

5G ve Ötesi Teknolojilerde Kullanılacak Olan Büyük Ölçek MIMO Sistemi için TDD-FDD Yaklaşımları

^{*1}Osman Dikmen, ¹Selman Kulaç

¹ Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye

Abstract

It is expected that the 5G wireless communication networks targeted to be used from 2020 will offer 10 times more bandwidth and energy efficiency than the 4G wireless communication networks used in many countries. In order to achieve these expected targets, the standards of next generation communication systems must be established. One of the systems that will help to establish standards for 5G is Massive MIMO system. In this paper, the FDD-TDD approaches are discussed for the Massive MIMO system to be used in 5G and beyond technologies, the existing problems are addressed and it is mentioned that which method may be useful to use. This approach is supported by the simulation results in the literature.

Key words: 5G Technology, Massive MIMO System, TDD-FDD

Özet

2020 yılından itibaren kullanılmaya başlanması hedeflenen 5G telsiz iletişim ağlarının şu an birçok ülkede kullanımda olan 4G telsiz iletişim ağlarından 10 kat daha fazla bant ve enerji verimliliği sunması beklenmektedir. Bu beklenen hedefleri yakalamak için gelecek nesil haberleşme sistemlerinin standartlarının oluşturulması gerekmektedir. 5G için standartların oluşturulmasında yardımcı olacak sistemlerden biri Büyük Ölçek MIMO sistemidir. Bu bildiride, 5G ve ötesi teknolojilerde kullanılacak olan Büyük Ölçek MIMO sistemleri için FDD-TDD yaklaşımlarından bahsedilmiş, var olan problemler üzerinde durulmuş ve hangi yöntemin kullanılmasının faydalı olabileceği konusuna değinilmiştir. Bu yaklaşım, literatürdeki simülasyon sonuçlarıyla desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: 5. Nesil Teknoloji, Büyük Ölçek Çok Girişli Çok Çıkışlı Sistem, TDD-FDD

1. Giriş

5G teknolojisinin 2020 yılında hayata geçirilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalar aynı zamanda 5G sonrası için de temel oluşturacaktır. 5G'den beklenen, gecikmenin azaltılması, veri hızının artırılması, spektrum verimliliğinin sağlanması ve enerji ve maliyet verimliliğinin artırılması gibi iyileştirmelerin [1] gerçekleştirilmesi için bu teknolojiye Büyük Ölçek MIMO sisteminin kullanımı önem arz etmektedir. Son çalışmalara bakıldığında zaman, 5G için olabilmesi muhtemel mimariler tartışılmaktadır. Bunlar arasında [2]'de, Büyük Ölçek MIMO ve küçük hücrelerin enerji verimliliği çalışılmıştır. Spektrum ve enerji verimliliğinde Büyük Ölçek MIMO'nun anahtar bir rol oynayacağı [3]'teki çalışmada mevcuttur. [4]'te, Büyük Ölçek

*Corresponding author: Osman DİKMEN Address: Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronic Engineering Duzce University, 81620, Düzce TURKEY. E-mail address: osmandikmen@duzce.edu.tr, Phone: +903805421111

MIMO'nun sistem kapasitesini 10 veya daha fazla kez artırabileceği, bu sistemle daha az güç tüketen ve daha ucuz olan sistemler kurulabileceği, sinyal gecikmesinin azaltılabileceği gibi avantajları ortaya konulmasından ötürü bu sistemin 5G'de ve hatta sonrasında geliştirilecek olan ağlarda kullanılacağı açıktır. Fakat mevcut literatürde Büyük Ölçek MIMO sisteminde çiftleme (duplexing) yöntemi olarak net bir şemanın henüz kullanılmadığı açık olmakla birlikte Büyük Ölçek MIMO için ana yaklaşımın TDD (Zaman Bölmeli Çiftleme/Time Division Duplex) olduğu üzerinde durulmaktadır [6]. Şu anki mevcut kablosuz standartların çoğu FDD (Frekans Bölmeli Çiftleme/Frequency Division Duplex) altında çalışıyor olmasına rağmen, Büyük Ölçek MIMO sistemleri için aday şema olarak TDD'den bahsedilmektedir. Ama bugünkü en yaygın kullanılan protokol ise FDD'dir. Buradaki önemli soru Büyük Ölçek MIMO sisteminin FDD modu altında çalışıp çalışamayacağıdır?

