

ÖZET

OFDM-AFDM TABANLI SİMBİYOTİK RADYO SİSTEMİNDE GİRİŞİMSİZ VE SPEKTRAL VERİMLİ GERİ SAÇILIM İLETİŞİMİ

5

Mevcut buluş, kablosuz iletişim alanına ve özellikle de eşzamanlı birincil iletişim ve geri saçılım iletişimini kolaylaştırmaya yönelik yöntem ve sistemler ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Birincil iletişim ve geri saçılım iletişiminin birbirine dikey olduğu birden fazla geri saçılım cihazı (130) ile geri saçılım iletişimini desteklerken, birincil iletişim olarak bir baz istasyonu (110) ile bir kullanıcı cihazı (120) arasındaki iletişime yönelik bir yöntem olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir

- Dikey Frekans Bölmeli Çoklama sinyal bileşeni (260) ve Afın Frekans Bölmeli Çoklama sinyal bileşenlerini (240) içeren ve zaman alanında tekrarlayan cırtlılar olan bir pilot görevi gören bir sinyalin üretilmesi ve üretilen sinyalin zaman alanına dönüştürülmesi ve dönüştürülmüş sinyalin bir kanal aracılığıyla baz istasyonu (110) tarafından hem kullanıcı ekipmanına (120) hem de çoklu geri saçılım cihazlarına (130) iletilmesi;
- sinyalin en az geri saçılım cihazları (130) tarafından kullanıcı cihazına (120) doğru yansıtılması, burada her bir geri saçılım cihazı (130), bir döngüsel önek uzunluğunu aşmayan önceden tanımlanmış kademe gecikmelerine dayalı bir gecikme kaydırmalı anahtarlama sunmaktadır ve iletilen verileri kodlamak için sinyali modüle etmektedir;
- kullanıcı cihazı (130) tarafından dönüştürülmüş sinyalin ve yansıtılmış ve modüle edilmiş sinyalin alınması ve kanal tahmininin yapılması ve geri saçılım cihazları (130) tarafından ortaya çıkarılan kaymaları izole etmek için sinyallerin afın alana dönüştürülmesi, kodlanmış verilerin çıkarılması için geri saçılım sinyallerinin (130) demodüle edilmesi ve frekans alanında kanalın eşitlenmesi ve kullanıcı ekipmanı (120) tarafından veri sembollerinin algılanması.

2. Kanalin bir dinamik kanal olduğu ve gecikme kaydırmalı anahtarlamanın maksimum erişim gecikmesinden daha uzun olduğu, İstem 1'e göre yöntem.

3. Sinyalin, koruma uzunluğunun maksimum erişim gecikmesinden daha uzun olduğu afın alanda korumalar ekleyerek üretildiği, İstem 2'ye göre yöntem.

4. Kanalin bir statik kanal olduğu ve maksimum erişim gecikmesi ve salon CP'si içindeki farklı kademe gecikmelerine doğrudan karşılık gelen kaymaların tanıtıldığı, İstem 1'e göre yöntem.

5. Sinyallerin ekipman cihazında (120) afin alana dönüştürülmesinden sonra alınan sinyalden bilinen kanalların çıkarılması adımını da içermesi ile karakterize edilen, İstem 4'e göre yöntem.

5

6. Modülasyonun ve kod çözmenin AÇIK/KAPALI Anahtarlama kullanılarak gerçekleştirildiği, önceki istemlerden herhangi birine göre yöntem.

10

7. Önceki istemlerden herhangi birine göre yöntemi yürütmeye yönelik araçlar içeren bir veri işleme sistemi.

15

8. Birincil iletişim ve geri saçılım iletişiminin birbirine dikey olduğu birden fazla geri saçılım cihazı (130) ile geri saçılım iletişimini desteklerken, birincil iletişim olarak bir baz istasyonu (110) ile bir kullanıcı cihazı (120) arasındaki iletişime yönelik bir sistem olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir

20

- Dikey Frekans Bölmeli Çoklama sinyal bileşenini (260) ve pilot görevi gören Afin Frekans Bölmeli Çoklama sinyal bileşenlerini (240) içeren bir sinyal üretmek üzere konfigüre edilen bir baz istasyonu olup zaman alanında tekrarlayan cırıltılardır ve üretilen sinyali zaman alanına dönüştüren ve dönüştürülen sinyali bir kanal aracılığıyla hem kullanıcı ekipmanına (120) hem de çoklu geri saçılım cihazlarına (130) iletmek üzere konfigüre edilen bir sinyal üretmektedir;

