

ÖZET

OTSM SİNYALLEMESİ ARACILIĞIYLA GERİ SAÇILIMLARI KULLANARAK ORTAK ALGILAMA/KONUM BELİRLEME VE İLETİŞİM YÖNTEMİ

5

Bu buluş, geri saçılımlı cihazları (1) ve dalga biçimi olarak OTSM'yi (Ortogonal Zaman Sıralamalı Çoklama Modülasyonu) kullanan yeni bir ortak algılama/konum belirleme ve iletişim (6) şeması sunmaktadır. Birincil amaç, senkronizasyon ve daha uzun anahtarlama süresi gibi rahat kısıtlamalarla minimum sistem karmaşıklığı ve maliyeti ile hâlihazırda yerleştirilen geri saçılımı kullanarak erim, hız ve açı gibi çevresel bilgileri çıkararak ortaklaşa iletişim kurmak ve algılamak ve doğru UT konum belirlemesini elde etmektir. Hem algılama (5) hem de iletişimin (6) aynı kaynak şebekesi (zaman frekansı) içinde ve geri saçılım cihazlarının (1) yoğun bağlantısıyla entegre edilmesi, iletişim sırasında yüksek doğrulukta konum belirleme gibi yeni bir takım hizmetlerin dâhil edilmesini sağlamaktadır.

10

İSTEMLER

1. Buluş, OTSM sinyalleşmesi yoluyla geri saçıcıları kullanarak ortak algılama / konum belirleme ve iletişim yöntemiyle ilgili olup, **aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir;**

5

- i. mobil vericinin (3) bir OTSM sinyali yayarak iletişimi başlatması (6),
- ii. geri saçılım cihazları (1) tarafından zaman alanındaki modülasyon prosesleri için başlangıç girişi görevi gören hizmet eden bir sinyalin alınması,
- iii. AP/BS tarafından atanan parmak izlerini temsil eden benzersiz bir Walsh-Hadamard dizisi kullanılarak zaman alanındaki sinyalin etiketler tarafından modüle edilmesi,
- iv. alıcı (2) tarafından hem geri saçılım sinyallerinin hem de vericiden gelen doğrudan bağlantı sinyalinin çakışmasının yakalanması,
- v. Tx gecikme süresinde çakışan sinyallerin alıcı (2) tarafından alınması ve gecikme sıralamasına doğru 1D/2D boyutlu dönüşümün (Walsh-Hadamard dönüşümü) uygulanması
- vi. alıcı (2) tarafından her bir etiketten yapılan ölçümlerin ayırt edilmesi ve ölçülmesi,
- vii. algılama (5) ve konum belirleme için sistem tarafından bilgi sağlama prosesi adımlarını içermesi.

10

15

20

2. Alıcı tarafında vericinin konum belirlemesini ve verici tarafında kendi kendine konum belirlemeyi kolaylaştırmak üzere geri saçılım cihazlarının (1) kullanılması ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.

25

3. Birden fazla alıcı olması durumunda triangülasyon ve benzeri gibi ek tekniklerin kullanılması ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.

4. Sistemde temel dalga formu olarak Ortogonal Zaman Sıralamalı Çoklama (OTSM) sinyalinin kullanılması ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.

30

5. Katı senkronizasyona karşı sağlamlığı ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.

6. Geri saçılım cihazının (1) düşük karmaşıklığı ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
7. Kod tabanlı dalga formu (OTSM) sayesinde alınan sinyalin yüksek düzeyde tespit edilebilirliği ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
8. Geri saçılım cihazının (1) düşük karmaşıklığı ve düşük anahtarlama hızı ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
9. Geri saçılım cihazlarının (1) konum belirleme ve geniş bant iletişimiyle birlikte iletişim için kullanılması ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
10. İletişim kurmak için geniş bant düğümlerinin kullanılması ve geri saçılımlı iletişim için ayrılan kaynakların doğrudan bağlantının kanal tahmini için kullanılabilmesi ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
11. İstem 1'e göre yöntem olup, geri saçılımlı iletişimin ve geri saçılımlarla konum belirlemenin gerçekleştirilmesi, birden fazla etiketin verileri ortogonal olarak iletebilmesi, kodlara ve etiket kullanılabilirliğine bağlı olarak aşağıdaki senaryolara sahip olunabilmesi ile karakterize edilmektedir:
- i. İletişime yönelik kullanılan tüm sıralamalar: bu durumda, her etiket benzersiz bir sıralamaya sahiptir. Dur-Başla Anahtarlama (OOK) modülasyonu kullanılmaktadır ve bitleri ayırt etmek için enerji algılaması kullanılmaktadır. Algılama, gürültü istatistiklerini türeterek bir eşik belirlemeyi içermektedir,
 - ii. Doğru geri saçılımlı iletişim: Örneğin Etiket 1 iki kodla çalışabilmektedir: bit 1 için $k' = 1$ ve bit 0 için $k' = 2$. Benzer şekilde, Etiket 2 bit 1 için $k' = 3$ ve bit 0 için $k' = 4$ kodlarını kullanmaktadır ve bu böyle devam etmektedir. Bu senaryoda, tespit kabiliyetlerimizin geliştirilmesine katkıda bulunan çoklu çubuklar mevcuttur. Tespit, geri saçılım cihazı tarafından iletilen bilgiyi belirlemek için iki sıralama arasındaki enerjinin karşılaştırılmasını içermektedir. Tespit prosesi basittir, burada herhangi bir eşik kullanılmamaktadır çünkü biti belirlemek için sadece her iki sıralamanın gücü karşılaştırılmaktadır,

- iii. Yüksek Veri Hızlı geri saçılımlı iletişim: Bu durumda, yüksek veri hızları gerektiğinde ve az sayıda geri saçılım cihazı olduğunda, tek bir etikete birden fazla kod atanabilmektedir. Örneğin, Etiket 1 için k' şu şekilde atanabilmektedir: 00 sembolü için $k' = 1$, 01 sembolü için $k' = 2$, 10 sembolü için $k' = 3$ ve 11 sembolü için $k' = 4$.

TARİFNAME

OTSM SİNYALLEMESİ ARACILIĞIYLA GERİ SAÇILIMLARI KULLANARAK ORTAK ALGILAMA/KONUM BELİRLEME VE İLETİŞİM YÖNTEMİ

5

Teknik Alan:

Mevcut buluş, çok çeşitli potansiyel uygulamalarla sanayide uygulanabilen OTSM sinyalleme aracılığıyla geri saçılımları kullanarak ortak algılama/yer belirleme ve iletişim yöntemiyle ilgilidir.

10

Tekniğin Bilinen Durumu:

5G ile başlayan ve daha da ötesine uzanan çeşitli uygulama sınıfları için yeni bir dizi farklı gereksinim ve ölçüm ortaya konmuştur. 3GPP tarafından araştırılan yeni bir teknoloji olan geri saçılımlı iletişim, ultra düşük karmaşıklık ve güç tüketimi ile bir dizi hizmet ve kullanım durumu için uygun maliyetli çözümler sağlayan ultra düşük güçlü cihazlar kullanılması gibi özellikleri ile öne çıkmaktadır. Konumlandırma, geri saçılımlı iletişim bağlamında büyük ilgi gören önemli bir uygulamadır. Bununla birlikte, uygulanması doğrudan bağlantı paraziti (DLI), spektrum ve güç verimliliğinin optimize edilmesi, sağlam senkronizasyonun sağlanması, zaman alanında basit modülasyonun sağlanması, anahtarlama süreleri/anahtarlama hızı ve genel maliyet etkinliğinin korunması dâhil olmak üzere önemli zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunların ele alınması, iletişimin yanı sıra yüksek algılama performanslarının ve doğru ve verimli konum farkındalığı hizmetlerinin sağlanmasında geri saçılım teknolojisinin tam potansiyelinin ortaya çıkarılması için çok önemlidir.

20

25

Yukarıda açıklanan bilgilere dayanarak; konum belirleme, geri saçılım ve IoT (Nesnelerin İnterneti) alanlarında kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve geri saçılım cihazlarını kullanarak bir mobil etiketin veya bir vericinin konumunun belirlenmesini amaçlamıştır. Literatür, gerek IPS (İç Mekân Konumlandırma Sistemi) gerekse OPS (Dış Mekân Konumlandırma Sistemi) olsun, konum belirleme hizmetlerine yönelik çeşitli teknikler, kablosuz teknolojiler ve

30

mekanizmalar sunmaktadır. Bu yaklaşımlar kanal etkileri, parazitler ve doğruluk aralığındaki hatalara ilişkin zorlukları ele almaktadır.

[1]'de yazar, farklı yolların Kanal Durum Bilgisinden (CSI) yararlanarak Varış Açısını (AoA) ve Uçuş Zamanını (ToF) birlikte tahmin ederek geri saçılım cihazlarının yerini belirlemeye yönelik WiTag'i sunmaktadır. Yazar, Doğrudan Bağlantı Parazitinden (DLI) kaynaklanan paraziti azaltmak için geri saçılım sinyali uyarıcı WIFI sinyaliyle örtüşmeyen bir kanala kaydırmayı önermektedir.

