

Sönümlmeli ve Dürtün Gürültülü Kanallarda DD-KBÇE Başarımı

Performance of DS-CDMA in Fading Channels with Impulsive Noise

Ayşe Kortun ve Aykut Hocanın

Doğu Akdeniz Üniversitesi,
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Gazimağusa, K.K.T.C.
{ayse.kortun, aykut.hocanin}@emu.edu.tr

Özetçe

Doğrudan dizili kod bölüşümlü çoklu erişim sistemlerinde (DD-KBÇE), kanal sönümlmeleri ve dürtün gürültü, hata olasılığının artmasına neden olmaktadır. Çok-kullanıcı sistemlerde, başarıyı etkileyen diğer bir neden de çoklu erişim gürültüsüdür (ÇEG). Özellikle kullanıcıların hareketli oldukları durumda kullanıcılar arasında eşzamansızlık ve güç dengesizliği (yakın-uzak problemi) ortaya çıkmaktadır. Dürtün gürültü, Gauss gürültü karışımı olarak modellenmiştir. Tek kullanıcı ve ilintisizleştirici seziciler için bit hata olasılık başarımı, Gauss, sönümlmeli ve dürtün kanal için araştırılmış ve çeşitli ödüneşimler tartışılmıştır.

Abstract

In DS-CDMA systems, fading and impulsive noise lead to increased bit error rates and hence limit performance. Multiple access interference (MAI) is the other factor which adversely affect performance. Received signal power difference (near-far problem) and asynchronism arise especially when the users are mobile. Flat fading and Gaussian mixture for impulsive noise is used to model the channel. The performance of the single user and the decorrelating detector is shown under various channel conditions.

1. Giriş

DD-KBÇE, sayısal gezgin iletişim sistemlerinde kullanılan bir kiplenim ve çoklu erişim tekniğidir. Tam eşzamansızlık DD-KBÇE sistemleri için gerçekleştirilmesi güçtür ve zaman kaymaları sistem sığasını düşürmektedir. Çoklu erişim girişimi (ÇEG)

toplam sığayı belirleyen en önemli etken olmasına rağmen çok kullanıcı yaklaşım [4], toplanır beyaz Gauss gürültüsü (TBGG) ortamında, ÇEG'yi etkin bir biçimde azaltmaktadır. Çok kullanıcı sezicilerin bu başarıyı ışığında, uygun ve doğru gürültü modellemesi ve bunun sistem başarımına etkileri tekrar önem kazanmıştır [2, 5].

Bu çalışmada, sönümlmeli kanal, ÇEG ve dürtün gürültünün tek ve çok kullanıcı sezici sistem başarımına etkisi incelenmiştir. Ayrıca, kullanıcıların hareketli oldukları durumda meydana çıkan güç dengesizlikleri ve eşzamansızlık da modellenmiş ve sistem sığasına etkisi araştırılmıştır.

Doğrusal olarak tasarlanmış sezicilerin başarımları, dürtün gürültüde, aykırı değerlerin sıklığına bağlı olarak önemli ölçüde düşmektedir. Alınan işaretin uç genlik değerlerinin bir doğrusalsızlık kullanılarak kırılması sistem başarımını artırmaktadır [1].

2. DD/KBÇE İşareti

İkili evre kaydırmalı kiplenim (İEKK) kullanılan, evre uyumlu sistemlerde yer istasyonlarında alınan işaret aşağıdaki gibi yazılır:

$$r(t) = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{K-1} \sqrt{2P_k} c_k^m p_{T_c}(t - mT_c - \tau_k) d_k(t - \tau_k) \cos(\omega_c t + \phi_k) + n(t) \quad (1)$$

Burada, T_c kırkım aralığını, P_k alınan işaretin güç seviyesini, d_k yollanan ileti bit dizisini ve c_k yayma dizisini göstermektedir.

Sönümlemenin olduğu durumda, işaret güç seviyesinin belirli bir olasılık dağılımına göre etkilendiği varsayılmaktadır. Sistemde toplam K tane kullanıcı vardır ve N , KBÇE işlem kazancını göstermektedir. τ_k , k 'inci kullanıcının zaman gecikmesi ve ϕ_k de evresidir. $n(t)$ toplanır beyaz dürtün gürültüdür. Kullanıcı 0'ın istenilen işarete sahip olduğunu varsayarsak, elde edilen işaret şöyledir:

$$r(t) = \sqrt{2P_0}c_0(t - \tau_0)d_0(t - \tau_0)\cos(\omega_c t + \phi_0) + \sum_{m=0}^{N-1} \eta_K^m(t) + n(t). \quad (2)$$