25

- Sinyali kullanıcı cihazına (120) doğru yansıtacak şekilde konfigüre edilen ve bir döngüsel önek uzunluğunu aşmayan önceden tanımlanmış kademe gecikmelerine dayalı bir gecikme kaydırmalı anahtarlama sunacak ve iletilen verileri kodlamak için sinyali modüle edecek şekilde konfigüre edilen çoklu geri saçılım cihazı (130);

30

- Dönüştürülmüş sinyali ve yansıtılmış ve modüle edilmiş sinyali almak için konfigüre edilen ve kanal tahmini yapmak ve geri saçılım cihazları (130) tarafından ortaya çıkan kaymaları izole etmek için sinyalleri afin alana dönüştürmek için konfigüre edilen ve kodlanmış verileri çıkarmak için geri saçılma sinyallerini (130) demodüle etmek ve frekans alanında kanalın eşitlenmesi ve kullanıcı ekipmanı (120) tarafından veri sembollerinin algılanması için konfigüre edilen en az bir kullanıcı cihazı (120).

- 9.** İstem 8'e göre bir veri işleme sistemi tarafından yürütüldüğünde, bilgisayarın İstemler 1 ila 7'ye göre yöntemi gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren bir bilgisayar programı.

5

- 10.** İstem 9'a göre bilgisayar programının üzerinde depolandığı bir bilgisayar tarafından okunabilir veri taşıyıcısı.

TARİFNAME

OFDM-AFDM TABANLI SİMBİYOTİK RADYO SİSTEMİNDE GİRİŞİMSİZ VE SPEKTRAL VERİMLİ GERİ SAÇILIM İLETİŞİMİ

5

Teknik Alan

Mevcut buluş, kablosuz iletişim alanına ve özellikle de eşzamanlı birincil iletişim ve geri saçılım iletişimini kolaylaştırmaya yönelik yöntem ve sistemler ile ilgilidir.

10

Önceki Teknik

Ortam Geri Saçılım İletişimi (AmBC) sistemlerinde geri saçılım (BD) sinyal tespiti, geri saçılım ve doğrudan bağlantı iletimlerinin aynı frekans spektrumunu paylaşması ve ortam bilgisinin öngörülemez olması nedeniyle güçlü doğrudan bağlantı girişimi sorunuyla karşı karşıyadır. Doğrudan bağlantı girişiminin varlığında BD sinyallerini tespit etmek için literatürde çeşitli şemalar önerilmiştir.

Bu girişimi azaltmak için, bazı yöntemler doğrudan bağlantıyı geri saçılım sinyallerinden ayırmak için iki alıcı kullanmıştır [1], bu pratik değildir ve sistem karmaşıklığını ve maliyetini artırmaktadır.

Diğerleri girişimi önlemek için geri saçılım bağlantısı sinyalini farklı bir frekans kanalına kaydırmıştır [2], ancak bu spektral verimliliği azaltmış ve yeni kanalda potansiyel girişim ortaya çıkarmıştır.

Bir başka yaygın yaklaşım da ardışık girişim iptali (SIC) [3] kullanarak doğrudan bağlantı iptalidir, bu da doğru sinyal modellemesine ve hassas zamanlamaya dayanmaktadır ve dinamik ortamlarda genellikle pratik değildir.

30

Ek olarak, bazı yöntemler OFDM sinyali içindeki belirli alt taşıyıcıları sadece geri saçılım iletişimi için görevlendirmiştir [4]. Bu, geri saçılım sinyallerini doğrudan bağlantıdan ayırmaya yardımcı olsa da, veri iletimine yönelik uygun alt taşıyıcı sayısını sınırlandırarak spektral verimliliği önemli ölçüde azaltmıştır.

Cihazlar arası girişimin üstesinden gelmek için kod tabanlı yöntemler her bir geri saçılım cihazına (BD) benzersiz kodlar atamıştır [5], ancak bu yaklaşım spektral olarak veya cihazlar veya çoklu alıcılar arasında koordinasyon gerektiren çoklu erişim teknikleri için verimli değildir, bu da onları pasif cihazlar için uygunsuz hale getirmektedir [6].