Bildirinin ikinci kısmında FDD ve TDD hakkında temel bilgiler aktarılmıştır. FDD ve TDD'nin karşılaştırılmaları ve her iki moddaki ilgili konular üçüncü kısımda sunulmuş ve yapılan çıkarımlara dördüncü bölümde yer verilmiştir.

2. TDD ve FDD

İletişim sistemlerinde bir kullanıcı bir veya daha fazla tarafla veri alışverişi yapmaktadır. Verilerin eş zamanlı olarak iletilip iletilmemesi durumuna göre çeşitli iletim teknikleri bulunmaktadır. Bunlar, eş zamansız tek yönlü (simplex), yarı eş zamanlı çift yönlü (half duplex) ve eş zamanlı çift yönlü (full duplex) olarak adlandırılmaktadır.

2.1. Eş Zamansız Tek Yönlü (Simplex)

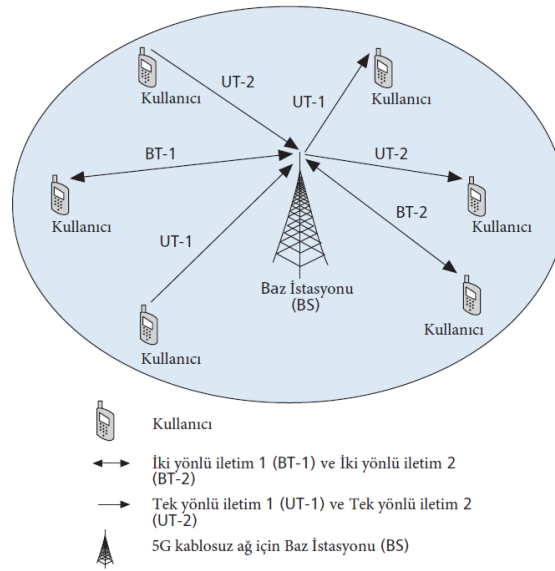
Bir taraf veri iletirken diğer tarafın veri aldığı, eş zamanlı iletimin mümkün olmadığı, yalnızca bir kanalın kullanılabildiği tekniktir.

2.2. Yarı Eş Zamanlı Çift Yönlü (Half Duplex)

Her iki taraf aynı anda olmamak koşuluyla veri alıp gönderebilir. İletişim iki yönlüdür ama kullanılan kanal birdir. İki yönlü telsizler bu şekilde çalışmaktadır.

2.3. Eş Zamanlı Çift Yönlü (Full Duplex)

Her iki taraf aynı anda veri alıp gönderebilir. Biri almak diğeri göndermek için iki kanal kullanılmaktadır. Hücresel şebekelerde, paylaşılan sınırlı bir spektrum tüm kullanıcılar ile paylaşılmalıdır. Böylece eş zamanlı çift yönlü iletişim mümkün olmaktadır. Bu, iki yöntem ile yapılmaktadır: TDD ve FDD. 5G mobil kablosuz ağ için bu iki yöntem altındaki eş zamanlı çift yönlü iletim analizlerinin olduğu bir çalışma [5]'de bulunmaktadır. Şekil 1'de ise 5G mobil kablosuz ağ temelli bir eş zamanlı çift yönlü iletim örneği bulunmaktadır.



Şekil 1. Eş zamanlı çift yönlü iletim örneği [5]

2.4. TDD

Gönderme ve alma zamanının farklı olduğu bu sistemde haberleşme tek frekansla yapılmaktadır. Yarı eş zamanlı çift yönlü (Half Duplex) iletim tekniği kullanarak eş zamanlı çift yönlü iletişimi gerçekleştirmektedir. Bu tek frekans bandı, gönderme ve alma işlemleri için alternatif zaman aralıkları atanarak paylaşılmaktadır. TDD yönteminde aynı frekans kullanıldığından ötürü yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı zaman aralıklarında meydana gelecek olan girişimin önlenmesi gerekmektedir. Bu girişim yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı arasında anahtarlama ile giderilmektedir.

