

## ÖZET

### SİMBİYOTİK SİSTEMLERDE GERİ SAÇILMA İLETİŞİMİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM

5

Ortogonal frekans bölmeli çoklama (OFDM) tabanlı simbiyotik geri saçılma iletişim sistemi tarafından gerçekleştirilen bir yöntem olup, bir baz istasyonu, baz istasyonundan veri almak için bir alıcı cihaz ve baz istasyonunun alıcı cihaza ilettiği sinyali kullanarak geri saçılma veri iletimini alıcı cihaza gerçekleştirmek için bir geri saçılma cihazı içermektedir. Söz konusu yöntem, benzersiz kodlarla tanımlanan geri saçılma cihazlarının sinyali geri saçılma sinyalini ve geri saçılma cihazını tanımlayabilen alıcı cihaza (300) kaydırması için boş alt taşıyıcıları kullanmaktadır.

10

## **ABSTRACT**

### **A METHOD FOR BACKSCATTER COMMUNICATION IN SYMBIOTIC SYSTEMS**

5 A method realized by orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) based symbiotic  
backscatter communication system comprising a base station, a receiving device for receiving  
data from the base station and a backscatter device for performing backscatter data  
transmission to the receiving device using the signal that the base station transmitted to the  
receiving device. The method utilizes null subcarriers in order backscatter devices identified  
10 by unique codes to shift signal to the receiving device (300) which can identify the backscatter  
signal and the backscatter device.

#### **Figure 1**

## İSTEMLER

1. Bir baz istasyonu, baz istasyonundan veri almak için bir alıcı cihaz ve baz istasyonunun alıcı cihaza ilettiği sinyali kullanarak alıcı cihaza geri saçılma veri iletimi gerçekleştirmek için bir geri saçılma cihazı içeren, ortogonal frekans bölme (OFDM) tabanlı simbiyotik geri saçılma iletişim sistemi tarafından gerçekleştirilen bir yöntem olup, aşağıdaki adımları içermektedir:

- baz istasyonu tarafından, seri olarak üretilen veri bitlerinin veri sembollerine eşlendiği ve modüle edildiği OFDM sinyal çerçevesinin üretilmesi;

aşağıdaki adımları içermesi ile **karakterize edilmektedir**:

- her bir geri saçılma cihazına benzersiz kod atanması;
- baz istasyonu tarafından eşleme için boş bir matris üretilmesi;
- baz istasyonu tarafından, en azından modüle edilmiş veri sembollerinden, pilot alt taşıyıcılardan ve boş alt taşıyıcılardan üretilen veri alt taşıyıcılarının eşlenmesi, burada boş alt taşıyıcılar geri saçılma cihazının kullanması için alt taşıyıcılara tahsis edilmektedir ve geri saçılma cihazları benzersiz kodlara atanmaktadır;
- baz istasyonu tarafından, OFDM sembollerine ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT) uygulanarak eşlenen sembollerin zaman alanı örneklerine dönüştürülmesi ve bir zaman alanı sinyali üretilmesi;
- zaman alanı sinyalinin alıcı cihaza iletilmesi;
- geri saçılma cihazı tarafından zaman alanı sinyalinin alınması;
- geri saçılma cihazı tarafından, geri saçılma cihazına atanmış benzersiz bir koda dayalı olarak zaman alanı sinyalinin boş alt taşıyıcılara kaydırılması;
- geri saçılma cihazı tarafından kaydırılmış sinyalin iletilmesi;
- alıcı cihaz (300) tarafından, geri saçılma cihazından geri saçılmış sinyalin ve baz istasyonundan doğrudan sinyalin alınması;
- geri saçılma cihazına atanmış benzersiz koda dayalı olarak geri saçılmış sinyalin tanımlanması.

2. İstem 1'e göre yöntem olup, **burada** boş alt taşıyıcılar, veri alt taşıyıcısından veya pilot alt taşıyıcıdan sonra yerleştirilmektedir.

3. İstem 1'e göre yöntem olup, **burada** zaman alanı sinyalini baz istasyonundaki alıcı cihaza iletmeden önce periyodik önek ekleme adımını içermektedir ve doğrudan sinyal ve geri saçılan sinyal alındıktan sonra alıcı cihazda bir periyodik önek çıkarma adımını içermektedir.

5

4. İstem 1'e göre yöntem olup, **burada** birinci adımdaki modülasyon, şu modülasyon şemalarından en az biri ile gerçekleştirilmektedir: İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK), Dörtlü Genlik Modülasyonu (QAM) ve Dörtlü Faz Kaydırmalı Anahtarlama (QPSK).

10

5. İstem 1'e göre yöntem olup, "geri saçılan sinyalin tanımlanması" adımının aşağıdaki adımları içermesi **ile karakterize edilmektedir**:

- çoğullanmış geri saçılma sinyallerini ayırmak ve tanımlamak için korelasyon kontrolü gerçekleştirilmesi;
- korelasyon sonucunun önceden tanımlanmış bir eşik değeriyle karşılaştırılması,
- belirli bir kod için korelasyon değerinin eşiği aşması ve geri saçılma cihazına atanmış kodla eşleşmesi durumunda, geri saçılma sinyalinin o belirli kodu kullanan cihaza karşılık geldiğinin belirlenmesi.

15

20

6. Bir baz istasyonu, baz istasyonundan veri almak için bir alıcı cihaz ve baz istasyonunun alıcı cihaza ilettiği sinyali kullanarak alıcı cihaza geri saçılma veri iletimi gerçekleştirmek için bir geri saçılma cihazı içeren bir ortogonal frekans bölme çöklama (OFDM) tabanlı simbiyotik geri saçılma iletişim sistemi olup, sistemin İstemler 1-5'e göre yöntemlerden birini gerçekleştirecek şekilde konfigüre edilmesi **ile karakterize edilmektedir**.

25

## CLAIMS

1. A method realized by an orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) based symbiotic backscatter communication system comprising a base station, a receiving device for receiving data from the base station and a backscatter device for performing backscatter data transmission to the receiving device using the signal that the base station transmitted to the receiving device comprising the steps of
- generating, by the base station, OFDM signal frame in which generated data bits in series are mapped and modulated to data symbols;
- characterized in that** comprising steps of:
- assigning unique code to each backscatter device;
  - generating, by the base station, an empty matrix for mapping;
  - mapping, by the base station, at least data subcarriers generated from modulated data symbols, pilot subcarriers and null subcarriers, wherein the null subcarriers are allocated subcarriers for backscatter device to utilize and where backscatter devices are assigned to the unique codes,
  - performing, by the base station, inverse fast Fourier transform (IFFT) to OFDM symbols for transforming mapped symbols into time domain samples and generating a time domain signal;
  - transmitting the time domain signal to the receiving device;
  - receiving, by the backscatter device, time domain signal;
  - shifting, by the backscatter device, time domain signal to the null subcarriers based on unique code assigned to the backscatter device;
  - transmitting, by the backscatter device, shifted signal;
  - receiving, by the receiving device (300), backscattered signal from the backscatter device and direct signal from the base station;
  - identifying backscattered signal based on the unique code assigned to the backscatter device.
2. The method according to claim 1, **wherein** null subcarriers are placed after data subcarrier or pilot subcarrier.
3. The method according to claim 1, **wherein** comprising cyclic prefix adding step before transmitting time domain signal to the receiving device at the base station and comprising a cyclic prefix removing step at the receiving device after receiving the direct signal and backscattered signal.

