

## ÖZET

### **GERİ SAÇILIMLI İLETİŞİM VE SİMBİYOTİK RADYO İLE ENERJİ VERİMLİ HAVADAN HESAPLAMAYA YÖNELİK BİR YÖNTEM**

5

Buluş özellikle, havadan hesaplamayı enerji verimli hale getirmeyi ve ortam gücü etkin Nesnelerin İnterneti (IoT), pasif IoT ve kablosuz sensör ağlarının (WSN'ler) ömrünü uzatmayı sağlayan ve çevresel koşullar nedeniyle doğrudan bağ girişi ve sinyal gücünde düşüş gibi geri saçılımlı iletişimin zorluklarını ele alan ve geri saçılımlı iletişimin güvenilirliğini artıran bir yöntem ile ilgilidir.

10

## İSTEMLER

- 5 1. Geri saçılımlı iletişim ve simbiyotik radyo ile desteklenen enerji verimli havadan hesaplama sağlayan bir yöntem olup, aşağıdaki proses adımlarını içermesi ile karakterize edilmektedir;
- 10 i. iletim noktasında (110) ve/veya alım noktasında (130) pilot ve/veya veri sembolü iletimi (210),
- ii. her bir geri saçılım cihazının (130) büyük ölçekli sönümleme parametrelerinin tahmin edilmesi (220),
- 15 iii. her bir geri saçılım cihazının (130) tahmini büyük ölçekli sönümleme parametrelerine dayalı olarak geri saçılan sinyalin gücünü ayarlamak için her bir geri saçılım cihazının (130) yansıma katsayısının ayarlanması (230).
- 20 2. İstem 1'e göre yöntem olup, aşağıdaki proses adımlarını içermesi ile karakterize edilmektedir;
- i. modüle edilmemiş bir taşıyıcı sinyalin (410) iletim noktası (110) tarafından geri saçılım cihazlarına (130) iletilmesi (315),
- 25 ii. verilerini bir veya daha fazla geri saçılım cihazı (130) tarafından iletmek için alınan sinyalin frekans kaydırmalı anahtarlama ile modüle edilmesi (320),
- iii. iletim noktasından (110) farklı frekanslar üzerinden üst üste bindirilmiş geri saçılan sinyalin ve doğrudan bağ sinyalinin alım noktası (120) tarafından alınması (330),
- 30 iv. alım noktası (130) tarafından matematiksel bir fonksiyonu hesaplamak için havadan hesaplama gerçekleştirilmesi (340),
- v. hesaplanan fonksiyondan sonuçların alınması ve alım noktası (130) tarafından bir karar verilmesi (350).
- 3 3. İstem 1'e göre yöntem olup, aşağıdaki proses adımlarını içermesi ile karakterize edilmektedir;

- 5
- 10
- 15
- 20
- i. geri saçılımlı iletişim ve/veya enerji depolama için geri saçılım cihazlarına taşıyıcı sağlarken alım noktasına veri iletimi için akıllı veri ve boş alt taşıyıcı tahsisi ile OFDM sinyalinin tasarlanması (300),
  - ii. iletim noktasından veri ve boş alt taşıyıcılarla önceden tasarlanmış sinyalin iletilmesi (310),
  - iii. verilerini bir veya daha fazla geri saçılım cihazı (130) tarafından iletmek için alınan sinyalin frekans kaydırmalı anahtarlama ile modüle edilmesi (320),
  - iv. iletim noktasından (110) farklı frekanslar üzerinden üst üste bindirilmiş geri saçılan sinyalin ve doğrudan bağ sinyalinin alım noktası (120) tarafından alınması (330),
  - v. alım noktası (130) tarafından matematiksel bir fonksiyonu hesaplamak için havadan hesaplama gerçekleştirilmesi (340),
  - vi. hesaplanan fonksiyondan sonuçların alınması ve alım noktası (130) tarafından bir karar verilmesi (350).
4. Proses adımı (i)'de söz konusu modüle edilmemiş taşıyıcı sinyalin (410) geri saçılım cihazında (130) enerji depolama ve geri saçılımlı iletişimi için kullanılması ile karakterize edilen, İstem 2'ye göre yöntem.
5. Proses adımı (i)'de, söz konusu modüle edilmemiş taşıyıcı yerine geri saçılımlı iletişimi desteklemek için bir taşıyıcı sinyal (410) olarak bir cırlı sinyalinin iletilmesi ile karakterize edilen, İstem 2'ye göre yöntem.

## TARİFNAME

### GERİ SAÇILIMLI İLETİŞİM VE SİMBİYOTİK RADYO İLE ENERJİ VERİMLİ HAVADAN HESAPLAMAYA YÖNELİK BİR YÖNTEM

5

#### **Teknik Alan**

Buluş, geri saçılımlı iletişim ve simbiyotik radyo ile desteklenen enerji verimli havadan hesaplama sağlayan bir yöntemle ilgilidir.

10

Buluş özellikle, havadan hesaplamayı enerji verimli hale getirmeyi ve ortam gücü etkin Nesnelerin İnterneti (IoT), pasif IoT ve kablosuz sensör ağlarının (WSN'ler) ömrünü uzatmayı sağlayan ve çevresel koşullar nedeniyle doğrudan bağ girişimi ve sinyal gücünde düşüş gibi geri saçılımlı iletişimin zorluklarını ele alan ve geri saçılımlı iletişimin güvenilirliğini artıran bir yöntemle ilgilidir.

15

#### **Tekniğin Bilinen Durumu**

Son yıllarda, IoT, kablosuz sensör ağları ve ortam hesaplaması alanlarında gelişmiş uygulamaları mümkün kılacak enerji verimli iletişim yöntemlerinin geliştirilmesine büyük ilgi gösterilmektedir. Dikkatleri üzerine çeken umut verici yaklaşımlardan biri, havadan hesaplamayı mümkün kılmak için geri saçılımlı iletişim ve simbiyotik radyo tekniklerinin entegrasyonudur. Bu yeni kombinasyon, bağlı cihazların enerji tüketimini büyük ölçüde azaltırken çalışma ömürlerini uzatarak kablosuz iletişim paradigmalarında devrim yaratma potansiyeline sahiptir.

20

25

Sürekli genişleyen kablosuz cihazlar ve artan enerji verimli iletişim ihtiyacı, kablosuz ağların performansını artırmak için yenilikçi yöntemleri araştırarak araştırmalara neden olmuştur. Doğrudan iletim ve alım gibi geleneksel kablosuz iletişim yaklaşımları enerji yoğun olabilmektedir ve pille çalışan cihazlarda uzun dönemli dağıtımların pratikliğini sınırlamaktadır.

30

Kablosuz sensör ağlarında, sıcaklık izleme, bir alarm durumunu bildirme gibi belirli görevleri yerine getirmek için birçok sensör dağıtılmaktadır. Genellikle bu sensörler, verileri toplamak

ve kablosuz olarak bir alıcıya iletmek için sınırlı enerji kaynaklarına sahiptir. Ayrıca, birden fazla sensörün iletiminden kaynaklanan girişimi en aza indirmek için kablosuz sensörlerin farklı zamanlarda veya farklı frekanslar üzerinden ayrı ayrı iletim yapmaları gerekmektedir. Her bir sensörden ayrı ayrı kablosuz veri iletimi önemli miktarda radyo kaynağı gerektirmektedir, bu da bu kaynakların kullanılabilirliği sınırlı olduğunda bu yaklaşımı verimsiz hale getirmektedir. Çoğu kablosuz sensör uygulamasında, alıcı genellikle bir karar vermek için her sensörden alınan veriler üzerinde bazı fonksiyonlarla hesaplama yapmaktadır. Bu gereklilik göz önünde bulundurularak, kablosuz çoklu erişim kanallarının sinyal üst bindirme özelliğinden yararlanarak matematiksel fonksiyonların hesaplanmasını verimli bir şekilde gerçekleştirmek için son zamanlarda havadan hesaplama olarak bilinen bir hesaplama yöntemi sunulmuştur. Bu yöntem sayesinde, eşzamanlı iletimler hesaplama yardımcı olduğu için girişim artık bir sorun oluşturmamaktadır. Havadan hesaplama girişim sorunlarını çözse de, güç amplifikatörleri ve osilatörler gibi aktif radyo elemanları gerektiren kablosuz veri iletimi nedeniyle enerji tüketimi sorunları devam etmektedir. Dolayısıyla havadan hesaplamayı enerji verimliliği ile tamamlayabilecek ve kablosuz sensör ağının ömrünü artıracak düşük veya sıfır güçlü iletişim tekniklerine ihtiyaç vardır.

