

ÖZET

GERİ SAÇILIM İLETİŞİMİ İÇİN SIFIR-KUYRUKLU AYRIK FREKANS YAYILIMLI ORTOGONAL FREKANS BÖLÜMLEMELİ ÇOĞULLAMA SİSTEMİ VE YÖNTEMİ

5

Buluş, sıfır-kuyruklu ayrik frekans yayımlı ortogonal frekans bölümlemeli çoğullama (ZT DFT-s-OFDM) sistemi, sıfır-başlı ve sıfır-kuyruklu yapılara sahip süre-alaan sinyalleri oluşturan bir baz istasyonu, bir hibrit Gecikme Kaydırmalı Anahtarlama (DSK-OOK) şeması aracılığıyla bilgileri modüle eden ve ileten bir geri saçılım cihazı ve girişimsiz iletişim için geri saçılım sinyallerini tespit eden ve işleyen bir alıcı ile ilgilidir.

10

15

20

25

30

İSTEMLER

1. Buluş, geri saçılım iletişimine yönelik sıfır-kuyruklu ayırık frekans yayımlı ortogonal frekans bölümlemeli çoğullama sistemi ve yöntemi ile ilgili olup, aşağıdakileri içermektedir:

- en az bir baz istasyonu/verici (100),
- en az bir geri saçılım cihazı (200),
- en az bir alıcı (300),

burada baz istasyonu, **aşağıdakileri içeren** bir Sıfır-Kuyruklu Ayırık Fourier Dönüşümü yayımlı Ortogonal Frekans Bölümlemeli Çoğullama sinyali (ZT DFT-s-OFDM sinyali) oluşturmaktadır ve iletmektedir:

- İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK), Dörtlü Genlik Modülasyonu (QAM) veya Dörtlü Faz Kaydırmalı Anahtarlama (QPSK) kullanılarak veri sembollerine modüle edilmiş seri veri bitleri (N_d),
- bir ayırık Fourier dönüşümü (DFT) yayımlı sinyal (101) oluşturmak üzere veri sembollerini kapsülleyen bir sıfır-baş (N_h) ve bir sıfır-kuyruk (N_t),
- sıfır-baş süresi (142) ve koruma aralığı (141) ile bir süre-alan sinyali (120) oluşturmak için alt taşıyıcı eşleyici (102) eşlemesi ve bir Ters Ayırık Fourier Dönüşümü (IDFT),
- geri saçılım cihazı (200) ZT DFT-s-OFDM sinyalini bir ileri iletim bağlantısı (152) aracılığıyla almaktadır,
- geri saçılım cihazı (200), süre-alan sinyalini (120) seçici olarak sıfır-baş süresine (142) kaydırarak bir Gecikme-Kayırmalı Anahtarlama (DSK-OOK) ve Açık-Kapalı Anahtarlama (OOK) hibrit şeması kullanarak kendi bilgisini modüle etmektedir,
- geri saçılım cihazı (200) modüle edilmiş geri saçılım sinyalini (208) bir geri saçılım bağlantısı (160) aracılığıyla alıcıya (300) iletmektedir,
- geri saçılım cihazı (200) bilgi iletilmediğinde boşa kalmaktadır, bu da sıfır-baş süresini (142) boş bırakmaktadır,
- alıcı (300) hem bir doğrudan iletim bağlantısı (151) aracılığıyla doğrudan sinyali hem de geri saçılım bağlantısı (160) aracılığıyla geri saçılım sinyali almaktadır,
- alıcı (300), geri saçılım sinyalinin (208) varlığını veya yokluğunu belirlemek için sıfır-baş süresi (142) boyunca enerji seviyesi tespiti gerçekleştirmektedir,

- alıcı (300) geri saçılan bilgileri tespit etmek için sinyalleri evre uyumsuz tespit yoluyla işlemektedir.

2. İstem 1'e göre sistemdeki bir iletişim yöntemi olup, burada baz istasyonu (100) ZT DFT-s-OFDM sinyalini aşağıdaki şekilde oluşturmaktadır:

- seri veri bitlerinin (N_d) BPSK, QAM veya QPSK kullanılarak veri sembollerine modüle edilmesi,
- bir ZT ayrık Fourier dönüşümü (DFT) yayımlı sinyal (101) oluşturmak üzere bir sıfır-baş (N_h) ve sıfır-kuyruk (N_t) eklenmesi,
- sinyalin alt taşıyıcı eşleyiciye (102) eşlenmesi, bir IDFT gerçekleştirilmesi ve sıfır-baş süresi (142) ve koruma aralığı (141) ile bir süre-alan sinyali (120) oluşturulması.

3. İstem 1'e göre sistemdeki bir geri saçılım iletişimi yöntemi olup, burada geri saçılım cihazı (200):

- bilgiyi kodlamak için alınan ZT DFT-s-OFDM sinyalini Gecikme Kaydırmalı Anahtarlama ve Açık-Kapalı Anahtarlama (DSK-OOK) kullanarak modüle etmektedir,
- süre-alan sinyalini (120) sıfır-baş süresine (142) kaydırmaktadır,
- modüle edilmiş geri saçılım sinyali (208) geri saçılım bağlantısı (160) aracılığıyla iletmektedir.

4. İstem 1'e göre sistemdeki bir sinyal tespit yöntemi olup, burada alıcı (300):

- geri saçılım sinyalinin (208) varlığını veya yokluğunu belirlemek için sıfır-baş süresi (142) sırasında enerji seviyelerini tespit etmektedir,
- geri saçılan bilgileri tespit etmek için sinyalleri evre uyumsuz tespit yoluyla işlemektedir.

TARİFNAME

GERİ SAÇILIM İLETİŞİMİ İÇİN SIFIR-KUYRUKLU AYRIK FREKANS YAYILIMLI ORTOGONAL FREKANS BÖLÜMLEMELİ ÇOĞULLAMA SİSTEMİ VE YÖNTEMİ

5

Teknik Alan:

10 Bu buluş, simbiyotik radyo sistemlerinde son derece düşük güçlü IoT cihazları için Sıfır-Kuyruklu-DFT-s-OFDM'den yararlanan girişimsiz geri saçılım iletişimi için bir yöntemi açıklamaktadır.

Tekniğin Bilinen Durumu:

15 Geri saçılım iletişiminde, birincil verici ve geri saçılım cihazı sinyalleri aynı alıcıya iletmektedir. Alıcıda, güçlü doğrudan bağlantı sinyali girişim yaratarak daha zayıf geri saçılım sinyalinin tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Çoğu kablosuz iletişim sistemi için standart dalga biçimi olan OFDM, bu sorunu çözmek için mevcut çözümlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Spesifik olarak, çevrimsel önek ve boş alt taşıyıcılar gibi, CP-OFDM'nin
20 özelliklerinden doğrudan bağlantı girişimini azaltmak için yararlanılmıştır. Geri saçılım iletişiminin çoğu kullanım durumunun son derece güvenilir sistemler gerektirdiği göz önüne alındığında, birçok araştırma geri saçılım iletişiminde güvenilirliği geliştirmek için CP-OFDM'den yararlanmaya odaklanmıştır. Bununla birlikte, yazarların alt taşıyıcı kümesi başına bir bitlik bilgi iletmek için alt taşıyıcı bazlı konsepti uyguladıkları [1]'de görüldüğü
25 gibi, bu çözümler genellikle düşük spektral verimlilik, artan donanım karmaşıklığı ve alıcıda daha yüksek hesaplama gereksinimleri gibi ödünleşimleri içermektedir, bu proses, etiketin yalnızca geri saçılım sinyalini iletmeyi amaçlayan alt taşıyıcı kümesini zayıflatmak için pasif çentik filtre bankasının sofistike donanımına sahip olmasını gerektirirken, birincil sinyali içeren alt taşıyıcıların geri kalanının değişmeden geçmesine izin vermektedir, bu da donanım
30 karmaşıklığını ve işleme süresini artırmaktadır.