10 Başka bir çalışma [2] ise bir WiFi AP, birden fazla statik etiket ve bir mobil robot içeren bir akıllı ev senaryosunun ele alındığı, [3]'te yapılan çalışmayı incelemektedir. WiFi AP, BackCom için bir uyarım kaynağı görevi görmektedir ve robot, gömülü sensörleri kullanarak kendi kendinin konumunu belirlemesi için BackCom sinyallerini almaktadır. Dairesel anten dizisine sahip bir alıcı kullanılarak, [1]'de yapılan önceki çalışmanın bir uzantısı olan [0, 360] 15 derecelik AoA ölçümlerini mümkün kılan geliştirilmiş doğruluk elde edilmektedir. Saha veya konumlar hakkında önceden bilgi sahibi olmadan bir ortamda çalışan SLAM (eşzamanlı konum belirleme ve haritalama) algoritması da kullanılmaktadır. Robot aktif bir röle görevi görerek kapsama alanını genişlettiğinden, bu gelişmiş konum belirleme hem robota hem de ortamdaki WiFi sistemine fayda sağlamaktadır. Yazar, paraziti gidermek için geri saçılım 20 sinyalinin uyarıcı WIFI sinyaliyle çakışmayacağı bir kanala taşınmasını önermektedir.

Başka bir çalışmada [4], yazar kapalı bir ortamda etiket konumunu belirlemek için Ultra Geniş Bant (UWB) ve Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) kullanmıştır. Konum belirleme için metrik Varış Zaman Farkı (TDoA) seçilmiş ve yazar konum belirleme işlemi için 25 laterasyon tekniklerini uygulamıştır.

[2] 'deki bir başka çalışma, yazarın alınan sinyali modüle ederek bir RF sinyali iletmek için LoRa alıcı-vericilerini kullandığı [5] 'de yapılan çalışmayı özetlemektedir. Bu sistem, farklı odalara yerleştirilen birden fazla LoRa alıcısı, merkezi bir noktada (referans noktası) bulunan 30 bir LoRa vericisi ve bir nesne tarafından taşınan geri saçılım cihazı içermektedir. LoRa geri saçılım cihazlarının konumunu belirlemek için RSS (gelen sinyal gücü) değerleri tüm alıcılar arasında karşılaştırılırken, makine öğrenimi sistem performansını artırmaktadır. Bu sistem bir gerçek hayat senaryosunda %89,7'lik bir konum belirleme doğruluğu elde etmiştir.

Son olarak, [6, 7, 8, 9]'daki yazarlar, hem iç hem de dış mekanlarda konum belirlemeye yönelik ölçüm tekniklerinin kapsamlı bir özetini sunmaktadır. Bu teknikler arasında sinyal tabanlı yaklaşımlar (RSSI, CSI, RSRP, RSRQ), açı ve yön tabanlı yöntemler (AoA, DoA, ADoA), mesafe tabanlı teknikler (PoA, PDoA), zaman tabanlı yöntemler (ToF, ToA, TDOA, RtoF, RTT), parmak izi ve Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemi (GNSS) bulunmaktadır. Bu teknikler, RF teknolojileri (WIFI, hücresele LoRA, RFID, Bluetooth, ZigBee), uydu teknolojileri ve optik teknolojiler (görünür ışık) da dâhil olmak üzere çeşitli teknolojilerle uyumludur. Bu modeller, saha ve konum hakkında önceden bilgi sahibi olunan, örneğin çevrenin bir haritasını oluştururken aynı zamanda hareketli vericinin bu harita içindeki konumunu belirlemeyi içeren, filtreleme ve yumuşatma olarak iki kategoride sınıflandırılabilen SLAM (eşzamanlı konum belirleme ve haritalama) gibi, veya önceden bilgi sahibi olunmayan bir ortamda kullanılabilmektedir. Birincisi için; durum en son ölçümlerle başlangıçta tahmin edilirken, ikincisi için tüm yörünge tüm ölçüm setine dayalı olarak tahmin edilebilmektedir [10].

Mobil vericilerin veya geri saçılım cihazlarının konumunu belirlemeye yönelik mevcut çözümler, chirp sinyalleri (LoRA gibi) ve OFDM (WIFI ve hücresele iletişimde kullanılmaktadır) ve RFID dâhil olmak üzere çeşitli dalga biçimlerini araştırmıştır. Bu çözümler, sinyal tabanlı parametreleri, açı ve yön tabanlı teknikleri ve zaman tabanlı yöntemleri kapsamaktadır, dolayısıyla mesafe tabanlı teknikleri kapsayan konum belirleme amacıyla farklı metriklerden yararlanmaktadır.

Özellikle verici ve alıcı arasındaki doğrudan bağlantıdan kaynaklanan parazitlerle ilgili zorlukları ele almak için geri saçılan sinyalin farklı bir kanala yönlendirilmesi yaygın olarak kullanılan bir stratejidir.

Önceki çözümler konum belirleme hizmetlerini çeşitli temel performans göstergeleri ve teknolojiler aracılığıyla araştırmış olsa da, bazı dezavantajlar sergilemektedir:

1) OFDM tabanlı konum belirleme:

- Sıkı frekans senkronizasyonu gereksinimi: Frekans alanında ortogonal alt taşıyıcılar kullanan OFDM, sıkı senkronizasyon gerektirmektedir.

- Spektrum verimsizliği: Geri saçılan sinyalin paraziti azaltmak için farklı bir kanala kaydırılması spektrum verimsizliğine yol açarak genel performansı etkilemektedir.

2) LoRa tabanlı konum belirleme:

- Uyumluluk sorunları: LoRa, hücresel ve Wi-Fi standartları gibi geleneksel ekipman ve teknolojilerle uyumlu değildir.
- Özel RF kaynağına bağımlılık: Uygulama, sistemin maliyetinde artışa neden olan özel bir RF kaynağı gerektirmektedir.

3) RFID tabanlı konum belirleme:

- Özel RF altyapısı gerektirmektedir.
- Sınırlı iletişim menzili nedeniyle sorun yaşanmaktadır.
- Sıkı zaman senkronizasyonu gerektirmektedir.

Genel olarak sunulan farklı çözümler, hem algılama yeteneklerini hem de iletişimi entegre etmek gibi geri saçılım iletişiminin tam potansiyelini araştırmamaktadır.

Sonuç olarak, geri saçılma teknolojisini kullanarak OTSM tabanlı algılama/yer belirleme ve iletişimdeki bu söz konusu dezavantajların üstesinden gelebilecek, paraziti azaltan, güç verimliliği, senkronizasyona karşı sağlamlık ve iletişimde esneklik sağlayan ve konum belirleme sisteminin genel performansını optimize eden yeni bir yönteme ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar:

[1]: Kotaru, M., Zhang, P. ve Katti, S., 2017, Kasım. Localizing low-power backscatter tags using commodity WiFi. In *Proceedings of the 13th International Conference on emerging Networking EXperiments and Technologies* (s. 251-262).

[2]: Jiang, T., Zhang, Y., Ma, W., Peng, M., Peng, Y., Feng, M. ve Liu, G., 2023. Backscatter Communication Meets Practical Battery-Free Internet of Things: A Survey and Outlook. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.

[3]: Zhang, S., Wang, W., Tang, S., Jin, S. ve Jiang, T., 2020. Robot-assisted backscatter localization for IoT applications. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 19(9), s.5807-5818.

[4] Pannuto, P., Kempke, B. ve Dutta, P., 2018, Nisan. Slocalization: Sub-uW ultra wideband backscatter localization. In 2018 17th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN) (s. 242-253). IEEE.

[5] Lazaro, A., Lazaro, M. ve Villarino, R., 2021. Room-level localization system based on LoRa backscatters. *IEEE Access*, 9, s.16004-16018.

[6]: Billa, A., Shayea, I., Alhammadi, A., Abdullah, Q. ve Roslee, M., 2020, Kasım. An overview of indoor localization technologies: Toward IoT navigation services. In *2020 IEEE 5th International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT)* (s. 76-81). IEEE.

[7]: Asaad, S.M. ve Maghddid, H.S., 2022. A comprehensive review of indoor/outdoor localization solutions in IoT era: Research challenges and future perspectives. *Computer Networks*, 212, s.109041.

[8]: Zafari, F., Gkelias, A. ve Leung, K.K., 2019. A survey of indoor localization systems and technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(3), s.2568-2599.

[9] Kim Geok, T., Zar Aung, K., Sandar Aung, M., Thu Soe, M., Abdaziz, A., Pao Liew, C., Hossain, F., Tso, C.P. ve Yong, W.H., 2020. Review of indoor positioning: Radio wave technology. *Applied Sciences*, 11(1), s.279.

[10] Xuexi, Z., Guokun, L., Genping, F., Dongliang, X. ve Shiliu, L., 2019, Temmuz. SLAM algorithm analysis of mobile robot based on lidar. In 2019 Chinese Control Conference (CCC) (s. 4739-4745). IEEE.

