

### 3. Nesil Sistemler için Eko İstatistikleri ve TIRMIK Alıcıların Başarıma Etkisi

Hülya Gökalp, Sana Salous\*, Marwan Abu-Dhaim\*\*  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Kurupelit, Samsun  
[hgokalp@omu.edu.tr](mailto:hgokalp@omu.edu.tr),

\*Durham Üniversitesi  
Mühendisliği Fakültesi  
Durham, İngiltere  
[sana.salous@durham.ac.uk](mailto:sana.salous@durham.ac.uk)

\*\*UMIST  
Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Manchester, İngiltere  
[marwan.o.abu-dhaim@student.umist.ac.uk](mailto:marwan.o.abu-dhaim@student.umist.ac.uk)

**Özet:** 3. Nesil W-CDMA gezgin iletişim sistemlerinde kullanılacak Tırmık alıcıların başarımı Manchester şehir merkezinde UMTS FDD bandlarında gerçekleştirilen radyo kanalı ölçüm sonuçları kullanılarak değerlendirildi. 1-4 parmaklı Tırmık alıcı ile toplanamayan (kayıp) eko enerjileri incelenerek en uygun parmak sayısı belirlendi. Kanal verileri kullanılarak ADS ortamında bir W-CDMA sistem benzetimi yapıldı; yukarı- ve aşağı-linkler için bit-hata-oranları (BHO) incelendi.

#### 1. Giriş

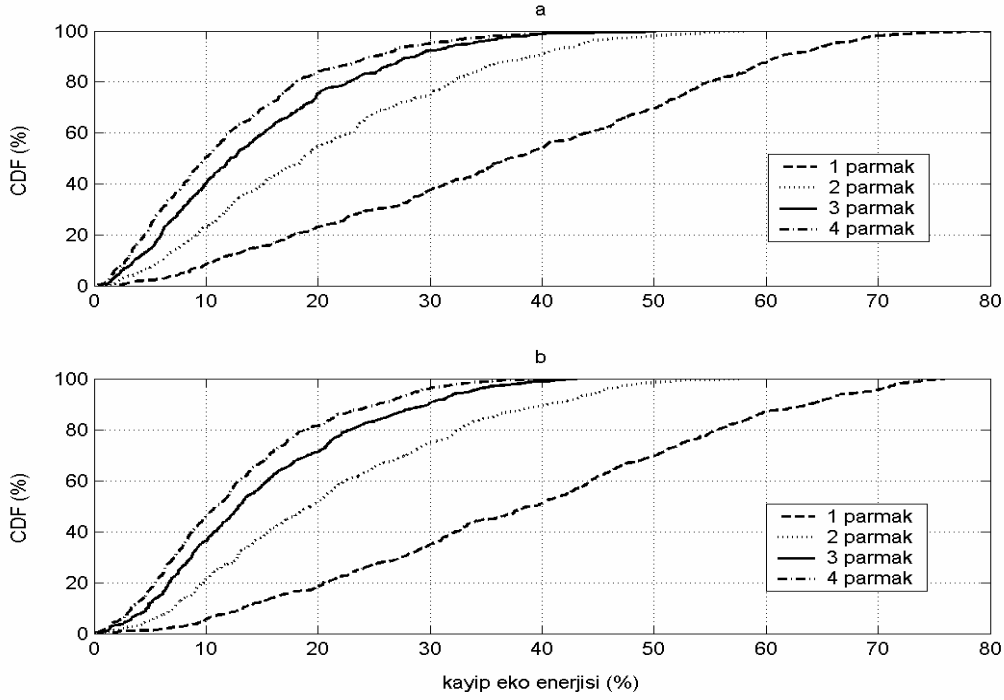
W-CDMA kapasite artırımı ve değişen veri hızı sağladığı için 3. nesil gezgin iletişim sistemlerinde hava arayüzünde kullanılacaktır. 1920-1980 MHz ve 2110-2170 MHz arasındaki bandlar sırasıyla yukarı-link (mobil telefondan baz istasyonuna) ve aşağı-link (baz istasyonundan mobil telefona) UMTS FDD bandları olarak ayrılmıştır. Öngörülen chip hızı 3.84 Mcchip/s dir. Birbirleri arasında en az bir chip süresi zaman gecikmesi olan sinyal ekoları *Tırmık alıcılar* ile ayrıştırılabilmektedir. Farklı zamanlarda alıcıya ulaşan ekoların genlik sönümlenmeleri de farklı olabilmektedir. Tırmık alıcılar, hızlı sönümlenmenin etkilerini azaltmak ve farklı ekolarla gelen sinyal enerjisini birleştirerek alıcı çıkışında daha yüksek sinyal/gürültü gücü (S/G) oranı elde etmek için kullanılırlar. Benzer sönümlenen ekoların birleştirilmesi hızlı sönümlenmeye karşı bir kazanım sağlamamaktadır. Tırmık alıcı parmakları ile toplanamayan eko enerjisi kayıp enerjidir ve bu enerji WCDMA sistemlerinde gürültü tabanını yükseltir.

