

EFFECT OF THE FEED LINE ON THE RADIATION PATTERN OF THE
SMALL UWB PLANAR MONOPOLE ANTENNAEren AKKAYA^{*1}, Filiz GÜNEŞ²¹TÜBİTAK BİLGEM, Gebze-KOCAELİ²Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fak., Elektronik ve Haberleşme Müh. Bölümü, Esenler-İSTANBUL

Received/Geliş: 08.12.2012 Accepted/Kabul: 12.12.2012

ABSTRACT

In this article, the effect of the common mode currents flowing on the feed line of the UWB planar monopole antenna on the radiation pattern is analysed based on the 3D Computer Simulation Technology Microwave Studio (CST MWS). Heretofore this effect has been generally neglected in the antenna design process. In this study, a comparison is made between the antenna designs with and without effect of the feed line. It is concluded the common mode currents on the feed line destructively effects on the radiation of the UWB planar monopole antenna and therefore it cannot be neglected and should be taken into account in the design process of the UWB planar monopole antenna.

Keywords: UWB Antenna, planar antenna, monopole antenna, common mode current, feed line.

BESLEME KABLOSUNUN ULTRA GENİŞ BANDLI DÜZLEMSEL TEKEL ANTEN İŞİMA
PATERİNİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu makalede UWB tekel antenin besleme kablosu üzerinde akan ortak mod akımlarının ışıma paterni üzerindeki etkisi 3D CST MWS programı ile analiz edilmiştir. Şimdiye kadar bu etki anten tasarımında genellikle ihmal edilmiştir. Bu çalışmada besleme hattının bulunduğu ve bulunmadığı anten tasarımları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ortak mod akımlarının UWB tekel antenlerin ışıma paternleri üzerinde bozucu etki yaptığı, bu sebeple ihmal edilemeyeceği ve anten tasarımında hesaba katılmasının gerekliliği görülmüştür. **Anahtar Sözcükler:** UWB Anten, düzlemsel anten, tekel anten, ortak mod akımı, besleme hattı.

1. GİRİŞ

Anten tasarımında öne çıkan üç temel parametre vardır. Bunlar anten empedansı, ışıma paterni ve anten ışıma verimliliğidir. Literatürde yapılan UWB düzlemsel tekel anten tasarım çalışmalarında en çok vurgulanan anten parametresi anten empedansıdır. Bu şekildeki tipik çalışmalar [1,2,3] de verilmiştir. Ancak anten empedansında VSWR < 2 koşulunun sağlanması, gerekli fakat tek başına yeterli değildir. Ayrıca antenin kullanılacağı uygulama alanına bağlı olarak sağlaması gereken ışıma patern özelliklerini, bütün bir çalışma frekans bandı boyunca koruması gerekmektedir. Bu durum için en ideal örnek, UWB frekans bandını (3.1GHz –10.6 GHz) kapsayan ve yönsüz ışıma

* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: akaya.eren@gmail.com, tel: (555) 426 55 84

paternine sahip olması istenen antenlerdir. Bu antenin yönsüz ışına patern karakteristiği bütün bir çalışma frekans bandı boyunca korunmalıdır.

Anten tasarımı anten geometrisine bağlı olduğu için analitik çözümü çok zor, hatta mümkün olmayan bir elektromanyetik problemdir. Bu nedenle günümüzde yüksek doğruluklu nümerik çözüm teknikleri geliştirilmektedir. Buna ek olarak, bu programların sonuçları, deneysel sonuçlar ile büyük doğruluk ile örtüşmektedir. Bu çalışmada UWB düzlemsel tekel anten analizi ve tasarımı, besleme hattı üzerinde akan ortak mod akımlarını da hesaba alarak, en gelişmiş nümerik metotları kullanan 3 boyutlu (3D) CST MWS programı ile yapılmıştır.

Literatürde, bu çalışmalarda anten besleme hattı ihmal edilerek doğrudan besleme kapısı ile beslendiği şeklinde modellenmektedir. Böylece uygulamada kullanılması kaçınılmaz olan konektör, koaksiyel kablo ve benzeri RF iletim hatlarının etkilerinin ihmal edildiği bir tasarım ortamında çalışılmaktadır.

