

4G YENİ NESİL LTE GSM BAZ İSTASYONU ANTEN TASARIMI

*Metin ACAR**
*Uğur YALÇIN**

Özet: Bu çalışmada LTE 4G baz istasyonu antenleri incelenmiş ve bu sistemde çalışabilecek ilgili anten tasarımı yapılmıştır. Öncelikle 4G anten sistemleri araştırılmış, yüzeysel kullanım, hafiflik, ucuzluk gibi özelliklerinden dolayı tasarım için panel dipol anten seçilmiş ve uygun frekans aralığında çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarımı yapılan anten diğer GSM frekanslarında da çalışmaya elverişlidir. Bu şekilde baz istasyonlarındaki anten sayıları azaltılarak, maliyet düşürülebilir.

Anahtar Kelimeler: Panel Dipol Anten, LTE, Baz İstasyonu.

4G New Generation LTE GSM Base Station Antenna Design

Abstract: In this study, LTE 4G base station antennas was being examine and planar dipole antenna was design for using these systems. Firstly 4G antenna system being researched, being selected planar dipole antenna because of surface practise, lightness, economic features. Proper frequency band working antenna being designed. This antenna can works on other GSM frequency. Like that can be reduced cost with base station antennas numbers decrease.

Key Words: Planar Dipole Antenna, LTE, Base Station.

1. GİRİŞ

4G Yeni nesil Long Term Evolution (LTE) GSM teknolojisinin, hücresel ağ sistemlerinin standartları ve üçüncü nesilde ortaya çıkan kapsama alanı sorunu başta olmak üzere bazı sorunları çözmesi beklenmektedir. Bağlantı hızı cep telefonlarında 100mps, wi-fi networklarda 1Gbps'dir (Sasase, 2008). Bir 4G sistemi, daha önceki nesillerden daha yüksek veri hızları temeline dayanan herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde, ses, veriler ve akan çoklu kitle iletişimin kullanıcılarına hizmet verebileceği, uçtan uca IP çözümü sağlayacaktır (Tong ve diğ., 2008).

4G tamamıyla IP tabanlı, kablolu veya kablosuz bilgisayar, iletişim teknolojileri, her ortamda sırası ile servis kalitesi ve yüksek güvenliğiyle herhangi bir zamanda herhangi bir yerde her türlü ağ hizmetini tek bir noktada birleştirerek makul fiyatlandırma ile gerçekleştirebilecektir (Jeongpyo ve diğ., 2008). Ayrıca, 100 Mbit/s ve 1 Gbit/s veri iletim kapasitesini sağlayabilen hizmet olmayı da hedefleyen bir sistemdir. Ağustos 2009'da ilk 4G haberleşme sisteminin testleri ABD'nin Boston ve Seattle kentleri arasında başarıyla gerçekleştirilmiştir (Ohya, 2008). Test sırasında video, dosya indirme ve yükleme, internette gezinti, ses transferi, Voice over Internet Protocol (VoIP) ile LTE 4G üzerinden denenmiştir. 4G yeni nesil haberleşme ağının 2010 yılının başlarında, ilk olarak 100 milyon aboneye açılması ve hizmetin tüm ABD'ye yayılması ise 2013 yılı olarak öngörülmektedir (Hwang ve diğ., 2008).

Bu çalışmada 4G yeni nesil LTE baz istasyonu antenleri üzerinde durulmuş ve bu sistemde çalışabilecek anten tasarımı yapılmıştır. Öncelikle 4G anten sistemleri araştırılmış ve uygun frekans aralığında çalışan panel dipol anten tasarımı yapılmıştır (Abeta, 2006).

