

TARİFNAME

ORAN BÖLMELİ ÇOKLU ERİŞİM RÖLE AĞLARI İÇİN BİR İLETİM YÖNTEMİ

Teknik Alan

- 5 Buluş, yükselt ve ilet (AF) röle senaryoları bağlamında oran bölmeli çoklu erişim (RSMA) ağları için tasarlanmış bir iletim yöntemi ile ilgilidir.

Önceki Teknik

- Çoklu erişim (MA) teknikleri, özellikle 6G ve ötesi gibi gelişmekte olan teknolojiler bağlamında, iletişim sistemlerinde kaynak kullanımını optimize etme açısından çok önemlidir. RSMA, son zamanlarda ortak ve özel mesajların ortogonal olmayan iletimini sağlayan çok yönlü bir MA şeması olarak dikkat çekmiştir [1]. Bununla birlikte, RSMA, özellikle alıcıda kusurlu kanal durum bilgisinin (CSIR) varlığında, alıcıda ardışık girişim iptali (SIC) ile ilgili zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için, iletile akışın güvenilirliğini sağlamak amacıyla SIC performansını artırmaya ihtiyaç vardır [2].

- Röle destekli iletişim, sinyalleri alan ve ileten röleler veya kullanıcılar aracılığıyla uzamsal çeşitlilikten yararlanarak kablosuz kanal solmasının üstesinden gelmek için umut verici bir teknolojidir [3]. Geleneksel röleler, yükselt ve ilet (AF) röleleri ve kod çöz ve ilet (DF) röleleri olarak kategorize edilebilmektedir. AF röleleri düşük güç tüketimi ve gecikme süreleri nedeniyle tercih edilmektedir. Bununla birlikte, RSMA temel AF rölelerine doğrudan uygulanamaz ve AF röle senaryolarında RSMA için akıllı bir çoğullama şemasının geliştirilmesini gerektirmektedir.

- DF röleleri için RSMA uygulaması, röle tarafından hizmet verilen tek bir kullanıcıya sahip senaryolara odaklanan tek bir makalede [4] incelenmiştir. Bununla birlikte, RSMA'nın AF röle senaryolarında, özellikle de röle tarafından hizmet verilen birden fazla kullanıcı için uygulanmasına ilişkin literatürde önemli bir boşluk vardır.

- SIC'de Alıcıdaki Kanal Durum Bilgisinden (CSIR) kaynaklanan artık hata sorununun üstesinden gelmek için literatürde çeşitli yaklaşımlar ortaya konmuştur. Bu yöntemlerden biri

Model Tabanlı Derin Öğrenme (MBDL) tekniklerine dayalı pratik bir RSMA alıcısının tasarımını içermektedir [5]. Bu çalışmada önerilen çözüm [4], geleneksel SIC alıcılarında bulunan basitliği, derin öğrenme yöntemlerinin sağlamlığı ve modelden bağımsız doğası ile birleştirmeye çalışmaktadır, ancak bu yaklaşım, makine öğrenme tekniklerinin dahil edilmesiyle ek karmaşıklık getirmektedir.

Başka bir çalışma [6] SIC ve SIC içermeyen alıcılar olarak kategorize edilen farklı alıcı yapıları önermiştir. Bununla birlikte, SIC'ye yaklaşımları kod çözme karmaşıklığı ve gecikme süresini dikkate almaktadır. SIC içermeyen bir yaklaşım olarak alıcıda yumuşak semboller kullanmayı keşfetseler de, bu yapı hala ortak akışın demodülasyonundan gelen bilgilere dayanmaktadır. Ortak kod çözme yapıları, potansiyel olarak optimal olsa da, modülasyon mertebesi miktarlarının çarpımı nedeniyle karmaşıklığı artırmaktadır ve önemli spektral verimlilik iyileştirmeleri sunmamaktadır. SIC'ye yaklaşımları, kod çözme karmaşıklığı ve gecikme süresine ilişkin hususları içermektedir. SIC içermeyen bir yaklaşım olarak yumuşak sembollerin kullanımını araştırırken, bu yapı hala ortak akışın demodülasyonundan elde edilen bilgilere dayanmaktadır. Ortak kod çözme yapıları, potansiyel olarak optimal olsa da, modülasyon mertebesi miktarlarının çarpımı nedeniyle karmaşıklığı artırmaktadır ve spektral verimlilikte mutlaka önemli gelişmeler sağlamamaktadır.

Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen tüm sorunlar ilgili alanda bir yeniliğin sağlanmasını gerekli kılmıştır.

Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları

Mevcut buluşun ana amacı, rölelerin kod çözme ve ön kodlama kapasitesinden yoksun olduğu AF rölelerine doğrudan uygulanabilen oran bölmeli çoklu erişim (RSMA) ağları için bir iletim yöntemi oluşturmaktır.

Buluşun bir diğer amacı, RSMA ağları için ardışık girişim iptalinden kaynaklanan artık hataları ortadan kaldırmaktır. RSMA'nın doğasında bulunan artık hata sorununu ele almak için, açıklanan yöntem hücre kenarı kullanıcıları için bir çeşitlilik şeması kullanmaktadır. Bu, başlangıçta iletilen ortak akışın bir tampon bellekte depolanmasını ve hem birinci hem de ikinci iletim aşaması ortak akışlarına bilinen çeşitlilik tekniklerinin uygulanmasını içermektedir. Bu yaklaşım, ortak akışın güvenilirliğini artırarak SIC performansını iyileştirir

ve artık hataları azaltır. Genel olarak, halihazırda iletilmiş olan sinyalden yararlanılarak hücre kenarı kullanıcılarının toplam güvenilirliği artırılmaktadır.