5       4. The method according to claim 1, **wherein** the modulation in first step is realized by at least one of following modulation schemes: Binary Phase Shift Keying (BPSK), Quadrature Amplitude Modulation (QAM) and Quadrature Phase Shift Keying (QPSK).

      5. The method according to claim 1, **characterized in that** the step of “identifying backscattered signal” comprising steps of:

- 10       - performing correlation check to separate and identify the multiplexed backscatter signals;
- comparing correlation result to a predefined threshold,
- if the correlation value for a given code exceeds the threshold and match to the code assigned to the backscatter device determining that backscatter signal corresponds to the device using that particular code.

15       6. An orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) based symbiotic backscatter communication system comprising a base station, a receiving device for receiving data from the base station and a backscatter device for performing backscatter data transmission to the receiving device using the signal that the base station transmitted to the receiving device **characterized in that** the system is configured to perform one

20       of the methods of claim 1-5.

## TARİFNAME

### SİMBİYOTİK SİSTEMLERDE GERİ SAÇILMA İLETİŞİMİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM

5

#### TEKNİK ALAN

Buluş, bir baz istasyonu, baz istasyonundan veri almak için bir alıcı cihaz ve baz istasyonunun alıcı cihaza ilettiği sinyali kullanarak alıcı cihaza geri saçılma veri iletimi gerçekleştirmek için  
10 bir geri saçılma cihazı içeren ortogonal frekans bölmeli çoklama (OFDM) simbiyotik geri saçılma iletişim sistemi tarafından gerçekleştirilen bir yöntem ile ilgilidir.

#### ÖNCEKİ TEKNİK

15 Simbiyotik OFDM sistemi, OFDM ve simbiyotik radyo konseptlerinin özelliklerini birleştiren bir iletişim sistemidir. Bu sistemde, baz istasyonu gibi bir birincil verici, veri, pilot ve boş alt taşıyıcılar içeren OFDM sinyalleri göndermektedir. Düşük güçlü IoT sensörleri gibi ikincil cihazlar, kendi RF sinyallerini üretmeden verilerini iletmek için bu sinyalleri kullanmaktadır. Bu ikincil cihazlar gelen OFDM sinyallerini modüle etmektedir ve boş alt taşıyıcıları geri  
20 saçılma iletişimi için kullanmaktadır. Sistem, birincil ve ikincil cihazların birlikte çalışmasına olanak tanımaktadır; birincil cihazlar çeşitlilikten veya aktarmadan yararlanırken, ikincil cihazlar birincil sistemin sinyalinden yararlanarak enerji ve spektrum tasarrufu sağlamaktadır. Bu yaklaşım, özellikle 5G gibi teknolojilerde IoT ağları ve sürdürülebilir ve yeşil kablosuz iletişim için idealdir. OFDM tabanlı simbiyotik geri saçılma iletişim sistemleri şu  
25 dezavantajlara sahiptir: Çok etiketli senaryoda, alıcıdaki geri saçılmış sinyallere doğrudan bağlantı sinyalinin neden olduğu daha güçlü bir girişim. Etiketten etikete girişim sorunu olarak adlandırılan ek girişim sorunu, etiketlerin bilgilerini aynı alıcıya geri saçmak için aynı taşıyıcı sinyali iletmekten kaynaklanmaktadır.

30 OFDM tabanlı simbiyotik radyo geri saçılma iletişim sistemindeki girişim sorununu ele almak için, çoğu çalışma geri saçılma iletişim sisteminin güvenilirliğini iyileştirmeye öncelik vermektedir. Ancak, birden fazla geri saçılma cihazı entegre edildiğinde, bu genellikle azaltılmış spektral verimlilik, donanım karmaşıklığında artış veya aktif sistemler için bozulmuş performans ile sonuçlanmaktadır ve bunların hepsi birincil sistemin verimliliği için

istenmeyen durumlardır; sonuç olarak, birçok mevcut çözüm aşağıda açıklandığı gibi birden fazla geri saçılma cihazının verimli bir şekilde entegre edilmesini desteklemekte zorlanmaktadır.

5 [1]'de yazarlar, alt taşıyıcı kümesi başına bir bitlik bilgi iletmek için alt taşıyıcı bazında bir konsept uygulamıştır; bu da etketin, yalnızca geri saçılan sinyali iletmeyi amaçlayan alt taşıyıcı kümesini zayıflatan veya tamamen baskılayan, ancak birincil sinyali içeren alt taşıyıcıların geri kalanının değişmeden geçmesine izin veren gelişmiş bir pasif çentik filtre bankası donanımına sahip olmasını gerektirmektedir. [2],[3],[4]'te yazarlar, sembol süresi 10 içindeki OFDM sinyalindeki kalan CP bölümü ile buna karşılık gelen bölüm arasındaki enerji farkını hesaplayarak doğrudan bağlantı girişimini azaltmak için periyodik önekin (CP) bozulmamış bölümünden yararlanmayı önermektedir, bu da yalnızca kalan CP'nin süresi çoklu yol kanallarının maksimum gecikme yayılımını aştığında doğrudan bağlantı sinyallerinin etkili bir şekilde iptal edilmesini sağlamaktadır. Ancak, bu teknik kanal 15 uzunluğunun kesin olarak bilinmesini gerektirmektedir, bu da pratik senaryolarda her zaman mümkün olmayabilmektedir ve potansiyel olarak iletişim hatalarına yol açabilmektedir. Ek olarak, bu teknik için önerilen maksimum olasılık dedektörü, optimum performansa ulaşmak için geri saçılma kanalı ile doğrudan bağlantı kanalı arasında nispeten büyük bir enerji farkı gerektirmektedir. [5],[6],[7]'de yazarlar, ortam geri saçılma iletişimi için geri saçılmış 20 sinyalleri birincil sistem sinyallerinden ayırmak için OFDM'de ön işaretleri ve pilot alt taşıyıcıları kullanmışlardır, ancak geri saçılma iletişimi için ön işaretleri ve pilotları kullanmak, kanal tahmin doğruluğu ve senkronizasyon açısından birincil sistemin performansını düşürmektedir ve bu da özellikle dinamik ortamlarda uygunsuz zamanlama ve uygunsuz kanal tahmini nedeniyle artan girişime ve çarpışmalara yol açabilmektedir.