Alternatif olarak, bazı sistemler her bir BD [7] için yansıma katsayısını değiştirerek cihaz güç seviyeleri ve çevresel faktörler gibi pratik kısıtlamalar nedeniyle güvenilir olmadığı kanıtlanmış güç tabanlı yöntemler kullanmıştır. Ayrıca, tek bir etiketi destekleyen bir alıcıya karşı birden fazla etiket için iki alıcı kullanımının dengelenmesi, ölçeklenebilirlik ve erişim yönetimi arasında ödünleşim oluşturmuştur. Bu sınırlamalar, birden fazla etiketi verimli bir şekilde destekleyebilecek, paraziti etkili bir şekilde yönetebilecek ve tek bir alıcı çerçevesinde yüksek spektral verimliliği koruyabilecek bir sisteme duyulan ihtiyacın altını çizmiştir.

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

Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları

Mevcut buluşun yöntemi, Dikey Frekans Bölmeli Çoklama ve Afın Frekans Bölmeli Çoklama sinyal bileşenlerini içeren, frekans alanında pilot olarak hareket eden ve zaman alanında tekrarlayan cırtlılar içeren bir sinyal üretme adımlarını içermektedir. Üretilen sinyal zaman alanına dönüştürülmektedir ve bir kanal aracılığıyla baz istasyonu tarafından hem kullanıcı ekipmanına hem de en az bir geri saçılım cihazına iletilmektedir. Geri saçılım cihazları sinyali kullanıcı cihazına doğru yansıtabilmektedir, döngüsel önek uzunluğunu aşmayan önceden tanımlanmış kademe gecikmelerine dayalı olarak gecikme kaydırmalı anahtarlama uygulayabilmektedir ve iletilen verileri kodlamak için sinyali modüle edebilmektedir. Kullanıcı cihazı dönüştürülmüş sinyali ve yansıtılmış ve modüle edilmiş sinyali almaktadır, kanal tahmini yapmaktadır ve geri saçılım cihazları tarafından ortaya çıkarılan kaymaları izole etmek için sinyalleri afın alana dönüştürmektedir. Geri saçılım sinyalleri, kodlanmış verileri çıkarmak için demodüle edilmektedir ve kullanıcı ekipmanı frekans alanında kanalı eşitlemekte ve veri sembollerini tespit etmektedir.

Böylece, OFDM ve AFDM sinyallerinin bir arada bulunmasından yararlanarak doğrudan bağlantı girişiminin etkili bir şekilde yönetilmesi sağlanmaktadır. Geri saçılım iletişimini afin alan olarak adlandırılan AFDM alanında absorbe ederek OFDM iletişiminden ayırmaktayız. Bu, OFDM sinyalinden bağımsızlığımızı korumamızı sağlamaktadır ve döngüsel önek (CP) içinde kaydırma yaparak OFDM kullanan orijinal iletişime olan girişimi en aza indirmektedir.

Ayrıca, her bir yolu bağımsız olarak gözlemleyebildiğimiz için, birden fazla geri saçılım cihazından gelen sinyallerin farklılaştırılması, aralarında girişim olmadan eşzamanlı iletişim sağlamaktadır.

Ayrıca, mevcut spektrumun verimli kullanımı birincil iletişimin bütünlüğünü korurken, genel spektral verimlilikten ödün vermeden daha fazla cihazın aynı anda veri iletmesine izin vermektedir.

Tercih edilen bir yapılandırmada, kanal dinamik bir kanal olduğunda gecikme kaydırmalı anahtarlama yöntemi maksimum erişim gecikmesinden daha uzundur.

Tercih edilen bir yapılandırmada, yöntem, koruma uzunluğunun maksimum erişim gecikmesinden daha uzun olduğu afin alanda korumalar ekleyerek sinyalin üretilmesini içerebilmektedir.

Tercih edilen bir yapılandırmada, yöntem, maksimum erişim gecikmesi ve salon CP'si içindeki farklı kademe gecikmelerine doğrudan karşılık gelen kaymaların tanıtıldığı bir statik kanala da uygulanabilmektedir.

Tercih edilen bir yapılandırmada, yöntem ayrıca sinyalleri kullanıcı ekipmanında afin alana dönüştürdükten sonra alınan sinyalden bilinen kanalların çıkarılmasını da içerebilmektedir.

Tercih edilen bir yapılandırmada, modülasyon ve kod çözme prosesleri AÇIK/KAPALI Anahtarlama kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir.

Şekillerin Açıklaması

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

5

Şekil 1. Mevcut buluşun genel prensibini gösteren akış şeması.

Şekil 1a. Mevcut buluşun akış şeması

Şekil 2. Yöntemi gerçekleştiren sistemin bir şematik temsili.

10 **Şekil 2a.** Baz istasyonu, geri saçılım cihazı ve kullanıcı ekipmanı arasındaki sinyal iletiminin şematik gösterimi.