Buluşun Açıklaması:

Buluşun amacı, ortak algılama/yer belirleme ve iletişimi desteklemek için OTSM'nin özelliklerinden yararlanarak geri saçılım teknolojisi alanında devrim yapmak ve bu alanı geliştirmektir. Buluş, çeşitli uygulamalara yönelik sağlam ve verimli bir çözüm sağlayarak doğru konum belirleme hizmetlerindeki mevcut zorlukları ve sınırlamaları ele almayı amaçlamaktadır. Buluş, OTSM'nin parazite dayanıklı yapısı, uzatılmış anahtarlama süresi ve düşük güç gereksinimleri gibi benzersiz özelliklerinden yararlanarak, spektrum verimliliği, sıkı senkronizasyon ve geri saçılım iletişiminde parazit ile ilgili engellerin üstesinden gelmeye çalışmaktadır. Nihai hedef, algılama/konumlandırma hizmetlerinin doğruluğunu, güvenilirliğini ve maliyet etkinliğini artırmak, iç ve dış mekân konumlandırma sistemleri, akıllı evler, IoT dağıtımları ve algılama bilgilerinin navigasyon, takip, izleme ve benzeri gibi

farklı hizmetlerine yönelik kullanılabileceği diğer alanlar dâhil olmak üzere çeşitli alanlardaki uygulamalara yönelik yeni olanaklar açmaktır.

Buluş, geri saçılım teknolojisindeki bir dizi teknik zorluğun üstesinden gelerek yenilikçi çözümler sunmaktadır. Bunlar arasında yer alan Ortogonal Zaman Sıralamalı Çoklama (OTSM) yoluyla parazit yönetimi, spektrum verimsizliği zorlukları ve hem algılama/yer belirleme hem de iletişimin entegre edilmesi ve çözüm yalnızca iletişimi dikkate alan geleneksel yaklaşım tasarımının üzerine çıkmaktadır ve sonuç olarak genel sistem performansı artmaktadır. Buluş, her etiket için benzersiz Walsh Hadamard dizilerini kullanmaktadır, kullanımı optimize eder ve doğrudan bağlantı parazitini (DLI) azaltmak için ayrı kanal tahsislerini ortadan kaldırmaktadır, çözümümüz düşük anahtarlama hızı sunmaktadır, bu nedenle geri saçılım cihazının görev döngüsünü azaltmakta ve ömrünü uzatmaktadır, bu da onu CDMA veya OFDM gibi önceki tekniklerden ayırmaktadır çünkü sırasıyla çip süresi T_c veya BW ile eşleşmesi gereken yüksek anahtarlama hızı gerektirmektedir. OTSM sinyallerinin kullanımı, veri modülasyonu sadece (+1,-1) durumunu gerektirdiğinden güç verimliliğine katkıda bulunmaktadır, Walsh Hadamard'a dayalı genişletilmiş bir anahtarlama süresi ile çözüm, sıkı senkronizasyona esneklik sunduğundan sıkı senkronizasyonun da sağlamlığını sağlamaktadır. OTSM'nin gecikme ve sıralama alanını kullanması, örneğin aynı fiziksel kaynaklar (zaman-frekans) içinde bu iki alanda daha fazla geri saçılım cihazının çoklanması gibi hem iletişim hem de geri saçılım için kaynak yönetiminde bize esneklik sağlamaktadır. Geri saçılan sinyallerin düşük gücü, minimum parazit ve yüksek güç verimliliği sağlamaktadır. Standartlarla uyumlu farklı metrikler kullanarak doğru algılama/konum belirleme, buluşun etkinliğini daha da sağlamlaştırmaktadır. Genel olarak, Walsh Hadamard'a dayalı modülasyon şemasının basitliği, buluşun önceki çözümlere kıyasla maliyet etkin olduğunun altını çizmektedir.

Buluş, yukarıda açıklanan ve aşağıdaki ayrıntılı açıklamadan ortaya çıkacak tüm hedefleri gerçekleştirmek için aşağıdaki avantajları sunmaktadır:

- 1) **Alıcı tarafında doğrudan bağlantı ile geri saçılım sinyali arasında girişim yaşanmamaktadır:** Bu avantaj, vericinin OTSM sinyali ile geri saçılım sinyalinin gecikme sıralaması alanında ayrılabilir olmasından kaynaklanmaktadır.

- 2) **Parazitsiz çoklu bağlantı desteği:** Doğrudan bağlantıda olduğu gibi aynı anda birden fazla geri saçılım etiketinden kaynaklanan paraziti önlemek için, her bir geri saçılma için farklı bir kanal tahsis etmeye gerek yoktur. Bunun yerine, her etikete alıcı tarafında ortogonal ve ayrılabilir olan benzersiz bir Walsh Hadamard dizisi sağlamaktayız.
- 3) **Eşzamanlı yüksek veri hızı iletimini (iletişim düğümlerinde) ve düşük hızda modülasyon (geri saçılımda) mümkün kılmaktadır:** Geniş bantlı iletim, iletişim bakımından yüksek veri hızları ve algılama bakımından kaliteli erim çözünürlüğü sağlamak adına önemlidir. Ancak, düşük kompleksli geri saçılım cihazları, güç gibi sınırlamalar ve kısıtlamalar nedeniyle bu tür geniş bant sinyallerini modüle edememektedir. Açıklanan buluşta, OTSM taşıyıcıları geniş bantlı iletişim ve süper çözünürlüklü algılama sağlarken daha uzun bir anahtarlama süresinde (düşük anahtarlama hızı) geri saçılımlar aracılığıyla modüle edilebilmektedir.
- 4) **Yoğun bağlantı:** Yaklaşım, gecikme ve sıralama alanını araştırarak genel fiziksel kaynağı (zaman-frekans) etkilemeden gerektiğinde daha fazla geri saçılımın çoklanmasına izin vermektedir.
- 5) **Ölçüm verimliliği:** Geri saçılan sinyalin düşük gücü, bir geri saçılımın diğer geri saçılımların sinyalini yansıttığı durumlarda, gücün alıcı tarafında ihmal edilebilir düzeyde kalmasını sağlamaktadır ve bu sayede alıcı tarafındaki ölçümlerin doğruluğunu garanti etmektedir.
- 6) **OTSM sinyali ile BS'nin güç verimliliği:** Bir OTSM sinyalinin kullanılması, geri saçılım cihazları için güç verimliliği sağlamaktadır.
- 7) **Geri saçılımlar:** Geri saçılım cihazları, OTSM'ye dayalı olarak hem iletişim hem de algılama için kullanılabilir.
- 8) **Çok sayıda geri saçılım cihazı ile doğru konum belirleme:**
- Algılama/Konum Belirleme için çok sayıda geri saçılım kullanmak hata olasılığını azaltarak doğruluğu artırmaktadır. Kullanılan metrik, standart metriklere dayalı olabileceği gibi yeni metriklere de dayalı olabilmektedir.
 - Alıcı tek antenli ya da Çok Girdili Çok Çıktılı (MIMO) sistem olabilmektedir. MIMO konfigürasyonunun kullanılması, örneğin daha önce bahsedilen diğer metriklerin yanı sıra ek bir metrik olarak Varış Açısı (AoA) gibi açı temelli ek metriklerin dâhil edilmesiyle doğruluğu artırmaktadır. Bu katlamalı ölçüm

yaklaşımı, daha fazla algılama farkındalığı ve hassas konum belirleme prosesine katkıda bulunmaktadır.

9) **Maliyet etkinliği ve düşük karmaşıklık:** OTSM kullanımı, sinyali geri saçmak için basit bir modülasyon şeması sunmaktadır ve bu da maliyet etkinliğine ve düşük karmaşıklığa sahip tasarıma katkıda bulunmaktadır.

10) **Alınan Sinyal Algılama:** Ortogonal Zaman Sıralamalı Çoklama (OTSM), kod tabanlı bir dalga biçimidir ve alınan gücün çok düşük olduğu senaryolarda bile sinyallerin algılanmasına izin vermektedir. Bu, yüksek düzeyde tespit edilebilirliğe katkıda bulunan farklı bir alanda (gecikme sıralaması (DS)) temsil edilmesi ile ilişkilendirilmektedir.

Açıklanan buluş, geri saçılım teknolojisi ile ortak iletişim ve algılama/konum belirleme için OTSM'yi bir dalga formu olarak kullanmaktadır. Kayda değer bir teknik ilgi göstermektedir ve gerçek dünyadaki pratik uygulamalar için önemli derecede umut vaat etmektedir. Bu yenilikçi yaklaşım, çeşitli senaryolarda somut faydalar sağlayan bir dizi avantaj sunmaktadır.

Kilit uygulamalardan biri, buluşun özellikle geleneksel teknolojilerin zorluklarla karşılaştığı senaryolarda doğru konum belirleme için sağlam bir çözüm olarak hizmet verdiği Gelişmiş Algılama/Konum Farkındalığı Hizmetlerinde yatmaktadır. Bu kabiliyet, iç ve dış mekân konumlandırma sistemlerine, akıllı evlere ve daha fazlasına kadar uzanmaktadır. Ayrıca, OTSM kullanımı IoT ve Geri Saçılım Ağlarındaki kritik sorunları ele almaktadır. Akıllı şehirlerde, endüstriyel IoT'de ve diğer bağlantılı ortamlarda potansiyel uygulamalarla daha güvenilir ve verimli bir konum belirleme aracı sunulmaktadır.