25 [8],[9],[10]'da yazarlar, birincil sinyallerin bant işgali dışındaki frekanslarda bilgisini iletmek için geri saçılan sinyalleri kaydıran FSK modülasyon şemasını uygulamıştır ve bu proses, alıcının, geri saçılan bilgi sinyallerini yakalamak için bitişik kanalları tarayabilen ek bir filtre ile donatılmasını gerektirmektedir, böylece hem donanım karmaşıklığı hem de işlem süresi 30 artmaktadır. [11]'de yazarlar, birincil sinyali baz istasyonundan, geri saçılma cihazının bilgisini iletmesi için önceden tahsis edilmiş boş alt taşıyıcılara kaydırmak üzere üç frekans kaydırmalı anahtarlama (FSK) tabanlı geri saçılma modülasyon şeması önermiştir, veri alt taşıyıcılarının boş alt taşıyıcılara farklı frekans kaydırma stillerine sahip OOK, FSK1 ve FSK2'yi ele almıştır, ancak çözümleri, çok etiketli senaryolarda girişim sorunlarını ele alma

konusunda sınırlı tartışmanın olduğu mevcut literatürün çoğuna benzer şekilde yalnızca tek etiketli senaryolara odaklanmaktadır. Bu, özellikle gelecek nesil kablosuz iletişimin, IoT'nin evrimi ve mMTC gibi büyük IoT bağlantısı gerektiren uygulamalara olan artan talep tarafından yönlendirilen çok etiketli senaryoları içereceği düşünüldüğünde, bir boşluğu yansıtan kritik bir sınırlamadır. Sonuç olarak, gelecekteki sistemlerin IoT cihazlarının büyük ölçekli bağlantısını desteklemek için çoklu etiketleri barındırması gerekebilmektedir, [12],[13]'te yazarlar çoklu etiket teknolojilerinin lojistik izleme, iç mekan konumlandırma taşımacılığı ve ticari otomasyonda nasıl kullanıldığını açıklamaktadır.

- 10 Tek etiketli senaryoya benzer şekilde, çok etiketli bir senaryoda, alıcıda, tüm etiketlerin iletilen sinyalleri de doğrudan bağlantı sinyalinin neden olduğu daha güçlü girişimden etkilenmektedir, ancak tüm etiketler bilgilerini aynı alıcıya geri saçmak için aynı taşıyıcı sinyalini kullandığından, etiketten etikete başka bir girişime neden olmaktadır. Çünkü literatürde, çoğu çalışma yalnızca doğrudan bağlantı sinyalinin çözümüne odaklanmaktadır.
- 15 Sonuç olarak, bu çözümler, [14],[15],[16]'da olduğu gibi, daha karmaşık çok etiketli sistemlerin entegrasyonunun kritik olacağı kablosuz ağların gelişen senaryolarına uyum sağlamada bir reform veya değişiklik gerektirebilmektedir. Büyük çaplı çoklama tekniklerini desteklemek için çeşitli çoklu erişim şemaları önerilmiştir ve bunlara, cihazlar tarafından medya erişimi için planlama prosesini ortadan kaldırırken birden fazla cihazı entegre etmek için yeterince verimli olan onaysız dikey olmayan çoklu erişim de dahildir ve bu da geri saçılma iletişimindeki sinyalleme darboğazını azaltmaktadır.
- 20

1. M. Nemati vd., "Subcarrier-wise backscatter communications over ambient OFDM for low power IoT," IEEE Trans. Veh. Technol., cilt. 69, no. 11, s. 13229–13242, 2020.

25

2.G. Yang ve Y.-C. Liang, "Backscatter communications over ambient ofdm signals: Transceiver design and performance analysis", Proc. IEEE Global Commun. Conf., s. 1-6, 2016.

- 30 3.G. Yang, Y.-C. Liang, R. Zhang ve Y. Pei, "Modulation in the air: Backscatter communication over ambient OFDM carrier", IEEE Trans. Commun., cilt. 66, no. 3, s. 1219-1233, Mar. 2018.

- 4.T. L. Nguyen, Y. Shin, J. Y. Kim ve D. I. Kim, "Signal .detection for ambient backscatter communication with OFDM carriers", *Sensors*, cilt. 19, no. 3, s. 517-531, 2019.
- 5.R. Takahashi ve K. Ishibashi, "Ambient OFDM pilot-aided delay-shift keying and its  
5 efficient detection for ultra-low-power communications," in *Proc. IEEE Global Conf. on Signal and Inf. Process. (GlobalSIP)*, Kas. 2019, s. 1–5.
- 6.H. Chen vd., "Pilot design and signal detection for symbiotic radio over OFDM carriers
- 10 7.J. Liao vd., "In-band ambient FSK backscatter communications leveraging LTE cell-specific reference signals,"
- 8.M. ElMossallamy vd., "Non-coherent frequency shift keying for ambient backscatter over OFDM signals," in *Proc. IEEE Int. Conf. on Commun. (ICC)*, May 2019, s. 1–6  
15
- 9.M. A. ElMossallamy vd., "Backscatter communications over ambient OFDM signals using null subcarriers," in *Proc. IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM)*, Ara. 2018, s. 1–6.
- 10.M. A. ElMossallamy vd., "Noncoherent backscatter communications over ambient OFDM  
20 signals," *IEEE Trans. Commun.*, cilt. 67, no. 5, s. 3597–3611, 2019.
- 11.Interference-Free Backscatter Communications for OFDM-Based Symbiotic Radio  
Muhammad Bilal Janjua, Student Member, IEEE, Alphan , Sahin, Member, IEEE and Hüseyn Arslan, Fellow, IEEE, arXiv:2408.09192v1 [eess.SP] 17 Ağu. 2024.  
25
- 12.Linghe Kong, Liang He,Yu Gu, "A Parallel Identification Protocol for RFID Systems," *IEEE INFOCOM 2014- IEEE Conference on Computer Communications*.
- 13.J. Xu, Z. Dai ve Y. Zeng, "Enabling Full Mutualism for Symbiotic Radio with Massive  
30 Backscatter Devices,"
14. J. Wang, X. Ding, Q. Zhang ve Y. -C. Liang, "Multiple Access Design for Symbiotic Radios: Facilitating Massive IoT Connections With Cellular Networks," in *IEEE Transactions*

on Wireless Communications, cilt. 23, no. 1, s. 201-216, Oca. 2024, doi: 10.1109/TWC.2023.3276887.

15. Multi-User Multi-IoT-Device Symbiotic Radio: A Novel Massive Access Scheme for Cellular IoT Jun Wang , Graduate Student Member, IEEE, Ying-Chang Liang , Fellow, IEEE, and Sumei Sun , Fellow, IEEE

16. M. B. Shahab, R. Abbas, M. Shirvanimoghaddam ve S. J. Johnson, "Grant-Free Non-Orthogonal Multiple Access for IoT: A Survey," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, cilt. 22, no. 3, pp. 1805-1838, thirdquarter 2020, doi: 10.1109/COMST.2020.2996032.

Yukarıda belirtilen tüm sorunlar, sonuç olarak ilgili teknik alanda bir yenilik yapmayı gerekli kılmıştır.

## **BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI**

Mevcut buluş yukarıda belirtilen dezavantajları ortadan kaldırmaya ve ilgili teknik alana yeni avantajlar kazandırmaya yönelik bir yöntemle ilgilidir.

Buluşun bir amacı, etiketten etikete girişimi azaltmaktır.

Buluşun bir amacı, doğrudan bağlantı sinyalinin alıcıda geri saçılmış sinyallere neden olduğu girişimi azaltmaktır.