Buluşun bir diğer amacı da farklı kullanıcıların ortak ve özel parçaları arasındaki girişimi azaltmaktır. Hücre kenarı kullanıcılarının özel akışlarının kodlanması yoluyla, bu kullanıcılardan hücre merkezi kullanıcılara kaynaklanan girişim en aza indirilmektedir. Ayrıca halihazırda zorlu olan hücre kenarı kullanıcılarının koşulları, aralarındaki girişimin en aza indirilmesiyle iyileştirilmektedir.

- 10 Bu durum, birden fazla hedefe hizmet veren AF röleleri için yeni bir çoklama şeması gerektirmektedir. Açıklanan RSMA çoklama şemasının iki temel adımı vardır. Bunlardan ilki özel parçaların birlikte kodlanmasıdır. Birden fazla hedefin özel parçaları kaynak düğümde birlikte kodlanmaktadır ve rölenin sinyali yalnızca yükseltmesine ve iletmesine olanak tanımaktadır. Bu, her kullanıcıya NOMA benzeri bir sinyal sağlamaktadır. Ortak parçanın bölünmesine benzer şekilde, hedefler de kendi özel parçalarını bölmektedir.

- İkincisi ise ortak akışın kullanılmasıdır. Buluş, başlangıçta kaynak düğümünden iletilen ortak akışın kullanımını ortaya koymaktadır. Literatürde geleneksel olarak göz ardı edilen bu sinyal, çeşitlilik için kullanılmakta ve ortak akışın güvenilirliğini artırmaktadır. Bu da, NOMA tipi iletim şemalarında bir endişe alanı olan özel akışın güvenilirliğini artırmaktadır.

Ayrıca röle çoklu giriş çoklu çıkış (MIMO) teknolojisi kullanıyorsa, hibrit ön kodlama hem kaynak hem de röle düğümünde uygulanabilmektedir.

25 **Buluşun Şekillerinin Açıklaması**

Buluş konusunun daha iyi anlaşılması için gerekli olan şekiller ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Şekil 1.Oran bölmeli çoklu erişim (RSMA) ağının bir şematik görünümü.

- 30 **Şekil 2.** Kaynak düğümün bir verici modeli

Şekil 3. Birinci iletimde merkez düğümün alıcı modeli.

Şekil 4. Birinci iletimde kenar düğümün alıcı modeli.

Şekil 5. İkinci iletimde kenar düğümün alıcı modeli.

Şekil 6. Kenar düğüm için birinci ve ikinci iletimin akış şeması.

Referans Numaraları

Buluş konusunun daha iyi anlaşılabilmesi için şekillerde verilen parça ve bileşenlere atıfta
5 bulunulmuştur.

101.Kaynak düğüm

102a.Merkez düğüm

102b.Kenar düğüm

10 **103.**Röle düğümü

104.Ortak sinyal

105.Merkez düğümün özel sinyali

106.Röle düğümünün özel sinyali

107.Kenar düğüm sinyali

15 **201.**Zamanlayıcı

202.Mesaj bölücü

203a.Ortak birleştirici

203b.Özel birleştirici

204.Kodlayıcı

20 **205.**Ön kodlayıcı

206.İletim anteni

207.Kablosuz kanalı

301a.Ortak kod çözücü

301b.Özel kod çözücü

25 **302.**Ardışık girişim iptali

303a.Ortak bölücü

303b.Özel bölücü

304.Birleştirici

305.Alıcı anten

30 **401.**Tampon bellek

501.Çeşitlilik ortalaması

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Buluş, yükselt ve ilet (AF) röle senaryoları bağlamında oran bölmeli çoklu erişim (RSMA) ağları için tasarlanmış bir iletim yöntemi ile ilgilidir.

- 5 Açıklanan yöntem bir kaynak, yükselt ve ilet (AF) rölesi ve hedefleri içeren çeşitli senaryolara uygulanabilmektedir. Kaynaklar arasında baz istasyonları (BS'ler), kullanıcı ekipmanları (UE'ler), insansız hava araçları (UAV'ler), entegre erişim ve ana taşıyıcılar (IAB'ler) ve RSMA iletimi yapabilen herhangi bir verici düğümü yer alabilmektedir. AF röleleri, ağ kontrollü tekrarlayıcıları (NCR'ler), radyo frekansı (RF) tekrarlayıcılarını ve AF
- 10 özelliklerine sahip herhangi bir düğümü kapsamaktadır. Hedef düğümler ayrıca BS'ler, UE'ler, UAV'ler ve herhangi bir alıcı düğüm olabilmektedir.

- Şekil 1 bir kaynak düğüm (101), bir hücre merkez düğümü (102a), iki hücre kenar düğümü (102b) ve bir röle düğümünün (103) seçildiği örnek bir senaryoyu göstermektedir. Ortak
- 15 sinyaller (104) düz oklarla, merkez düğümün özel sinyali (105) ve röle düğümünün özel sinyali (106) kesikli oklarla ve kenar düğüm sinyali (107) noktalı oklarla (107) gösterilmektedir. Tasvir ayrıca hücre kenarı ve hücre kapsama alanı göstergelerini de içermektedir.

