

ÖZET

ÇOKLU ERİŞİM AĞLARINA YÖNELİK BİR YENİDEN İLETİM YÖNTEMİ

- 5 Ağa yönelik bilgisayar uygulamalı bir yeniden iletim yöntemi olup, bir veri paketinin bir baz istasyonu tarafından bir ağa gönderilmesi, verinin bir güvenilirlik düzeyinin belirlenmesi, verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen değerden düşük olması durumunda, verinin yeniden iletilmesine yönelik bir olumsuz onayın gönderilmesi, bir özel veri ve bir ortak veri olarak bölünmesi, olumsuz onaya yanıt olarak bir baz istasyonu tarafından NOMA'ya
- 10 dayanarak ortak veriye gönderilmesi, alınan ortak verinin güvenilirlik düzeyinin belirlenmesi, verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen değerden düşük olması durumunda, verinin yeniden iletilmesine yönelik olumsuz onayın gönderilmesi, olumsuz onaya yanıt olarak bir baz istasyonu tarafından SDMA'ya dayanarak özel veriye gönderilmesi, alınan özel verinin bir güvenilirlik düzeyinin belirlenmesi ile karakterize edilir.

İSTEMLER

1. Ağa yönelik bilgisayar uygulamalı bir yeniden iletim yöntemi olup,
Bir veri paketinin bir baz istasyonu (BS) tarafından bir ağa gönderilmesi,
5 Verinin güvenilirlik düzeyinin belirlenmesi,
Verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen değerden düşük olması durumunda,
verinin yeniden iletilmesine yönelik bir olumsuz onayın gönderilmesi,
Verinin bir özel veri (PD) ve bir ortak veri (CD) olarak bölünmesi,
Olumsuz onaya yanıt olarak bir baz istasyonu (BS) tarafından NOMA'ya dayanarak
10 ortak veri (CD) gönderilmesi,
Alınan ortak verinin (CD) güvenilirlik düzeyinin belirlenmesi,
Verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen değerden düşük olması durumunda,
verinin yeniden iletilmesine yönelik olumsuz onayın gönderilmesi,
Olumsuz onaya yanıt olarak bir baz istasyonu tarafından SDMA'ya dayanarak özel veri
15 (PD) gönderilmesi,
Alınan özel verinin (PD) güvenilirlik düzeyinin belirlenmesi ile karakterize edilir.
2. İstem 1'e göre bir yöntem olup, özel veri verilerinin (PD) güvenilirlik düzeyinin
önceden belirlenen değerden düşük olması durumunda ayrıca tüm verinin RSMA'ya
20 dayanarak baz istasyonu (BS) tarafından ağa iletilmesi adımını içermesi ile karakterize
edilir.
3. İstem 1'e göre bir yöntem olup, verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen
değerden daha yüksek olması durumunda, ayrıca özel verinin (PD) ve ortak verinin
25 (CD) birleştirilmesi adımını içermesi ile karakterize edilir.
4. İstem 3'e göre bir yöntem olup, verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen
değerden yüksek olması durumunda, ayrıca özel veriyi (PD) ve ortak veriyi (CD)
birleştirmek üzere baz istasyonu tarafından ağa bir onay gönderme adımını içermesi ile
30 karakterize edilir.
5. İstem 1'e göre bir yöntem olup, verinin hata ve güvenilirlik düzeyinin belirlenmesinin
hata düzeltme kodu ile gerçekleştirilmesi ile karakterize edilir.

6. İstem 1'e göre bir yöntem olup, verinin hata ve güvenilirlik düzeyinin belirlenmesinin, ileri hata düzeltme ile gerçekleştirilmesi ile karakterize edilir.
- 5 7. Ağdaki verinin yeniden iletilmesine yönelik hız bölmeli çoklu erişimi kullanan bir sistem olup,
Birbirine veri iletmek ve birbirinden veri almak üzere yapılandırılan bir baz istasyonu (BS) ve bir kullanıcı ekipmanı (UE),
Veriyi bir özel veri (PD) ve bir ortak veri (CD) olarak bölmek üzere yapılandırılan bir ayırıcı birim,
10 Özel veriyi (PD) ve ortak veriyi (CD) birleştirmek üzere yapılandırılan bir birleştirici birim,
Verinin güvenilirlik düzeyini belirlemek ve verinin güvenilirlik düzeyini önceden belirlenen bir değerle karşılaştırmak ve verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen değerden düşük olması durumunda, verinin yeniden iletilmesine yönelik, baz istasyonunun (BS) SDMA'ya dayanarak özel veriyi (PD) veya NOMA'ya dayanarak ortak veriyi (CD) göndermesini sağlamak üzere bir yanıt olan olumsuz onay oluşturmak üzere yapılandırılan bir kontrol birimi ile karakterize edilir.
- 15
- 20 8. İstem 7'ye göre bir sistem olup, kontrol biriminin, baz istasyonunun (BS) RSMA'ya dayanarak tüm veriyi göndermesini sağlamak üzere yanıt olan olumsuz onayı oluşturmak üzere yapılandırılması ile karakterize edilir.
- 25 9. İstem 7'ye göre bir sistem olup, kontrol biriminin, verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen değerden yüksek olması durumunda, özel veriyi (PD) ve ortak veriyi (CD) birleştirmek üzere yanıt olan bir onay oluşturmak üzere yapılandırılması ile karakterize edilir.
- 30 10. İstem 7'ye göre bir sistem olup, kontrol biriminin, hata düzeltme kodu ile verinin hata ve güvenilirlik düzeyini belirlemek üzere yapılandırılması ile karakterize edilir.
11. İstem 7'ye göre bir sistem olup, kontrol biriminin, ileri hata düzeltme yoluyla verinin hata ve güvenilirlik düzeyini belirlemek üzere yapılandırılması ile karakterize edilir.

12. İstem 7'ye göre bir sistem olup, ayırıcının kontrol birimi ile entegre olması ile karakterize edilir.

5 **13.** İstem 7'ye göre bir sistem olup, birleştiricinin kontrol birimi ile entegre olması ile karakterize edilir.

TARİFNAME

ÇOKLU ERİŞİM AĞLARINA YÖNELİK BİR YENİDEN İLETİM YÖNTEMİ

5 Teknik Alan

Buluş, özellikle 5G ve B5G ağlarında kablosuz ağların yeniden iletimine yönelik bilgisayar tarafından uygulanan bir yöntem ve söz konusu yöntemi gerçekleştirmek üzere yapılandırılan sistem ile ilgilidir.

10

Önceki Teknik

Çoklu erişim teknikleri, birçok kullanıcının kablosuz ağlardaki zaman, frekans veya alan gibi bazı kaynaklara eşzamanlı olarak ortogonal ve ortogonal olmayan bir şekilde bağlanmasına izin veren yaklaşımlardır. Son zamanlarda, ortogonal olmayan çoklu erişim (NOMA) ve hız bölmeli çoklu erişim (RSMA) gibi ortogonal olmayan yaklaşımlar, araştırmacılar arasında çeşitli nedenlerden dolayı potansiyel bir ilgiye sahiptir.