Literatürde karşılaşılan UWB düzlemsel anten tasarımlarında genellikle tekel anten yapıları kullanılmaktadır[1,2,3]. Tekel antenler yapısı gereği dengeli olmayan antenlerdir. Bir antenin dengeli olmayışı antenin canlı ve toprak uçları ile RF koaksiyel besleme kablosunun dış yalıtımı ve buna bağlı olan şase, kabinet vb. her türlü metal arasında bir potansiyel farkı oluşması anlamına gelmektedir. İdeal durumda RF besleme kablosunda, merkezi iletkeni ve dış ekranlama iletkeninin iç yüzeyinde eşit büyüklükte ve ters yönlü akımlar oluşur. Ancak ilaveten yukarıda bahsettiğimiz istenmeyen potansiyel farkı nedeni ile kablo ekranlamasının dış yüzeyi üzerinde de ortak mod akımları olarak isimlendirilen akımlar oluşur. Bu ortak mod akımları kablo üzerinden istenmeyen bir ışına yaparak, antenin ışına paterni üzerinde bozucu etki oluşturmaktadır. 3D EM uygulamalarda daha önce bahsettiğimiz ideal besleme kapıları ile yapılan simülasyonlar, uygulamada karşılaşılan bu ortak mod akımlarının etkisini hesaba katamazlar.

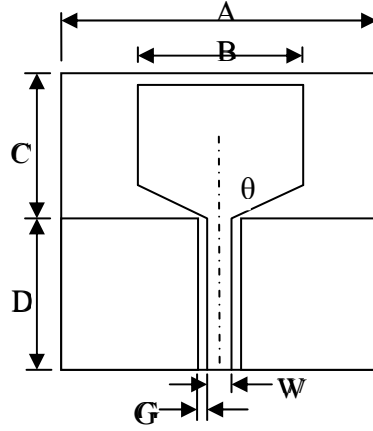
Bu çalışmada UWB düzlemsel yönsüz tekel anten besleme hattını da içeren bir model ile ışına karakteristikleri 3D CST MWS programı ile analiz edilerek, ortak mod akımlarının ışına paternleri üzerindeki etkileri gösterilmiştir.

Makale şu şekilde organize edilmiştir: Gelecek bölümde anten modellemesi ayrıntılı olarak anlatılacaktır. 3. Bölümde besleme hattını da hesaba katan 3D CST MWS temelli analiz verilecektir. Besleme hat etkisini hesaba katan ve katmayan analizler 4. Bölümde karşılaştırılacaktır. Son bölümde tartışılıp, sonuçlar verilecektir.

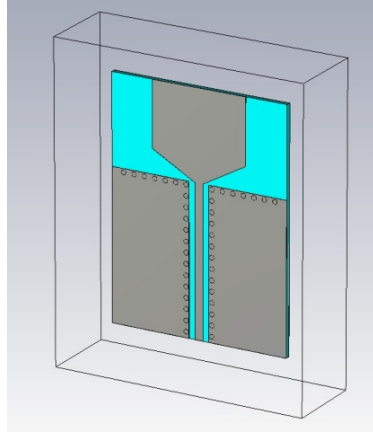
2. ANTEN MODELİ

Literatürde bir çok UWB düzlemsel anten modeli yer almaktadır. Bu antenlerde, üretim kolaylığı ve maliyetinin düşük olmasından dolayı mikroşerit yapılar tercih edilmektedir. Literatürdeki UWB düzlemsel yönsüz tekel anten modellerinden antenin boyut bilgisinin verildiği ve makalede bildirilen simülasyon sonuçlarının, bizim tekrarladığımız simülasyon çalışmasının sonuçları ile örtüştüğü bir model seçilmiştir.[4]

Anten geometrisi şekil 1 de gösterilmektedir. Boyut bilgileri çizelge 1 de verilmektedir.



Şekil 1. Anten geometrisi



Şekil 2. Anten simülasyon modeli

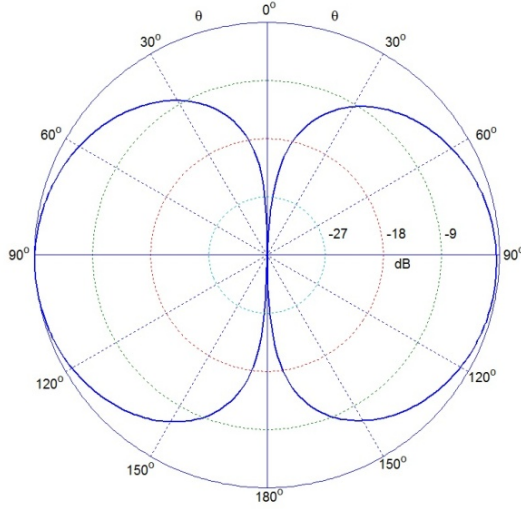
Çizelge 1. Anten boyut parametrelerinin değerleri