Öte yandan, ortam geri saçılımlı iletişimi, basit kodlaması ve modülasyonu nedeniyle sıfır güçlü iletişim için umut verici bir aday teknoloji olarak kabul edilmektedir. Ancak, büyük kayıplardan kaçınmak için güvenilir ve zamanında iletişimin gerekli olduğu orman yangını izleme, sağlık izleme gibi kablosuz sensör uygulamaları için uygun değildir. Sinyal gücündeki düşüş, çevresel koşullar ve girişim nedeniyle, ortam geri saçılımlı iletişimi hatalı ve güvenilir olabilmektedir. Ortam geri saçılımlı iletişimin yukarıda bahsedilen zorluklarını aşmak için çözümler bulmak son derece arzu edilmektedir.

Literatürde yapılan araştırma sonucunda "EP3658859A1" başvuru numaralı ve "Dağıtılmış optik algılama sistemleri ve yöntemleri" başlıklı bir patent başvurusu bulunmuştur. Patent başvurusu, optik olarak transparan bir ortamda optik yol uzunluğu değişimlerinin kantitatif ve dağıtılmış ölçümü için sistemler ve yöntemler ve özellikle optik olarak transparan bir ortamda bir optik yol boyunca optik faz değişimlerinin kantitatif ve dağıtılmış ölçümü için sistemler ve yöntemler ile ilgilidir. Ancak söz konusu patentte, geri saçılımlı iletişim ve simbiyotik radyo ile desteklenen enerji verimli havadan hesaplama sağlayan yöntem hakkında bilgi bulunmamaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda, geri saçılımlı sensör ağları ile havadan hesaplamayı dikkate alan sadece birkaç yaklaşım vardır ve şu makaleler bulunmaktadır: “Mobility-assisted over-the-air computation for backscatter sensor networks” [1]; “Intelligent Reflecting Surface-Assisted Over-the-Air Computation for Backscatter Sensor Networks” [2].

5

“Mobility-assisted over-the-air computation for backscatter sensor networks” makalesinde önerilen çözüm, geri saçılımlı sensör ağlarında havadan hesaplama performansını iyileştirmek için UAV'lerin mobilitesinden faydalanmaktadır. Spesifik olarak, havadan hesaplama iki fazda gerçekleştirilmektedir. Birinci fazda, UAV birden fazla duraklama konumundan referans sinyalleri toplamaktadır ve ikinci fazda UAV geri saçılımlı sensörlerden bilgi sinyallerini toplamak için aynı konumu ziyaret etmektedir. Son olarak UAV, birinci fazda gözlemlenen kanal kazançlarının toplamına dayalı olarak ikinci fazda toplanan her ölçüme doğrusal katsayı atamaktadır. “Intelligent Reflecting Surface-Assisted Over-the-Air Computation for Backscatter Sensor Networks” makalesinde nesnelerin internetine doğru veri birleştirme ve enerji tedariki sağlamak için havadan hesaplamalı akıllı yansıtıcı yüzey (IRS) destekli bir geri saçılımlı sensör ağı da önerilmiştir.

15

“Mobility-assisted over-the-air computation for backscatter sensor networks” makalesinde önerilen çözüm, geri saçılımlı sensör ağlarında havadan hesaplamanın ortalama kare hata performansını geliştirmek için UAV'lerin mobilitesini bir çeşitlilik mekanizması olarak kullanmaktadır. Ayrıca, “Intelligent Reflecting Surface-Assisted Over-the-Air Computation for Backscatter Sensor Networks” makalesinde IRS'nin faz kaymaları, geri saçılım cihazlarının güç bölme oranları ve normalizasyon faktörü, IRS destekli geri saçılımlı sensör ağları için havadan hesaplama ile ortalama karesel hatayı en aza indirmek için birlikte optimize edilmektedir.

20

25

Yukarıda önerilen çözümler temel olarak geri saçılımlı sensör ağlarında havadan hesaplama performansını geliştirmeye odaklanmaktadır, ancak alıcı-verici tasarımının, özellikle de geri saçılımlı iletişim için taşıyıcı sinyal tasarımının önemini fark etmekte eksik kalmaktadır. “Mobility-assisted over-the-air computation for backscatter sensor networks” makalesinde önerilen çözüm, havadan hesaplamayı iyileştirmek için yalnızca UAV'lerin mobilitesini kullanmıştır, ancak geri saçılımlı iletişim sorunlarını ihmal etmiştir. “Intelligent Reflecting Surface-Assisted Over-the-Air Computation for Backscatter Sensor Networks” makalesinde önerilen çözüm, hızlı veri birleştirme ve IoT cihazlarına sürdürülebilir enerji tedariki için

30

sırasıyla geri saçılım cihazında ve akıllı yansıtıcı yüzeyde (IRS) güç bölme ve faz kaymasını optimize etmiştir. Bu yaklaşım, özellikle simbiyotik radyo durumunda geri saçılımlı iletişim destekli havadan hesaplama için alıcı-verici tasarımını da dikkate almamıştır.

- 5 Bugünkü durumdaki teknik sorunlardan da görüldüğü üzere, sinyal gücündeki düşüş, çevresel koşullar ve girişim nedeniyle ortam geri saçılımlı iletişimi hatalı ve güvenilirmez olabilmektedir.

10 Sonuç olarak, yukarıda belirtilen ihtiyaçları karşılamaya yönelik çözümlerin yetersizliği nedeniyle, ilgili teknik alanda bir geliştirme yapılması gerekmiştir.

### **Buluşun amacı**

15 Buluş, mevcut durumlardan esinlenmiştir ve yukarıda belirtilen dezavantajları çözmeyi amaçlamaktadır.

Buluşun temel amacı, en azından düşük güçlü IoT cihazları ve sensörleri için geri saçılımlı iletişim ile enerji verimli havadan hesaplama sağlamaktır.

20 Buluşun bir diğer amacı, geri saçılımlı iletişimin sınırlamalarını aşmak için havadan hesaplama yararlanmaktır.

25 Buluşun bir diğer amacı, akıllı telefonlar gibi tipik iletişim cihazlarının çalışmayabileceği çok düşük sıcaklıklar ve çok yüksek basınçlar gibi zorlu ortamlarda güç kısıtlı sensörlerle iletişimi sağlamaktır.

Yukarıda belirtilen amaçlara ulaşmak için, buluş aşağıdaki proses adımlarını içermektedir:

- 30
- i. iletim noktasında ve/veya alım noktasında pilot ve/veya veri sembolünün iletilmesi,
  - ii. her bir geri saçılım cihazının büyük ölçekli sönümleme parametrelerinin tahmin edilmesi,

- iii. her bir geri saçılım cihazının yansıma katsayısının, her bir geri saçılım cihazının tahmini büyük ölçekli sönümleme parametrelerine dayalı olarak geri saçılan sinyalin gücünü ayarlamak üzere ayarlanması.

5 Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atfen yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirme bu şekiller ve detaylı açıklama dikkate alınarak yapılmalıdır.

