

DFBÇ TABANLI RÖLELİ İLETİMDE ADİL KAYNAK TAHSİSİ FAIR RESOURCE ALLOCATION IN OFDMA BASED RELAYED TRANSMISSION

Tolga Girici, Ali Yıldız

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara

{tgirici,aliyildiz}@etu.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada bir baz istasyonundan kullanıcılara röle istasyonu yardımıyla yapılan iletim ele alınmaktadır. Dik Frekans Bölmeli Çoklamanın (DFBÇ) kipleme tekniği olarak kullanıldığı bu sistemde bir iletim çerçevesinde alt kanallar ve zaman dilimleri kullanıcılara tahsis edilmektedir. Kaynak tahsisi amaç, kullanıcılar arasında maksimum-minimum adillik sağlamak ve en kötü durumdaki kullanıcının veri hızını eniyilemektir. Literatürdeki Yükselt-İlet tipi röle varsayımının aksine bu çalışmada Çöz-İlet tipi bir röle ele alınmış ve bu sayede baz ve röle alt çerçevelerinin süreleri de Çöz-İlet tipi rölenin karakteristiğinden dolayı eniyileme probleminin bir değişkeni olmuştur. Doğrusal programlama olarak tanımlanan problem için ayrıca buluşsal bir çözüm yöntemi de önerilmiştir. Benzetim sonuçlarına göre Çöz-İlet tipi rölenin Yükselt-İlet tipi röleye göre kayda değer başarımlı artışı sağladığı görülmüştür.

Abstract

In this work we consider the problem of fair resource allocation in Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) based relayed downlink transmission. A transmission frame is divided into two subframes. Base and Relay Stations transmit in the first and second subframe respectively. Resources are divided into subchannels and time slot and allocated to users in a max-min fair manner. Contrary to an Amplify and Forward assumption in the literature, we assume Decode and Forward relays and hence subchannel duration also becomes an optimization parameter. The problem is formulated and solved as a linear programming problem. A heuristic algorithm is also proposed. Simulation results prove that Decode and Forward relaying provides significant performance improvement with respect to Amplify and Forward relaying.

1. GİRİŞ

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'nin (ITU) gelecek nesil haberleşme sistemleri için getirmiş olduğu gereksinimlerin, şu anki teknoloji ile yakalanması mümkün değildir [1]. Bu gereksinimlerin en önemlisi olarak veri hızı kısıtları sayılabilir. Yayınlanan dokümana göre yavaş hareketlilik ve hızlı hareketlilik için hücre başına veri hızı gereksinimi sırasıyla 1 Gbit/s ve

100 Mbit/s'dir. Bunları gerçekleştirebilmek için birtakım teknolojiler önerilmiştir. Örneğin, taşıyıcı toplama (carrier aggregation) ile normalde 20MHz olan bant genişliği 100MHz'e çıkacaktır. İkinci olarak ise birden fazla baz istasyonunun hücre kenarındaki kullanıcılara koordineli iletim ve alım yaptığı Koordineli Çoklu Noktadan İletim ve Alım (COMP) örnek gösterilebilir. Başka bir teknoloji ise bu bildirinin de konusu olan röle istasyonlarıdır.

Yeni nesil kablosuz haberleşme sistemleri olan WiMax ve LTE'de kullanılan başlıca fiziksel katman tekniği Dik Frekans Bölmeli Çoklama'dır (OFDM). Burada geniş bir bant aralığı birbirleriyle dik olan dar-bant alt taşıyıcılara (subcarrier) bölünür ve bu sayede çok yollu sönümlenmeye ve semboller arası girişime direnç sağlanır. Birbirlerine dik olan sinyallerin kullanıcılar arasında paylaşılması ve bu şekilde alıcılara iletilmesi DFBÇE teknolojisidir. Bu bildiride gelecek nesil haberleşmesi için önerilen DFBÇE ile birlikte röle istasyonları incelenmiştir.

