

3.KUŞAK HÜCRESEL SİSTEMLERDE YANKI PROFİLİNİN GÖRÜNTÜ İLETİMİNE ETKİSİ

Çetin KURNAZ¹, Hülya GÖKALP²

^{1,2} Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kurupelit, Samsun

¹ckurnaz@omu.edu.tr, ²hgokalp@omu.edu.tr

Anahtar sözcükler: 3K Sistemler, WCDMA, Yankı profili, Tırmık alıcı

ÖZET

3. Kuşak (3K) hücreli sistemler hava ara yüzünde geniş bantlı CDMA (WCDMA) kullanacaktır. Öngörülen 5 MHz'lık bant genişliğindeki sinyalin radyo kanalından alınan yankılarından 3K sistemlerinde Tırmık alıcı kullanımı ile yararlanılabilecektir. Bu çalışmada, farklı Tırmık alıcı parmak sayısı, farklı yayılım özelliklerinin tek kullanıcı tek hücreli bir 3K sisteminde görüntü iletimine etkisi incelendi. Bu amaçla Manchester kent merkezinde UMTS bantlarında yapılan kanal ölçümlerinde elde edilen yankı istatistikleri kullanılarak dört kanal profili saptandı. Bu profiller ve 1, 2, 3, 5 parmaklı Tırmık alıcı için 3K sistem başarımları incelendi. Elde edilen sonuçlar farklı hareket ve veri hızlarında görüntü kalitesinin ve Tırmık alıcıda kullanılacak en uygun parmak sayısının kanal profiline bağlı olduğunu göstermiştir.

1. GİRİŞ

2. Kuşak sistemlerin kapasite sınırlamaları, yüksek veri hızı gerektiren video, elektronik posta gibi geniş kullanım alanlı servislere olan talebin artması sonucunda 3K gezgin iletişim sistemleri ortaya çıkmaya başlamıştır. 3K gezgin iletişim sistemlerinde hava bağlantısı olarak geniş bantlı kod bölme çoklu erişim (WCDMA) kullanılacaktır [1]. WCDMA'da kullanıcı verisinin her bir biti o kullanıcıya ait olan PN (pseudo noise) kodu ile çarpılarak iletilecek sinyalin bant genişletilir. PN kodunun uzunluğu işleme kazancı olarak da bilinir. Kanal kodlanmış ve genişletilmiş sinyaldeki her bir bit 'chip' olarak adlandırılır. WCDMA'da aynı iletim bandını kullanan kullanıcılar birbirlerinden kodlar ile ayrılırlar. 3K WCDMA için belirlenen chip hızı 3.84 Mchip/s'dir [2].

Karasal gezgin radyo kanalında her bir sinyal yankısı farklı faz, gecikme ve farklı güç kaybı ile alıcıya ulaşır [3,4]. 3K sistemlerde Tırmık alıcı [5-7] kullanıldığından bağlı gecikmeleri en az bir chip süresi (3K sistemler için 0.26µs) kadar olan yankılar

ayrı ayrı işlenebilecek ve sonrasında enerjileri birleştirilerek daha güçlü sinyal elde edilecektir. Tırmık alıcı aynı zamanda yankılı kanaldaki sönümlenmeye karşı yankı çeşitliliği sağlayacaktır. Ancak Tırmık alıcıdan beklenen başarımlar iyileşmesi kanaldan gelen yankıların bağlı güçlerine, Tırmık alıcıda kullanılan parmak sayısına ve alıcıda toplanan yankıların birbirlerine göre nasıl sönümlendiklerine bağlıdır.