### **Referans Listesi**

10

110. İletim noktası

111. Doğrudan bağ

15

112. Ön bağ

120. Alım noktası

130. Geri saçılım cihazı

20

131. Geri saçılan bağ

140. Bölge

25

140A. Etkilenen kısım

140B. Etkilenmeyen kısım

210. Pilot ve/veya veri sembolünün iletim noktasında ve/veya alım noktasında iletimi

30

220. Her bir geri saçılım cihazının büyük ölçekli sönümleme parametrelerinin tahmin edilmesi

230. Her bir geri saçılım cihazının yansıma katsayısının, her bir geri saçılım cihazının tahmini büyük ölçekli sönümleme parametrelerine dayalı olarak geri saçılan sinyalin gücünü ayarlamak üzere ayarlanması
- 5 300. Geri saçılımlı iletişim ve/veya enerji depolama için geri saçılım cihazlarına taşıyıcı sağlarken, alım noktasına veri iletimi için akıllı veri ve boş alt taşıyıcı tahsisi ile OFDM sinyalinin tasarlanması
- 10 310. Önceden tasarlanmış sinyalin iletim noktasından veri ve boş alt taşıyıcılarla iletilmesi
315. Modüle edilmemiş bir taşıyıcı sinyalin iletim noktası tarafından geri saçılım cihazlarına iletilmesi
- 15 320. Verilerini bir veya daha fazla geri saçılım cihazı tarafından iletmek için alınan sinyalin frekans kaydırmalı anahtarlama ile modüle edilmesi
330. Üst üste bindirilmiş geri saçılan sinyalin ve doğrudan bağ sinyalinin iletim noktasından farklı frekanslar üzerinden alım noktası tarafından alınması
- 20 340. Alım noktası tarafından matematiksel bir fonksiyonu hesaplamak için havadan hesaplama gerçekleştirilmesi
350. Hesaplanan fonksiyondan sonuçların alınması ve alım noktası tarafından bir karar verilmesi
- 25 410. Taşıyıcı sinyal
- 410A. Geri saçılım cihazları sıfır durumundayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu
- 30 410B. Geri saçılım cihazları birinci durumdayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu

- 411A. Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve A sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu
- 5 411B. Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve B sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu
- 412A. Geri saçılım cihazları bir durumunda ve A sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu
- 10 412B. Geri saçılım cihazları bir durumunda ve B sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu
420. Frekans eksen
- 15 510. Genlik
520. Frekans kutusu
530. Pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcı
- 20 540. Boş, sabit, pilot veya sıfır değerli bir sembol içeren alt taşıyıcı
550. Geri saçılım cihazları sıfır durumundayken veri sembolünü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu
- 25 550A. Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve A sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu
- 550B. Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve B sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu
- 30 560. Geri saçılım cihazları bir durumundayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu

560A. Geri saçılım cihazları bir durumunda ve A sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu

5 560B. Geri saçılım cihazları bir durumunda ve B sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu

### **Buluşun Anlaşılmasına Yardımcı Olacak Şekiller**

10 Şekil 1, geri saçılımlı iletişim destekli havadan hesaplama için sistem modelinin şemasını göstermektedir.

Şekil 2, buluşun belirli yönlerine uygun olarak yansıma katsayısı ayarlaması için temel işlemlerin akış diyagramını göstermektedir.

Şekil 3, buluşun belirli yönlerine uygun olarak geri saçılımlı iletişimin ve havadan hesaplamanın akış diyagramını göstermektedir.

15 Şekil 4, buluşun alternatif bir uygulamasını açıklayan bir akış diyagramıdır.

Şekil 5, buluşun belirli yönlerine uygun olarak iletim noktası tarafından iletilen sinyalin bir örneğini göstermektedir.

Şekil 6, buluşun belirli yönlerine uygun olarak alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir.

Şekil 7, buluşun belirli yönlerine uygun olarak alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir.

20 Şekil 8, buluşun belirli yönlerine uygun olarak OFDM simbiyotik radyoda kullanıldığında bilgi sembollerinin yerleştirilmesinin bir tipini göstermektedir.

Şekil 9, buluşun belirli yönlerine uygun olarak OFDM simbiyotik radyoda kullanıldığında alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir.

25 Şekil 10, buluşun belirli yönlerine uygun olarak simbiyotik radyoda OFDM kullanıldığında alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir.

### **Buluşun Detaylı Açıklaması**

30 Buluş özellikle, kablosuz sensör ağının ömrünü uzatmak ve doğrudan bağ girişimi ve çevresel koşullar nedeniyle sinyal gücünde düşüş gibi geri saçılımlı iletişimin zorluklarını gidermek için havadan hesaplama enerji açısından verimli hale getirmeyi sağlayan ve geri saçılımlı iletişimin güvenilirliğini artıran bir yöntem ile ilgilidir.

Bu buluş, geri saçılımlı iletişim ve simbiyotik radyo ile desteklenen enerji verimli bir havadan hesaplama mekanizması sağlamaktadır. Buluş beş kısımdan oluşmaktadır:

- 5 • Havadan hesaplama destekli geri saçılımlı iletişimi desteklemek için simbiyotik radyo sisteminde bir taşıyıcı sinyal (410) tasarımı ve iletimi,
- Geri saçılım cihazlarının yansıma katsayılarının büyük ölçekli kanal parametrelerine dayalı olarak ayarlanması,
- Veri iletimi için bir geri saçılım cihazında veya birden çok geri saçılım cihazında frekans kaydırmalı anahtarlama modülasyonu ile geri saçılımlı iletişim,
- 10 • (Sıcaklık, basınç, nem, vb.) gibi farklı faaliyet sınıflarını veya verileri temsil etmek üzere geri saçılım cihazlarındaki taşıyıcı sinyalde (410) pilot ve/veya veri alt taşıyıcılarının kaydırılması için farklı alt taşıyıcıların atanması.
- Alınan verilerin istenen fonksiyonunu (aritmetik ortalama, geometrik ortalama, çoğunluk oyu, vb.) hesaplamak için cihazlardan/sensörlerden geri saçılan üst üste
- 15 bindirilmiş sinyallerin kullanılması.

Kablosuz sensörler ağında, sıcaklık izleme, bir alarm durumunu bildirme gibi spesifik görevleri yerine getirmek için birçok sensör dağıtılmaktadır. Genellikle bu sensörler, verileri toplamak ve kablosuz olarak bir alıcıya iletmek için sınırlı enerji kaynaklarına sahiptir.

20 Ayrıca, birden fazla sensörün iletiminden kaynaklanan girişimi en aza indirmek için kablosuz sensörlerin farklı zamanlarda veya farklı frekanslar üzerinden ayrı ayrı iletim yapmaları gerekmektedir. Her bir sensörden kablosuz veri iletimi ayrı olarak önemli miktarda radyo kaynağı gerektirmektedir, bu da bu kaynakların kullanılabilirliği sınırlı olduğunda bu yaklaşımı verimsiz hale getirmektedir. Çoğu kablosuz sensör uygulamasında, alıcı genellikle

25 bir karar vermek için her sensörden alınan veriler üzerinde bazı fonksiyonlarla hesaplama gerçekleştirmektedir. Bu gereklilik göz önünde bulundurularak, kablosuz çoklu erişim kanallarının sinyal üst üste bindirme özelliğinden yararlanarak matematiksel fonksiyonların hesaplanmasını verimli bir şekilde gerçekleştirmek için son zamanlarda havadan hesaplama olarak bilinen bir hesaplama yöntemi sunulmuştur. Bu yöntem sayesinde, eşzamanlı iletimler

30 hesaplamaya yardımcı olduğu için girişim artık bir sorun değildir. Havadan hesaplama girişim sorunlarını çözse de, güç amplifikatörleri ve osilatörler gibi aktif radyo elemanları gerektiren kablosuz veri iletimi nedeniyle enerji tüketimi sorunları devam etmektedir. Öte yandan, ortam geri saçılımlı iletişimi, basit kodlama ve modülasyonu nedeniyle sıfır güç iletişimi için umut

verici bir aday teknoloji olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, büyük kayıplardan kaçınmak için güvenilir ve zamanında iletişimin gerekli olduğu kablosuz sensörler, pasif IoT ve orman yangını izleme, sağlık izleme vb. gibi ortam gücü etkin IoT uygulamaları için uygun değildir. Sinyal gücündeki düşüş, çevresel koşullar ve girişim nedeniyle, ortam geri saçılımı iletışımi hatalı ve güvenilirmez olabilmektedir. Ortam geri saçılımı iletışiminin yukarıda belirtilen zorluklarını ortadan kaldırmak için çözümler bulmak son derece arzu edilmektedir.

