

ÖZET

EŞİT OLMAYAN ARALIKLARDAKİ NOKTALARLA BİRLİKTE TEK BİR HALKAYA SAHİP BİR APSK TAKIM UYDUSU İLE MODÜLASYON

5

Mevcut buluş aşağıdakileri içeren dijital modülasyonun bir yöntemi ile ilgilidir:

Bir modüle edilmiş sinyal üretmek için modülasyon sembollerinin bir akımını yaratmak, burada bahsi geçen
10 modülasyon sembolleri bir çok halkalı dijital sinyal takım uydusuna aittir, bahsi geçen çok halkalı dijital sinyal takım uydusu en az iki adet eş merkezli halka üzerinde yerleştirilmiş olan bütün sinyal noktalarını içermektedir, böylece

- 15 a) toplam sinyal noktası sayısı 8'den büyük olur,
b) en az bir adet halka eşit olmayan bir şekilde aralıklandırılmış noktalara sahiptir, ve
c) eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış sinyal noktalarına sahip olan bahsi geçen en az bir adet halka en az bir adet
20 bitişik halka ile birlikte bitişik halkaların bir alt kümesini oluşturmak için inşa edilir, böylece bahsi geçen alt kümenin her bir sinyal noktası bir tek açılı koordinat modülü 2π 'e sahiptir ve böylece bahsi geçen alt kümelerin sinyal noktalarının açılı bir şekilde aralıklandırılması homojen
25 olur.

İSTEMLER

1. Bir dijital iletişim sistemi için alıcı olup, özelliği; söz konusu alıcının, bir modülasyon sembol dizisinin değerlerinin demodüle edilmiş semboller dizisi içine alınmasını içeren bir alınan sinyalin demodüle edilmesi için düzenlenmiş bir demodulator içermesi; burada bahsedilen modülasyon sembollerini bir çok halkalı dijital sinyal takımyıldızına (200,201,202,203) ait olması, bahsedilen çok halkalı dijital sinyal takımyıldızının, tüm sinyal noktalarına en azından iki eş merkezli halka yerleştirilmiş olması, böylece

a) toplam sinyal noktası sayısının 8'den büyük olması,

b) en az bir adet halkanın eşit olmayan bir şekilde aralıklandırılmış noktalara (201) sahip olması, ve

c) eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış sinyal noktalarına sahip olan bahsi geçen en az bir adet halkanın, en az bir adet bitişik halka ile birlikte bitişik halkaların bir alt kümesini (202) oluşturmak için inşa edilmesi, böylece bahsi geçen alt kümenin her bir sinyal noktasının bir tek açılı koordinat modülüne (2π) sahip olması ve böylece bahsi geçen alt kümelerin sinyal noktalarının açılı bir şekilde aralıklandırılmasının homojen olması,

bahsedilen alıcının ayrıca şunları içermesidir;

bahsedilen demodülatörden bahsedilen demodüle edilmiş semboller dizisi ile beslenmek ve bahsedilen demodüle edilmiş sembolleri dökmek için düzenlenmiş bir küçük bit eşlik bozucusu ve - bahsedilen eşlik bozucu işlemine uğramış demodüle edilmiş sembollerin alınması ve bit değerlerinin elde edilmesi için düzenlenen bir kod çözücü.

30

2. İstem 1'e göre bir dijital iletişim sistemi için alıcı olup, özelliği; en dış halka üzerinde yerleştirilmiş olan söz konusu çoklu halka dijital takımyıldızının sinyal noktalarının sayısının, halka sayısı tarafından bölünmüş olan toplam sinyal

35

noktası sayısından büyük olması, bu şekilde de takım uydunun bir lineer olmayan iletişim kanalı üzerinde kullanım için adapte edilmesidir.

5 **3.** İstem 1 veya 2'e göre gibi bir dijital iletişim sistemi için alıcı olup, özelliği; burada bahsi geçen alt kümenin bahsi geçen sinyal noktalarının bahsi geçen tek açılı koordinatının $\theta_0 + 2k\pi/K$ ile verilmesi, burada K 'nın bahsi geçen alt kümede sinyal noktası sayısını göstermesi, $k = 0, 1, \dots, K-1$ aralığını göstermesi ve θ_0 'ın $2k\pi/K$ 'dan küçük olan önceden belirlenmiş bir negatif olmayan değeri göstermesidir.

4. Önceki istemlerden herhangi birine göre bir dijital iletişim sistemi için alıcı olup, özelliği; burada bahsi geçen dijital sinyal takım uydunun 32 nokta ve dört halkaya sahip olması, bahsi geçen dört halkanın en dış üç halkasının sırasıyla 8, 4 ve 16 noktaya sahip olması, sırasıyla 128/180, 132/180 ve 140/180 kod oranları ile kullanım için modülasyonu adapte etmek adına bahsi geçen en dış üç halkanın aşağıdakilerin birisi tarafından verilen iç halkanın yarıçapına göre bir orana sahip olmasıdır:

8 noktalı halka	4 noktalı halka	16 noktalı halka
2,6	2,99	5,6
2,6	2,86	5,6
2,8	3,08	5,6

25 **5.** Önceki istemlerden herhangi birine göre bir dijital iletişim sistemi için alıcı olup, özelliği; söz konusu bit eşlik bozucunun tekrarlı eşlik bozucu işlemlerini gerçekleştirmek için düzenlenmiş olmasıdır.

30 **6.** Önceki istemlerden herhangi birine göre bir dijital iletişim sistemi için alıcı olup, özelliği; bahsedilen kod

Çözücü bir dizi birleştirilmiş kod çözücüden oluşmasıdır.

7. Önceki istemlerin herhangi birine göre bir alıcı içeren dijital iletişim sistemi.

TARİFNAME

EŞİT OLMAYAN ARALIKLARDAKİ NOKTALARLA BİRLİKTE TEK BİR HALKAYA SAHİP BİR APSK TAKIM UYDUSU İLE MODÜLASYON

5

Buluşun Alanı

Mevcut buluş genel olarak dijital iletişim sistemleri alanı ile ilgilidir. Daha özel olarak ise bu bir dijital iletişim hattı için Genlik ve Faz Kayması Anahtarlama (APSK) ile ilgilidir.

10

Buluşun Arka Planı

Mevcut buluşta bir APSK takım uydusu örnek olarak uydu iletişim hattı gibi bir dijital iletişim hattı için düşünülür. Bir dijital iletişim sisteminde iletim tarafında olan bir kimse kodlama ve modülasyon işlemlerini genelde birbirinden ayırır. Bilgi bitleri ilk önce dijital sembol dizilerine çevrilir (kodlama) ve sonrasında dijital sembol sekansı bir sürekli ileti dalga formuna (modülasyon) çevrilir. İleti dalga formu genelde bir bant geçiren spektruma sahiptir. Sonrasında bu sadece düşük frekans bileşiklerine sahip olan bir eşdeğer kompleks temel bant ileti dalga biçimi tarafından temsil edilir. Radyo frekansı dalga biçimi dörtlü modülasyon ve dahası olasılıkla diğer frekans yukarı kaydırma tarafından kompleks temel bant dalga biçiminden elde edilir. Sözüm ona lineer modülasyon şemalarında, kompleks temel bant dalga biçimi esasında sınırlı bir sürenin dürtüsünün üst düşümü olarak elde edilir, her bir dürtü ileti süzgeci dürtü yanıtı olarak bilinen bir dürtünün gecikmiş bir örneğiyle birlikte bir kompleks değerlendirilmiş sistemin ürünüdür. Karmaşık değerli sembollerin sonlu kümesi takım uydusu olarak bilinir. Bir takım uydusu genel olarak birim dikey eksenlere göre yatay koordinat ve düşey koordinat olarak M sembol değerinin her birinin gerçek ve sanal parçalarını yorumlayarak bir düzlemde M noktalarının bir kümesi olarak temsil edilir. Bir Faz Kaydırma Anahtarlama (PSK) takım uydusunda bütün noktalar

30

35

bir daire üzerinde konumlandırılır. Bir APSK takım uydusunda bu sınırlama kaldırılır. Bundan sonra eski terim Dörtlü Genlik Modülasyonu (QAM) kullanılmayacaktır, zira bu bazı yazarlar tarafından APSK'nin eş anlamlısı ve diğerleri tarafından noktaların bir yoğun dikdörtgen veya altıgen kılavuzda düzenlediği yerde APSK'nın özel bir biçimine işaret etmek için kullanılmıştır.

Bir takım uydunun geometrisi en iyi ihtimalle ikili ve ikili olmayan kodlama için sembol enerjinin gürültü gücü yoğunluğuna verili bir oranına sahip bir sistemde elde edilebilir olan bilgi oranını sınırlayan teorik takım uyduyu belirler. Dijital iletişim sistemleri genelde ikili kodlamayı kullanırlar. Bu durumda genelde kod çözücü mesaj bitlerinin sembollere doğrudan haritasını çıkarmaz. Daha ziyade mesaj bitlerinin kodlanmış bitlere haritasını çıkartır. Sonrasında bir grup kod biti bir ileti sembolünü tasarlamak için kullanılır. İkinci operasyona genelde bit haritalandırma denilir ve bir Mary takım uydusundan bir ileti sembolünü tasarlayan $\log_2 M$ kod bitleri grubuna bir bit etiketi denir. Bu işlem ikili şifre çözme takriben bit haritasızlaştırma tarafından genelde alma tarafında yansıtılır. Bit haritasızlaştırma ve kili kod çözme işlemi tekrarlanarak yerine getirilebilir, bu teknik tekrar haritasızlaştırma (örnek olarak US6353911'de detaylı bir şekilde anlatıldığı üzere) olarak bilinir. Ancak bu kayda değer bir şekilde karmaşıktır. Tekrar olmayan haritasızlaştırma ve ikili kodlama/kod çözme diğer taraftan Shannon kapasite ile karşılaştırıldığında iletişim hattının kapasitesinde bir kayba neden olur.

Kayıp takım uydunun geometrisini ve bit etiketlemeyi adapte ederek azaltılabilir. İkili kodlama ve tekrar olmayan haritasızlaştırma altındaki özel bir geometri seçiminin Performans Katsayısı ve bit etiketleme genelde sözüm ona Bit Üst Üste Bindirmeli Kodlanmış Modülasyon (BICM) kapasitesini hesaplayarak değerlendirilir. Bu BICM kapasitesi elde edilebilir ama tersi gösterilmemiştir, bir başka deyişle bir

kimsenin BICM oranından daha yüksek oranlara ulaşamayacağı kanıtlanmamıştır. Açıktır ki, nihai performans kriterleri bir kodlanmış modülasyon şemasının hata oranı performansıdır. BCIM hesaplaması üzerine detaylar için 'Constellation Design for Transmission over Non-LinearSatellite Channels' (F. Kayhan ve G. Montorsi, Globecom 2012) makalesine referans vermekteyiz.