2.5. FDD

Verilerin gönderilmesi ve alınması eş zamanlı olarak, iki frekans kullanılarak yapılmaktadır. Yani, FDD sistemi TDD'nin aksine farklı frekans bantları kullanılmaktadır hem aşağı bağlantı hem de yukarı bağlantı bakımından. Bu, kanal durum bilgisinin elde edilmesinde geribildirim kullanımını gerekli kılmaktadır. FDD'de, TDD modunda olduğu gibi yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı arasında bir anahtarlama olmayıp koruma bandı kullanılmaktadır.

3. TDD ve FDD Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Bildirinin bu bölümünde TDD ve FDD yöntemleri ile oluşturulacak sistemlerin getireceği avantajlar ve sistemlerde karşılaşılabilecek zorlukların çeşitleri belirtilmiştir.

3.1. TDD Yönteminin Avantajları

TDD işlemleri temelde kanal karşılıklılığına bağlıdır. Burada aşağı bağlantı kanalı yukarı bağlantı kanal matrisinin transpoze edilmiş bir halidir [12]. İdeal bir durumda, kullanıcı pilot sinyalleri gönderir ve baz istasyonu yukarı bağlantı kanalını tahmin eder. TDD, daha spektrum dostu olup, işlemler için sadece tek bir frekans kullanmasına müsaade eder ve özellikle lisans zorunluluğu olmayan ya da dar-bant frekans bantlarında spektrum kullanımını büyük ölçüde artırır. İletim ve alım yönleri arasında iş akışının değişken olarak atanmasına imkân tanır; video gözetim, yayın ve internet tarama gibi asimetrik trafik gereksinimlerine sahip uygulamalar için uygundur. Ayrıca, TDD sistemleri, alt çerçeve sürelerini değiştirerek bant genişliğini yukarı bağlantı veya aşağı bağlantıya esnek bir şekilde tahsis edebilir. Gelecekteki sistemlerde, trafik simetrisindeki değişimin geniş olması beklenir, bu da bant genişliğinin esnek dağılımını önemli bir özellik haline getirir. TDD sistemlerinde hem yukarı bağlantı hem de aşağı bağlantı aynı kanalı kullanır, kanal yanıtları karşılıklıdır. Bu nedenle, baz istasyonu, MIMO veya hüzmeye şekillendirme (beamforming) gibi çoklu anten sistemlerinde kullanılan yayın parametrelerini daha iyi optimize edebilir. TDD yöntemlerinde FDD'ye kıyasla yukarı bağlantı için yeteri kadar pilot kaynağı mevcuttur. TDD sistemlerinde, gerekli pilot uzunluğu kullanıcı sayısı ile orantılıdır ve bu da nispeten düşük yük gerektirir [14]. Bu nedenle, birçok araştırmada her hücrede yeterli kaynak olduğu varsayılmaktadır. Kısaca özetlemek gerekirse, TDD'nin asıl avantajı, tek bir frekans spektrumuna ihtiyaç duymasıdır. Dahası, spektrumdan fazla boşa çıkmayan koruma bantları veya kanal ayırımlarına gerek yoktur. Genel olarak Büyük Ölçek MIMO sisteminin TDD modunda düzgün bir şekilde çalışacağı [12]'deki çalışmada belirtilmiştir. MIMO FDD sistemindeki BS anten sayısı ile aşağı bağlantı kanal tahminleri anten sayısı büyüdükçe hesaplanamaz [13]. Bu sebep, Büyük Ölçek MIMO için yapılan çalışmalarının çoğunun TDD'de yoğunlaşmasının önemli bir nedenidir [14].

