

İnceleme: 60 GHz, 5G & Basit bir 60 GHz Mikroşerit Anten Tasarımı

Mehmet Duman
Düzce Üniversitesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Düzce
mehmetduman@duzce.edu.tr

Özet: Günümüzde, özellikle iletişim ve elektronik alanında Ar-Ge ekiplerinin ve akademisyenlerin üzerinde çokça çalıştıkları bir frekans değeri var: 60 GHz. Bu frekansta ağır basan durum; bazı ülkelerin kullanmaya başladığı, bazılarının ise kullanmak için hazırlık yaptığı 5G altyapısının frekans değeri olmasıdır. 4G ve Wi-Fi sinyallerine göre daha hızlı veri aktarımı vardır ancak maalesef daha kısa bir menzile sahiptir. Teknolojik ilerlemeler hızla devam ediyor, belki de baz istasyonlarının sektör sayısını artırarak veya elektronik cihazlar arasında ağ oluşturarak, uzun mesafe sorunu da ortadan kaldırılabilir. Bu çalışmada, 60 GHz frekansının neden en başta geldiği; farklı çalışmalar, WEB sayfası bilgileri ve yayınlar ile açıklanmıştır. Ayrıca 60 GHz frekansında tasarlanan bir anten de verilmiştir.

Abstract: Nowadays, there is a frequency value in which manufacturers' R&D teams and academics especially in the field of communication and electronics work hard on: 60 GHz. What makes this frequency overriding is to be the frequency value of the 5G infrastructure that some countries have started to use and some continue to make provision for. There is faster data transfer (gigabit per second) compared to 4G and Wi-Fi signals but unfortunately it has a shorter range. Technologic progresses continue rapidly, perhaps by increasing the number of sectors of base stations or meshing between electronic devices, the long-distance problem can also be eliminated. In this study, why 60 GHz frequency is foremost is explained with references to different studies, WEB page information and publications. Moreover an antenna designed at 60 GHz frequency was also given.

1. Giriş

Verileri bir noktadan diğerine kablosuz olarak aktarmak için elektronik sistemlerin çalışabileceği bir frekans değerine ihtiyaç vardır. Bu aktarım gerçekleştirilirken hız önemlidir ve verilerin bozulmadan gönderilmesi gerekir. Kullanılacak frekans bandının temiz veya mükemmel durumda olması gerekir. 60 GHz civarındaki frekanslar bu noktadan itibaren önem kazanmaya başlar. Bu frekans koridorunun, özellikle 59-64 GHz (Avrupa için; ABD, Kanada, Brezilya ve Kore için 57-64 GHz; bant genişliği ülkeden ülkeye değişebilir) arasındaki, lisanssız olması nedeniyle kullanılması bekleniyor. 30-300 GHz aralığında olan 60 GHz, IEEE'ye göre EHF bandı, 5G haberleşme teknolojisinin çalıştığı frekanslardan biridir (24-72 GHz; 5G-altı için 24 GHz'in altında). Anten kazancı, eşdeğer izotropik yayılan güç ve bant genişliği de 60 GHz sistemlerde 802.11b/g/n'den daha yüksektir [1] - [11]. Kullanım alanları ile farklı perspektiflerde tüm frekans bölüştürme şemaları ve elektromanyetik spektrum [5] - [8] kaynaklarında görülebilir.

60 GHz kullanan 802.11ad gigabit kablosuz veri aktarım hızı, iç mekan uygulamaları için 1 metrelik bir mesafede 15 Gbps'ye kadar ulaşabilir [2], [12]. Peki bu teknoloji neden şimdiye kadar kullanılmadı? Maliyetler şimdiki kadar düşük olmadığından ve devreyi küçük boyutta, yüksek güvenilirlikte, yüksek üretkenlikte, yüksek doğrusalılıkta yapan MMIC (monolitik mikrodalga entegre devre) teknolojisi günümüz kadar ileri değildi [1] - [3].