[2],[3],[4]'te yazarlar, kalan CP kısmı ile CP-OFDM sembolündeki karşılık gelen kısmı arasında sembol süresi içinde korelasyon gerçekleştirerek doğrudan bağlantı girişimini azaltmak için çevrimsel önekin (CP) bozulmamış kısmından yararlanmayı önermektedir.

Bununla birlikte, bu teknik kanal uzunluğunun kesin olarak bilinmesini gerektirmektedir ve bu da pratik senaryolarda her zaman mümkün olmayabilmektedir.

[5],[6],[7]'de yazarlar, CP-OFDM'de geri saçılım sinyallerini ortamdaki geri saçılım iletişimi için birincil sistem sinyallerinden ayırmak amacıyla ön işaretler ve pilotun alt taşıyıcılarını kullanmıştır, ancak ön işaretlerin ve pilotların geri saçılım iletişimi için yeniden kullanılması, kanal tahmin doğruluğu ve senkronizasyon açısından birincil sistemin performansını etkileyebilmektedir ve düşürebilmektedir.

[8],[9],[10]'da yazarlar, FSK modülasyon şeması uygulayarak geri saçılım sinyallerini birincil sinyallerin bant doluluğu dışındaki frekanslarda bilgi iletmek için kaydırmaktadır, bu proses alıcının veri geri saçılan bilgi sinyallerini yakalamak için bitişik kanalları tarayabilen ek filtre ile donatılmasını gerektirmektedir, dolayısıyla hem donanım karmaşıklığını hem de işleme süresini artırmaktadır.

[11]'de yazarlar, bir geri saçılım cihazının bilgilerini iletmesi için baz istasyonundan gelen birincil sinyali önceden tahsis edilmiş boş alt taşıyıcılara kaydırmak için üç frekans kaydırmalı anahtarlama (FSK) tabanlı geri saçılım modülasyon şeması önermektedir, veri alt taşıyıcılarının boş alt taşıyıcılara farklı frekans kaydırma stillerine sahip OOK, FSK1 ve FSK2'yi dikkate almışlardır, bununla birlikte, OOK ve FSK1'e dayalı çözüm düşük güvenilirlik göstermiştir, ancak FSK2 spektrum verimsizliği pahasına bunu iyileştirmiştir. Mevcut CP-OFDM'ye Geri Saçılımın entegre edilmesi, güvenilir iletişim için ayrılmış kaynakların önceden tahsis edilmesini gerektirecektir, ancak spektrumun verimsiz kullanımı, hesaplama karmaşıklığı ve hatta donanım karmaşıklığını da beraberinde getirmektedir. Bu, özellikle spektrumun RF'deki kıt kaynak olduğu, düşük güçlü, düşük maliyetli pasif IoT'nin ultra güvenilir, düşük gecikmeli ve mMTC gibi büyük IoT bağlanabilirliğini desteklemek için çoğunlukla basit donanıma ve daha az karmaşık hesaplama prosesine sahip küçük cihazlar olmayı tercih ettiği düşünüldüğünde, bir boşluğu yansıtan kritik bir sınırlamadır.

Geri saçılım iletişimde, hem doğrudan bağlantı hem de geri saçılım bağlantısı, orijinal ve kaydırılmış versiyon olmak üzere aynı taşıyıcı sinyali iletmektedir. Alıcıda, doğrudan bağlantı sinyali tipik olarak geri saçılım sinyalinden çok daha güçlü görünmektedir ve geri saçılım sinyalinde önemli ölçüde girişime neden olmaktadır. Çoğu kablosuz iletişim sistemi için standart dalga biçimi olarak OFDM, bu sorunu çözen mevcut çözümleri bulmak için yaygın

olarak kullanılmıştır. Özellikle, CP-OFDM'deki çevrimsel önek ve boş alt taşıyıcılar, güvenilir geri saçılım iletişimi için doğrudan bağlantı girişimini azaltmak için kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu çözümler genellikle daha az spektral verimlilik kaybı, artan donanım karmaşıklığı ve alıcıda daha yüksek hesaplama gereksinimleri gibi ödünleşimleri içermektedir.

Geri saçılım cihazları kendi sinyallerini oluşturamamaktadır. Bunun yerine, aktif kaynaklardan yansıyan sinyaller üzerine pasif olarak bilgi modüle ederek iletişim kurmaktadır. Sonuç olarak, alıcı sinyalin iki versiyonunu yakalamaktadır: biri doğrudan aktif vericiden gelen, diğeri ise geri saçılım cihazından yansıyan sinyal. Doğrudan bağlantı sinyali tipik olarak geri saçılım sinyalinden çok daha güçlüdür, bu da önemli bir girişime yol açmaktadır ve alıcıda geri saçılım sinyalinin tespitini zorlaştırmaktadır. Bu zorluk, geri saçılım sinyali tespitinin güvenilirliğini etkilemektedir.

CP-OFDM birincil sinyalin dalga biçimi olarak düşünüldüğünde, bu sorunun çözümü istenmeyen ödünleşme, spektrum verimsizliği, yüksek hesaplama ve donanım karmaşıklığını beraberinde getirmektedir.

Referanslar:

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

[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.

[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, Mart. 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]. Proc. IEEE Küresel Sinyal ve Bil. İşl. Konf., (GlobalSIP), Kasım 2019, s. 1–5'te, R. Takahashi ve K. Ishibashi, "Ambient OFDM pilot-aided delay-shift keying and its efficient detection for ultra-low-power communications,".

[6].H. Chen ve diğerleri, “Pilot design and signal detection for symbiotic radio over OFDM carriers.

[7]. J. Liao ve diğerleri, “In-band ambient FSK backscatter communications leveraging LTE cell-specific reference signals,”.

5 [8]. Proc. IEEE Int. Conf. on Commun. (ICC), Mayıs 2019, s. 1–6’da M. ElMossallamy ve diğerleri, “Non-coherent frequency shift keying for ambient backscatter over OFDM signals,”.

[9]. Proc. IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM), Aralık 2018, s. 1–6’da M. A. ElMossallamy ve diğerleri, “Backscatter communications over ambient OFDM signals using
10 null subcarriers,”.

[10]. M. A. ElMossallamy ve diğerleri, “Noncoherent backscatter communications over ambient OFDM signals,” IEEE Trans. Commun., cilt. 67, no. 5, s. 3597–3611, 2019.

[11]. OFDM Tabanlı Simbiyotik Radyo için Girişimsiz Geri Saçılım İletişimi Muhammad Bilal Janjua, Öğrenci Üye, IEEE, Alphan, Sahin, Üye, IEEE ve Hüseyin Arslan,
15 Akademisyen, IEEE, arXiv:2408.09192v1 [eess.SP] 17 Ağustos 2024.

Buluşun Açıklaması:

Mevcut standartlarda 3GPP, Tarım 4.0 (Akıllı Çiftçilik), Endüstri 4.0 (Akıllı Üretim), Akıllı
20 Şehirler/Evler, Sağlık Endüstrileri ve Ulaşım ve Lojistik gibi uygulamaları destekleyen mevcut ve gelecek nesil kablosuz iletişimde yeni IoT sınıfı ve kritik teknoloji olarak ortam destekli etkin IoT'yi tanıtmıştır. Bu buluş, pasif ve aktif sistemin birlikte varlığının optimize edilmiş performans ve spektrum kaynağının adil paylaşımını beraberinde getirdiği güvenilir, spektral olarak verimli ve daha az hesaplama ve donanım karmaşıklığına sahip geri saçılım
25 iletişimi sistemine olan talebi karşılayabilmektedir.