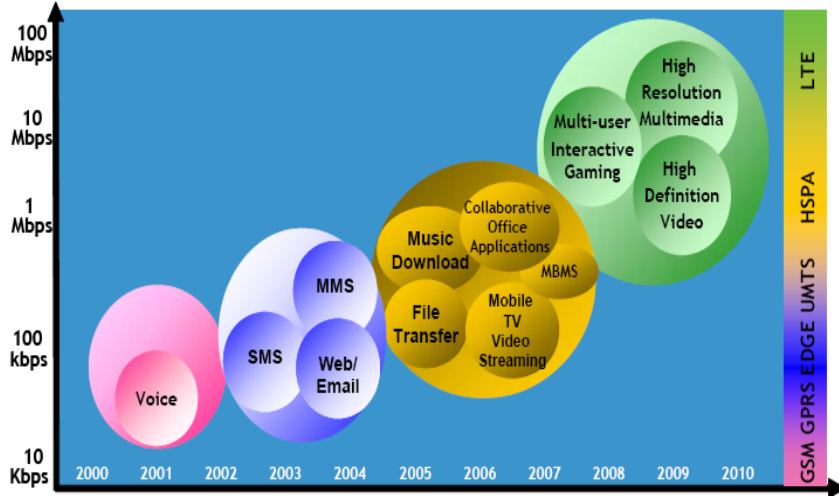
* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektronik Mühendisliği Bölümü, 16059 Görükle, Bursa.

2. UZUN DÖNEMLİ EVRİM (LTE)

4G teknolojisinin oluşumunun en erken 2015'te tamamlanması hesaplandığından yapılan çalışmalarda 3G teknolojisini geliştirme yoluna gidilmiş ve bu çalışmalar sonucunda LTE teknolojisi elde edilmiştir. Bu teknolojiye 3.9G veya Pre4G adı verilirken haberleşme alanında 4G' den önceki son adım olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak iletilen verilerin toplam miktarı ve birim veri başına düşen maliyetleri hızlı bir düşüşe geçmesine LTE teknolojisi öncülük etmiştir denilebilir (Ohya, 2008).

Bunların en başında yüksek çözünürlüklü televizyon hizmeti (HD-TV) ve çok oyunculu interaktif oyun hizmeti gelmektedir. HD-TV 10 – 20 Mbit/s haberleşme hızına (Blue Ray standartları için 18 Mbit/s) ihtiyaç duymaktadır ki bu daha önceki teknoloji olan HSPA'nın kapasitesinin çok üzerindedir. Çok oyunculu interaktif oyun sistemleri gecikmeye karşı çok büyük bir hassasiyete sahiptirler. Bu düşük gecikme süresi sorunu da LTE'nin 10 ms gecikme süresi ile eş zamanlı oyuncular için tam bir anahtar niteliği kazanmıştır. HSPA'nın gecikme süresinin 60 ms olduğu göz önüne alındığında bunun ne kadar büyük bir başarı olduğu anlaşılabilir (Stutzman, 1998; Hwang ve diğ., 2008).

Şekil 1'de 2000 yılından itibaren kullanılan mobil servisler ve veri iletim eğilimlerinin zamanla değişimi görülmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere bağlantı hızı 10 Kbps 'den 100 Mbps' ye çıkmaktadır.



Şekil 1:
Mobil servisler ve veri iletim eğilimleri

LTE' de 1.25–20 MHz olan kanal bant genişliğinin ise 100 MHz'ye çıkarılması amaçlanmaktadır. Kullanılan haberleşme sistemlerinin en büyük eksikliklerinden biri yüksek hızlarda hareket halindeyken iletişimde meydana gelen kesilmeler ve veri aktarımındaki kayıplardır. 4G ile 100Mbit/s ile 1Gbit/s arasında değişen hızlarda veri transferi yapılması üzerinde durulmaktadır (Hwang ve diğ., 2008).

IPv6: Biri, anahtarlı devre, diğeri anahtarlı paket şebeke düğümleri kapsayan, iki paralel yapıya dayalı 3G'nin aksine, 4G, sadece, anahtarlayan pakete dayandırılacaktır. Verilerin iletiminde biraz gecikme süresini gerekli kılmaktadır. Genel olarak, 4. nesil kablosuz şebekelerin, doğrudan adreslenebilir ve yolu çizilebilir olan pek çok sayıdaki kablosuz cihazı destekleyeceğine inanılmaktadır. İşte bu yüzden, 4G bağlamında (IPv6), kablosuz çalışan çok sayıda cihazı destekleyebilen şebeke tabaka teknoloji ve standardı önemlidir. (IP) adresleri sayısının artırılması yolu ile pek çok cihaz grubu arasındaki sınırlı bir sayıdaki adreslerin bir paylaşım yöntemi olan Şebeke Adres Çevrimi (ŞAÇ)ne olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. IP adresi sayılarının artmasıyla, özellikle 4G bağlamında, IPv6 daha dayanıklı, daha güvenli ve iletim optimizasyon kabiliyeti daha yüksek uygulamalar sağlanabilmektedir. IPv6'daki uygun adres boşluğu ve adresleme bitlerinin sayısı, 4G ağ ve hizmetlerinin yayılmasına yardım edebilecek uygulama ve aygıtlar için birçok yenilikçi kodlama şemaları geliştirebilir.