2. Son 10 Yılın Çalışmaları

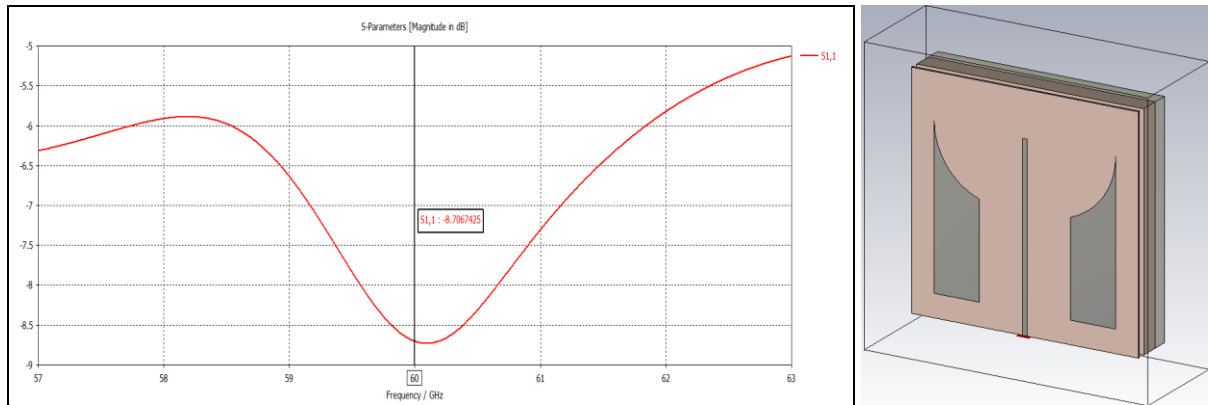
Bu derleme ve araştırma makalesinde, son on yılda 60 GHz frekansı veya 5G frekanslarını kullanan bazı çalışmalar hakkında bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Önceki çalışmalar ve daha fazla bilgi için [13] incelenebilir. Şimdiye kadar sağlanan istatistiklerden, bant genişliğinin ülkeden ülkeye değiştiğini öğrendik. Ayrıca hava olaylarına bağlı olarak zayıflama olduğunu da biliyoruz [14]. Wi-Fi veya diğer mobil sinyal taşıyıcı frekanslarından daha hızlı veri aktarımına sahip olduğu da açıktır. Sonuç olarak çalışmaların çoğunun frekans, zayıflama ve saniyede hız üzerine olduğu söylenebilir.

Tablo 1. 60 GHz, 5G frekanslarında yeni çalışmalar

Kay.	Amaç veya Özet	Sonuç
[15]	Sistemin tasarımı - gerçekleştirilmesi ve bit hata oranı ile performans analizi.	60 GHz yüksek kazançlı antenler bit hata oranı konusunda iyi bir çözüm sunar.
[16]	Kısa menzil, görüş alanı, ultra yüksek hızlı kablosuz iletişim.	Faz gürültüsünü bastırabilen, önerilen alıcı mimarisi ile ultra yüksek hızlı veri iletimi sağlanabilir.
[17]	Fiziksel katman tasarımı ve noktadan noktaya, noktadan çoklu noktaya bağlantılar.	Çok yüksek hızlı fiziksel katman tasarımı SiGe teknolojisi ile 9,7 m için 1,3 Gbit/s; 4,5 m için 2,6 Gbit/s'ye ulaşabilir.
[18]	Airbus 340 kabininde kanal siren mimarisi ve deneysel çalışma.	3 GHz bant genişliği, 50 dB dinamik aralık, 1 ns gecikme çözünürlüğü; gerçek zamanlı bir tekli giriş çoklu çıkış yapılandırması sunar.
[19]	Doğrusal frekans modülasyonlu, sürekli dalga - milimetre dalga radarında bölümlere ayrılmış menzil algılama yöntemi.	Dijital sinyal işleme yöntemiyle karşılaştırıldığında daha yüksek çözünürlük ve daha iyi gürültü performansı verir.
[20]	Dengeli ultra geniş bantlı çift kutuplu hava arayüz mimarisi, 0.25µm SiGe BiCMOS çipsetini düşük sıcaklıkta pişirilen seramik teknolojisi, yüksek çözünürlük.	7 GHz bant genişliği, düşük maliyet, kompaktlık, güvenilirlik ve yeniden üretilebilirlik. RF aşamasında faz ayarı, kalibrasyonlar için avantaj. Hızlı üretim için tam entegre fazlı anten dizileri sunar.
[21]	5G için iç ortamlarda, 28-73GHz frekanslarında gerçekleştirilen ölçümlerin ayrıntılarını vermek için hem eş kutuplu hem de çapraz kutuplu anten konfigürasyonları için, dönebilen yüksek yönlü boynuz antenlerin kullanılması.	MmDalga kanal modelleri ve sistemleri için sunulan, zaman dağılım özellikleri ve büyük ölçekli yol kaybı modelleri. Nesnelin interneti ve 5G desteği. Daha basit ve fiziksel tabanlı yol kaybı modellerinin kullanılması sonucunu verir.
[22]	59,9 GHz'de 13,2 dB kazanç sağlayan kompakt 1x8 dizi anten tasarımı ve uygulama.	58.9 GHz'den 60.9 GHz'e -10 dB dönüş kaybı vardır.
[23]	Kablolu veya kablosuz teknolojiye sahip veri merkezleri hakkında bir inceleme araştırması.	Hibrit teknoloji, 60 GHz veri merkezlerinde kullanılabilir.