Parametre	Değer (mm)
A	30
B	16
C	15
D	25
G	1
W	1.4
H	0.8
θ	63 derece

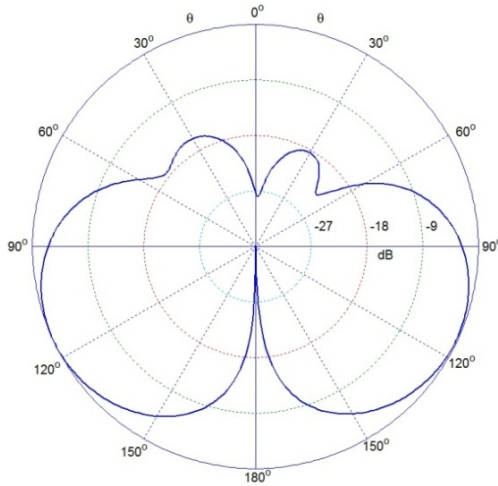
Anten FR4 dielektrik baskı devre kartının tek yüzü üzerine modellenmiştir. H parametresi kartın kalınlığını göstermektedir. Anten yapısı eş düzlemli besleme hattı ile beslenen UWB düzlemsel tekel antendir.

3. BESLEME HATTI BULUNMAYAN ANTEN MODELİ BENZETİM SONUÇLARI

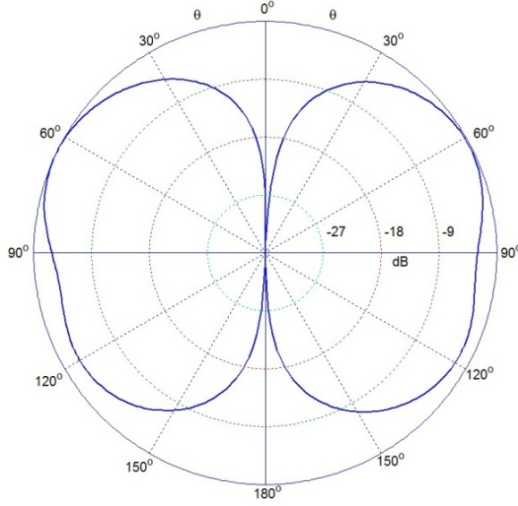
Anten modelinin simülasyonu 3D CST MWS uygulamasında gerçekleştirilmiştir. Simülasyon çalışması 2-12GHz frekans aralığında FDTD metoduna dayanan transient solver kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 3GHz, 5GHz ve 8GHz frekans değerlerindeki elevasyon ışınım paterni simülasyon sonuçları sırasıyla Şekil 3, 4 ve 5 te gösterilmektedir.



Şekil 3. Anten modeli 3GHz elevasyon ışınım paterni



Şekil 4. Anten modeli 5GHz elevasyon ışınım paterni



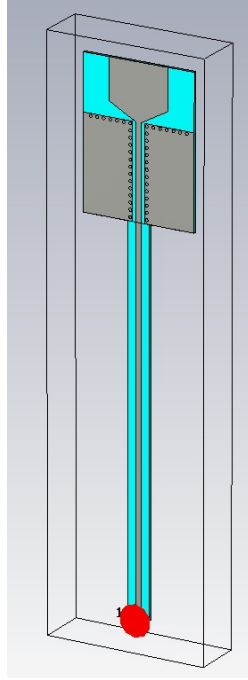
Şekil 5. Anten modeli 8GHz elevasyon ışımada paterni

Besleme hattının bulunmadığı simülasyon çalışmalarında ortak mod akımlarının etkisi ihmal edildiği için Şekil 3, 4 ve 5 te görüldüğü gibi ışımada diyagramında bozulma olmamıştır.

