş halleri olan Versiyon 2_4 ve Versiyon 2_4_5 simülasyon sonuçlarından da görüldüğü gibi, 1800 MHz’de ışıma sağlanmıştır.

4. Sonuçlar

Tek bir anten üzerinden çift band destekleyen bu tümleşik antenler, günümüzde küçük boyutlara indirgenmiş haberleşme sağlayan cihazlar için avantajlı yapılardır. Bu çalışmada, GSM ve DCS haberleşme standartlarını aynı anda sağlayabilen bir düzlemsel anten tasarımı yapılmıştır. Simülasyon sonuçlarında yapılan versiyon farklılıklarının, istenildiği gibi 900 MHz ve 1800 MHz’deki S_{11} parametrelerinde kaymalara neden olduğu ve bu frekans yayınlarındaki band genişliklerini de sağladığı görülmüştür.

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında, 900 MHz ve 1800 MHz çift band ışıma yapan bu anten üzerinde 2450 MHz’de çalışan WLAN gibi daha yüksek frekanslarda yayın yapabilecek farklı yarıklı çeşitleri kullanılarak üç band destekleyen anten tasarımı yapılabilir.

Kaynaklar

- [1]. Balanis C. A., Antenna Theory: Analysis and Design, Third Edition, Arizona State University, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, A.B.D., 2005.
- [2]. Tarvas S. ve Isohatala A., “An internal dual-band mobile phone antenna,” in 2000 IEEE Antennas Propagat. S2c. Int. Symp. Dig., s.266-269.
- [3]. Tarvas S., Mikkola J., Kivela S. ve Isohatala A., “Planar dual-frequency antenna and radio apparatus employing a planar antenna,” U.S. Patent No : 6252552, June 26, 2001.
- [4]. Wong K-L., Planar Antennas for Wireless Communications, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, A.B.D., 2003.
- [5]. Erboral S., GSM ve DCS Frekans Bandlarında Çalışan Anten Tasarımı, Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, 2012.