Geri saçılımlı cihazlara OTSM sunan güç verimliliği, IoT Cihazları'na yönelik Uzatılmış Pil Ömrüne katkıda bulunarak geri saçılımlı iletişim kullanan IoT dağıtımlarının sürdürülebilirliğini ve kullanılabilirliğini artırmaktadır. Bir diğer önemli avantaj ise Geliştirilmiş Spektrum Kullanımı'dır; buluş, her bir geri saçılım cihazına farklı kanallar tahsis etme ihtiyacını ortadan kaldırarak spektrum kullanımını optimize etmektedir. Bu sadece paraziti en aza indirmekle kalmamaktadır, aynı zamanda genel kablosuz iletişim verimliliğini de artırmaktadır.

OTSM'nin sıkı senkronizasyon ve Walsh Hadamard dizisi (ortogonal kod) kullanımı açısından esnek olması, sıkı senkronizasyon gereksinimlerinin olduğu senaryolar veya yüksek parazitli senaryolar gibi zorlu ortamlarda yeterli olmasına imkân tanımaktadır. Geri saçılım etiketlerinin güç tüketim özelliklerini azaltan uzatılmış anahtarlama süresi, bunları kullanılabilirlik açısından (daha az görev döngüsü ve daha uzun yaşam döngüsü) daha esnek hale getirmektedir. Bu özellik, geri saçılım cihazlarının konum belirleme tabanlı hizmetler için kullanılmasına imkân tanımaktadır.

Son olarak, modülasyon şemasının basitliği sadece güç verimliliğine değil aynı zamanda Maliyet Etkin Çözümlere de katkıda bulunmaktadır. Bu özellik, önerilen buluşu konum belirleme hizmetlerinin uygulanması için uygun ve ekonomik bir seçenek haline getirmektedir. Özetle, geri saçılım konum belirlemesinde OTSM'nin kullanılmasıyla ortaya çıkan teknik yenilik, pratik uygulamalar için yollar açmakta ve gerçek dünya senaryoları spektrumunda avantajlar sunmaktadır.

Buluşa konu olan yöntemin yapısal ve karakteristik özellikleri ve bütün avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıfta bulunularak yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net anlaşılabilecektir, dolayısıyla değerlendirme bu şekiller ve detaylı açıklama göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Şekillerin Açıklaması:

Buluş, ekteki şekillere atıfta bulunularak açıklanacaktır, böylece buluşun özellikleri daha net bir şekilde anlaşılacak ve takdir edilecektir ancak bunun amacı buluşu bu belirli düzenlemelerle sınırlandırmak değildir. Aksine, ekteki istemler tarafından tanımlanan buluş alanına dâhil edilebilecek tüm alternatifleri, değişiklikleri ve eşdeğerlikleri kapsamı amaçlanmıştır. Gösterilen detayların sadece mevcut buluşun tercih edilen yapılandırmalarını açıklamak amacıyla gösterildiği ve hem yöntemlerin şekillendirilmesi hem de buluşun kuralları ve kavramsal özelliklerinin en uygun ve kolay anlaşılabilir açıklamasını sağlamak üzere sunulduğu anlaşılmaktadır. Bu şekillerde:

Şekil 1 Bir OTSM sinyali iletiminin görünümü.

Şekil 2 Geri saçılımlı sinyali alan cihazların görünümü.

	Şekil 3	Modülasyon sonrasında sinyali yansıtan BD'lerin görünümü.
	Şekil 4	Alicinin OTSM sinyallerini yakalayışının bir görünümü.
	Şekil 5	Yansıyan sinyalin başka bir BD'den gelen modüle edilmiş OTSM sinyali üzerinde ihmal edilebileceğini gösteren bir görünüm.
5	Şekil 6	gecikme sıralaması alanında ayrılabilirlik ile parazitsiz alınan sinyalin grafiksel görünümü
	Şekil 7	BD'lerden OTSM modülasyonlu sinyali alan ve kendi kendine konumlandırma yapan vericinin bir görünümü
10	Şekil 8	Konum belirleme ve iletişim için gecikme sıralaması kaynaklarının gecikmeler (a) veya sıralama (b) boyunca veya sadece algılama (c) JSAC için tahsis edilebileceğini gösteren bir görünüm.
15	Şekil 9	OTSM'nin bir görünümü ve senkronizasyonda bir uyumsuzluk olması durumunda katı senkronizasyona karşı sağlamlığı, genel sinyal katı senkronizasyon durumu ile kıyaslandığında aynıdır, bu da katı senkronizasyon söz konusu olduğunda OTSM'nin esnek olduğunu göstermektedir.

Mevcut buluşun anlaşılmasına yardımcı olacak şekiller ekteki resimde gösterildiği gibi numaralandırılmış ve aşağıda isimleriyle birlikte verilmiştir.

20 Referansların Açıklaması:

1. Geri Saçılım Cihazı
2. Alıcı: Erişim Noktası/Baz İstasyonu
3. Mobil Verici
- 25 4. İhmal Edilebilir Güç
5. Algılama
6. İletişim

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması:

30

Buluşun ayrıntılı açıklaması, geri saçılımlı iletişim için temel dalga formu olarak Ortogonal Zaman Sıralamalı Çoklamanın (OTSM) dâhil edilmesiyle başlayan önemli bileşenleri ve

prosesleri tanımlamaktadır (6). Özellikle, OTSM'nin sisteme ya iletişim (6) için ya da özel bir RF veya isteğe bağlı dalga formu olarak entegre edilmesi öngörülmektedir.

Dalga biçimi olarak OTSM'nin kullanılması, OTSM gecikme sıralaması alanındaki 5 ortogonalite nedeniyle aynı bantı parazitsiz kullandığından, algılama (5) ve iletişimi (6) aynı kaynak ızgarasında (zaman frekansı) entegre etmemize imkân tanımaktadır. Sonuç olarak, MIMO alıcı durumunda gecikmeler (erim), doppler (hız) ve açısal alanda yüksek çözünürlüğe sahip olmamıza imkân tanımaktadır (2).

10 Verici ve alıcı (2) aynı zaman-frekans kaynakları içinde ancak farklı gecikmeler veya sıralama ile iletişim kurabilmektedir ve ayrıca algılamayı (5) gerçekleştirmek için aynı fiziksel kaynakları kullanmaktadır, bu da çözümümüzü daha az karmaşıklık ve yüksek performans ile gecikme sıralaması alanında hem algılama (5) hem de iletişim (6) için uygun hale getirmektedir. Şekil 8, sıralama boyunca algılamaya (5) ve iletişime (6) yönelik kaynak 15 tahsisinin bir örneğini vermektedir ve ayrıca gecikme veya her ikisi boyunca da gerçekleştirebilmektedir.

Geri saçılım cihazlarının (1) düzeninin, alıcı (2) tarafından konumları bilinen çevre içinde eşit uzaklıkta olması veya rastgele konumlandırılması amaçlanmıştır. Şekil-1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7'de 20 eşit aralıklı geri saçılım cihazlarına (1) sahip bir potansiyel konfigürasyon gösterilmektedir.

Geri saçılım hem iletişime hem de algılamaya yönelik kullanılabilir, örneğin sadece algılama gerçekleştirmek istiyorsak bir kod yerleştirme yapmak için yeterlidir, iletişim için gerekirse birden fazla kod tahsis edebilmekteyiz, örneğin ilk kod bit 0'ı ve ikinci kod bir 25 belirli geri saçılım cihazı için bit 0'ı temsil etmektedir (1). Şekil (8), kaynağın gecikme sıralaması alanında nasıl paylaşılabileceğine ilişkin bir örnek vermektedir.

OTSM kullanan geri saçılım cihazları (1) sıkı senkronizasyon için esneklik sunmaktadır, bunu gösteren bir örnek şekilde (9) yer almaktadır.

1) Bi-statik Ortak Algılama ve İletişim (JSAC):

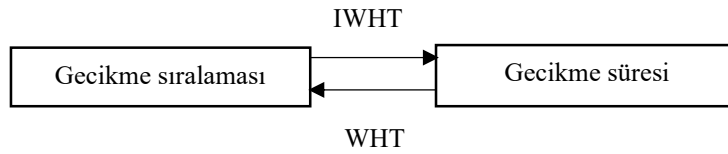
Aşağıdaki adımlar, algılama (5)/yer belirleme işleminin alıcı (2) tarafında gerçekleştirildiği bi-statik mimaride ortak algılama (5) ve iletişim (6) prosesini göstermektedir:

- Adım 1:
5 Hareketli Tx, bir OTSM sinyali yayarak iletişimi (6) başlatmaktadır. Şekil 1'de gösterildiği gibidir.
- Adım 2:
Etiketler, zaman alanındaki modülasyon prosesleri için ilk girdi görevini gören sinyali almaktadır. Şekil 2'de gösterildiği gibidir.
- 10 • Adım 3:
Etiketler, AP/BS tarafından atanan parmak izlerini temsil eden benzersiz bir Walsh-Hadamard dizisini kullanarak zaman alanındaki sinyali modüle etmektedir. Daha sonra, modüle edilmiş sinyali alıcıya (2) geri saçmaktadırlar. Şekil 3'te gösterildiği gibidir.
- 15 • Adım 4:
Alıcı (2) hem geri saçılım sinyallerinin hem de vericiden gelen doğrudan bağlantı sinyalinin çakışmasını yakalamaktadır. Şekil 4'te gösterildiği gibidir.
- Adım 5:
20 Etiketlerden gelen geri saçılım sinyali başka bir geri saçılım cihazı (1) (BD) tarafından alınabilmektedir. Sonuç olarak, etiket dizisini önceden var olan modüle edilmiş sinyal üzerine modüle edecektir ve mevcut geri saçılımın parmak izi ile karakterize edilen yeni bir modülasyonla sonuçlanacaktır. Bununla birlikte, bu geri saçılan sinyalin gücünün ihmal edilebilir olması ve alıcı (2) tarafında algılanamaz hale gelmesi beklenmektedir. Şekil 5'te gösterildiği gibidir.
- 25 • Adım 6:
Rx, gecikme süresinde üst üste binen sinyalleri (geniş bant sinyali ve geri saçılım sinyali sinyal) almaktadır ve gecikme sırasına doğru 1D/2D boyutlu dönüşümü (Walsh-Hadamard dönüşümü) gerçekleştirmektedir. Daha sonra, metrikleri çıkarmaktadır ve algılama (5)/konum belirleme prosesine devam etmektedir. Bu
30 yaklaşım, alıcının (2) her bir etiketten gelen ölçümleri ayırt etmesine ve ölçmesine olanak tanıyarak algılama (5) ve konum belirleme için bilgi sağlamaktadır.