Örnek olarak uydu kanalları gibi lineer olmayan kanallar üzerinde kullanım için takım uyduları tasarlanırken genelde eşit aralıklı sinyal noktalarına sahip çok halkalı takım uyduları US7123663, US7239668 ve US8369448 tarafından örneklendirildiği üzere adapte edilir. 'The capacity of average and peak-power-limited quadrature Gaussian channels', (S. Shamai. ve Bar-David I., IEEE Trans. Information Theory, Cilt 41, No 4, Temmuz 1995, ss. 1060-1071) içerisinde böylesi bir dizayn için teorik bir payanda sonsuz bir akım uydusu noktası sayısının sınırlandırıcı bir örneğinde ve bir sembol giriş oranı ve bir ortalama ve zirve SNR sınırlaması ile birlikte bundan sonra GAQC olarak işaret edilecek olan bir Gaussian ek dörtlü sembol-giriş kanalının maksimize edici kapasitesinde verilmektedir. Shamai ayrı eş merkezli halkalara ve halka başına bir homojen açı dağılımına sahip olan bir takım uydusu yapısının bir zirve SNR sınırlaması için elde edildiği göstermiştir. Bununla birlikte, sonlu sayıda noktaya giderken ve bunun yerine BICM kapasitesi kullanırken halen bir sembol-giriş GAQC kanalı için Kayhan'ın makalesinde halka yapısının dış halka dışında kırılmış olduğu gözlemlenebilir. Kayhan tarafından yayınlanan takım uydularının simülasyon yoluyla elde edildiği ve bir elle dizayn rehberinin olmadığı belirtilmelidir. Dörtlü simetriyi empoze ederken, bir halka üzerinde 4 grupta iç noktaların ortaya çıkacağı açıktır, ancak diğer türlü açık bir yapıya gerek yoktur.

Dijital iletişimin bir diğer önemli yanı taşıyıcı senkronizasyonudur. Taşıyıcı senkronizasyonuna kanalın aşağıdaki çeşitli faktörlerin bir sonucu olarak iletilici çıkışı ve alıcı girişi arasındaki sinyal fazını modifiye etmesi

sebebiyle ihtiyaç duyulur.

- Osilatörlerin yıpranması ve termal etkilere bağlı olarak yavaş frekans sapması etkileri

- Terminallerin hareketi veya örnek olarak bir uydu gibi aktarım cihazlarının sebep olduğu Doppler etkisi

- Frekans dönüşümü için kullanılan lokal osilatörlerde meydana gelen faz gürültüsü olarak bilinen rastgele faz dalgalanmaları

Taşıyıcı senkronizasyonu yaygın olarak kanalda faz varyasyonlarını izlemek ve iptal etmek için alıcıda bir lokal

referans osilatörünün fazını adapte eden bir faz kilitlemeli döngü olarak bilinen bir geri besleme mekanizmasını kullanır.

Faz kilitlemeli döngü (PLL) alınan semboller ve bahsi geçen referans osilatörü arasındaki faz farkını ölçen bir faz hata detektörü (PED) içerir. PED iletili sembol dizisinde önceden

bilinen herhangi bir sembolü (pilot semboller olarak adlandırılır) ve kısmi olarak bilinen sembolleri kullanabilir.

Bu gibi sembolleri kullanmak kullanışlı bilgiyi taşımak için dijital iletişim kapasitesini çok az bir şekilde azaltır.

Dolayısıyla genelde PED bu gibi bilgileri kullanmaz. Bu durum veri yardımı olmadan (NDA) taşıyıcı senkronizasyonu olarak

bilinir. Genelde güçlü hata düzeltimini içeren iletişim hatları düşük sinyal-ila-gürültü oranlarında çalışırlar. Bu

gibi durumlarda sistem gürültüsü sembol başına taşınan faz bilgisi miktarını azaltır. Bu özellikle NDA senkronize

edicileri için geçerlidir, zira ilave gürültü alınan bir sembolün değeri ile ilgili ve dolayısıyla lokal referans

osilatörünün hangi yönde düzenleneceği ile ilgili bir belirsizlik yaratır. Kanalda ilave gürültü ile bu yoldan

yaratılan faz belirsizliği PLL'nin döngü gürültü bant genişliği B_L için daha düşük bir değer seçerek azaltılabilir.

Bununla birlikte, daha düşük bir bant genişliği seçmek aynı zamanda kanal faz varyasyonlarını izleme kabiliyetini azaltır,

böylece döngü gürültü bant genişliğini B_L seçmek tipik olarak iki faz hata katkısı arasında bir takas içerir; birincisi

ilave gürültü etkisinin sınırlı bir şekilde süzgeçten

geçirilmesinin neden olduğu artık faz belirsizliği ve ikincisi neden olunan artık izlenmemiş kanal fazı. Faz hatasını olabildiğince sınırlamanın istenir olduğu açıktır. Bununla birlikte dijital iletişim tekniğinde uzman bir kişi birinci katkıyı azaltmanın bütünüyle daha iyi bir faz hatası performansına yol açacak şekilde her iki katkının da bir araya gelmiş etkisini tekrar dengelemeye yol açacağını hemen anlayacaktır.

GB2471876'da iletken gücü ve bir OFDM sisteminde zirve ile ortalama güç oranını azaltmanın bir yöntemi ifşa edilir. Bir standart sembol takım uydunun bir sembolü standart sembol takım uydunun minimum semboller arası uzaklığı korunurken bir sıfır noktasında yerleştirilir. Yeni takım uydu en düşük alım gücüne sahip alt taşıyıcıya sıfır noktasının bölüştürülmesi ile OFDM sistemlerinde zirve ile ortalama güç oranının azaltılması için kullanılır.

Dolayısıyla önceki tekniğin sunduğu çözümlerin sıkıntılarının ve sınırlarının aşıldığı yerde bir çözüme ihtiyaç vardır.

Buluşun Özeti

Mevcut buluşun uygulamalarının bir amacı geliştirilmiş bir performans sağlayan ve aynı zamanda avantajlı bir biçimde bir taşıyıcı senkronize etme şemasında uygulanabilen bir takım uydusu şeması sağlamaktır.

Yukarıdaki amaç mevcut buluşa göre çözüm ile yerine getirilir. Buluş ekteki istemlerle tanımlanmaktadır. Ekteki istemlerde tanımlanmayan buluşların uygulamaları, talep edilen buluşu daha iyi anlamak için yararlı örnekler olarak kabul edilir. Açıklamanın birinci yönü, aşağıdakileri içeren bir dijital modülasyon ile ilgilidir:

- Bir modüle edilmiş sinyal elde etmek için modülasyon sembollerinin bir akımını yaratmak, burada bahsi geçen modülasyon sembolleri bir çok halkalı dijital sinyal takım uydusuna aittir, bahsi geçen çok halkalı dijital sinyal takım uydusu en az iki adet eş merkezli halka üzerinde

yerleştirilmiş olan bütün sinyal noktalarını içermektedir, böylece

a) Sinyal noktalarının toplam sayısı 8'den fazladır,

b) En az bir halka eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış

5 noktalara sahiptir, ve

c) Eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış sinyal noktalarına sahip olan bahsi geçen en az bir adet halka en az bir adet bitişik halka ile birlikte bitişik halkaların bir alt kümesini oluşturmak için inşa edilir, böylece alt kümenin her bir
10 sinyal noktası bir tek açılı koordinat modülü 2π 'e sahiptir ve böylece alt kümelerin sinyal noktalarının açılı bir şekilde aralıklandırılması homojen olur.

Gerçekten de önerilen takım uydunun kullanımı önceki teknikteki takım uydularına göre geliştirilmiş bir performans
15 sağlar. Performansın geliştirilmesi temel olarak bütün halkaların eşit bir şekilde aralıklandırılmış sinyal noktaları gerektirmesine yönelik bir sınırlandırmayı azaltarak elde edilen ilave serbestlik seviyesinden kaynaklanır. Bir tek açılı aralıklandırmaya sahip sinyal noktaları ile birlikte
20 bitişik halkaların alt kümesinin düzenli yapısı bu gibi düzenli açılı yapıya sahip olmayan önceki teknikte yer alan takım uyduları ile karşılaştırıldığında taşıyıcı senkronizasyonu amacı doğrultusunda takım uydusunun daha uygun olmasına kayda değer derecede katkıda bulunur.

25 Avantajlı bir uygulamada dış halka üzerinde yerleştirilmiş olan sinyal noktalarının sayısı halkaların sayısı tarafından bölünmüş olan toplam sinyal noktaları sayısından daha büyüktür, böylece takım uydusu bir lineer olmayan iletişim kanalı üzerinde kullanım için adapte edilir.

30 Tercih edilen bir uygulamada, bahsi geçen alt kümenin bahsi geçen sinyal noktalarının tek açılı koordinatı $\theta_0 + 2k\pi/K$ ile gösterilir, K bahsi geçen alt kümedeki sinyal noktaları sayısına işaret eder, $k = 0, 1, \dots, K-1$ ve θ_0 $2k\pi/K$ 'dan küçük olan önceden belirlenmiş negatif olmayan değere işaret eder.

35 Bir uygulamada en az iki adet eş merkezli halkanın halka

yarıçapının en az bir oranı önceden belirlenmiş zirve sinyal-ila-gürültü oranına sahip bir Gaussian ilave dörtlü modülasyon sembolü girişi kanalı için Bit Aralıklı Kodlanmış Modülasyon kapasitesini maksimize etmek için optimize edilir.

5 Bir diğer uygulamada, en az iki adet eş merkezli halkanın halka yarıçapının en az bir oranı bir önceden belirlenmiş ileri hata düzeltme blok kodu için önceden belirlenmiş bir çerçeve hata oranını elde eden bir kesin sınırlayıcı dalga biçimi giriş kanalının bir sinyal ila gürültü oranının bir
10 göstergesini minimize etmek için optimize edilir.