Tırmık alıcıda kullanılacak parmak sayısı sistem başarımlarını etkileyecektir [8-11]. Bu sayı iletim bant genişliğinin yanında kanalın yankı profiline, veri hızına ve hareket hızına da bağlıdır. [8]'de radyo kanalı ölçüm verilerine dayanarak yankıların birbirine benzeyen ve benzemeyen sönümlenmeli yankı durumları için 1-3 parmak için benzetimler yapılmış; genişletme dizilerinin ideal olmayan öz-ilişimi özelliğinin yol açtığı sinyalin kendi yankıları arasındaki girişimin genişletme çarpanlarına göre etkisi incelenmiştir. [9]'da Tırmık alıcı parmak sayısı yankı sayısına eşit olduğu durum için Tırmık alıcı başarımları incelenmiştir. Bu çalışmada yankıların ortalama güçleri eşit varsayılmıştır. [10]'da veri hızına bağlı olarak başarımlar incelenmiştir. Bir diğer çalışmada sadece yankıların bağlı güçleri ve gecikmeleri kullanılarak Tırmık alıcı için en uygun parmak sayısı belirlenmeye çalışılmıştır [11]. Ancak literatürde gerçek radyo kanalı ölçümlerine dayalı Tırmık alıcı parmak sayısının başarımlara etkisi incelenmemiştir.

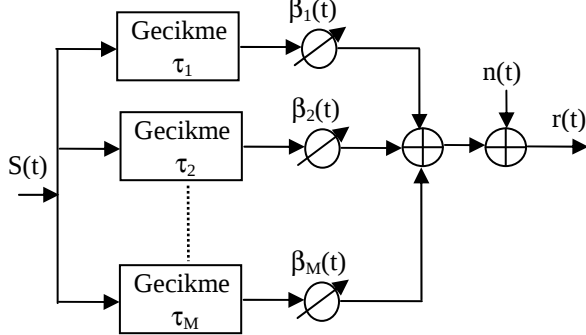
Bu çalışmada, farklı Tırmık alıcı parmak sayısı ve farklı yayılım özelliklerinin tek kullanıcı, tek hücreli bir 3K sisteminin başarımlarına etkisi incelendi. Benzetimlerde kullanılan genişletme çarpanları 32 ve 64; hareket hızları 0 km/saat ve 50 km/saat'dir. Yayılım özellikleri için Manchester kent merkezinde UMTS/FDD bantlarında yapılan radyo kanalı ölçümlerinde [4] elde edilen yankı istatistikleri kullanılarak dört kanal profili belirlendi. Bu kanal profilleri ölçüm yerlerinin %10, %20, %50 ve %80'nini temsil etmektedir. Benzetimlerde verici ile alıcı arasındaki kanalın ideal tahmin edildiği varsayılmıştır.

2. WCDMA SİSTEM MODELİ

Verici, Rayleigh gezgin radyo kanalı ve Tırmık alıcı ana bloklarından oluşan bir 3K sistem benzetimi yapıldı. Tırmık alıcısındaki parmak sayısı 1, 2, 3 ve 5; genişletme çarpanı 32 ve 64; durağan/50 km/saat hareket hızları seçilerek vericiden 256x256 piksellilik S/B Lena test görüntüsü gönderildi. Görüntüdeki her bir piksel 8 bitten oluşmaktadır.

İlk olarak test görüntüsü sayısallaştırılarak ikilik düzende bildiri bitleri elde edildi. Bildiri bitleri $\frac{1}{2}$ 'lık katlamalı kanal kodlamasından geçirilip dikgen OVFS kodları ile genişletilerek chip hızı 3.84 Mchip/s yapıldı; Elde edilen temel bant $S(t)$ sinyali (1 eşitliği) kanala beslendi (Şekil.1). $S(t)$ sinyali Rayleigh gezgin radyo kanalında farklı gecikme ($\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_M$) ve farklı kanal kazanç değerleri ($\beta_1(t), \beta_2(t), \dots, \beta_M(t)$) ile çarpılıp toplandı. Yankıların toplamına güç yoğunluğu N_0 olan toplamsal beyaz Gauss gürültüsü eklendi ($r(t)$, 3 eşitliği).

