

2007 Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi Sayı:20, s.16-27

**MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE GENİŞBAND-CDMA
PERFORMANS TESTİ VE ÖLÇÜMLERİ**

Nursel AKÇAM¹

ÖZET

Günümüzde üçüncü nesil olarak adlandırılan UMTS teknolojisinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte ses verisine ilave olarak gerçek zamanlı hareketli görüntü iletimi mümkün olmuştur. Genişband haberleşme sistemi olarak adlandırılan UMTS’te W-CDMA, cdma2000 gibi teknikler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Üçüncü nesil mobil haberleşme sistemleri hakkında bilgi verilerek W-CDMA tekniğinin gerçek ortamda performans testleri yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda yükleme hızı 384Kbps, ses aktarım hızı 12,2Kbps, mobil cihazın 100 km/h hızında 144Kbps veri hızına ve kapalı alanda 2Mbps hızına ulaşabildiği gözlenmiştir. W-CDMA tekniğinde, 5MHz band genişliğinde 2Mbps veri iletim hızına ulaşılabilmektedir.

Anahtar sözcükler: GSM, UMTS, Genişband CDMA

**WIDEBAND CDMA PERFORMANCE TEST AND MEASUREMENT
IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS**

ABSTRACT

As the UMTS technology which is referred as the third generation, has been started to be used today. It has been possible to transmit the real time moving images along with the audio data by this technology. In the UMTS referred to as broadband communication system, the techniques such as W-CDMA and cdma2000 have been used. In this study, by providing a short description of the third generation mobile communication systems, performance of W-CDMA technique are tested in real medium. At the end of the study, while the download speed of 384Kbps, voice transmission speed of 12.2Kbps, and a mobile at a speed of 100km/h; it was observed that it had reached 144Kbps of data speed and a speed of 2Mbps in a closed area. By using W-CDMA technique, in 5Mhz bandwidth, 2Mbps of data transmission speed was obtained.

Key Words: GSM, UMTS, Wideband CDMA

1. GİRİŞ

GSM Mobil Haberleşme sistemleri ses verilerinin iletilmesinde başarılı olmasına karşın, band genişliğinin sınırlı olması ve kullanılan modülasyon tekniğinden dolayı veri iletiminde yeterince hızlı olamamıştır. Veri iletimi için GSM’de geliştirilen GPRS ve EDGE teknolojisi maksimum 59,2Kbps hızına ulaşabilmektedir.

¹ Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, , 06570, Maltepe, Ankara ,nursel@gazi.edu.tr

Veri aktarım hızını sınırlayan band genişliğinin arttırılabilmesi için yapılan çalışmalar sonucu zaman ve frekansı aynı anda kullanabilen 5MHz band genişliğinde genişband haberleşme sistemleri geliştirilmiştir (Wesolowski, 2002: 55). Genişband haberleşme sistemlerinin en büyük avantajı ses ve görüntü verilerinin belirlenmiş kodlar yardımıyla güvenli ve hızlı bir şekilde iletilmesine olanak sağlamasıdır.

Günümüzde üçüncü nesil olarak adlandırılan UMTS teknolojisinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte ses verilerine ilave olarak, gerçek zamanlı hareketli görüntü iletimi mümkün olmuştur. Genişband haberleşme sistemi olarak adlandırılan UMTS'te W-CDMA, cdma2000 gibi teknikler kullanılmaktadır. Üçüncü nesil haberleşme sistemi; cep telefonu, smart telefon gibi mobil terminallere yüksek hızlı internet erişimi, hareketli resim iletimi gibi yüksek hız ve bant genişliği gerektiren hizmetlerin ISDN, DSL gibi sabit şebeke kalitesinde iletebilmek amacıyla tasarlanan hücresel haberleşme standartlarının ve teknolojisinin genel adıdır (Jiang, 2005: 55).

