

Yoğun Yerleşim Alanları İçinde Elektromanyetik Dalga Yayılımı Ölçüm Sonuçlarının Bazı Ampirik Modeller İle Karşılaştırılması

S. Barbaros Yabacı, Neveser Çayırıcı ve A. Hamit Serbest
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana
barbaros.yabaci@turkcell.com.tr

Özet

Bu çalışmada mevcut ampirik frekans yayılım modellerinden bir kısmının ülkemiz şartlarında uygulanabilirliği araştırılmıştır. Yoğun yerleşim bölgeleri için yapılan bu incelemede, seçilen modellere uygun bina yoğunluğuna sahip yollar üzerinde yol kaybı ölçümleri yapılmış ve daha sonra bu değerler dört adet ampirik modelden elde edilen simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

1. Giriş

Günümüzde kablosuz iletişim sistemlerinin kapasitesinin sürekli arttırılma gerekliliği, frekans spektrumunu daha etkin kullanmayı zorunlu kılmaktadır. Bu amaçla, kullanılan frekansların yeniden kullanım tekniği özellikle yoğun trafik kapasitesine sahip merkezlerde oldukça sıklıkla uygulandığı bilinmektedir. Dolayısıyla; özellikle yoğun şehirleşme yapısı bulunan yerlerde değişik frekanslardaki dalgaların yayılım karakteristiklerinin ve bu yayılıma etki eden faktörlerin bilinmesi önem kazanmaktadır. Ampirik modeller ölçüm sonuçlarına dayandırıldığı için ölçümün yapıldığı ortamın yapısal özellikleri belirleyici olmaktadır; bu nedenle, şehirleşme yapısı ve bina özellikleri modellerin uygulanabilirliğinde etkilidir.

Bu çalışmada sınanan modeller ve benzerleri günümüzde çeşitli telsiz haberleşme sistemlerinin sinyal dağılımlarının hesaplanmalarında kullanılmaktadırlar. Bu modellerin üçünün de geçerlilik alanı ölçüm çalışmaları yapılan 550 ve 900 Mhz frekanslarını da kapsamaktadır [...]. Okumura-Hata modelinde yoğun yerleşim bölgesinde verici-alıcı arasındaki dB cinsinden kayıp ifadesi:

$$L_u = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_t - a(h_r) + (44.9 - 6.55 \log h_r) \log d \quad (1)$$

Burada, f MHz cinsinden sistem çalışma frekansını, h_t metre cinsinden verici anten (Tx) yüksekliğini, h_r metre cinsinden alıcı anten (Rx) yüksekliğini, d km cinsinden verici-alıcı arasındaki mesafeyi, $a(h_r)$ ise

$$a(h_r) = (1.1 \log f - 0.7) h_r - (1.56 \log f - 0.8)$$

şeklinde ifade edilen düzeltme faktörünü gösterir. Dağınık yerleşim bölgesinde verici-alıcı arasındaki dB cinsinden kayıp ifadesi:

$$L_{su} = L_u - 2(\log(f/28))^2 - 5.4 \quad (2)$$

olarak verilmiştir. McGeehan ve Griffiths modelinde ise yoğun yerleşim bölgesinde verici-alıcı arasındaki dB cinsinden kayıp ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$L_u = 120 - 20 \log(h_t h_r) + 40 \log d + 30 \log f + 55. \quad (3)$$

Dağınık yerleşim bölgesinde verici-alıcı arasındaki dB cinsinden kayıp ifadesi

$$L_{su} = 120 - 20 \log(h_t h_r) + 40 \log d + 30 \log f + 65 \quad (4)$$

şeklinde. Atefi ve Parsons modeli de yoğun ve dağınık yerleşim bölgelerinde verici-alıcı arasındaki dB cinsinden kayıp ifadesini

$$L_u = 82 + 26.16 \log(f) + 38 \log d - 21.8 \log h_t - 0.15 \log h_r + L_D \quad (5)$$

olarak verir. Burada, L_D kırınım kaybını göstermektedir ve söz konusu etki bu çalışmada ihmal edilmiştir.

2. Ölçüm Yöntemi

Bu çalışmada kullanılan cihazlar şunlardır: sinyal üretici olarak NETA marka UHF video modulator XM 9001(Maksimum çıkış gücü 100 mW), kuvvetlendirici olarak NETA marka sinyal amplifikatörü, verici anten olarak Kathrein 736 347 modeli(900 Mhz) omni anten, alıcı anten olarak el yapımı tek dipol anten ve sinyal şiddetini ölçmek için de HP 8591E modeli spektrum analizör.