1915-1975 MHz ve 2105-2165 MHz bandlarında sürekli dalga frekans modülasyonu ve heterodin algılayıcı bir sistem ile radyo kanalı ölçümü gerçekleştirildi [1]. Eş-yönel antenlerin kullanıldığı ve her iki bandda aynı anda gerçekleştirilen ölçümlerde verici anten yerden 46 m yükseklikte; alıcı anten ise el arabasına 1.8 m veya bir minibüsün üzerine 2 m yükseklikte kuruldu. El arabası ile 1.8 km, minibüs ile 5 km ye varan alıcı-verici uzaklıklarında toplam 581 yerde ölçüm yapıldı. Her yerde 75-250 kanal geçiş işlevi örneği alındı. Radyo kanalı verilerinden 5 MHz genişliğindeki bandlar için eko profilleri (EP) elde edildi. 1-4 parmaklı Tırmık alıcı ile toplanamayan eko enerjileri incelenerek en uygun parmak sayısı belirlendi. 12-dB eşik seviyesinin üstündeki en güçlü dört eko ile WCDMA sistem benzetimi gerçekleştirildi. Kullanıcı hızının 3 km/saat ve 50 km/saat olduğu durumlarda ardışıl 15 EP ile aşağı- ve yukarı-link için bit-hata-oranları (BHO) hesaplandı.

#### 2. Veri İncelenmesi

Radyo kanalı ölçme sisteminde kullanılan sürekli dalga frekans modülasyon yöntemi ile iletim bandı zamanda doğrusal olarak taranmaktadır. Heterodin algılama ile algılandığında ise iletim bandının belli bir frekans aralığı band taranma süresi içinde belli bir zaman dilimine karşılık gelir. Bu nedenle 60 MHz için elde edilen verilerden, iletim bandı içinde 5 MHz genişliğinde herhangi bir frekans aralığı için radyo kanalı EP leri elde edilebilir. Her ölçüm yerinde toplanan eko profilinin ortalaması alınarak ortalama EP elde edildi. 100 Hz ve 250 Hz kanal örnekleme frekansları için EP deki zaman gecikmesi çözünürlükleri sırasıyla 163 ns ve 130 ns dir. Gürültü seviyesinden en az 5-dB yukarısı gürültü eşik seviyesi olarak belirlendi.

Ortalama EP lerdeki her ekonun gücü hesaplandı. 1-4 parmaklı Tırmık alıcı ile alıcıya gelen gücün yüzde kaçının kaybedildiğine ilişkin kümülatif dağılım fonksiyonları bulundu (Şeki 1). Şekil 1.a ve 1.b karşılaştırıldığında yukarı-ve aşağı-link için olan kayıp eko gücü istatistiklerinin benzediği görülür. Eğer alıcıya gelen toplam eko enerjisinin %80'ninin parmaklar ile toplanıyor olması yeterli varsayılırsa, yukarı-link için bu koşul 1-, 2-, 3- ve 4-parmaklı alıcılar ile ölçüm yapılan yerlerin sırasıyla %23, %55, %75 ve %83'ünde sağlanacaktır. Aşağı-link için aynı koşul ölçüm yerlerinin sırasıyla %18, %52, %71 ve %81'inde sağlanır. Kayıp eko gücü istatistiklerine göre 2. parmağın kullanımı 1-parmaklı alıcıya göre toplanan eko gücü yönünden kayda değer iyileşme sağlanmıştır. Dördüncü parmağın kullanımı artıracığı işlem karmaşıklığı da düşünülürse toplanabilen eko gücü için ek kazanım sağlamadığından Tırmık alıcı için *en uygun parmak sayısı üç* olarak belirlenebilir.



**Şekil 1 .** 1-4 parmaklı Tırmık alıcı ile alıcıya gelen toplam eko enerjisinden alınamayan (kayıp) kısmı için kümülatif dağılım fonksiyonu; (a) yukarı-link (1957.5 MHz), (b) aşağı-link (2147.5 MHz).