Örneğin:

- Alınan Sinyal Gücü Göstergesi (RSSI) gibi sinyal metriklerine dayalı konum belirleme. Her bir sıralamanın ortalaması, her bir sinyalden gelen güçleri sağlamaktadır. Triangölasyon veya trilaterasyon, özellikle birden fazla alıcının (2) olduğu senaryolarda kullanılabilmektedir, verici için konum belirlemesini kolaylaştırmaktadır.
- Çoklu Girdili Çoklu Çıktılı (MIMO) alıcı (2) durumunda, Varış Açısı (AoA) gibi açı tabanlı metrikler RSSI gibi diğer ölçümlerin yanına dâhil edilebilmektedir.

Ortogonalite: $\langle f, g \rangle = \int_0^T f(t) * g(t) dt = 0$



Geri saçılım cihazlarının (1) sayısı fiziksel kaynakların mevcudiyetine bağlıdır. OTSM sinyalinin geri saçılım cihazları (1) tarafından modülasyonu, geri saçılım cihazının (1) tüm darbe süresi boyunca belirli bir indeks sıralaması üzerinde belirli bir impedansa sabitlenmesiyle elde edilen daha uzun bir anahtarlama süresini içermektedir. Bu tasarım, Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA) veya Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklamaya (OFDM) kıyasla senkronizasyona karşı dayanıklılığı arttırmaktadır. Ayrıca, maliyet etkinliği de bulunmaktadır.

BD'lerin geri saçılımlı sinyali zaman alanında modüle edilmektedir.

Kanal:

Kanal aşağıdaki parametreler ile karakterize edilmektedir:

Gecikme, doppler, yol kaybı, gölgelenme ile MPC (çok yollu bileşen).

OTSM'nin kullanılması, sıralamanın ortogonalitesi (Walsh-Hadamard) nedeniyle sistemimizi hem doğrudan bağlantıdan hem de eşzamanlı iletimlerden kaynaklanan parazitlere karşı dayanıklı hale getirmektedir. Sinyaller alıcı (2) tarafında gecikme sıralaması alanında ayrılabilir.

2) Monostatik JSAC:

Algılamanın (5)/konum belirlemenin kendi kendine konum belirlemeye yönelik olarak verici tarafında gerçekleştirildiği mono-statik mimaride ortak algılama (5) ve iletişim (6) prosesi:

- 5 Şekil 1'de gösterilen iletilen sinyal, Şekil 2'de gösterildiği üzere vericiye geri saçılmaktadır. Bu durumda Tx gecikme süresinde çakışan sinyalleri almaktadır ve gecikme sıralamasına doğru 1D/2D boyutlu dönüşümü (Walsh-Hadamard dönüşümü) uygulamaktadır. Daha sonra, metrikleri çıkarmaktadır ve algılama (5)/konum belirleme prosesine devam etmektedir. Bu yaklaşım, hareketli düğümün her bir etiketten gelen ölçümleri ayırt etmesine ve ölçmesine
- 10 olanak tanıyarak algılama (5) ve konum belirleme için bilgi sağlamaktadır.

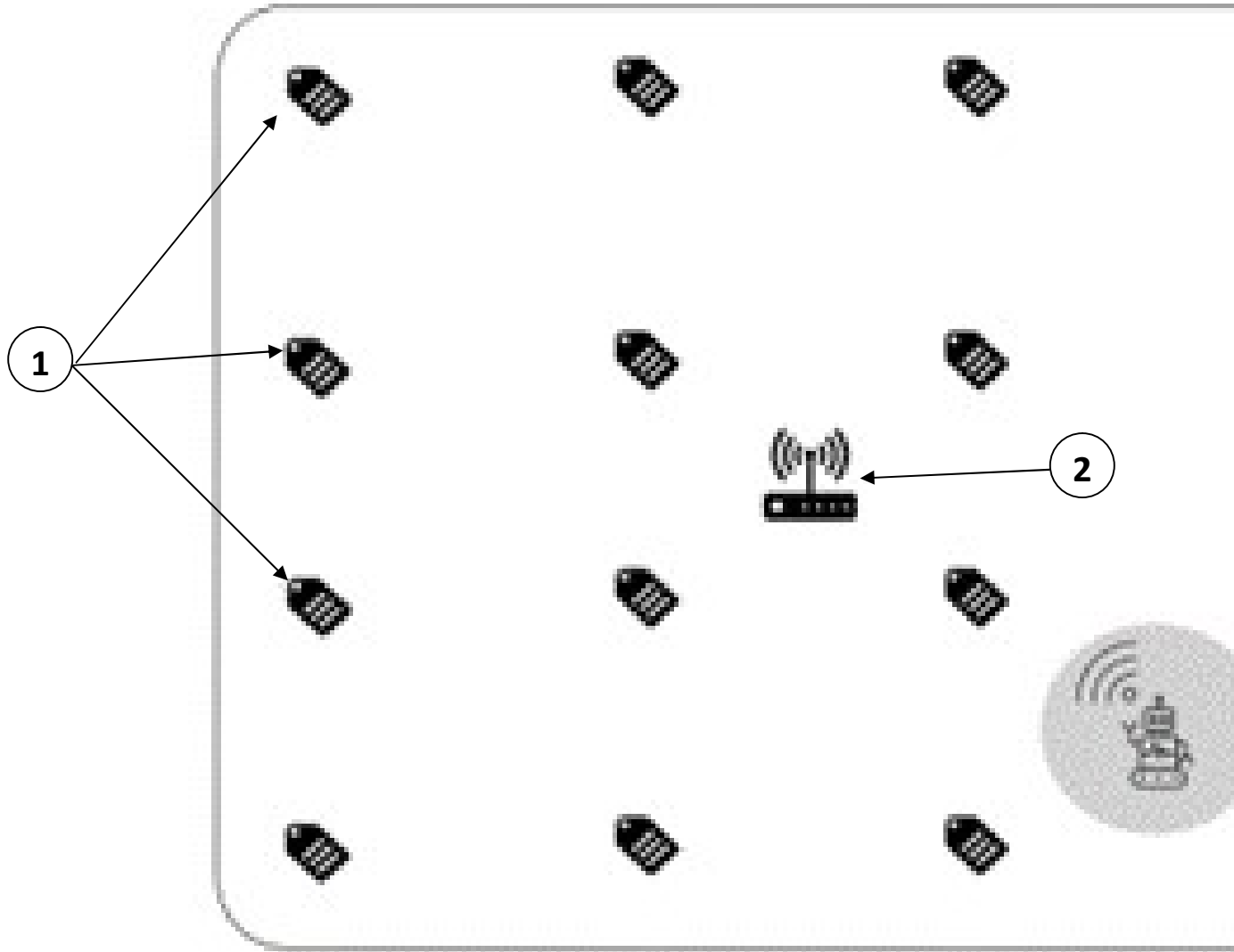
Örneğin:

- Ayrıca, örneğin bizim durumumuzda uygulanabilir olan kendi kendine konum belirleme göz önüne alındığında, konum belirleme için zaman temelli metrikleri de
- 15 keşfedebilmekteyiz. Örneğin, Sinyal Yolculuk Süresi (RTT), Gidiş-Dönüş Sapması (RtoF), ve Uçuş Süresi (ToF) gibi teknikler sistem içinde hassas ve kapsamlı konum belirleme için fırsatlar sunmaktadır. Şekil 2'de gösterildiği gibidir.
- Çoklu Girdili Çoklu Çıktılı (MIMO) verici durumunda, Varış Açısı (AoA) gibi açı tabanlı metrikler RSSI gibi diğer ölçümlerin yanına dâhil edilebilmektedir.