Anten iletişimindeki performans, bir anten sistemindeki gelişimlere bağlıdır. Son zamanlarda, yüksek hız, çok güvenilirlik ve uzun dizi iletişimleri gibi 4G sistemleri hedefini kazanmak için birden fazla organı etkileyen anten teknolojileri ortaya çıkmaktadır. 90'lı yılların başlarında, veri iletişimine ait artan veri hızı ihtiyaçlarını karşılamak için, pek çok iletim programları, önerilmiştir (Javed, 2000).

Bir teknoloji, uzamsal çoklama, band genişliği korunumu ve güç verimliliği ile önem kazanmıştır. Uzamsal çoklama, verici ve alıcıda, çok çeşitli antenlerin konuşlandırılmasını gerektirmektedir. Bağımsız akımlar, eşzamanlı olarak, tüm antenlerden iletilebilir. Bu, verilerin hızını, en az sayıdaki alıcı ve verici antenlerle eşit sayıdaki çok değişik katlar içerisinde artırır. Bu çoklu-giriş çoklu-çıkış iletişimleri (MIMO)olarak adlandırılır. Bundan başka, gücünü kaybeden kanallardaki yüksek hızlı verilerin iletimindeki güvenilirlik, verici ya da alıcıda, daha fazla anten kullanılması ile geliştirilebilir. Bu iletim ya da değişimi al olarak adlandırılmaktadır. İletim-alım farklılığı ve iletim uzamsal çoklaması, iletimde kanal bilgisi gerektirmeyen uzay zamanlı kodlama tekniklerine sınıflandırılabilir. Diğer kategori de, vericide kanal bilgisi kullanan kapalı döngü çoklu anten teknolojisidir (Javed, 2000; Ohya, 2008).

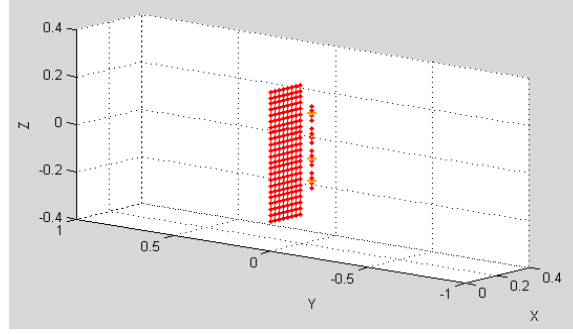
3. MOBİL TELEFON / GSM SİSTEMLERİ

GSM haberleşme sistemleri; mobil telefonlar ile bunların baz istasyon antenleri arasındaki elektromanyetik etkileşim üzerine kuruludur. Normal bir telefonda yapılan arama telefon hatları ve radyo bağlantıları ile baz istasyonuna ulaşır baz istasyonu da kapsama alanı içindeki kilometrelerce uzaklıktaki çağrı yapılan mobil telefon ile bağlantıyı kurar. Aynı işlemin ters yönlü olarak mobil telefonda yapılan çağrılar için geçerlidir (Jawad, 2002).