3.2. TDD Yönteminin Dezavantajları

TDD'nin yukarıda bahsedilen bu avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Örneğin, alıcı ve verici arasında girişimi önlemek adına yapılan anahtarlama bir gecikmeye sebep olacaktır. Bu ise TDD sisteminin FDD'ye kıyasla daha büyük bir doğal gecikmeye sahip olması anlamına gelecektir. Bu gecikme TDD yönteminin verimi düşük performansların ortaya çıkmasına neden olacaktır. Alıcı ve verici arasındaki anahtarlama aynı zamanda FDD ile karşılaştırıldığında daha düşük spektral verimliliğe neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, bir TDD sisteminin donanım maliyetleri FDD sisteminden daha düşük olabilir çünkü aynı osilatör ve filtreler hem yukarı bağlantı hem de aşağı bağlantı için paylaşılır ve bu durumda bir çiftleyici gerektirmez. Ayrıca, TDD'nin başarıyla uygulanmasının, zaman alanlarının çakışmadığından veya başka şekilde birbirlerine müdahale edilmesinden emin olmak için verici ve alıcıda çok hassas bir zamanlama ve senkronizasyon sistemine ihtiyaç duyulmasıdır. TDD sistemleri, yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı geçişleri arasında TTG ve RTG olarak adlandırılan koruma zaman aralıkları gerektirir. TTG aralığı, gidiş-dönüş gecikmesinden daha büyük olmalıdır. Bu nedenle, büyük hücreler için TTG'nin TDD çerçevesine göre yükü önemli olabilir, böylece sistemin verimliliği yaklaşık % 2 azalır [16].

3.3. FDD Yönteminin Avantajları

FDD sisteminin avantajlarına genel hatlarıyla bakacak olursak; FDD'nin avantajları, genelde, yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı bağlantı veri aktarımlarının simetrik olduğu durumlarda görülür. Daha da önemlisi, FDD kullanırken, komşu Radyo Taban İstasyonları arasındaki girişim TDD kullanımından daha düşüktür. Ayrıca, FDD'nin spektral etkinliği TDD'den daha büyüktür [18]. Gönderme ve alma işlevleri ayrıldığından, tam veri kapasitesi daima her yönde bulunur. İletim ve alma işlevleri aynı anda ve sürekli çalıştığı için çok düşük gecikme süresi sunar. Lisanslı ve lisanssız gruplarda kullanılabilir. Dünya genelindeki en lisanslı gruplar FDD'ye dayanmaktadır. Düzenleyici kısıtlamalar nedeniyle, lisanslı bantlarda kullanılan FDD radyoları koordine edilmektedir. FDD sistemleri, tam duplex işlemi sağlar ve yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı trafik gereksinimlerinin neredeyse simetrik olduğu ses gibi uygulamalar için idealdir. Ayrıca, sürekli yayınlar, kanal koşulları hakkında anında geri bildirim sağlanarak MAC (Medium Access Control) gecikmelerini azaltmaya yardımcı olur.