Buluşun bir amacı, bir iletim mekanizmasının, kaynak olarak kodları ve frekansları kullanarak, onaysız Dikey Olmayan Çoklama Erişimi biçiminde yüksek spektral verimliliğe sahip bir OFDM tabanlı simbiyotik radyo sisteminde çok sayıda geri saçılma cihazını desteklemesini sağlamaktır.

Yukarıda belirtilen ve aşağıdaki ayrıntılı açıklamadan ortaya çıkacak tüm hedeflere ulaşmak için, mevcut buluş, bir baz istasyonu, baz istasyonundan veri almak için bir alıcı cihaz ve baz istasyonunun alıcı cihaza ilettiği sinyali kullanarak alıcı cihaza geri saçılma veri iletimi gerçekleştirmek için bir geri saçılma cihazı içeren bir ortogonal frekans bölme çoklama

(OFDM) simbiyotik geri saçılma iletişim sistemi tarafından gerçekleştirilen bir yöntemle ilişkindir ve aşağıdaki adımları içermektedir:

- baz istasyonu tarafından, seri olarak üretilen veri bitlerinin veri sembollerine eşlendiği ve modüle edildiği OFDM sinyal çerçevesinin üretilmesi; aşağıdaki adımları içermesi ile

5 karakterize edilmektedir:

- her geri saçılma cihazına benzersiz kod atanması;

- baz istasyonu tarafından eşleme için boş bir matris üretilmesi;

- baz istasyonu tarafından, en azından modüle edilmiş veri sembollerinden, pilot alt taşıyıcılardan ve boş alt taşıyıcılardan üretilen veri alt taşıyıcılarının eşlenmesi olup, burada  
10 boş alt taşıyıcılar geri saçılma cihazının kullanması için alt taşıyıcılara tahsis edilmektedir ve geri saçılma cihazları benzersiz kodlara atanmaktadır;

- baz istasyonu tarafından, OFDM sembollerine ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT) uygulanarak eşlenen sembollerin zaman alanı örneklerine dönüştürülmesi ve bir zaman alanı sinyali üretilmesi;

15 - zaman alanı sinyalinin alıcı cihaza iletilmesi;

- geri saçılma cihazı tarafından zaman alanı sinyalinin alınması;

- geri saçılma cihazı tarafından, geri saçılma cihazına atanmış benzersiz bir koda dayalı olarak zaman alanı sinyalinin boş alt taşıyıcılara kaydırılması;

- geri saçılma cihazı tarafından kaydırılmış sinyalin iletilmesi;

20 - alıcı cihaz tarafından, geri saçılma cihazından geri saçılmış sinyalin ve baz istasyonundan doğrudan sinyalin alınması;

- geri saçılma cihazına atanmış benzersiz koda dayalı olarak geri saçılmış sinyalin tanımlanması. Böylece, geri saçılma cihazlarının geri saçılma cihazlarına atfedilen kendi kodları olduğundan etiketten etikete girişim azaltılırken, doğrudan sinyalden kaynaklanan  
25 girişim azaltılmaktadır, çünkü tüm geri saçılmış sinyaller önceden tahsis edilmiş boş alt taşıyıcılar tarafından yönlendirilmektedir.

Buluşun olası bir yapılandırması, boş alt taşıyıcıların veri alt taşıyıcısından veya pilot alt taşıyıcısından sonra yerleştirildiği şekilde karakterize edilmektedir.

30

Buluşun bir başka olası yapılandırması, baz istasyonundaki alıcı cihaza zaman alanı sinyalini iletmeden önce periyodik önek ekleme adımını içermesiyle ve doğrudan sinyali ve geri saçılmış sinyali aldıktan sonra alıcı cihazda periyodik önek çıkarma adımını içermesi ile karakterize edilmektedir.

Buluşun bir başka olası yapılandırması, birinci adımdaki modülasyonun aşağıdaki modülasyon şemalarından en az biriyle gerçekleştirilmesiyle karakterize edilmektedir: İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK), Dörtlü Genlik Modülasyonu (QAM) ve Dörtlü Faz Kaydırmalı Anahtarlama (QPSK).

## ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1, sistemin üstten şematik görünümünü gösteren bir şekildir.

Şekil 2, yöntemin akış şemasıdır.

Şekil 3, zaman alanı örneklerini gösteren bir şekildir.

Şekil 4, eşlenmiş OFDM sembollerini gösteren bir şekildir.

## ŞEKİLDE VERİLEN REFERANS NUMARALARI

100 Baz istasyonu cihazı  
200 Geri saçılma cihazı  
300 Alıcı cihaz  
401 Pilot alt taşıyıcı  
402 Veri alt taşıyıcı  
403 Boş alt taşıyıcı

## BULUŞUN AYRINTILI AÇIKLAMASI

Bu ayrıntılı açıklamada, konu yalnızca konuyu daha anlaşılır kılmak için herhangi bir kısıtlayıcı etki oluşturmada örneklerle atıflarla açıklanmıştır.

Şekil 1'e atfen, buluş, ortogonal frekans bölmeli çoklama (OFDM) simbiyotik geri saçılma iletişim sistemi tarafından gerçekleştirilen bir yöntemdir. Sistem, baz istasyonlarını, baz istasyonlarının OFDM sinyallerini ilettiği alıcı cihazları ve alıcı cihazlar ile iletilen sinyalleri

geri saçmak için kullanan baz istasyonları arasında sağlanan geri saçılma cihazlarını (200) içermektedir.

Baz istasyonları tarafından iletilen standart dalga formu sinyali olarak OFDM, teknikte iyi bilinmektedir. Örneğin, baz istasyonu, birden fazla alt taşıyıcı boyunca OFDM sinyallerini üretmek ve modüle etmek için bir verici, alınan OFDM sinyallerini demodüle etmek ve işlemek için bir alıcı, zamanlama ve frekans hizalaması için bir senkronizasyon modülü, kanal koşullarını analiz etmek ve telafi etmek için bir kanal tahmin birimi ve kablosuz sinyalleri iletmek ve almak için bir anten sistemi (gösterilmemiştir) içerebilmektedir.

Alıcı cihazlar, bir baz istasyonundan alınan sinyallerin kodunu çözmek için bir demodülatör ve geri saçılma cihazları (200), zamanlama ve frekans hizalaması için bir senkronizasyon modülü, kanal etkilerini telafi etmek için bir kanal tahmin birimi, kablosuz sinyalleri yakalamak için bir anten sistemi ve verileri yorumlamak ve iletişim protokollerini yönetmek için bir işleme birimi (gösterilmemiştir) içerebilmektedir.

Simbiyotik sistemdeki geri saçılma cihazları (200), çevresel RF sinyallerini yakalamak ve yansıtmak için bir anten, empedans eşleştirmesini ayarlayarak verileri yansıtılan sinyallere kodlamak için bir modülasyon birimi, çevresel RF ortamından enerji toplamak için bir güç yönetim modülü ve hem baz istasyonu hem de alıcı cihazlarla (300) iletişimi koordine etmek için bir kontrol birimi (gösterilmemiştir) içerebilmektedir. Geri saçılma cihazı (200), düşük güçlü bir IoT cihazı veya teknikte bilindiği gibi son derece düşük güçlü bir IoT cihazı olabilmektedir.