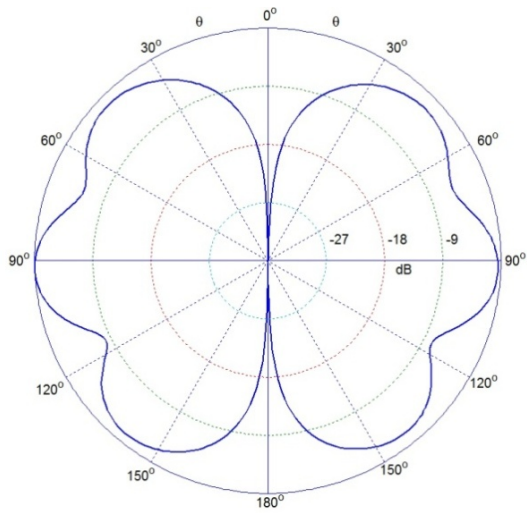
4. BESLEME HATTI BULUNAN ANTEN MODELİ BENZETİM SONUÇLARI

Anten tasarımında besleme hattının hesaba katıldığı durum, anten besleme noktasına anten giriş empedansına eşit empedans değerine sahip olan 10 cm uzunluğunda mikroşerit hattın eklenmesi ile sağlanmıştır. Bu sayede besleme hattı üzerinde yürüyen ortak mod akımlarının etkisi görülebilecektir. Anten ile mikroşerit hattın oluşan simülasyon modeli Şekil 6 da gösterilmektedir.

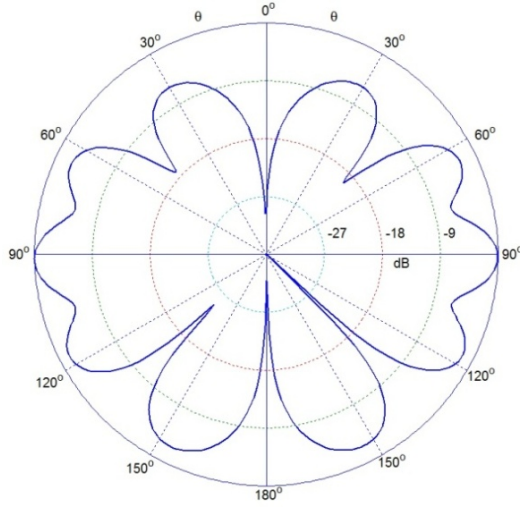
Anten modelinin 3,5 ve 8GHz frekanslarında elde edilen simülasyon sonuçları sırasıyla Şekil 7, 8 ve 9 da gösterilmektedir.



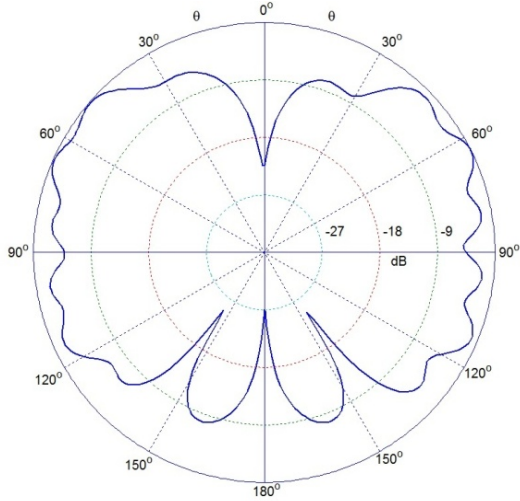
Şekil 6. Antenin mikroşerit hat ile birleştirildiği simülasyon modeli