Bu buluş, geri saçılım sinyalinin iletimi için ayrılmış kaynakların önceden tahsis edilmesi ihtiyacını elimine etmektedir ve tespit için herhangi bir korelasyon prosesine dayanmamaktadır. Bunun yerine, ZT DFT-s-OFDM'nin sıfır-baş kısmının koruma süresi
30 aralığında dolu olan enerji tespitini kullanmaktadır, böylece spektral verimliliği geliştirmektedir ve alıcıda veya geri saçılım cihazında herhangi bir donanım veya hesaplama karmaşıklığı getirmeden son derece güvenilir tespit sağlamaktadır.

Simbiyotik radyonun temel amaçlarından biri, bu iki sistemin bir arada var olması durumunda pasif sistemin aktif sistemin performans ve verimliliğinden ödün vermemesini sağlamaktır. Bu buluş, minimum spektrum kullanımı, düşük hesaplama karmaşıklığı ve düşük donanım karmaşıklığı ile girişim sorunlarını çözmek için etkili bir mekanizma sunmaktadır. Bu çözüm, 5 geri saçılım sinyallerini taşımak için yalnızca önceden tahsis edilmiş ayrılmış kaynaklara, uzatılmış koruma süresine veya boş alt taşıyıcılara güvenmenin ötesine geçmektedir; bunun yerine, baz istasyonunda birincil sinyalin dalga biçimi olarak ZT DFT-s-OFDM tasarımını önermektedir ve geri saçılım cihazında sırasıyla modülasyon ve dalga biçimi olarak gecikme kaydırmalı anahtarlama modülasyonu ve Açık-Kapalı Anahtarlama (OOK) kullanmaktadır.

10

Bu buluş, düşük donanım karmaşıklığı, yüksek güvenilirlik ve minimum spektrum kullanımı ile geri saçılım iletişiminin birincil iletişim sistemine göreceli olarak verimli bir şekilde entegrasyonunu desteklemektedir.

15 Buluşun avantajları aşağıdaki gibidir:

1. İyileştirilmiş Güvenilirlik ve Spektrum Verimliliği: Geri saçılım iletişimi için ayrılmış kaynaklara olan ihtiyacı elimine ederek, bu yöntem mevcut spektrumun kullanımını optimize ederken son derece güvenilir sinyal tespiti sağlamaktadır.
- 20 2. Düşük Hesaplama Karmaşıklığı: Geri saçılım sinyali işleme, karmaşık sinyal işleme ihtiyacını önlemektedir ve alıcı işlemlerini daha basit ve verimli hale getirmektedir.
3. Azaltılmış Donanım Karmaşıklığı: Bu, herhangi bir filtre bankası veya sürekli sinüzoidal sinyallerin oluşturulmasını gerektirmemektedir, donanım taleplerini önemli ölçüde azaltmaktadır ve daha uygun maliyetli hale getirmektedir.
- 25 4. ZT DFT-s-OFDM ile Evre Uyumsuz Tespit: Kuyruk ve baş korumalarının dâhil edilmesi, kanal tahminine ihtiyaç duymadan geri saçılım sinyali tespitini sağlayarak daha basit ve daha verimli tespit sağlamaktadır.

30 Bu yeni yaklaşım, simbiyotik radyo sistemlerinde güvenilir, spektrum açısından verimli ve düşük güçlü iletişim için gelecek vaat eden bir yöntem sunmaktadır.

Buluşu konu yöntemin yapısal ve karakteristik özellikleri ile tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıfta bulunularak yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net

anlaşılabilecektir ve bu nedenle değerlendirme bu şekiller ve detaylı açıklama dikkate alınarak yapılmalıdır.

Şekillerin Açıklaması:

5

Buluşun özelliklerinin daha net anlaşılması ve takdir edilmesi için buluş, ekteki şekillere atıfta bulunularak açıklanacaktır, ancak bunun amacı buluşu bu belirli düzenlemelerle sınırlamak değildir. Tersine, ekteki istemler tarafından tanımlanan buluş alanına dâhil edilebilecek tüm alternatifleri, değişiklikleri ve denklikleri kapsamaya amaçlanmaktadır. Gösterilen detayların sadece mevcut buluşun tercih edilen yapılandırmalarını tanımlamak amacıyla gösterildiği ve hem yöntemlerin şekillendirilmesi hem de buluşun kuralları ve kavramsal özelliklerinin en uygun ve kolay anlaşılabilir tanımını sağlamak için sunulduğu anlaşılmalıdır. Bu çizimlerde;

10

- | | |
|------------|--|
| Şekil-1 | Sistem modelinin bir örneğinin bir görünümü, |
| 15 Şekil-2 | İnovasyon akış şemasının bir görünümü, |
| Şekil-3 | Sinyal modülasyonu ve iletiminin bir görünümü, |
| Şekil-4 | Önerilen yöntemin bir şematik görünümü, |
| Şekil-5 | Sinyal alımı ve demodülasyonunun bir görünümü, |
| Şekil-6 | Koruma aralığına sızıntının bir görünümü, |
| 20 Şekil-7 | ZT DFT-s-OFDM Sembolünün bir görünümü (Sızıntı Olmadığında), |
| Şekil-8 | ZT DFT-s-OFDM Sembolünün bir görünümü (Sızıntı Olduğunda), |

Mevcut buluşun anlaşılmasına yardımcı olacak şekiller ekteki resimde belirtildiği gibi numaralandırılmaktadır ve isimleri ile birlikte aşağıda verilmektedir.

25

Referansların Açıklaması:

- | | |
|---------|---|
| 100. | Verici |
| 101. | Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT) yayımlı sinyal |
| 30 102. | Alt Taşıyıcı Eşleyici |
| 103. | Ters Ayrık Fourier Dönüşümü (IDFT) |
| 104. | Paralelden Seriyeye (P/S) |
| 110. | ZT DFT-s-OFDM'nin Oluşumu |
| 120. | Süre-Alan Sinyali |

- 141. Koruma Aralığı
- 142. Sıfır-Baş Süresi
- 143. Sıfır-Baş Koruması
- 144. Sızıntı
- 5 150. Aktif Sinyal İletimi
- 151. Doğrudan İletim Bağlantısı
- 152. İleri İletim Bağlantısı
- 160. Geri Saçılım Bağlantısı
- 190. Doğrudan Bağlantı Sinyali
- 10 200. Geri Saçılım Cihazı
- 201. Empedans Uyumu ve Uyumsuzluğu
- 202. Bilgi Biti 0
- 203. Bilgi Biti
- 204. Bilgi Biti 1
- 15 205. Gecikme Kaydırmalı Anahtarlama Modülasyonu (DSK)
- 206. Kaydırma Yok Sinyali
- 207. Kaydırma Sinyali
- 208. Geri Saçılım Sinyali
- 300. Alıcı
- 20 301. Geri Saçılım Sinyali Tespiti
- 302. Alınan Sinyal
- 303. Test İstatistiği
- 304. Büyük Eşik
- 305. Küçük Eşik
- 25 306. Geri Saçılım Sinyalinin Yokluğu
- 307. Geri Saçılım Sinyalinin Varlığı
- 311. Seriden Paralele (S/P)
- 312. Hızlı Fourier Dönüşümü
- 313. Alt Taşıyıcı Eşleme Çözücü
- 30 314. Frekans Alanı Denkleştirme
- 315. Ters Hızlı Fourier Dönüşümü
- 316. Veri Tespiti
- Nh. Sıfır-Baş
- Nt. Sıfır-Kuyruk

Buluşun Detaylı Açıklaması:

5 Bu buluş sadece son derece güvenilir geri saçılım iletişimi sağlamakla kalmayıp aynı zamanda verimli spektrum kullanımı da sağlamaktadır. Baz istasyonundaki birincil sinyalin dalga biçimi olarak geleneksel CP-OFDM yerine ZT DFT-s-OFDM kullanılarak, önceden tahsis edilmiş boş alt taşıyıcı eşleyici (102) veya uzatılmış koruma süreleri gibi ayrılmış kaynaklara ihtiyaç duyulmadan geri saçılım cihazlarının (200) entegrasyonu sağlanmaktadır.