- 20 Açıklanan yöntem iki aşamalı bir iletim modeli altında çalışmaktadır. Birinci aşama kaynak düğümünden (101) röle düğümüne (103) iletimi, ikinci aşama ise röle düğümünden (103) hücre kenar düğümlerine (102b) iletimi kapsamaktadır. Bu yaklaşımın esnek olduğunu ve birden fazla kaynak düğümü (101), röle düğümü (103), hücre merkezi düğümü ve kenar düğümünü kapsayacak şekilde genişletilebileceğini belirtmek önemlidir. Birinci iletim aşamasında
- 25 sinyaller düz ve kesikli oklarla gösterilirken, ikinci iletim aşamasında sinyaller noktalı çizgilerle gösterilmektedir (107).

- Cihaz kaynak düğüm (101) olarak çalışarak, birinci iletim aşamasında bir RSMA sinyali yaymaktadır. Ortak sinyal (104) her yöne iletilirken, merkez düğümün (105) özel sinyali
- 30 geleneksel RSMA iletimini takiben uzay bölmeli çoklu erişim (SDMA) kullanılarak iletilmektedir. Benzer şekilde, kenar düğümlerin (106) özel sinyalleri SDMA kullanılarak röle düğümüne toplu olarak gönderilmektedir.

Birinci adım, her iki kullanıcının özel verilerinin ortak sinyal **(104)** olarak birlikte kodlanmasını ve daha sonra röle düğümüne **(103)** iletilmesini içermektedir. Yeni yaklaşımımızı farklı kılan ikinci yenilik, birinci iletim aşamasında hücre kenarı hedeflerine zaten iletilmiş olan ortak sinyalin **(104)** kullanılmasıdır.

5

Şekil 2, kaynak düğümdeki **(101)** verici modelinin göstermektedir. Zamanlayıcı **(201)** iletim talep eden hedefleri seçmektedir ve bunların verilerini, W_1, W_2, W_3 , mesaj bölücüye **(202)** iletmektedir. Burada W_1 hücre merkezi düğümünün **(102a)** verilerini temsil etmektedir ve W_2, W_3 sırasıyla hücre kenar düğümünün **(102b)** verileridir. Mesaj bölücü **(202)** daha sonra kullanıcı mesajlarını, sırasıyla her bir kenar düğümü **(102a, 102b)** için C_1, C_2, C_3 ve P_1, P_2, P_3 olarak ortak ve özel parçalara bölmektedir. Ortak birleştirici **(203a)**, C 'yi elde etmek için geleneksel RSMA'yı kullanarak her bir kullanıcı için ortak mesajları birleştirmektedir. Verici modelindeki yenilik özel birleştiricide **(203b)** yatmakta olup, burada hücre kenar düğümü **(102b)** kullanıcılarının özel mesajları (P_2, P_3) , P_R olarak birleştirilmektedir. Daha sonra, birleştirilmiş ortak mesaj C , hedef düğüm 1'in özel mesajı P_1 ve hücre kenarı kullanıcılarının birleştirilmiş özel mesajı P_R kodlayıcıda **(204)** sırasıyla s_C, s_1, s_R olarak kodlanmaktadır. Polar kodlama, LDPC (Düşük Yoğunluklu Eşlik Kontrolü) kodlaması, Turbo kodlama, vb. gibi herhangi bir kodlama şeması, açıklanan sistemdeki kaynak ve hedef düğümlerde kullanılabilir. Bu kodlanmış mesajlar daha sonra sırasıyla ön kodlayıcılar **(205)** p_C, p_1, p_R ile ön kodlanmaktadır. Daha sonra, röle düğümünün **(103)** başka bir hedef olarak kabul edildiği senaryoya benzer şekilde, iki hedefe RSMA iletiminin bir parçası olarak kanal **(207)** aracılığıyla iletim antenine **(206)** iletilmektedir.

Birinci ve ikinci iletim aşamaları sırasıyla süper indeksler $(\cdot)^{[1]}$ ve $(\cdot)^{[2]}$ olarak temsil edilmektedir. Kaynak düğümde **(101)** iletilen sinyal aşağıdaki şekilde verilmektedir:

25

$$x_S^{[1]} = p_C s_C + p_1 s_1 + p_R s_R.$$

Merkez düğüm **(102a)** alıcı anten **(305)** vasıtasıyla RSMA sinyalini $y_{D_1}^{[1]}$ almaktadır ve Şekil 3'te gösterildiği üzere ortak akış C elde etmek için ortak kod çözücü **(301a)** tarafından çözülmektedir. Daha sonra, SIC **(302)** $\bar{y}_{D_1}^{[1]}$ 'i elde etmek için $y_{D_1}^{[1]}$ ve $\hat{C}$ 'ye uygulanmaktadır.