ÇEG, η_K^m ile gösterilmekte ve η_K^m , sönümleme ve $n(t)$ 'nin ortak etkisi, sistemin başarımını belirlemektedir. Tek kullanıcılı doğrusal alıcı (uyumlu süzgeç) başarımı, özellikle sistemdeki kullanıcı sayısının artması ile düşmektedir. ÇEG'nin azaltılmasında, en etkili çok kullanıcılı sezicilerden olan ilintisizleştirici sezici (İS), uyumlu süzgecin çıktısına uygulanmaktadır [4]. Kullanıcıların yayma dizilerinin arasındaki ilintilerin oluşturduğu ilinti matrisi uyumlu süzgeç çıktısı ile çarpıldığı zaman, kullanıcılar arasındaki ÇEG giderilmektedir. $n(t)$ 'nin Gauss dağılımına sahip olmadığı durumda (dürtün gürültü), başarımın düşmemesi kullanılan doğrusal olmayan sezici aracılığı ile sağlanmaktadır [1].

3. İletişim Kanalı

Kullanılan modelde dürtün gürültünün olasılık dağılımı aşağıdaki gibidir.

$$f = (1 - \varepsilon)N(0, \sigma_n^2) + \varepsilon N(0, \sigma_i^2) \quad (3)$$

$N(0, \sigma_n^2)$ ortamdaki anma Gauss gürültüsünü, $N(0, \sigma_i^2)$ ise dürtün gürültü kısmını belirtmektedir. Dürtün gürültünün sıklığını (olasılığını) ise ε göstermektedir.

Kanaldaki sönümlemenin Rayleigh dağılımına sahip ve düz olduğu varsayılmış ve Clark modeli [3] kullanılarak modellenmiştir. Kullanıcı hızının etkileri Doppler güç izgesi ve zaman ilintileri kullanılarak incelenmiştir.

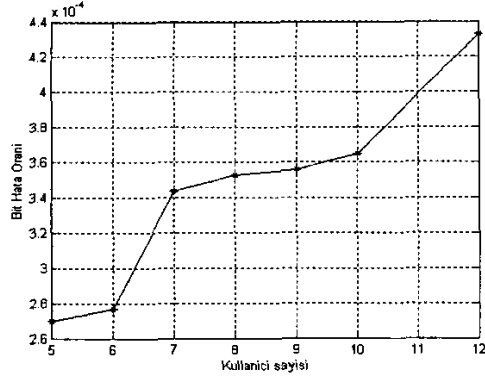
Kullanıcıların yer istasyonuna uzaklıklarından ve hızlarından dolayı kaynaklanan güç dengesizliği de kullanılan sistemde modellenmiştir. İstenilen kullanıcının (0'ıncı kullanıcı) işaret güç seviyesinden diğer bütün kullanıcıların güç seviyelerinin 5dB daha yüksek olduğu varsayılmıştır. Amaçlanan, güçlü kullanıcıların işaretlerinin zayıf kullanıcının işaretine yapacakları girişimin etkisinin araştırılmasıdır.

Kanal etkilerinden ve kullanıcıların hızlarından kaynaklanan eşzamanlılığın etkisi de tek kullanıcılı sezici için araştırılmıştır. Kullanıcı işaretlerinin $[0, T_c]$ aralığında rasgele kaydığı varsayılmıştır. Benzetim çalışmalarında bu zaman kayması $\frac{T_c}{4}$ çözünürlükle modellenmiştir.

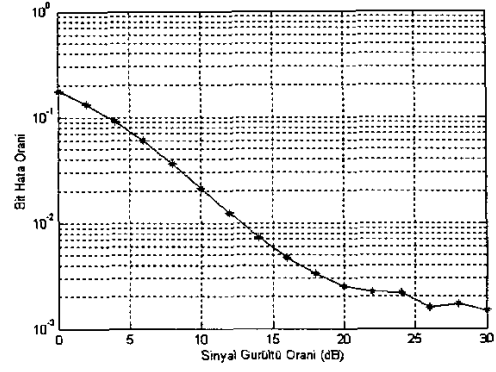
4. Sonuçlar

Şekil 1, sönümlemeli kanalda, eşzamanlılığın ve ideal güç denetiminin bulunduğu durumu göstermektedir. Kullanıcı hızının 30 km/s (km/saat), olduğu durumda, bit hata oranı (BHO), sönümlemenin etkisiyle kullanıcı sayısı artışı ile hızla artmaktadır. Burada, sistem başarımını etkileyen önemli etken ÇEG'dir. Şekil 1 (b), BHO'nın işaret gürültü oranına (İGO) göre değişimini göstermektedir. Yüksek kullanıcı hızından dolayı ($v=60$ km/s), sönümlemenin etkisi ile yaklaşık 20dB'den sonra, BHO sabit kalmakta ve İGO artışı ile düşmemektedir.