3GPP, Wi-Fi ve IEEE kuruluşlarının pasif IoT ve ortam gücü etkin IoT gibi yeni kablosuz standartları ile geri saçılımı iletışim önemli bir teknoloji haline gelmiştir. Buluş en azından aşağıdakiler için kullanılabilmektedir:

Orman yangını uyarı sistemi: Orman yangınlarının erken tespiti, insan varlığı için gerekli olan hayvanları ve doğayı kurtarabilmektedir. Duman dedektörlü ortam IoT cihazları, yangın uyarı sistemleri olarak ormana dağıtılmaktadır. Orman yangınlarını izlemek için çok sayıda ortam IoT tabanlı sensör gereklidir, bu tür dağıtımların alan, güç ve iletişim sorunları vardır. Yangın altında, bu ortam IoT tabanlı sensörler yangın nedeniyle hatalı çalışabilmektedir ve zayıf sinyal kapsamı nedeniyle aralıklı güç kesintileriyle karşılaşabilmektedir. Buluşta açıklanan yöntemler bu sorunları ortadan kaldırılabilmektedir ve güvenilir bir orman yangını uyarı sistemi elde edilmesine yardımcı olabilmektedir.

Deprem sırasında yıkılan yapıların erken belirlenmesi: Çökmüş yapı alanlarının erken belirlenmesi ve konut, kurumsal ve endüstriyel gibi bina tiplerinin belirlenmesi, birçok hayatı kurtarmak için acil müdahale kurtarma ekiplerinin gönderilmesine yardımcı olabilmektedir. İvmeölçer veya jiroskop gibi sensörlerle donatılmış ve geri saçılımı iletışim ile etkinleştirilen bazı ortam gücü etkin IoT cihazları, binanın durumunu izlemek için her binaya dağıtılabilmektedir. Bu cihazlar, çöküşü bildirmek için geri saçılımı iletışim yoluyla bilgileri düzenli olarak gözetim UAV'lerine veya baz istasyonlarına gönderebilmektedir. Bununla birlikte, binanın çökmesiyle birlikte geri saçılan sinyalin gücü önemli ölçüde azalabilmektedir ve bazı cihazlar enkaz altında kalarak yıkılabilmektedir. Buluşta açıklanan yöntem, havadan hesaplama ile birden fazla sensörün veri birleştirme yoluyla geri saçılımı iletışim zorluklarını aşmaya yardımcı olabilmektedir. Tek bir sensöre veya cihaza güvenmek yerine, binanın durumunu bilmek için matematiksel bir fonksiyon, örn. bir çoğunluk oyu hesaplanabilmektedir. Ayrıca, binalar arasında ayırım yapmak için farklı bina tiplerine dağıtılan sensörler farklı alt taşıyıcılar üzerinden veri gönderecektir ve ayrı ayrı

belirlenebilecektir. Bu yaklaşım, deprem nedeniyle çökme anında daha fazla insanın bulunduğu binalara yardım gönderilmesine yardımcı olabilmektedir.

5 Akıllı tarım: Tarımsal üretimde, toprak, iklim, su, türler, zararlılar vb. gibi birçok faktör mahsullerin büyümesini etkilemektedir. Ürünlerin verimi, bu faktörlerin birleşik etkisinin sonucudur. Hava sıcaklığı ve nemi, karbondioksit konsantrasyonu, ışık, toprak sıcaklığı, nem ve PH'ı izlemek için akıllı seraya bazı algılama ortam gücü etkin IoT cihazları yerleştirilmektedir ve pencere ve sulama sistemini kontrol etmek için diğer ortam gücü etkin IoT cihazları yerleştirilmektedir. Akıllı tarım, mahsullerin yetiştirme ortamını izlemek için 10 kablosuz sensörler kullanarak ve algılanan sonuçlara göre tarım arazisindeki ekipmanı periyodik olarak kontrol etmek için bazı kontrolörler kullanarak (örn. pestisit püskürtme ekipmanı ve sulama ekipmanı) üretimi artırabilmektedir ve ekim aralığını ve ekim döngüsünü genişletebilmektedir. Konvansiyonel ortam geri saçılımlı iletişimi yöntemleri ile çok sayıda ortam gücü etkin IoT cihazına güvenilir iletişim sağlamak zordur. Buluşta açıklanan 15 yöntemler, çok sayıda sensörün algılanan verilerinden doğru kararlar alınmasına yardımcı olabilmektedir ve geri saçılımlı iletişim destekli havadan hesaplama ile cihazların çalışma ömrünü artırabilmektedir.

Havadan hesaplama konvansiyonel olarak kablosuz sensör ağlarında kullanılmaktadır ve 20 sensörlerin düzenli olarak veri iletmesini gerektirmektedir, bu da önemli miktarda güç tüketmektedir. Ayrıca, geri saçılımlı iletişim, doğrudan bağ girişi ve çevresel koşullar nedeniyle sinyal düşüşü gibi zorluklara sahiptir. Önerilen buluşun amacı, en azından düşük güçlü IoT cihazları ve sensörleri için geri saçılımlı iletişim ile enerji verimli havadan hesaplama sağlamaktır. Ek olarak, geri saçılımlı iletişimin sınırlamalarını aşmak için havadan 25 hesaplama yararlanmaktadır. Bu buluş, akıllı telefonlar gibi tipik iletişim cihazlarının çalışmayabileceği çok düşük sıcaklıklar ve çok yüksek basınçlar gibi zorlu ortamlarda güç kısıtlı sensörlere iletişim sağlamak için yararlı olabilmektedir.

30 ŞEKİL 1, geri saçılımlı iletişim destekli havadan hesaplama için sistem modelinin şemasını gösterilmektedir, burada iletim noktası (110) geri saçılım cihazlarında (130) yalnızca geri saçılımlı iletişimi desteklemek için ileri bağ (112) ve doğrudan bağ (111) üzerinden modüle edilmemiş bir taşıyıcı sinyal (410) iletebilmektedir veya geri saçılım cihazlarında (130) geri saçılımlı iletişimi desteklerken alım noktasına (120) veri göndermek için akıllı veri ve boş alt taşıyıcı yerleşimli bir OFDM sinyali iletebilmektedir. Her bir geri saçılım cihazı (130),

verilerini alım noktasına (120) iletmek için alınan sinyal ve bir geri saçılan bağ (131) üzerinden geri saçılım sinyali üzerinde frekans kaydırmalı anahtarlama gibi yük modülasyonu gerçekleştirebilmektedir. Birden fazla alım noktası (120) olabilmektedir ve bunların her biri bir kullanıcı ekipmanı, baz istasyonu, geri saçılım okuyucusu veya bir UAV olabilmektedir.

- 5 Geri saçılım cihazları (130) pasif IoT, ortam gücü etkin IoT veya bir kentsel alan, kırsal alan, orman, tarım arazisi vb. gibi bir bölgeye (140) rastgele dağıtılmış veya kasıtlı olarak yerleştirilmiş RFID olabilmektedir. Bölge (140) birden fazla bölüme ayrılabilir, örneğin yanan orman etkilenen kısımlara (140A) ve etkilenmeyen kısımlara (140B) ayrılabilir. Buluşun bazı yönlerinde, alım noktası (120) bir mobil düğüm
- 10 olabilmektedir ve geri saçılım cihazlarındaki (130) geri saçılımlı iletişimi desteklemek için modüle edilmiş, modüle edilmemiş bir taşıyıcı, referans veya pilot sinyal de iletebilmektedir.