Röle istasyonlarının baz istasyonları ile direkt olarak arada hiçbir engel olmadan haberleşmesi sağlanarak sinyalin büyük bir yol kaybına uğramaması amaçlanmaktadır. İstasyonların varlığı, şu anki sistemlere sinyal kaybı açısından avantaj sağlarken, diğer yandan sistemleri de karmaşıklaştırması açısından da dezavantaj yaratmaktadır. Kullanılacak röleler genellikle aynı anda alıp verememektedirler. DFBÇ altkanallarının her birinin tek bir kullanıcıya verilmesi gerektiği ve bu altkanalların kullanıcılara ve rölelere atanması işlemi, röle istasyonlarının hücre içerisinde yerleştirilmesi ve altkanallardan ne kadar güçle iletim yapılacağı gibi değişkenler problemlerin zorluk derecesini artırmaktadır.

Daha önce de bahsedildiği üzere, ITU'nun koymuş olduğu veri hızı kısıtı hücre içerisinde toplam veri hızını göstermektedir. Bir diğer deyişle, bu toplam veri hızı kullanıcılar arasında paylaşılacaktır. Paylaşım esnasında ortaya çıkan en önemli parametre kullanıcılar arasındaki adalettir. Baz veya röle istasyonuna yakın kullanıcılar, yüksek veri hızına sahipken, hücre kenarındaki kullanıcılar daha düşük veri hızlarına sahip olabilmektedir. Bu durumda paylaşım için kullanılacak algoritmalar büyük öneme sahiptir çünkü sistem performansını belirleyen kriter, sistem içerisindeki en kötü şartlara sahip kullanıcının şartlarıdır. Hizmet kalitesini bütün hücrede aynı oranda sağlayabilmek için maksimum-minimum adaleti(maximum-minimum fairness) sağlayan algo-

ritmalar bulunmaktadır.

[2]'de genelleştirilmiş oransal adil çizelgeleme incelenmiştir. Burada amaç fonksiyonunun bir parametresi olan γ parametresinin aralığı ($0 \leq \gamma \leq 1$) olarak alınmıştır. Parametrenin tam sıfırdaki değeri ağırlık sahip olabileceği maksimum veri hızını verirken, tam birdeki değeri ise kullanıcılar arasındaki oransal adaletin sağlandığını vurgulamaktadır (Yani parametre sıfırdan bire doğru giderken, sistemin kullanıcılara sağlamış olduğu adalet de, sistemin elde edebileceği maksimum veri hızından, oransal adaletle doğru gitmektedir.). [3] ise bu parametrenin sonsuza gittiği durumda, çizelgelemenin maksimum-minimum adaletle varacağı açıklamaktadır. Maksimum-minimum adalet ile amaçlanan, her zaman diliminde, sistemde yer alan kullanıcılar arasında, en düşük veri hızına sahip olan kullanıcının adım adım en yüksek veri hızına sahip olan kullanıcının veri hızına kaynak ayrılarak aktarılmasıdır. Böylece kullanıcılar arasında adaletli bir kaynak paylaşımı yaptırılarak, kullanıcıların veri hızlarının mümkün olduğu ölçüde birbirlerine yakın olması sağlanmış olur. [2] ve [3] röle seçiminde Yükselt-İlet tipi röleleri sistemlerinde kullanılmaktadırlar. Maksimum-minimum adalet WIMAX ağlarının da araştırma konusudur. [4], Yükselt-İlet tipi rölelerle sadece kullanıcıdan sisteme olan senaryolarda bu adaleti sağlamaya çalışır.

Literatürün aksine bu çalışmada Çöz-İlet tipi röleleme ele alınmıştır. Sistem modeli başlığı altında belirtileceği üzere, bu yöntem sayesinde baz ve röle istasyonlarına ayrılan iletim sürelerinin de kanal uyarlanması mümkündür. Çalışmamızda adil kaynak tahsisi problemi bir eniyileme problemi olarak tanımlanmış ve çözülmüştür. Ayrıca hızlı çalışan bir buluşsal yöntem de önerilmiştir.