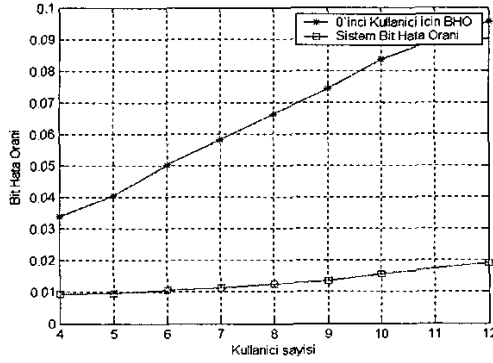
Şekil 2, 0'ıncı kullanıcıya göre diğer kullanıcı işaret güç seviyelerinin 5dB daha yüksek olduğu durumu göstermektedir. Şekil 2 (a)'da, güç dengesizliğinden dolayı, sistem BHO'nı az oranda yükselmekle birlikte, 0'ıncı kullanıcının BHO'nı çok daha hızla artmaktadır. Yüksek seviyede işaret güç seviyesine sahip kullanıcılar, 0'ıncı kullanıcı için çok yüksek ÇEG oluşturmaktadır. Bu da DD-KBÇE sistemlerinde, güç denetiminin önemini vurgulamaktadır. Şekil 2 (b)'de



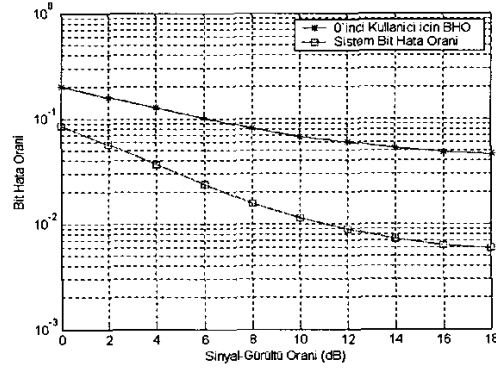
Şekil 1. (a) Sönümlenmeli kanal, eşzamanlı, ideal güç denetimi. SNR=8 dB, $v=30\text{km/s}$.



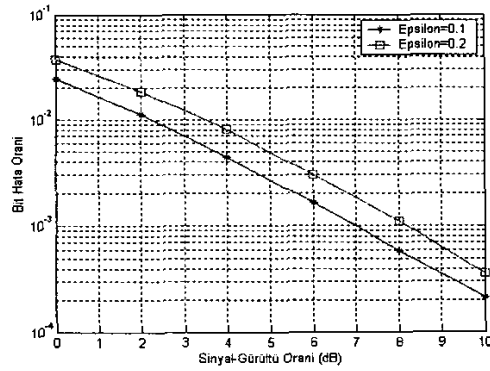
Şekil 1. (b) Sönümlenmeli kanal, eşzamanlı, ideal güç denetimi. Kullanıcı sayısı=10, $v=60\text{km/s}$.



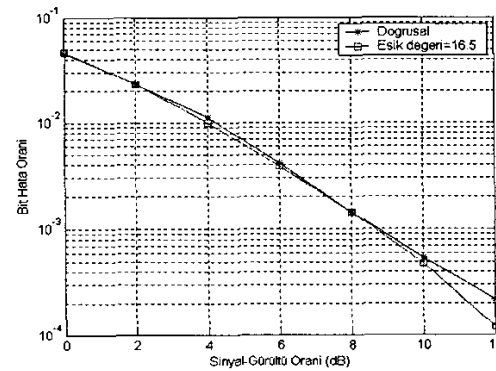
Şekil 2. (a) Sönümlenmeli kanal, eşzamanlı, 5 dB güç dengesizliği. SNR=8 dB, $v=30\text{km/s}$.



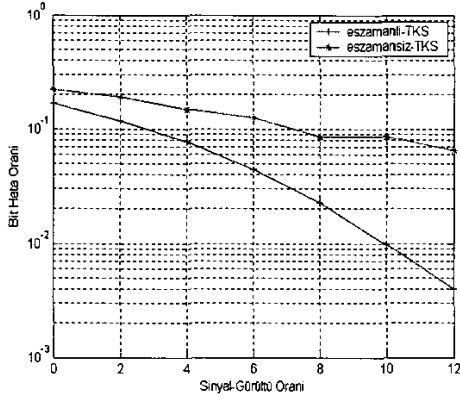
Şekil 2. (b) Sönümlenmeli kanal, eşzamanlı, 5 dB güç dengesizliği. Kullanıcı sayısı=10, $v=60\text{km/s}$.