Şekil 2'de, yöntemin bir yapılandırması verilmiştir. Baz istasyonu başlangıçta ortogonal frekans bölmeli çoklama sinyal çerçevesi üretmektedir. Seri olarak üretilen veri bitleri, örneğin İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK), Dörtlü Genlik Modülasyonu (QAM) ve Dörtlü Faz Kaydırmalı Anahtarlama (QPSK) gibi modülasyon yoluyla veri sembollerine eşlenmektedir ve modüle edilmektedir.

Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterildiği gibi frekans zamanını eşlemek için boş bir matris üretilmektedir. Bazı alt taşıyıcılarda, sonraki adımlarda geri saçılan sinyali almak için frekanslar boş bırakılmaktadır. Baz istasyonu, pilot alt taşıyıcıları (401), veri alt taşıyıcılarını (402) ve boş alt taşıyıcıyı (403) boş matrise eşlemektedir ve OFDM sembolleri üretmektedir.

Olası bir yapılandırmada, baz istasyonu pilot alt taşıyıcıları (401), veri alt taşıyıcılarını (402) ve boş alt taşıyıcıyı (403) boş alt taşıyıcının (403) veri veya pilottan (401) sonra yerleştirileceği şekilde eşlemektedir. Boş alt taşıyıcılar (403) herhangi bir veri taşımamaktadır. Veri alt taşıyıcıları (402), BPSK, QAM veya QPSK gibi modülasyon şemaları tarafından elde edilen sembollerden oluşurken, boş alt taşıyıcılar (403) boş değerlere sahiptir. Boş alt taşıyıcılar (403), herhangi bir indekste önceden tahsis edilebilmektedir ve geri saçılma cihazı (200) tarafından sinyallerini iletmek için kullanılmaktadır.

10 Geri saçılan sinyalin iletileceği verilerin ve boş alt taşıyıcıların (403) indeks konumlarını belirledikten sonra, veri sembollerinin (OFDM sembolleri) frekans alanı gösterimini zaman alanı örneklerine dönüştürmek için Ters Hızlı Fourier Dönüşümü (IFFT) gerçekleştirilmektedir. Bu örnekler daha sonra iletim için uygun tek bir zaman alanı sinyaline serileştirilmektedir.

15

Olası bir yapılandırmada, iletim sırasında semboller üst üste geldiğinde oluşabilen semboller arası girişimi önlemek için periyodik bir önek dahil edilmektedir. Bu, son örneklerin bir kısmının bir kopyasının zaman alanı sinyalinin başına eklenmesini ve bir sembolü diğerinden ayıran bir tampon oluşturulmasını içermektedir. Bu teknik, proses sırasında ortaya çıkabilecek kanal bozulmalarına ve çoklu yol etkilerine karşı sistemin dayanıklılığını artırmaktadır.

20

Ortaya çıkan zaman alanı sinyali, doğrudan kanal bağlantısı tarafından doğrudan alıcıya iletilmektedir. Bu iletim prosesi, doğrudan bağlantı kanalının kanal darbe yanıtı katsayılarıyla tanımlandığı sinyal ve kanal arasındaki bir evrişim işlemiyle matematiksel olarak gösterilmektedir. Eş zamanlı olarak, zaman alanı sinyali ayrıca, ileri bağlantı olarak tanımlanan alıcı cihaza (300) dolaylı bağlantıdan geçmektedir. Bu ileri bağlantı ayrıca kanal darbe yanıtı katsayılarıyla karakterize edilmektedir ve iletim, zaman alanı sinyali ve ileri bağlantı kanalı arasındaki bir evrişim işlemiyle gösterilmektedir.

25

30 Her geri saçılma cihazına (200) bir dizi benzersiz kod atanmaktadır. Benzersiz kodlar, sözde rastgele ikili dikey kodlardır ve geri saçılma cihazlarının (200) her birine bir bit kodu atanmaktadır. Bu kodlar, her geri saçılma cihazının (200) önceden tahsis edilmiş boş alt taşıyıcının aynı frekansında diğerlerinden gelen sinyallere müdahale etmeden iletim yapabilmesini sağlamak için birbirleriyle minimal korelasyona sahip olacak şekilde

tasarlanmıştır. Atanmış bir kod tarafından tanımlanan her geri saçılma cihazı (200), gelen sinyali önceden belirlenmiş bir boş alt taşıyıcıya (403) kaydırmaktadır.

5 Geri saçılma cihazı (200), kanal etkilerini deneyimledikten sonra gelen sinyali modüle edebilen son derece düşük güçlü bir IoT cihazıdır. Geri saçılma cihazı (200), empedans eşleştirmesini ve uyumsuzluğunu seçici olarak gerçekleştirmektedir. Daha sonra alınan sinyalin bilgi bitine dayalı olarak kaydırılıp kaydırılmayacağını belirlemektedir. İkili verilerini, sırasıyla ikili '1' ve '0'ı temsil edecek şekilde +1 ve -1 fazları arasında geçiş yapan İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK) kullanarak kodlamaktadır. Empedans eşleştirme 10 koşulu karşıladığında, geri saçılma cihazı (200), gelen sinyalin frekansını ve fazını benzersiz koduna dayalı olarak boş alt taşıyıcıya (403) kaydırarak sinyali modüle etmektedir. Daha sonra geri saçılma cihazı (200), kaydırılmış sinyali alıcı cihaza (300) iletmektedir. Empedans eşleştirme koşulu karşılanmadığında, antenden yüke maksimum enerji aktarılmaktadır ve herhangi bir frekans kaymasının zaman alanı sinyalinin değişmeden geçmesine neden olması 15 önlenmektedir. Bu konfigürasyon, cihazın geri saçılmış sinyali modüle etmesini sağlamaktadır, böylece alıcıda belirgin bir şekilde tanımlanabilmektedir ve aynı zamanda cihazlar arasındaki girişim en aza indirilmektedir.

20 Geri saçılma cihazından (200) gelen kaydırılmış sinyal, geri saçılma bağlantısı olarak özel olarak tanımlanan ikinci bir dolaylı bağlantıdan, geri saçılmış sinyal olarak alıcı cihaza (300) geçmektedir. Bu sayede dolaylı kanal bağlantısı, Şekil 2'de gösterilen doğrudan bağlantının darbe yanıtı katsayıları ile tanımlanırken, iletim geri saçılmış sinyal ile kanal darbe yanıtı arasındaki evrişim işlemi ile matematiksel olarak belirtilmektedir. Alıcıda alım sırasında gürültü eklendiği gerçeğinden dolayı, geri saçılma bağlantısı eklenen beyaz Gauss 25 gürültüsünün eklenmesiyle modellenmektedir.