2. EVRENSEL MOBİL HABERLEŞME SİSTEMİ (UMTS)

UMTS, IMT-2000'nin standartlarına uygun olarak Avrupa'da kabul edilen üçüncü nesil haberleşme sistemidir. UMTS, yüksek hızlı veri iletimine ve gerçek küresel gezinmeye olanak tanıyan bir şebeke sağlamayı hedeflemektedir. Yeni UMTS şebekesi mevcut GSM işleticilerinin kullandıkları şebeke alt yapısı üzerine kurulmaktadır. İlk bakışta UMTS, GSM'in bir gelişimi gibi görünmesine rağmen esas farkı, kullanımı için yeni lisans almayı gerektirecek tamamen farklı bir spektrum ve hava arayüzü kullanılıyor olmasıdır (Karım ve Sarraf 2002: 151).

Mevcut GSM şebekesi Zaman Bölmeli Çoklu Erişim yöntemi olan TDMA'yı kullanır. Ancak UMTS, CDMA'ya benzeyen ancak daha fazla bant genişliği sağlayan W-CDMA'ı frekans spektrumunun geniş kısmında eşli olarak, TD-CDMA'ı ise eşsiz kısmında kullanır (Holma ve Toskola. 2001: 151).

3. W-CDMA TEST SONUÇLARI

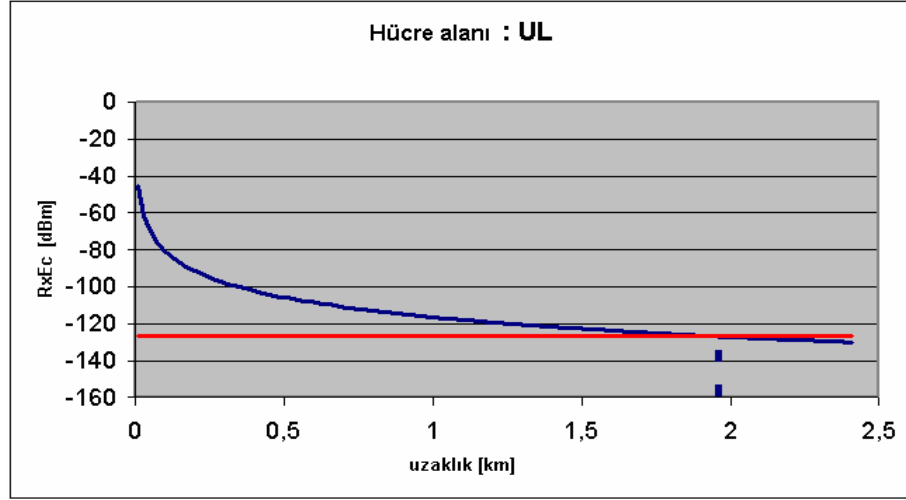
Genişband haberleşme sistemlerinde kullanılan W-CDMA tekniği ile gerçek ortamda uplink (yukarı bağlantı) ve downlink (aşağı bağlantı) performans testleri yapılmıştır. Uplink performans testi için kullanılan değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'deki değerler kullanılarak gerçek ortamda yapılmış olan uplink Rx (alıcı) seviyesinin UE (mobil cihazı)'nin merkeze uzaklığına göre değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Test sırasında Rx seviyesinin merkezden uzaklaştıkça azaldığı, yaklaşık 2 km sonra ise tamamen mobilin servis dışı kaldığı gözlenmiştir. Merkezin Tx (verici) seviyesine göre güç kontrolü yaparak girişimi önlediği görülmüştür (Şekil 2).

Çizelge 1. Uplink performans testi için kullanılan değerler

UPLINK					
0,25	[W]	MS Tx-Gücü	12,2	[kbps]	R
23,98	[dBm]	MS Tx-Gücü	314,754	[1]	İşleme kazancı
0	[dBi]	MS Anten Kazancı	314,754	[1]	İşleme kazancı
2	[dB]	Kablo kaybı	3,1	[1]	E _b / N ₀
21,98	[dBm]	MS Transmisyon EIRP	4,91	[dB]	E _b / N ₀
-174,00	[dBm/Hz]	Sıcaklık gürültü yoğunluğu	0,00985	[1]	Gerekli E _c / I ₀
3,00	[dB]	BS Rx gürültü faktörü = 3,16	-19,10	[dB]	Gerekli E _c / I ₀
-171,00	[dBm/Hz]	BS Rx gürültü yoğunluğu	-124,25		Gerekli sinyal gücü
3,84	[MHz]	Bandgenişliği	12		Anten kazancı
65,84	[dB]	Bandgenişliği	2		Kablo kaybı
-105,16	[dBm]	BS Rx gürültü	-7,27		Yavaş sönmleme payı
0,2		Yük faktörü	0		HO kazancı
-0,97		Girişim degradation payı	0		Indoor kaybı
		L = 10 log (1 - yük)	0		TPC boşluk payı
3,84	[Mcps]	W	148,96		İzin verilen yayılım kaybı