- ŞEKİL 2, buluşun belirli yönlerine uygun olarak yansıma katsayısı ayarlaması için temel işlemlerin akış diyagramını göstermektedir. Önerilen buluşun birinci adımı iletim noktasında
- 15 (110) ve/veya alım noktasında (130) pilot ve/veya veri sembolü iletimini (210) içermektedir. Sonraki adım her bir geri saçılım cihazının (130) büyük ölçekli sönümleme parametrelerinin tahmin edilmesini (220) içermektedir, her bir geri saçılım cihazı (130) yol kaybı gibi büyük ölçekli sönümleme parametrelerini tahmin etmektedir. Her bir geri saçılım cihazının (130) tahmin edilen büyük ölçekli solma parametrelerine dayalı olarak geri saçılan sinyalin gücünü
- 20 ayarlamak için her bir geri saçılım cihazının (130) yansıma katsayısını ayarlamayı içeren bir sonraki adım (230), her bir geri saçılım cihazı (130) en azından tahmin edilen büyük ölçekli sönümleme parametrelerine dayalı olarak geri saçılan sinyalin gücünü ayarlamak için yansıma katsayısını ayarlamaktadır.

- ŞEKİL 3, buluşun belirli yönlerine uygun olarak geri saçılımlı iletişimi ve havadan hesaplama akış diyagramını göstermektedir. Modüle edilmemiş bir taşıyıcı sinyalin (410) iletim noktası
- (110) tarafından geri saçılım cihazlarına (130) iletildiği (315) birinci adımda, iletim noktası (110) geri saçılım cihazlarına (130) modüle edilmemiş bir taşıyıcı sinyal (410) iletebilmektedir. Modüle edilmemiş taşıyıcı sinyal (410) en azından geri saçılım cihazında
- 30 (130) enerji depolama ve geri saçılımlı iletişim için kullanılabilir. Modüle edilmemiş bir taşıyıcı yerine, geri saçılımlı iletişimi desteklemek için her türlü cırlı ve/veya modüle edilmiş sinyal de bir taşıyıcı sinyal (410) olarak iletebilmektedir. Bir veya daha fazla geri saçılım cihazı (130) tarafından verilerini iletmek için alınan sinyalin frekans kaydırma anahtarlama ile modüle edildiği (320) ikinci adımda, bir veya daha fazla geri saçılım cihazı

(130) verilerini iletmek için alınan sinyali frekans kaydırma anahtarlamasıyla modüle etmektedir. Tüm geri saçılım cihazları (130) duman tespiti gibi aynı tipte verileri algılıyorsa, geri saçılım cihazları (130) iki farklı durumu temsil etmek için iki farklı frekans kaydırması kullanabilmektedir; dumanın olmadığını temsil etmek için sıfır '0' durumu ve dumanın varlığını temsil etmek için bir '1' durumu. Ayrıca, geri saçılım cihazları (130) algılanan verilerin iki farklı sınıfını temsil etmek için dört farklı frekans kaydırması kullanabilmektedir. Örneğin, A sınıfındaki geri saçılım cihazları (130) sıcaklığı ölçüyor olabilmektedir ve B sınıfındaki geri saçılım cihazları (130) dumanı tespit ediyor olabilmektedir. Farklı frekans kaydırmalarına sahip farklı veri sınıflarının temsili, depremler sırasında yapı çökmesi tespiti kullanım durumu için konut, kurumsal veya endüstriyel gibi farklı bina tipleri arasında ayırım yapmak için de uygulanabilmektedir. Ayrıca, ikiden fazla durum ve ikiden fazla sınıf olabilmektedir. Geri saçılım cihazları (130) verilerini iletmek için frekans harmoniklerini de kullanabilmektedir. Alım noktası (120) tarafından farklı frekanslar üzerinden iletim noktasından (110) üst üste bindirilmiş geri saçılan sinyalin ve doğrudan bağ sinyalinin alınması (330) adımı, alım noktası (120) farklı frekanslar üzerinden iletim noktasından (110) üst üste bindirilmiş geri saçılan sinyali ve doğrudan bağ sinyalini alabilmektedir. Alım noktası (130) tarafından bir matematiksel fonksiyonu hesaplamak için havadan hesaplama gerçekleştirilmesi (340) adımı, alım noktası (130) bir matematiksel fonksiyonu hesaplamak için havadan hesaplama gerçekleştirmektedir. Hesaplanan fonksiyondan sonuçları alma ve alım noktası (130) tarafından bir karar verilmesi (350) adımı, alım noktası (140) hesaplanan fonksiyondan sonuçları alabilmektedir ve bir karar verebilmektedir.

ŞEKİL 4, buluşun alternatif bir uygulamasını açıklayan bir akış diyagramıdır: Birinci adımda, iletim noktası (110), geri saçılımlı iletişim ve/veya enerji depolama için geri saçılım cihazlarına (130) taşıyıcı sağlarken, alım noktasına (120) veri iletimi için akıllı veri ve boş alt taşıyıcı tahsisine sahip OFDM gibi bir sinyal tasarlamaktadır (300). Boş alt taşıyıcılar sabit/sıfır değerli ve/veya pilot alt taşıyıcılarla değiştirilebilmektedir. Boş alt taşıyıcı sabit veya sıfır değerli olabilmektedir. Boş alt taşıyıcıların bazıları birincil sistemin veri hızını iyileştirmek için veri alt taşıyıcılarıyla değiştirilebilmektedir. Sabit alt taşıyıcılar geri saçılım cihazında enerji depolamayı iyileştirmek için kullanılabilir. Boş/sabit alt taşıyıcıların sayısı geri saçıcıların sayısının bir fonksiyonu olabilmektedir. Boş alt taşıyıcı bir pilot veya bir referans sembolü de olabilmektedir. Geri saçılımlı iletişim aynı zamanda ortam geri saçılımlı iletişimi, havadan modülasyon ve/veya simbiyotik ortam geri saçılımlı iletişimi anlamına da gelmektedir. Havadan hesaplama, kablosuz çoklu erişim kanallarının sinyali üst

üste bindirme özelliğinden yararlanarak matematiksel fonksiyonların hesaplanmasını verimli bir şekilde gerçekleştirmektedir

İletim noktasından veri ve boş alt taşıyıcılarla önceden tasarlanmış sinyalin iletimi (310) 5 adımında, iletim noktasından (110) veri ve boş alt taşıyıcılarla önceden tasarlanmış sinyalin iletimi gösterilmektedir. Daha sonra, yukarıda belirtildiği gibi, alınan sinyalin bir veya daha fazla geri saçılım cihazı (130) tarafından verilerini iletmek için frekans kaydırmalı anahtarlama ile modüle edilmesi (320) adımında, bir veya daha fazla geri saçılım cihazı (130) alınan sinyali yük modülasyonu, örneğin frekans kaydırmalı anahtarlama ile modüle ederek 10 verilerini iletmektedir. Tüm geri saçılım cihazları (130) duman tespiti gibi aynı veri türünü algılasa, geri saçılım cihazları (130) iki farklı durumu temsil etmek için iki farklı frekans kaydırması kullanabilmektedir; dumanın olmadığını temsil etmek için sıfır '0' durumu ve dumanın varlığını temsil etmek için bir '1' durumu. Ayrıca, geri saçılım cihazları (130) algılanan verilerin iki farklı sınıfını temsil etmek için dört farklı frekans kaydırması 15 kullanabilmektedir. Örneğin, A sınıfındaki geri saçılım cihazları (130) sıcaklığı ölçüyor olabilmektedir ve B sınıfındaki geri saçılım cihazları (130) dumanı tespit ediyor olabilmektedir. Farklı veri sınıflarının farklı frekans kaydırmaları ile temsili, depremler sırasında yapı çökmesi tespiti kullanım durumu için konut, kurumsal veya endüstriyel gibi farklı bina tipleri arasında ayırım yapmak için de uygulanabilmektedir. Ayrıca, ikiden fazla 20 durum ve ikiden fazla sınıf olabilmektedir ve geri saçılım cihazları (130) verilerini iletmek için frekans harmoniklerini de kullanabilmektedir.