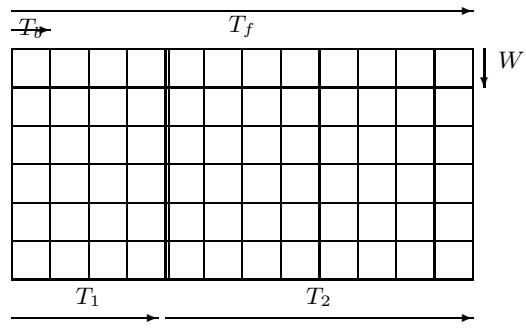
2. SİSTEM MODELİ

Bu çalışmada, DFBC tabanlı Çöz-İlet tipi röleler kullanılmıştır. Baz ve röle istasyonunun kullandığı kaynak blokları, bir çerçeve boyunca, frekans ve zaman ekseninde gruplandırılmıştır. Frekans eksenini K tane alt kanala bölünürken, zaman eksenini ise toplam T adet zaman dilimine bölünmüştür. Bu esnada sistemde bulunan kullanıcı sayısı ise N 'dir.

Çöz-İlet tipi rölelerde, röle istasyonları baz istasyonlarından aldıkları sinyal üzerinde önce kip çözümü yaparlar, daha sonra ise kanal kod çözümü işlemi yaparak iletişimde kullanılan saf bitlere ulaşırlar. Daha sonra ise, saf bitlere tekrar kanal kodlaması ve kipleme uygulayarak ikinci alt çerçevede kullanıcıya gönderirler. Yükselt-İlet tipi rölelerin aksine bu işlem, uzun süreli olmasıyla dezavantajken, gürültünün ve hatanın yayılmasını önlemesiyle de avantajdır. Bunun yanında eşit uzunlukta bir altçerçeveye de ihtiyaç duyulmaz, zira baz ve röle istasyonu aynı veriyi farklı şekillerde kodlayabilirler ve bunun sonucunda iletim süreleri farklı olabilir. Çerçeve yapısı Şekil-1'de gösterilmiştir.

Burada T_1 ile gösterilen baz istasyonundan röle istasyonuna (birinci altçerçeve) doğru kullanılan zaman dilimi sayısıdır. $T - T_1$ ise röle istasyonundan kullanıcılar (ikinci altçerçeve) için ayrılmış olan zaman dilimi sayısıdır. T_b ise bir zaman diliminin süresidir. Bunun yanında T_f kaynak tahsisinde atanmış olan kaynak bloklarının toplam süresini göstermektedir.

Problemde gösterilecek olan parametrelerden $b_k^{BR(n)}$ n nu-



Şekil 1: DFBC Çerçeve Yapısı. Çerçeve iki altçerçeveye ayrılmıştır. İlkinde baz, ikincisinde röle istasyonu iletim yapar. Çerçeve zaman alanında dilimlere, frekans alanında altkanallara ayrılmıştır.

maralı kullanıcı için, k alt-kanalında baz ve röle istasyonları arasında atanmış kaynak bloğunda taşınabilen bit sayısını ifade etmektedir. Aynı şekilde $b_k^{RU(n)}$ ise röle istasyonu ve kullanıcı arasındaki erişilebilir bit sayısını göstermektedir. $x_k^{(n)}$ parametresi de veri iletişimi için ayrılan kaynak bloğu sayısıdır.

