

ÖZET

HÜCRESEL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE NUMEROLOJİ TÜRÜNÜN VE BANDININ KÖR TESPİT EDİLMESİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM VE SÖZ KONUSU YÖNTEME GÖRE ÇALIŞAN BİR SİNYAL ALICI BİRİM

5

Buluş, karma numeroloji yapıları kullanılan sistemlerde (örneğin 5G standardı), alınan sinyaldeki numeroloji türlerini ve bantlarını herhangi bir kontrol bilgisi kullanmadan tespit etmek üzere;

- Sinyal alıcı birimin (10) sinyali alması ve analog işlemlerden geçirmesi (101)
- 10 - Alınan sinyalin dijital ortama, yani veri depolama birimine (10.2) aktarılması (102)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından seri/paralel dönüşümünün uygulanması (104)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayındaki sinyalin frekans uzayına dönüşümünün sağlanması (FFT- Hızlı Fourier dönüşümü) (105)
- 15 - Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttı her birinin ayrı ayrı filtrelenmesinin sağlanması (106)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bandın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü) (107)
- 20 - Kontrol birimi (10.1) tarafından paralel/seri dönüşümünün uygulanması (108)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından her bir bant için elde edilen zaman sinyali farklı CP konfigürasyonlarıyla korelasyon işleminin yapılması (döngüsel önek korelasyonu) (109)
- Korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji türünün belirlenmesi (110)
- 25

adımları ile **karakterize edilen** bir yöntem (100) ve söz konusu yöntem (100) göre çalışan bir sinyal alıcı birim (10) ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Karma numeroloji yapıları kullanılan sistemlerde (örneğin 5G standardı), alınan sinyaldeki numeroloji türlerini ve bantlarını herhangi bir kontrol bilgisi kullanmadan tespit etmek üzere;

- 5 - Sinyal alıcı birimin (10) sinyali alması ve analog işlemlerden geçirmesi (101)
- Alınan sinyalin dijital ortama, yani veri depolama birimine (10.2) aktarılması (102)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından seri/paralel dönüşümünün uygulanması (104)
- 10 - Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayındaki sinyalin frekans uzayına dönüşümünün sağlanması (FFT- Hızlı Fourier dönüşümü) (105)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttan her birinin ayrı ayrı filtrelenmesinin sağlanması (106)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bandın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü) (107)
- 15 - Kontrol birimi (10.1) tarafından paralel/seri dönüşümünün uygulanması (108)
- Kontrol birimi (10.1) tarafından her bir bant için elde edilen zaman sinyali farklı CP konfigürasyonlarıyla korelasyon işleminin yapılması (döngüsel önek korelasyonu) (109)
- 20 - Korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji türünün belirlenmesi (110)
- adımları ile **karakterize edilen** bir yöntem (100).

2. Sinyal alıcı birimin (10) sinyali alması ve analog işlemlerden geçirmesi (101) adımıyla sözü geçen sinyalin; farklı numerolojilere ait OFDM sembollerinin kanaldan geçerek toplanmasıyla elde edilmesi ile **karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir yöntem (100).

3. Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103) adımıyla frekans uzayına gitmeden önce, alınan sinyalde alt taşıyıcı aralığı en küçük olan numerolojiye göre CP ayırma işleminin yapılması ile **karakterize edilen** istem 2'deki gibi bir yöntem (100).

4. Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttın her birinin ayrı ayrı filtrelenmesinin sağlanması (106) adımında sözü geçen toplam band sayısının M tane alt banttın oluştuğu varsayılması ve bu bantların farklı numerolojilere sahip alt taşıyıcılardan oluşması ile **karakterize edilen** istem 3'deki gibi bir yöntem (100).

5

5. Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttın her birinin ayrı ayrı filtrelenmesinin sağlanması (106) adımında sözü geçen filtreleme işleminin her bir bant için ayrı olarak ve seçilen bandın dışındaki alt taşıyıcıların sıfırlanmasıyla yapılması ile **karakterize edilen** istem 4'deki gibi bir yöntem (100).

10

6. Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bandın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü) (107) adımında her bir bant için N boyutlu ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT) işleminin uygulanması ile **karakterize edilen** istem 5'deki gibi bir yöntem (100).