### 3. WCDMA Sistem Benzetimi

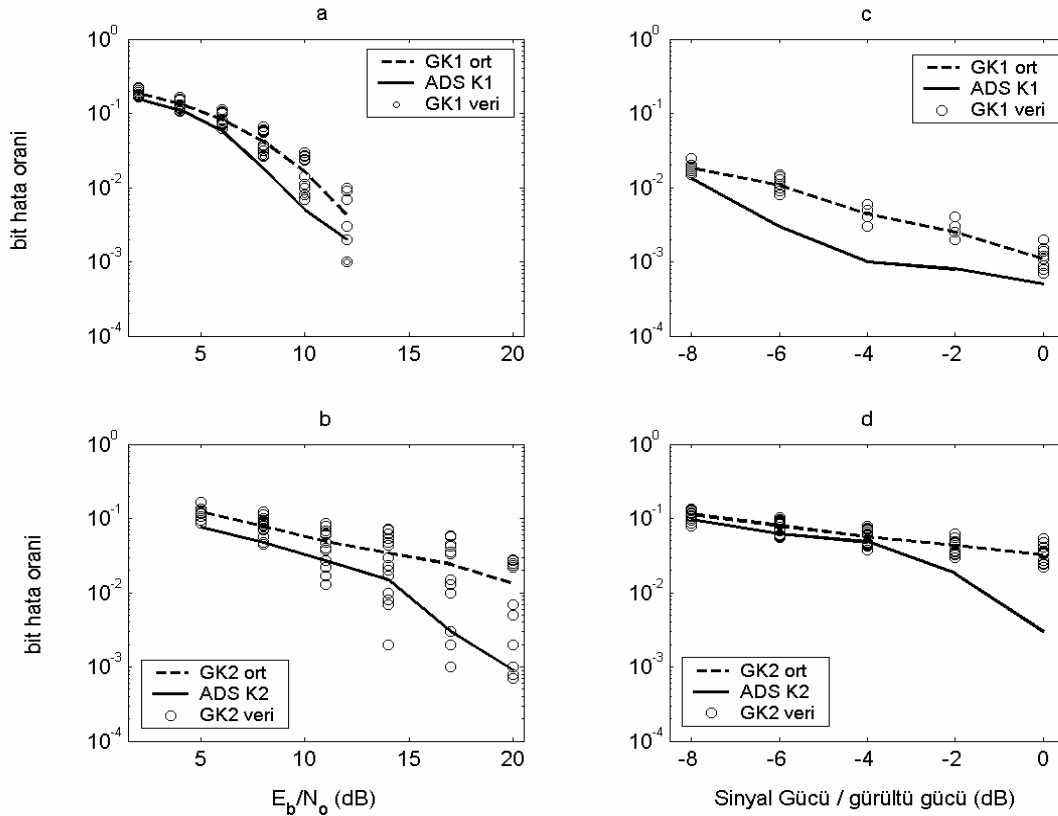
Tek kullanıcı bir WCDMA sistem benzetimi Agilent Teknolojileri ADS (Advanced Design System) [2] ile gerçekleştirildi. Benzetimler 10ms uzunluğundaki 15 çerçeve ve 3.84 Mchip/s lik chip hızları için yapıldı. Referans ölçme kanalları genişletme çarpanları (GÇ) yukarı ve aşağı-link için sırasıyla 64 ve 128 seçildi [3]. Kullanıcı verisi için GÇ 256 seçildi. Vericide kullanıcı verisi ve denetim bilgisi için QPSK modülasyonu kullanıldı. Gerçek değerli veri (I) ve denetim (Q) kanalları birleştirilerek oluşturulan karmaşık chip dizileri karıştırıcı kodlar ile karıştırıldı, fazladan örneklendi (4 örnek/chip) ve yavaş-kesme çarpanı 0.22 olan yükseltmiş kosinüs filtresinden geçirilerek QAM modülatörüne beslendi. Modülatör çıkışında sinyal gücü 24 dBm dir. Bu sinyal hızlı sönümlenmeli kanala beslendi. Tayf yoğunluğu -60 dBm/3.84MHz olan AWGN gürültüsü eklenerek alıcı girişine beslendi. Alıcıda demodülasyon ve kod çözüme gerçekleştirildi. Tırmık alıcı ile ters karıştırma ve daraltma gerçekleştirildi ve eko bileşenlerine ayrıştırarak maksimuma oranlı birleştirme uygulandı. Tırmık alıcı çıkışında bitlerde ters-harmanlama, kanal kod çözüme, iletim hızı geri uyumlaması yapıldı. Alıcı ile alınan veriler vericiden çıkan asıl veriler ile karşılaştırılarak bit-hata-oranı hesaplandı.