Alıcı cihaz (300), geri saçılmış sinyalin uygulanan frekans kaymasına dayalı olarak ortaya çıkmasının beklendiği önceden tahsis edilmiş boş alt taşıyıcılarda (403) enerji seviyesi kontrolü gerçekleştirmektedir. Sinyal alımı sırasında gürültü olduğundan, dolaylı olarak 30 alınan sinyal, geri saçılmış sinyalin ve eklenen gürültünün toplamı olarak modellenmektedir. Dolaylı olarak alınan sinyalde geri saçılmış sinyalin varlığını tespit etmek için, alıcı alınan sinyalin enerji seviyesini prosesle ilişkili önceden tanımlanmış bir eşikle karşılaştırmaktadır. Enerji seviyesi bu eşiğin altına düşerse, geri saçılmış sinyalin olmadığını göstermektedir, yani gözlenen sinyal içeriği öncelikle gürültüden oluşmaktadır.

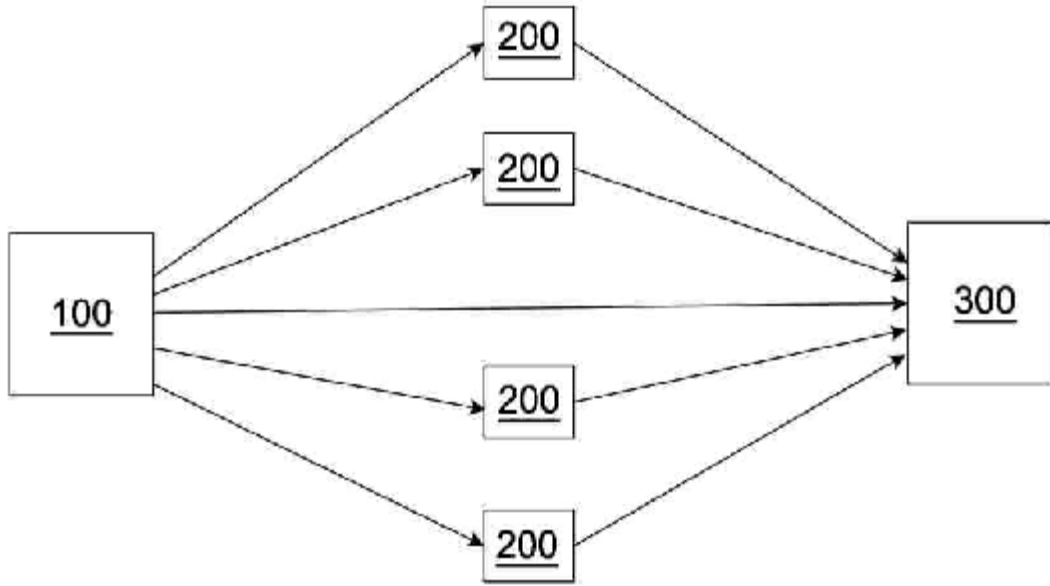
Tersine, enerji seviyesi bu eşiği aşarsa, geri saçılmış sinyalin varlığını doğrulamaktadır ve geri saçılma bilgisinin dolaylı olarak alınan sinyale yerleştirildiğini doğrulamaktadır.

5 Alıcı cihaz (300) ayrıca, tanımlanan boş alt taşıyıcı(lar)da çoğullanmış geri saçılmış sinyalleri benzersiz şekilde ayırmak ve tanımlamak için korelasyon kontrolü gerçekleştirmektedir. Bu, tespit edilen geri saçılmış sinyalin, her bir geri saçılma cihazına (200) atanan kod kümesiyle evriştirildiği ve önceden tanımlanmış eşikle karşılaştırıldığı bir evrişim işlemi yoluyla yapılmaktadır. Bu adımın amacı, tespit edilen geri saçılmış sinyali, geri saçılma sinyalini hangi cihazın ürettiğini belirlemek için her cihazın bilinen kodlarıyla karşılaştırmaktır. Belirli 10 bir geri saçılma cihazına atanmış kodla eşleşirken belirli bir kod için korelasyon değeri bir eşiği aştığında, bu, geri saçılma sinyalinin cihaza karşılık geldiği anlamına gelen bir eşleşme olduğunu göstermektedir. Bu korelasyona dayalı yaklaşım, sistemin tespit edilen geri saçılma sinyalinden sorumlu geri saçılma cihazını benzersiz bir şekilde tanımlamasına olanak tanımaktadır ve çoğullanmış geri saçılmış sinyalin doğru sinyal ayrımını sağlamaktadır.