3. PROBLEM TANIMI VE ÇÖZÜMÜ

Çöz-İlet tipi röleli ağlarda adil kaynak tahsisine ait problem tanımı

$$\max_x \{R\} \quad (1)$$

$$s.t. \sum_{k=1}^K b_k^{RU(n)} x_k^{(n)} \geq R, \forall n \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^K b_k^{BR} T_1 \geq NR \quad (3)$$

$$\sum_{n=1}^N x_k^{(n)} \leq T - T_1, \forall k \quad (4)$$

$$x_k^{(n)} \in \{1, 2, \dots, T - T_1\}, \forall n, k \quad (5)$$

$$T_1 \in \{1, 2, \dots, T - 1\}, \quad (6)$$

şeklinde. Burada $x_k^{(n)}$ değişkeni eniyileme değişkenimizdir ve k altkanalında n kullanıcıya verilen zaman dilimi sayısını ifade eder. Bir altkanalda bütün kullanıcılara verilen toplam zaman dilimi sayısı $T - T_1$ 'den büyük olamaz, zira ikinci altçerçeve $T - T_1$ zaman dilimi uzunluğundadır. Bu kısıt (4) numaralı denklem ile ifade edilmiştir. $x_k^{(n)}$ değişkeninin kendisi de 0 ile $T - T_1$ arasında bir tamsayı olmalıdır (5). Birinci alt çerçeve uzunluğu da 1 ile T_1 arasında bir tamsayı olmalıdır.

Problem tanımında en büyük yapılmaya çalışılan değer R ile gösterilen ve kullanıcıların hepsine bireysel olarak sağlanan veri hızıdır. Her bir kullanıcının sahip olması gereken veri hızının R değerinden büyük olması kısıtı (2)'de belirtilmektedir. Bu sayede sistemdeki en küçük veri hızı kullanıcıların veri hızı enbüyüklemektedir. (3) numaralı kısıt ise kullanıcıların sahip oldukları toplam veri hızının (yani NR) birinci altçerçeveye baz istasyonu tarafından karşılanması gerektiğini açıklamaktadır.

Sonuç olarak, $x_k^{(n)}$ değişkeninin ve T_1 altçerçeve uzunluklarının tamsayı olması, yani (5) , (6) numaralı kısıtlar, problemi tamsayılı çözülemeye çeviren ve zorlaştıran kısıtlardır. Bu zorluğu aşabilmek için bu değişkenler sürekli olarak varsayılmış, böylece (5) ve (6) numaralı kısıtlar, sırasıyla $1 \leq x_k^{(n)} \leq T - T_1, \forall k, n$ ve $1 \leq T_1 \leq T - 1$ haline getirilmiştir. Bu sayede problem bir doğrusal programlama problemi olmuş ve standart doğrusal programlama araç gereçleri (ör. MATLAB linprog komutu) kullanılarak problem çözülmüştür. Gerçekte bu değişkenler tamsayı olduğu için doğrusal programlama ile eriştiğimiz veri hızı gerçekte erişilebilecek en yüksek veri hızı için bir tür üst limittir ve benzetimlerde karşılaştırma aracı olarak kullanılabilir.

3.1. Buluşsal (Heuristic) Yöntem

Doğrusal programlama ile çözüm yönteminin yanında, buluşsal (heuristic) değişim tabanlı (gradient-based) algoritma da denenmiştir. [3] numaralı çalışmada Yükselt-İlet tipi röleler için buluşsal bir kaynak tahsisi yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemde göre her aşamada en düşük veri hızına sahip olan kullanıcı bulunmakta ve bu kullanıcıya henüz boş olan kanallar içinden en yüksek bit sayısına erişen kanal tahsis edilmektedir ve o kanalın bit sayısı kullanıcının toplam bit sayısına eklenmektedir. Bir k altkanalı için (4) numaralı kısıt eşitsizlik olarak sağlıyorsa o kanal henüz boş demektir. Eşitlik durumunda o kanalın zaman dilimleri bitmiştir ve daha fazla tahsis edilemez. Böylece her adımda karşılaştırma yapılarak ve en düşük hıza sahip kullanıcıya kaynak ayrılarak, maksimum-minimum adaleti ile her kullanıcının neredeyse eşit hıza sahip olması sağlanır. Benzetimlerde bu algoritmayı AFGradient olarak adlandırdık.