Çizelge 2. İlave servis devreye alınmadan önceki merkez değerleri

max yük	kappa	T		BS	W		therm.		therm.+BS	
[1]	[Ws/K]	[°C]	[K]	[dB]	[MHz]	[dB]	[W]	[dBm]	[dBm]	[1]
0,7	1,E-23	35	308	3	3,8	65,8	1,63E-14	-107,87	-104,87	3,26E-11



Şekil 1. Uplink Rx seviyesinin uzaklığa göre değişimi (UL:Uplink, RxEc: Alıcı chip enerjisi)

		DL - PC: Dinamik [dB] CPICH							
	Servis	384	128	64	12,2				
	SF	8	16	32	128				
	SIR target	3	3	3	3				
t. b. d.	Max. Güç değeri	6	6	6	6				
	Poffset	20	20	20	20				
DB: hücre başına	P_max	6,00	6,00	6,00	1,93				
	P_min	-19,00	-19,00	-19,00	-23,07				
		DL - PC: Dinamik							
		[dBm]	[%]	[dBm]	[%]	[dBm]	[%]	[dBm]	[%]
	CPICH TxP	33	10,0	33	10,0	33	10,0	33	10,0
	Max. DL TP	43	100,0	43	100,0	43	100,0	43	100,0
	P_max	39,00	39,81	39,00	39,81	39,00	39,81	34,93	15,59
	P_min	14,00	0,13	14,00	0,13	14,00	0,13	9,93	0,05

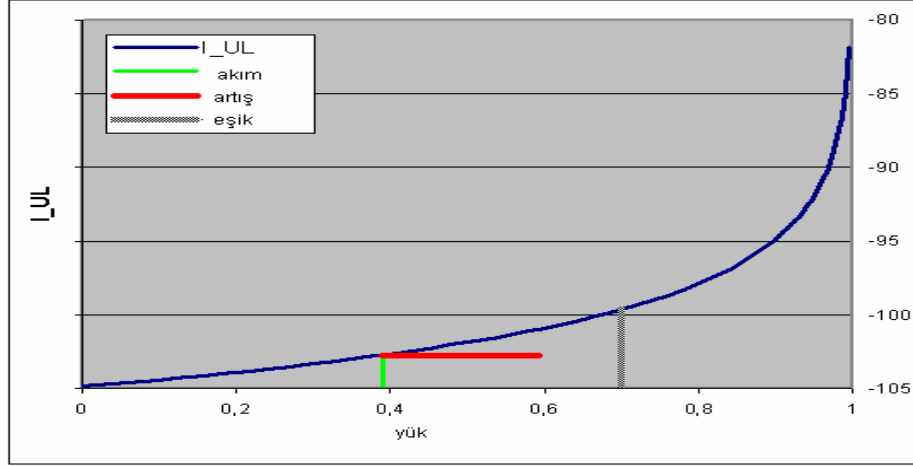
Şekil 2. Dinamik güç kontrolü

Mevcut servisler yeni servisler eklendiği zaman yük artışında mobil veri hızı ve veri şekli her servise göre ayrı ayrı devreye alınmaktadır. Mevcut servisler ve ilave servislerin değerleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir. Örnek olarak 12,2Kbps'lik ses verisine 128Kbps'lik bir görüntü verisi ilave edildiğinde gürültü seviyesinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 3). Merkezdeki yük toplamı mevcut servisler ile ilave servislerin toplam yüküne

eşittir. Ancak, gürültü toplamı mevcut servislerin gürültüsü ile ilave servislerin gürültüsü toplamından düşüktür.