15

7. Kontrol birimi (10.1) tarafından her bir bant için elde edilen zaman sinyali farklı CP konfigürasyonlarıyla korelasyon işleminin yapılması (döngüsel önek korelasyonu) (109) adımında sözü geçen CP korelasyon işleminin, elde edilen zaman uzayındaki sinyalden farklı CP konfigürasyonlarına uygulanması ile **karakterize edilen** istem 6'daki gibi bir yöntem (100).

20

8. CP konfigürasyon sinyalinin elde edilen sinyalin üzerinden kaydırılarak çarpılmasıyla elde edilen CP korelasyon değerinin daha önceden belirlenmiş bir korelasyon eşik değerinden büyükse Korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji türünün belirlenmesi (110) adımındaki numeroloji tespitinin yapılması ile **karakterize edilen** istem 7'deki gibi bir yöntem (100).

25

9. Alınan sinyalden mevcut numeroloji türlerini ve bantların konumunu tespit etmek üzere;
- Alınan sinyali analog işleminden geçirerek dijital ortama aktaran ve sonrasında frekans uzayına gitmeden önce, alınan sinyalde alt taşıyıcı aralığı en küçük olan numerolojiye göre zaman uzayında OFDM sembolünün CP ayırma işlemini yapan, sonrasında seri/paralel dönüşümünü uygulayan, daha sonrasında N boyutlu hızlı Fourier dönüşümü (FFT) işlemiyle alınan sinyali, frekans uzayına dönüştüren; farklı numerolojilere sahip

30

alt taşıyıcılar için frekans uzayındaki M tane alt banttı oluşan toplam bandı oluşturıan her bir bandın numerolojinin tespit edilmesi için filtreleme işlemine yapan, sonrasında her bir bant için N boyutlu ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT) işlemine uygulayarak filtrelenen her bir bandı zaman uzayına dönüştüren, sonrasında paralel/seri dönüşümünü uygulayan ve her bir banda CP konfigürasyonlarıyla döngüsel önek korelasyon işlemine yapan ve son olarak korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji türünü belirleyen en az bir kontrol birimi (10.1) ve tespit edilen verilerin depolandığı en az bir veri depolama birimi (10.2) içermesi ile **karakterize edilen** bir sinyal alıcı birim (10).

10. Bir anten olması **ile karakterize edilen** istem 9'daki gibi bir sinyal alıcı birim (10) .

TARİFNAME

HÜCRESEL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE NUMEROLOJİ TÜRÜNÜN VE BANDININ KÖR TESPİT EDİLMESİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM VE SÖZ KONUSU YÖNTEME GÖRE ÇALIŞAN BİR SİNYAL ALICI BİRİM

5

Teknik Alan

Buluş, karma numeroloji yapıları kullanılan sistemlerde (örneğin 5G standardı), alınan sinyalden mevcut numeroloji türlerini ve söz konusu numerolojilerin frekans uzayındaki bantlarını herhangi bir kontrol bilgisi kullanmadan tespit etmek için bir yöntem ve söz konusu yöntemle çalışan bir sinyal alıcı birim ile ilgilidir.

10

Önceki Teknik

Günümüzde 3. Nesil Ortaklık Projesi (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) tarafından, kablosuz haberleşme için geliştirilen 5G standardında önceki standartlardan farklı olarak karma numeroloji yapısının kullanılması belirlenmiştir. Bu sayede tek alt taşıyıcı aralığına sahip dikgen frekans bölmeli çoğullama (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM) dalga formunun yerine, farklı alt taşıyıcı aralığına sahip OFDM sinyalleri kullanılabilmektedir. Bu durum numerolojinin, farklı alt taşıyıcı aralığına sahip olunması gerektiğini ifade etmektedir. 5G standardında karma numeroloji yapısı çok farklı gereksinimlere sahip olacak yeni kullanıcılara ve cihazlara kaliteli bir servis ulaştırılmasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Yani milimetre dalga spektrumu kullanımında faz gürültü etkilerinin azaltılması için daha geniş alt taşıyıcı aralığına sahip bir dalga formu kullanılması sağlanmıştır. Böylelikle 5G standardında karma numeroloji yapısı kullanılarak çok farklı gereksinimlere sahip uygulamaların daha geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından çok düşük gecikmelerle kullanılmasına olanak sağlanmaktadır.

