

Çok Geniş Bantlı Milimetre Dalga Vivaldi Anten

Tahir DURMUŞOĞLU, Dr. Hüseyin H. ERKUT
C Tech Bilişim Teknolojileri San. ve Tic. AŞ.
İstanbul

tahir.durmusoglu@ctech.com.tr, hhuseyin.erkut@ctech.com.tr

Yrd. Doç. Dr. Hamid TORPİ
Yıldız Teknik Üniversitesi,
Elektronik ve Haberleşme Bölümü
İstanbul

torpi@yildiz.edu.tr

Özet: *Bu bildiri milimetre dalga boylarında haberleşme için tasarlanan ve üretilen Vivaldi anten gösterilmiştir. Eş-düzlemlili Vivaldi antenler çok geniş bantlı olarak tasarlanabilmektedir. Bu özellikleri sayesinde mikrodalga ve milimetre dalga frekanslarında birçok uygulamada rahatlıkla kullanılabilir. Çok geniş bantlı Vivaldi antenler mikrodalga görüntüleme, kablosuz haberleşme, radar ve uzaktan algılama gibi birçok uygulamada tercih edilmektedir. Eş-düzlemlili Vivaldi antenler, üretimi ve entegrasyonları oldukça kolay olduğu için rahatlıkla dizi anten olarak kullanılabilirler. Bu sayede uygulama alanları genişletilebilmektedir. Tasarımı yapılan Vivaldi anten 50 GHz' den 64 GHz' e kadar uzanan çok geniş bantlı bir çalışma frekans bandına sahiptir.*

Abstract: *This paper describes the design and the verification of an ultra wideband (UWB) Vivaldi antenna for millimeter wave communication. A coplanar Vivaldi antenna is designed as ultra wideband. Vivaldi antennas are used in various microwave and millimeter wave applications such as microwave imaging, wireless communication, short range radar and remote sensing. UWB Vivaldi antennas are excellent candidates for array structure because of their small planar sizes and easy integration. Proposed ultra wideband Vivaldi antenna operates in frequency range between 50 GHz and 64 GHz.*

1. Giriş

Günümüzde milimetre dalga frekanslarında yapılan uygulamaların sayısı hızla artmaktadır. Milimetre dalga frekansları kablosuz haberleşme, kısa mesafe radar sistemleri ve otomotiv sektörü gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Milimetre dalga frekanslarının bu uygulamalarda çeşitli avantajları vardır. Yüksek hızlı veri aktarımı ve çözünürlük bunlara örnek olarak verilebilir. Ayrıca dalga boyunun küçük olması nedeniyle anten boyutları oldukça küçük olmaktadır. Bu sayede kolayca dizi anten olarak kullanılabilir. Bunların yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle 60 GHz civarında, atmosferik kayıplar yüksek olduğu için milimetre dalga uygulamaları genellikle kısa mesafeli olarak gerçekleştirilebilmektedir [1]. IEEE 802.11 ad standardı, 60 GHz merkez frekansı olan 7 GHz' lik lisanssız bir bant genişliği sunmaktadır [2]. Yüksek bant genişlikleri sayesinde saniyede 10 gigabitlik hızlara ulaşılabilir. Bu bildiri kapsamında gerçekleştirilen Vivaldi anten, yakın mesafe milimetre dalga kablosuz haberleşmede kullanımını amaçlamaktadır.

Çok geniş bantlı Vivaldi antenler yüksek yönlendiricilik ve kararlı bir ışınım desenine sahip olması gibi birçok özellik sağlamaktadır. Bu karakteristiklerin yanında kolay üretilebilir ve düşük maliyetli olması, baskı devrelere kolay entegre edilebilmesi gibi özellikleri sayesinde dizi anten olarak kullanımında oldukça elverişlidir [3].

Vivaldi anten üzerinde bulunan üstel eğri profili sayesinde teoride çok geniş bir bant genişliği sağlanmaktadır [4]. Vivaldi antenler, yarıklı yüzey ile ışınım yapan kısım arasında yürüyen dalga prensibi ile çalışmaktadır [5].