Bu nedenlerden birincisi, çoklu kullanıcıya aynı anda hizmet vermektir, spektral ve enerji gibi çeşitli verimliliklerin elde edilmesini sağlamaktır. Aynı zamanda, çok kullanıcı girişim problemini önlemek üzere bir girişim yönetim mekanizması uygulanmalıdır.

Bu nedenlerden ikincisi, çoklu kullanıcıya aynı anda hizmet vermektir, sistem kapasitesi artışları sağlamaktır, bu da kaynakları kullanabilen kullanıcı sayısında bir artış anlamına gelmektedir.

Son olarak, etkili çoklu erişim, bu kaynakların enerji, bant genişliği, zaman ve alan gibi verimliliklerini elde etmede aktif bir rol oynayan herhangi bir iletişim sisteminin temel bileşenleri olduğu etkili kaynak yönetimi sağlamaktadır.

30

NOMA, yeni nesil kablosuz iletişimde en umut verici radyo erişim tekniklerinden biridir. NOMA, mevcut etkin standart ortogonal çoklu erişim (OMA) tekniği olan ortogonal frekans bölmeli çoklu erişim (OFDMA) ile karşılaştırıldığında, gelişen spektrum verimliliği, yüksek

güvenilirlikle azaltılan gecikme süresi ve masif bağlantı gibi bir küme istenen potansiyel faydalar sunmaktadır. OFDMA, ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM), dijital modülasyon teknolojisinin çok kullanıcılı bir sürümüdür. Bireysel kullanıcılara alt taşıyıcıların alt kümeleri atanarak OFDMA’da çoklu erişim sağlanmaktadır. Bu, birden fazla kullanıcıdan eşzamanlı olarak düşük veri hızı iletimine izin vermektedir.

NOMA’nın temel fikri, zaman, frekans ve alan açısından aynı kaynakları kullanarak ortogonal olmayan birden fazla kullanıcıya hizmet vermektir. NOMA teknikleri, kod alanı NOMA ve güç alanı NOMA olmak üzere iki ana kategoriye ayrılabilir. Vericideki Bindirme Kodlamasına (SC) ve alıcılardaki Ardışık Girişim Giderimi (SIC) dayanan güç alanı NOMA’sı, gelecekteki mobil ağlara yönelik bir umut verici çoklu erişim şeması olarak kabul edilmiştir. NOMA ilkesi, birden fazla kullanıcının aynı kaynak üzerine bindirilmesine izin verdiğinden, bu tür sistemlere yönelik girişime yol açmaktadır. Sonuç olarak, özellikle ultra yoğun ağlara yönelik mevcut kaynak yönetimi ve girişim azaltma tekniklerinin, bu yeni teknolojinin getirdiği ek girişimin dahil edilmesi nedeniyle yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

NOMA’nın bilinen birkaç dezavantajı vardır.

Bu avantajlardan birincisi, kullanıcı sayısı arttığında alıcı karmaşıklığının (yani SIC katmanlarının sayısının) artması ve SIC hata yayılımının şiddetlenmesidir. Ayrıca, K-kullanıcısı SISO (tek girdili tek çıktılı) BC’ye (yayın kanalı) yönelik, en güçlü kanala sahip kullanıcı, amaçlanan mesajına erişmeden önce, diğer tüm ortak programlanan kullanıcıların K-1 mesajlarındaki girişimin kodunu çözmek ve kaldırmak üzere K-1 SIC katmanlarına ihtiyaç duymaktadır.

Bu sorunu ele almak üzere bir pratik yaklaşım, kullanıcıları daha küçük gruplar halinde kümelendirerek, her grupta SC-SIC uygulayarak ve kullanıcı gruplarını OMA aracılığıyla planlayarak her kullanıcıdaki SIC katmanlarının sayısını kısıtlamaktır. Bununla birlikte, bu tür bir yaklaşım performans kaybına neden olabilmektedir ve gecikmeyi artırabilmektedir. Ayrıca, NOMA’nın çok antenli ağlarda çeşitli sınırlamaları vardır, örneğin çok antenli NOMA, SIC’nin verimsiz kullanımı nedeniyle bir DoF kaybına uğrayabilmektedir ve çok antenli NOMA, verici ve alıcılar üzerinde önemli hesaplama yükleri uygulayabilmektedir. Girişimin kodunun çözülmesine yönelik her kullanıcıda gerekli olan çoklu SIC katmanlarının yanı sıra, verici

ayrıca ön kodlayıcıların, kullanıcı gruplamasının ve kod çözme sıralarının birbirleriyle birleştirildikçe ortak bir optimizasyonunu gerektirmektedir. Çok antenli NOMA, kullanıcı dağıtımına duyarlı olabilmektedir. Genellikle, kullanıcı kanallarının her kullanıcı grubunda neredeyse aynı hızda olduğu ve farklı kullanıcı grupları arasında nispeten ortogonal olduğu aşırı yüklü senaryolara yönelik en uygundur. Gruplar arası girişim SDMA'da olduğu gibi aynı şekilde yönetildiğinden çoklu anten NOMA, CSIT yanlışlıklarına karşı savunmasız olabilmektedir.

Uzam bölüşümlü çoklu erişim (SDMA), kablosuz iletişime yönelik benzeri görülmeyen patlayan taleptir ve spektrum kaynaklarının kıtlığı, tüm erişim noktalarında çoklu antenler yerleştirilerek modern kablosuz ağlarda çok girdili çok çıktılı (MIMO) iletişiminin benimsenmesini motive etmiştir. MIMO, mevcut kablosuz ağlara yönelik en önemli ve vazgeçilmez teknolojilerden biri haline gelmiştir ve neredeyse tüm yüksek hızlı kablosuz standartlarına dahil edilmektedir (örneğin, 5G Yeni Radyo-NR, 4G Uzun Süreli Evrim-LTE, IEEE 802.11n, WiMAX). MIMO ağları, SDMA'nın kapısını açan uzamsal boyutu oluşturmaktadır. SDMA, uzamsal kaynakları ve çoklu anten işlemeyi doğru bir şekilde kullanarak, aynı zaman-frekans kaynağında birden fazla kullanıcıya hizmet verebilmektedir ve bu nedenle SE'yi artırmaktadır. MIMO, doğal olarak çoklu anten yayın kanalı (BC) ve çoklu erişim kanalı (MAC) üzerindeki bilgi-kuramsal literatüre bağlıdır. Ancak SDMA'nın sadece az yüklü sistemlere yönelik uygun olması ve yeterli iletim antenine sahip olmak SDMA kullanımına dayalı başarılı bir girişim yönetimine yönelik bir ön koşul olduğundan, ağ aşırı yüklendiğinde performansın önemli ölçüde düşmesi gibi bazı dezavantajları vardır. Aşırı yüklenen ayarları işlemek üzere yaygın bir yöntem, kullanıcıları farklı gruplara ayırmaktır, kullanıcı gruplarını OMA aracılığıyla planlamaktır ve her kullanıcı grubunda SDMA gerçekleştirmektir, ancak bu da QoS'yi azaltmaktadır ve gecikmeyi artırmaktadır. İkinci SDMA, kullanıcı dağıtımına duyarlıdır (kullanıcı kanallarının açıları ve güçlü yönleri dahil), böylelikle bu da programlayıcıya daha katı bir gereksinim getirmektedir. SDMA, programlayıcının kullanıcıları neredeyse ortogonal kanallarla ve nispeten benzer kanal güçleriyle eşleştirmesini gerektirmektedir. Sonuncusu, SDMA, CSIT yanlışlığına duyarlıdır. Mükemmel CSIT ayarındaki iyi performansın aksine, SDMA, CSIT kusurlu olduğunda maksimum DoF'leri elde edememektedir. Aslında, kusurlu CSIT varlığında performansı önemli ölçüde azalmaktadır. Bunun nedeni SDMA'nın mükemmel CSIT'ye yönelik tasarlanmış olmasıdır. Kusurlu CSIT koşulları altında mükemmel CSIT tarafından motive edilen bir

çerçevenin uygulanması, vericideki kesin olmayan girişim azaltma işleminin neden olduğu artık çok kullanıcı girişiime neden olmaktadır (kusurlu doğrusal ön kodlama yoluyla).