Referans Numaraları

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

110. Baz istasyonu

112. Doğrudan bağlantı iletişimi

113. Geri saçılım iletişimi

20 **120.** Kullanıcı ekipmanı

130. Geri Saçılım Cihazı

132. Geri saçılım cihazı ile kullanıcı ekipmanı arasındaki bağlantı

210. Afın alanı

220. Frekans alanı

25 **230.** C1 parametresi.

240. Afın Frekans Bölmeli Çoklama Bileşeni

250. Korumalar

260. Dikey Frekans Bölmeli Çoklama Bileşeni

270. AÇIK/KAPALI anahtarlama modülasyonu

30 **280.** Zaman alanı

290. Gecikme kaydırmalı anahtarlama

291. CP uzunluğu

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Mevcut buluş, kablosuz iletişim alanına ve özellikle de eşzamanlı birincil iletişim ve geri saçılım iletişimini kolaylaştırmaya yönelik yöntem ve sistemler ile ilgilidir.

5

Şekil 1 ve 1a'ya atfen; yöntem, baz istasyonunun (110) kullanıcı ekipmanı (120) ile iletişim kurmak için bir OFDM-AFDM sinyali üretmesiyle başlamaktadır. Bu sinyal hem Dikey Frekans Bölmeli Çoklama (OFDM) bileşenini (260) hem de zaman alanında (280) tekrarlayan cırlıtları içeren Afın Frekans Bölmeli Çoklama (AFDM) bileşenlerini (240) içermektedir.

10 Böyle bir sinyalin üretimi TR2024/021770 sayılı dokümanda görülebilmektedir.

Şekil 2'ye atfen; bu sinyalde, dikey frekans bölmeli çoklama bileşeni (260) kullanıcı ekipmanı (120) ile doğrudan bağlantı iletişimini (112) desteklerken, afın frekans bölmeli çoklama bileşeni (240) aynı kullanıcı ekipmanı (130) ile geri saçılım iletişimini (113) mümkün

15 kılmaktadır. Bu iki dalga biçiminin kombinasyonu geri saçılım iletişiminin (113) dikey frekans bölmeli çoklama bileşenine (260) dik kalmasını sağlayarak doğrudan bağlantı iletişimi (112) ve geri saçılım iletişimi (113) arasındaki girişimi engellemektedir.

Tercih edilen bir yapılandırmada, Şekil 2a'da görülebileceği gibi, geri saçılım cihazlarının (130) kaymaları ile doğrusal zamanla değişen (LTV) kanal durumunda kanal yolları arasında örtüşmeyi önlemek için afın alanda (210) korumalar (250) atanmaktadır.

20

Şekil 1 ve 1a'ya atfen; geri saçılım cihazları (130), geri saçılım cihazı ve kullanıcı ekipmanı arasındaki bağlantı (132) yoluyla iletilen sinyali kullanıcı ekipmanına (130) doğru

25 yansıtmaktadır. Her bir geri saçılım cihazı (130), kanaldaki farklı kademelere karşılık gelen önceden tanımlanmış bir gecikme kaydırmalı anahtarlama (DSK) (290) sunmaktadır. Bu kaydırmalar döngüsel önek (CP) (291) uzunluğu içinde kalacak şekilde tasarlanmaktadır ve semboller arası girişim (ISI) oluşmamasını sağlamaktadır.

30 Kanal statik kanal ise, geri saçılım cihazları (130) farklı kademe gecikmeleri ile doğrudan kaymaktadır. Bununla birlikte, eğer kanal dinamik kanal ise, geri saçılım cihazları (130) güvenilir iletişim sağlamak için CP'nin temiz kısmında meydana gelen ve koruma (250) uzunluğundan daha büyük olan maksimum erişim gecikmesini aşan kaymalar sunmaktadır. Geri saçılım cihazları (130) yansıyan sinyali AÇIK/KAPALI Anahtarlama (OOK) (270)

kullanarak modüle etmektedir ve yansıyan sinyali iki durum arasında değiştirerek verileri kodlamaktadır: AÇIK (sinyali yansıtan) ve KAPALI (sinyali yansıtmayan).