Verici Çıkış Gücü	20 dBm(100 mW)
Verici Anten	Dikey polarizasyonlu, K 736 347 modeli omni anten , kazancı 15 dB
Alıcı Anten	Dikey polarizasyonlu, tek dipol, omni anten , Kazancı 1dB
Alıcı Hızı	2 m/s
Örnekleme	Seçilen yollar üzerinde 10 m. ara ile
Ölçüm Yapılan Frekanslar	550 MHz ve 800 MHz.

Tablo 1. Sistem konfigürasyon bilgileri

Bu çalışma için seçilen bölge, Adana ilinde Turgut Özal – Süleyman Demirel – Kenan Evren bulvarları arasında kalan yoğun bir yerleşim bölgesi olan alandır. Omni yayılım paternine sahip dikey polarize verici anten 12 katlı bir apartmanın tepesine, yerden 36 m yüksekliğe yerleştirilmiştir. Verici antenin bulunduğu binanın çevresi 10 – 12 katlı apartman blokları ile yoğun bir şekilde çevrelenmiştir. Ölçümlerin yapıldığı 4 ana yol verici anteni merkez alacak şekilde ve kabaca dikdörtgen olarak seçilmiştir. Verici antenin yollara olan dikey uzunluğu 200 – 250 m civarındadır, ve yollar birbirlerine dikey olarak uzanmaktadır. Ana bulvarlardan birinde tek taraflı, diğer ikisinin her iki tarafında apartman blokları bulunmaktadır. Seçilen yollar bu özellikleri ile test edilen ampirik modellerin kullanımına uygundur. Amfi ve sinyal üreticinden oluşan verici düzeneği sinyal seviyesinde değişme ve tutarsızlık gösterebileceği düşüncesi ile iki saat süre ile test edilmiştir. Bu süre içinde 2 m mesafeden sabit antenler ile sistem çalıştırılmış ve sinyal seviyesinin değişmeden -15 ; -17 dBm bandında kaldığı gözlenmiştir.

Test sırasında güzergah boyunca ortalama olarak 2m/s hızla yol alınmış ve yaklaşık olarak her 10 m’de bir örnek alınarak ölçümlere ait veritabanı oluşturulmuştur. Omni özellikte, 1 dB kazancı olan tek dipol anten alıcı olarak aracın üzerine yerden yüksekliği 1,5 m olacak şekilde monte edilmiştir. Feeder uzunluğu 1 m’den az olduğu için zayıflaması ihmal edilmiştir.

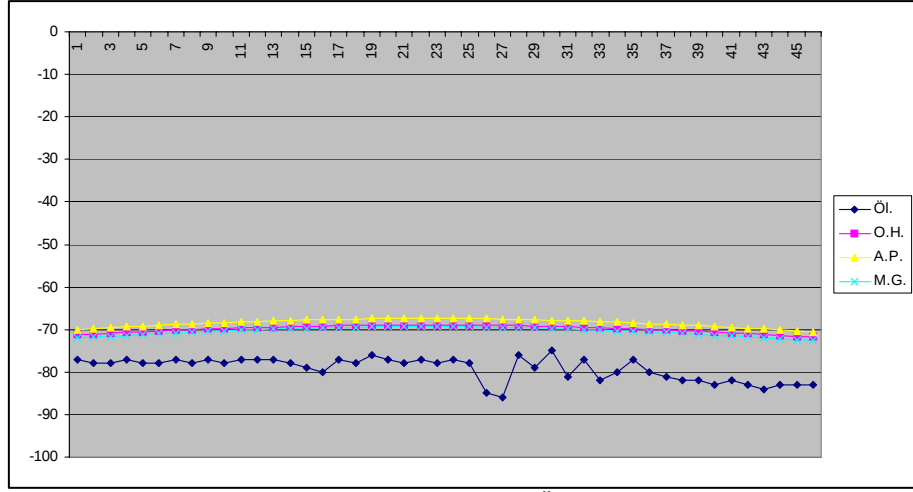
3. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ölçümler 460 m uzunluğundaki güzergahta toplam 206 noktada yapılmıştır(Şekil-1). Ölçüm yapılan noktalarda göz önüne alınan modellerden de teorik değerler hesaplanmıştır. Ölçüm sonuçları ile modellerden bulunan değerlerin grafik olarak karşılaştırılmaları yer darlığı nedeniyle sadece bir durum için verilebilmiştir(Şekil-2 ve Şekil-3).