Biz de bu çalışmada Çöz-İlet tipi röle için benzer bir yöntem önerdik. Yalnız, bizim durumumuzda altçerçeve uzunluğu T_1 de uyarlanmaktadır. Biz en basit yöntem olarak $T_1=1$ 'den $T-1$ 'e kadar olan bütün değerler için aşağıdaki algoritmayı çalıştırdık ve en iyi T_1 değerini bulduk. benzetimlerde bu algoritmayı DFGradient olarak adlandırdık.

1. $T_1 = 1 : T - 1$ için 2-7 adımlarını tekrarla. En yüksek minimum veri hızına karşılık gelen T_1 değerini bul
2. Başlangıç: Serbest kanallar $S = \{1, \dots, K\}$, kullanıcı veri hızları $R_n = 0, \forall n$
3. Baz-röle kanalının toplam kapasitesini hesapla: $R^{BR} = \sum_{k=1}^K b_k^{BR} T_1$
4. En düşük veri hızlı kullanıcıyı bul: $n^* = \arg \min_n \{R_n\}$.
5. Serbest kanallar içinde en iyi kanalı bul: $k^* = \arg \min_{k \in S} \{b_k^{RU(n^*)}\}$
6. Tahsis: $x_{k^*}^{(n^*)} = x_{k^*}^{(n^*)} + 1$, veri hızı: $R_{n^*} = R_{n^*} + b_{k^*}^{RU(n^*)}$
7. $\sum_{n=1}^N x_{k^*}^{(n)} = T - T_1$ ise $S = S - \{k^*\}$.
8. $S = \emptyset$ veya $\sum_n R_n \geq R^{BR}$ olana kadar 4,5,6,7'yi tekrar et.

4. BENZETİMLER

Benzetimlerde kullanılan parametreler Tablo.1 de sunulmuştur. Ayrıca benzetimde Uyumlu Kipleme ve Kodlama(Adaptive

Modulation and Coding) tekniği ile belirli SNR aralıklarında Dörtlü Faz Kaydırmalı Kiplemesi(QPSK) ve Dörtlü Genlik Kiplemesi(QAM) kullanılmıştır ve bu değerler Tablo.2 de bulunmaktadır. Kesirli oranlar evrimsel kod oranı ve 6x ifadesi tekrar sayısıdır. Örneğin 1/2 6x ifadesi toplamda 1/12 kod oranına karşılık gelir. Benzetim sonuçları iki ayrı grafik halinde Şekil 1 ve Şekil 2 de sunulmuştur. Birincisinde baz-röle istasyonları yol kaybı modeli 38.3+29log10(d) dB olarak, ikincisinde ise 38.3+35log10(d) dB olarak alınmıştır. Birinci durum daha gerçekçidir, çünkü röle istasyonları yüksek yerlere yerleştirilerek baz ve röle istasyonlarının birbirlerinin görüş alanları içerisine girmesi (line of sight) sağlanır. Böylece bu adımdaki sinyal zayıflamasının sadece yol kaybından kaynaklanması amaçlanır.

Benzetimde, iki farklı tip röle, iki farklı algoritma (doğrusal programlama ve buluşsal değişim tabanlı algoritma) ile iki farklı yol kaybı modeli için karşılaştırılmıştır. Röleler Yükselt-İlet ile Çöz-İlet tipindeki rölelerdir. Çöz-İlet tipindeki rölenin doğrusal programlama ile çözümünden elde edilen çözüm (DF-Linprog) referans çözümdür.