Her baz istasyon anteninin yaydığı elektromanyetik dalgalar “hücre” adı verilen belirli bir alanı kaplar. Bir hücre içerisindeki tüm mobil telefonlar o antenle etkileşim içerisinde dirler. Hücrelerin boyutları, o çevredeki nüfus yoğunluğuna ve baz istasyonu anteninin kuruluş amacına bağlı olarak değişir. Örneğin, kalabalık şehirlerde kullanılan antenlerin yarattıkları hücrelerin boyutları bir kaç yüz metre veya bir kaç kilometre ile sınırlıdır, fakat kırsal alanlardaki hücrelerin çapları 30 km, hatta daha büyük olabilmektedir. Çünkü, nüfus bakımından yoğun alanlarda mobil telefon kullanımı çoktur ve ihtiyacı karşılamak için bir çok verici anteni gerekmektedir. Kırsalda ise az sayıda kullanıcı olduğundan, tek antenle mümkün olduğu kadar büyük bir alanı kapsama alanına almak esastır. Hücrelerin boyutları büyükçe bir binanın içi ile de sınırlı olabilir. Büyük alışveriş merkezleri veya kamu binaları gibi her gün çok sayıda insanın bulunduğu yerlere kurulacak olan düşük güçlü antenlerin kapsama alanları çok dar olacaktır. Büyükçe bir şehrin tamamını böyle küçük hücrelerle kaplayabilmek için GSM operatörlerinin yüzlerce baz istasyonu kurmaları gerekmektedir. Bu istasyonların antenlerinin kurulması için en uygun mekanlarda yüksek binaların çatıları veya kulelerdir. Bu yüzden, GSM operatörlerinin sayısının ve kaplama alanlarının son yıllarda hızla artmasıyla baz istasyon antenleri şehir hayatının ayrılmaz bir parçası haline geldi (Kıtao ve Ichitsubo, 2004).

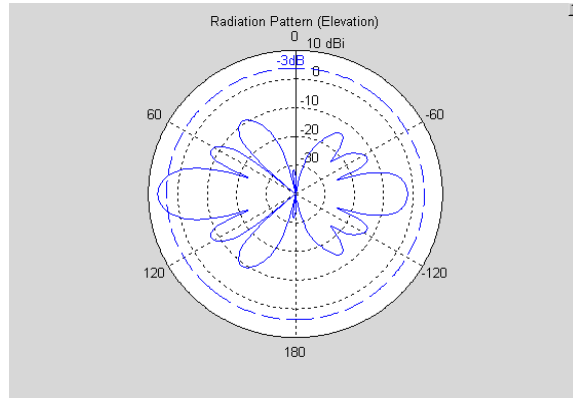
4. TARTIŞMA VE SAYISAL SONUÇLAR

İlgili anten simülasyon programı kullanılarak, panel dipol anten tasarımı uygun frekans aralığında incelenmiştir. Şekil 2'de geometrisi verilen antenin, dipollerin uzunlukları 6 cm, dipol sayısı 4, reflektör boyu 54 cm ve reflektör eni 18 cm olarak alınmıştır. Anten, Avrupa Birliğinin LTE standartları doğrultusunda 2500-2570 MHz (ortalama 2535 MHz) uplink, 2620-2690 MHz (ortalama 2655 MHz) downlink frekans aralığında tasarlanmıştır.



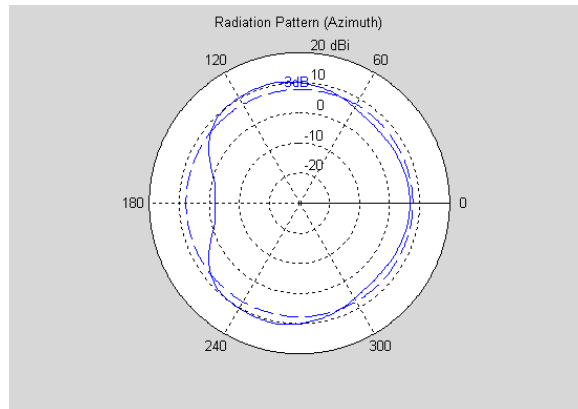
Şekil 2:
Panel dipol anten

Şekil 3'te elevation $\phi=0$ olduğu durumdaki ışınma diyagramı görülmektedir.



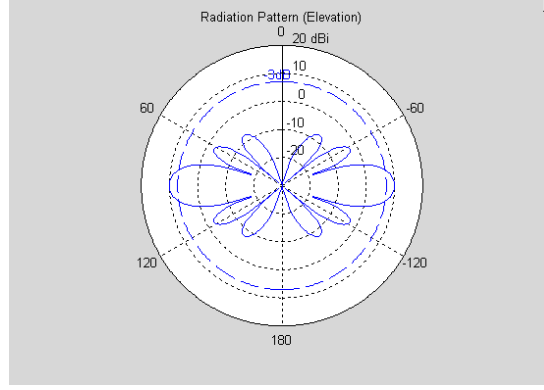
Şekil 3:
Işınma diyagramı (Elevation $\phi=0$)

Şekil 4'te antene ait azimuth ışınma diyagramı görülmektedir.