M parmaklı Tırmık alıcı Şekil.2'de gösterilmiştir. Parmak sayısı kadar güçlü yankı Tırmık alıcı ile alındı. Her parmak çıkışındaki sinyal vericide kullanılan PN kodunun yankı gecikmesine bağlı faz kaydırılmış biçimi ile çarpılarak daraltıldı. Buradaki $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_M$ ağırlık katsayıları İlinti hesaplayıcı çıkışındaki güç değerine bağlıdır ve (4)'de verilen eşitlik ile hesaplanır. Parmak çıkışları en yükseğe oranlı (Maximal Ratio Combining-MRC) olarak toplanır ve bit tahmincisine beslenir [3,6]. Viterbi kod çözme işleminden sonra elde edilen bitlerden test görüntüsü tekrardan oluşturuldu.



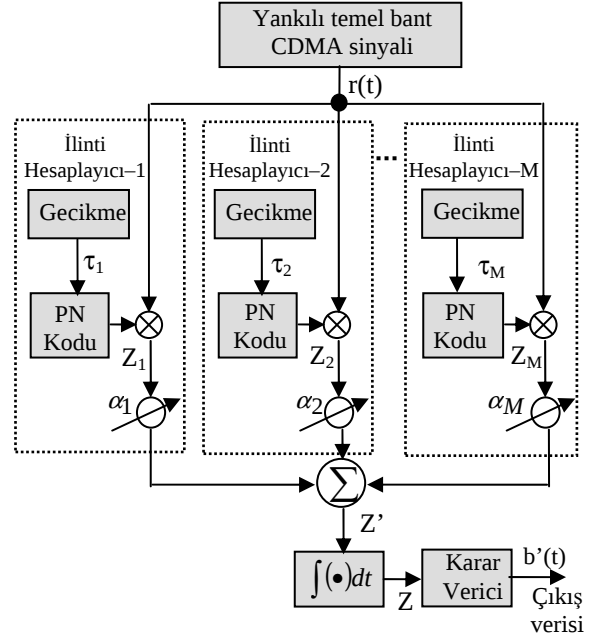
Şekil.1 Yankılı kanal modeli

$$S(t) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} b(i)a_i(t-iT) \quad (1)$$

$$a_i(t) = \sum_{n=0}^{N-1} c_i(n)p(t-nT_c) \quad (2)$$

$$r(t) = \sum_{m=0}^{M-1} \beta_m(t)S(t-\tau_m) + n(t) \quad (3)$$

Burada; $b(i)$ i. veri biti, $a(t)$ genişletme kodu (PN kodu), β_m kanal kazanç değeri, T sembol süresi, N işleme kazancı, $T_c = \frac{T}{N}$ chip periyodu, $c(n)$ OVFS kodu, M yankı sayısı, $n(t)$ toplanır beyaz Gauss gürültüsü, $p(t)$ darbe şekillendiricidir.



Şekil.2 M parmaklı Tırmık alıcı yapısı

Ağırlık katsayısı α_m ;

$$\alpha_m = \frac{Z_m^2}{\sum_{m=1}^M Z_m^2} \quad (4)$$

2. RAYO KANALI YANKI İSTATİSTİKLERİ

Manchester kent merkezinde UMTS/FDD bantlarında yapılan radyo kanal ölçümünde [4] elde edilen veriler kullanılarak yankı istatistikleri bulundu. Kısaca ele alınırsa ölçümlerde sürekli dalga frekans modülasyonu (FMCW) kullanıldı. Yukarı link ve aşağı link bantlarında (1920–1980 MHz ve 2110–2170 MHz) aynı anda ölçüm yapıldı. Verici ve alıcı anten yükseklikleri sırasıyla 46 m ve 1.75 m dir. Verici anten yedi katlı bir binanın çatısına yakınında başka bir yüksek bina tarafından görüşü kısıtlanmayacak biçimde monte edildi. 1800 metreye varan alıcı-verici uzaklıklarında 581 küçük ölçekli konumda kanal verisi 0.5–1 saniye süresince toplandı. Kanal tarama hızları olarak 100 Hz veya 250 Hz kullanıldı. Ölçümde kullanılan gecikme penceresi genişlikleri 16.66 μ s, 27.5 μ s ve 41.66 μ s. Kullanılan modülasyon