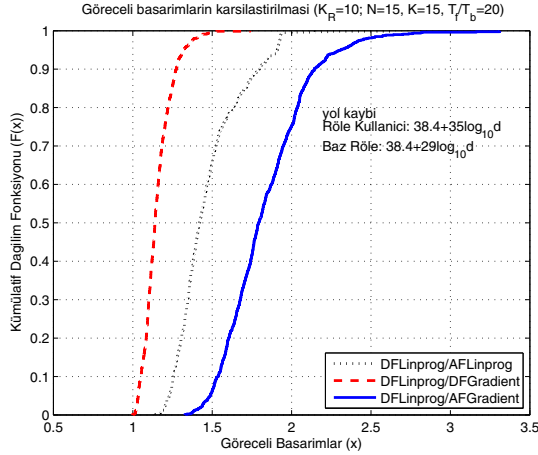
Benzetimler için 40 ayrı rastgele kullanıcı konumları ve Log-normal gölgeleme üretilmiştir. Bunların her biri için de ayrıca 20 farklı Rayleigh sönmülenmesi üretilmiştir ve sonuç olarak 800 ayrı problem çözülmüştür. Bütün algoritmalar için 800 değerden oluşan başarımlar vektörü elde edilmiş ve DFlinprog vektörü sırasıyla AFLinprog, DFGradient ve AFGradient vektörlerine bölünerek göreceli başarımlar vektörleri elde edilmiştir. Bu vektörlerin kümülatif dağılım fonksiyonu çizdirilerek olasılıksal olarak değişik yöntemlerin göreceli başarımları incelenmiştir. Burada AFLinprog ve DFlinprog vektörleri, sırasıyla Yükselt-İlet ve Çöz-İlet tipi rölelerin doğrusal programlama ile çözülmüş olan problem sonuç vektörleridir.

Tablo 1: Benzetim Parametreleri

Parametre	Değer
Kullanıcı Sayısı	15
Altkanal Sayısı	15
Altkanal Bant Genişliği	200 KHz
Çerçevadaki Zaman Dilimi Sayısı	20
Hücre Yarıçapı	2000 m
Baz-Röle İstasyonu Uzaklığı	1333 m
Yol Kaybı	38.3+35log10(d) dB 38.3+29log10(d) dB
Baz-Röle Gölgelemesi	Log-normal, Değişinti 3 dB
Röle -Kullanıcı Gölgelemesi	Log-normal, Değişinti 5 dB
Baz-Röle Kanal Karakteristiği	Rician, K=10 dB
Röle - Kullanıcı Kanal Karakteristiği	Rayleigh
Baz ve Röle Gücü	400 mW, 100 mW
Gürültü	-174 dBm/Hz

Tablo 2: Kullanılan Kipleme Kodlama Yöntemleri ve Sinyal Gürültü Oranı (SGO) Eşikleri

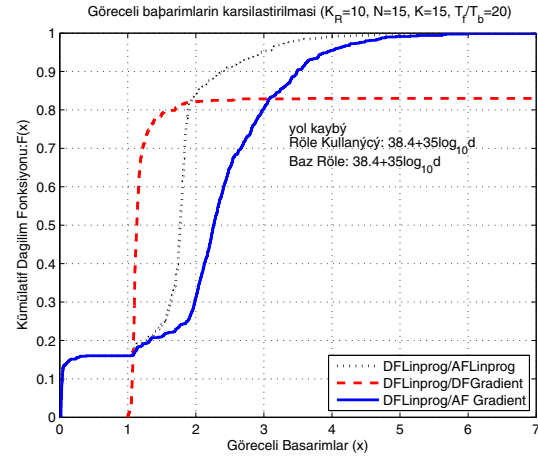
Kipleme/Kodlama	Bit/sn/Hz	SGO eşiği (db)
QPSK 1/2 6x	1/6	-2.78
QPSK 1/2 4x	1/4	-1
QPSK 1/2 2x	1/2	2
QPSK 1/2 1x	1	5
QPSK 3/4 1x	1.5	6
16QAM 1/2 1x	2	10.5
16QAM 3/4 1x	3	14
16QAM 2/3 1x	4	18
16QAM 3/4 1x	4.5	20



Şekil 2: 15 kullanıcı ve 15 kanallı bir sistemde Baz Röle yol kaybı $38.3+29\log_{10}(d)$ olduğu durumda göreceli başarımlar analizi. Çöz-ilet tipi röle her durumda Yükselt-İlet'ten daha iyidir.