15

20

25

Karma numeroloji yapıları için gereken kontrol bilgilerinin kör olarak tespit edilmesi için döngüsel önek (Cyclic Prefix, CP) korelasyonu kullanılmaktadır. Burada alınan sinyal farklı CP'ler için korelasyon işleminden geçirilmekte ve korelasyon değerinin en büyük olduğu durum varsayımın doğruluğunu göstermektedir. Örneğin, herhangi bir numerolojinin sinyal içerisinde bulunduğu ve CP korelasyonunda benzerlik olduğu anlaşılan durumlarda, o numerolojinin sinyalde mevcut olduğuna karar verilmektedir. Fakat söz konusu yöntem ile, tespit edilen numerolojinin frekans uzayında hangi bandı kullandığı tespit edilememektedir.

30

Alıcıda sinyalin doğru bir şekilde çözümlenebilmesi için kullanılan numerolojilerin türlerinin ve spektrumdaki bantlarının yerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Karmaşıklaşan sistemlerle birlikte gönderilmesi gereken kontrol bilgilerinin miktarının çokluğu spektral verimliliği düşürmektedir. Karma numeroloji yapılarının kabul edilmesi bu durumun artmasına neden olmaktadır. Bu sebeple 5G standardında bu bilgiler gönderilen veriye ek olarak gönderilmektedir. Gönderilmesi gereken kontrol bilgilerin azaltılması için kör tespit etme yöntemleri kullanılabilir. Buna örnek olarak, tekniğin bilinen durumunda yer alan **US10230492** numaralı patent dokümanında alınan bir sinyalin bir numerolojisinin kör tespiti için bir sistemden ve yöntemden bahsedilmektedir. Söz konusu dokümanda alınan sinyaldeki numeroloji türlerinin önek (CP) korelasyonu kullanarak kör tespit edilmesi yapılmakta, fakat bu numerolojinin spektrumdaki yerinin tespit edilmesi yapılmamaktadır.

Tekniğin bir diğer bilinen durumunda yer alan <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/870898> bağlantısında yer alan çalışmada, beşinci nesil (5G) iletişim sistemleri için aday olan iletim tekniklerinin bit hata oranı (BHO) başarımlarından bahsedilmektedir. Dokümanda F-OFDM tekniğinin blok diyagramı bulunmaktadır. Bu teknik literatürde de mevcuttur. Ayrıca bu makalede sadece bantların ayrılması yapılmaktadır. Ayrıca bu makalede numeroloji tespit etmeye dair herhangi bir teknik mevcut değildir.

Buluşun Kısa Açıklaması:

Buluşun amacı, karma numeroloji yapıları kullanılan sistemlerde (örneğin 5G standardı), alınan sinyalden mevcut numeroloji türlerini ve söz konusu numerolojilerin frekans uzayındaki bantlarını herhangi bir kontrol bilgisi kullanmadan tespit etmek için bir yöntem ve söz konusu yöntemle çalışan bir sinyal alıcı birim geliştirmektir. Böylece söz konusu yöntem ile karma numeroloji yapıları için gönderilmesi gereken kontrol bilgisi miktarı azaltılmaktadır. Buluşta, alınan sinyaldeki numeroloji türleri ve söz konusu numerolojilerin banttaki konumları CP korelasyonu kullanılarak kör bir şekilde tespit edilmektedir. Buluşta ön bir işlem yapıp bantlar ayrıldıktan sonra CP korelasyonu yapıldığından numeroloji türü ve numeroloji alt bandı tespit edilmektedir.

Buluşta tekniğin bilinen durumundan farklı olarak buluşta F-OFDM kullanılmamaktadır. Buluşta, bantlar ayrı olarak zaman uzayına dönüştürülüp CP korelasyonu yapılmaktadır.

Bu sayede karma numeroloji yapıları için gönderilmesi gereken kontrol bilgi miktarı azaltılabilecektir. Ayrıca buluş ile, kör olarak numeroloji türü ve bandı tespit etme performansı iyileştirilmiştir.

Sekillerin açıklaması

- 5 **Şekil 1.** Buluş konusu alıcı birimin şematik blok diyagramının görünümüdür.
Şekil 2. Buluş konusu yöntemin genel olarak akış diyagramının görünümüdür.
Şekil 3. Buluş konusu yöntemin geliştirilmiş blok diyagramının görünümüdür.