30

Ardından $\bar{y}_{D_1}^{[1]}$, $\hat{P}_1$ 'i elde etmek için özel kod çözücü **(301b)** tarafından kodu çözülmektedir ve ortak mesajını ortak bölücü **(303a)** tarafından $\hat{C}_1$ olarak böldükten sonra, bunlar birleştirici **(304)** tarafından $\hat{W}_1$ 'i oluşturmak üzere birleştirilmektedir. Bu adımlar geleneksel RSMA'yı yakından yansıtmaktadır ve burada karşılaştırma amacıyla sunulmuştur. Birden fazla hücre merkezi hedefinin bulunduğu senaryolarda, hücre merkezindeki tüm hedefler sinyallerinin kodunu benzer şekilde çözmektedir. Merkez düğümde **(102a)** alınan sinyal aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$\mathbf{y}_{D_1}^{[1]} = \mathbf{h}_{S,D_1} \mathbf{p}_c s_c + \mathbf{h}_{S,D_1} \mathbf{p}_1 s_1,$$

burada h_{S,D_1} kaynak düğüm ile hedef düğüm 1 arasındaki kanalı göstermektedir. RSMA özelliği sayesinde, ortak sinyal **(104)** çok yönlü iletim yoluyla tüm hedeflere yayınlanmaktadır. Hücre kenar düğümü **(102b)** hedefi de bu sinyali düşük bir sinyal-gürültü oranına (SNR) sahip olsa da $\mathbf{y}_{D_2}^{[1]}$ olarak almaktadır. Yalnızca bu sinyale güvenmek hizmet kalitesi (QoS) gereksinimlerini karşılamak için yetersizdir. Bununla birlikte, alınan bu ortak sinyal **(104)** çeşitlilik için kullanılabilir. Birinci iletim aşamasında, hücre kenarı hedef düğümleri sinyali $\mathbf{y}_{D_2}^{[1]}$ almaktadır ve ortak akışı C ayıklamak için ortak kod çözücü **(301a)** vasıtasıyla kod çözme işlemi gerçekleştirilmektedir, daha sonra $\hat{C}^{[1]}$ 'yi Şekil 4'te gösterildiği üzere tampon bellekte **(401)** depolamaktadır. Birinci iletim aşamasında kenar düğümlerde **(102b)** alınan sinyaller aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$\mathbf{y}_{D_2}^{[1]} = \mathbf{h}_{S,D_2} \mathbf{p}_c s_c$$

$$\mathbf{y}_{D_3}^{[1]} = \mathbf{h}_{S,D_3} \mathbf{p}_c s_c,$$

burada h_{S,D_2}, h_{S,D_3} sırasıyla kaynak düğüm **(101)** ve kenar düğümler **(102b)** arasındaki kanalları göstermektedir. Birinci ve ikinci iletim aşamasında röle düğümünde **(103)** alınan ve iletilen sinyal aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$\mathbf{y}_R^{[1]} = \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_c s_c + \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_R s_R$$

$$\mathbf{x}_R^{[2]} = \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_c s_c + \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_R s_R,$$

burada $h_{S,R}$ kaynak düğüm ile röle düğümü arasındaki kanalı göstermektedir. Alınan ve iletilen sinyaller esasen aynıdır, sadece AF rölesi tarafından eklenen amplifikasyonda farklılık

göstermektedir. Bu farklılık, röle düğümü kaynak düğümünden gelen sinyali güçlendirip ilettiğinde ikinci iletim aşamasında ortaya çıkmaktadır.

İkinci iletim aşaması sırasında hücre kenarı düğüm **(102b)** hedeflerine ulaştıktan sonra, $y_{D_2}^{[2]}$ olarak gösterilen, alıcı antenden **(305)** iletilen sinyalin kodu ortak kod çözücü **(301a)** vasıtasıyla çözülmektedir ve ortak akış $\hat{C}^{[2]}$ elde edilmektedir. Maksimal oranlı birleştirici (MRC), eşit kazançlı birleştirici (EGC) vb. gibi çeşitlilik tekniklerinden biri, birinci ve ikinci iletim aşamalarında iletilen her iki ortak akış için $(\hat{C}^{[1]}, \hat{C}^{[2]})$ içinde $\hat{C}$ 'yi elde etmek için uygulanabilmektedir. Daha sonra, SIC **(302)**, Şekil 5'te gösterildiği üzere $\bar{y}_{D_2}^{[2]}$ 'yi elde etmek için alınan sinyaller $y_{D_2}^{[2]}$ ve $\hat{C}$ üzerinde uygulanmaktadır. Bu sinyalin kodu daha sonra ortak özel akışı $\hat{P}_R$ elde etmek için özel kod çözücü **(301b)** vasıtasıyla çözülmektedir ve ortak parçaya benzer şekilde, her hedef özel bölücü **(303b)** ile bu ortak özel akıştan kendi payını almaktadır. Ortak bölücü **(303a)** vasıtasıyla $\hat{C}$ 'nin bölünmesi işleminden sonra, kenar düğümü **(102)** ilgili parçalarını birleştirici **(304)** vasıtasıyla $\hat{W}_2$ olarak birleştirmektedir. İkinci iletim aşaması sırasında kenar düğümlerinde **(102b)** alınan sinyaller aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$y_{D_2}^{[2]} = \mathbf{h}_{R,D_2} \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_c s_c + \mathbf{h}_{R,D_2} \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_R s_R$$

$$y_{D_3}^{[2]} = \mathbf{h}_{R,D_3} \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_c s_c + \mathbf{h}_{R,D_3} \mathbf{h}_{S,R} \mathbf{p}_R s_R,$$

burada $\mathbf{h}_{R,D_2}, \mathbf{h}_{R,D_3}$ sırasıyla röle düğümü ile hedef düğüm 2 ve 3 arasındaki kanalı temsil etmektedir.