3.4. FDD Yönteminin Dezavantajları

FDD sisteminin fayda sağlayan yönlerini yanı sıra bazı durumlarda olumsuz sayılabilecek koşulları oluşturmaktadır. Mesela, FDD'de UL ve DL kanal tahsisi sabittir. Bu simetrik trafik için fayda sağlarken, uygulamalar asimetrik olduğunda bant genişliği boşa gitmesine neden olabilir. Pratikte Büyük Ölçekli MIMO sistemlerinde FDD'nin uygulanamamasına sebep CSI'dir. Çünkü M baz istasyonunda anten sayısı çok oldukça kanal vektörlerini geri beslemek için birçok aşağı bağlantı kaynaklarını tüketmeye neden olmaktadır [11]. FDD sisteminde farklı frekans bantlarının kullanılmasından dolayı kanal durum bilgisinin elde edilebilmesi için bir geribildirim kullanımı gereklidir. Çok kullanıcı FDD sistemlerinde geribildirim kaynaklarının kullanımı anten sayıları ile ölçeklenir ve böylece bu zaman-frekans kaynak kaybına yol açan yüzlerce antenli büyük MIMO sistemini artıracaktır [10]. Veri trafiği ve internet erişimi bant genişliğinin baskın kullanıcıları haline geldiğinde, esnek kanal kullanımına olan ihtiyaç daha da önem kazanmaktadır. FDD, UL ve DL kanallarını ayırmak için bir koruma bandı gerektirir. FDD, bir verici, ayrı bir alıcı ve bir çiftleyici (diplexer) gerektirir. Ayrıca, yukarı bağlantı ve aşağı bağlantıyı izole etmek için keskin RF filtreleri gereklidir. Genel olarak, kurulumu karmaşık olup verilen herhangi bir yol, bir çift frekansa ihtiyaç duyar. Herhangi bir istenilen yol frekans çiftlerinin kullanılabilirliğini gerektirdiğinden ötürü bir sebepten dolayı bu çiftlerden biri bulunmadığı durumda bu bant üzerinde işlem yapmak mümkün olmayabilir. Birden fazla radyo yayınlarını toplamak oldukça zordur. Ayrıca radyo yayınları, önceden yapılandırılmış kanal çiftleri gerektirir. Genel anlamda TDD ve FDD sistemlerinin özellikleri göz önüne getirilmişlerdir. Burada TDD'nin ve FDD'nin tercih edilme veya edilmeme sebepleri anlaşılmaktadır. Ayrıca [6]'da belirtilen Tablo 1'deki bazı temel özelliklerin karşılaştırılması verilmiştir. Kısaca, FDD kullanılırsa bu aşağı bağlantıda ve yukarı bağlantıda farklı frekans bantlarının kullanıldığı anlamına gelir ve bu durumda her iki bağlantıya karşılık gelen CSI farklıdır. Yukarı bağlantı iletimi için geçen süre BS antenlerinden bağımsız olmalarına karşın FDD sistemlerinde aşağı bağlantı için CSI tahmininde iki aşama söz konusudur. BS ilk önce pilot

sembolleri tüm kullanıcılara iletir ve daha sonra tüm kullanıcılar BS'ye aşağı bağlantı kanalları için CSI tahmini gönderir. Aşağı bağlantı pilot simgelerinin iletilmesi için gerekli süre, BS'deki antenlerin sayısı ile orantılıdır. Dolayısıyla BS antenlerinin sayısı arttıkça, FDD sistemleri için aşağı bağlantı kanalı tahmin stratejisi uygulanamaz hale gelir [12].

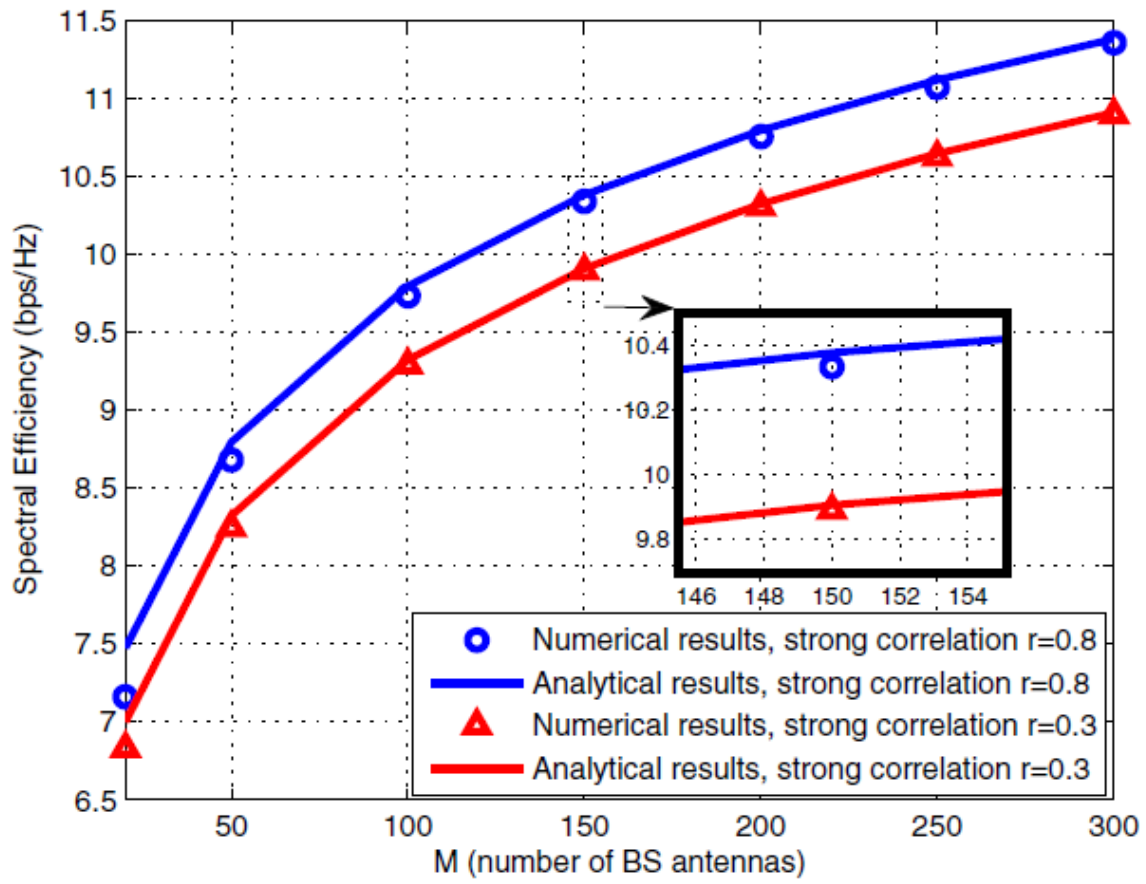
Tablo 1. FDD ve TDD Sisteminin Bazı Özellikler Bakımından Karşılaştırılması [6]