Sekillerdeki Referansların Açıklanması

- 10 Buluşun daha iyi anlaşılabilmesi için şekillerdeki numaraların karşılığı aşağıda verilmiştir:
- 10.** Sinyal alıcı birim
- 10.1** Kontrol birimi
- 10.2** Depolama birimi
- 100.** Yöntem
- 15 **101.** Sinyal alıcı birimin (10) sinyali alması ve analog işlemlerden geçirmesi
- 102.** Alınan sinyalin dijital ortama, yani veri depolama birimine (10.2) aktarılması
- 103.** Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması)
- 104.** Kontrol birimi (10.1) tarafından seri/paralel dönüşümünün uygulanması
- 20 **105.** Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayındaki sinyalin frekans uzayına dönüşümünün sağlanması (FFT- Hızlı Fourier dönüşümü)
- 106.** Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttan her birinin ayrı ayrı filtreleneşinin sağlanması
- 107.** Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bandın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü)
- 25 **108.** Kontrol birimi (10.1) tarafından paralel/seri dönüşümünün uygulanması
- 109.** Kontrol birimi (10.1) tarafından her bir bant için elde edilen zaman sinyali farklı CP konfigürasyonlarıyla korelasyon işleminin yapılması (döngüsel önek korelasyonu)
- 110.** Korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji
- 30 türünün belirlenmesi

Buluşun Detaylı Açıklaması:

Buluş konusu sinyal alıcı birim (10); karma numeroloji yapıları kullanılan sistemlerde (örneğin 5G standardı), alınan sinyaldeki numeroloji türlerini ve numeroloji bantlarının konumlarını herhangi bir kontrol bilgisi kullanmadan tespit eden en az bir kontrol birimi (10.1) ve tespit edilen verilerin depolandığı en az bir depolama birimi (10.2) içermektedir. Buluşta kullanılan numeroloji türleri, örneğin 5G standardında 15, 30, 60, 120 kHz alt taşıyıcı aralığına sahip numerolojilerdir. Daha farklı alt taşıyıcı aralığına sahip numerolojiler de olabilmektedir. Burada numeroloji türü, kullanılan alt taşıyıcı aralığının tespit edilmesini ifade etmektedir.

10 Burada sistemin belli bir bantta haberleşme yaptığı varsayılmaktadır ve bu toplam bandın M tane alt banda bölündüğü düşünülmektedir. Buluşta sadece alt bantların konumları tespit edilmektedir.

15 Klasik haberleşmede sinyalde kullanılan numeroloji türleri ve bunların bant konumları kontrol bilgileri kullanılarak gönderilmektedir. Buluşta, numeroloji bantlarının konumlarının herhangi bir kontrol bilgisi kullanılmadan tespit edilmektedir.

Söz konusu sinyal alıcı birim (10) buluşun tercih edilen uygulamasında bir anten olup, uygulamada bununla sınırlı değildir.

20

Alınan sinyalden mevcut numeroloji türlerini ve bantların konumunu tespit etmek üzere; kontrol birimi (10.1); alınan sinyali analog işlemden geçirerek dijital ortama aktaran ve sonrasında frekans uzayına gitmeden önce, alınan sinyalde alt taşıyıcı aralığı en küçük olan numerolojiye göre zaman uzayında OFDM sembolünün CP ayırma işlemini yapan, sonrasında seri/paralel dönüşümünü uygulayan, daha sonrasında N boyutlu hızlı Fourier dönüşüm (FFT) işlemiyle alınan sinyali, frekans uzayına dönüştüren; farklı numerolojilere sahip alt taşıyıcılar için frekans uzayındaki M tane alt banttan oluşan toplam bandı oluşturan her bir bandın numerolojinin tespit edilmesi için filtreleme işlemini yapan, sonrasında her bir bant için N boyutlu ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT) işlemini uygulayarak filtrelenen her bir bandı zaman uzayına dönüştüren, sonrasında paralel/seri dönüşümünü uygulayan ve her bir banda CP konfigürasyonlarıyla döngüsel önek korelasyon işlemini yapan ve son olarak korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji türünü belirlemektedir. Sinyal alıcı birim (10) için kullanılan buluş konusu yöntemin (100) genelleştirilmiş blok diyagramı **Şekil 3**'te verilmiştir.