Bu bildiri, eş-düzlemlili Vivaldi antenin ışınım yapan yüzeyi üzerine belli aralıklarda ve boyutlarda yarıklar açılarak antenin ışınım karakteristiğini iyileştirmek amaçlanmıştır. Açılan yarıklar sayesinde yüzey akımları yoğunluklu olarak antenin ön kısmına yönlendirilmiştir. Bu sayede antenin yan kulak seviyeleri düşürülerek ana hüzmeye genişliği artırılmıştır.

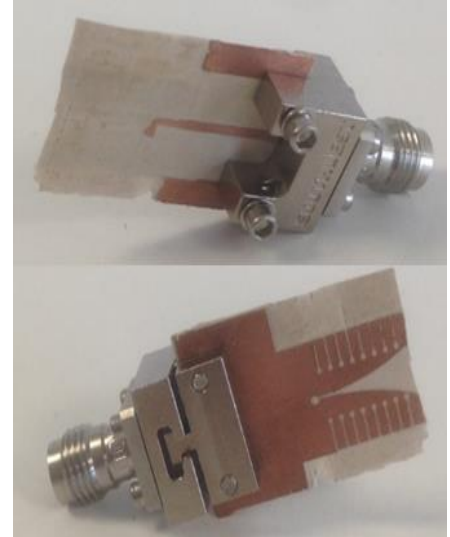
2.1 Vivaldi Anten

Eş-düzlemlı Vivaldi anten tasarımında dielektrik kalınlığı 0.25 mm ve bağılı dielektrik katsayısı 3 olan Roger3003 malzemesi kullanılmıştır. Anten, toplam boyutları 10 mm x 13 mm olarak tasarlanmıştır. Empedans uyumluluğu ve anten performansı en az etkilenecek şekilde ölçüm alabilmek için anten boyutları sabit kalacak biçiminde bir geçiş bölgesi ilave edilmiştir. Anten boyutunun konektöre göre küçük olduğu gerçeği göz önünde bulundurularak, konektörün bağlanması durumunda antenin çalışma performansının değişebileceği öngörülebilir. Bu amaçla, üretim veya ölçüm hatalarını en aza indirmek için kullanılan konektörün antene etkisi simülasyon ortamında 3 boyutlu modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Eş-düzlemlı Vivaldi anten üç temel kısımdan oluşmaktadır. şekil 1' de eş-düzlemlı Vivaldi antenin resmi gösterilmiştir. Anteni, sinyalin taşındığı mikroşerit hat, mikroşerit hattın boşluklu hatta geçiş kısmı ve ışımanın yapıldığı üstel eğriler diye üçe ayırabiliriz. ışıma eğrilerinin üstel olması sayesinde, giriş empedansının çıkış empedansına uydurulması olduğca kolay gerçekteşmektedir. Ayrıca bu özelliği sayesinde çok geniş bantlı empedans uydurma imkanı sağlanmaktadır. Eş-düzlemlı Vivaldi anten için, ağız açıklık kısmı, üstel eğrilerin kavisi ve mikroşerit hattın boşluklu hatta geçiş kısmı en önemli tasarım parametreleridir. Eş düzlemlı Vivaldi antenin ışıma düzlemlerinin arttırılması ile kazanç arttırılabilmektedir. Buna karşılık S parametresinin kötüleştiği ve ana hüzmeyin ortasında kazancın azaldığı gözlenmiştir. S parametresini etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesi de mikroşerit hattın boşluklu bölgeye geçiş kısmıdır. Çember şeklindeki boşluklu yapının çapı ve konumunun çok iyi optimize edilmesi gerekmektedir. Antenin sonundaki ağız açıklığı genişliğinin S parametresine ve ışıma desenine etkisi vardır. Ağız açıklığının $\lambda/2$ ' nin katları seçilerek yapılan tasarımların daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

2.2 Vivaldi Anten Tasarımı

Geliştirilen Vivaldi antende en büyük hedeflerden bir tanesi yataydaki hüzmeye genişliğinin arttırılmasıdır. Bu amaçla yapılan çalışma neticesinde, eş-düzlemlı Vivaldi antene göre daha geniş bir yatay hüzmeye sağlanırken geri yansımaların da azaldığı gözlenmiştir.