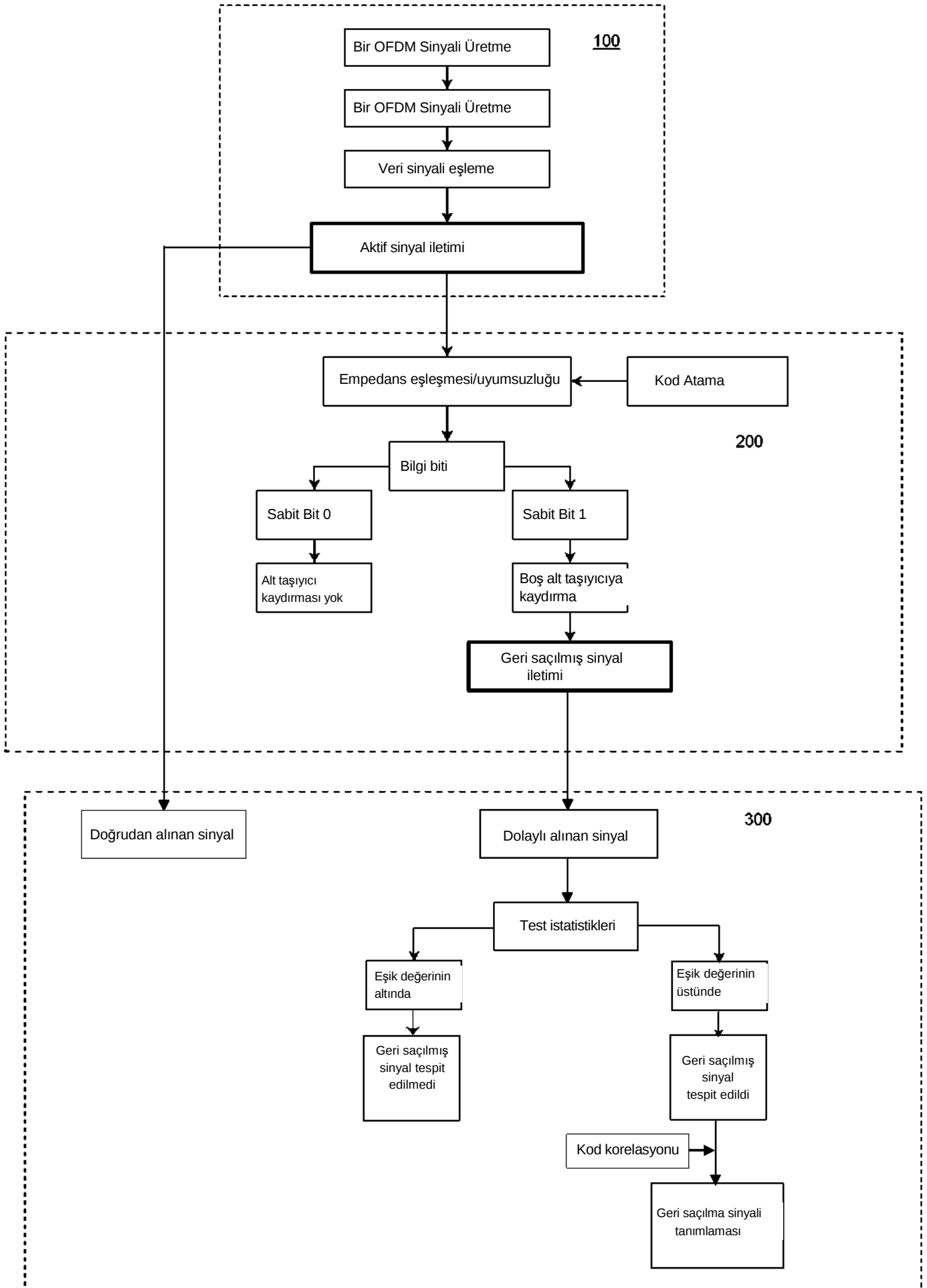
15

Buluşun koruma kapsamı ekteki istemlerde belirtilmiştir ve bu ayrıntılı açıklamada örnekleme amaçları için açıklananlarla sınırlı tutulamamaktadır. Teknikte uzman bir kişinin, yukarıda belirtilen gerçekler ışığında, buluşun ana temasından uzaklaşmadan benzer yapılandırmaları sergileyebileceği açıktır.