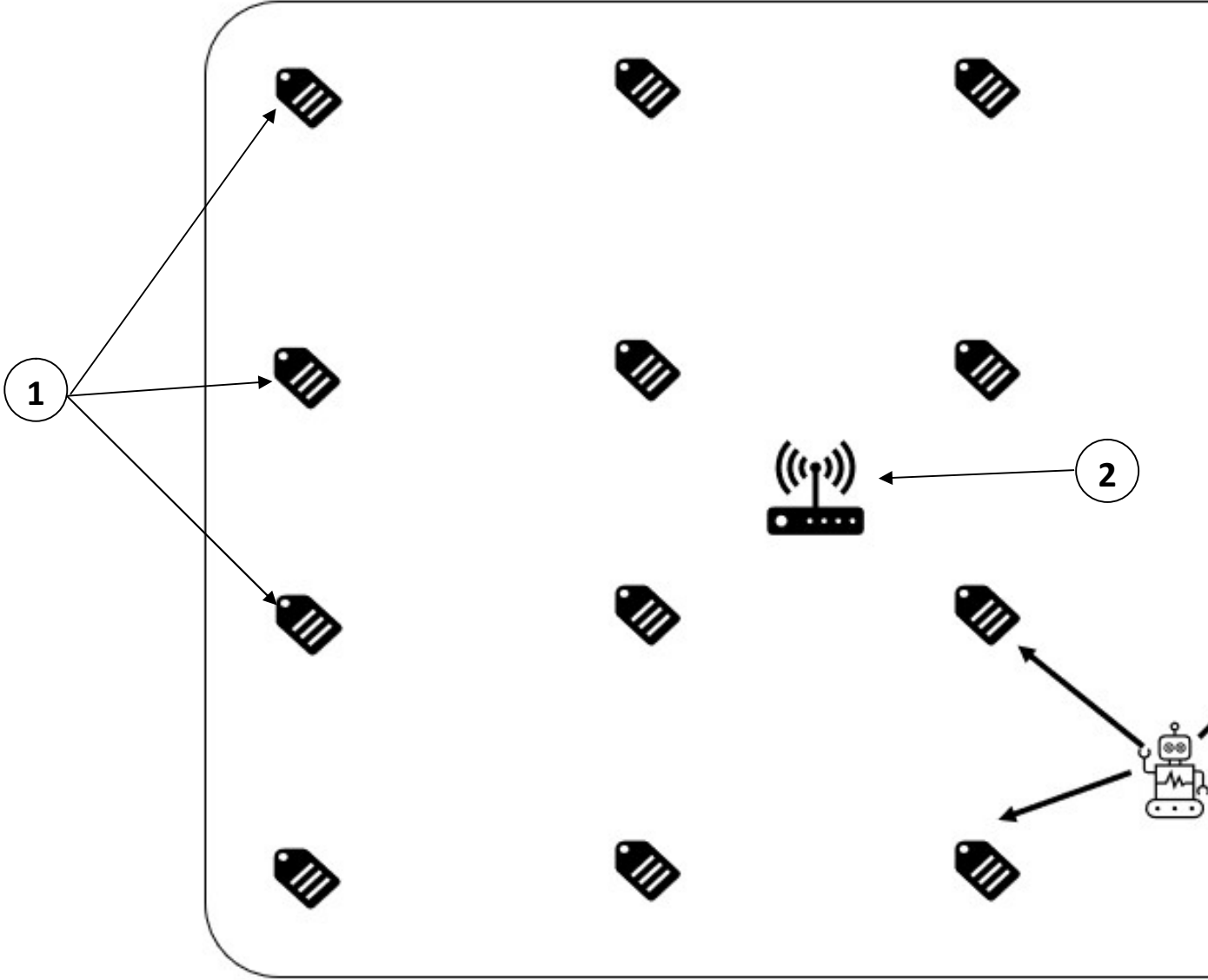
20

- Mevcut teknolojinin spesifik yapılandırmalarına ilişkin yukarıdaki açıklamalar, örnekleme ve açıklama amacıyla sunulmuştur. Bunların kapsamlı olması veya mevcut teknolojiyi açıklanan kesin formlarla sınırlandırması amaçlanmamıştır ve yukarıdaki bilgi dikkate alındığında birçok modifikasyon ve varyasyonun mümkün olduğu açıktır. Yapılandırmalar, mevcut
- 25 teknolojinin ilkelerini ve pratik yazılımını en iyi şekilde açıklamak ve böylece teknikte uzman diğer kişilerin mevcut teknolojiyi ve çeşitli yapılandırmaları, öngörülen özel kullanıma uygun çeşitli değişikliklerle en iyi şekilde kullanmalarını sağlamak için seçilmiş ve açıklanmıştır. Koşulların önerebileceği veya uygun hale getirebileceği çeşitli eksikliklerin ve eşdeğerlerin ikame edilmesinin düşünüldüğü anlaşılmaktadır, ancak bunlar, mevcut teknolojinin istemlerin
- 30 özünden veya kapsamından ayrılmadan yazılımı veya uygulamayı kapsamayı amaçlamaktadır.

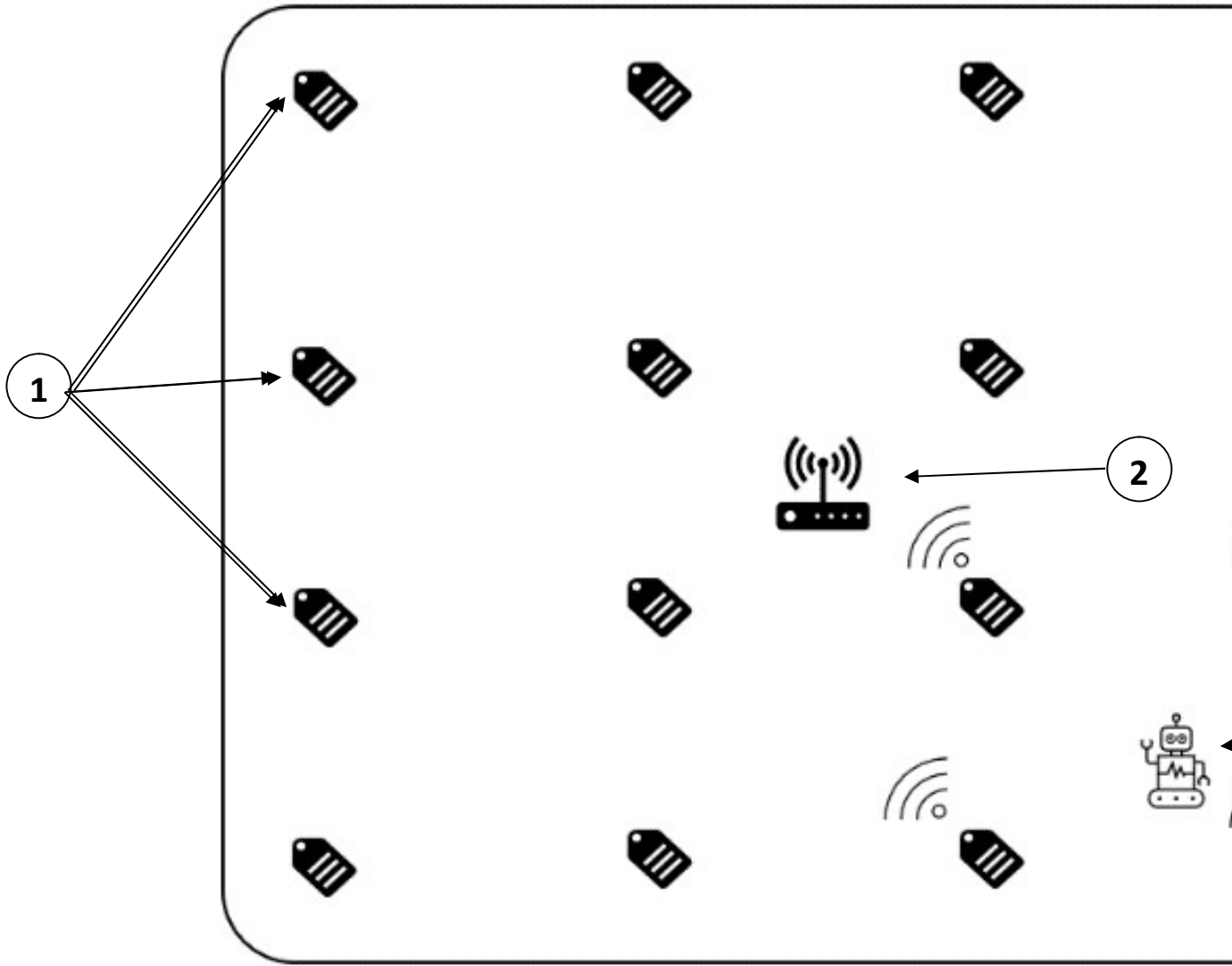
Herhangi bir çelişkinin ortaya çıkmadığı bir durumda, mevcut açıklamadaki yapılandırmalar ve yapılandırmalardaki özellikler karşılıklı olarak birleştirilebilmektedir. Yukarıdaki açıklamalar sadece mevcut açıklamanın spesifik uygulamaları olup, mevcut açıklamanın koruma kapsamını sınırlama amacı taşımamaktadır. Mevcut bildirimde açıklanan teknik
5 kapsam dâhilinde teknikte uzman bir kişi tarafından kolayca bulunabilecek herhangi bir varyasyon veya değiştirme, mevcut bildirimin koruma kapsamı dâhilinde başarısız olacaktır. Bu nedenle, mevcut açıklamanın koruma kapsamı istemlerin koruma kapsamına tabi olacaktır.