Şekil 6, hem birinci hem de ikinci iletim aşamalarında hücre kenarı hedef düğümü 2 için alıcı modelinin akış şeması göstermektedir. Birinci iletim aşamasında, alıcı anten **(305)** vasıtasıyla alınan sinyal $y_{D_2}^{[1]}$ 'in kodu $\hat{C}^{[1]}$ 'yi elde etmek için ortak kod çözücü **(301a)** tarafından çözülmektedir ve bu ortak sinyal **(104)** daha sonra tampon bellekte **(401)** saklanmaktadır. İkinci iletim aşamasında, alıcı anten **(305)** tarafından alınan sinyal $y_{D_2}^{[2]}$ 'in kodu $\hat{C}^{[2]}$ 'yi elde etmek için ortak kod çözücü **(301a)** tarafından çözülmektedir. Çeşitlilik tekniklerinden biri bu iki sinyale $\hat{C}^{[1]}$ ve $\hat{C}^{[2]}$ uygulanabilmektedir. Daha sonra, SIC **(302)**, $\bar{y}_{D_2}^{[2]}$ 'yi elde etmek için çeşitlilik çıktısına $\hat{C}$ ve $y_{D_2}^{[2]}$ uygulanmaktadır. Özel kod çözücü **(301b)** tarafından kod

öz ld kten sonra bu sinyal, $\hat{P}_R$ ve $\hat{C}$ kullanıcının ilgili ortak ve özel parçalarını ayıklamak için bölünmektedir. Son adımda, bu parçalar birleştirici (304) tarafından birleştirilerek $\hat{W}_2$ 'yi vermektedir.

Bu yaklaşım, çeşitlilik teknikleri aracılığıyla toplam SNR'yi artırarak, ortak akış kod çözme işleminin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır ve sonuç olarak özel akışın güvenilirliğini artırmaktadır. Bu,  zel akışın (düşük güç sinyali) güvenilirliğinin kritik bir husus olduğu süperpozisyon kodlama (SC)-SIC iletimleri için özellikle önemlidir. Hücre kenarı hedeflerinin sayısının ikiden fazla olduğu durumlarda, ortak akış tüm kullanıcıların ortak parçalarını kapsarken, kaynaktan röleye iletilen özel akış tüm hücre kenarı hedeflerinin özel parçalarını içermektedir.

RSMA sinyalini optimize etmek için, hücre kenarı hedeflerine yönelik ek bir yaklaşım, hücre kenarındaki her bir hedef için her iki kanal içermektedir h_{R,D_n} ve $h_{S,R}$ için g  ayar optimizasyonunu içermektedir. Y n optimizasyonu açısından, kanala $h_{S,R}$ odaklanarak röle ile sınırlı kalınabilmektedir.

Birden fazla antene ve RF zincirine sahip daha fazla kapasiteli AF rölelerinin yanı sıra hüzme şekillendirme özelliğinin kullanıldığı senaryolarda, hibrit bir  n kodlama şeması uygulanabilmektedir. Bu tür bir şemanın açıklayıcı bir  rneği, milimetre dalga (mmWave) devasa çok kullanıcılı çok girişli çok ıkışlı (Mu-MIMO) röle sistemleri bağlamında verilmiştir [7].

Herhangi bir kablosuz iletişim teknolojisi, hücre kenarı hedefleri için SIC performansını artırmak için mevcut buluşu kullanabilmektedir. Bununla birlikte, 3GPP tabanlı hücresel ve IEEE 802.11 tabanlı Wi-Fi ağları gibi standartlar veya herhangi bir kablosuz ağ, her iki standartta da sağlanan yayın, çok noktaya yayın iletimi desteği nedeniyle buluşla özellikle ilgilidir. Ayrıca mevcut buluşta açıklanan yöntem, örneğin yukarıda belirtilen standartlardan herhangi birini destekleyebilen herhangi bir cihaz, sistem veya ağ üzerinde uygulanabilmektedir: Mobil iletişim için Küresel Sistem (GSM), GSM/Genel Paket Radyo Servisi (GPRS), Geliştirilmiş Veri GSM Ortamı (EDGE), Geniş Bant-CDMA (W-CDMA), Evrim Veri Optimize (EV-DO), Yüksek Hızlı Paket Erişimi (HSPA), Yüksek Hızlı Aşağı Bağlantı Paket Erişimi (HSDPA), Yüksek Hızlı Yer-Uydu Bağı Paket Erişimi (HSUPA), Evrimleşmiş Yüksek Hızlı Paket Erişimi (HSPA+), Uzun Vadeli Evrim (LTE), AMPS, 5G Yeni Radyo (NR) veya kablosuz, hücresel veya nesnelerin interneti (IoT) ağlarında iletişim kurmak için kullanılan diğer bilinen sinyaller.

Açıklanan mevcut buluş, röle ağındaki çoklu kullanıcılara hizmet vermek için çoklu erişim yaklaşımı olarak oran bölmeyi kullanan herhangi bir kablosuz ağda kullanılmaktadır. Teknik fayda, aşağıdakiler gibi birçok alanda kullanılabilir (bunlar bazı örnekler olup, kesinlikle kısıtlayıcı nitelikte değildir): bağlantı adaptasyonu ve modülasyonu, kanal tahmini ve tespiti, gelişmiş verim ve güvenilirlik mekanizmaları, MAC katmanı yönetimi ve özellikleri, ortogonal olmayan tek noktaya ve çok noktaya yayın iletimi (NOUM), koordineli çok nokta (CoMP) dahil olmak üzere çok hücreli MIMO, bulut-radyo erişim ağı (C-RAN) ve sis-radyo erişim ağı (F-RAN), işbirlikli kullanıcı röleleme ağları, verimli ön kodlama tasarım yönleri, Ortak Radar ve iletişim (JRC) uygulamaları, büyük MIMO Ağları, ultra güvenilir ve düşük gecikmeli iletişim (URLLC), milimetre dalga (mmWave) iletişimi, insansız hava araçları destekli iletişim (UAV), fiziksel katman güvenliği (PLS), büyük makine tipi iletişim (mMTC).