10

Bu yaklaşımda, ZT DFT-s-OFDM'nin sıfır-baş ve sıfır-kuyruk yapısı, geri saçılım cihazında (200) gecikme kaydırmalı anahtarlama modülasyonu ve Açık-Kapalı Anahtarlama (OOK) ile birlikte kullanılarak, geri saçılım cihazının (200) sinyalini birincil iletim tarafından yapılan iletimden farklı süre periyotlarında iletmesine olanak tanımaktadır, böylece eşsiz bir arada

15 varoluş ve girişimsiz iletişim sağlanmaktadır.

Bu buluşta ilk olarak baz istasyonunda/vericide (100) ZT DFT-s-OFDM sinyalinin tasarlanması önerilmiştir, burada sinyal doğrudan iletim bağlantısı (151) aracılığıyla bir alıcıya (300) iletilmektedir, bir geri saçılım cihazı (200), bilgilerini bir taşıyıcı sinyal ile aynı

20 sinyalde pasif olarak modüle ederek, geri saçılım cihazının (200), şekil-4'te gösterildiği gibi ZT DFT-s-OFDM sinyalinin sıfır-başının baş koruma süresi (Th) olarak tanımlanan sürede cihazın iletmesine izin veren sinyalin gecikme kaydırmalı anahtarlamasını (DSK-OOK) gerçekleştirdiği ileri iletim bağlantısı (152) aracılığıyla iletişim kurmaktadır.

25 ZT DFT-s-OFDM sinyali başlangıçta baz istasyonu/vericide (100) oluşturulmaktadır. Seri veri bitleri (Nd) BPSK, QAM veya QPSK gibi modülasyon şemaları aracılığıyla veri sembollerine modüle edilmektedir. Bu semboller, bir Ayırık Fourier Dönüşümü (DFT) yayımlı sinyal (101) oluşturmak için baş ve sıfır-kuyruk oluşturan bir sıfır-ile gruplandırılmaktadır ve daha sonra şekil-1 ve şekil-3'te gösterildiği gibi alt taşıyıcı eşleyiciye

30 (102) eşlenmektedir.

Proseste alt taşıyıcı eşleyiciye (102) eşlendikten sonra, veri sembollerinin frekans-alan temsilini Ters Ayırık Fourier Dönüşümünde (IDFT) (103) süre-alan paralel örneklerine dönüştürmek için bir Ters Ayırık Fourier Dönüşümü (IDFT) gerçekleştirilmektedir. Bu

örnekler daha sonra paralelden seriye (P/S) (104) adımında, şekil-4'te gösterildiği gibi seri veri bitlerini (N_d) kapsayan bir sıfır-baş (N_h) ve sıfır-kuyruk (N_t) ile tek bir süre-alan sinyali (120) serileştirilmektedir. Bu serileştirilmiş süre-alan sinyali (120) artık iletim için uygundur.

5

ZT DFT-s-OFDM'de sıfır-kuyruk, iletim sırasında semboller çakıştığında meydana gelebilecek semboller arası girişimi (ISI) önlemek için spesifik olarak dâhil edilmiştir. Bu teknik, sistemin doğrudan iletim bağlantısı (151), ileri iletim bağlantısı (152) ve geri saçılım bağlantısı (160) sırasında ortaya çıkabilecek kanal bozulmalarına ve çok yollu etkilere karşı

10

Elde edilen süre-alan sinyali (120), birincisi doğrudan kanal doğrudan iletim bağlantısı (151), ikincisi ileri iletim bağlantısı (152) ve geri saçılım bağlantıları (160) yolu aracılığıyla olmak üzere iki olası yol aracılığıyla doğrudan alıcıya (300) iletilmektedir. Doğrudan iletim

15 bağlantısı (151) kanalı üzerinden iletim matematiksel olarak süre-alan sinyali (120) ile doğrudan iletim bağlantısının (151) kanal dürtü yanıtı arasında bir konvolüsyon işlemi olarak temsil edilirken, ileri iletim bağlantısı (152) ve geri saçılım bağlantıları (160) yolu üzerinden iletim, ileri iletim bağlantısının (152) kanal dürtü yanıtı ile karakterize edileceği şekildedir, burada baz istasyonundan/vericiden (100) geri saçılım cihazına (200) iletim, süre-alan sinyali

20 (120) ile ileri iletim bağlantısı (152) kanalı arasında bir konvolüsyon işlemi olarak adlandırılmaktadır.

Geri saçılım cihazı (200) DSK-OOK şemasını gerçekleştirmek üzere etkinleştirildiğinde, geri saçılım cihazının (200) bilgi durumu olan girişe dayalı olarak seçici bir şekilde

25 gerçekleştirerek gelen sinyali işlemektedir. Cihaz ikili verilerini, sırasıyla geri saçılan bilginin varlığı olan ikili '1' ve geri saçılan bilginin yokluğu olan '0'ı temsil etmek üzere +1 ve -1 fazları arasında geçiş yapan İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK) kullanarak kodlamaktadır.

30

Bilgi biti 1 (204) koşulu sağlandığında, anten ve yük arasındaki empedans durumlarının uyumsuzluğu nedeniyle, cihaz, gelen süre-alan sinyalinin (120), doğrudan bağlantıdan serbest veya çok zayıf enerji işgali olduğu varsayılan sıfır-baş süresinin (142) bir kısmını işgal edecek şekilde kaydırıldığı, böylece OOK'nin yüksek durumuna karşılık gelen geri saçılan enerjinin iletildiği, bu sayede cihazın bilgi sinyalini alıcıya (300) doğru doğrudan bağlantı girişiminden

bağımsız olarak iletmesini sağlayan bir işlem gerçekleştirerek sinyali modüle etmektedir. Tersine, bilgi biti 0 (202) koşulu sağlandığında, antenin empedansının yükünkiyle uyumlu olması nedeniyle, maksimum enerjinin antenden yüke aktarılmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu durumda, hiçbir kayma meydana gelmemektedir ve süre-alan sinyali (120) cihazdan herhangi bir değişiklik olmadan geçmektedir, yani sıfır-baş süresi (142) cihaz tarafından aktif sinyalden herhangi bir enerji kayması işgali içermemektedir, dolayısıyla bu adımda geri saçılım sinyali (208) sadece gürültü sinyaline denktir.

Bu, bir geri saçılım cihazının (200) geri saçılan bilgi sinyalini alıcıda (300) belirgin bir şekilde tanımlanabilecek şekilde modüle etmesini sağlamaktadır. Eş zamanlı olarak tasarım, doğrudan iletim bağlantısı (151) üzerinden iletilen sinyalle girişimi en aza indirmektedir.