Temel Özellik	TDD Sistemi	FDD Sistemi
Spektrum	Eşleşmemiş	Eşleşmiş
Trafik/Akış	Esnek olarak desteklenen dengesiz akış	Daha az esnek
Senkronizasyon	Senkronize sistem	Senkronize olmayan sistem
Girişim Düzenleme	Karmaşık	Nispeten karmaşık
Kapsam	Nispeten iyi	İyi
Kontrol Sinyali	Karmaşık	Basit

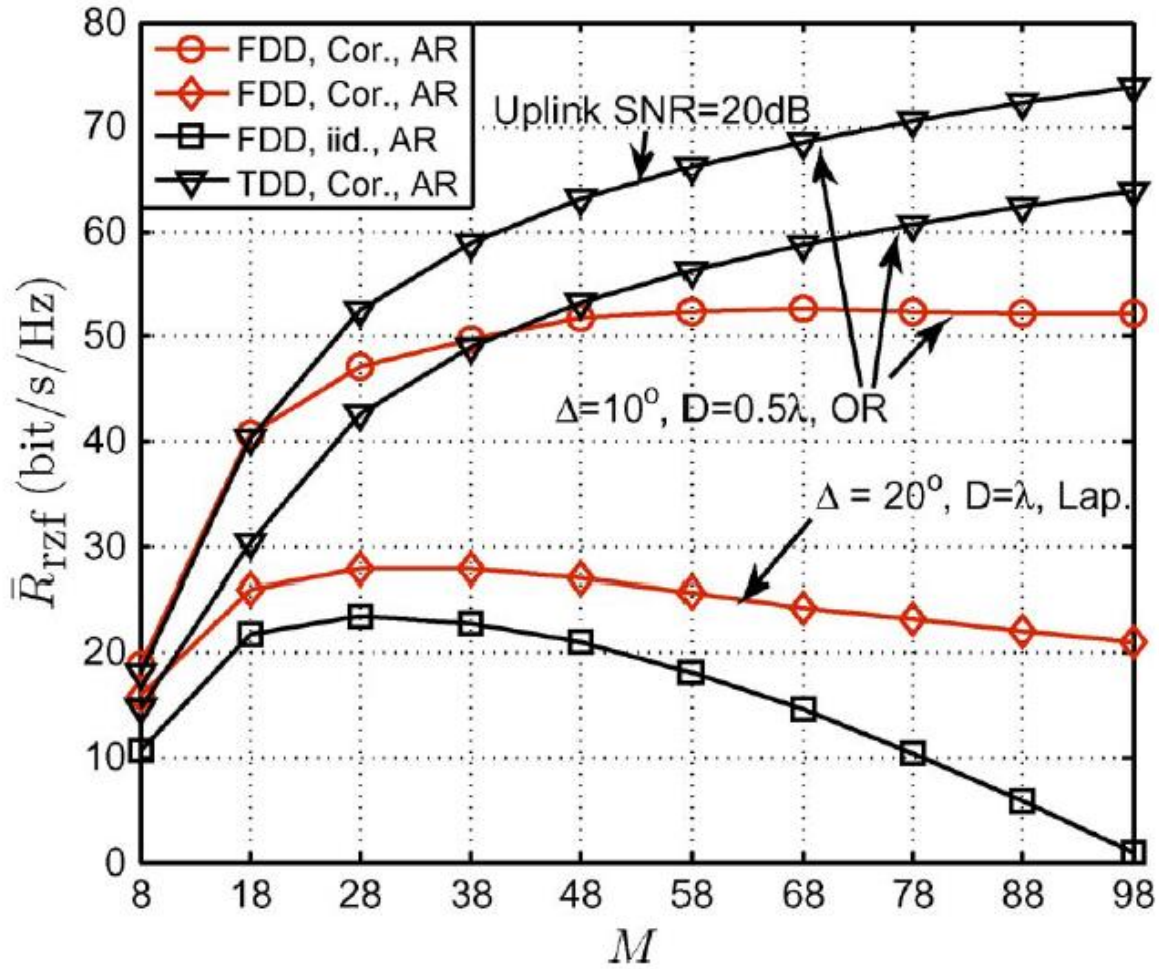
4. Literatürdeki Bazı Simülasyon Sonuçları