Şekil 4:
Işınma diyagramı (Azimuth)

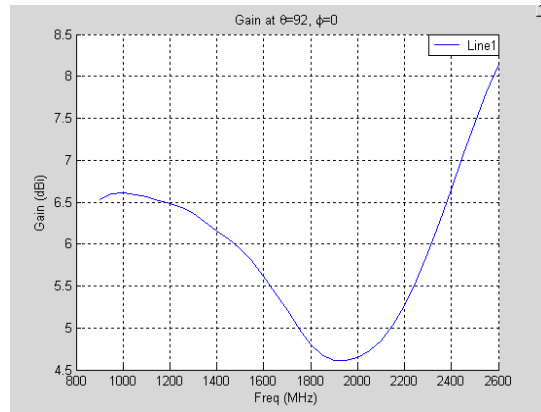
Şekil 5'te antene ait elevation $\phi=90$ olduğu durumdaki ışınma diyagramı görülmektedir.



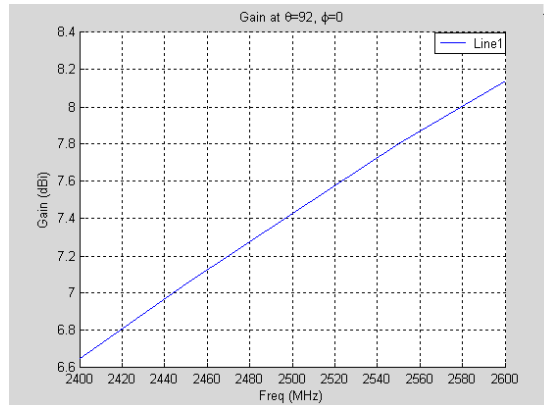
Şekil 5:
Işıma diyagramı (Elevation $\Phi=90$)

Şekil 3-5 te, ters yöndeki ışınlar ve yan kulakçıklar frekans arttıkça daha etkin bir karakter sergilemiştir. Seçtiğimiz uygun frekans aralığı için bunlar en aza indirgenmiştir. Anteninin yönelticiliği beklenildiği gibi çıkmış, tek yöne odaklanma olmamıştır. Şekil 4. te Azimuth grafiğinden görüldüğü üzere anten her yöne ışın yapmaktadır.

Şekil 6-7’de sırasıyla tasarlanan antene ait 900-2600 MHz ve 2400-2600 MHz frekans aralıklarındaki kazanç eğrileri verilmiştir.



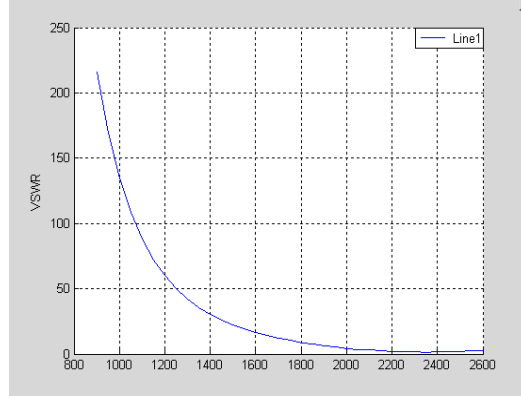
Şekil 6:
Antenin kazanç grafiği (900 MHz-2600 MHz)



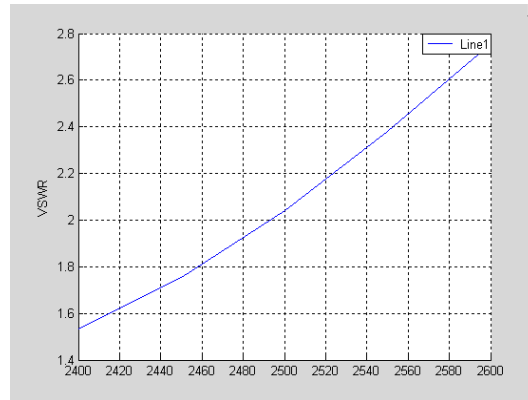
Şekil 7:
Antenin kazanç grafiği (2400 MHz-2600 MHz)

Şekil 6. daki grafikten de görüldüğü üzere en yüksek kazanç 2600 MHz civarlarında elde edilmektedir. Şekil 7. den 2400 MHz’da 6.6 dB olan kazancımızın frekansın artmasıyla 8 dB civarına çıktığı gözlenmektedir.