15

20

25

30

REFERANSLAR

[1] Y. Mao vd., “Rate-splitting multiple access for downlink communication systems: Bridging, generalizing, and outperforming SDMA and NOMA,” *EURASIP J. Wireless Commun. Netw.*, cilt. 2018, no. 1, s. 1–54, Mayıs 2018.

5 [2] Mao, Y., Dizdar, O., Clerckx, B., Schober, R., Popovski, P. ve Poor, H.V., 2022. Rate-splitting multiple access: Fundamentals, survey, and future research trends. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.

[3] J. N. Laneman, D. N. C. Tse, ve G. W. Wornell, “Cooperative diversity in wireless networks: Efficient protocols and outage behavior,” *IEEE Trans. Inf. Theory*, cilt. 50, no. 12, s. 3062–3080, Aralık 2004.

[4] Pang, H., Ji, F., Xu, L., Liu, Y. ve Wen, M., 2022. Resource Allocation for RSMA-Based Coordinated Direct and Relay Transmission. *IEEE Wireless Communications Letters*, 12(3), s.505-509.

[5] Loli, R.C., Dizdar, O., Clerckx, B. ve Ling, C., 2023. Model-based deep learning receiver design for rate-splitting multiple access. *IEEE Transactions on Wireless Communications*.

[6] Zhang, S., Clerckx, B., Vargas, D., Haffenden, O. ve Murphy, A., 2023. Rate-Splitting Multiple Access: Finite Constellations, Receiver Design, and SIC-free Implementation. *arXiv preprint arXiv:2305.17178*.

[7] M. Han vd., "Hybrid Beamforming With Sub-Connected Structure for MmWave Massive Multi-User MIMO Relay Systems," in *IEEE Transactions on Green Communications and Networking*, cilt. 7, no. 2, s. 772-786, Haziran 2023, doi: 10.1109/TGCN.2022.3226801.

25

30

İSTEMLER

1. Bir kaynak düğüm (101) ve kaynak düğümün (101) kapsama alanı içinde konumlandırılmış en az bir merkez düğüm (102a) ve kaynak düğümün (101) kapsama alanının kenarında konumlandırılmış en az bir kenar düğüm (102b) ve bir röle düğümü (103) içeren oran bölmeli çoklu erişim (RSMA) ağları için bir iletim yöntemi olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir

- Merkez düğüm (102a) ve kenar düğüm (102b) için iletim talep eden hedeflerin seçilmesi,

Her bir mesajın ortak parçalara ve özel parçalara ayrılması,

Tümünün ortak parçaları ile kenar düğümlerinin özel parçalarının birleştirilmesi,

Tüm ortak parçalar ile özel parçaların birlikte kodlanması ve bir iletim sinyali oluşturmak için kodlanmış parçaların ön kodlanması,

- İletim sinyalinin doğrudan hem merkez düğüme (102a) hem de kenar düğüme (102b) bir birinci iletim sinyali olarak gönderilmesi,

Birleştirilmiş ortak parçayı elde etmek için birinci iletim sinyalinin kodunun çözülmesi ve kenar düğümde (102b) depolanması,

- İletim sinyalinin röle düğümü (103) üzerinden kenar düğümlere (102b) bir ikinci iletim sinyali olarak gönderilmesi

Kenar düğümlerde (102b) birleştirilmiş ortak parça ve özel parçalar elde etmek için ikinci iletim sinyalinin kodunun çözülmesi,

Ortak parçayı elde etmek için birinci iletim sinyalinin ve ikinci iletim sinyalinin birleştirilmiş ortak parçalarına çeşitliliğin uygulanması ve kenar düğüme (102b) gönderilecek ortak parçayı elde etmek için bölünmesi,

Bir sinyal elde etmek için elde edilen ortak parçaya ve ikinci iletim sinyaline Ardışık Girişim İptali'nin (SIC) uygulanması ve kenar düğümde birleştirilmiş özel parçaları elde etmek için kodunun çözülmesi ve kenar düğüme (102b) gönderilecek özel parçayı elde etmek için bölünmesi,

Elde edilen ortak ve özel parçanın birleştirilmesi.

2. İstem 1'e göre bir yöntem olup, ortak parçayı elde etmek için birinci iletim kodunun çözülmesi,

Bir sinyal elde etmek için birinci iletim sinyaline ve ortak parçalara Ardışık Girişim İptali'nin (SIC) uygulanması ve kenar düğümde özel parçalar elde etmek için kodunun

özölmesi ve kenar düğöme (102a) gönderilecek özel parçalar elde etmek için bölünmesi ile karakterize edilmektedir.

3. RSMA kullanarak tümünün ortak parçalarının ve kenar düğümün özel parçalarının
5 birleştirilmesi ile karakterize edilen, İstem 1'e göre bir yöntem.

4. Tüm ortak parçaların ve özel parçaların birlikte kodlanması ve kodlanmış parçaların
10 Polar kodlama, LDPC (Düşük Yoğunluklu Eşlik Kontrolü) kodlaması veya Turbo
kodlama ile ön kodlanması ile karakterize edilen, İstem 1'e göre bir yöntem.