3. Basit bir Mikroşerit Antenin Tasarımı ve Benzetimi

Bu mikroşerit anten için kayıplı FR-4 ve kayıplı Rogers 4350B alttabanları kullanıldı. Vivaldi tasarımı seçildi ve anten CST Studio Suite Programı'nda tasarlandı. Şekil 1.a)da bu antenin S11 parametresi 57 ila 63 GHz frekansları arasında gösterilmiş olup, 60 GHz'de değeri -8.7 dB'dir. VSWR değeri 60 GHz'de 2.159'dur. Ana lob büyüklüğü 5.54 dBi'dir. Şekil 1.b)de tasarlanan mikroşerit Vivaldi antenin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1. Tasarlanan mikroşerit Vivaldi Antenin a) S11 parametresi grafiği b) görüntüsü

4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu tür antenlerin iç mekânlarda çalışma olasılığı daha yüksektir; menzilleri düşük olsa da, önceki nesillere göre daha hızlı oldukları için yakın gelecekte yine de tercih edileceklerdir. Tablo 1'de verilen önceki çalışmalara göre milimetre dalga uygulamaları 5G, 60 GHz frekansı ve çevresinde artmaktadır. Malzeme ve elektronik teknolojisi

geliştikçe ve transistör boyutları küçüldükçe daha iyi işlerin yapılabilmesi aşırıdır. Bu bildiride, daha önce gerçekleştirilen bazı çalışmalar verildikten sonra 60 GHz'de çalışabilecek, S11 değeri -8 dB'nin altında olan bir anten tasarlandı ve analiz sonuçları verilerek 5G için iç mekanlarda kullanılabilmesi anlaşıldı.

