

OFDM ile MC-CDMA Sistemlerinin Karşılaştırılması

Gökçen ÖZDEMİR¹

gozdemir@erciyes.edu.tr

Necmi TAŞPINAR²

taspinar@erciyes.edu.tr

^{1,2} Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, KAYSERİ.

Anahtar Kelimeler: OFDM, CDMA, MC-CDMA.

Özet

Çok Taşıyıcı Kod Bölmeli Çoklu Erişim (MC-CDMA: Multi-Carrier Code Division Multiple Access) tekniği, Çok taşıyıcı modülasyon (MCM: Multi Carrier Modulation) tekniklerinden olan Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) ve Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA: Code Division Multiple Access) tekniğinin birleşiminden meydana gelmiştir. OFDM tekniğinin verimli spektrum kullanımı, yüksek veri iletim kapasitesi ve çok yollu yayılma karşı direnci; CDMA tekniğinin ise yüksek esnekliğe sahip veri iletim oranı gibi olumlu özellikleri birleştiren MC-CDMA, yüksek esneklik ve uyum gerektiren 4. Nesil haberleşme sistemleri için gerekli potansiyele sahip iddialı fiziksel katman adaylarından birisidir. Bu çalışmada OFDM ve MC-CDMA sistemlerin yapılarından bahsedilmiş, her iki sistemin çalışma prensibi anlatılarak Toplanabilir Beyaz Gaussian Gürültülü (AWGN: Additive White Gaussian Noise) kanal yapısı için OFDM ile MC-CDMA'ın benzetimleri yapılmış, bit-hata oranı (BER: Bit Error Rate) eğrileri dikkate alınarak iki sistem karşılaştırılmıştır. Aynı kanal şartları ve aynı veri oranları için MC-CDMA'ın OFDM'e olan üstünlüğü gösterilmiştir.

1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak bilgiye her an her yerden ulaşabilme ihtiyacı her geçen gün önem kazanmakta, bununla beraber kablosuz haberleşmedeki veri iletim oranı ve veri iletim hızı talebi de günden güne artış göstermektedir.

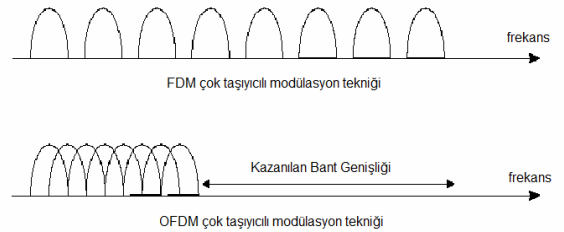
OFDM mevcut frekans spektrumunu alt kanallara bölerek paralel iletim sağlamak ve veri hızını önemli ölçüde arttırmaktadır. Ayrıca alt-kanalların birbirine dikgen olması %50'ye varan bir bant genişliği tasarrufu sağlamaktadır. OFDM'in bu olumlu özellikleri CDMA tekniğinin yüksek esnekliğe sahip veri iletim oranı ve güvenilirliği ile birleştirilerek MC-CDMA sistemi meydana gelmiştir. MC-CDMA, 1993'te birbirinden bağımsız üç farklı çalışma grubu tarafından ortaya atılmıştır [1-3].

MC-CDMA, yüksek esneklik ve uyum gerektiren 4. Nesil haberleşme sistemleri için gerekli potansiyele sahip iddialı fiziksel katman adaylarından birisidir. MC-CDMA'de kullanıcılar birbirinden CDMA sistemde olduğu gibi kullanıcıya özgü yayma kodları ile ayrılırlar. İletilecek olan veri de OFDM'de olduğu gibi alt-taşıyıcılar üzerinden paralel olarak iletilir.

Bu bildirinin ikinci bölümünde OFDM, üçüncü bölümünde ise MC-CDMA yapılarından bahsedilecektir. Dördüncü bölümde her iki sistemin performansının karşılaştırıldığı benzetim çalışmalarına yer verilecektir. Beşinci bölümde elde edilen sonuçlar sunulacaktır.