Şekil 7. Besleme hatlı anten modeli 3GHz elevasyon ışınım paterni



Şekil 8. Besleme hatlı anten modeli 5GHz elevasyon ışımada paterni

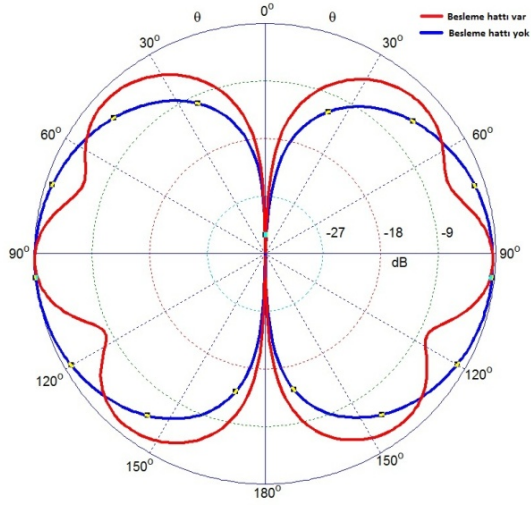


Şekil 9. Besleme hatlı anten modeli 8GHz elevasyon ışımada paterni

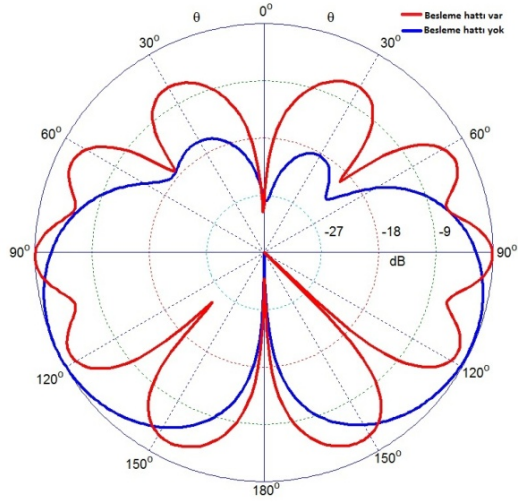
Besleme hattı üzerinde oluşan ortak mod akımları, Şekil 7, 8 ve 9 da görüldüğü gibi antenin ışımada paterninde dalgalanma ve bazı noktalarda da sıfırlar oluşturmaktadır.

5. BESLEME HATTI BULUNAN VE BULUNMAYAN ANTEN MODELİ SİMÜLASYON SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

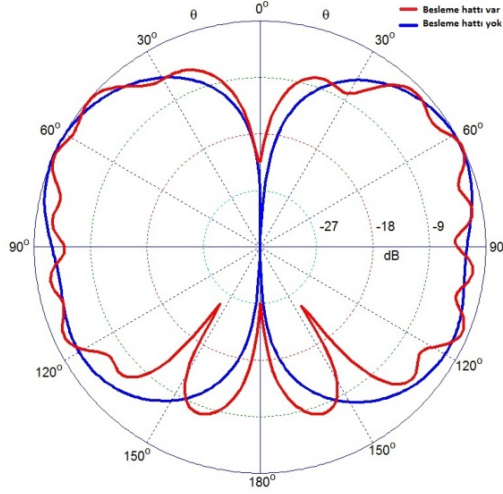
Besleme hattının bulunduğu ve bulunmadığı durum için gerçekleştirilen anten simülasyon çalışması sonuçları 3,5 ve 8 GHz için sırası ile Şekil 10, 11 ve 12 de karşılaştırılmıştır.



Şekil 10. Besleme hattının bulunduğu ve bulunmadığı anten modeli 3GHz elevasyon ışınım paterni



Şekil 11. Besleme hattının bulunduğu ve bulunmadığı anten modeli 5GHz elevasyon ışınım paterni



Şekil 12. Besleme hattının bulunduğu ve bulunmadığı anten modeli 8GHz elevasyon ışıma paterni

Antenin besleme hattı üzerinde oluşan ortak mod akımları besleme hattı üzerinden de ışımanın gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak antenin ışıma paterni Şekil10,11 ve 12 de görüldüğü gibi biçimini kaybetmektedir.

6. SONUÇ

Gerçekleştirdiğimiz simülasyon çalışmasında dengeli yapıya sahip olmayan antenlerin RF besleme hattı üzerinde oluşturdukları ortak mod akımlarının antenin ışıma paterni üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Anten ile eş düzlemde olmasına rağmen besleme hattı üzerindeki ortak mod akımlarının anten ışıma paterni üzerine bozucu etkisi açıkça görülmektedir. Koaksiyel kablo ile gerçekleştirilecek bir beslemede koaksiyel kablonun antenle farklı açılarda konumlandırıldığı düzenlemelerde bu etki daha fazla görülecektir. Bu durumda UWB uygulamalarında kullanılan tek antenlerin en kısa mesafede rf devreye bağlanması veya ortak mod akımlarının oluşmayacağı dengeli anten geometrilerinin tercih edilmesi gerekmektedir.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Lu, J., Yeh, C., “Planar Broadband Arc-Shaped Monopole Antenna for UWB System”, Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, Volume:60, pp. 3091-3095.
- [2] Subbarao, A., “A Compact Monopole UWB Antenna for Ultra Wideband Applications”, India Conference (INDICON), India,(2009), pp.1-4.
- [3] Naser-Moghadas, M., Roust, H., Virdee, B., “Compact UWB Planar Monopole Antenna”, Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE, Volume:8, pp. 1382-1385.
- [4] Japan, Fujitsu Corporation web site, Fujitsu Corporation. Tokyo Denki University. Available from: http://www.fujitsu.com/downloads/MICRO/fcai/input/uwb_monopole_antenna.pdf.