Çizelge 3. Mevcut servisler ile ilave servisin değerleri

Mevcut servisler						
Ped. A 3km/h	R	no.	Eb/N0		Gp	rho_j
			[dB]	[1]		
x		0	0	0,00	0	0,00
x	128	3	1,6	1,45	30	0,14
x	12,2	12	4,8	3,02	315	0,12
x		0	0	0,00	0	0,00
Toplam						0,26
a_UL						1,5
Yük						0,3895
Yeni servis : yük artışı						
Ped. A 3km/h	R		Eb/N0		Gp	rho_j
			[dB]	[1]		
x	384		1,3	1,35	10	0,13
Yük artışı						0,2023
Toplam yük						0,5919



Şekil 3. Yüke göre uplink seviyesinin değişimi

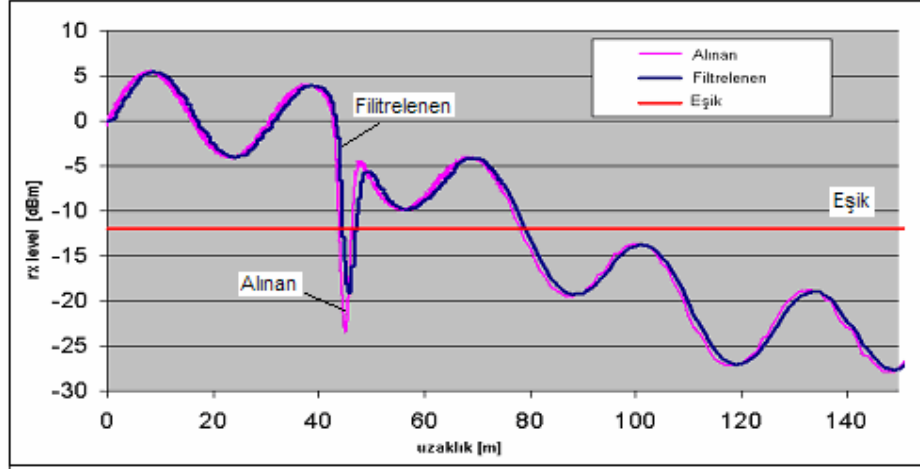
Dinamik güç kontrolü hesaplamaları yapılırken Eşitlik 1’de verilen formüller kullanılmıştır. Burada SIRhedef; uygulamaya bağlı DL; SIR kaynak değeri, SF; kanalın yaygınlaştırma faktörü, Pkayma; İub hücre offset değeri, delta ise 25 dB’dir.

$$P_{\max}(\text{dB}) = \min [\text{SIRhedef} - 10\log(\text{SF}) + P_{\text{kayma}}, \text{Max. Güç değeri}]$$

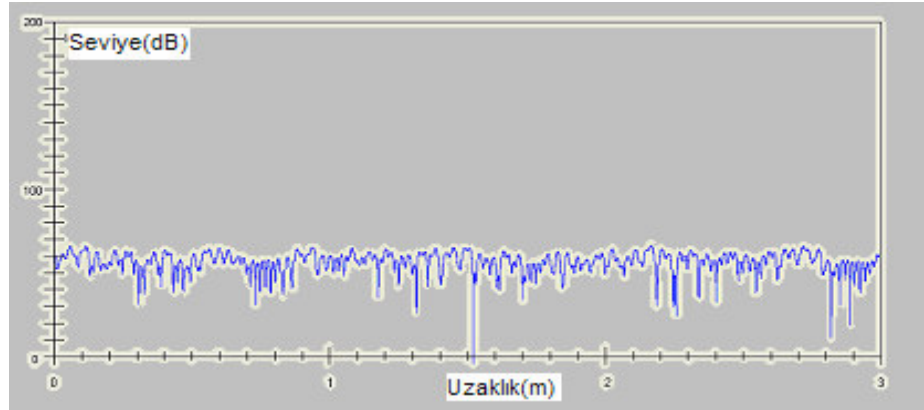
$$P_{\min}(\text{dB}) = \max [P_{\max}(\text{dB}) - \text{delta}, -35\text{dB}] \quad (1)$$

Çizelge 3. Sönümlenme test değerleri

Frekans / MHz	lambda / cm	Adım aralığı[dB]	UE hızı/ kmh	Sigma	eşik	k =	Periyot
1000	30,0	1,00	10,00	10,00	-12,00	2	0,50