Tercih edilen uygulamalarda, sırasıyla kod oranları 128/180, 132/180 ve 140/180 için adapte edilmiş, 4+8+4+16APSK olarak gösterilen dijital sinyal takım uydusu 32 nokta ve dört halkaya sahiptir, bahsi geçen dört halkanın en dış üç halkası
15 sırasıyla 8, 4, ve 16 noktaya sahiptir. En dış halkalar esas olarak aşağıdaki şekilde verilen iç halkanın yarıçapına göre bir orana sahiptir

Adapte edilen takım uydusu	8 noktaya sahip halka	4 noktaya sahip halka	16 noktaya sahip halka
Kod oranı 128/180	2,6	2,99	5,6
Kod oranı 132/180	2,6	2,86	5,6
Kod oranı 140/180	2,8	3,08	5,6

Avantajlı bir uygulamada yöntem bir bilgi biti akışına bir
20 ikili düşük yoğunluklu eşlik denetimi kodu hata düzeltimi blok kodunu uygulama ve modüle edilecek bir dijital sembol dalgası elde etmek adına kodlanmış bitlerin haritalandırması aşamasını içerir.

Bir diğer yönden açıklama bir dijital sembol dizisini modüle
25 etmek için düzenlenmiş olan bir modülatör içeren bir dijital iletişim sistemi için bir verici ile ilgilidir. Dijital semboller bir çok halkalı takım uydusuna aittir, çok halkalı dijital sinyal takım uydusu en az iki adet eş merkezli halka üzerinde yerleştirilmiş olan bütün sinyal noktalarına
30 sahiptir, böylece

a) Toplam sinyal noktası sayısı 8'den büyük olur,

b) En az bir halka eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış noktalara sahip olur, ve

c) Eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış sinyal noktalarına sahip olan bahsi geçen en az bir adet halka en az bir adet bitişik halka ile birlikte bitişik halkaların bir alt kümesini oluşturmak için inşa edilir, böylece bahsi geçen alt kümenin her bir sinyal noktası bir tek açılı koordinat modülü 2π 'e sahiptir ve böylece alt kümelerin sinyal noktalarının açılı bir şekilde aralıklandırılması homojen olur.

10 Tercih edilen şekliyle verici bilgi bitleri dizisini şifrelemek ve kodlanmış bit dizisini vermek için bir şifreleyici ve bahsi geçen kodlanmış bit dizisi ile beslemek ve bahsi geçen kodlanmış bitleri haritalandırmak suretiyle bahsi geçen dijital sembolleri elde etmek için düzenlenmiş bir haritalandırıcısı içerir.

Bir diğer yönden buluş dijital sembol dizisini demodüle etmek için düzenlenmiş olan bir demodülatör içeren bir dijital iletişim sistemi için bir alıcı ile ilgilidir. Dijital semboller bir çok halkalı takım uydusuna aittir, bahsi geçen çok halkalı dijital sinyal takım uydusu en az iki adet eş merkezli halka üzerinde yerleştirilmiş olan bütün sinyal noktalarına sahiptir, böylece

a) Toplam sinyal noktası sayısı 8'den büyük olur,

b) En az bir halka eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış noktalara sahip olur, ve

c) Eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış sinyal noktalarına sahip olan bahsi geçen en az bir adet halka en az bir adet bitişik halka ile birlikte bitişik halkaların bir alt kümesini oluşturmak için inşa edilir, böylece bahsi geçen alt kümenin her bir sinyal noktası bir tek açılı koordinat modülü 2π 'e sahiptir ve böylece alt kümelerin sinyal noktalarının açılı bir şekilde aralıklandırılması homojen olur.

Tercih edilen şekliyle alıcı demodülatörden demodüle edilmiş sembol dizisi ile beslenmesi ve demodüle edilmiş sembolleri eşlik bozması için düzenlenmiş olan bir bit eşlik bozma ve

eşliğı bozulmuş demodüle edilmiş sembolleri alması ve bit değerlerini elde etmesi için düzenlenmiş bir şifre çözücü içermektedir.

Avantajlı bir şekilde alıcıda yer alan bir haritasızlaştırıcı
5 tekrar eden eşlik bozma işlemlerini yerine getirmek için düzenlenir.

Bir diğer yönden buluş aynı zamanda alıcı içeren bir dijital iletişim sistemi ile ilgilidir.

Buluşu ve önceki tekniğe göre elde edilmiş avantajları
10 özetlemek amacı doğrultusunda buluşun bazı amaç ve avantajları burada yukarıda tarif edilmiştir. Elbette, bu gibi bütün amaçların veya avantajların buluşun belirli herhangi bir uygulamasına göre elde edilmek zorunda olmadığı anlaşılmalıdır. Dolayısıyla, örnek olarak teknikte uzman
15 kişiler buluşun burada öğretilen veya önerilen diğer amaçları veya avantajları gerçekleştirme zorunluluğu olmaksızın burada öğretilen bir avantajı veya avantajlar grubunu elde edecek veya optimize edecek şekilde yerine uygulanabileceğini veya yerine getirilebileceğini fark edeceklerdir.

20 Buluşun yukarıdaki ve diğer yönleri bundan sonra tarif edilecek olan uygulamadan (uygulamalardan) belirgin bir hale gelecek ve açıklığa kavuşacaktır.

Şekillerin kısa tarifnamesi

Buluş şimdi eşlik eden şekillere gönderme ile örnekler yoluyla
25 daha fazla tarif edilecektir, burada benzer referans numaraları çeşitli şekillerdeki benzer öğelere göndermede bulunmaktadır.

Şekil 1 takım uydularını kullanan dijital iletişim sistemlerinin bir blok diyagramını göstermektedir.

30 Şekil 2 buluşa göre bir çok halkalı takım uydusunu göstermektedir.

Şekil 3 buluşa göre 32-APSK takım uydusunun geometrisini ve etiketlenmesini göstermektedir.

Şekil 4 bundan sonra DVB-S' standart olarak geçecek olan ETSI

35 EN 302 307 v1.2.1: *Second generation framing structure,*

channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications)'da yayınlanan bundan sonra takım uydusu A olarak işaret edilecek olan bir önceki teknikteki 32-APSK takım uydusunun geometrisini ve etiketlenmesini göstermektedir.

Şekil 5 15dB'nin bir zirve SNR'si için optimize edilen bir şema olarak Kayhan tarafından rapor edilen bundan sonra takım uydusu B olarak gösterilecek olan bir diğer önceki teknikteki 32-APSK takım uydusunun geometrisini ve etiketlenmesini gösterir. Bu performans hesaplamaları ve simülasyonlarında bir referans örneği işlevi görür.

Şekil 6 buluşa göre bahsi geçen 32-APSK takım uydusu ve önceki teknikteki takım uyduları A, A* ve B için ortalama SNR'nın bir fonksiyonu olarak hesaplanmış BICM kapasitesini gösterir, burada A* US8369448'de rapor edildiği üzere bir bit etiketlenmesine sahiptir.

Şekil 7 buluşa göre bahsi geçen 32-APSK takım uydusu ve önceki teknikte takım uyduları A ve B için zirve SNR'nın bir fonksiyonu olarak hesaplanmış BCIM kapasitesini gösterir.

Şekil 8 bir kesin sınırlayıcı kanalında kanal yükseltecinin bir AM/AM kanununu gösterir.

Şekil 9 buluşa göre bahsi geçen 32-APSK takım uydusu ve önceki teknikte takım uyduları A ve B için simüle edilmiş Çerçeve Hata Oranı performansını gösterir, her bir takım uydu bir kesin sınırlayıcı kanal üzerinde bir oran 5/6 LDPC koduna sahip bir kombinasyon ve aktarımda kullanılır.

Şekil 10 buluşa göre bahsi geçen 32-APSK takım uydusu ve önceki teknikte takım uyduları A ve B için simüle edilmiş Çerçeve Hata Oranı performansını gösterir, her bir takım uydu bir kesin sınırlayıcı kanal üzerinde bir oran 7/9 LDPC koduna sahip bir kombinasyon ve aktarımda kullanılır.

Şekil 11 buluşa göre bahsi geçen 32-APSK takım uydusu ve önceki teknikte takım uyduları A ve B için ortalama SNR'nın bir fonksiyonu olarak hesaplanmış taşıyıcı senkronizasyon

sapmasını gösterir.

Şekil 12 buluşa göre bahsi geçen 32-APSK takım uydusu ve önceki teknikte takım uyduları A ve B için zirve SNR'nın bir fonksiyonu olarak hesaplanmış taşıyıcı senkronizasyon

5 sapmasını gösterir.

Gösterim amaçlı uygulamaların detaylı tarifnamesi

Mevcut buluş belirli uygulamalara ve belirli şekillere göre tarif edilecektir, ancak buluş burada sadece istemler tarafından sınırlandırılacaktır.

10 Dahası tarifname ve istemlerde yer alan birinci, ikinci ve benzeri terimler benzer öğeler arasında ayırım yapmak için kullanılır ve ancak zamansal veya uzamsal olarak sıralama şeklinde veya bir başka şekilde bir diziyi tanımlamak için kullanılması şart değildir. Bu şekilde kullanılan terimlerin

15 uygun koşullar altında değişimli olarak kullanılacağı ve burada tarif edilen buluşun uygulamalarının burada tarif edilen veya gösterilenlerden daha farklı bir şekilde diğer dizilerde operasyon kapasitesine sahip olduğu anlaşılmalıdır.

İstemlerde kullanılan "içermek" teriminin bundan sonra listelenecek olan araçlar ile sınırlandırılacak şekilde yorumlanmaması gerektiği fark edilmelidir; bu diğer öğeleri veya adımları dışlamaz. Dolayısıyla göndermede bulunulduğu üzere belirtilen özelliklerin tam sayıların, aşamaların veya bileşenlerin varlığını belirtecek şekilde yorumlanmalıdır,

25 ancak bunun bir veya daha fazla sayıda diğer özelliklerinin, tam sayılarının, aşamalarının veya bileşenlerinin veya gruplarının mevcudiyetini veya eklenmesini engellemez.

Dolayısıyla "A ve B aracını içeren bir cihaz" ifadesinin ölçeği sadece A ve B bileşenlerinden oluşan cihazlarla sınırlandırılmamalıdır. Bu mevcut buluşa göre cihazın ilgili bileşenlerinin sadece A ve B olduğu anlamına gelmektedir.

"Bir uygulama" veya "bir uygulamaya" bu şartname boyunca yapılan gönderme uygulama ile bağlantı halinde tarif edilen belirli bir özellik, yapı veya karakteristiğin mevcut buluşun en az bir uygulaması içerisinde içerildiği anlamına

gelmektedir. Dolayısıyla bu şartname boyunca çeşitli yerlerde "bir uygulamada" veya "bir uygulamada" sözlerinin geçişinin aynı uygulamaya referans göstermesi şart değildir, ancak durum bu da olabilir. Dahası, belirli özellikler, yapılar ve karakteristikler bir veya daha fazla uygulamada bu ifşaattan teknikte sıradan uzmanlığa sahip bir kişi için açık olacağı üzere uygun herhangi bir şekilde bir araya getirilebilir.