Genellikle TDD modu altında yapılmış çalışmalar yerine FDD modu için teşvik edici olması açısından FDD modunda Büyük Ölçek MIMO sistemi için bir çalışma yapılmıştır [15]. Bu çalışmada, anten sayısı arttıkça tahmin edilebilir yaklaşımın giderek sıkı olduğu görülmekte ve bu da SE'nin basitleştirilmiş ifadesinin etkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın sonuçları Şekil 2'de gösterilmektedir.

Başka bir çalışma olan [17]'de ise, FDD ve TDD modlarının belirli şartlar altındaki çalıştırılması neticesinde ulaşılabilen hızları gösteren sonuç mevcuttur. Şekil 3'te görüldüğü üzere baz istasyonundaki anten sayısı olan M büyüdüğünde, TDD sistem hızı artacak ve sonunda FDD sistemini aşacaktır. Dahası, yukarı bağlantı SNR'si aşağı bağlantı SNR'siyle aynı olacak şekilde ayarlandığında, karşılık gelen eğrilere bakıldığında, TDD sistemi beklendiği gibi daha iyi performans göstermektedir.



Şekil 2. Spektral Verimliliğin Tahmini [15]



Şekil 3. TDD ve FDD Modunda Büyük Ölçek MIMO Sisteminde Ulaşılabilir Hızlar [17]

5. Sonuçlar

Detaylı bir literatür araştırması sonucunda görülecektir ki TDD ve FDD ile Büyük Ölçek MIMO sistemleri tasarlanabilmektedir. Fakat genel olarak çoğu çalışmada TDD'ye yer verilmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden birisi FDD modunda geleneksel yöntemlerle kanal tahmininin zorlaşmasıdır. TDD ise kanal karşılıklığı teoremi varsayılarak uygulanır. Genel olarak 5G ve ötesi teknolojilerdeki varsayılan aşırı dağılımlar her hücre için daha az kullanıcıya hizmet vermiş olabilecek ve bu sebepten radyo kaynaklarının verimli kullanılması adına TDD kullanımı önem kazanacak gibi gözükmemektedir. Ayrıca [12]'de belirtildiği gibi FDD modunda, kanal paylaşımı ve tahmini karmaşıklığından dolayı TDD modu Büyük Ölçek MIMO sistemlerinde kullanılması beklenmektedir.