Alım noktası (120) tarafından farklı frekanslar üzerinden iletim noktasından (110) üst üste bindirilmiş geri saçılan sinyalin ve doğrudan bağ sinyalinin alınması (330) adımında, alım 25 noktası (120) farklı frekanslar üzerinden iletim noktasından (110) üst üste bindirilmiş geri saçılan sinyali ve doğrudan bağ sinyalini alabilmektedir. Doğrudan bağ sinyali ayrıca algılama sırasında katkıda bulunmayan ve sadece frekans kaydırmalı anahtarlama olmadan sinyali yansıtan sessiz geri saçılım cihazlarını (130) belirlemek için de kullanılabilir.

30 Alım noktası (130) tarafından bir matematiksel fonksiyonun hesaplanması için havadan hesaplama gerçekleştirilmesi (340) adımında, alım noktası (130) bir matematiksel fonksiyonu hesaplamak için havadan hesaplama gerçekleştirmektedir. Örneğin, ortamdaki duman varlığını tespit etmek için çoğunluk oy fonksiyonu kullanılabilir. Bu, farklı durumlara karşılık gelen farklı frekanslarda alınan sinyallerin güçleri karşılaştırılarak yapılabilir.

Sıfır '0' durumuna karşılık gelen kaydırmalı taşıyıcı frekanstaki güç, bir '1' durumuna karşılık gelen kaydırmalı taşıyıcı frekanstaki güçten daha fazlaysa, duman mevcuttur ve ortamda bir yangın vardır. Aksi durumda ortamda duman tespit edilmemiştir. Benzer prosesler farklı veri sınıflarını ayırt etmek için de kullanılabilir. Hesaplanan fonksiyondan sonuçların alınması ve alım noktası (130) tarafından bir karar verilmesi (350) adımı, alım noktası (140) hesaplanan fonksiyondan sonuçları alabilmektedir ve bir karar verebilmektedir.

Şekil 5, buluşun belirli yönlerine uygun olarak iletim noktası (110) tarafından iletilen sinyalin bir örneğini göstermektedir. Taşıyıcı sinyal (410) bir iletim noktası tarafından belirli bir frekansta iletilen sinyaldir. Frekans eksenini, frekans eksenini (420) temsil etmektedir.

Şekil 6, buluşun belirli yönlerine uygun olarak alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir. Taşıyıcı sinyal (410) bir iletim noktası tarafından belirli bir frekansta iletilen sinyaldir. Geri saçılım cihazları sıfır durumundayken taşıyıcı sinyalin geri saçılım modülasyonundan sonra frekans kaydırmalı versiyonu (410A), geri saçılım cihazlarının sıfır '0' durumundaki verilerine karşılık gelen taşıyıcı sinyalin (410) frekans kaydırmalı versiyonudur. Geri saçılım cihazları birinci durumdayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu (410B), bir '1' durumundaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen taşıyıcı sinyalin (410) frekans kaydırmalı versiyonudur.

Şekil 7, buluşun belirli yönlerine uygun olarak alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir. Taşıyıcı sinyal (410) bir iletim noktası tarafından belirli bir frekansta iletilen sinyaldir. Frekans eksenini, frekans eksenini (420) temsil etmektedir. Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve A sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu (411A), sıfır '0' durumunda ve A sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen taşıyıcı sinyalin (410) frekans kaydırmalı versiyonudur. Geri saçılım cihazları bir durumunda ve A sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu (412A), bir '1' durumunda ve A sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen taşıyıcı sinyalin (410) frekans kaydırmalı versiyonudur.

Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve B sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu (411B), sıfır '0' durumunda ve B sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen taşıyıcı sinyalin (410) frekans kaydırmalı versiyonudur. Geri saçılım cihazları bir durumunda ve B sınıfındayken geri saçılım modülasyonundan sonra taşıyıcı sinyalin frekans kaydırmalı versiyonu (412B), bir '1'

durumunda ve B sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen taşıyıcı sinyalin (410) frekans kaydırmalı versiyonudur.

Şekil 8, buluşun belirli yönlerine uygun olarak OFDM simbiyotik radyoda kullanıldığında 5 bilgi sembollerinin bir yerleşim tipini göstermektedir. Genlik (510) veri sembolleri içindir. Frekans kutusu (520) frekans kutularını temsil etmektedir. Pilot ve/veya veri sembolünü içeren alt taşıyıcı (530) alım noktası (120) için veri sembolünü içeren alt taşıyıcıdır. Boş, sabit, pilot veya sıfır değerli bir sembol içeren alt taşıyıcı (540) boş, sabit, pilot veya sıfır değerli bir sembol içerebilen alt taşıyıcıyı temsil etmektedir.

10

Şekil 9, buluşun belirli yönlerine uygun olarak OFDM simbiyotik radyoda kullanıldığında alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir. Genlik (510) veri sembolleri içindir. Frekans kutusu (520) frekans kutularını temsil etmektedir. Pilot ve/veya veri sembolünü içeren alt taşıyıcı (530), alım noktası (120) için veri sembolünü içeren alt taşıyıcıdır. Boş, sabit, pilot 15 veya sıfır değerli bir sembol içeren alt taşıyıcı (540) boş, sabit, pilot veya sıfır değerli bir sembol içerebilen alt taşıyıcıyı temsil etmektedir.

Geri saçılım cihazları sıfır durumundayken veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu (550), sıfır '0' durumundaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık 20 gelen pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının (530) frekans kaydırmalı versiyonudur. Geri saçılım cihazları birinci durumdayken (560) pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekansı kaydırılmış versiyonu, bir '1' durumundaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının (530) frekans kaydırmalı versiyonudur.

25

Şekil 10, buluşun belirli yönlerine uygun olarak OFDM simbiyotik radyoda kullanıldığında alınan sinyalin bir örneğini göstermektedir. Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve A sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu (550A), sıfır '0' durumunda ve A sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen 30 pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının (530) frekans kaydırmalı versiyonudur. Geri saçılım cihazları bir durumunda ve A sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu (560A), bir '1' durumunda ve A sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının (530) frekans kaydırmalı versiyonudur. Geri saçılım cihazları sıfır durumunda ve B

sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu (550B), sıfır '0' durumunda ve B sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının (530) frekans kaydırmalı versiyonudur. Geri saçılım cihazları birinci durumda ve B sınıfındayken pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının frekans kaydırmalı versiyonu (560B), birinci durum '1' ve B sınıfındaki geri saçılım cihazlarının verilerine karşılık gelen pilot ve/veya veri sembolü içeren alt taşıyıcının (530) frekans kaydırmalı versiyonudur.

Buluş, en azından kablosuz sensör ağları, RFID, pasif IoT ve ortam gücü etkin IoT için havadan hesaplamada enerji verimliliğini geliştirmeye yardımcı olabilmektedir. Kablosuz iletişim, özellikle de geri saçılımlı iletişim, küresel olarak dağıtılan IoT için düşük güçlü iletişim sağlayacağından, bu buluş küresel olarak geçerlidir. Havadan hesaplama, veri füzyonu, dağıtılmış algılama ve dağıtılmış kontrol sistemleri için çok sayıda uygulamada kullanılacaktır. Buluş, pasif IoT ve Ortam gücü etkin IoT gibi güç kısıtlı ve basit IoT cihazlarına, sensörlere ve RFID'lere iletişim sağlamak için bir yöntemdir.