Benzer şekilde buluşun örnek uygulamalarının tarifnamesinde buluşun çeşitli özelliklerinin ifşaatı düzene koymak ve buluşun çeşitli yönlerinin bir veya daha fazlasının anlaşılmasını kolaylaştırmak amacı doğrultusunda bunun tek bir uygulaması, şekli veya tarifnamesinde bazen bir araya getirildiği takdir edilecektir. Bununla birlikte ifşaatin bu yöntemi istenen buluşun her bir istemde açıkça ifade edilenden daha fazla sayıda özellik gerektireceği yönünde bir niyeti yansıtacak şekilde yorumlanmamalıdır. Daha ziyade, aşağıdaki istemlerin yansıtacağı üzere buluşun yönleri ifşa edilen yukarıdaki tek uygulamanın bütün özelliklerinden daha azını belirtir. Dolayısıyla detaylı tarifnameden sonra gelen istemler her bir istemin bu buluşun ayrı bir uygulaması olarak kendi başına durduğu bu detaylı tarifle açıkça dahil edilmiştir.

Buluşun belirli özelliklerini veya yönlerini tarif ederken belirli bir terminoloji kullanımının bu terminolojinin ilgili olduğu buluşun özelliklerinin veya yönlerinin herhangi belirli bir karakteristiğini içerecek şekilde sınırlandırılmak üzere tekrar tarif edileceği imasında bulunduğu şekilde anlaşılması gerektiği belirtilmelidir.

Burada sağlanan tarifle, bir çok spesifik detay verilmiştir. Bununla birlikte, buluşun uygulamalarının bu belirli detaylar olmadan pratiğe geçirilebileceği anlaşılmalıdır. Diğer örneklerde, iyi bilinen yöntemler, yapılar ve teknikler bu tarifenin anlaşılmasını güçleştirmemek için detaylı bir şekilde gösterilmemiştir.

Mevcut buluş bir dijital iletişim sistemi için bir verici ve

bir alıcı ile ilgilidir.

Şekil 1 bir dijital iletişim sistemi göstermektedir. Gelen dijital veri bir ileri hata düzeltmesi kodu ile şifrelenir. Bu şifreleyici bir tek şifreleyici olabilir, ancak aynı zamanda 5 çeşitli şifreleyicilerin art arda bağlanması olabilir. Şifreleyicinin bir ikili kod kullanması durumunda girişi kodlanmış bitlerin bir akımıdır. Sonrasında bitler örnek olarak PSK, PASK veya QAM gibi belirli bir takım uyduya ait olan sembollere haritalandırılabilir. Bir aralıklandırıcı 10 sistemin bütün performansını geliştirmek için haritalandırmadan önce ayrıca kod bitlerini tekrar düzene sokabilir. Dijital iletişim tekniğinde uzman olan bir kişi halihazırda şifreleyici, aralıklandırıcı ve haritalandırıcının kuralları ve takım uydularını aralıklandırarak farklı 15 zamanlarda farklı kod kurallarını uygulayabileceğini anlayacaktır. Dijital iletişim tekniğinde uzman olan bir kişi kuralların ve takım uydularının genel olarak değişebilir kodlama ve modülasyon (VCM) ve uyumlu kodlama ve modülasyon (ACM) olarak bilinen sabit veya uyumlu bir yol kullanarak 20 farklılaşabileceğini halihazırda anlayacaktır. Mevcut buluş belirli bir takım uydusu dizaynı ve dolayısıyla her zaman veya belirli zaman fraksiyonlarında bu takım uydusu dizaynını kullanan herhangi bir dijital iletişim sistemi veya şeması ile ilgilidir. Dijital iletişim sistemi tekniğinde uzman bir kişi 25 buna ek olarak bilinen sembollerin veya kısmen önceden bilinen sembollerin alıcı senkronizasyonuna yardım etmek amacı doğrultusunda yerleştirilebileceğini halihazırda anlayacaktır. Dijital iletişim tekniğinde uzman olan bir kişi sembol dizisi değerlerinin kanalda lineer veya lineer olmayan bozulmayla 30 başa çıkmak adına bilinen önceden bozulma tekniklerinin herhangi birisini kullanarak modifiye edilebileceğini anlayacaktır. Sonrasında orijinal veya modifiye edilmiş sembol dizisi ileti filtreleme ve dörtlü modülasyona uygulanan bir modülatöre beslenir. Modülatör örnek olarak bir uydu iletişimi 35 kanalı gibi bir kanal boyunca iletilen bir dalga biçimi

yaratır. Alıcı tarafında dalga biçimi sembollerin değerini almak için demodüle edilir. Bir sembolün alım değeri örnek olarak gürültü ve bozulmanın eklenmesi gibi kanal etkilerine bağlı olarak ileti değerine tam olarak eşit değildir.

5 Semboller sonrasında haritasızlaştırılır. Haritasızlaştırıcı sonrasında şifre çözücüye beslenen kodlanmış bitlerin örnek olarak benzer oranlarını verir. Şifreleyiciye benzer şekilde, şifre çözücü bir veya daha fazla sayıda art arda bağlanmış şifre çözücünden oluşabilir. Dijital alıcı tekniğinde uzman
10 olan bir kişi Şekil 1'de gösterildiği üzere bir veya daha fazla sayıda şifre çözücünün tekrar eden bir şekilde alınmış bilgiyi işleyebileceğini ve bir veya daha fazla sayıda şifre çözücünün aynı zamanda tekrar eden bir şekilde haritasızlaştırıcı ile bilgi değiş tokuşunda bulunabileceğini
15 halihazırda anlayacaktır. Hem alıcı ve hem de şifre çözücü alınan sinyalin kalitesiyle ilgili olarak, daha özelde hat marjini ile ilgili olarak bilgi sağlayabilir. Bu bilgi iletişim hatlarının uygunluğunu ve verimliliğini arttırmak adına mevcut kodlama, aralıklandırma, haritalandırma ve takım
20 uydu parametreleri seçilimini etkilemek için bir uyumlu kodlama ve modülasyon ünitesi tarafından kullanılabilir.

Şekil 2 mevcut buluşa göre bir ASK takım uydusunu göstermektedir. Takım uydu eş merkezli halkalar kümesi üzerinde yerleştirilmiş olan sinyal noktalarına (204)
25 sahiptir. Takım uydu eşit aralıklandırılmış noktalara sahip olan halkaları (200) içermektedir. Mevcut buluşa göre bir ileti sırasında kullanılan herhangi bir takım uydu için, bu gibi bir halka üzerindeki sinyal noktaları halka yarı çapını, halka üzerindeki nokta sayısını ve bir noktanın aç
30 koordinatını önceden belirleyerek tanımlanır. Bilgiyi transfer etmek adına takım uydunun kapasitesini optimize etmek için en az bir adet halka (201) eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış noktalara sahiptir. Bununla birlikte, alıcı senkronizasyonunu kolaylaştırmak için, eşitsiz bir şekilde aralıklandırılmış
35 noktalara sahip herhangi bir halka bitişik halkanın (202) alt

kümesinde yer almak için inşa edilir, böylece bütün sinyal noktaları bahsi geçen alt kümede yerleştirilir, bunun sayısı K olarak gösterilir, tek açılı koordinatlara $\theta_0 + k\Delta\theta$ sahiptir, burada k 0 ila $K-1$ ve $\Delta\theta = 2\pi/K$ arasındaki bir ölçekte değişir.

5 Dolayısıyla alt kümeye ait olan sinyal noktaları bir tek açılı aralıklandırmaya sahiptir. Aşağıda detaylı bir şekilde verildiği üzere, düzenli bir yapının elde edilmesi adına sinyal noktalarının açılı koordinatlarını seçmek taşıyıcı senkronizasyonunu, özellikle düşük kompleksiteli taşıyıcı
10 senkronizasyonunu yerine getirmek için hayli faydalı olduğunu göstermiştir. Bu Kayhan'ın makalesindeki takım uydular ile karşılaştırıldığında ciddi bir ilerleme sağlar. Bir ileti esnasında kullanılan mevcut buluşa göre herhangi bir takım uydu için halkaların (202) bahsi geçen alt kümesinde yer alan
15 sinyal noktaları halkaların alt kümesi için önceden belirlenmiş halka yarıçapı, sinyal noktalarının önceden belirlenmiş sayısı K , bir birinci sinyal noktasının önceden belirlenmiş açılı koordinatı (θ) ve alt kümede yer alan belirli bir halkayla (yarıçap) her bir sinyal noktasının önceden
20 belirlenmiş ilişkisi tarafından tarif edilir.

Avantajlı bir şekilde örnek olarak bir uydu yayını kanalı gibi lineer olmayan öğeler içeren kanallar aracılığıyla dijital iletişim için, dış halka (203) üzerinde konumlandırılmış olan sinyal noktalarının sayısı takım uydusundaki halkaların sayısı
25 tarafından bölünmüş takım uydusunda yer alan sinyal noktalarının sayısını geçer.

Dijital iletişimin tekniğinde uzman bir kişi bir aynı takım uydusu geometrisinin çeşitli eşit tarifler kullanarak tarif edilebileceğini anlayacaktır. Aynı zamanda teknikte uzman bir
30 kişi için genel bir büyüklük ölçeklemesi faktörünün buluşun ölçeğini değiştirmeden bütün takım uydu noktalarına uygulanabileceği açıktır, zira bu bir sinyal yükseltimi faktörünü uygulamak ile eşittir. Dahası genel bir açılı dönüşü buluşun ölçeğini değiştirmeden bütün takım uydu noktalarına
35 uygulanabilir, zira bu bir ileti sinyal faz dönüşü ile

eşittir.