5 RSMA, indirme bağlantısı çoklu anten sistemlerine yönelik çoklu erişim çerçeveleri yönelik genel ve güçlü bir adaydır ve özel durumlar olarak hem SDMA hem de NOMA'yı içermektedir. RSMA, girişimin kodunun bir kısmını çözmek ve girişimin geri kalan kısmını gürültü olarak işlemek üzere SIC ile doğrusal olarak önceden kodlanan hız bölmeye dayanmaktadır. Son zamanlarda, RSMA'nın çok çeşitli ağ yüklerinde (az yüklenen ve aşırı yüklenen rejimler) ve kullanıcı dağıtımlarında (kanal yönlerinin çeşitliliği ve kanal güçlü yönleri ve vericideki kanal durumu bilgilerinin nitelikleri ile) hem SDMA hem de NOMA'dan daha iyi performans gösterdiği gösterilmiştir. Sonuç olarak RSMA, SDMA ve NOMA'nın iki uç noktasını köprülemektedir ve birleştirmektedir. Girişimin kodunun kısmen çözmek üzere, kullanıcıların çeşitli mesajları hız bölmede (RS) ortak ve özel parçalara bölünmektedir. Ortak parçalar birden fazla kullanıcı tarafından ortaklaşa kodlanmaktadır ve kodu çözünmektedir, özel parçalar ise yalnızca ilgili kullanıcılar tarafından kod çözünmektedir. RSMA'nın, çok çeşitli kullanıcı dağıtımlarında ve Vericide (CSIT) mükemmel ve kusurlu CSI varlığında SDMA ve NOMA'dan spektral olarak daha verimli olduğu gösterilmiştir. Diğer yandan, girişim yönetimi stratejilerinde, büyük ihtiyaçlardan biri RSMA'yı uygulamaktır veya 5G (B5G) ağlarının ötesine uyumlu verimli bir çoklu erişim yaklaşımı getirmektir. Girişimin kodunun tamamen 20 çözülmesi ve girişimin gürültü olarak işlenmesi arasındadır.

RSMA'yı 5G/6G ağlarında kullanmanın en büyük nedenlerinden biri, çok kullanıcı girişiimin ana kaynaklarından birinin CSIT'nin kusuru olduğu CSIT'deki kusurun üstesinden gelme yeteneğidir. CSIT kusurların, girişimin artık vericideki ön kodlayıcılar tarafından kolayca 25 yönetilemeyeceğini ima ettiğinden, kusurlu CSIT varlığında, girişim yönetimi daha da engellenmektedir, örneğin, kanal doğru bir şekilde bilinmediğinden girişim ortadan kaldırılamamaktadır. Maalesef, doğru CSIT'nin elde edilmesi, birçok kaçınılmaz bozulma kaynağı nedeniyle zordur. Bu kusur, ek çoklu kullanıcı girişimi getirmektedir ve MIMO ağlarında birincil performans darboğazı haline gelmiştir. Bununla birlikte, bu tür şiddetli çok 30 kullanıcı girişiim hem SDMA hem de çok antenli NOMA (çoklu kullanıcı gruplarıyla) tarafından gürültü olarak kabul edilmektedir. Kusurlu CSIT'nin bu pratik sınırlamasıyla başa çıkmak üzere klasik yaklaşım, kusursuz CSIT varsayımı altında tasarlanan SDMA ve NOMA'ya yönelik ön kodlayıcılarının kusurlu CSIT'i hesaba katacak şekilde ayarlandığı bir

“sağlamlaştırma” duruşu almaktadır. Sonuç olarak yukarıda bahsedilen problemin tamamı ilgili alanda bir yeniliğin sağlanmasını gerekli kılmıştır.

Yeniden iletim tekniği, sistem performansını iyileştirmenin etkili bir yoludur ve alınan bir paketin hatalı olduğu tespit edildiğinde paket yeniden iletimi genellikle talep edilmektedir. Otomatik yeniden iletim talebi (ARQ) olarak adlandırılan bu şema, son derece düşük bir paket hata oranı sağlamayı amaçlamaktadır. ARQ’nın verimliliği, önceki (yeniden)iletimlerden gelen verinin atılması yerine yeniden kullanılmasıyla artırılabilir. Hibrit ARQ (HARQ) olarak adlandırılan bu teknik, Takip Birleştirme (CC) ve Artan Yedeklilik (IR) içermektedir. HARQ, Çok Girdili Çok Çıktılı (MIMO) ile birlikte güvenilir veri iletimine yönelik LTE sisteminde desteklenmektedir. HARQ ile birleştirilen MIMO, potansiyel olarak daha yüksek güvenilirliğe sahip daha yüksek çıktı paketi veri hizmetleri sağlayabilmektedir.

MAC’teki HARQ yeniden iletimleri, kanal koşullarına daha hızlı tepki vermektedir ve gecikmeye duyarlı uygulamalara yönelik performansı artırmaktadır. HARQ uyarlanabilmektedir. Yeniden iletimler, farklı kodlama hızları ve yedekleme bitleri kullanabilmektedir. Alıcı, hatalı paketleri atmamaktadır, ancak onları arabelleğinde depolamaktadır. Tüm sürümler, kod çözme işlemini geliştirmek üzere kullanılmaktadır. HARQ, hatalı paketleri atmamaktadır. Tamponda saklanmaktadır ve daha sonra alınacak yeniden gönderilen paketlerle birleştirilmektedir. Buna Yumuşak Birleştirme ile Hibrit ARQ denmektedir. Artan Yedeklilik ile yeniden iletilen paketler aynı bilgi bitleriyle ilişkilidir, ancak her paket farklı bir bilgi ve eşlik biti alt kümesi taşımaktadır. 8 çıkış yolu HARQ prosesi hem kullanıcı tarafında hem de baz istasyonunda 4 proses gecikmeli olarak çalışmaktadır. HARQ proses uzunluğu bir alt çerçeve (1 ms) ile aynıdır. Kullanıcı, baz istasyonuna veri gönderdiğinde, baz istasyonu, veri kodunu çözmemektedir ve CRC’yi kontrol etmektedir. Baz istasyonu daha sonra 4 alt çerçeveden sonra kullanıcıya bir onayı (ACK) veya onay olmadığını (NACK) göndermektedir. Baz istasyonu yanıtına bağlı olarak, kullanıcı yeni veri gönderecek veya veri yeniden iletecektir. Yumuşak Birleştirme, kötü paketlerin atılmadığı ancak bir tamponda saklandığı bir hata düzeltme tekniğidir. Temel fikir, yetersiz bilgi ile alınan 2 veya daha fazla paketin, toplam sinyalin kodu çözülebilecek şekilde birleştirilebileceğidir.