5 Kullanıcı ekipmanında (120), bu kullanıcı ekipmanı (120) ilk olarak iletişim kanalının koşullarını belirlemek için kanal tahmini gerçekleştirmektedir. Kanal tahmin edildikten sonra, geri saçılım cihazları (130) sinyale kendi kaymalarını uygulamaktadır. Geri saçılım cihazları (130) tarafından uygulanan kaydırmalar frekans alanındaki (220) faz değişikliklerine karşılık gelmektedir ve orijinal sinyalin çok yollu bileşenleriyle örtüşebilmektedir. Ancak bu kaymalar afin alanda (210) yakalandığı için ayırt edilebilir hale gelmekte ve çok yollu bileşenlerden 10 ayrılabilir.

Kanal statik olduğunda, sinyal Daft dönüşümü (225) kullanılarak afin alana dönüştürülmektedir ve bilinen kanal etkileri ortadan kaldırılmaktadır. Bu proses, geri saçılım cihazları (130) tarafından uygulanan gecikme kaydırmalı anahtarlama (240) kaymalarını izole 15 etmektedir. Bunu takiben, geri saçılım tarihi AÇMA/KAPAMA anahtarlama demodülasyonu kullanılarak tespit edilmektedir.

Bundan sonra, frekans alanında kanal eşitlemesi gerçekleştirilmektedir ve ardından doğrudan bağlantı iletişimi için veri sembolü algılanmaktadır.

20 Kanal dinamik olduğunda, kanal değişimleri sırasında geri saçılım cihazı (130) tarafından yapılan kaydırmalar CP'nin temiz kısmı içinde gerçekleşmektedir ve döngüsel önek (CP) uzunluğu maksimum erişim gecikmesini aştığından semboller arası girişim (ISI) önlenmektedir. Afin alanında, geri saçılım cihazlarından (130) gelen tüm gecikme kaydırmalı 25 anahtarlama (290) kaymaları ayırt edilebilir hale gelerek sinyallerin etkili bir şekilde ayrılmasını sağlamakta ve geri saçılım cihazları arası paraziti azaltmaktadır. Bundan sonra geri saçılım (130) veri sembolünün demodülasyonu gerçekleştirilmektedir. Kanal eşitlemesi frekans alanında gerçekleştirilmekte ve doğrudan bağlantı iletişimi (112) için veri sembolü tespiti yapılmaktadır. Pilot olarak kullanılan Afin Frekans Bölmeli Çoklama bileşenlerinin 30 (240) sayısı kanal özelliklerine göre dinamik olarak ayarlanmaktadır. Son olarak, geri saçılma sinyalleri AÇIK/KAPALI Anahtarlama modülasyonu (270) kullanılarak demodüle edilmektedir; burada geri saçılım sinyalinin varlığı ya da yokluğu ikili verileri göstermektedir. Bu yaklaşım, birden fazla geri saçılım cihazından (130) gelen verilerin etkili bir şekilde

ayrılabilmesini ve kodlarının çözülebilmesini sağlayarak ölçeklenebilmektedir ve girişimsiz iletişime olanak tanımaktadır.

Aynı anda iletim gerçekleştiren geri saçılım cihazlarının (130) sayısı kanal musluklarının sayısına, dikey frekans bölmeli çoklama bileşeninin (260) toplam alt taşıyıcıların (N) sayısına ve kanalın statik ya da dinamik olmasına bağlıdır. Bir statik kanalda, kullanıcı ekipmanı (120) ilk sembolü kullanarak kanalı tahmin edebilmektedir ve bu süre zarfında geri saçılım cihazlarının (130) sonraki MMM sembolleri için koruma (250) aralıkları sunmadan normal şekilde kaymasına izin vermektedir.