Şekil 3 mevcut buluşa göre bir 32APSK takım uydu geometrisi ve bit etiketlenmesini gösterir. Dijital iletişim tekniğinde uzman kişiler için gösterilen bit etiketlenmesinin takım
5 uyduda bütün semboller için bit konumlarının faktöriyel $(5) = 120$ permütasyonunun (burada 5 32 noktaya sahip bir takım uyduda bit konumlarının sayısıdır) herhangi birisini uygulayarak elde edilen bir bit etiketlenmesi ile buluşun ölçeğini değiştirmeden herhangi bir 32'lik takım uydu için
10 ikame edilebilir; örnek olarak bütün bit etiketleri XYZWU bit etiketleri UXYZW ile ikame edilebilir. Benzer şekilde gösterilen bit etiketlenmesi 5 etiket bitlerinin $2^5=32$ alt kümelerinin herhangi birisini tamamlayarak elde edilen bir bit etiketlenmesi tarafından buluşun ölçeğini değiştirmeden ikame
15 edilebilir; örnek olarak 4. bitten oluşan tek alt küme için, bit etiketleri XYZ0U bit etiketleri XYZ1U ile değiştirilmiştir. Benzer şekilde, bir takım uydu geometrisi ne zaman bir simetri gösterse, örneğin bir döngüsel simetri veya ayna simetrisi, akabinde bit etiketlerinin buluşun ölçeğinden
20 sapmadan eşit bir takım uydu elde etmek için bahsi geçen simetriye göre açık bir şekilde sırası değiştirilebilir.

Şimdi önceki teknikte takım uydularına nazaran buluşa göre takım uydunun avantajları gösterilecektir. Avantajlar aşağıdaki özelliklerin en az bir tanesinde gösterilecektir:
25 özellikle bir lineer olmayan kanal üzerinde bilgi taşıma kapasitesi ve senkronizasyon performansı ve kompleksliği açısından taşıyıcı senkronizasyonu için uygunluk. Bu 32'lik takım uydular için tartışılmakta ve gösterilmektedir. Dijital iletişim tekniğinde uzman kişiler için Şekil 2'de yer alan çok
30 halkalı takım uydu dizaynının ayırt edici özelliklerinin avantajlarının aynı şekilde tartışılmasının örnek olarak 64APSK'ye kadar farklı nokta sayısına sahip APSK takım uydusu dizaynlarına uygulanabileceği açıktır.

Şekil 4 bundan sonra takım uydu A olarak gösterilecek olan bir
35 birinci önceki teknik takım uydu geometrisi ve etiketlenmesini

betimlemektedir. Bu takım uydu DVB-S2 standartta belirtilmektedir ve her bir halka üzerinde eşit derecede aralıklandırılmış noktalara sahip bir çok halkalı yapıya sahiptir. Bu önceki tekniğin takım uydusunun halka yarıçapı 5 DVB-S2 standardına göre kod oranına adapte edilir.

US8369448'de tarif edilen ve bundan sonra A* olarak göndermede bulunulacak olan bir diğer önceki teknik takım uydu sadece bit etiketlenme açısından takım uydudan A ayrılır. Bununla birlikte US8369448'de yer alan bit etiketlenme bundan sonra gösterilen 10 avantajların hiç birisini arttırmaz veya azaltmaz. Dolayısıyla önceki teknikte yer alan takım uyduya A nazaran mevcut buluşa göre bir takım uydunun bir gelişiminin herhangi bir gösterimi aynı zamanda önceki teknikte yer alan takım uyduya A* nazaran doğrulanmış aynı gelişimi tarif edecek şekilde anlaşılmalıdır.

15 Bu sadece Şekil 6'da açıklığa kavuşur.

Şekil 5 bundan sonra takım uydu B olarak işaret edilecek olan önceki teknikte yer alan bir diğer takım uydu geometrisini ve etiketlenmesini betimlemektedir. Bu Kayhan'ın makalesinde 15dB'ye eşit olarak ayarlanmış olan zirve SNR'ye sahip bir 20 GAQM sembol giriş kanalı için BICM kapasitesini maksimize eden bir takım uydu geometrisi ve bit etiketlenmesi olarak elde edilir. Bu bir çok halkalı takım uydudur, burada en azından dış halka eşit olmayan bir şekilde aralıklandırılmıştır ve sinyal noktaları $\theta_0 + k\Delta\theta$ olarak ifade edilen açı koordinatlarına 25 sahip bir halka alt kümesinin bir üyesi değildir.

Şekil 6 önceki teknikte yer alan takım uyduları A ve B ile karşılaştırıldığında bu buluşa göre 32 APSK takım uydu için verili bir ortalama SNR sahip olan bir GACM sembol girişi kanalının hesaplanmış BICM kapasitesini gösterir. Özetle kanal 30 başına 4.4 bitin altında bilgi oranları kullanımı için bu buluşa göre takım uydunun gerekli SNR avantajı önceki teknikte yer alan takım uydu A ile karşılaştırıldığında 0.1 ila 0.5 dB'dir ve önceki teknikte yer alana takım uydu B ile karşılaştırıldığında yaklaşık 0.5 dB'dir. Arka plandaki 35 bölümde açıklandığı üzere, GACM sembol girişi kanalının BICM

kapasitesi lineer kanallar için bilinen bir iyi performans sıralaması tahmin edicisidir. Her ne kadar bir lineer kanal için odak performans avantajları olsa da, burada mevcut buluşa göre takım uydunun önceki teknikte yer alan takım uydulara A ve B göre lineer kanallara daha iyi adapte olduğu görülmektedir.

Şekil 7 önceki teknikte yer alan takım uyduları A ve B ile karşılaştırıldığında bu buluşa göre 32 APSK takım uydu için verili bir zirveye SNR sahip olan bir GACM sembol girişi kanalının hesaplanmış BICM kapasitesini gösterir. Verili bir zirveye SNR sahip bir GACM sembol girişi kanalının BICM kapasitesi Kayhan'da dizayn kriterleri olduğu için, takım uydunun B bu kriterlere göre daha iyi performans gösterdiğini görmek sürpriz olmayacaktır. Mevcut buluşa göre takım uydu halen bu kriterlere göre önceki teknikte yer akan takım uyduya A göre halen bir avantaja sahiptir. Bununla birlikte bir sembol girişi kanalı için bahsi geçen kriterler bir lineer olmayan sürekli dalga biçimi giriş kanalının özellikle daha ince detayları gibi bütün yönlerini içermez.

Dolayısıyla Şekil 9 ve Şekil 10'da, simüle edilen performans Şekil 8 'de gösterilen bir lineer olmayan karakteristiğe sahip kesin sınırlayıcı kanal olarak adlandırılan bir lineer olmayan dalga biçimi giriş kanalı üzerinde incelenir. Bu lineer olmayan kanal örneğin sanal olarak bütün mevcut uydu aktarıcı cihazlarında kullanılan lineer hale getirici devreye sahip iyi bir yakınlaştırma olarak alınır. Şekil 9'da performans adil bir karşılaştırma elde etmek için her bir takım uydunun belirli takım uydu etiketlenmesine adapte edilen uzunluk 64800 kod bitine ve bir satır sütun bit aralıklandırıcısına sahip olan bir oran $5/6$ düşük yoğunluklu eşitlik denetim kodu ile birlikte gösterilir. Şekil 10'da kod oranı $7/9$ 'a değiştirilir. Önceki teknikte yer alan takım uydu A için, DVB-S2'de tarif edilen halka yarıçapı kod oranı $5/6$ için, kod oranı $7/9=0.777$ için kullanılır, en yakın kod oranı $3/4=0.750$ için DVB-S2 standartta tarif edilen halka yarıçapı adapte edilir.

Mevcut buluşa göre takım uydunun önceki teknikteki takım uydulardan daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Sonuçlar modülasyon şemalarının detaylı bir performans sıralamasının bir zirve SNR tarafından sınırlandırılmış GACM sembol giriş kanalı modeli için dizayn kriterleri olarak BICM kapasitesini kullandığı zaman elde edilemediğini göstermiştir. Şekil 9 ve Şekil 10 aynı zamanda hata doğrulama kodları ile bir araya getirildiği zaman ve bir uydu yayını kanalının bir lineer olmayan kanal modeli temsilcisi için buluşa göre takım uydularının uygulanabilirliğini göstermektedir.

Avantajlı bir biçimde Şekil 3'de gösterilen buluşa göre 32-APSK takım uydunun halka yarıçapı LPDC kodları oran 128/180, 132/180 ve 140/180 ile kombinasyon içerisindeki bir lineer olmayan kanal üzerinde kullanıldığı zaman düşük SNR eşikleri sağlamak için adapte edilir. Özellikle bir uydu yayını kanalının bir kesin sınırlayıcı lineer olmayan kanal temsilcisi için aşağıdaki tabloda gösterildiği üzere her bir bahsi geçen kod oranları için iç halkanın yarıçapına en dış üç halkanın yarıçapının oranını kullanmak faydalıdır. DVB-S2 standardındaki kod dizaynına benzer bir dizayna sahip bir tekniğini durumu LDPC için ve bir aşırı bant genişliğine % 10 sahip bir taban bant filtresi için bir C_{uydu}/N_0 değeri olarak ifade edilen sonuçta ortaya çıkan SNR eşiği de aşağıdaki tabloda gösterilen değerlere sahip olması için hesaplanmıştır.

Adapte edilen takım uydusu	8 noktalı halka yarıçapının	4 noktalı halka yarıçapının	16 noktalı halka yarıçapının	C_{uydu}/N_0 eşik (dB içerisinde)
Kod oranı 128/180	2,6	2,99	5,6	14,50
Kod oranı 132/180	2,6	2,86	5,6	14,91
Kod oranı 140/180	2,8	3,08	5,6	15,84

Şekil 11 ve Şekil 12'de bir NDA taşıyıcı senkronize edici devresinde ilave kanal gürültüsüne bağlı olarak faz hata katkısının seviyesi ile ilgili olarak mevcut buluşa göre bir 32-APSK takım uydunun avantajı gösterilmektedir. Bu avantaj

radyo hatlarında belirli kanal faz gürültüsünde aynı zamanda
 diğer faz hatası kaynakları mevcut olduğunda azaltılmış bir
 bütün faz hatalarına ulaşmak için kullanılır. Özellikle NDA
 taşıyıcı senkronize edicilerinde ilave kanal gürültüsüne bağlı
 5 olarak faz hata katkısı güçlü bir şekilde takım uydunun
 dizaynına, sinyal ile gürültü oranı parametresine SNR veya
 zirveye SNR taşıyıcıda PLL kullanılan belirli faz hata
 düzeltme detektörüne (PED) ve ileti sembol oranına göreli olan
 bu PLL'nin döngü gürültü bant genişliğine B_L bağlıdır. Şekil 11
 10 ve Şekil 12'deki sonuçlar ileti sembol oranının % 0.10 katı
 kadar bir döngü bant genişliğine B_L uygulanır. Düşünülen faz
 detektörleri şunlardır:

a) bir optimal detektör

b) bir karar geri besleme (DFB) detektörü

15 c) her bir takım uydunun dış halkası üzerinde bulunan nokta
 sayısına adapte edilmiş açılı periyodikliğine sahip sözüm ona
 Viterbi & Viterbi (V&V) detektörü.