yöntemi nedeniyle değişen bant genişlikleri için kanal profilleri kolayca belirlenebilmektedir. 2147.5 MHz orta frekansında 5 MHz bant genişliği için kanal profilleri elde edildi. Her konumda elde edilen 50–250 kanal profilinin ortalaması alınarak ortalama kanal profili bulundu. Ortalama kanal profilinde gürültü tabanının en az 5 dB üstü gürültü eşik seviyesi olarak belirlendi ve bu eşikğin altındaki tepeler göz ardı edildi. Yankı bağıl güç ve bağıl gecikme istatistiklerinden ölçüm yerlerinin %10, %20, %50 ve %80'nini temsil eden 4 kanal profili belirlendi (Tablo.1). K1-K4 kanal profillerindeki bağıl güçler incelenirse K1'de kayda değer enerjili dört yankı vardır. K2, K3 ve K4 için bu değer sırasıyla 3, 2 ve 1 yankıdır.

Tablo.1. Benzetimlerde kullanılacak kanal profilleri

Yankılar	Bağıl güç (dB)				Bağıl Gecikme
	K1	K2	K3	K4	
1.yankı	0	0	0	0	0 μ s
2.yankı	-1	-2	-6	-11	0.7 μ s
3.yankı	-3	-6	-12	-17	1.2 μ s
4.yankı	-6	-10	-17	-23	1.7 μ s

4. BENZETİM SONUÇLARI

Şekil.3'deki Lena test görüntüsü kullanılarak oluşturulan 3K sinyalinin K1'den geçerek alıcıya gelmesi durumunda; 4 tane büyük güçte yankı alınmaktadır. Şekil 4.a'da görüldüğü gibi parmak sayısı 1 olduğunda görüntüdeki bozulma fazla iken parmak sayısı artırıldığında (iki (Şekil 5.a) ve üç (Şekil 6.a) parmaklı durumda) görüntüde bir iyileşme söz konusudur. 5 parmaklı Tırmık alıcı (Şekil 7.a) ile 3 parmaklı Tırmık alıcı için benzer görüntüler elde edildi. Bu nedenle K1 kanal profili için 3 parmaklı Tırmık alıcı kullanılabilir.

Sinyalin 3 güçlü yankısı olan K2 geçerek gelmesi durumunda 1 parmaklı alıcı için görüntüdeki bozulmalar fazladır (Şekil 4.b). Parmak sayısının 2 (Şekil 5.b) yerine 3(Şekil 6.b) seçilmesinin fazla olmamakla birlikte daha iyi başarımlar sağladığı görüldü. 5 parmaklı Tırmık alıcı (Şekil 7.b) ile 3 parmaklı tırmık alıcı için benzer görüntüler elde edildi. Bu kanal yapısı için de en uygun parmak sayısı 3 kabul edilebilir.

İki güçlü yankısı olan K3'le yapılan benzetimlerde 1 parmaklı Tırmık alıcı ile elde edilen görüntü kötü iken (Şekil 4.c) parmak sayısının 2, 3 ve 5 olması durumlarında benzer başarımlar elde edildi. 3 parmaklı alıcı (Şekil 5.c) ile 5 parmaklı alıcı (Şekil 6.c) benzer sonuçları verdiğinden 5 parmaklı görüntü

gösterilmedi. Bu kanal yapısı için uygun parmak sayısı 2'dir.