10

Bu dokümanda baz istasyonu (110) kullanıcılara ve cihazlara sinyal gönderen ve onlardan sinyal alan merkezi bir iletişim noktasını ifade ederken OFDM (Dikey Frekans Bölmeli Çoklama) verileri birden fazla küçük frekans kanalına bölerek iletme yöntemini belirtmektedir. AFDM (Afin Frekans Bölmeli Çoklama), zaman alanında cırıltılar (tekrarlanan sinyal modelleri) kullanan bir frekans bölmeli çoklama varyasyonunu belirtmektedir ve geri saçılım iletişimi terimi, cihazların yeni sinyaller üretmek yerine mevcut sinyalleri yansıtarak veri göndermesinin bir yolunu belirtmektedir. Dikey terimi birbiriyle karışmayan sinyalleri veya dalga biçimlerini ifade ederken, LTV kanalı (Doğrusal Zamanla Değişen Kanal) özelliklerin zamanla değiştiği bir iletişim kanalını belirtmektedir. Korumalar (250) sinyallerin örtüşmesini önlemek için eklenen boşlukları göstermektedir ve afin alan (210) frekans veya zamandaki kaymaların benzersiz bir şekilde yakalandığı sinyalleri analiz etmek için kullanılan bir alanı veya temsili göstermektedir. Gecikme kaydırmalı anahtarlama bir sinyale kontrollü gecikmeler ekleyerek veri kodlama yöntemini belirtmekteyken, geri saçılım cihazları (130) sinyalleri yansıtarak iletişim kuran küçük, pasif cihazları belirtmektedir. Döngüsel önek (CP), semboller arasındaki paraziti önlemek için başlangıçta eklenen bir sinyalin tekrarlanan bir bölümünü belirtmektedir ve ISI (Semboller Arası Girişim), veri iletiminde hatalara neden olabilecek sinyaller arasındaki örtüşmeyi belirtmektedir. AÇIK/KAPALI Anahtarlama (OOK), bir sinyali açıp kapatarak verileri kodlamanın bir yolunu belirtmektedir, kanal tahmini, bir iletişim kanalının etkilerini telafi etmek için kanalın özelliklerini (kazanç, faz veya gecikme gibi) tahmin ederek iletilen bir sinyali nasıl etkilediğini anlama prosesini belirtmektedir, ve eşitleme iletilen orijinal sinyali doğru bir şekilde almak için kanalın neden olduğu bozulmaları düzeltme prosesini belirtmektedir. Cırıltı, frekansı zamanla değişen bir sinyali belirtmekteyken, çok yollu bileşenler, alıcıya farklı yollardan ulaşan ve girişime neden olan sinyal kopyalarını

15

20

25

30

belirtmektedir. Alt taşıyıcılar, daha büyük bir frekans bandı içindeki daha küçük frekans kanallarını belirtmektedir, pilot kanalın ölçülmesine veya tahmin edilmesine yardımcı olmak için gönderilen bilinen bir sinyali, demodülasyon ise modüle edilmiş bir sinyalden bilgi çıkarma prosesini belirtmektedir, ve cihazlar arası girişim, eşzamanlı olarak iletişim kuran

5 birden fazla cihazın neden olduğu girişimi belirtmektedir.