Kaynaklar

- [1]. Yong S. K., Xia P., Valdes-Garcia A., 60GHz Technology for Gbps WLAN and WPAN From Theory to Practice, Wiley Publishing, West Sussex, Birleşik Krallık, 2011.
- [2]. Robertson I., Somjit N., Chongcheawchamnan M., Microwave and Millimetre-Wave Design for Wireless Communications, John Wiley et Sons, Inc., Chichester, West Sussex, Birleşik Krallık, 2016
- [3]. Xiao S. Q., Zhou M. T., Zhang Y., Millimeter Wave Technology in Wireless PAN, LAN and MAN, Auerbach Publications, CRC Press, New York, ABD, 2008.
- [4]. Wells J., Multi-Gigabit Microwave and Millimeter-Wave Wireless Communications, Artech House, Boston, ABD, 2010.
- [5]. WEB Sayfası, U.S. Department of Transportation, What is Radio Spectrum?, 2017. <https://www.transportation.gov/pnt/what-radio-spectrum> [Erişim tarihi: 25.02.2020].
- [6]. WEB Sayfası, Britannica, Radio-frequency spectrum Communications, 2013. <https://www.britannica.com/science/radio-frequency-spectrum> [Erişim tarihi: 25.02.2020].
- [7]. WEB Sayfası, The Conversation UK, Wireless spectrum is for sale ... but what is it?, 2013. <https://theconversation.com/wireless-spectrum-is-for-sale-but-what-is-it-11794> [Erişim tarihi: 25.02.2020].
- [8]. WEB Sayfası, Emitech Groupe, RF measurements for optimised frequency spectrum management. <https://www.emitech.fr/en/radiofrequency-testing> [Erişim tarihi:25.02.2020].
- [9]. WEB Sayfası, Wikipedia, Extremely high frequency. https://en.wikipedia.org/wiki/Extremely_high_frequency [Erişim tarihi: 25.02.2020].
- [10]. WEB Sayfası, Wikipedia, 5G. <https://en.wikipedia.org/wiki/5G> [Erişim tarihi: 25.02.2020].
- [11]. WEB Sayfası, Jones D., 60GHz: A Frequency to Watch, 2014. https://www.lightreading.com/mobile/backhaul/60ghz-a-frequency-to-watch/d/d-id/709910?pidl_msgpage=2#msgs [Erişim tarihi: 25.02.2020].
- [12]. WEB Sayfası, Robinson R., New Wireless 60 GHz Standard Promises Ultra-Fast Applications, 2009. <https://phys.org/news/2009-01-wireless-ghz-standard-ultra-fast-applications.html> [Erişim tarihi: 29.02.2020].
- [13]. Rappaport T. S., Murdock J. N., Gutierrez F., "State of the Art in 60-GHz Integrated Circuits and Systems for Wireless Communications", in Proceedings of the IEEE, cilt.99 no.8, s.1390-1436, 2011.
- [14]. Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, New Technology Development Division, Millimeter Wave Propagation: Spectrum Management Implications, Washington, ABD, 1997.
- [15]. Rakotondrainibe L., Kokar Y., Zaharia G., Grunfelder G., El Zein G., "Performance analysis of a 60 GHz near gigabit system for WPAN applications", 21st Annual IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, İstanbul, s.1038-1043, 2010.
- [16]. Ulusoy A. Ç., Liu G., Peter M., Felbecker R., Abdine H. Y., Schumacher H., "A BPSK/QPSK receiver architecture suitable for low-cost ultra-high rate 60 GHz wireless communications", The 40th European Microwave Conference, Paris, s.381-384, 2010.
- [17]. Krone S. ve d., "Physical Layer Design Link Budget Analysis and Digital Baseband Implementation for 60 GHz Short-Range Applications", EuMA International Journal of Microwave and Wireless Technologies. Special Issue on Special Issue on 60-GHz-Communication-Systems, cilt.3 no.2, s.189-200, 2011.
- [18]. Ariza A. P. G. ve d., "60 GHz-Ultrawideband Real-Time Multi-Antenna Channel Sounding for Multi Giga-Bit/s Access", IEEE 72nd Vehicular Technology Conference - Fall, Ottawa, ON, s.1-6, 2010.
- [19]. Wu Y., Bao Y., Shi Z., Chen J., Sun Y., "A Novel Range Detection Method for 60GHz LFMCW Radar", IEEE 72nd Vehicular Technology Conference - Fall, Ottawa, ON, s.1-5, 2010.
- [20]. Ariza A. P. G. ve d., "Dual-polarized architecture for channel sounding at 60 GHz with digital/analog phase control based on 0.25µm SiGe BiCMOS and LTCC technology", Proceedings of the 5th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP), Rome, Italy, s.1454-1458. 2011.
- [21]. Maccartney G. R., Rappaport T. S., Sun S., Deng S., "Indoor Office Wideband Millimeter-Wave Propagation Measurements and Channel Models at 28 and 73 GHz for Ultra-Dense 5G Wireless Networks", in IEEE Access, cilt.3, s.2388-2424, 2015.
- [22]. Oliaei M. N. ve d., "60 GHz center fed slot array MMW antenna using hybrid standing and traveling waves", Journal of Electromagnetic Waves and Applications, 2020.
- [23]. Terzi Ç., Körpeoğlu İ., "60 GHz wireless data center networks: A survey, Computer Networks", Science Direct, Elsevier, cilt.185, 107730, 2021.