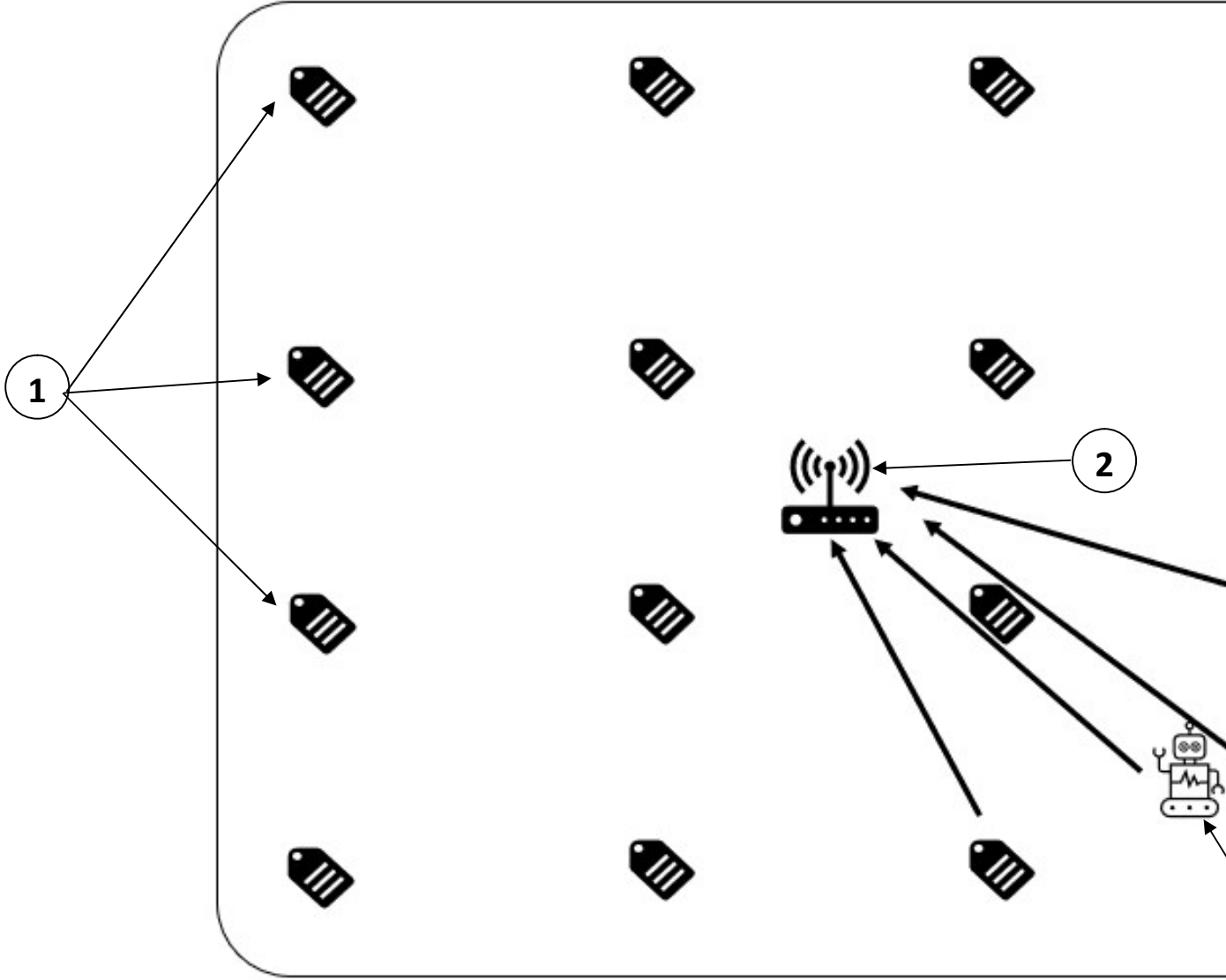
ŞEKİL 1



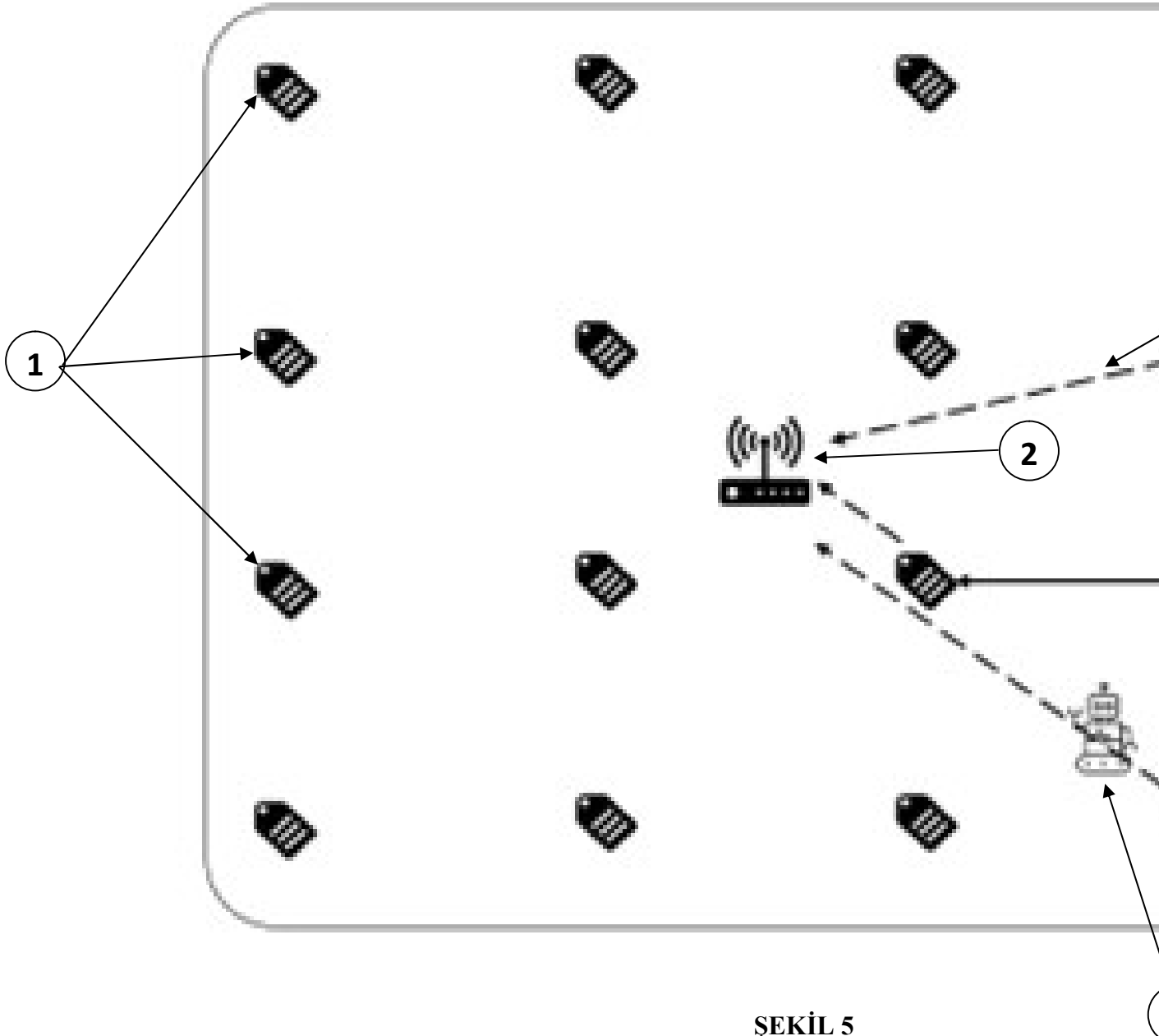
ŞEKİL 2



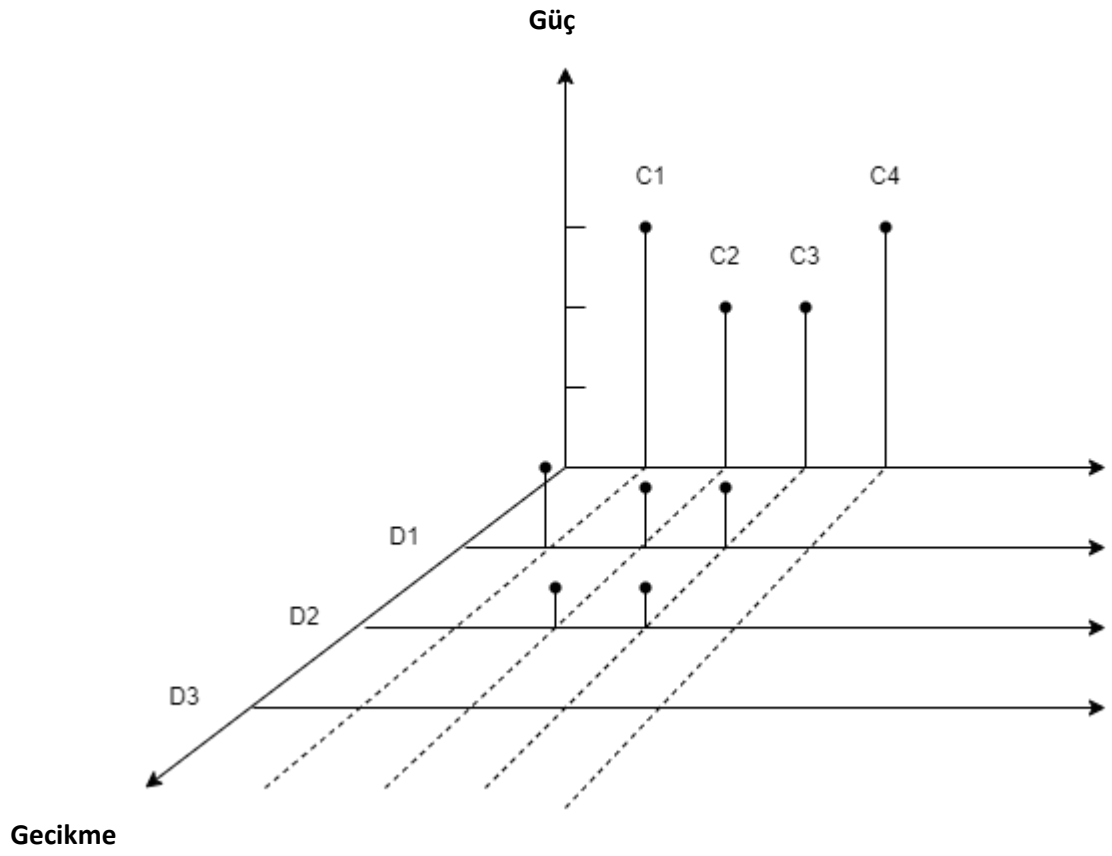
ŞEKİL 3



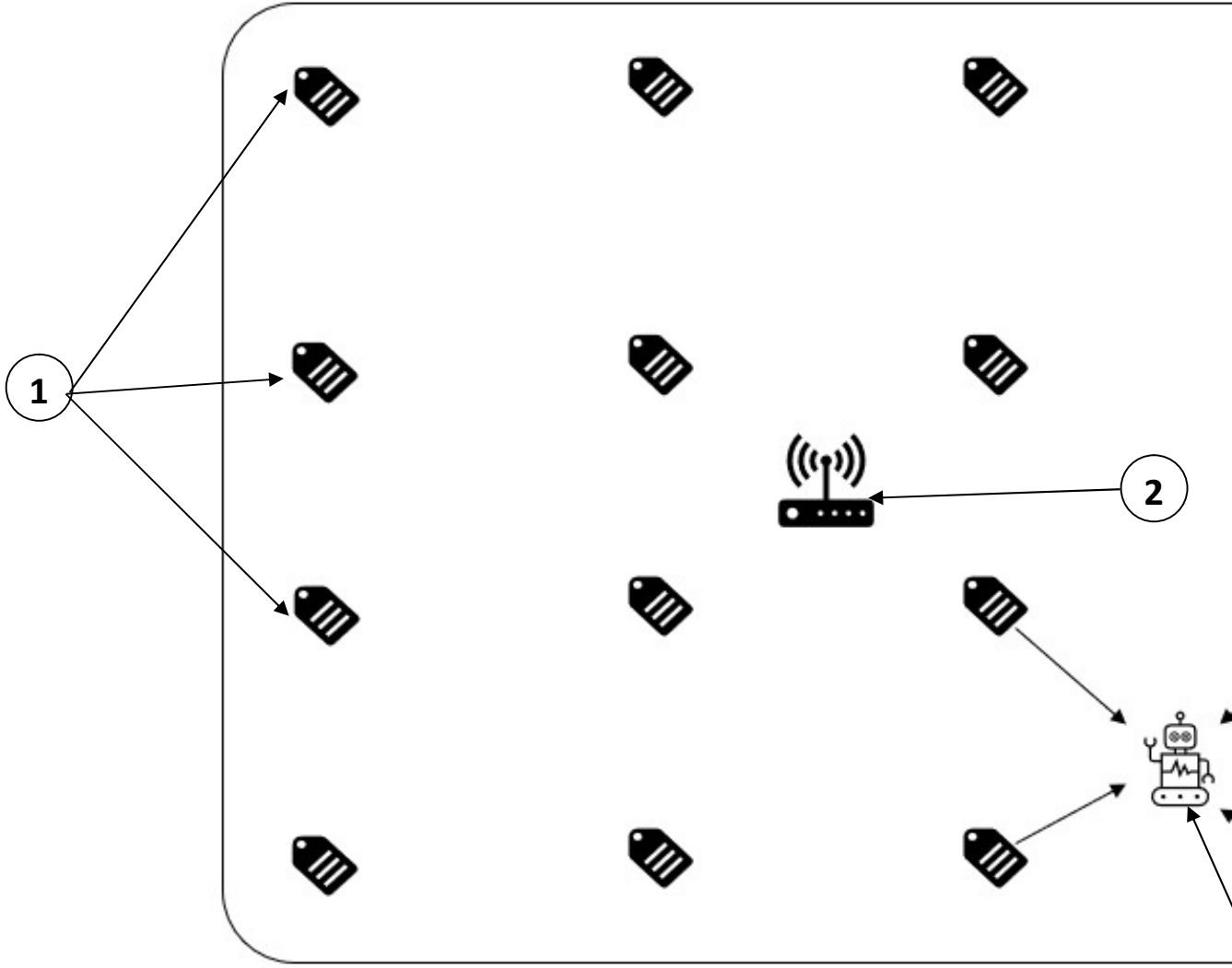