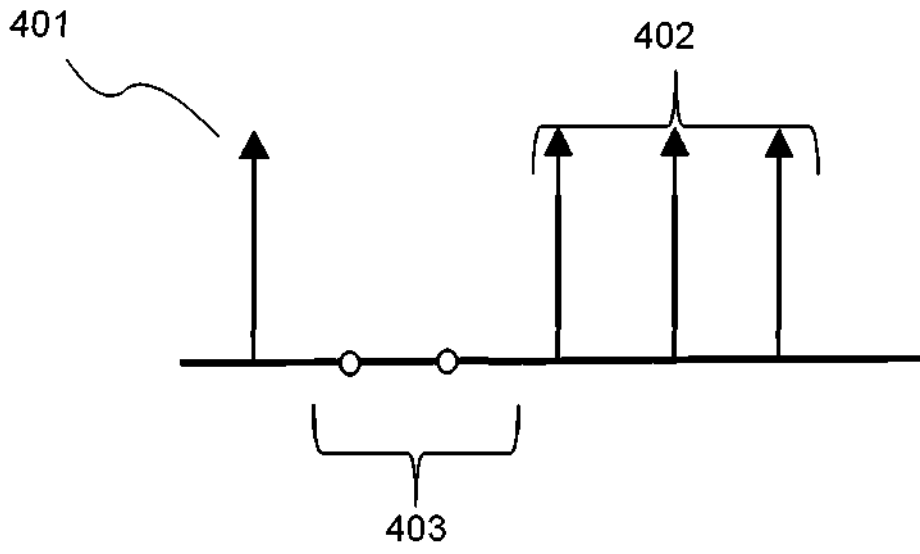
20



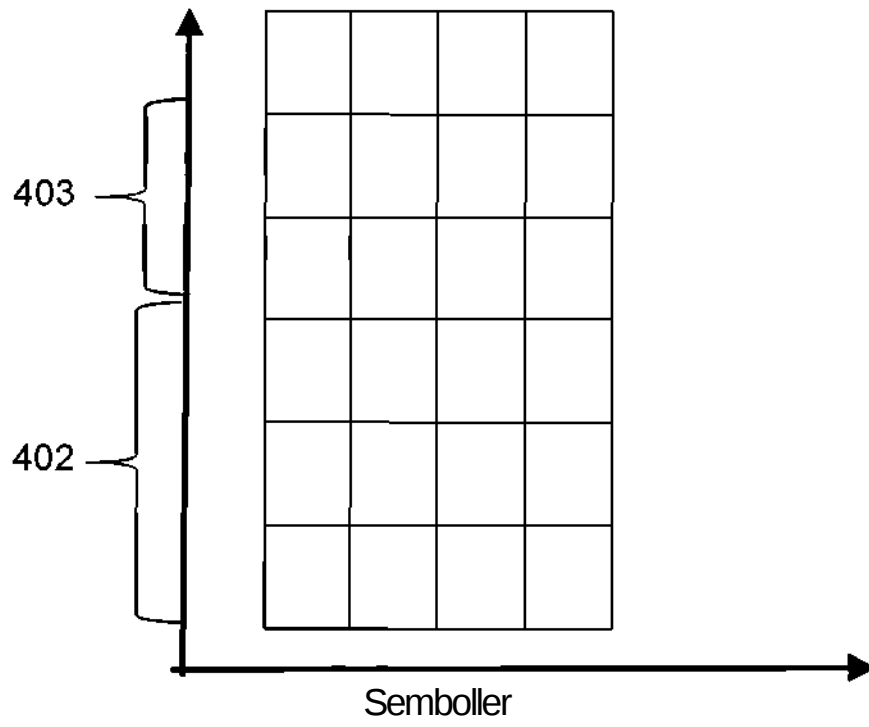
ŞEKİL 1



ŞEKİL 2



ŞEKİL 3



ŞEKİL 4

1/3

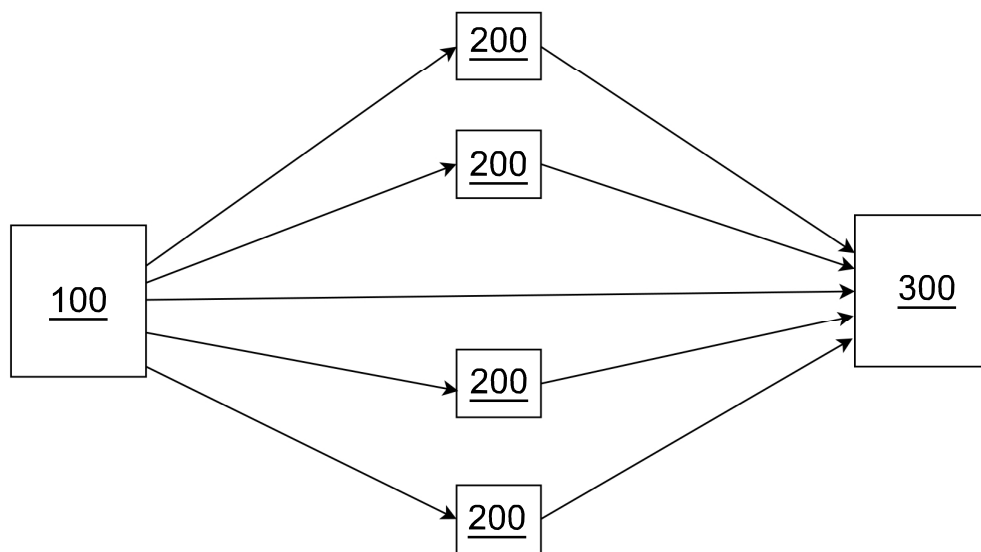


Figure 1

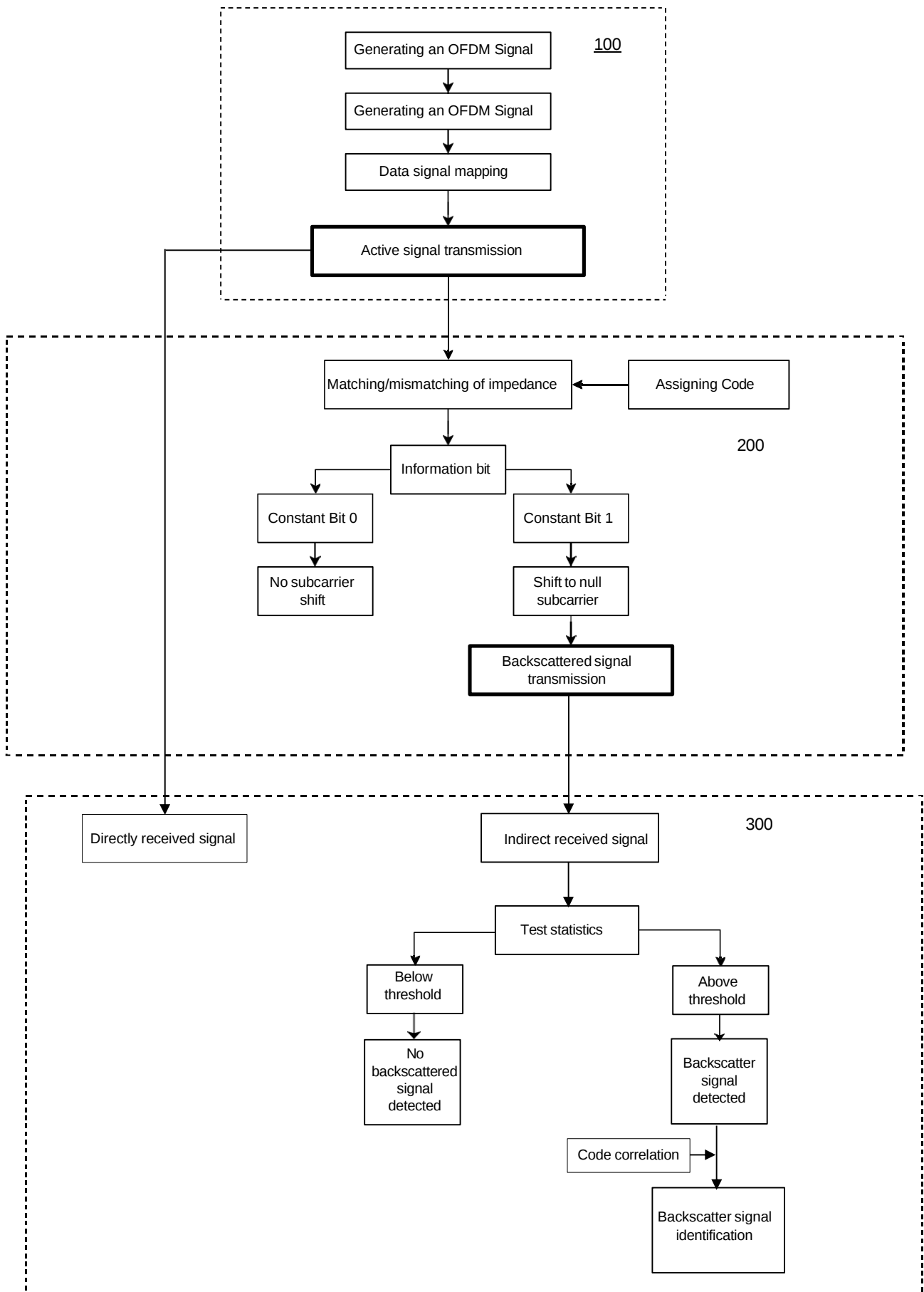


Figure 2

3/3

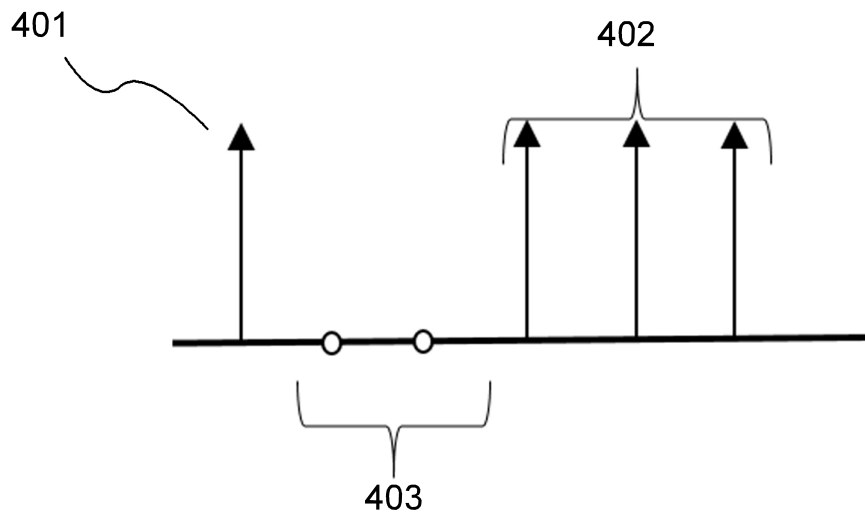


Figure 3

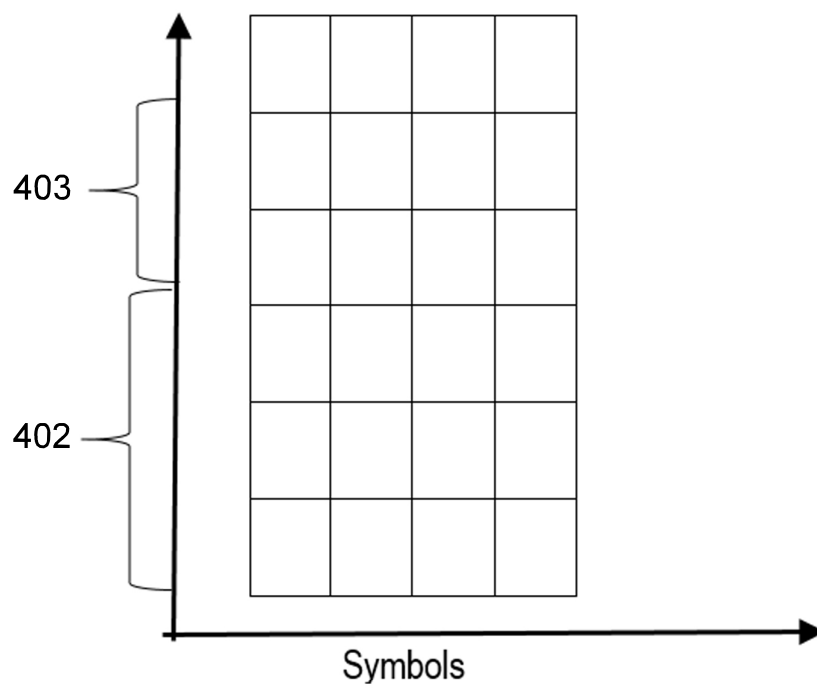


Figure 4