İki HARQ tipi, tip 1 HARQ olarak da bilinen takip birleştirmesi ve tip 2 HARQ olarak da bilinen artan yedekliliktir. Takip birleştirmede, birleştirme yaklaşımı verisi, hata tespit bitlerini

ve ileri hata düzeltme bitlerini (FEC) kullanmaktadır. Gönderilmeden önce her mesaja FEC bitleri eklenmektedir. Kanal kalitesinin iyi olması durumunda hatalar tespit edilmektedir ve düzeltilmektedir. Ancak kanal kalitesinin kötü olması durumunda, tüm hatalar düzeltilmemektedir ve alıcı, yeniden iletim istemektedir (ARQ gibi). FEC, büyük bir ek yük eklemektedir. Artan yedeklilik durumunda, birleştirme yaklaşımı, veri, hata tespit bitleri ve FEC bitleri kullanmaktadır. Ancak her yeniden iletimde farklı bir veri alt kümesi, farklı bir hata algılama alt kümesi ve farklı bir FEC alt kümesi gönderilmektedir. Örneğin, birinci iletimde, bir bilgi alt kümesi gönderilmektedir. Yeniden iletimler, farklı bir veri kümesi, hata tespiti ve FEC ile yapılmaktadır.

10

Hata kontrol kodlaması veya kanal kodlaması, modern dijital iletişim sistemlerinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bir dijital iletişim sisteminin basitleştirilen bir blok diyagramı Şekil 1’de gösterilmektedir.

15 Kanal kodlaması, alıcıda gelecekteki hata düzeltmeye veya hata tespitine yönelik ekstra bitlerin dahil edildiği yedekliliği dahil ederek iletişim kanalında oluşan gürültü ve girişimin negatif etkilerini hafifletecek şekilde bilgi veri üzerinde gerçekleştirilmektedir. Demodülatörün iletilen sinyalleri geri yükleme kapasitesi, gürültü, girişim, Doppler kayması, çok yollu sönmeme ve benzeri gibi farklı kanal faktörleri tarafından engellenmektedir. Bu faktörler demodülasyon hatalarına neden olmaktadır ve güvenilir iletişimi engellemektedir. Bu nedenle, bir kanal kodlayıcısının amacı, elverişsiz kanal koşullarından kaynaklanan bu hatalarla mücadele etmenin bir yolunu kolaylaştırmaktır. Günümüzün hata düzeltme kodları genellikle iki ana kategoride sınıflandırılabilir: (i) blok kodları ve (ii) evrişim kodları. Her ikisi de HARQ tarafından kullanılabilir.

25

Daha yakın zamanlarda, vericinin doğrusal olarak önceden kodlanan hız bölmeyi (RS) benimsediği ve alıcıların SIC kullandığı, hız bölmeli çoklu erişim (RSMA) olarak adlandırılan genel bir çoklu erişim çerçevesi Şekiller 2 ve 3’te gösterildiği gibi önerilmiştir. RSMA, girişimi saf gürültü olarak işlemenin yaygın olarak kullanılan alan bölümü çoklu erişim (SDMA) ve girişimin kodunu çözen ortogonal olmayan çoklu erişimi (NOMA) köprülemek üzere bir teknik olarak görülmektedir. RSMA’da, iletilen sinyal, bir ortak ve özel sinyale bölünmektedir, burada ortak sinyalin önce tüm alıcılar tarafından kodunun çözülmesi ve SIC kullanılarak alınan sinyalden çıkarılması gerekmektedir, daha sonra her alıcı, istenmeyen özel sinyalleri gürültü

30

olarak işleyerek amaçlanan özel sinyalinin kodunu çözmektedir. RS fikri ilk olarak Carleial'in çalışmasında iki kullanıcılı bir girişim kanalı modelinde ortaya atılmıştır. Şekil 2, kullanıcıların verisinin sırasıyla ortak ve özel olmak üzere iki bölüme ayrıldığı, CP 1 ve CP 2'nin sırasıyla kullanıcı 1'e ve kullanıcı 2'ye yönelik verinin ortak bölümünü temsil ettiği verici yapısı tabanlı RSMA yaklaşımını temsil etmektedir. PP 1 ve PP 2, sırasıyla kullanıcı 1'e ve kullanıcı 2'ye yönelik verinin özel kısmını temsil etmektedir. CP 1, her iki kullanıcının ortak parçalarının birleşimidir. XC, her iki kullanıcıya yönelik ortak akıştır. XP1 ve XP2, sırasıyla kullanıcı 1'e ve kullanıcı 2'ye özel akışlardır.

- 10 Clerckx vd. bir hız bölme stratejisi tanıtmıştır ve RSMA'nın güvenilirlik, spektral ve enerji verimliliği ve kanal durum bilgisi (CSI) geri bildiriminin azaltılması açısından faydalarını vurgulamıştır. Joudeh ve Clerckx, RSMA ile çok kanallı çok noktaya yayın grupları arasında BF'yi ileterek maksimum-minimum adalet sorununu araştırmıştır. Daha iyi spektral ve enerji verimliliği elde etmek üzere Mao vd. hız bölme, ortogonal olmayan, tek noktaya yayın ve çok
- 15 noktaya yayın stratejilerini araştırmıştır. Daha yakın zamanlarda, Yin ve Clerckx, RSMA'yı çok ışınlı bir uydu sistemine uygulamıştır ve maksimum-minimum adalet sağlamak üzere BF tasarımını incelemiştir. Ancak, kablosuz kanal koşullarının belirsizliği nedeniyle hata düzeltme mekanizması çalışılmamaktadır ve RSMA ağlarına yönelik araştırılmaktadır.

20 **Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları**

Mevcut buluşun ana amacı, 5G ve B5G ağlarına yönelik bilinen yöntemlere göre daha esnek ve daha uyarlanabilir bir yeniden iletim yöntemi sağlamaktır.

- 25 Mevcut buluşun ana amacı, ağın yeniden iletilmesinde gecikme, kaynakları koruma, hizmet kalitesini (QoS) geliştirme ve güvenilirliği ve sistem kapasitesini artırma sorunlarını çözmektir.

Buluşun diğer bir amacı, hata yayılımı, yayılma gecikmesi, girişim ve gürültüden kaynaklanan hatalar ve özellikle vericideki kusurlu kanal durumu bilgisi sorunlarını çözmektir.

30

Bahsedilen sorunlar, bu buluşta hibrit otomatik tekrar talebi (HARQ) protokolü kullanılarak uyarlanabilir/akıllı/ farkındalık yeniden iletim yaklaşımı önerilerek çözülmektedir. HARQ, eksik paketlere sahip mesajları kurtarmaya yönelik etkili bir yeniden iletim şemasını elde etmek

üzere orta erişim kontrolü (MAC)-katman onayı (ACK)-olumsuz onay (NACK) geri bildirim mekanizmasını kanal kodlaması ile birleştirmektedir.