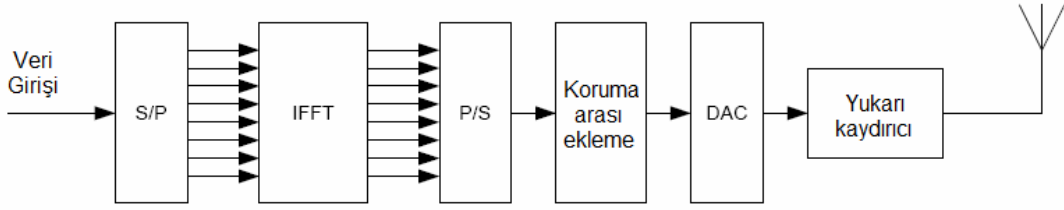
2. DİKGEN FREKANS BÖLMELİ ÇOĞULLAMA (OFDM)

OFDM, hem modülasyon türü hem de çoğullama tekniği olarak kabul edilmektedir [4]. Frekans bölmeli çoğullamanın (FDM) bant genişliği verimsizliğini gidermek için paralel veriyi örtüşen alt kanallar kullanarak ileten OFDM fikri ortaya atılmıştır. FDM ile OFDM arasındaki bant genişliği farkı Şekil.1'de görüldüğü gibidir:



Şekil.1 FDM ile OFDM arasındaki bant genişliği farkı.

OFDM sisteminde verici tarafta veri öncelikle seriden paralele dönüştürülerek Ayrık Ters Fourier Dönüşümü (IFFT) yardımıyla alt-taşıyıcılara modüle edilir. Alt-taşıyıcılar birbirine dikgendir. Daha sonra veri tekrar seriye dönüştürülerek çevrimsel öntaki eklenir. Dikgenlik ve çevrimsel ön takı sayesinde semboller arası girişim ve kanallar arası girişim gibi etkiler engellenmiş olur.



Şekil.2 OFDM Vericisi Blok Diyagramı.

Çevrimsel öntakı, semboller arası karışma olmaması için kanalın maksimum gecikme yayılımından daha uzun seçilir[5]. Elde edilen veri sayısal biçimden analog forma dönüştürülerek kanala gönderilir. Alıcı tarafta ise vericide yapılan işlemlerin tersi gerçekleştirilir.

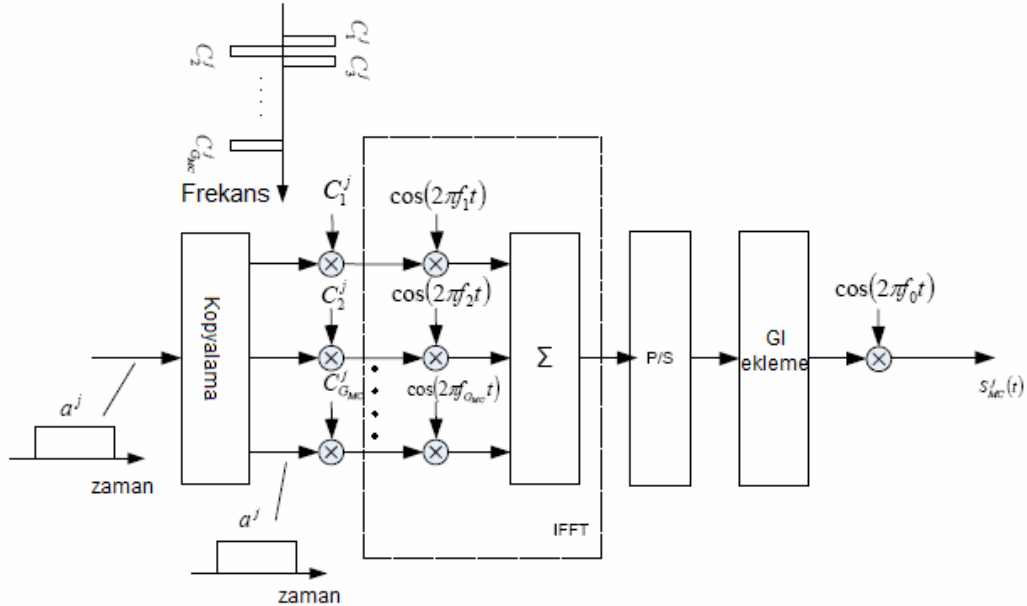
Şekil.2' de OFDM vericisinin blok diyagramı görülmektedir.

3. ÇOK TAŞIYICILI - KOD BÖLMELİ ÇOKLU ERİŞİM (MC-CDMA)

MC-CDMA, OFDM ile yayılı spektrum teknolojisini verimli şekilde birleştiren tekniklerden birisidir. Çok Taşıyıcılı CDMA (MC-CDMA), Doğrudan Dizili CDMA (DS-SS) ve Çok

Tonlu CDMA (MT-CDMA) olmak üzere üç farklı türü mevcuttur[6,7]. MC-CDMA' in diğer iki teknikten farkı, diğerleri zaman domeninde yayma işlemi yaparken MC-CDMA' in frekans domeninde yayma işlemi yapmasıdır.