ŞEKİL 4



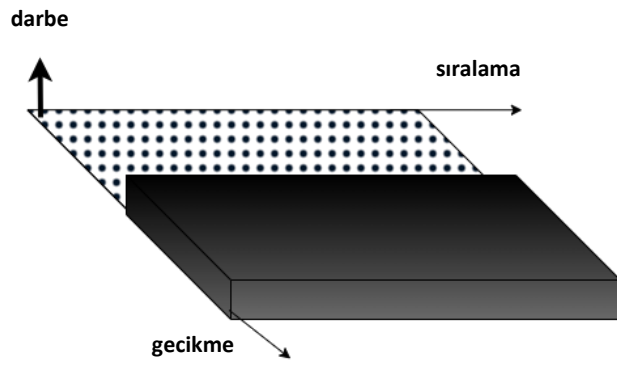
ŞEKİL 5



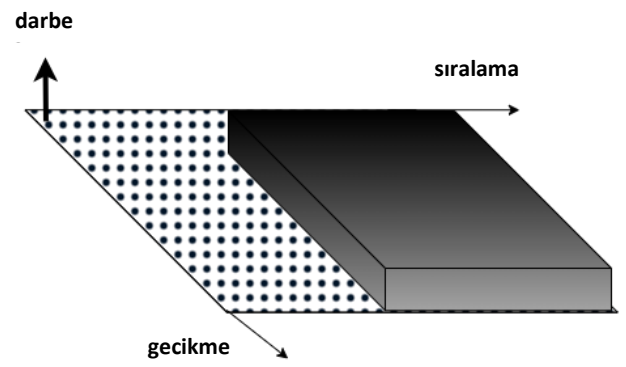
ŞEKİL 6



ŞEKİL 7

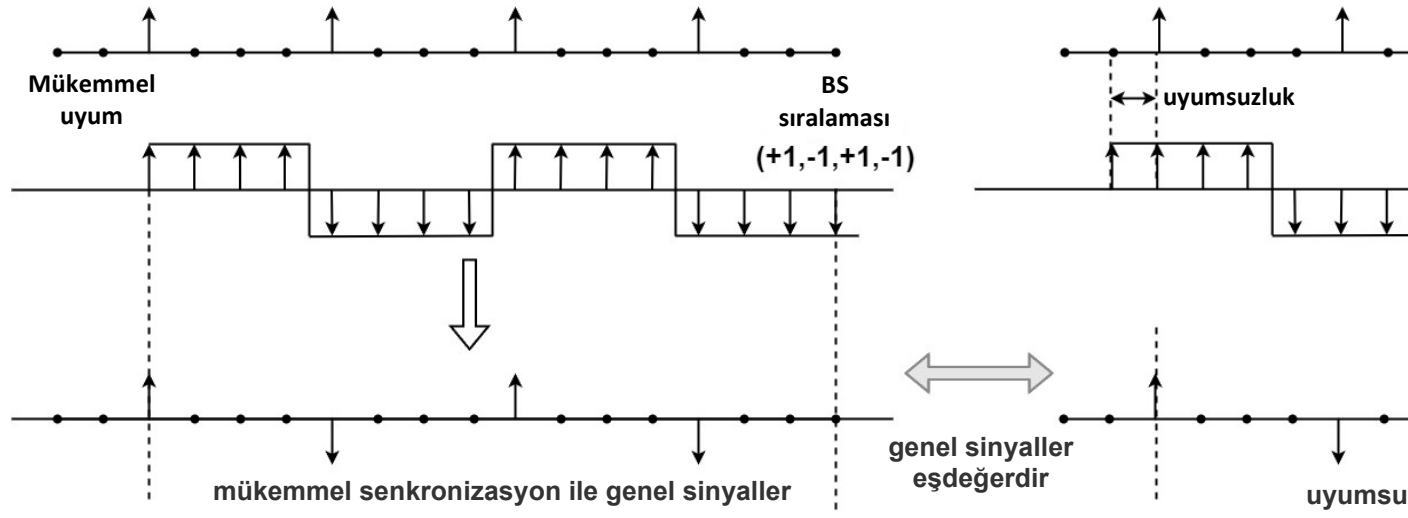


(a)



(b)

ŞEKİL 8



ŞEKİL 9