İkinci NACK'a yanıt olarak birinci NACK ve özel kısma yanıt olarak ortak paketi akıllı bir şekilde yeniden ileterek RSMA ağlarına yönelik uygun bir HARQ yaklaşımı. Ve alıcının, bir üçüncü NACK göndermesi durumunda, baz istasyonu tüm veriyi yanıt olarak gönderecektir. Bu tür bir protokol önererek, sistemdeki yeniden iletim gecikmesini azaltan, alıcıdaki güvenilirlik düzeyini artıran ve kusurlu kanal durumu bilgisinin (CSI) üstesinden gelen yeniden iletim denemelerinin sayısını 3'e indirmektedir.

Bu buluş esas olarak ağda hata olduğunda üç stratejiye göre akıllı bir şekilde yeniden iletimi sağlayarak 5G ve ötesi ağlara yönelik uygun olan HARQ protokolüne dayalı uyarlanabilir çok erişimli bir yaklaşım sunmaktadır. Birinci strateji, ortak veri parçası tabanlı NOMA yaklaşımını yeniden iletmektedir. İkinci strateji, SDMA yaklaşımına dayanarak özel parçayı yeniden iletmektir. Üçüncüsü, hem ortak hem de özel parçalarda bulunan RSMA yaklaşımına dayanarak tüm veriyi yeniden iletmektir. Bu tür uyarlanabilir bir yeniden iletim yaklaşımının sunulmasıyla güç, hız gibi ağdaki kaynakları etkili bir şekilde kullanmakta, sistemdeki yeniden iletim gecikmesini azaltmakta, alıcıdaki güvenilirlik düzeyini arttırmakta ve kusurlu kanal durum bilgisinin (CSI) üstesinden gelmektedir.

Mevcut başvurunun önceki tekniğe ana katkıları aşağıdaki gibidir;

Birkaç kullanıcının verisinin karıştırıldığı ve birleştirildiği benzersiz bir yeniden iletim yaklaşımı tanıtılmaktadır.

Yeniden iletim sayısını 3'e kadar en aza indirme ve sistemdeki yeniden iletim gecikmesini azaltmaya çalışmaktadır. Temel olarak bu RSMA yaklaşımı, HARQ'da kullanılan IR yaklaşımı olarak düşünülebilecek veriyi bölmek üzere daha yüksek esneklik sağlayacaktır. IR yaklaşımı LTE'de kullanılmak üzere 3GPP'de oldukça tavsiye edilmektedir.

Bu tür bir yaklaşımın sunulmasıyla birlikte, en iyi programlama, bağlantı adaptasyonu ve hata kontrol yaklaşımı olan bu yönler iyi ve etkili bir şekilde tasarlanabilmektedir. Bu, güç, hız gibi

iletişim kaynaklarını koruma konusunda iyi bir kullanıma sahip olacaktır ve aynı zamanda ağa daha yüksek adapte edilebilirlik düzeyleri ve esneklik kazandıracaktır.

Alıcıdaki güvenilirlik düzeyinin artırılması ve kusurlu CSI'nin üstesinden gelinmesi. Daha sonra, vericide daha fazla esneklik ve alıcı yapısını basitleştirme, çünkü içinde sahip olduklarımıza dayanarak birleştirmek üzere birleştirici kullanmaktadır. Ayrıca, MAC katmanında bağlantı adaptasyonu ve zamanlama gibi çeşitli yaklaşımlarla uyumludur.

Kullanıcı ekipmanı bir antene sahiptir ve alıcıda çoklu kopya olacaktır. Bu, bu kopyalar arasındaki Sanal birleştirmenin (VC) yapılabileceği bir çeşitlilik kazancı sağlayacaktır. Bunu yaparak, önerilen yaklaşıma dayanarak VC yapılacaktır. Sistemin güvenilirliğine yönelik neye ihtiyacımız/ne istediğimize bağlı olarak herhangi bir optimizasyon yöntemi uygulayabiliriz, bu sistem gereksinimlerine dayalı olarak birleştirmenin birkaç yöntemini kullanma esnekliği sağlamaktadır.

Son olarak, daha az kabul edilebilir hataya sahip kullanıcıların yeniden iletimi artırmak üzere kullanacağı sistem performansını iyileştirmek üzere kanal kazancının yanı sıra çeşitlilik kazancı elde etmek. Ancak diğer yandan, istemeyen kullanıcılar, daha bağımsız kopyalar alarak alıcı taraftaki çeşitliliği artırmak üzere kullanabilmektedirler.

Buluşun Şekillerinin Açıklaması

Buluşun konusunun daha iyi anlaşılmasına yönelik gerekli olan şekiller ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Şekil 1. Bir tipik dijital iletişimin blok diyagramı.

Şekil 2. MIMO ağlarında RSMA'nın verici modeli.

Şekil 3. Birinci kullanıcıya yönelik MIMO ağlarında RSMA'nın alıcı modeli.

Şekil 4. RSMA ağının sistem modeli.

Şekil 5. Ortak parça temelli NOMA'nın yeniden iletiminin şematik görünümü

Şekil 6. Ortak parça temelli NOMA'nın yeniden iletiminin şematik görünümü

5 **Şekil 7.** Mevcut buluşa yönelik yeniden iletim prosesi.

Şekil 6. Mevcut buluşa yönelik akış şeması.

Referans Numaraları

10

Buluşun konusunun daha iyi anlaşılmasına yönelik şekillerde verilen parça ve bileşenlere atıfta bulunmaktadır.

BS. Baz istasyonu

15 **UE.** Kullanıcı ekipmanı

PD. Özel veri

CD. Ortak veri

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

20

Buluş, özellikle 5G ve B5G ağlarında kablosuz ağların yeniden iletimine yönelik bilgisayar tarafından uygulanan bir yöntem ve söz konusu yöntemi gerçekleştirmek üzere yapılandırılan sistem ile ilgilidir.

25 Sistem modeli tercihen, Şekil 4'te gösterildiği gibi ağdaki birkaç kullanıcıya hizmet vermek üzere MIMO (çok girdili çok çıktılı) yaklaşımını uygulayan en az bir baz istasyonu (BS) içermektedir. Baz istasyonu (BS), ağdaki birden fazla kullanıcıya hizmet vermek üzere RSMA'yı kullanmaktadır ve BS, RSMA'yı hem SDMA hem de NOMA iletim yaklaşımlarına değiştirme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, kullanıcı ekipmanının (UE) bir anteni olduğu varsayılmaktadır. Hatanın, bir kullanıcı ekipmanında (UE) meydana gelmesi ve kullanıcı ekipmanı (UE) baz istasyonundan (BS) yeniden iletim istemesi durumunda. Sistemde kusurlu kanal tahmini ve kullanıcı hareketliliği nedeniyle veya pilot kontaminasyonundan dolayı istenilen alıcıda düşük SNR (sinyal gürültü oranı) nedeniyle bahsedilen hata oluşmaktadır.