5. Çeşitlilik tekniğinin maksimal oranlı birleştirici veya eşit kazançlı birleştiriciden biri
olduğu, İstem 1'e göre bir yöntem.

6. İstemler 1 ila 5'e göre yöntemin adımlarını gerçekleştirmek için araçlar içeren bir veri
15 işleme cihazı.

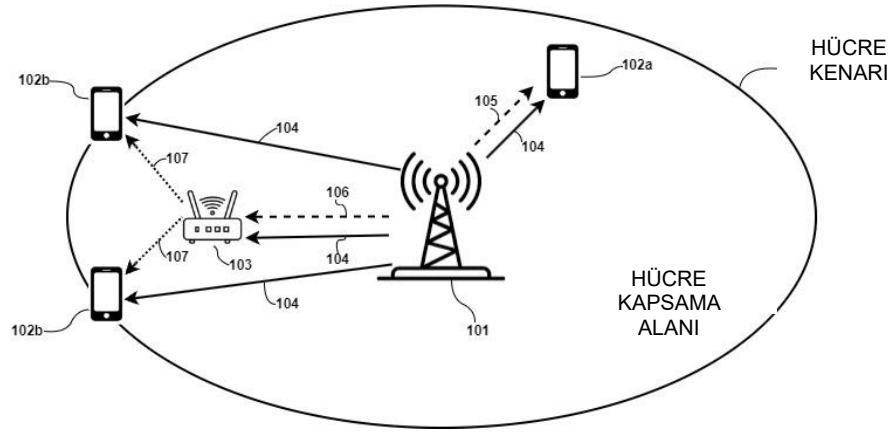
7. Program bir veri işleme cihazı tarafından yürütüldüğünde, veri işleme cihazının
İstemler 1 ila 5'e göre yöntemin adımlarını gerçekleştirmesini sağlayan talimatları
içeren bir bilgisayar programı.

8. Bir bilgisayar tarafından yürütüldüğünde, bilgisayarın İstemler 1 ila 5'e göre yöntemin
20 adımlarını gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren bilgisayar tarafından
okunabilir bir ortam.

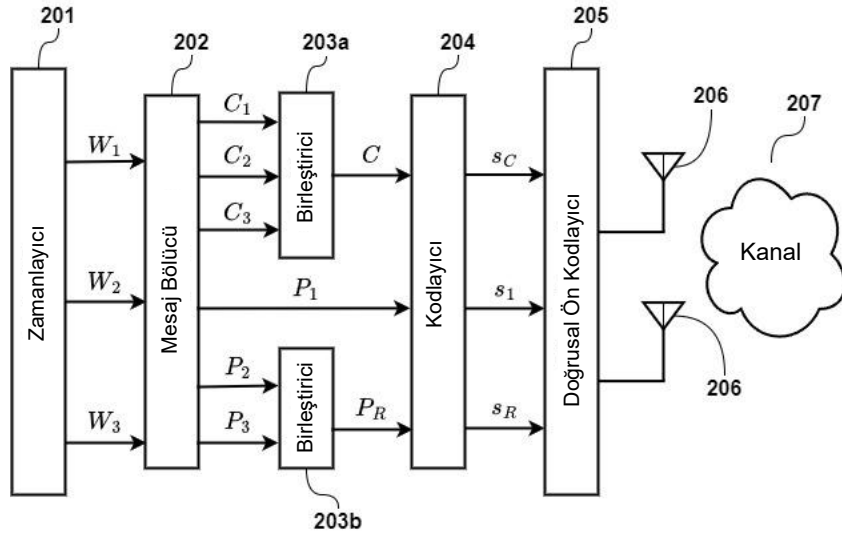
ÖZET

ORAN BÖLMELİ ÇOKLU ERİŞİM RÖLE AĞLARI İÇİN BİR İLETİM YÖNTEMİ

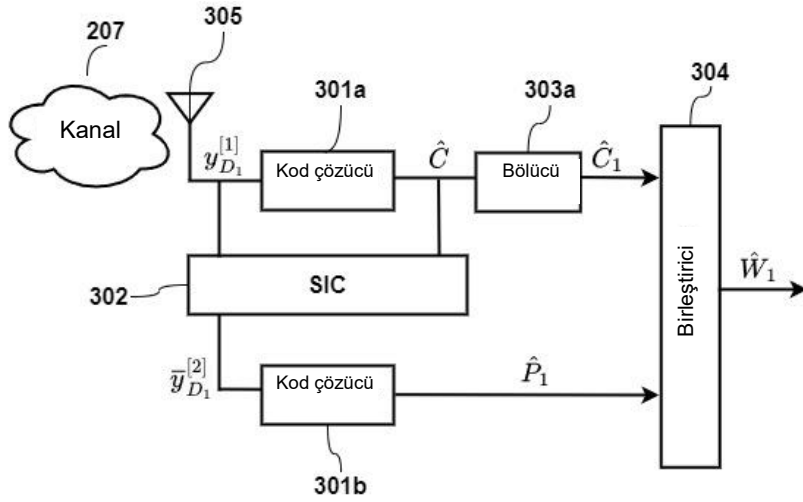
- 5 Buluş, yükselt ve ilet (AF) röle senaryoları bağlamında oran bölmeli çoklu erişim (RSMA) ağları için tasarlanmış bir iletim yöntemi ile ilgilidir.