Sinyal alıcı birimin (10) aldığı sinyaldeki numeroloji türlerini ve bantlarını herhangi bir kontrol bilgisi kullanmadan tespit etmek için buluş konusu sinyal alıcı birim (10) genel olarak aşağıdaki yöntem (100) adımlarına göre çalışmaktadır:

- 5
 - Sinyal alıcı birimin (10) sinyali alması ve analog işlemlerden geçirmesi (101)
 - Alınan sinyalin dijital ortama, yani veri depolama birimine (10.2) aktarılması (102)
 - Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103)
 - Kontrol birimi (10.1) tarafından seri/paralel dönüşümünün uygulanması (104)
- 10
 - Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayındaki sinyalin frekans uzayına dönüşümünün sağlanması (FFT- Hızlı Fourier dönüşümü) (105)
 - Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttı her birinin ayrı ayrı filtrelenmesinin sağlanması (106)
 - Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bantın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü) (107)
- 15
 - Kontrol birimi (10.1) tarafından paralel/seri dönüşümünün uygulanması (108)
 - Kontrol birimi (10.1) tarafından her bir bant için elde edilen zaman sinyali farklı CP konfigürasyonlarıyla korelasyon işleminin yapılması (döngüsel önek korelasyonu) (109)
- 20
 - Korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji türünün belirlenmesi (110)

Tekniğin bilinen durumundan farklı olarak buluş konusu yöntemde (100), IFFT, CP korelasyonu ve numeroloji tespiti işlemleri (107. Adım, 109. Adım ve 110. Adım) 25 yapılmaktadır.

Buluş konusu yöntemde (100), alt bantların konumlarının bilindiği varsayılmaktadır. Buluş, numeroloji türlerinin hangi alt bantlarda kullandığını tespit etmektedir.

30 Yöntemde (100) sinyal alıcı birimin (10) sinyali alması ve analog işlemlerden geçirmesi (101) adımı söz geçen sinyal; farklı numerolojilere ait OFDM sembollerinin kanaldan geçerek toplanmasıyla elde edilmektedir. Farklı numerolojilerden dolayı OFDM sembol uzunluğu da farklı olmaktadır. CP eklenmesi OFDM sembolünün son kısmının önüne yerleştirilmesi olup, farklı numerolojilere ait CP hizalanması farklı olmaktadır. Örneğin, 5G sistemlerinde 15, 30,

60 kHz gibi alt taşıyıcı frekans aralığına sahip numerolojiler aynı anda kullanılabilir. Sembol uzunluğu alt taşıyıcı frekans aralığının tersine eşittir ve CP uzunlukları sembol uzunluğuyla doğru orantılıdır. Fakat CP uzunluğu farklı oranda da olabilmektedir.

- 5 Alınan sinyalin dijital ortama, yani veri depolama birimine (10.2) aktarılması (102) adımı bahsedilen veri depolama birimine (10.2) aktarılması işlemi için sinyal dijital ortama aktarılmalıdır. Yani örneklenen sinyal bu şekilde elde edilmektedir. Bunun için depolama birimi (10.2) gerekmektedir.
- 10 Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103) adımı frekans uzayına gitmeden önce, alınan sinyalde alt taşıyıcı aralığı en küçük olan numerolojiye göre CP ayırma işlemi yapılmaktadır. Daha sonrasında söz konusu sinyal, kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayındaki sinyalin frekans uzayına dönüşümünün sağlanması (FFT- Hızlı Fourier dönüşümü) (105) adımı N
- 15 boyutlu hızlı Fourier dönüşümü (FFT) işlemiyle frekans uzayına dönüştürülmektedir. Burada M tane alt taşıyıcıya sahip olan toplam bant, farklı numerolojilere ait alt bantlardan oluşmaktadır. Farklı numeroloji bantları, birbirleriyle dikgen özelliğe sahip olmadığından önceki teknikte de belirtildiği gibi aralarına tekniğin bilinen durumundan farklı olarak en az bir koruma bandı konulmaktadır. Bu koruma bandı sayesinde oluşabilecek girişim
- 20 engellenmektedir. Ayrıca koruma bantları alt bantları tanımlamak için de kullanılabilir. Dolayısıyla karma numeroloji yapısı için herhangi bir kontrol bilgisi kullanmadan numeroloji türü ve bantının konumunun bilinmesi sağlanmaktadır. Buluş konusu sinyal alıcı birim (10) için kullanılan yöntem (100), mevcut numeroloji türlerini ve bu numerolojilerin frekans uzayındaki bantlarını ek kontrol bilgisi kullanmadan tespit ettiğinden gönderilmesi gereken
- 25 kontrol bilgisi miktarı azalmaktadır.