OFDM' den farklı olarak MC-CDMA' de giriş verisi N adet alt-taşıyıcıya kopyalanır, daha sonra yayma işlemi yapılarak elde edilen veri IFFT bloğuna gönderilir. Dolayısıyla OFDM' de farklı alt-taşıyıcılar üzerinde farklı veriler gönderilirken MC-CDMA' de farklı alt-taşıyıcılar üzerinde yayma kodunun farklı kırkımlarıyla çarpılmış olan aynı veri bloğu gönderilmektedir. MC-CDMA' de IFFT bloğundan sonraki kısım OFDM ile aynıdır. Yine veri paralelden seriye çevrilir, çevrimsel öntakı eklenir ve modüle edilerek kanala gönderilir.



Şekil.3 MC-CDMA Vericisi Blok Diyagramı.

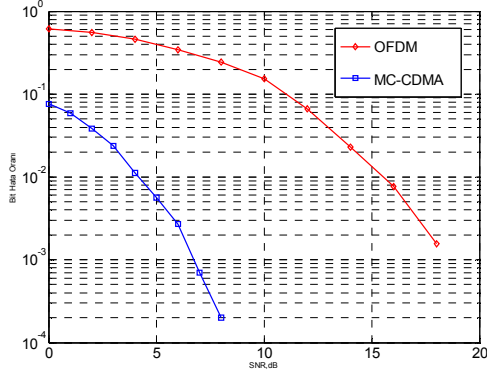
4. BENZETİM ÇALIŞMALARI

Yapılan bilgisayar tabanlı benzetim çalışmalarında her iki sistem için AWGN kanal yapısı

kullanılmıştır. Modülasyon türü olarak İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK) tercih edilmiştir. Gerek OFDM, gerekse MC-CDMA için kullanılan alt-taşıyıcı sayısı 64 olarak belirlenmiştir. MC-CDMA sistemde yayma faktörü 8 olan Walsh-

Hadamard Kodu kullanılmıştır. Her iki sistemde kullanılan çevrimsel öntakı uzunluğu giriş verisinin 1/4' ü kadardır.

Bu parametreler doğrultusunda yapılan bilgisayar tabanlı benzetimde elde edilen sonuçlar Şekil.4' te görüldüğü gibidir:



Şekil.4 OFDM ve MC-CDMA için SNR (Signal to Noise power Ratio)-BER(Bit Error Rate) grafiği.

5. SONUÇ

Bu çalışmada aynı kablosuz ortam şartlarında OFDM ve MC-CDMA sistemlerin performansları incelenmiştir. Şekil.4' teki benzetim sonuçlarından da görüleceği gibi MC-CDMA sistemin OFDM' e olan üstünlüğü gösterilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Yee N., Linnartz J.P., Fettweis G., "Multicarrier CDMA in Indoor Wireless Radio Networks," IEEE PIMRC'93, Yokohama, Japan, Eylül 1993, S. 109–113.
- [2] Fazel, K., and L. Papke, "On the Performance of Convolutionally-Coded CDMA/ OFDM for Mobile Communication System," Proc. of IEEE PIMRC'93, Yokohama, Japan, Eylül 1993, S. 468–472.
- [3] Chouly, A., A. Brajal, and S. Jourdan, "Orthogonal Multicarrier Techniques Applied to Direct Sequence Spread Spectrum CDMA Systems," Proc. of IEEE GLOBECOM'93, Houston, Kasım 1993, S. 1723–1728.

- [4] Hara S., Prasad R., "Multicarrier Techniques for 4G Mobile Communications", Artech House, 2003.
- [5] Schulze, H. and Luders, C., Theory and applications of OFDM and CDMA, Wiley, 2005
- [6] DaSilva,V., Sousa,E.S., "Performance of Orthogonal CDMA Codes for Quasi-Synchronous Communication Systems", Proc. of IEEE ICUPC'93, Ottawa, Canada, Oct. 1993, pp. 995-99.
- [7] Vandendorpe,L., "Multitone Direct Sequence CDMA System in an Indoor Wireless Environment", Proc. of IEEE First Symposium of Communications and Vehicular Technology in the Benelux, Delft, The Netherlands, Oct. 1993, pp. 4.1-1-4.1.8.