Şekil 1 de röle Kullanıcı kanalında yol kaybı modeli $38.3+35\log_{10}(d)$ dB olarak, ve Baz-Röle kanalı ise $38.3+29\log_{10}(d)$ dB olarak alınmıştır. Sonuçlarda görüldüğü gibi DFLinProg 800 durumun her birinde Yükselt-İlet tekniğinden daha iyi sonuç vermektedir. Bunun sebebi baz-röle kanalının daha iyi olması sebebiyle birinci alt çerçeve uzunluğu T_1 azaltılarak ikinci alt çerçevede kullanıcılara daha çok kaynak ayrılmasıdır. Buluşsal Çöz-İlet algoritması bile Yükselt-İlet'ten daha iyi sonuç vermektedir. Çöz-İlet'in bir avantajı da kaynak tahsisinin daha kısa sürede yapılmasıdır. Yükselt-İlet'de ikinci altçerçevede tahsis edilen her blok için birinci alt çerçevede bir blok tahsis edilmelidir. Bu nedenle birinci ve ikinci alt çerçevelerdeki kaynak blokları arasında eşleştirme yapılmakta ve K^2 adet olası eşleştirme bulunmaktadır. Çöz-İlet'de ise böyle bir eşleştirme yapmaya gerek yoktur.

Şekil 2'de Baz-Röle arasındaki yol kaybı $38.3+35\log_{10}(d)$ dB olarak alınmıştır. Sonuçlardan görüldüğü üzere Çöz-İlet yöntemi %85 ihtimalle Yükselt-İlet'ten daha iyidir. Hatta %20'ye yakın ihtimalle Yükselt-İlet'ten iki kat daha iyi başarımları vardır. DFLinProg ve DFGradient yöntemlerinin ortalama başarımlarını hesapladığımızda arada sadece yaklaşık



Şekil 3: 15 kullanıcı ve 15 kanallı bir sistemde Baz Röle yol kaybı $38.4+35\log_{10}(d)$ olduğu durumda göreceli başarımlar analizi. Çöz-ilet tipi röle çoğu durumda Yükselt-İlet tipi röleden daha iyidir.

%10'luk bir fark olduğu görülmektedir. DFGradient ile AFGradient arasında ise ortalama başarımlarda iki kat fark vardır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada DFBC tabanlı röleli bir sistemde adil kaynak tahsisi işlenmiştir. Literatürün aksine Çöz-İlet tipi bir röle varsayılmış ve bu sayede altçerçeve süreleri de eniyileme probleminin bir değişkeni olmuştur. Benzetim sonuçlarına göre özellikle Baz-Röle kanalındaki yol kaybı düşük iken Çöz-İlet'in Yükselt-İlet'e göre kayda değer bir başarımlar tahşisi sağladığı görülmektedir. Gelecek çalışmalarda kaynak tahsisi için daha hızlı çalışan buluşsal yöntemler üzerinde çalışılacaktır. Ayrıca, kullanıcıların bazılarının direkt olarak baz istasyonuna bağlı olduğu ve ayrıca birden fazla röle istasyonu içeren sistemler de ele alınacaktır.

6. Kaynakça

- [1] ITU-R and M.2134, "Requirements Related to Technical Performance for IMT-Advanced Radio Interface(s)", 2008
- [2] A. Sharifian, P. Djukic, H. Yanikomeroglu and J. Zhang, "Generalized proportionally fair scheduling for multi-user amplify-and-forward relay networks", in IEEE Vehicular Technology Conference(VTC2010-Spring), pp. 1-5
- [3] A. Sharifian, P. Djukic, H. Yanikomeroglu and J. Zhang, "Max-min fair resource allocation for multiuser amplify-and-forward relay networks", in IEEE Vehicular Technology Conference(VTC2010-Fall), pp.1-5
- [4] S.Bai, W. Zhang, Y. Liu, C. Wang, "Max-min fair scheduling in OFDMA-based multi-hop WiMAX mesh Networks", IEEE International Conference on Communications(ICC), pp. 1-5, 2011