10

15

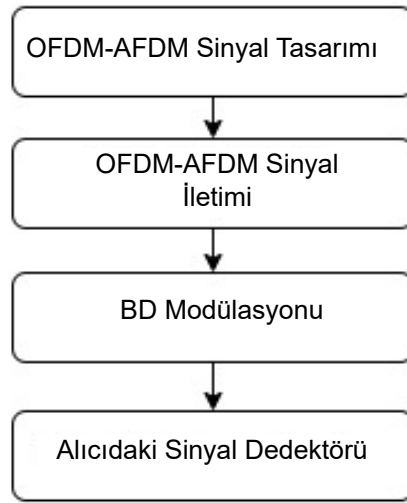
20

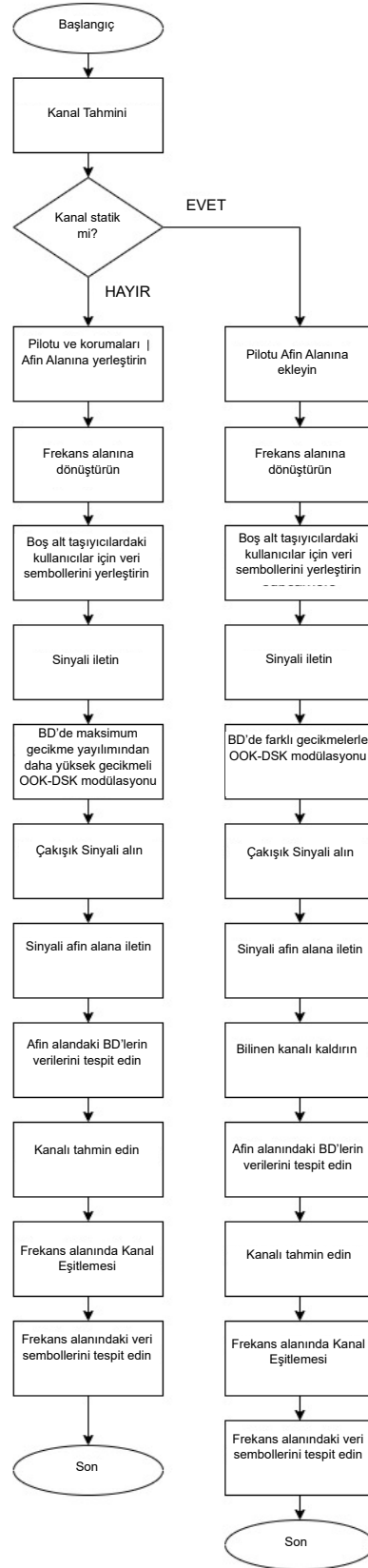
25

30

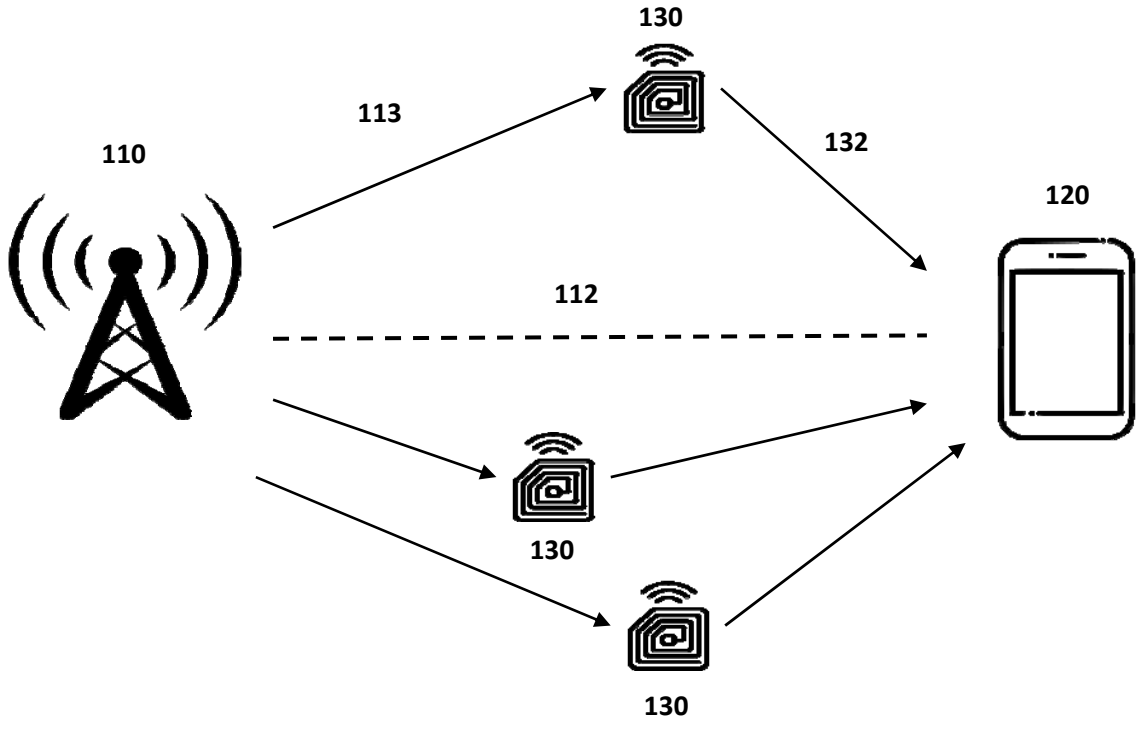
REFERANSLAR

- [1] Wang, S., Yan, Y., Han, F., Tian, Y., Ding, Y., Yang, P. ve Li, X.Y., 2024, Haziran. MultiRider: Enabling Multi-Tag Concurrent OFDM Backscatter by Taming In-band Interference. Proceedings of the 22nd Annual International Conference on Mobile Systems, Applications and Services (ss. 292-303).
- [2] P. Zhang, M. Rostami, P. Hu, ve D. Ganesan, “Enabling practical backscatter communication for on-body sensors,” Proc. ACM SIGCOMM Conf., Florianopolis, Brezilya, Ağustos 2016, ss. 370–383.
- [3] Du, C., Yu, J., Zhang, R., Ren, J. ve An, J., 2024. Orthcatter: High-throughput In-band {OFDM} Backscatter with {Over-the-Air} Code Division. 21st USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 24) (ss. 1301-1314).
- [4] Janjua, M.B., Şahin, A. ve Arslan, H., 2024. Interference-Free Backscatter Communications for OFDM-Based Symbiotic Radio. arXiv preprint arXiv:2408.09192.
- [5] Han, S., Liang, Y.C. ve Sun, G., 2021. The design and optimization of random code assisted multi-BD symbiotic radio system. IEEE Transactions on Wireless Communications, 20(8), ss. 5159-5170.
- [6] G. Yang, Q. Zhang, ve Y.-C. Liang, “Cooperative ambient backscatter communications for green Internet-of-Things,” IEEE Internet Things J., cilt 5, no. 2, ss. 1116–1130, Nisan 2018.
- [7] Mi, N., Zhang, X., He, X., Xiong, J., Xiao, M., Li, X.Y. ve Yang, P., 2019, Temmuz. CBMA: Coded-backscatter multiple access. 2019 IEEE 39th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS) (ss. 799-809). IEEE.