30

Şekil 7'ye bakıldığında; veri, baz istasyonundan (BS) bir ağ üzerinden bir kullanıcı ekipmanına (UE) gönderilmektedir. Kullanıcı ekipmanı, baz istasyonundan (BS) iletilen veriyi alabilen bir iletişim birimine sahip bir cihazdır. İletişim birimi, kablosuz ve/veya kablolu iletişim ile uyumlu olabilmektedir.

Mevcut buluşta, verinin, RSMA protokolüne uygun olarak ortak bir veri (CD) (kamu olarak da bilinmektedir) ve özel bir veri (PD) olarak ikiye bölünmesi amaçlanmaktadır. Veri, bir ayırıcı birim (gösterilmemektedir) tarafından bölünmektedir. Ayırıcı birim bir cihazdır veya bir devre elektronik veriyi bölme yeteneğine sahiptir.

Özel veri (PD), bu veri ile kütüphaneye erişimi olan tüm kullanıcılar tarafından okunabilmektedir, ancak yalnızca veriyi başlangıçta yazan kullanıcı tarafından değiştirilebilmektedir. Bir ortak veriye (CD), veri ile kütüphaneye erişebilecek tüm kullanıcılar tarafından okumaya ve güncellemeye yönelik erişilebilmektedir.

Şekiller 4 ve 8'e atıfta bulunulduğunda ilk önce öncelikle veri ağ üzerinden kullanıcı ekipmanına (UE) gönderilmektedir. Kullanıcı ekipmanı (UE), akıllı cihaz (örneğin, cep telefonu, tablet) veya bilgisayar olabilmektedir. Veri, güvenilirlik düzeyini belirlemek üzere incelenmektedir ve önceden belirlenen değer güvenilirlik düzeyi ile karşılaştırılmaktadır.

Bu belirleme, hata düzeltme kodu (ECC), daha spesifik olarak ileri hata düzeltme (FEC) ile gerçekleştirilmektedir. FEC'de, baz istasyonu (BS) bir hata düzeltme kodu kullanarak mesajı gereksiz bir şekilde kodlamaktadır. Yedeklilik, alıcının mesajın herhangi bir yerinde meydana gelebilecek sınırlı sayıda hatayı algılamasına ve genellikle bu hataları yeniden iletmekten düzeltmesine izin vermektedir. FEC, alıcıya, verinin yeniden iletilmesini talep etmek üzere ters bir kanala ihtiyaç duymadan, ancak sabit, daha yüksek bir ileri kanal bant genişliği pahasına hataları düzeltme yeteneği vermektedir.

Şekiller 5 ve 8'e atıfta bulunulduğunda, verinin yukarıdaki adımlara göre güvenilir olmaması durumunda, sistem, özellikle bir kontrol birimi (gösterilmemektedir) bir olumsuz onay oluşturmaktadır. Olumsuz onay, baz istasyonuna (BS) gönderilecek yanıttır. Bu olumsuz onay, ortak verinin (CD) veya özel verinin (PD) yeniden iletilmesini istemektedir. Mevcut buluşun

tercih edilen yapılandırmasında, birinci tespitten sonra kontrol birimi ortak verinin (CD) yeniden iletilmesini isteyen olumsuz onay göndermektedir.

Kontrol birimi, ağıın veya kullanıcı ekipmanının (UE) entegre parçası olarak sağlanabilmektedir. Kontrol birimi, verinin güvenilirlik düzeyini belirleyebilen ve verinin güvenilirlik düzeyini önceden belirlenen bir değerle karşılaştırabilen ve verinin güvenilirlik düzeyinin önceden belirlenen değerden düşük olması durumunda, verinin yeniden iletme yönelik bir olumsuz onay oluşturabilen bir cihaz veya devredir; burada olumsuz onay, baz istasyonunun özel verisini (PD) veya ortak verisini göndermesini sağlamak üzere yanıtır.

İlk olarak olumsuz onay alındıktan sonra, bu onay baz istasyonuna (BS) gönderilmektedir ve bu baz istasyonuna yanıt olarak veri paketinin ortak verisini (CD) göndermektedir. Ortak verinin (CD) bu iletimi, Ortogonal Olmayan Çoklu Erişime (NOMA) dayanarak gerçekleştirilmektedir

Ortak veri, güvenilirlik düzeyini belirlemek üzere incelenmektedir ve değer olan önceden belirlenen değer güvenilirlik düzeyi ile karşılaştırılmaktadır. Bu belirleme, hata düzeltme kodu (ECC), daha spesifik olarak ileri hata düzeltme (FEC) ile gerçekleştirilmektedir. Verinin, ikinci belirleme adımına göre güvenilir olmaması durumunda, sistem, özellikle bir kontrol birimi başka bir olumsuz onay oluşturmaktadır. Mevcut buluşun tercih edilen yapılandırmasında, ikinci onay, özel verinin (PD) yeniden iletilmesini isteyen negatif onaydır.

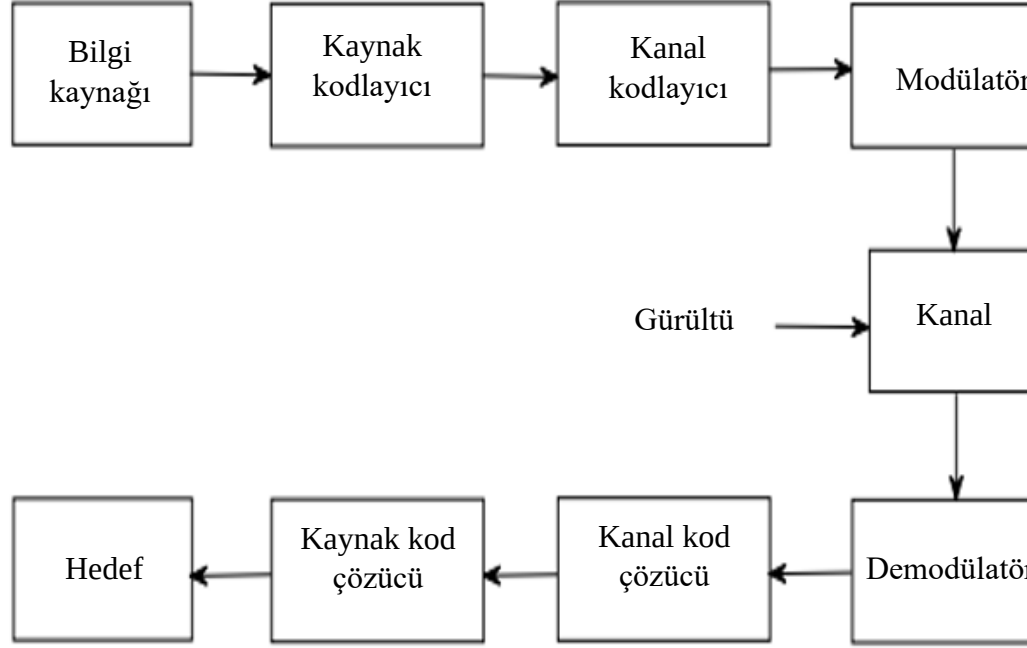
Şekil 6 ve 8'e atıfta bulunulduğunda, ikinci olumsuz onaya yanıt olarak, baz istasyonu (BS) özel veriyi (PD) göndermektedir. Ortak verinin (CD) bu iletimi, Uzam Bölüşümlü Çoklu Erişime (SDMA) dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Özel veri (PD) güvenilirlik düzeyini belirlemek üzere incelenmektedir ve değer olan önceden belirlenen değer güvenilirlik düzeyi ile karşılaştırılmaktadır. Bu belirleme, hata düzeltme kodu (ECC), daha spesifik olarak ileri hata düzeltme (FEC) ile gerçekleştirilmektedir.