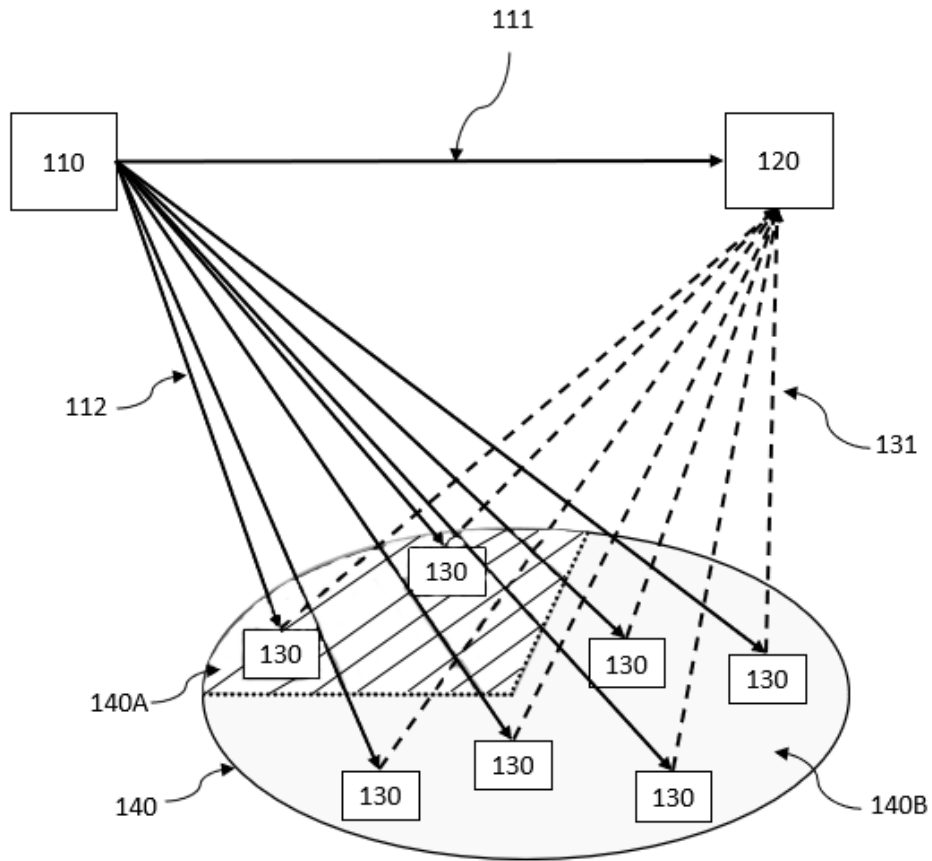
Buluşun mevcut uygulamalara karşı avantajları aşağıda verilmektedir:

- Buluş, en azından afet senaryolarında geri saçılımlı iletişim yoluyla enerji verimli havadan hesaplama ve havadan hesaplama yararlanan düşük güçlü cihazlar ve sensörler için geri saçılımlı iletişim kullanarak güvenilir bilgi aktarımı elde etmenin bir yolunu sağlamaktadır.
- Ayrıca, geri saçılımlı iletişimdeki doğrudan bağ girişimi sorunları da aşılabilmektedir. Bunu yapmak için, buluşta iki farklı tipte taşıyıcı sinyal (410) iletimi açıklanmaktadır. Bunlardan birincisi, geri saçılım cihazlarında geri saçılımlı iletişimi desteklemek için modüle edilmemiş taşıyıcı sinyal (410) veya cırıltıdır. İkincisi ise veri alt taşıyıcıları arasına boş alt taşıyıcıların eklendiği akıllı bir alt taşıyıcı tahsis yönteminin kullanıldığı OFDM sinyalidir.
- Geri saçılım cihazları frekans kaydırmalı anahtarlama kullanarak veri iletmektedir ve veri alt taşıyıcılarını önceden tanımlanmış boş alt taşıyıcılara kaydırmaktadır. Dolayısıyla, alıcı düğüm geri saçılım cihazının bilgilerini doğrudan bağ girişimi olmadan tespit edebilmektedir.
- Ayrıca, bu buluş sayesinde önemli uygulamalarda kullanılan kablosuz sensör ağları, RFID, pasif IoT ve ortam gücü etkin IoT, simbiyotik radyo aracılığıyla en

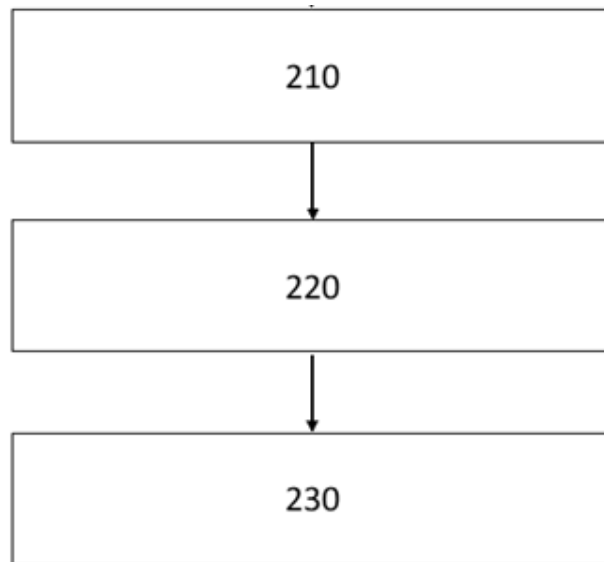
azından Wi-Fi, 5G ve ötesi kablosuz ağlarla bağlantı kurabilmektedir ve bu ağların erişim noktaları tarafından üretilen sinyalleri taşıyıcı olarak kullanarak bilgi iletebilmektedir.

## Kaynakça

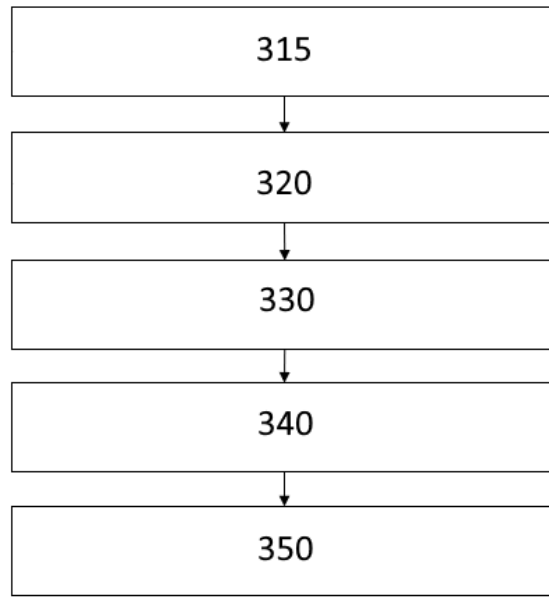
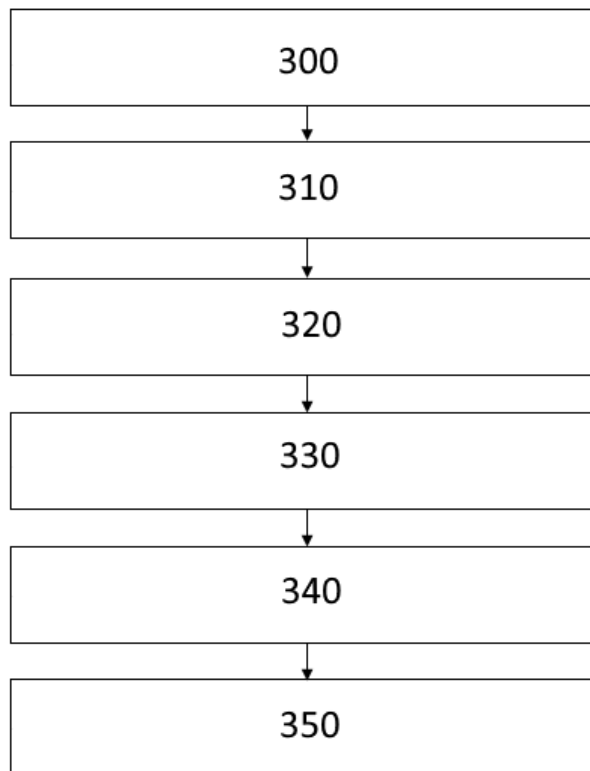
- [1] Farajzadeh, Amin, Ozgur Ercetin, ve Halim Yanikomeroglu. "Mobility-assisted over-the-air computation for backscatter sensor networks" IEEE Kablosuz İletişim Raporları 9.5 (2020): 675-678.
- [2] Mao, Sun, ve diğerleri "Intelligent Reflecting Surface-Assisted Over-the-Air Computation for Backscatter Sensor Networks" Vehiküler Teknolojiye dair IEEE Hareketleri (2022).