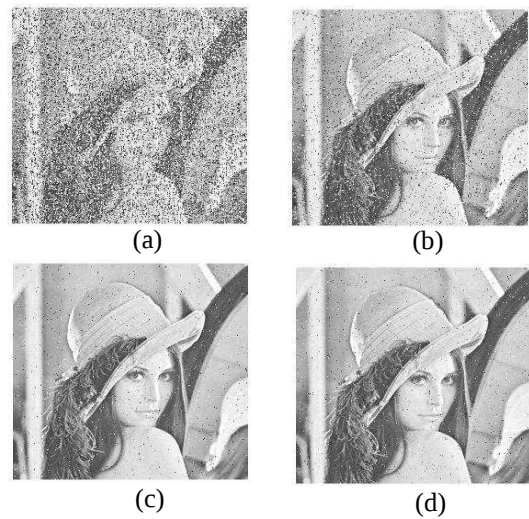
Sadece 1 kayda değer yankının olduğu K4 için parmak sayısındaki artış görüntü kalitesinde bir iyileşme sağlamadı. Dolayısıyla bu tür bir profili olan kanal için uygun parmak sayısı 1'dir (Şekil 4.d, Şekil 5.d, Şekil 6.d).

Şekil 6'dan çıkan sonuca göre 3 parmaklı Tırmık alıcı ile tüm kanallar için başarımlar yaklaşık aynıdır. Bu nedenle Tırmık alıcı parmak sayısı 3 olarak seçilip artan hareket hızı için başarımların incelenmesi yapıldı (Şekil.8). Yapılan benzetimlerde hareket hızı arttıkça (50km/s) aynı yayının özellikleri için sistem başarımının kötüleştiği gözlemlendi. Ancak kötüleşme derecesinin kanalın yankı profiline de bağlı olduğu ve güçlü yankıların bulunduğu K1, K2 için kötüleşmenin daha büyük olduğu görüldü

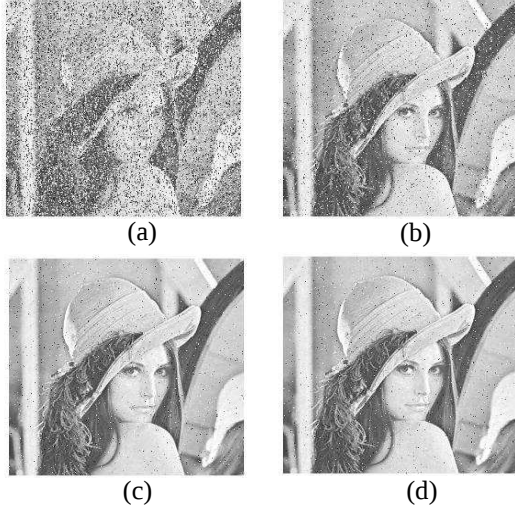
Şekil.9'da Tırmık alıcının parmak sayısı 3 seçilerek genişletme çarpanının sistem başarımına olan etkisi incelendi. Genişletme çarpanının 64'den 32'ye düşmesi veri hızının iki kat artmasını sağlarken görüntüde daha fazla bozulmaya neden olduğu görüldü. Genişletme çarpanını 2 kat azaltılması az sayıda güçlü yankı içeren kanallar için (K3, K4) görüntü kalitesinde daha az oranda bozulmaya neden olmuştur.