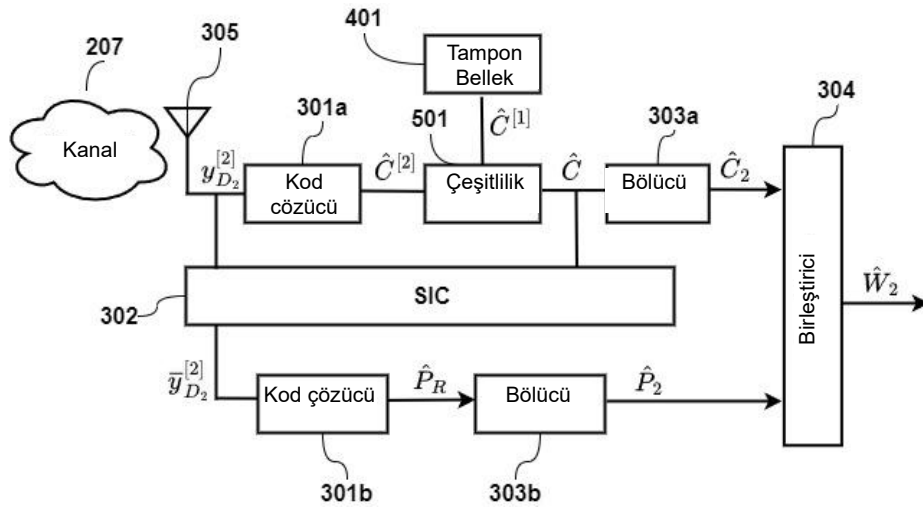
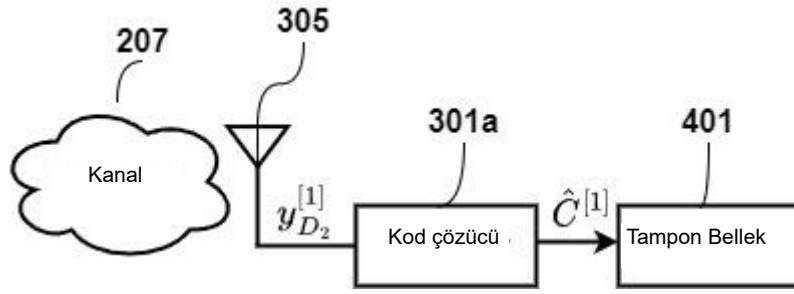
ŞEKİL 1

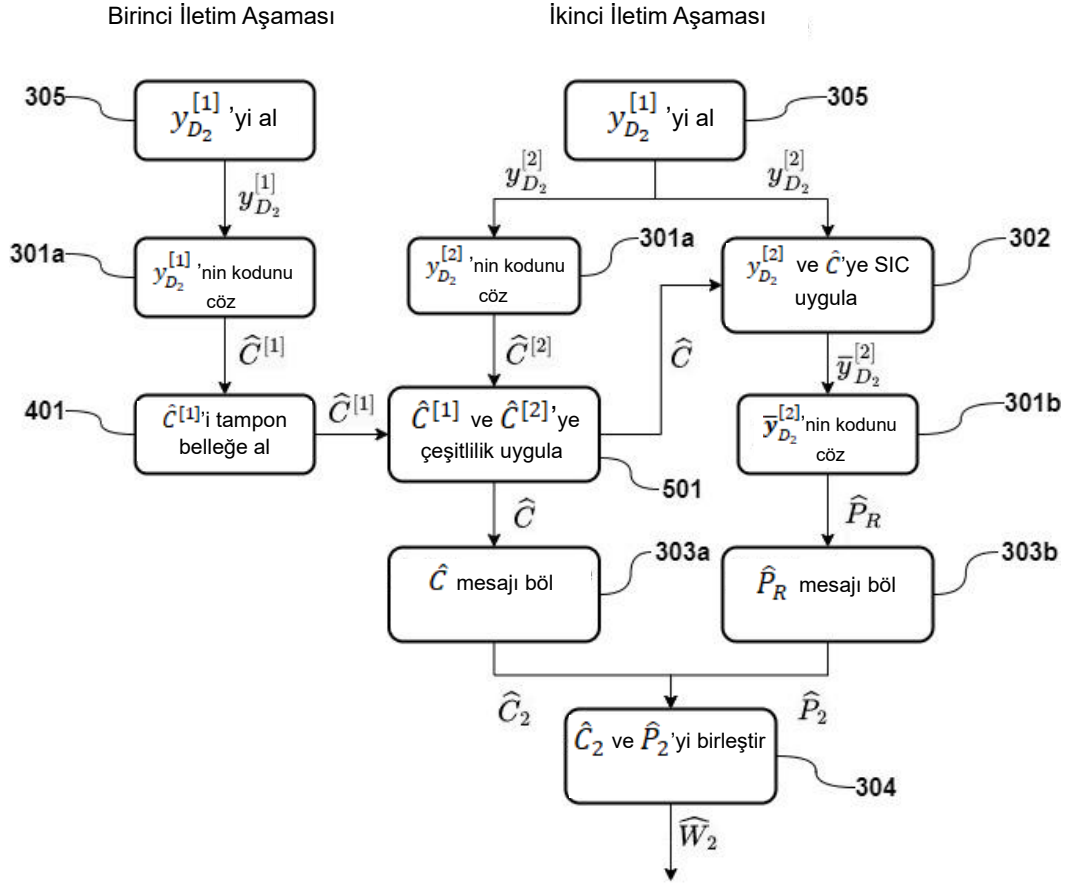


ŞEKİL 2



ŞEKİL 3





ŞEKİL 6