Teşekkür

Bu bildiri 2017.06.03.530 nolu Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir. Destekleri için Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimine teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- [1] Akhil G, Rakesh Kumar J. A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies. *IEEE Access* 2015; 3: 1206-1232.
- [2] Wenjia L, Shengqian H, Chenyang, Y, Chengjun S. Massive MIMO or small cell network: Who is more energy efficient?. *IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops (WCNCW)* 2013; 24-29, doi: 10.1109/WCNCW.2013.6533309.
- [3] Minho J, Taras M, Rodrigo L. B, Tarcisio F. M, Andre L.F. de A, Mkyhailo K. A Survey of Converging Solutions for Heterogeneous Mobile Networks. *IEEE Wireless Commun.*, 2014; 21:54–62.
- [4] Erik G. L, Ove E, Fredrik T, Thomas L. M. Massive MIMO for next generation wireless systems. *IEEE Commun. Mag.* 2014; 52:186–195.
- [5] Xi Z, Wenchi C, Hailin Z. Full-duplex transmission in phy and mac layers for 5G mobile wireless networks. *IEEE Wireless Communications* 2015; 22:112–121.
- [6] Shanzhi C Shaohui S, Yingmin W, Guojun X, Rakesh T. A Comprehensive Survey of TDD-Based Mobile Communication Systems from TD-SCDMA 3G To TD-LTE(A) 4G and 5G Directions. *Communications, China* 2015; 12:40–60.
- [7] Haifan Y, David G, Miltiades F, Yingzhuang L. A coordinated approach to channel estimation in large-scale multiple-antenna systems. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 2013; 31:264–273.
- [8] Ansuman A, Ebrahim A. S, Mathew K. S, Rui W, Giuseppe C, Theodore S. R, Andreas F. M. Joint Spatial Division and Multiplexing for mm-Wave Channels. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 2014; 32: 1239-1255.
- [9] Emil B, Erik G. L, Thomas L. M. Massive MIMO: Ten myths and one critical question. *IEEE Communications Magazine*, 2016; 54:114-123.
- [10] Zhiyuan J, Andreas F. M, Giuseppe C, Zhisheng N. Achievable rates of FDD massive MIMO systems with spatial channel correlation. *Wireless Communications, IEEE Transactions on*, 2015; 14: 2868–2882.
- [11] Junyoung N, Jae-Young A, Ansuman A, Giuseppe C. Joint spatial division and multiplexing: Realizing massive MIMO gains with limited channel state information. *46th Annual Conference on Information Sciences and Systems (CISS)*, 2012; doi: 10.1109/CISS.2012.6310934.
- [12] Lu L, Geoffrey Y. L, Lee S, Alexei A, Rui Z. An Overview of Massive MIMO: Benefits and Challenges. *IEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 2014; 5: 742-758.

- [13] Fredrik R, Daniel P, Buon K. L, Eric G. L, Thomas L. M, Ove E. Scaling up MIMO: Opportunities and challenges with very large arrays. *IEEE Signal Process. Mag.*, 2013; 1: 40-60.
- [14] Thomas. L. M. Noncooperative cellular wireless with unlimited numbers of base station antennas. *IEEE Trans. Wireless Commun.*, 2010;11: 3590-3600.
- [15] Yi W, Wenting S, Chungou L, Youngming H, Shidang L, Luxi Y. Optimal Energy-Efficient Resource Allocation for Massive MIMO FDD Downlink System. *IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Fall)*, 2015; doi: 10.1109/VTCFall.2015.7391053.
- [16] Xi Z, Wenchi C, Hailin Z. Full-duplex transmission in phy and mac layers for 5G mobile wireless networks. *IEEE Wireless Communications*, 2015; 5: 112-121.
- [17] .Achievable Rates of FDD Massive MIMO Systems With Spatial Channel Correlation. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 2015; 5: 2868-2882.
- [18] Ascom. TD-LTE and FDD-LTE A Basic Comparison.