Hızlı (50 km/saat) ve yavaş (3 km/saat) kullanıcılar için Tırmık alıcı başarımını ADS kanal modelleri ve gerçek kanal verileri (Çizelge 1) için incelendi. El-arabası ve minibüs ile benzer hızlarda elde edilen gerçek kanal verileri seçildi. BHO nun belli seviyenin altında tutulabilmesi hızlı kullanıcılar için (Şekil 2b, 2.d) yavaş kullanıcılar için (Şekil 2a, 2.c) göre daha yüksek  $E_b/N_0$  veya S/G oranı gerektirdiği görülmektedir. Eğer bir sistem için 0.03 lük BHO yeterli varsayılırsa, bu BHO değeri yavaş kullanıcılar için yukarı-link için ADS kanal modeli ile 7dB lik, gerçek kanal için 8.5dB lik  $E_b/N_0$  gerektirmektedir. Hızlı kullanıcılar için karşılık gelen değerler sırasıyla 10.5 dB ve 15 dB dir. Yavaş kullanıcılar için aşağı-link genelde düşük BHO değerleri vermiştir. Hızlı kullanıcılar için ADS ve gerçek kanal için gereken S/G oranı sırasıyla -3dB ve 0 dB dir. ADS kanal modeli seçilen

gerçek kanal verisine göre daha iyimser BHO sonuçları vermiştir. Bazı gerçek kanal EP leri için bulunan BHO lar ADS kanalı için olan BHO lara yakın hatta kimi yerlerde daha küçük olmasına karşın ADS kanalı için ortalama BHO her  $E_b/N_0$  için daha küçüktür. Aradaki fark artan  $E_b/N_0$  ile büyümektedir. Yukarı-link yavaş kullanıcılar için 6dB, hızlı kullanıcılar ADS modeli ile 14 dB ve gerçek kanal 17 dB den büyük  $E_b/N_0$  ler için artan  $E_b/N_0$  ile BHO değerlerinde daha hızlı bir azalma gözlenmektedir.

**Çizelge 1.** Benzetimlerde kullanılan kanal profillerinin özellikleri

ADS K1,K2: 3 km/saat, 50 km/saat	Gerçek Kanal GK1, 3 km/saat	Gerçek Kanal GK2, 50 km/saat
Bağlı gecikme (Ort. Güç)	Bağlı gecikme (Ort. güç)	Bağlı gecikme (Ort. Güç)
0 ns (0 dB)	0 ns (-8 dB)	0 ns (0 dB)
976 ns (-10 dB)	490 ns (-4 dB)	780 ns (-8 dB)
	1630 ns (0 dB)	1160 ns (-11 dB)
	2600 ns (-9 dB)	1690 ns (-9 dB)



**Şekil 2.** BHO: (a)yukarı-link 3km/saat, (b) 50km/saat; (c)aşağı-link 3km/saat, (d) 50km/saat. 'o': gerçek kanal (GK) bir EP; '----':GK BHO larının ortalaması; '—': ADS kanal modeli.

#### 4. Sonuç

Radyo kanalı saha ölçümlerinden elde edilen eko profilleri ile 1-4 parmaklı Tırmık alıcı için yapılan kayıp eko gücü istatistiklerinden 5 MHz lik iletim bandı için en uygun parmak sayısı olarak 3 belirlendi. İki ekolu ADS kanal profilleri ve 4 ekolu gerçek kanal verileri hızlı (50 km/saat) ve yavaş (3 km/saat) gezgin kullanıcılar için yapılan WCDMA sistem benzetimlerinde Tırmık alıcının başarımının yavaş kullanıcı hızları için daha iyi olduğu saptandı. BHO nun kabul edilebilir seviyenin altında tutulabilmesi hızlı kullanıcılar daha yüksek  $E_b/N_0$  veya S/G gerektirmiştir. ADS kanal modeli ile gerçek kanala göre daha küçük BHO lar elde edildi.

#### Kaynaklar

- [1]. Salous S., Gokalp H., "Dual frequency sounder for UMTS frequency-division duplex channels," IEE Proc. on Commun., Nisan 2002, s. 117-122.
- [2]. "ADS 2003C Documentation," [www.Agilent.com](http://www.Agilent.com).
- [3]. 3GPP Technical Specification TS 25.201, "Physical layer – General Description," 2002.