Şekil-1 ve şekil-2'ye atfen, alıcı (300) hem baz istasyonundan/vericiden (100) hem de geri saçılım cihazından (200) sırasıyla doğrudan iletim bağlantısı (151) ve geri saçılım bağlantısı (160) üzerinden sinyal almaktadır, ancak hem baz istasyonu/verici (100) hem de alıcı (300) arasındaki mesafe nedeniyle, baz istasyonundan/vericiden (100) gelen sinyal doğrudan iletim bağlantısı (151) üzerinden ilerlerken alıcıya (300) farklı süre gecikmeleriyle ulaşmaktadır. Semboller arası girişim olmamasını sağlamak için, kanal doğrudan iletim bağlantısının (151) maksimum aşırı gecikmesinin ZT DFT-s-OFDM'nin sıfır-kuyruk korumasına eşit veya bundan daha az olduğu varsayılmaktadır, sıfır-baş süresi (142) kanalın tahmini gecikme yayılımına uyum sağlamayı amaçlarken, sinyallerin başındaki ZT DFT-s-OFDM'nin sıfır-baş koruması (143) düşük güç örnekleri bunun yerine yalnızca Ters Ayırık Fourier Dönüşümünün (IDFT) (103) çevrimselliği nedeniyle sıfır-baş süresinde (142) güç yeniden büyümesini önlemek içindir ve şekil-4'te gösterildiği gibi ZT DFT-s-OFDM'nin bir diğer üst başını temsil etmektedirler.

Geri saçılım cihazı (200), şekil-4'te gösterildiği gibi, süre-alan sinyalinin (120) Td'ye denk gecikmeye kaydırılmasını ve sıfır-baş süresinde (142) iletmek için kaydırılmasını sağlayan Gecikme Kaydırmalı Anahtarlama-Açık Kapalı Anahtarlama, DSK-OOK hibrit modülasyon şemasını uygulayarak iletişim kurmaktadır.

Cihazdan gelen kaydırılmış sinyal ikinci dolaylı geri saçılım bağlantısından (160) geçmektedir, spesifik olarak geri saçılım cihazından (200) alıcıya (300) geri saçılım sinyali (208) olarak geri saçılım bağlantısı (160) olarak tanımlanmaktadır, burada kanal geri saçılım

bağlantısı (160) dürtü yanıtı ile tanımlanmaktadır, şekil-2'de iletim matematiksel olarak geri saçılım sinyali (208) ile kanal dürtü yanıtı arasında konvolüsyon işlemi ile gösterilmektedir.

Şekil-2'den, alıcıda (300) iki sinyalin üst üste bindirilmiş hali alınmaktadır: doğrudan iletim bağlantısı (151) üzerinden doğrudan bağlantı sinyali (190) olarak gelen aktif sinyal iletimi (150) ve geri saçılım bağlantısı (160) aracılığıyla gelen sinyal. Bu sinyaller şekil-5'teki seriden paralele (S/P) (311) işlenmektedir. Şekil-4'te gösterilen sıfır-baş süresi (142) sırasında, geri saçılım sinyalinin (208) uygulanan gecikme kaydırmasına bağlı olarak iletilmesinin beklendiği bir enerji seviyesi kontrolü yapılmaktadır. Sinyal alımı sırasında gürültü eklendiğinden, dolaylı olarak alınan sinyal (302) geri saçılım sinyalinin (208) ve adımda (170) eklenen gürültünün toplamı olarak modellenenbilmektedir. İlerledikten sonra, alıcı (300) doğrudan iletim bağlantısı (151) aracılığıyla gelen doğrudan bağlantı sinyalinin (190) kodunu çözmek için konvansiyonel evre uyumlu tespit gerçekleştirmektedir. Eş zamanlı olarak, dolaylı olarak alınan sinyalde (302) geri saçılım sinyalinin (208) varlığını tanımlamak için evre uyumsuz tespit gerçekleştirmektedir. Bu, alınan sinyalin enerji seviyesinin önceden tanımlanmış bir eşik değeriyle karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Enerji seviyesi büyük eşiğin (304) altına düşerse, geri saçılım sinyalinin yokluğunu (306) tespit etmektedir, yani gözlemlenen sinyal içeriği esas olarak adım (170) sırasında eklenen gürültüden oluşmaktadır.

Tersine, enerji seviyesi küçük eşiği (305) aşarsa, geri saçılım sinyalinin varlığını (307) tespit etmektedir.

Sistemde, sızıntı (144) koruma aralığından (141) daha yüksek olduğunda, çok yollu etkilerden kaynaklanan güç, alıcıda (300) sinyal tespitini önemli ölçüde bozabilmektedir. Koruma aralığındaki (141) sızıntı (144) gürültü gücünü artırarak, özellikle geri saçılım iletişimi sistemlerindeki modüle edilmiş sinyaller için geri saçılım sinyali tespit (301) prosesini zorlaştırmaktadır. Bu sorunu çözmek için denkleştirme gereklidir ve iki temel yolla gerçekleştirilebilmektedir:

1. Kısmi Denkleştirme: Bu yöntemde, Gecikme Kaydırmalı Anahtarlama (DSK) gibi geri saçılım modülasyonu için kullanılanlar gibi geri saçılım modülasyonu prosesi için kritik olan koruma aralığının (141) sadece bir kısmı denkleştirilmektedir. Bu hedefli yaklaşım

hesaplama karmaşıklığını azaltırken sızıntı (144) etkilerinin yeterli düzeyde azaltılmasını sağlamaktadır.

2. Tam Sinyal Eşitleme: Bu yöntem, koruma aralığı (141) da dâhil olmak üzere tüm sinyalin denkleştirilmesini içermektedir. Hesaplama açısından daha zorlu olsa da, kalıntı sızıntının (144) ana sinyale yayılmamasını sağlayarak genel veri kurtarma ve sistem performansını iyileştirmektedir.

Her iki yöntem de MMSE, LSE vb. gibi uyarlanabilir denkleştirme tekniklerini içerebilmektedir. Bu teknikler, iletilen süre-alan sinyaline (120) gömülü pilot sembolleri veya referans desenleri kullanarak, gerçek zamanlı kanal koşullarına göre denkleştirme parametrelerini dinamik olarak ayarlamaktadır ve değişken sızıntı (144) etkilerine karşı sağlam bir çözüm sağlamaktadır. Ayrıca, ön işleme ve ön kodlama yöntemleri de vardır. Bu stratejiler sadece sinyal tespitini geliştirmekle kalmayıp aynı zamanda sistem verimliliğini de korumaktadır. Dolayısıyla, sızıntı (144) varsa, Şekil-8'de gösterildiği gibi, koruma aralığı (141) içinde güçte bir artış gözlemlenecektir, bu da tespiti daha zor hale getirecektir. Tersine, sızıntının (144) yokluğu Şekil-7'de gösterilmektedir. Her iki şekilde de koruma aralıkları (141) içindeki güç seviyelerinin değiştiği ve bu etkinin belirginleştiği gözlemlenebilmektedir.

Mevcut teknolojinin belirli yapılandırmalarının yukarıda belirtilen açıklamaları örnekleme ve açıklama amacıyla sunulmuştur. Bunların kapsamlı olması veya mevcut teknolojiyi açıklanan kesin biçimlerle sınırlandırması amaçlanmamaktadır. Açıkça görüldüğü üzere, yukarıdaki öğretiler dikkate alındığında birçok modifikasyon ve varyasyon mümkündür. Bu yapılandırmalar, mevcut teknolojinin prensiplerini ve pratik uygulamalarını en iyi şekilde açıklamak için seçilmiştir ve açıklanmıştır, bu da teknikte uzman olan diğer kişilerin mevcut teknolojiyi ve çeşitli yapılandırmalarını öngörülen özel kullanıma uygun olarak uygun modifikasyonlarla kullanmasını sağlamaktadır. Koşulların önerebileceği veya uygun hale getirebileceği çeşitli eksikliklerin ve denklıkların ikame edilmesinin öngörüldüğü anlaşılmaktadır, ancak bu tür değişiklikler, mevcut teknolojinin istemlerinin özünden veya kapsamından ayrılmadan yazılımı veya uygulamayı kapsamayı amaçlamaktadır.