İncelemeye göre, istenen güvenilirlik düzeyinin henüz elde edilmemesi durumunda, kontrol birimi tarafından üçüncü olumsuz onay oluşturulmaktadır. Üçüncü olumsuz onay, tüm verinin yeniden iletilmesini isteyen onaydır. Tüm verinin iletimi, hız bölmeli çoklu erişime (RSMA) dayanarak gerçekleştirilmektedir.

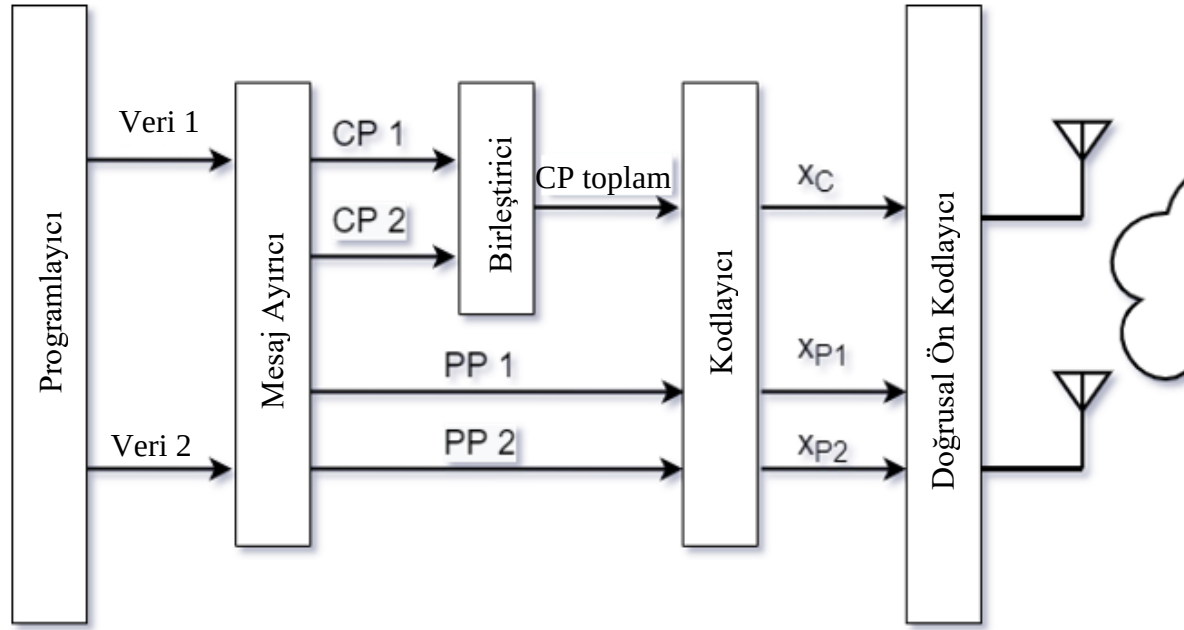
Mevcut buluşta, istenen güvenilirlik düzeyinin elde edildiği herhangi bir nokta kontrol birimi tarafından oluşturulmaktadır, burada bu onay, ortak verinin (CD) ve özel verinin (PD) birleştirilmesine yönelik bir yanıttır/komuttur. Daha açık bir şekilde, verinin veya ortak verinin (CD) veya özel verinin (PD) güvenilirlik düzeyinin belirlenmesinden sonra, istenen güvenilirlik düzeyinin elde edilmesi durumunda, onay oluşturulmaktadır.

Birleştirme adımı bir birleştirici birim (gösterilmemektedir) tarafından gerçekleştirilmektedir. Birleştirici birim, bölünen elektronik veriyi birleştirebilen bir cihaz veya devredir.

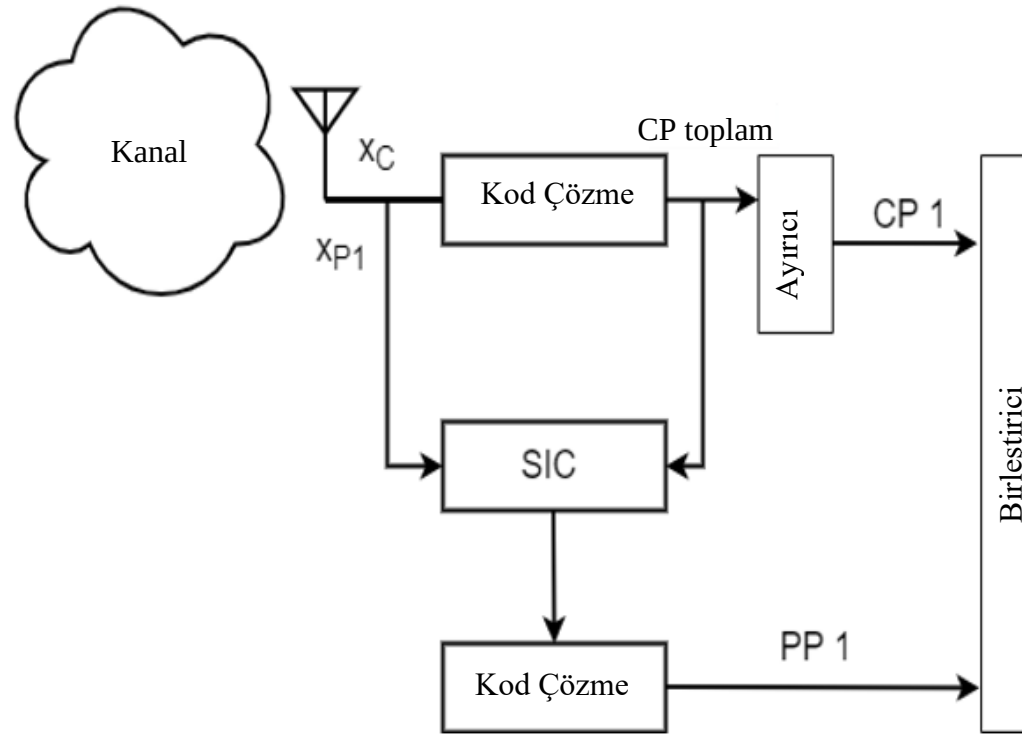
Buluşun tercih edilen yapılandırmasında, kullanıcı ekipmanı (UE) bir antene sahiptir. Yeniden iletim yaparak, aynı verinin çoklu kopyası alıcıdaki veridir. Bu, kanalın statik olmaması durumunda, kanal kazancının yanı sıra bir çeşitlilik kazancı da sağlamaktadır. Sonuç olarak, bu kopyalar arasında Sanal birleştirme (VC) yapılacaktır. Ayrıca, geleneksel şemalarda olduğu gibi alıcıda belirli bir birleştirme türünü kullanmak gerekli değildir. Burada, alıcıdaki optimum birleştirme, sistem gereksinimlerine dayanabilmektedir, MMSE, seçici birleştirme veya sistem gereksinimlerinin ne olduğuna dayanan yeni bir tasarım olabilmektedir.