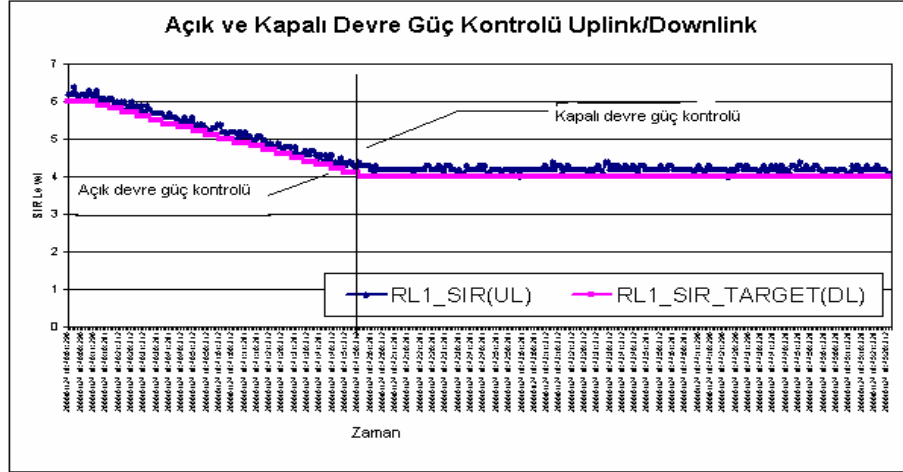
Şekil 4. Sönümlenme değerinin merkeze uzaklığa göre değişimi



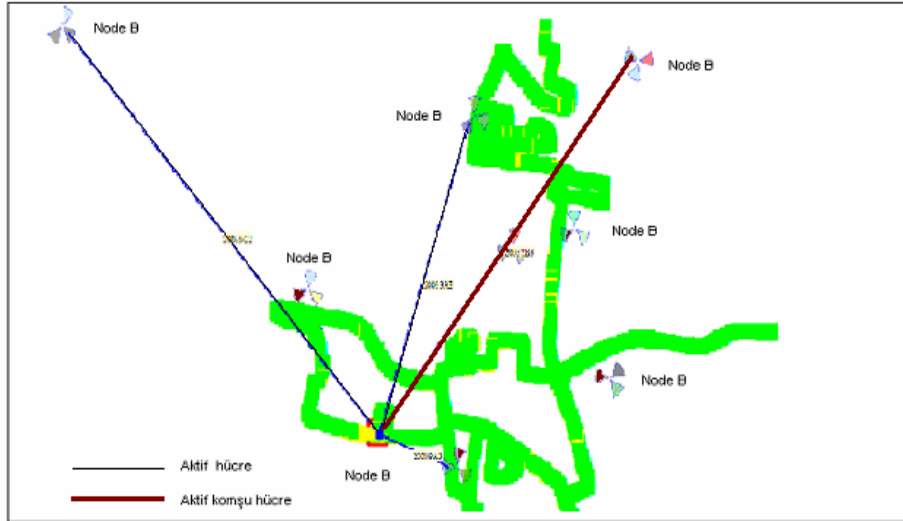
Şekil 5. Merkezde görülen sönümlenme değeri

Mobil hızı 10 km/h alınarak 1000MHz frekans için sönümlenme değerleri (Çizelge 4), ölçülmüş sonuçlar Şekil 4'de, merkezde görülen sönümlenmede ölçülen değerler ise Şekil 5'de verilmiştir.

Hesaplanan zaman ve SIR değerleri, merkezde uplink ve downlink için açık ve kapalı devre güç kontrolü grafiksel olarak Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Açık ve kapalı devre güç kontrolü



Şekil 7. UE ile merkezler (Node B) veri transfer gösterimi

Şekil 7'de gösterilen noktadaki UE ile merkezlerin (Node B'lerin) bağlantı değerleri ise Çizelge 5'te gösterilmiştir. Burada AS; aktif hücreyi, MN; aktif komşu hücreyi, DN; algılanan fakat aktif olmayan hücreyi, SC; karıştırma kodunu, Cell Name; hücre adını,