a) Bir optimal PED aşağıdaki tarafından ifade edilen bir
 performansa sahip herhangi bir senkronize edici olarak
 20 tanımlanır

$$Var\{\theta_e^2\} = -\frac{1}{E_y \left[\frac{\partial^2 p(y|\theta)}{\partial^2 \theta} \right]} \cdot \frac{B_L}{F_{SYMBOL}} \quad [\text{rad}^2]$$

burada $Var\{\theta_e^2\}$ faz hatasının θ_e^2 ve $p(y|\theta)$ ortalama kare
 değeridir ve bir kalan faz dönüşünden θ E_y sıkıntı çeken bir tek
 alma sembolü için kompleks AWGN kanal çıkışı sembol değeri y
 25 ilkesel olarak bütün kompleks düzlemde kanalın bütün olası
 çıkış değerlerinin bir ortalamasına işaret eder. Bir optimal
 PED'nin bir örneği sabit bir ölçek katsayısı içerisinde
 ölçülmüş olan kanal çıkış değerinin y bir sayıl çıkış değerine

$$PED(y) \propto \frac{1}{p} \frac{\partial p(y|\theta)}{\partial \theta}$$

dönüştüren veya bütün takım uydusu
 30 noktalarını içerecek şekilde kompleks düzlemin bir bölgesinde
 esasında buna eşit olan herhangi bir fonksiyonu gerçekleştiren

bir PED'dir. Teknikte uzman kişi tarafından iyi bilindiği üzere bu gibi bir ölçek katsayısı PLL'de sabit bir kazançla eşittir ve önceden ayarlanmış bir döngü gürültü bant genişliğin gerçekleştirmek için adapte edilmiş bir PLL'nin bir analog veya dijital uygulanmasında devre bileşenleri veya ölçek katsayılarını seçerken telafi edilir.

Burada düşünölen farklı PED komplekslik açısından ciddi anlamda farklılaşır. Optimal detektöre yaklaşmak yüksek düzenli modölasyonlar için hayli komplekstir. Aynı zamanda bir karar geri besleme detektörü ciddi bir kompleksliliğine sahiptir, zira bu alınmış bir sembolün kesin karar değerini hesaplamayı içerir. Dahası, hem optimal ve hem de karar geri besleme detektörü ölçölen sinyal seviyesinde hatalara hayli duyarlı olan bir çok yüksek düzenli takım uydu için mevcuttur.

şekil 11 ve şekil 12'den özellikle daha basit Viterbi ve Viterbi detektörünü kullanırken sapma katkısı önceki teknikte yer alan takım uydu B için ciddi anlamda daha yüksektir. Bu buluşa göre takım uydu için, optimum detektörü kullanırken karşılaştırıldığında daha basit V & V detektörünü kullanırken çok az bir performans kaybı yaşanır. Davranıştaki bu fark örnek olarak önceki teknikteki takım uydu B gibi Kayhan'ın makalesine göre dizayn edilmiş takım uydularında değil, fakat mevcut buluşa göre takım uydu tarafında idame ettirilen düzenli açı aralıklandırmaya atfedilebilir.

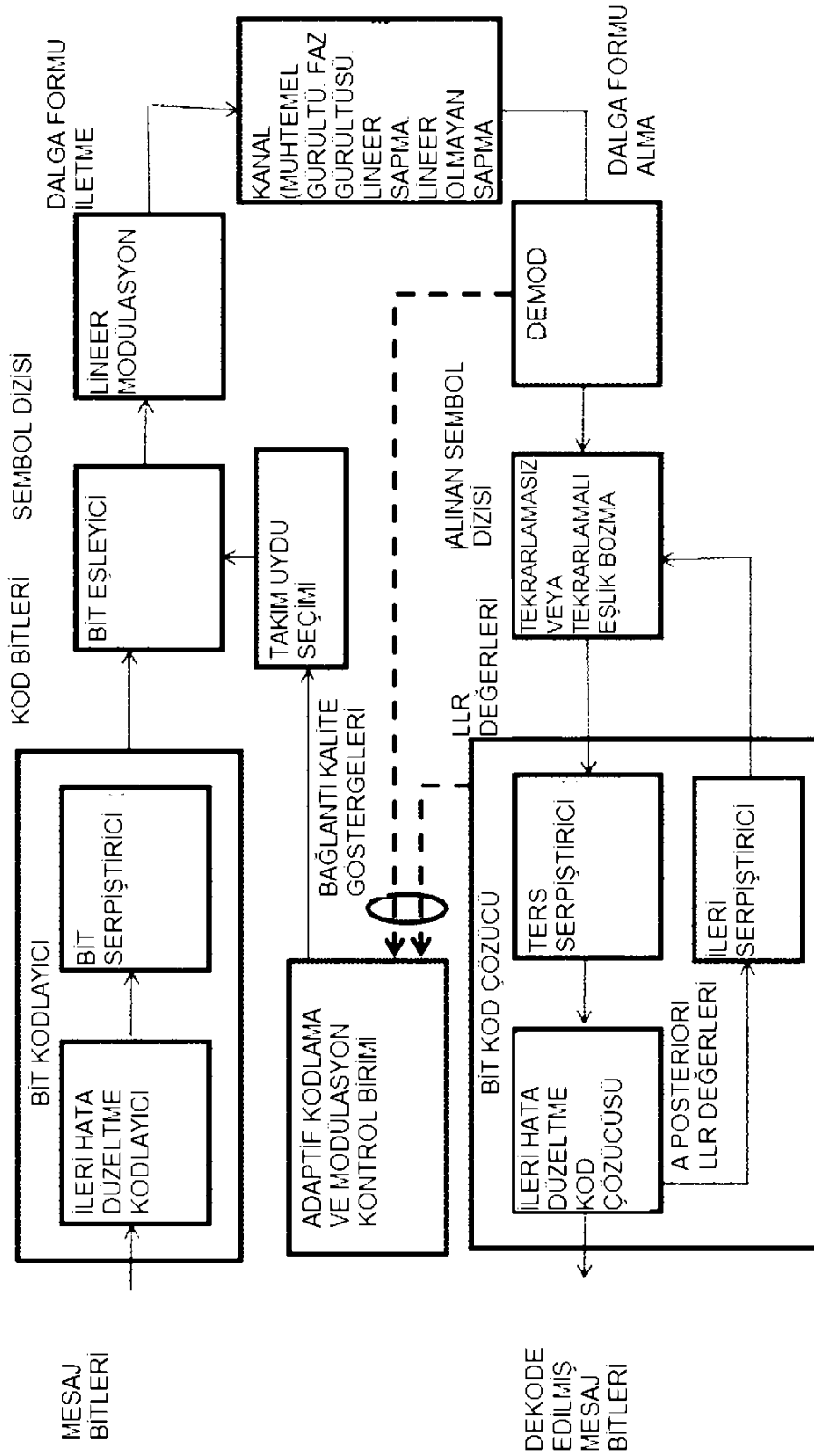
Her ne kadar buluş şekiller ve yukarıdaki tarifnamede detaylı bir şekilde gösterilmiş ve tarif edilmiş olsa da, bu gibi bir gösterim ve tarifname sınırlayıcı değil, gösterim ve örneklem amaçlı olarak düşünölmelidir. Yukarıda tarifname buluşun bazı uygulamalarını detaylandırır. Bununla birlikte metindeki yukarıda yazılanlara ne kadar detaylı görünürse görönsün buluşun bir çok yoldan uygulanabileceği anlaşılmalıdır. Buluş ifşa edilen uygulamalar ile sınırlı değildir.

Ifşa edilen uygulamalara getirilen diğer farklılıklar şekillerin, ifşaatın ve ekli istemlerin bir incelemesine dayanarak istenen buluşu hayat geçiren teknikte uzman kişiler

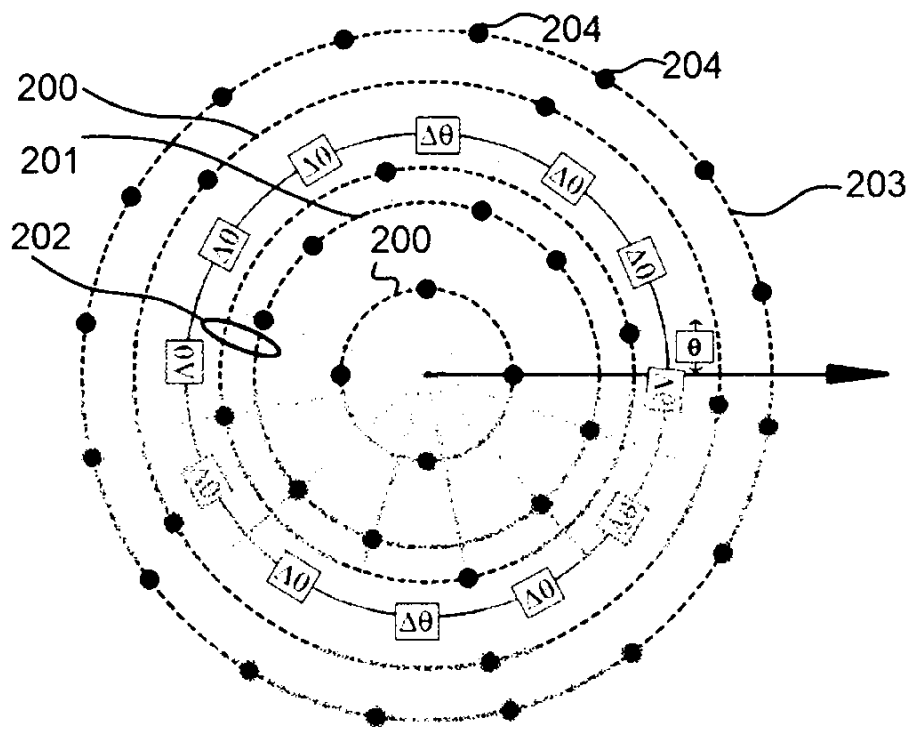
tarafından anlaşılabilir ve etiketlenebilir. İstemlerde
"içermek" kelimesi diğer öge ve aşamaları dışlamaz ve belgisiz
sıfat "bir veya "bir" çokluğu dışlamaz. Tek bir işlemci veya
ünite istemlerde belirtilen farklı başlıkların fonksiyonlarını
5 yerine getirebilir. Belirli ölçümlerin karşılıklı olarak
bağımlı istemlerde dile getirildiği yönündeki yalın gerçek bu
ölçümlerin bir kombinasyonunun bir avantaj elde etme yönünde
kullanılamayacağına işaret etmez. Bir bilgisayar programı bir
diğer donanımın parçası ile birlikte veya parçası olarak
10 sağlanmış bir optik depolama aracı veya katı hal aracı gibi
uygun bir araç üzerinde saklanabilir/dağıtılabilir, ancak aynı
zamanda örnek olarak Internet veya diğer kablolu veya kablosuz
telekomünikasyon sistemleri gibi diğer biçimlerde
dağıtılabilir. İstemlerde yer alan herhangi bir referans
15 işareti ölçeği sınırlayacak şekilde düşünülmemelidir.