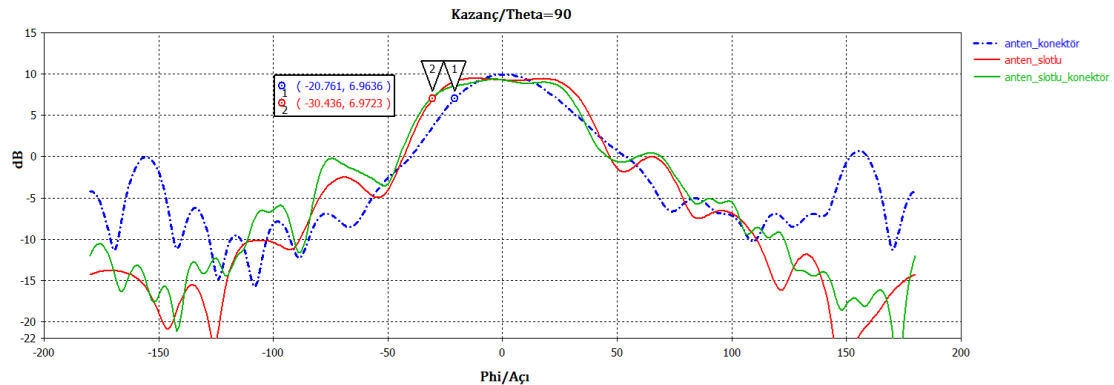
Vivaldi antenin ışıma yüzeyine karşılıklı simetrik olacak şekilde eklenen boşluklar sayesinde yan kulak seviyeleri azaltılıp bu antenin ana hüzmeydeki kazancı aynı kalacak şekilde yatay hüzmeye genişletilmiştir. ışıma yüzeyine açılan yarıklar sayesinde, yüzey akımlarının üstel eğriler üzerinde yoğunlaşması sağlanmıştır. Bu sayede yan kulakların etkisi azaltılmıştır. ışıma yüzeyine açılan yarıkların başlangıç konumu, boyutları ve sayısı ışıma desenini etkilemektedir. Yarıkların sayısı arttırılarak yan kulak seviyesi düşürülebilir ancak bu ışıma deseninde bölgesel bozulmalara neden olmaktadır. Yarıkların boyutu küçüldükçe daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Üretim toleransları nedeniyle bu kısımda 0.2 mm'den daha küçük yarıklar açılmamıştır. Geliştirilen Vivaldi antenin üretim çıktıları şekil 1' de yer almaktadır.



şekil 1. Üretim Çıktıları.

3. Simülasyon Sonuçları

Vivaldi antenlerin, geniş çalışma bantları boyunca ışıma karakteristiği bozulmamaktadır. şekil 2' de, eş-düzlemlı Vivaldi, geliştirilen Vivaldi ve konektör ilaveli geliştirilmiş Vivaldi antenlerinin yatay hüzmeydeki ışıma