Şekil 3. (a) Sönümlenmeli kanal ve dürtün gürültü, eşzamanlı, ideal güç denetimi, doğrusal alıcı. Kullanıcı sayısı=5, $\sigma_n^2 = 1$, $\sigma_f^2 = 100$, $v=30\text{km/s}$.



Şekil 3. (b) Sönümlenmeli kanal ve dürtün gürültü, eşzamanlı, ideal güç denetimi. Kullanıcı sayısı=5, $\epsilon = 0.25$, $\sigma_n^2 = 1$, $\sigma_f^2 = 100$, $v=30\text{km/s}$.



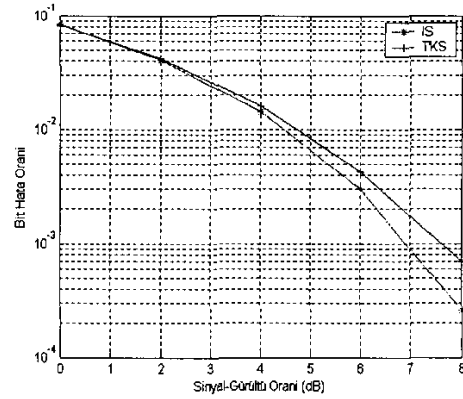
Şekil 4. Sönümlenmeli kanal, ideal güç denetimi, Tek Kullanıcılı Sezici (TKS). Kullanıcı sayısı=5.

BHO'nun İGO artışıyla azaldığı görülmektedir. Burada, yaklaşık 12dB'den sonra BHO'nun fazla değişmediği görülmektedir. Sönümlenme ve güç denetimsizliğinin yolaçtığı ÇEG belirleyici olmakta ve sinyal seviye artışı BHO'nu düşürmekte yetersiz kalmaktadır.

Şekil 3, sönümlenmeye ek olarak dürtün gürültünün kanalda bulunduğu durumu göstermektedir. Görüldüğü üzere, eşzamanlılığın ve güç denetiminin sağlandığı durumda bile sistem başarımı oldukça düşmektedir. Şekil 3 (a)'da dürtün gürültünün sıklığını belirleyen ε parametresinin etkisi farklı eğriler ile gösterilmiştir. Şekil 3 (b)'de ise doğrusal olmayan alıcının [1], sönümlenmeli ve dürtün gürültülü kanalda geleneksel doğrusal seziciye benzer bir başarıma sahip olduğu gösterilmiştir.

Şekil 4, sönümlenmeli kanalda eşzamanlılığın BHO başarımına etkisini göstermektedir. Alınan işaretteki kullanıcı kodlarının zaman kaymaları kodların ilinti özelliklerini bozmakta ve BHO'nu artırmaktadır. Yaklaşık 8 dB'den sonra BHO'nu sabit kalmakta ve işaret gücünün artışıyla düşmemektedir.

Şekil 5, TBGG kanalda ilintisizleştirici sezicinin, yayma kodlarının ilinti özelliklerine bağlı olarak ÇEG'yi etkin bir şekilde azalttığını göstermektedir. Tek kullanıcılı seziciye göre, kullanıcı sayısının 20 olduğu ve bit hata oranının yaklaşık 10^{-3} olduğu durumda, 1 dB'lik kazanç ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5. TBGG kanalı, eşzamanlı, ideal güç denetimi, Tek Kullanıcılı Sezici (TKS) ve İlintisizleştirici Sezici (İS). Kullanıcı sayısı=20.

Bu çalışmada, sönümlenmeli kanal, ÇEG ve dürtün gürültünün tek ve çok kullanıcılı sezici sistem başarımına etkisi incelenmiştir. Ayrıca, kullanıcı işaretlerindeki güç dengesizliğinin ve eşzamanlılığın olumsuz etkileri araştırılmış ve bu etkileri azaltabilen sezici başarımları gösterilmiştir.

5. Kaynakça

- [1] H. Deliç ve A. Hocanın, "Robust Detection in DS/CDMA", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 51, No. 1, s. 155-170, Ocak 2002.
- [2] H. V. Poor, M. Tanda, "Multiuser Detection in Flat Fading Non-Gaussian Channels", *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 50, No. 11, s. 1766-1777, Kasım 2002.
- [3] T. S. Rappaport, *Wireless Communications*, 2nd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [4] S. Verdu, *Multiuser Detection*, Cambridge, U.K: Cambridge Univ. Press, 1998.
- [5] X. Wang ve H. V. Poor, "Robust multi-user detection in non-Gaussian channels", *IEEE Transactions on Signal Processing*, Vol. 47, No. 2, s. 289-305, Şubat 1999.