- Toplam bant sayısının kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttan her birinin ayrı ayrı filtrelenmesinin sağlanması (106) adımı sözü geçen toplam bantın M tane alt banttan oluştuğu varsayılmaktadır ve bu bantlar farklı numerolojilere sahip alt taşıyıcılardan
- 30 oluşmaktadır. Frekans uzayındaki her bir banda ait numerolojinin tespit edilmesi için kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta bulunan M tane banttan her birinin ayrı ayrı filtrelenmesinin sağlanması (106) adımı bahsedilen filtreleme işlemi yapılmaktadır. Filtreleme işlemi her bir bant için ayrı olarak, seçilen bantın dışındaki alt taşıyıcıların sıfırlanmasıyla yapılmaktadır.

Kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bandın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü) (107) adımıyla her bir bant için N boyutlu ters hızlı Fourier dönüşümü (IFFT) işlemi uygulanmaktadır. Böylelikle her bir banttaki numeroloji tespitinin ayrı ayrı yapılması sağlanmaktadır. Örneğin N alt taşıyıcıya sahip bir banttaki Bant 1 için numeroloji tespiti yapılması istendiğinde, Bant 1 dışındaki alt taşıyıcıların sıfırlanmasıyla N boyutlu IFFT işlemi yapılarak Bant 1 için zaman sinyali bulunmaktadır. Eğer zaman uzayında elde edilen Bant 1'deki sinyal en dar numerolojiye ait değilse içinde CP sinyalleri barındırıyor demektir. Kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103) adımıyla çıkarılan sinyal kısmı Bant 1 haricindeki her bir bant için elde edilen zaman sinyalinin başına eklenebilmektedir. Bu sayede kontrol birimi (10.1) tarafından her bir bant için elde edilen zaman sinyali farklı CP konfigürasyonlarıyla korelasyon işleminin yapılması (döngüsel önek korelasyonu) (109) adımıyla CP korelasyonu yapılarak Bant 1 için en dar numerolojinin içindeki benzerlik bulunmaktadır. Bu işlem tekrar ettirilerek her bant için ayrı ayrı numeroloji tespiti yapılmaktadır. Sistemde herhangi bir bandın kullanılmama durumu (boş band durumu) olabilmektedir, bu durumda boş bandın ve en dar numerolojinin tespit edilebilmesi için kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103) adımıyla ayrılan sinyalin kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bandın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü) (107) adımıyla elde edilen sinyallere eklenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, CP korelasyon işleminden önce kontrol birimi (10.1) tarafından zaman uzayında OFDM sembolünün CP kısmının çıkarılması (döngüsel önek ayrılması) (103) adımıyla ayrılan CP sinyali, kontrol birimi (10.1) tarafından frekansta filtrelenen her bir bandın zaman uzayına dönüşümünün sağlanması (IFFT – Ters hızlı Fourier dönüşümü) (107) adımıyla elde edilen sinyallerin başına ayrı ayrı eklenmektedir. Bu şekilde boş bant kullanıldığı durumlarda da sorun olmamaktadır.

Karma numeroloji OFDM sembolleri zaman uzayında üst üste toplanarak gönderilirken, frekans uzayında ayrılmış bantları kullanmaktadır. Burada farklı numerolojilerin frekans uzayında dikgen özellikleri olmadığından farklı numeroloji bantlarının aralarına koruma bandı konularak birbirlerine yapabilecekleri girişim engellenmiş olmaktadır. Buluşun bir uygulamasında kullanılan söz konusu koruma bantları sayesinde kullanılan bantlar tespit edilebilmektedir. Dolayısıyla karma numeroloji yapısı için herhangi bir kontrol bilgisi kullanmamak için numeroloji türü ve bandının konumu bilinmesi gerekmektedir. Bunun

bilinmesi buluş için gereklidir. Buluş numeroloji türünü ve bandının tespit edilmesine çalışmaktadır. Bunun için frekans uzayında alt bantların yerinin bilinmesi veya bunların koruma bantları kullanılarak bilinebilmektedir. Örneğin, frekans uzayında M tane alt bandın yerinin bilindiği varsayıldığında ve bu durumda hangi alt bantta hangi numerolojinin bilindiği hala bilinmemektedir. Buluş, bu bantlardaki numerolojileri tespit etmektedir. Buluş koruma bandı kullanılmadığı durumlarda da çalışmaktadır. Dolayısıyla, sadece alt bantların yerinin bilindiği varsayılması ve bilinmediği durumda da koruma bantlarının kullanılabileceğini anlatmaktadır