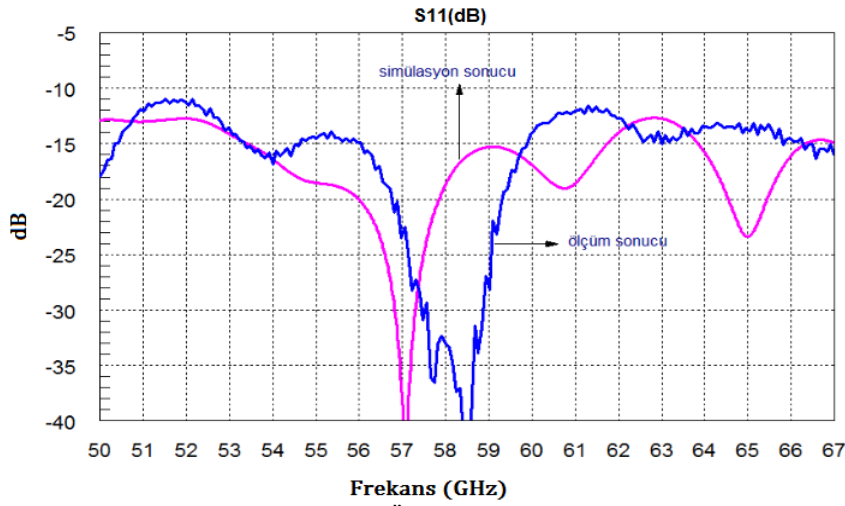


şekil 2. Simülasyon Sonuçları.

desenleri gösterilmiştir. Bu grafikte ilk olarak, geliştirilmiş Vivaldi anten ile eş-düzlemlili Vivaldi anten arasındaki yatay hüzmeye genişliği arasındaki fark göze çarpmaktadır. Yan kulak seviyeleri 13 dB kadar azaltılmıştır.

4. Ölçüm Sonuçları

Vivaldi antenler, çok geniş bantlı empedans uyumluluğunu kolaylıkla sağlayabildikleri için özellikle mikrodalga ve milimetre dalga frekans bölgesindeki uygulamalarda oldukça kullanışlıdır. Geliştirilmiş Vivaldi antenin S_{11} sonuçları Şekil 3' te yer almaktadır. Simülasyon sonuçları 3 boyutlu elektromanyetik analiz programı olan CST yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Şekilde simülasyon sonuçları ölçüm sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Ölçüm sonuçları 50 GHz ile 67 GHz arasında alınmıştır ve S_{11} değerinin tüm bant boyunca -12 dB' nin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Ölçüm Sonuçları.

5. Sonuç

Çok geniş bantlı olarak geliştirilen Vivaldi anten, milimetre dalga boyu kablosuz haberleşme uygulamaları için etkin bir çözüm sunmaktadır. Boyutların küçük ve üretimin ucuz olması nedeniyle kompakt sistemler için elverişlidir. Bu bildiriye, Vivaldi antenin yataydaki hüzmeye genişletme çalışmasından bahsedilmiştir. Antenin ışınma düzlemine karşılıklı olarak açılan yarıklar sayesinde yüzey akımlarının ışınma eğrileri üzerine yoğunlaşması sağlanmıştır ve bu sayede yan kulak seviyeleri azaltılıp yatay hüzmeye genişliği artırılmıştır. Eş-düzlemlili Vivaldi ile geliştirilen Vivaldi anten arasındaki yatay hüzmeye genişliği farkı simülasyon sonuçları ile gösterilmiştir. Bu çalışma kapsamında geri dönüş kaybı ölçümü yapıp, simülasyon sonuçları ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Kaynaklar

- [1]. Theodore S. Rappaport, Robert W. Heath Jr., Robert C. Daniels, James N. Murdock, "Millimeter Wave Wireless Communications" Prentice hall, s.3 2014.
- [2]. IEEE, 802.11ad-2012, Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements-Part 11, 2014.
- [3]. Sang-Gyu Kim, Kai Chang, "A low cross-polarized antipodal Vivaldi antenna array for wideband operation," Antennas and Propagation Society International Symposium, s. 2269-2272, 2004.
- [4]. P.J. Gibson. "The Vivaldi aerial." Proceedings of the 9th European Microwave Conference, s. 101-105, 1979.
- [5]. G. K. Pandey, H. S. Singh, P. K. Bharti, A. Pandey, M. K. Meshram, "High gain Vivaldi antenna for radar and microwave imaging application" International Journal of Signal Processing Systems , 2015.