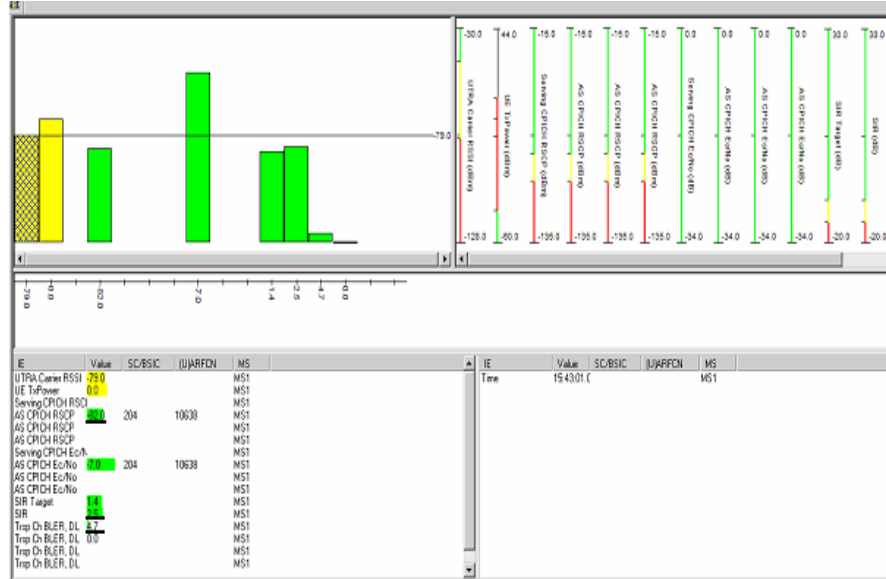
UARFCN; kullanılan frekans değerini, RSCP ise merkezden alınan sinyal gücünü ifade etmektedir.

Çizelge 4. Aktif hücre ve aktif komşuların UE ile bağlantı sırasındaki Ec/No değerleri

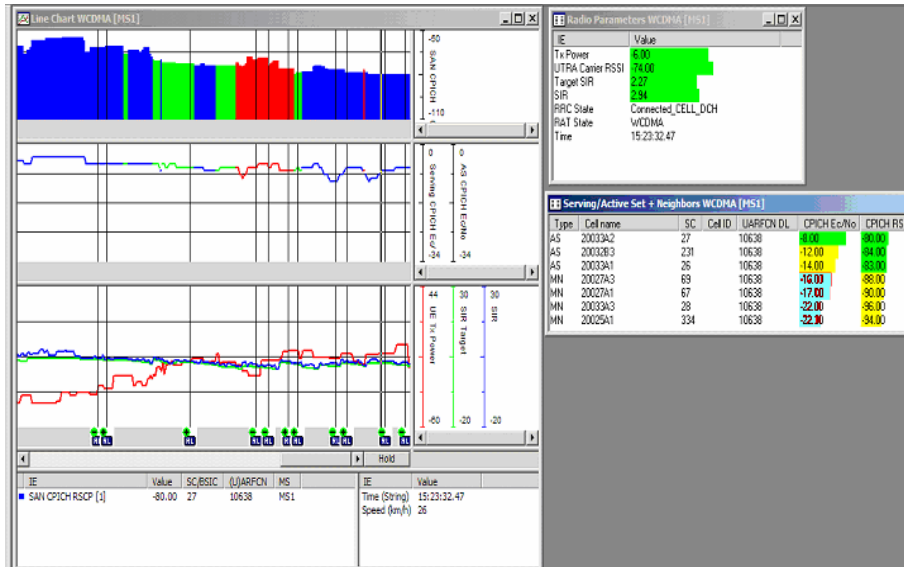
Type	Cell Name	SC	Cell ID	UARFCN ...	CPICH Ec/No	CPICH RSCP
AS	20039A3	204		10638	-7.0	-82.0
AS	20033A3	28		10638	-11.0	-89.0
MN	20036C2	311		10638	-15.0	-93.0
MN	20027A3	69		10638	-17.0	-95.0
MN	20025A2	335		10638	-19.0	-93.0
DN	20032B3	231		10638	-19.0	-95.0
DN	20038Y3	287		10638	-19.0	-95.0
DN	20033A2	27		10638	-20.0	-96.0

Test merkezlerinde yapılmış olan saha ölçüm sonuçlarına göre bir UE'nin üç adet hücreden aktif olarak data alabildiği, altı adet hücreyi komşu hücre olarak algılayabildiği, üç adet hücreyi de GSM komşu hücre olarak algılayabildiği görülmüştür. Bir UE istenilen data transfer hızına bir hücreden ulaşamadığı zaman aynı anda iki tane hücreye daha data transferi için bağlantı kurabildiği görülmüştür (Şahin ve Akçam, 2006: 41).