Herhangi bir çelişki olmadığı durumlarda, mevcut açıklamadaki yapılandırmalar ve bunların özellikleri birleştirilebilmektedir. Yukarıdaki açıklamalar sadece mevcut açıklamanın spesifik uygulamalarıdır ve koruma kapsamını sınırlamayı amaçlamamaktadır. Mevcut açıklamanın teknik kapsamı dâhilinde teknikte uzman bir kişi tarafından kolayca belirlenen herhangi bir

varyasyon veya değiştirme, koruma kapsamına girecektir. Bu nedenle, mevcut açıklamanın koruma kapsamı istemler tarafından belirlenecektir.

5

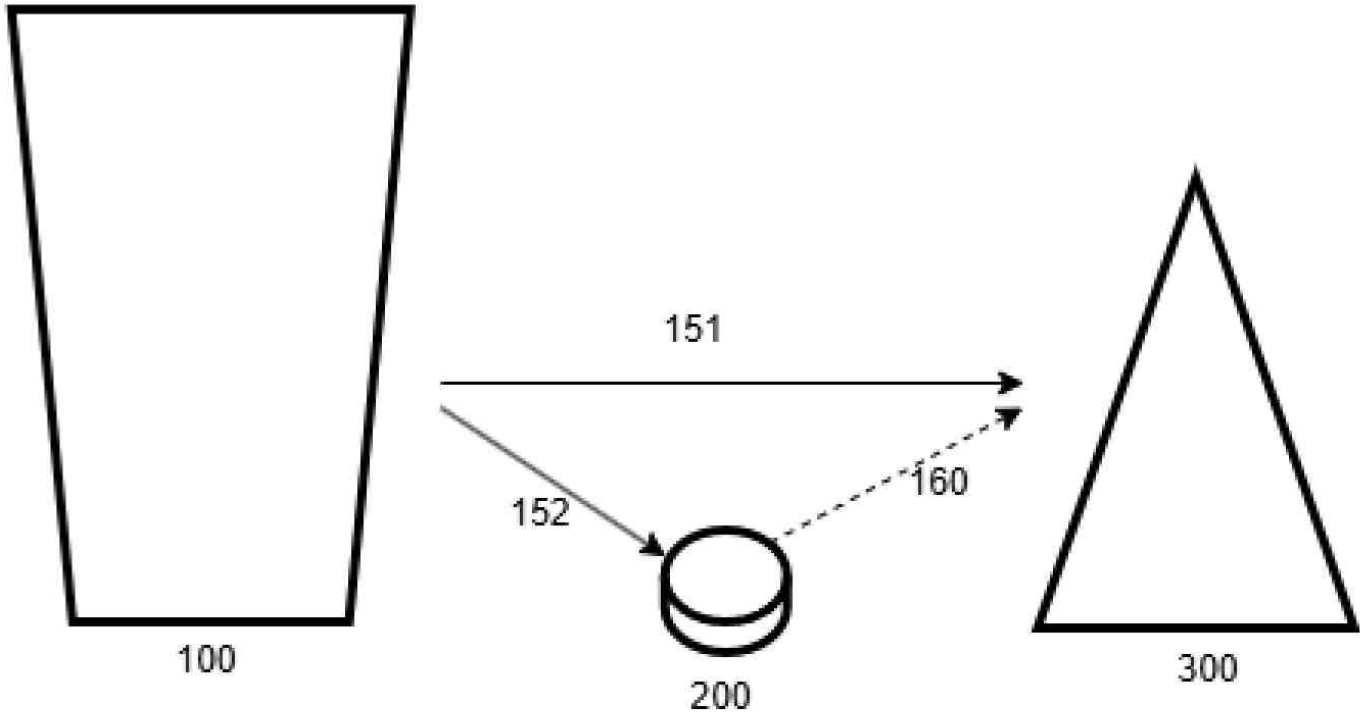
10

15

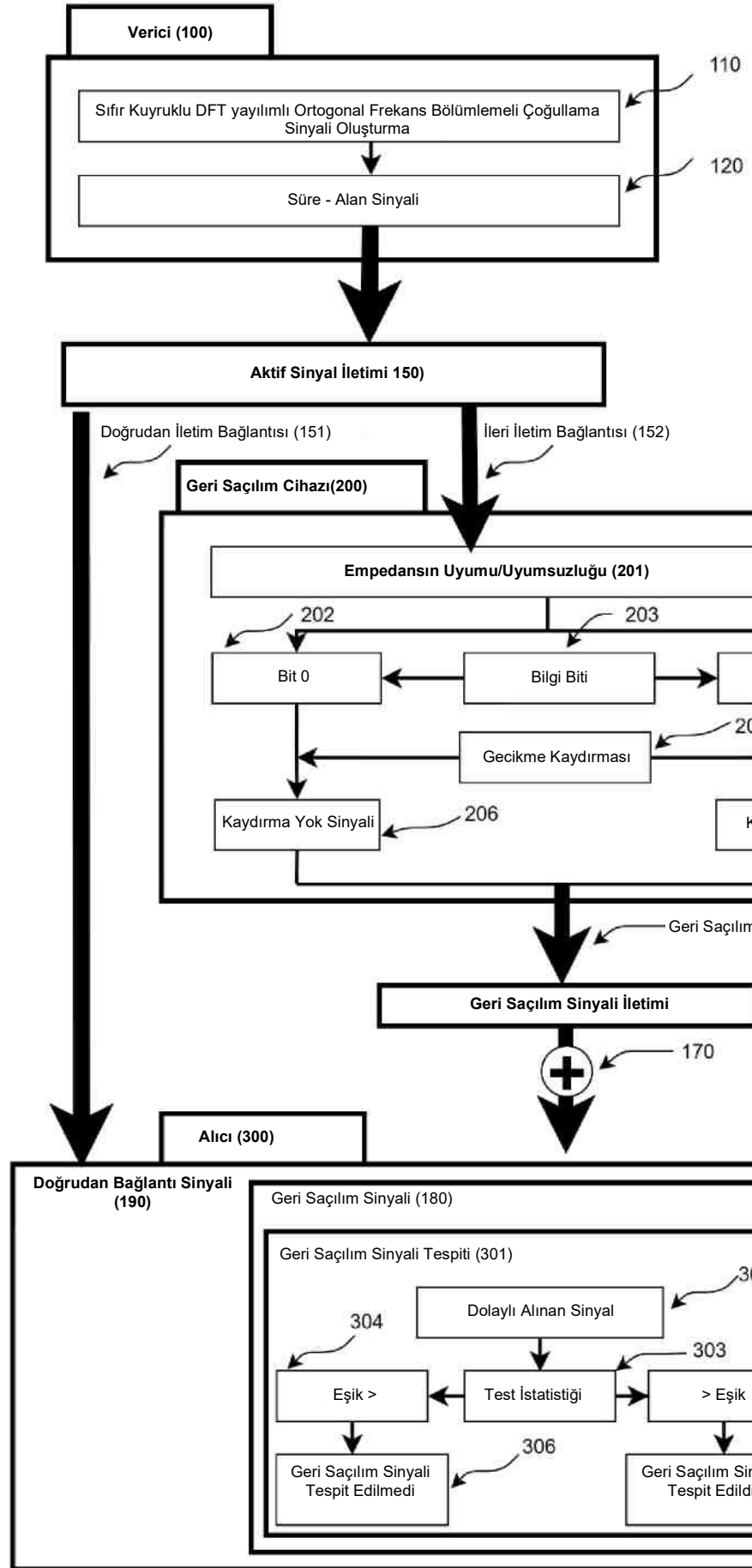