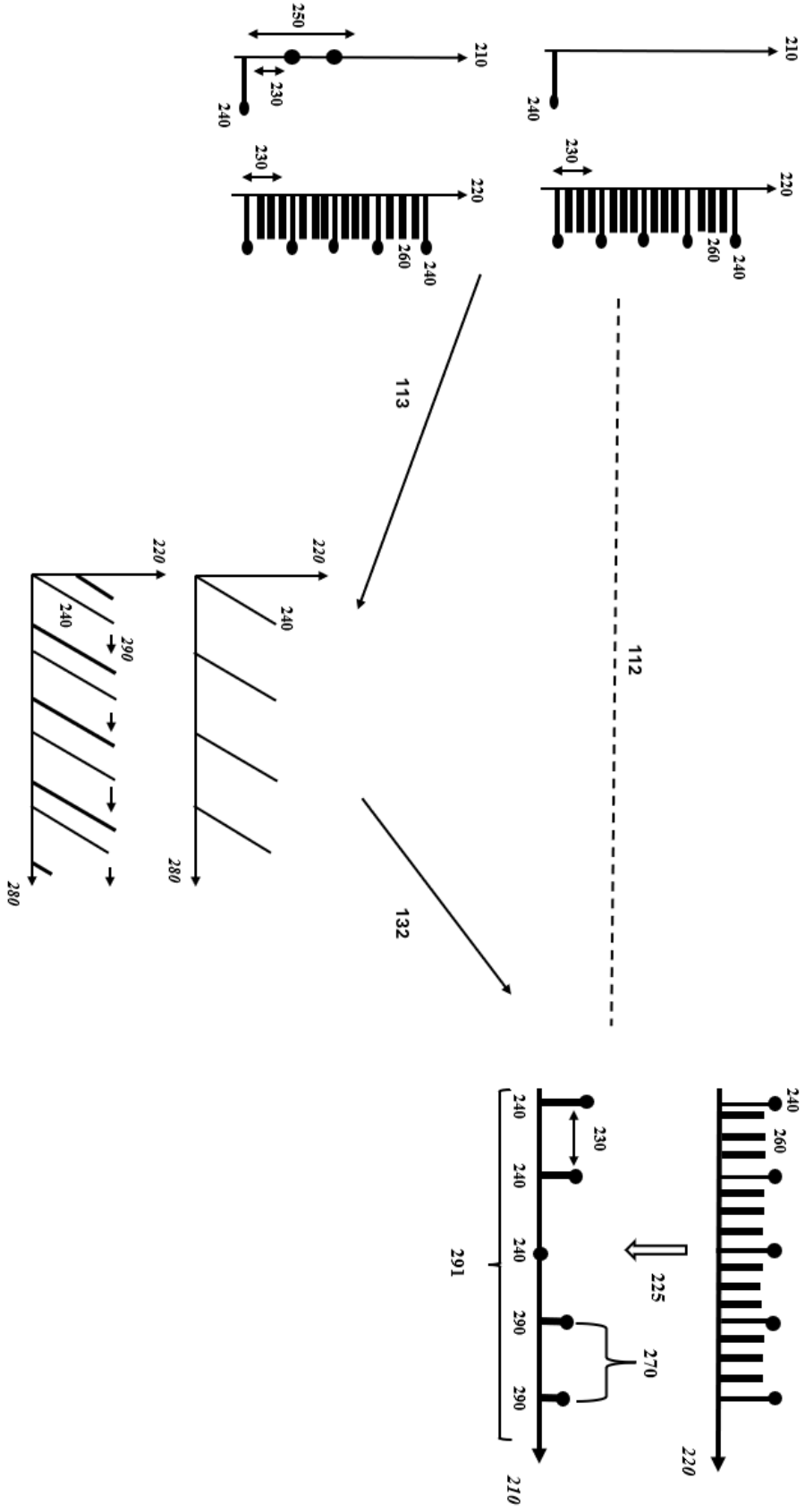
**ŞEKİL 1**



ŞEKİL 1a



ŞEKİL 2



ŞEKİL 2a