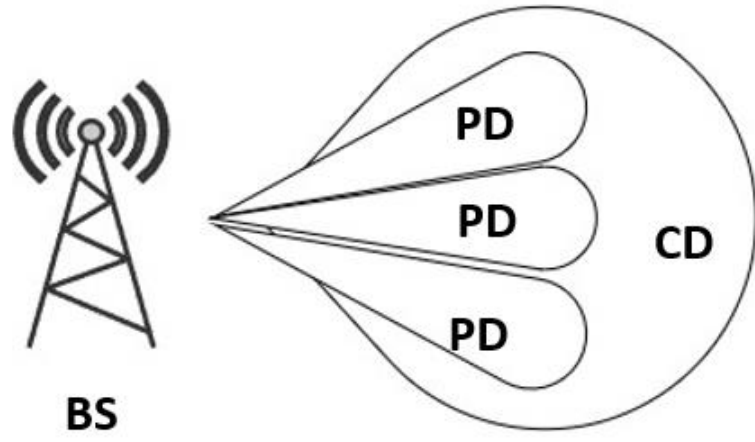
Şekil 1



Şekil 2



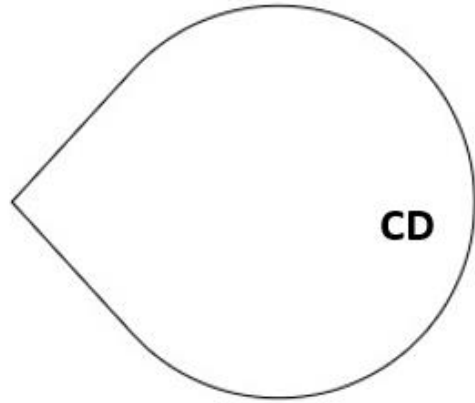
Şekil 3



Şekil 4



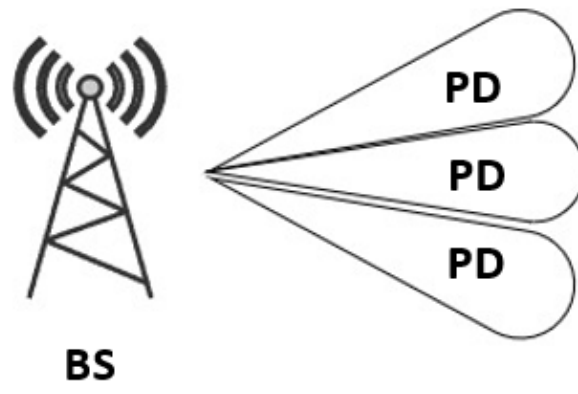
BS



CD

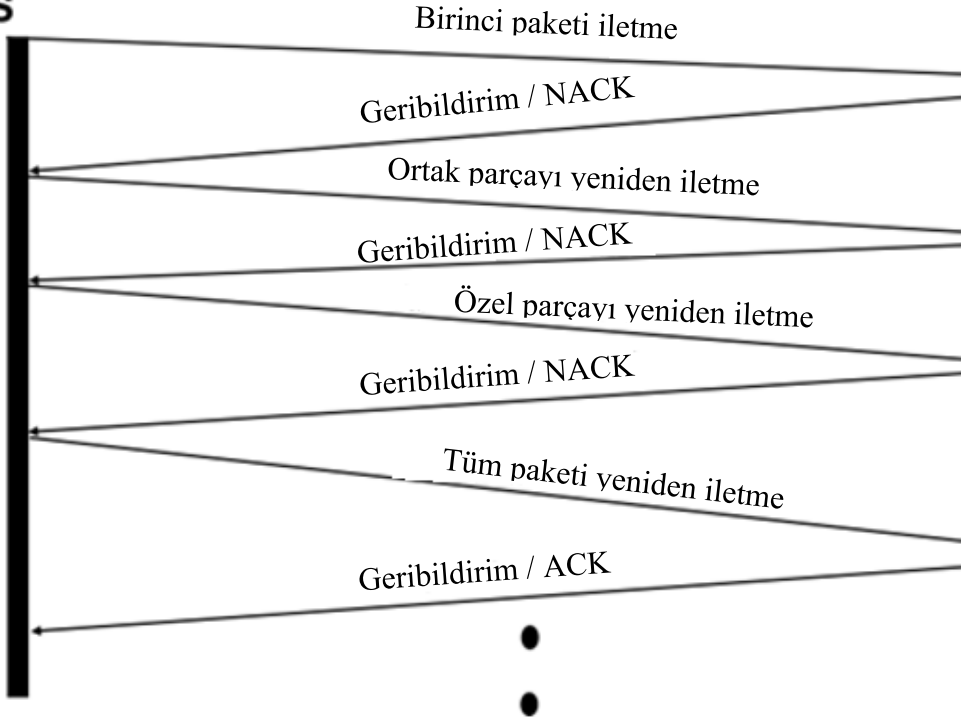


Şekil 5

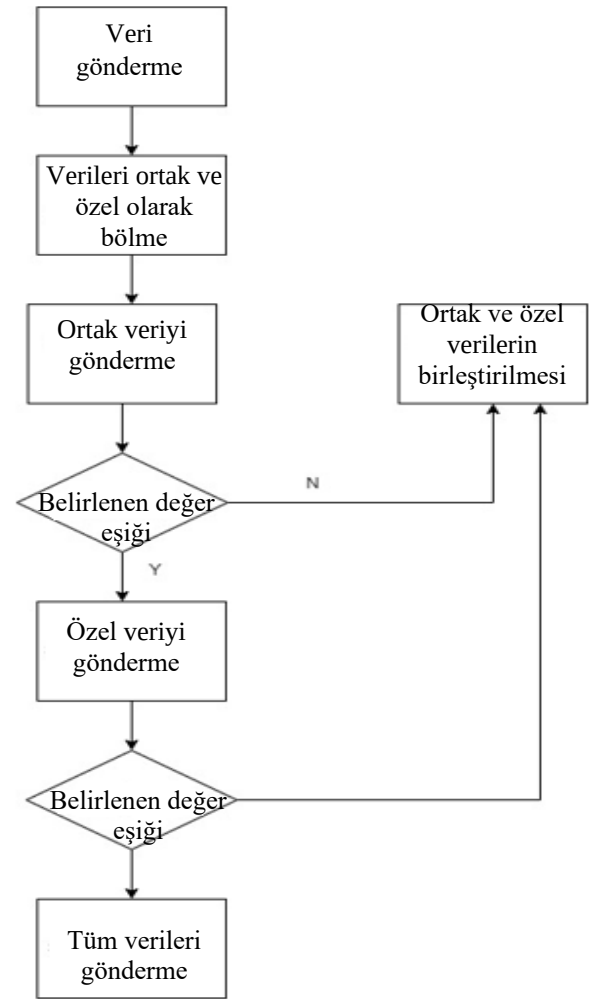


Şekil 6

BS



Şekil 7



Şekil 8