20

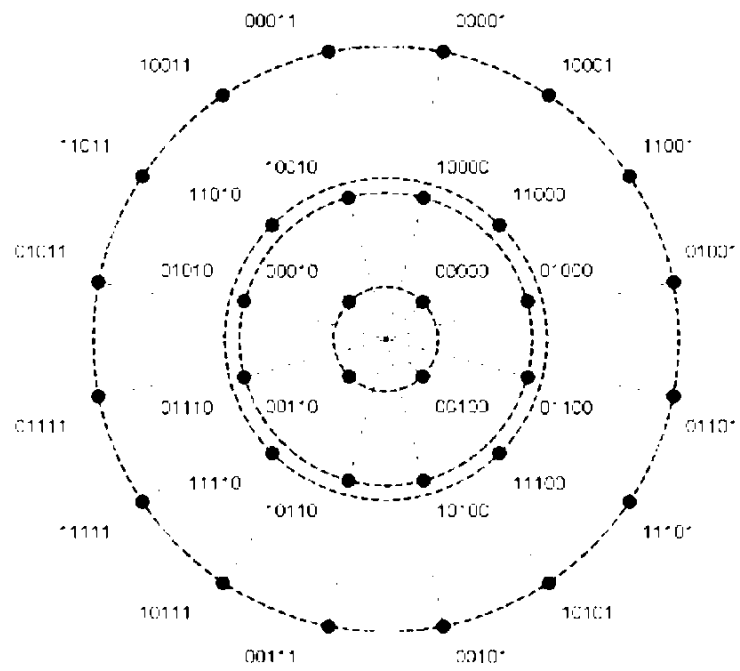
25



ŞEKİL 1



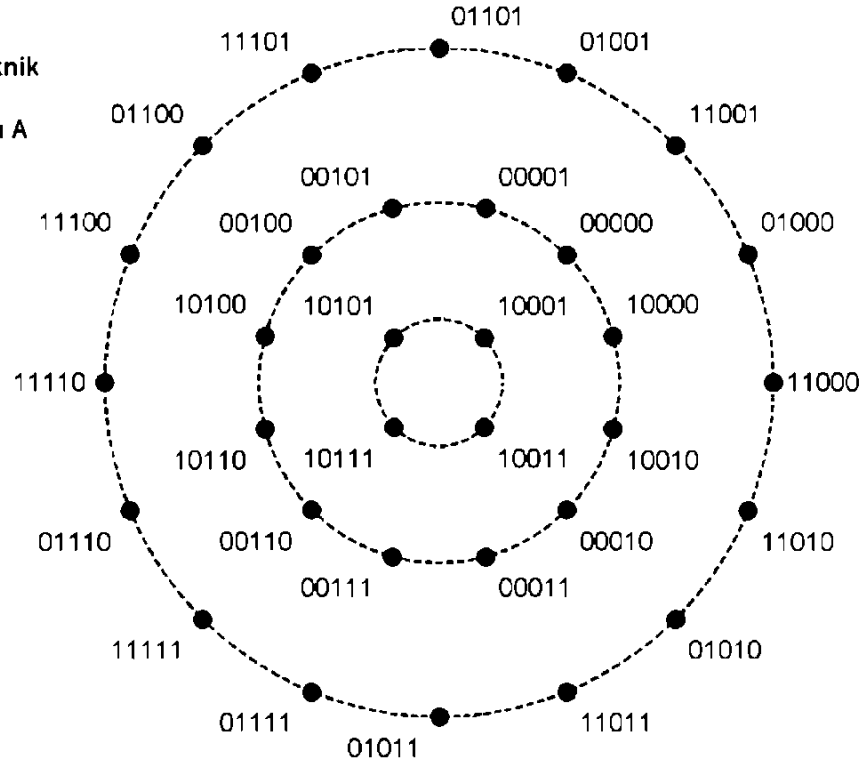
Şekil 2



Şekil 3

Önceki Teknik

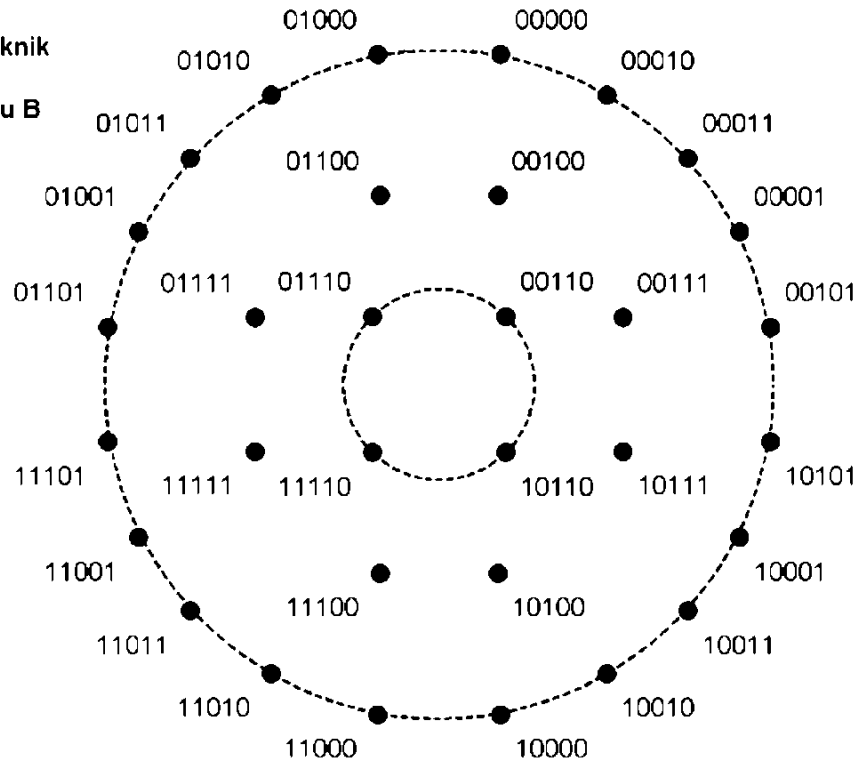
Takım Uydu A



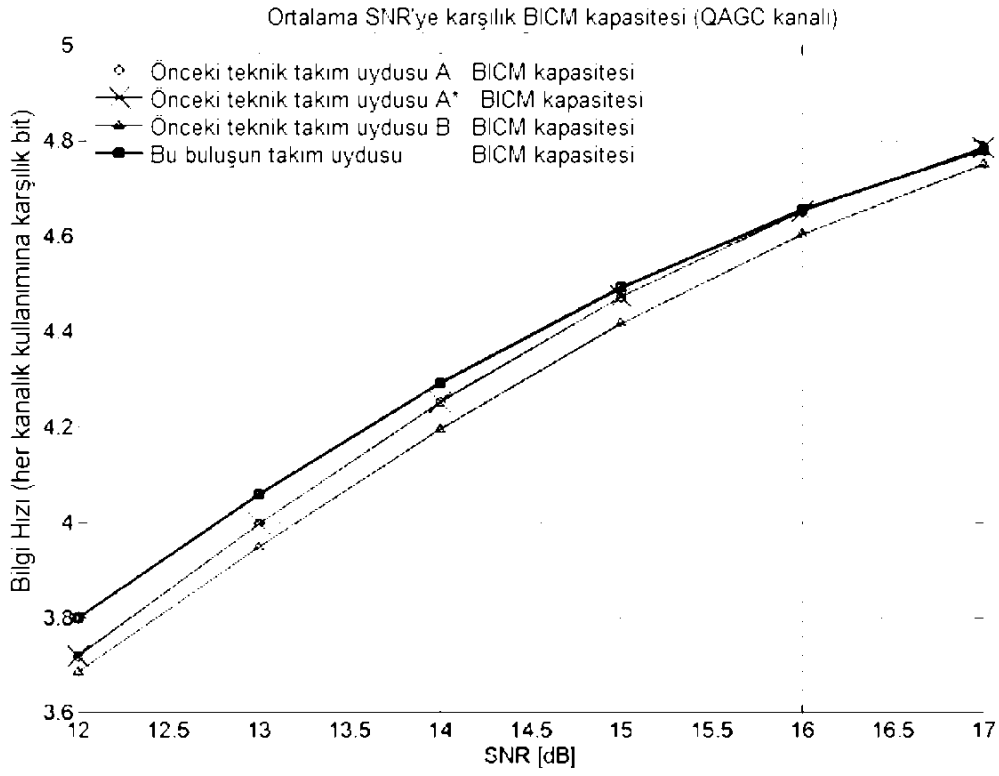
Şekil 4

Önceki Teknik