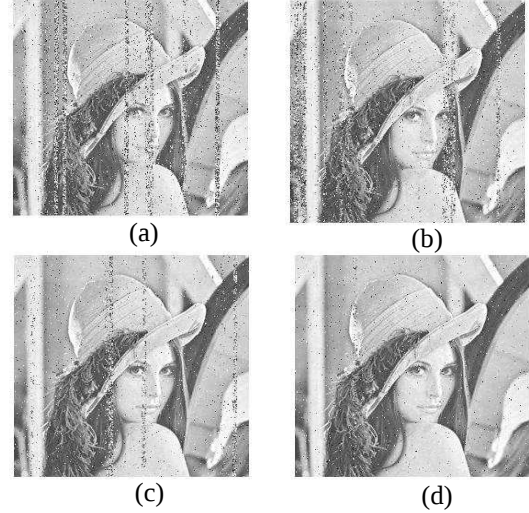
Şekil.3 Orijinal test görüntüsü



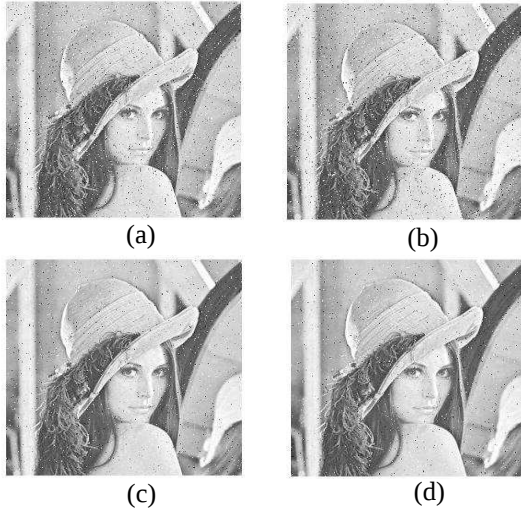
Şekil.4 Bir parmaklı Tırmık alıcı, veri hızı 60 kbit/s, S/N=-12dB, durağan kullanıcı, (a)K1, (b)K2, (c)K3, (d)K4 kanal profilleri için 3K sisteminin görüntü iletimine etkisi



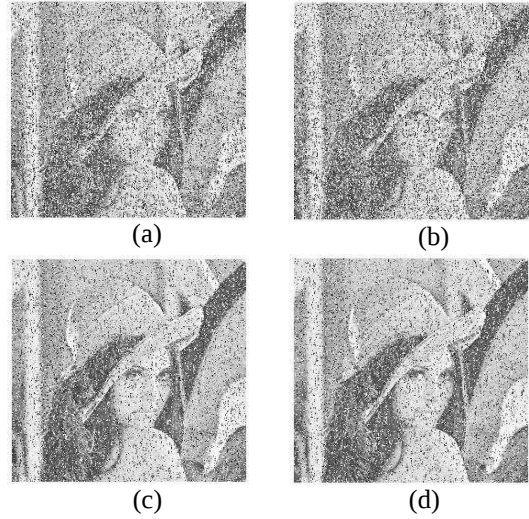
Şekil.5 İki parmaklı Tırmık alıcı, veri hızı 60 kbit/s, $S/N=-12\text{dB}$, durağan kullanıcı, (a)K1, (b)K2, (c)K3, (d)K4 kanal profilleri için 3K sisteminin görüntü iletimine etkisi



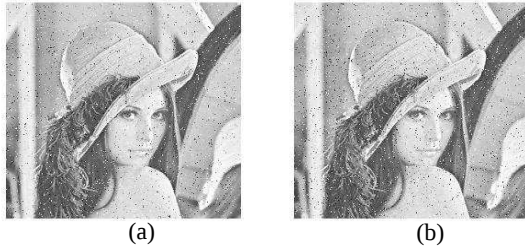
Şekil.8 Üç parmaklı Tırmık alıcı, veri hızı 60 kbit/s, $S/N=-12\text{dB}$, 50 km/saat kullanıcı hızı, (a)K1, (b)K2, (c)K3, (d)K4 kanal profilleri için 3K sisteminin görüntü iletimine etkisi



Şekil.6 Üç parmaklı Tırmık alıcı, veri hızı 60 kbit/s, $S/N=-12\text{dB}$, durağan kullanıcı, (a)K1, (b)K2, (c)K3, (d)K4 kanal profilleri için 3K sisteminin görüntü iletimine etkisi