Her bir banttaki numerolojinin tespit edilmesi için Kontrol birimi (10.1) tarafından her bir bant için elde edilen zaman sinyali farklı CP konfigürasyonlarıyla korelasyon işleminin yapılması (döngüsel önek korelasyonu) (109) adımıyla sözü geçen CP korelasyonu işlemi, elde edilen zaman uzayındaki sinyalden (107.adım) farklı CP konfigürasyonlarına uygulanmaktadır. Söz konusu işlemin yapılabilmesi için farklı CP konfigürasyonlarının kümesinin bilinmesi gerekmekte olduğundan buluşun tercih edilen uygulamasında bahsedilen kümenin bilindiği varsayılmaktadır. CP kısmı, OFDM sembolünün son kısmının kopyalanmasından elde edilmekte olup, doğru CP konfigürasyonu seçildiğinde yüksek bir korelasyon değeri vermektedir. CP korelasyonu işlemi, CP konfigürasyonundaki sinyalin, elde edilen sinyal üzerinden kaydırılarak çarpılmasıyla yapılmaktadır. Elde edilen söz konusu değer önceden belirlenmiş bir korelasyon eşik değerini geçiyorsa, benzerlik durumunun olduğu anlamına gelmektedir. Yani eşik değerinin geçilmiş olması seçilen banttaki numerolojinin tespitinin yapılmış olması demektir (110. adım). Örneğin, Bant 1'in zaman sinyali için 30 kHz numerolojiye göre CP korelasyonu yapılmış olduğu varsayıldığında, eğer elde edilen korelasyon değeri eşik değerden büyükse Bant 1'de 30 kHz numeroloji kullanıldığı tespit edilmiş olmaktadır. Bu sayede M banttaki numerolojilerin hepsinin tespiti ayrı ayrı yapılabilir. CP korelasyonu sonucunda elde edilecek figürde eğer bir zirve oluşumu varsa bu iki sinyal arasında benzerlik olduğu anlaşılmaktadır. Yani eşik değeri farklı durumlar için değişebilmektedir. Tespit etme doğruluğunun performansı için bu değerin belirlenmesi önemlidir. Örnekte bahsedilen eşik değerinin simülasyon sonuçları göz önünde bulundurularak belirlendiği varsayılmaktadır.

Korelasyonun yapıldığı CP konfigürasyonunun bulunarak her bir banttaki numeroloji türünün belirlenmesi (110) adımıyla işlemde sinyaldeki numeroloji türü tespit edilmektedir. Ama öncesinde frekans uzayında bantlar ayrılıp CP korelasyonu yapıldığından sonuç olarak her

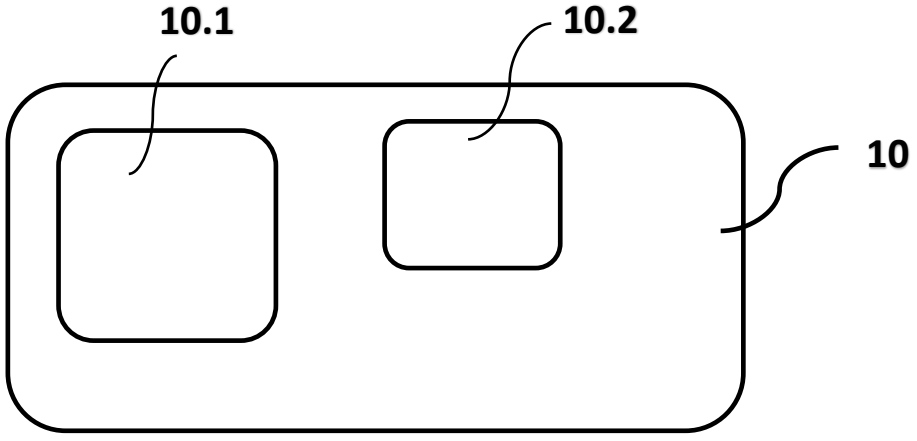
banttaki numeroloji ayrı ayrı tespit edilmektedir. Örneğin, buluşta M tane alt bant bulunmaktadır ve eğer her bir alt bant için numeroloji tespit edilirse (110. adım), alınan sinyalde kullanılan numeroloji türleri ve bantları tespit edilmiş olmaktadır.