Şekil 8-9’da sırasıyla tasarlanan antene ait 900-2600 MHz ve 2400-2600 MHz frekans aralıklarındaki duran dalga oranlarının frekansla değişimleri verilmiştir.



Şekil 8:
Duran dalga oranı (900 MHz-2600 MHz)



Şekil 9:
Duran dalga oranı (2400 MHz-2600 MHz)

Şekil 8. de duran dalga oranı frekansın artmasıyla azalma göstermiş ve 2600 MHz civarlarında 2.5 seviyelerine düşmüştür. Şekil 9. da duran dalga oranı istenilen frekans aralığında en düşük 1.5, en fazla 2.8 civarındadır. Mobil iletişimde VSWR standardı 1.5’dir. Baz istasyonlarında VSWR sürekli denetlenir ve $VSWR > 3$ olduğunda devre otomatik olarak kapanır. Bu sonuç baz istasyonlarında olması gereken duran dalga oranı açısından uygundur.

4. SONUÇ

Bu çalışmada LTE Avrupa Birliği Standartları çerçevesinde 2500-2570 MHz (ortalama 2535 MHz) uplink, 2620-2690 MHz (ortalama 2655 MHz) downlink frekansına göre tasarlanmış panel dipol antenin tasarımı yapılmıştır. İlk olarak 4G anten sistemleri incelenmiş ve istenilen özelliklerde çalışan panel dipol anten tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan antenin karakteristikleri simülasyonlarla yatayda, düşeyde, iki boyutlu (2D) ışın diyagramları, kazanç ve duran dalga oranı (VSWR) göz önüne alınarak elde edilmiştir. Bu incelemelerden görüleceği üzere gerçekleştirilen tasarım, gösterdiği performanstan da anlaşılacağı üzere, nüfusun yoğun olmadığı kırsal alanlarda kullanıma elverişlidir.

KAYNAKLAR

1. Hwang, Jun-Seok, Consulta, Roy R. & Yoon Hyun-Young (2008) 4g Mobile Networks – Technology Beyond 2.5G and 3G.
2. Jawad, Ibrahim (2002) 4g Features.
3. Javed, Al (2000) Technologies & Systems For Fourth Generation Mobile Wireless Systems.
4. Jeongpyo, Kim, Jaehoon, Choi (2008) Dual Band Mimo Antenna Using Eng Zeroth Order Resonator For 4G System.
5. K. Kitao and S. Ichitsubo (2004) An Urban Propagation Loss Estimation Formula For 4th Generation Mobile Communication, 485th URSI-F Japanese Committee Materials.
6. Ohya, Tomoyuki (2008) The Overview Of The 4th Generation Mobile Communication System.
7. Ohya, Tomoyuki (2008) Technology Reports Key Wireless Technology For Future High Speed And Large-Capacity Communication Vol 10.
8. S. Abeta et. al. (2006) “ Super 3g Trends/Parts 2: Research On Super 3g Technology,” Ntt Docomo Technical Journal, Vol 8, No. 3 Pp. 55-62, Dec.
9. Sasase, Iwao (2008) Research Activities On The 4th Generation Mobile Communications And Ad-Hoc Networks.
10. Stutzman, W, L Ve Thiele 1998 Antenna Theory And Design.
11. Tong, Weng and Zhu Peiying (2008) Advanced Technologies For 4g: Mobile Broadband Multimedia Everywhere.

Makale 18.12.2009 tarihinde alınmış, 26.10.2010 tarihinde düzeltilmiş, 29.10.2010 tarihinde kabul edilmiştir. İletişim Yazarı: U. YALÇIN (uyalcin@uludag.edu.tr).