Şekil.9 Üç parmaklı Tırmık alıcı, veri hızı 120 kbit/s, $S/N=-12\text{dB}$, durağan kullanıcı, (a)K1, (b)K2, (c)K3, (d)K4 kanal profilleri için 3K sisteminin görüntü iletimine etkisi



Şekil.7 Beş parmaklı Tırmık alıcı, veri hızı 60 kbit/s, $S/N=-12\text{dB}$, durağan kullanıcı, (a)K1, (b)K2, kanal profilleri için 3K sisteminin görüntü iletimine etkisi

5. VARGILAR

Tırmık alıcısındaki parmak sayısı kanal profiline bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle K1, K2, K3, K4 kanal profilleri için sırasıyla 3, 3, 2, 1 parmaklı Tırmık alıcı kullanılabilir. 3 parmaklı Tırmık alıcı değişen kanal koşullarında en uygun çözümü vermiştir. Güçlü yankıların MRC kısmındaki katkıları fazla olacağından sisteme dâhil edilmeleri gerekmektedir. Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki benzetimlerde kullanılan kanal profillerinde bağlı gücü -6 dB veya daha büyük olan yankıların alınması küçüklerinin ise göz ardı edilmesi en uygun parmak

sayısı seçimi için uygun olacaktır. Dikkat edilirse K1-K4 kanal profillerinde bağıl gücü -6dB ile -10dB arasında olan yankılar yoktur. Bu nedenle bağıl güçleri -7 dB, -8dB ve -9dB olan yankıların da bulunduğu kanal profilleri için benzetimler yapılmalıdır. Artan genişletme çarpanı ile görüntü kalitesinde beklenen iyileşme sağlandı. Bu ise aynı S/N değeri için daha kaliteli görüntü demektir. Ayrıca kullanıcı hızı kanal profiline bağılı olarak görüntü kalitesini farklı etkilemiştir.

6. KAYNAKÇA

- [1] www.3gpp.org
- [2] Holma, H., Toskala, A., WCDMA for UMTS, John Wiley & Sons Ltd., England, 2001
- [3] Rappaport, T. S., Wireless Communications Principles and Practice, Prentice Hall PTR, 1996
- [4] Salous, S., Gokalp, H., "Dual-frequency sounder for UMTS frequency-division duplex channels", Communications, IEE Proceedings, vol.149, Issue 2, pp.117-122, April 2002
- [5] Price, R., Gren, P. E., "A Communication Technique for Multipath Channel", Proceedings of the IRE, pp.555-570, March 1958
- [6] Haykin, S., Communication Systems, John Wiley&Sons, Inc., Fourth Edition, 2000
- [7] Proakis, J. G., Digital Communications, McGraw-Hill, Third Edition, New York, 1995
- [8] Adnani, N.V., Bultitude, R. J. C., Hafez, R. H. M., "Propagation-measurement-based predictions of RAKE receiver performance in W-CDMA systems operating in urban microcells", 2002 IEEE 56th Vehicular Technology Conference Proceedings, vol.1, pp.254-257, 24-28 Sept., 2002
- [9] Boujemaa, H., Mohammed S., "On the Rake receiver performance", IEEE Vehicular Technology Conference, vol.3, pp.1483-1488, September 2000
- [10] Moradi, H., Kenari, M.N., Ahmadian, M., Salahi, A., "Performance of WCDMA spreading in downlink for FDD mode", Circuits and Systems for Communications, 2002. Proceedings. ICCSC '02. 1st IEEE International Conference, pp.254-257, 26-28 June 2002
- [11] Gokalp, H., Salous, S., "Multipath Statistics for 3G W-CDMA Systems", SCI (Systemics, Cybernetics, and Informatics), Orlando, Florida, USA, July 27-30, 2003
- [12] Melis, B., Romano, G., "UMTS W-CDMA: evaluation of radio performance by means of link level simulations" Personal Communications, IEEE Wireless Communications, vol. 7, Issue 3, pp.42 – 49, June 2000