Şekil 8'de UE ile merkezin bağlantı anındaki SIR, RSCP, BLER değerlerini, Şekil 9'da ise SIR değerinin GSM'e göre daha düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 8. UE ile merkezin (Node B'nin) bağlantı anındaki SIR, RSCP, BLER değerleri



Şekil 9. UE ile merkezin bağlantı sırasındaki aktarım protokol değerleri

4. SONUÇ

Mobil haberleşmede veri iletim hızını sınırlayan en büyük neden 200kHz band genişliğinin kullanılması ve kullanılan modülasyon tekniği nedeni ile kullanıcı sayısının sınırlı ve kaynak kullanım verimliliğinin düşük olmasıdır. Bu nedenlerden dolayı geniş band mobil haberleşme teknikleri geliştirilmiştir (Xiaomei, 2005: 55).

Bu çalışma sonuçları, UMTS'te kullanılan genişband haberleşme sistemleri kullanıcıya, herhangi bir kişi ile zamandan ve yerden bağımsız olarak haberleşme imkanı sunabilen teknolojilerin toplamı olarak tanımlamanın mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mobil kullanıcıya, konumundan bağımsız olarak çoklu ortam hizmeti de sunmaktadır.

W-CDMA tekniğinde 5MHz band genişliğinde 2Mbps data iletim hızına ulaşılabilmektedir. Bununla birlikte kullanılan kodlama tekniği nedeniyle SIR değerinin GSM'e göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, önümüzdeki yıllarda 10Mbps data iletim hızına ulaşmanın mümkün olacağı görülmektedir. Günümüzde gelişmiş ülkelerde IP tabanlı veri iletimine olanak sağlayan ve 100 Mbps veri iletim hızına ulaşmayı mümkün kılacak dördüncü nesil çalışmaları da hızla devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- Holma, H., Toskola, A. (2001). *WCDMA for UMTS, Radio access for Third Generation Mobile Communication Revised ed.*, JOHN WILEY&SONS Ltd., England, 70-83.
- Jiang, Z., (2005). *WCDMA General Introduction*, Zte University, China, 2-6.
- Karım, M. R., Sarraf, M., (2002). *WCDMA and Cdma2000 for 3G Mobile Networks*, MCGRAW-HILL Professional, Newyork, 190, 205-215.
- Şahin, V., Akçam N., (2006). "Mobil haberleşme Sistemlerinin Gelişimi ve Genişband CDMA Performans Testi", *URSI*, Ankara, 247-249.
- Wesolowski, K., (2002). *Mobile Communication Systems*, John Wiley&Sons Ltd., England, 387-395.
- Xiaomei, S., (2005). *ZXW10-RNS Training Document*, Zte University, China, 1-2, 2-8.

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
GHz	Frekans birimi
dB	Desibel
Ec/No	Chip enerjisi/gürültü değeri
Kbps	Data hız birimi

kHz

Frekans birimi

Mbps

Data hız birimi

Mcps

Bit hız birimi

MHz

Frekans birimi

Kısaltmalar**Açıklama****BLER**

Blok Hata Hızı

CDMA

Kod Bölmeli Çoklu Erişim

CPICH

Ortak Pilot Kanalı

DL

Downlink

EDGE

Global Gelişim için Arttırılmış Data Hızları

GPRS

Genel Paket Radyo Servisi

GPS

Global Konumlandırma Sistemi

GSM

Mobil için Global Sistem

ISDN

Tümleşik Servisler Sayısal Şebekesi

ME

Mobil Cihaz

PCPCH

Fiziksel Ortak Paket Kanalı

RSCP

Alınan Sinyalin Kod Gücü

SIR

Sinyal Girişim Oranı

TDMA

Zaman Bölmeli Çoklu Erişim

UL

Uplink

UMTS

Evrensel Mobil Haberleşme Sistemi

WCDMA

Genişband CDMA