20

25

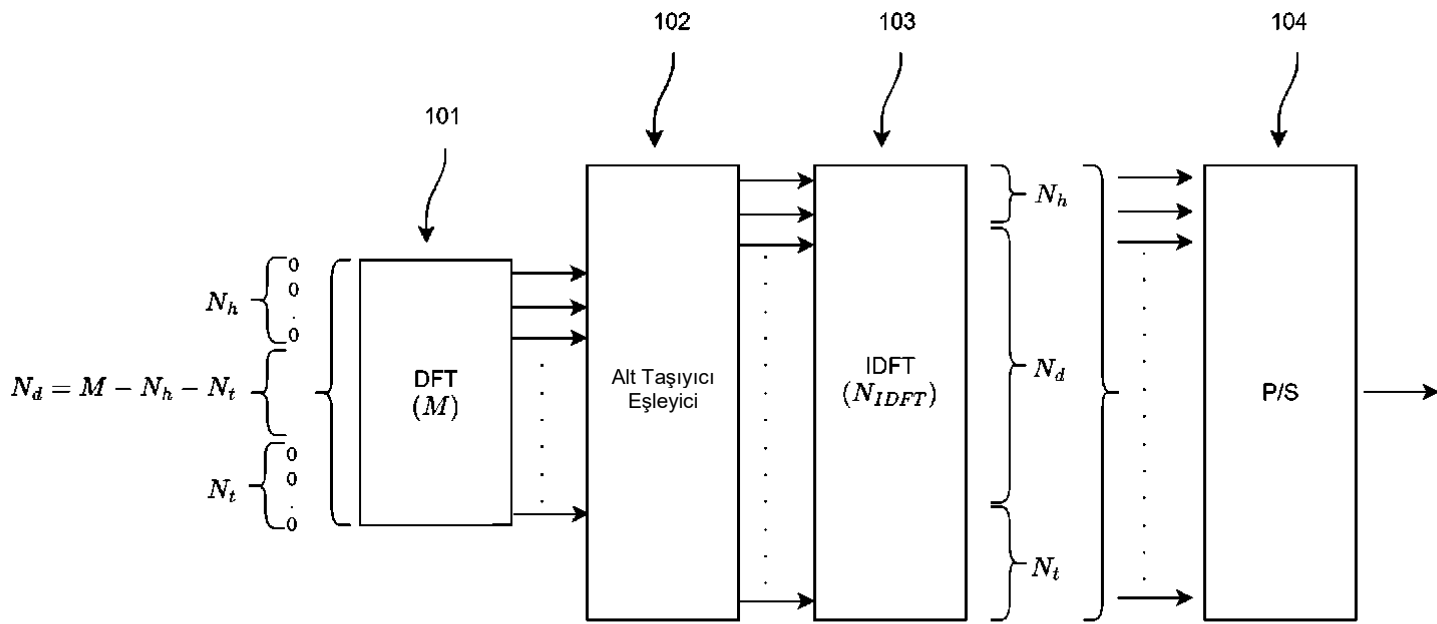
30



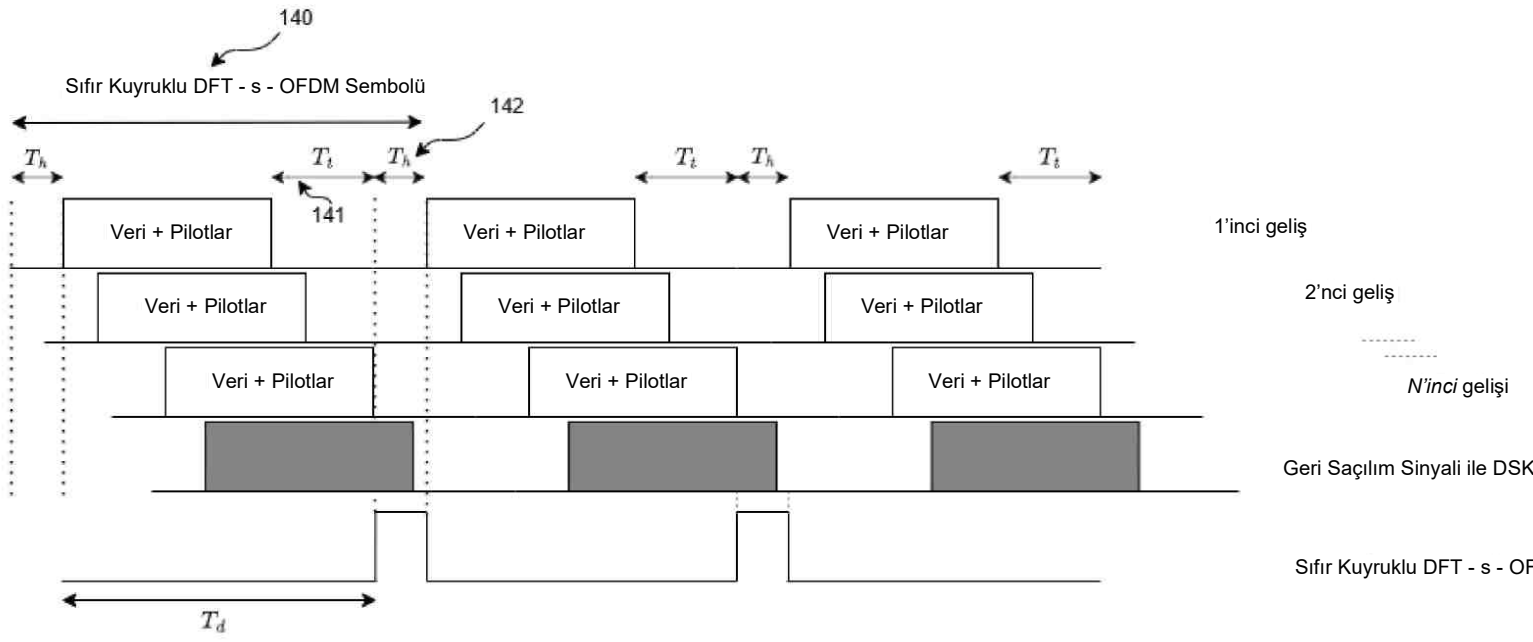
ŞEKİL 1



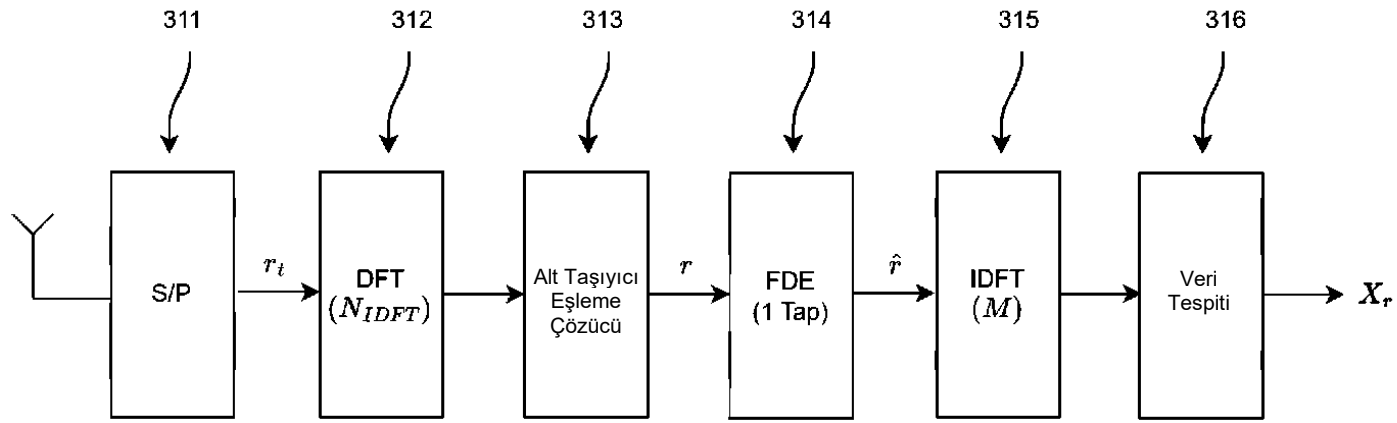
ŞEKİL 2



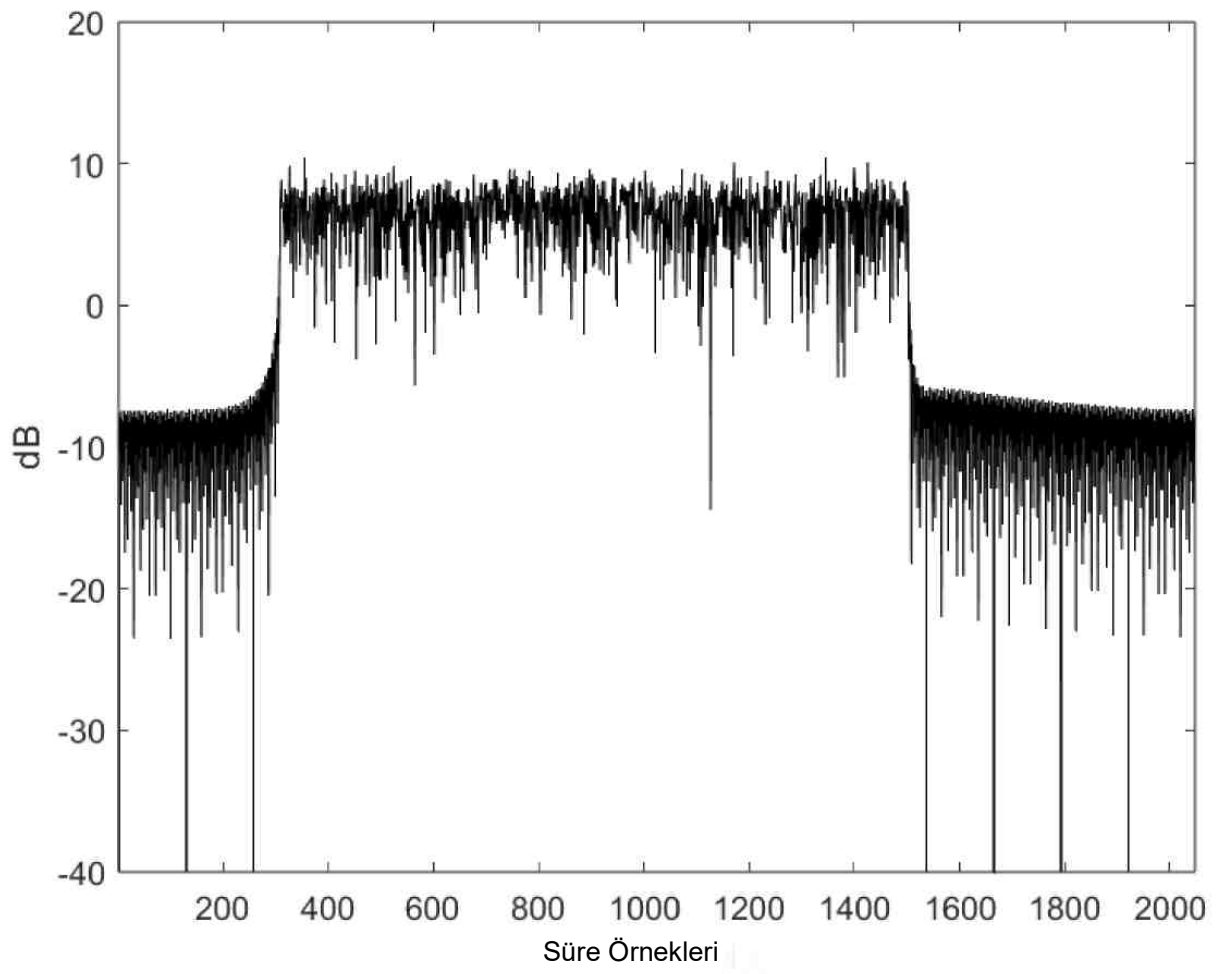
ŞEKİL 3



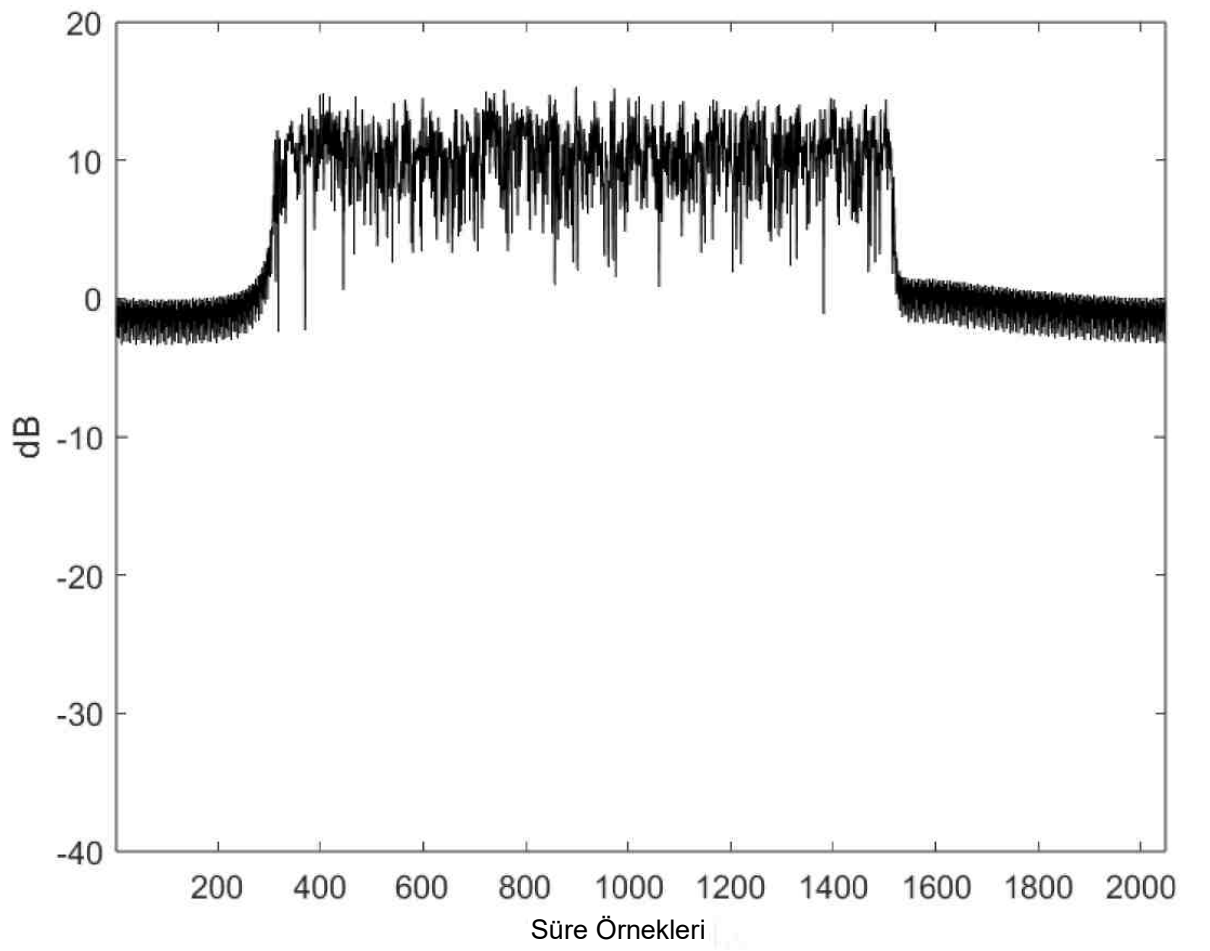
ŞEKİL 4



ŞEKİL 5



ŞEKİL 7



ŞEKİL 8