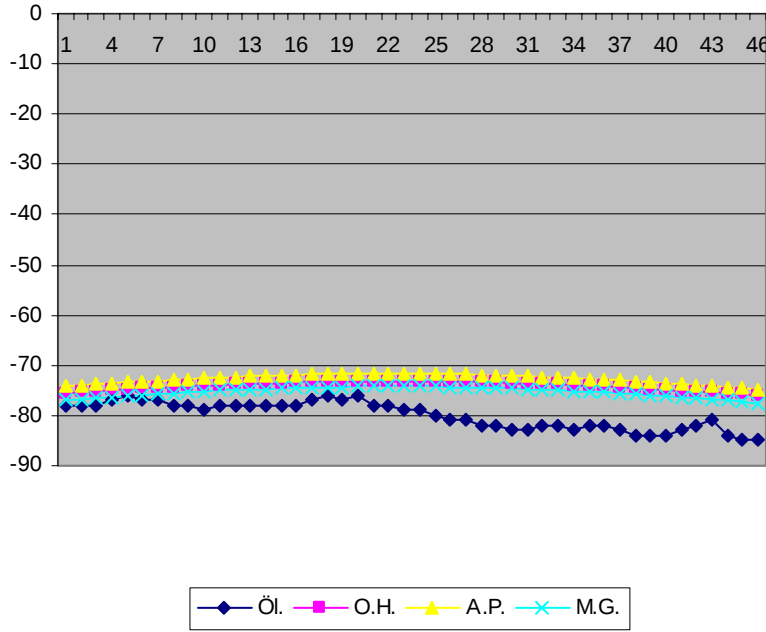
Modellerin test sonuçları ile karşılaştırılmasında aşağıda verilen sonuçlara varılmıştır. Bu modellerin daha çok düzgün bina yoğunluğuna sahip 1 km ve daha uzak mesafeli günümüz modern ve sık bina yapılarına uymayan bina yapılaşması için tasarlandığı anlaşılmaktadır. Normalde yoğun apartman blokları arasında veya düzensiz dağılmış yoğun yerleşim merkezlerinde(şehir merkezlerinde ana işlek noktalar) oldukça karmaşık sinyal dağılımları gözlenmektedir. Bu modellerde kullanılan parametreler doğal olarak bu yapıyı ifade etmekte yetersiz kalmaktadır.



Şekil-1. Ölçüm Güzergahı



Şekil-2. Groseri Marketin Bulunduğu Cadde Boyunca Yapılan Ölçüm ve Modelleme Sonuçları – 550 MHz. (Öl.: ölçüm sonuçları, O.H.: Okumura –Hata Modeli, A.P.: Atefi-Parsons Modeli, M.G.: McGeehan-Griffiths Modeli)



Şekil-3. Groseri Marketin Bulunduğu Cadde Boyunca Yapılan Ölçüm ve Modelleme Sonuçları – 800 MHz. (Öl.: ölçüm sonuçları, O.H.: Okumura –Hata Modeli, A.P.: Atefi-Parsons Modeli, M.G.: McGeehan-Griffiths Modeli)

Yukarıda verilen grafikler ölçüm ve modelleme sonuçlarının birbirine en yakın olduğu durumlar içindir. Bunun nedeninin, söz konusu caddenin yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bina yoğunluğu yüksek merkezlerde sinyal alımı direk görüş olamayan yerlerde öncelikle yansıma yolu ile olmaktadır. Bina yolu ile oluşan yansımaya maruz kalan kesimlerde güçlü sinyal seviyesi algılanırken, 1. derece ışını görmeyen noktalarda 20 db'den daha fazla kayıplar oluşmaktadır. Her halükarda direk görüş ile alınan sinyal güçlü bir şekilde okunabilmektedir. Yansıtıcı bina faktörü yoğun ve yüksek binalar arasında son derece önemlidir. Karşılıklı bina boklarının bulunduğu yerleşim alanlarında dalganın yayılımında dalga kılavuzu etkisinin de rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Cell Planning fo Wireless Communicaton, M.F. Catedra, J. Pérez-Arriaga, Artech House, Boston, London, 1999.
- [2]. Doble J., Introduction to Fixed and Mobile Communications, Artech House, Boston, A.B.D., 1996.
- [3]. Propagation Characteristics for Wide-Band Outdoor Mobile Communications, Xiongwen Zhao Jarmo Kivinen Pertti Vainikainen and Kari Skog.

Teşekkür

Bu çalışmada kaynak ve ekipman kullanılması imkanını sağladığı için TURKCELL A.Ş.'ye ve testlerin gerçekleştirilmesi sırasında işgücü ve ekipman desteği sağladığı için ADATEL A.Ş.'ye teşekkür ederiz.