5 **Buluşun sanayiye uygulanması:**

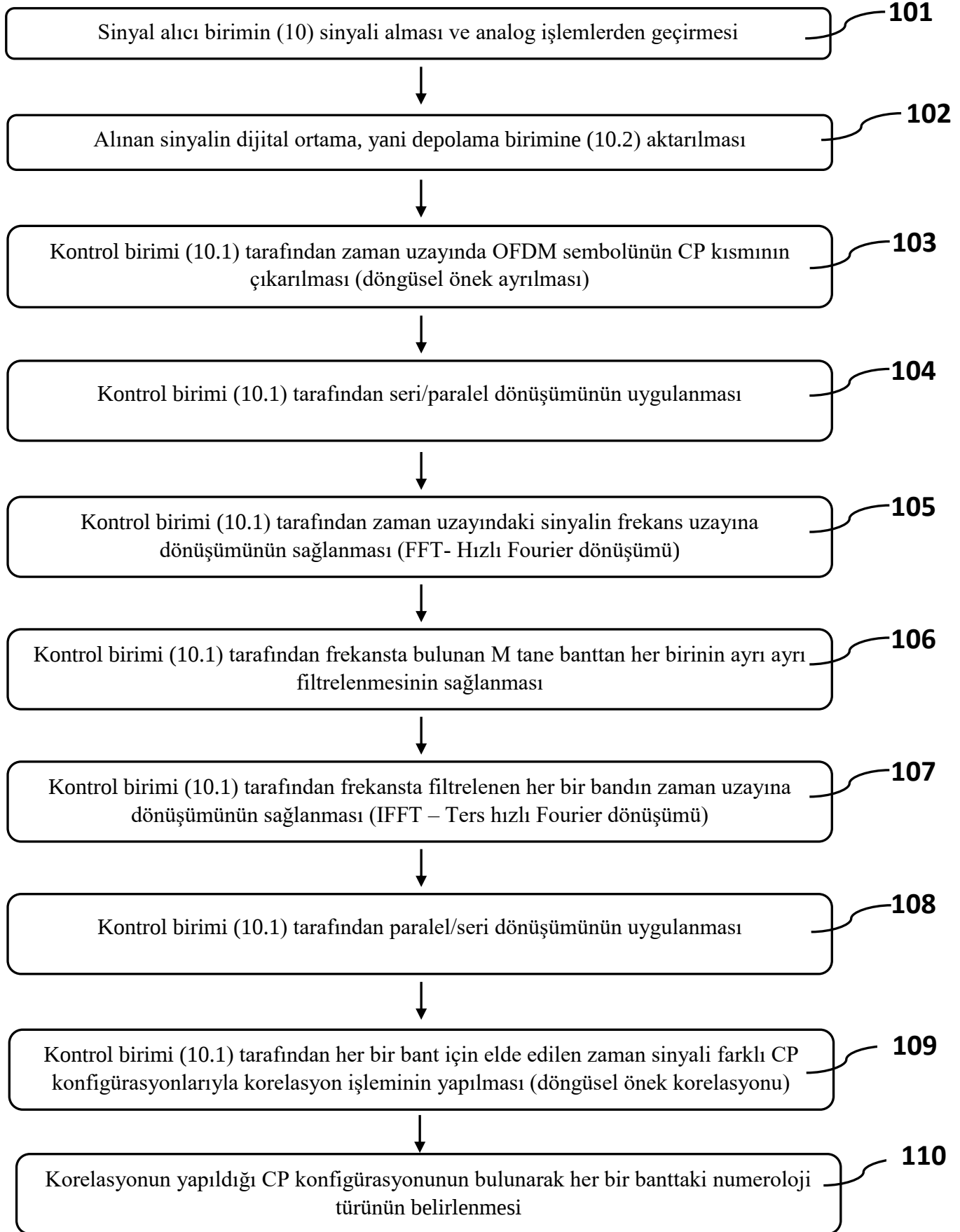
Buluş, karma numeroloji yapıları kullanılan sistemlerde (örneğin 5G standardı) kullanılmak üzere bir yöntem (100) ve söz konusu yöntemle çalışan sinyal alıcı birim (10) ile ilgili olup sanayiye uygulanabilir niteliktedir.

- 10 Buluş yukarıdaki açıklamalar ile sınırlı olmayıp, teknikte uzman bir kişi kolaylıkla buluşun farklı uygulamalarını ortaya koyabilir. Bunlar buluşun istemler ile talep edilen koruma kapsamında değerlendirilmelidir.

Şekil-1



Şekil-2



Şekil-3