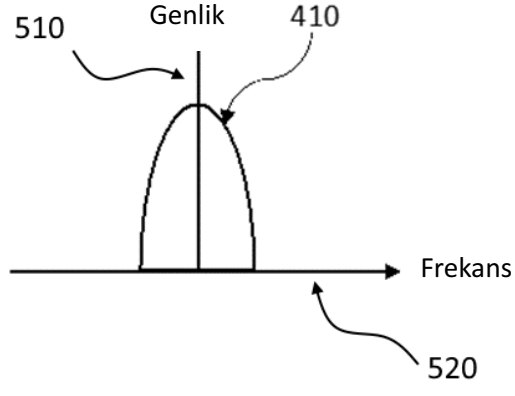


ŞEKİL 1

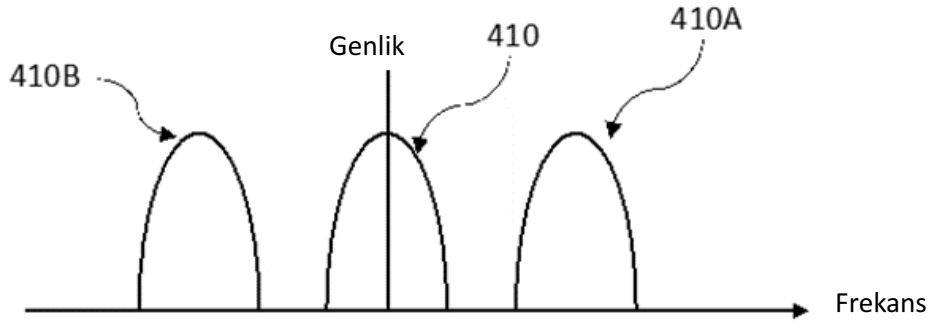


ŞEKİL 2

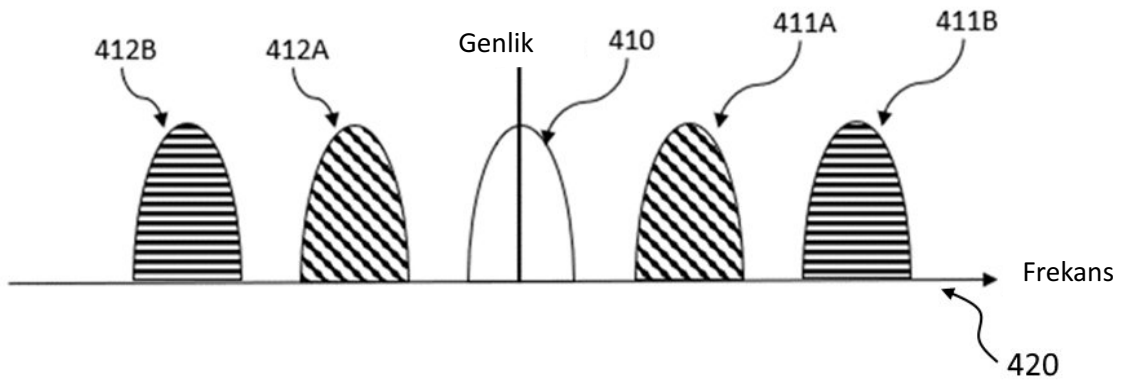
**ŞEKİL 3****ŞEKİL 4**



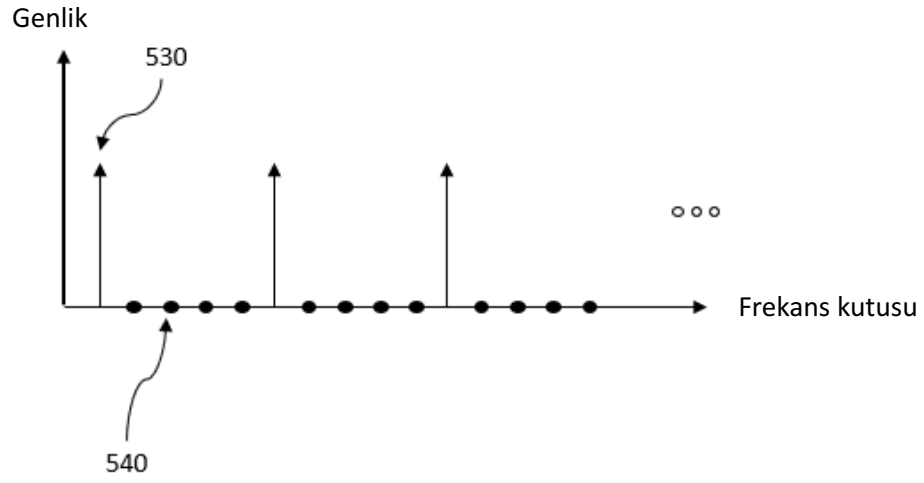
ŞEKİL 5



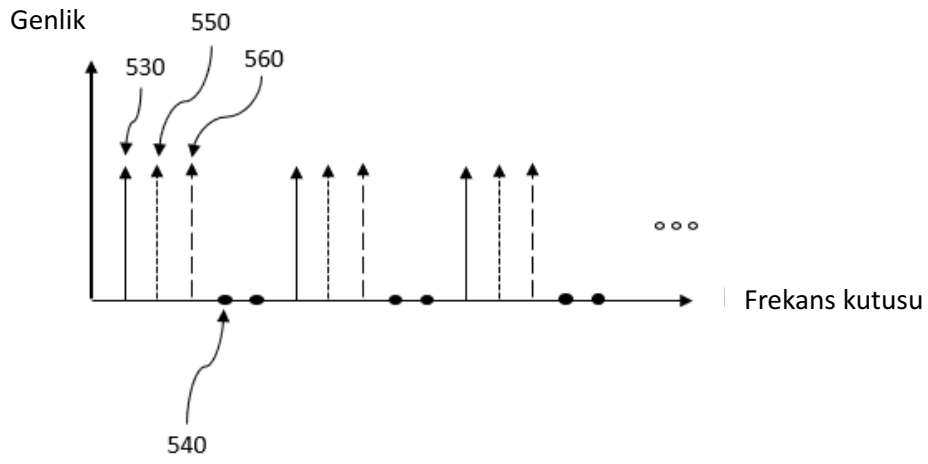
ŞEKİL 6



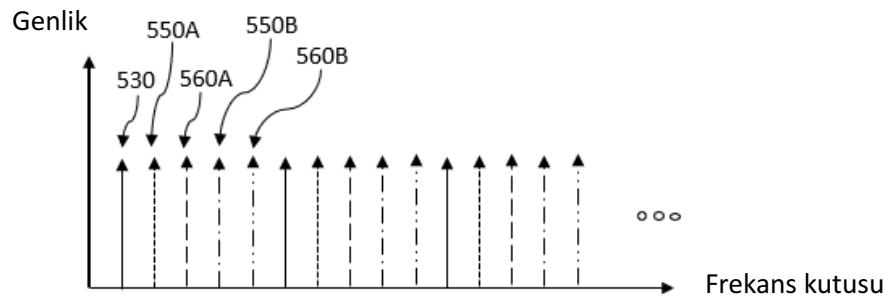
ŞEKİL 7



ŞEKİL 8



ŞEKİL 9



ŞEKİL 10