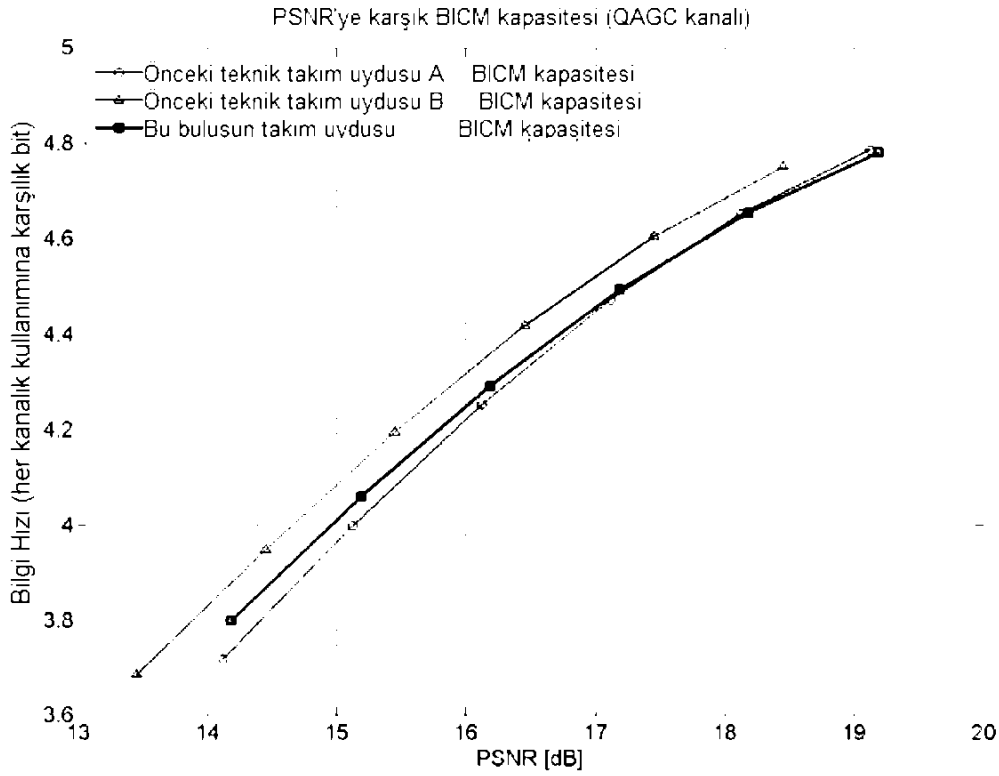
Takım Uydu B



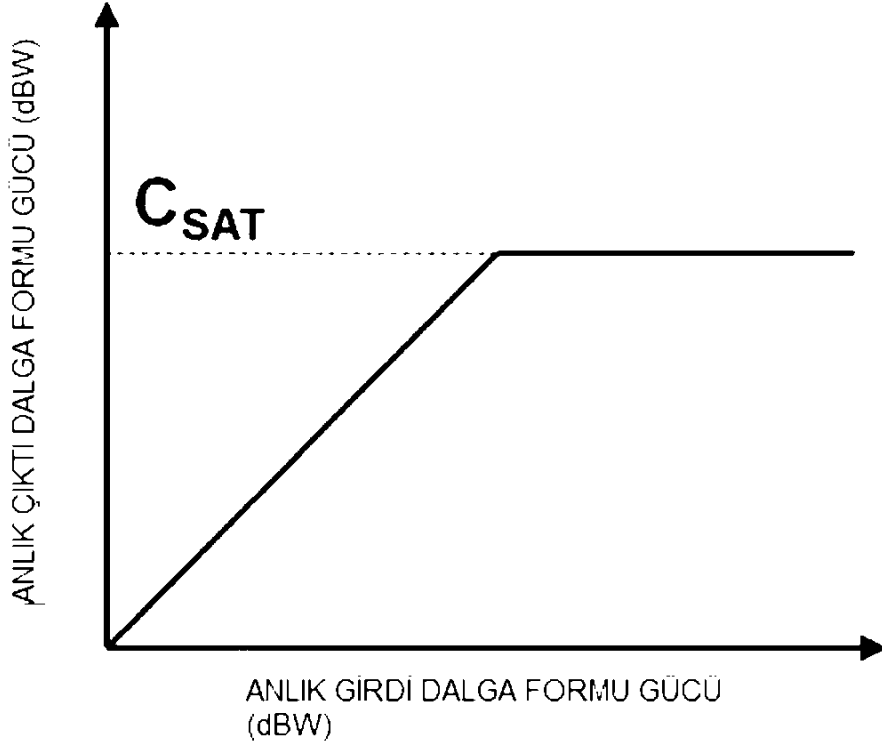
Şekil 5

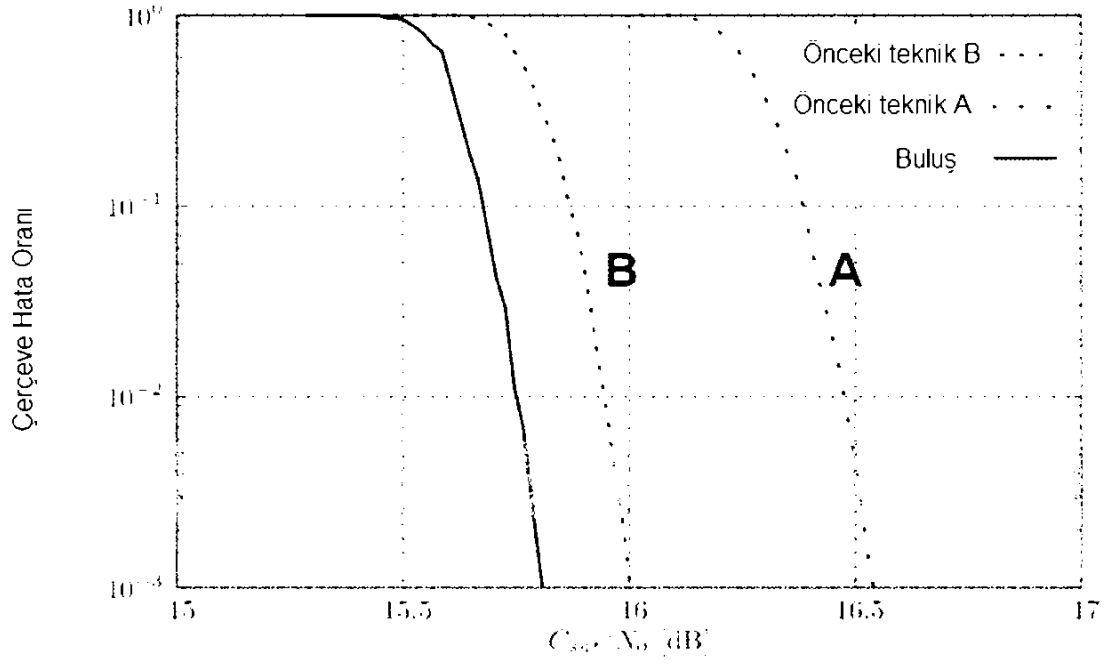


Şekil 6

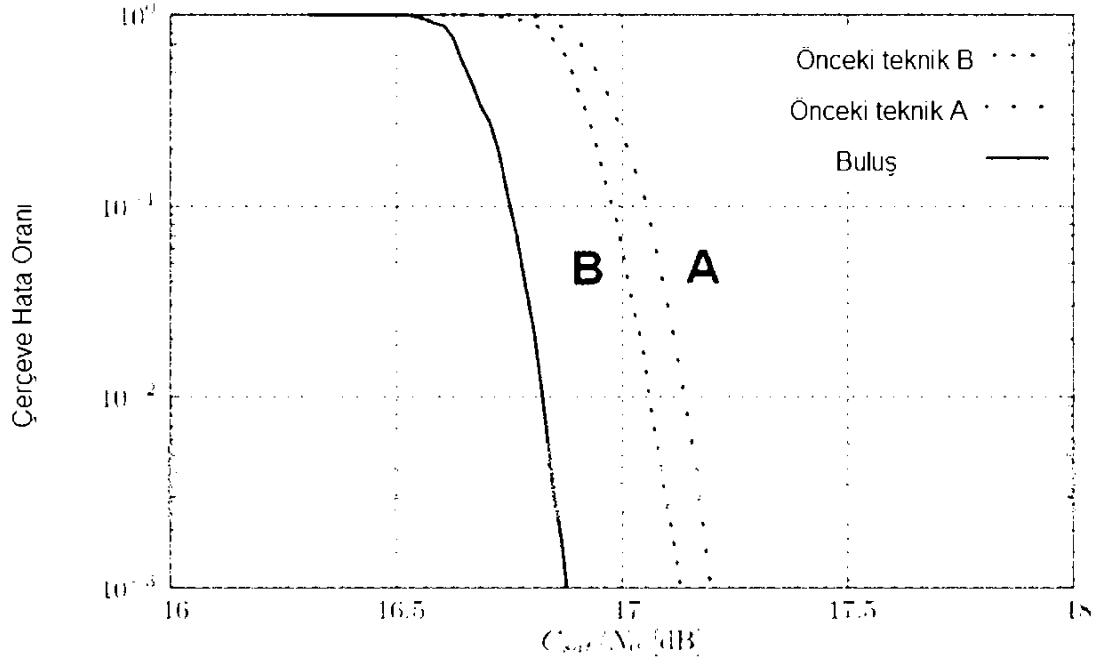


Şekil 7

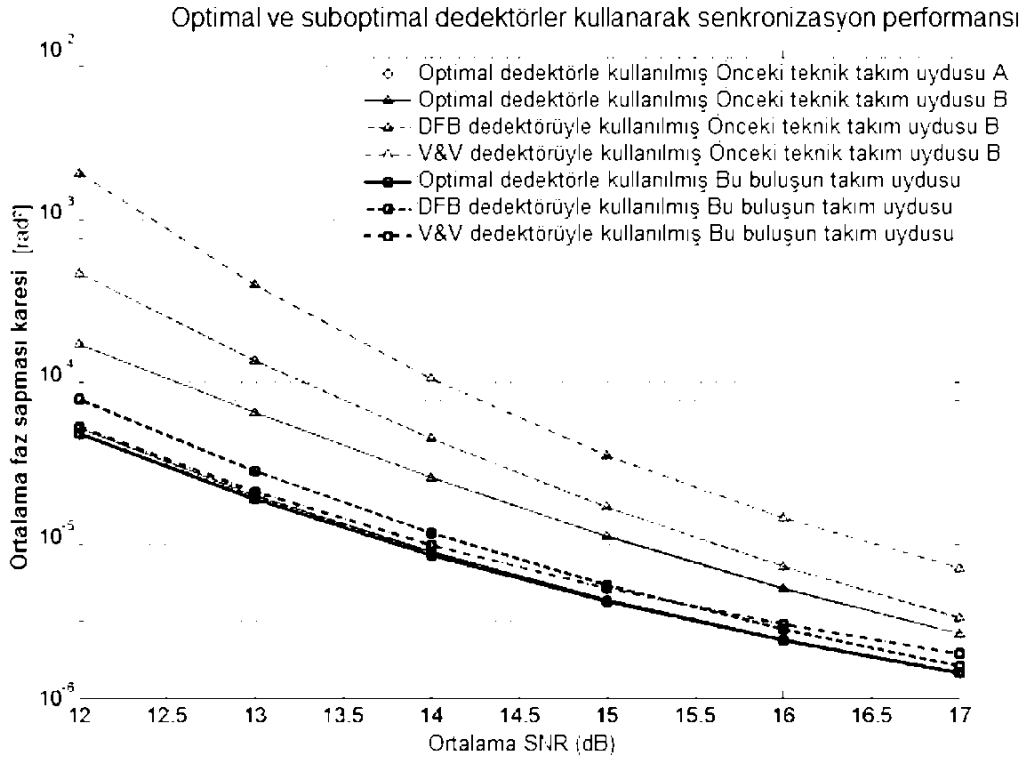
**Şekil 8**



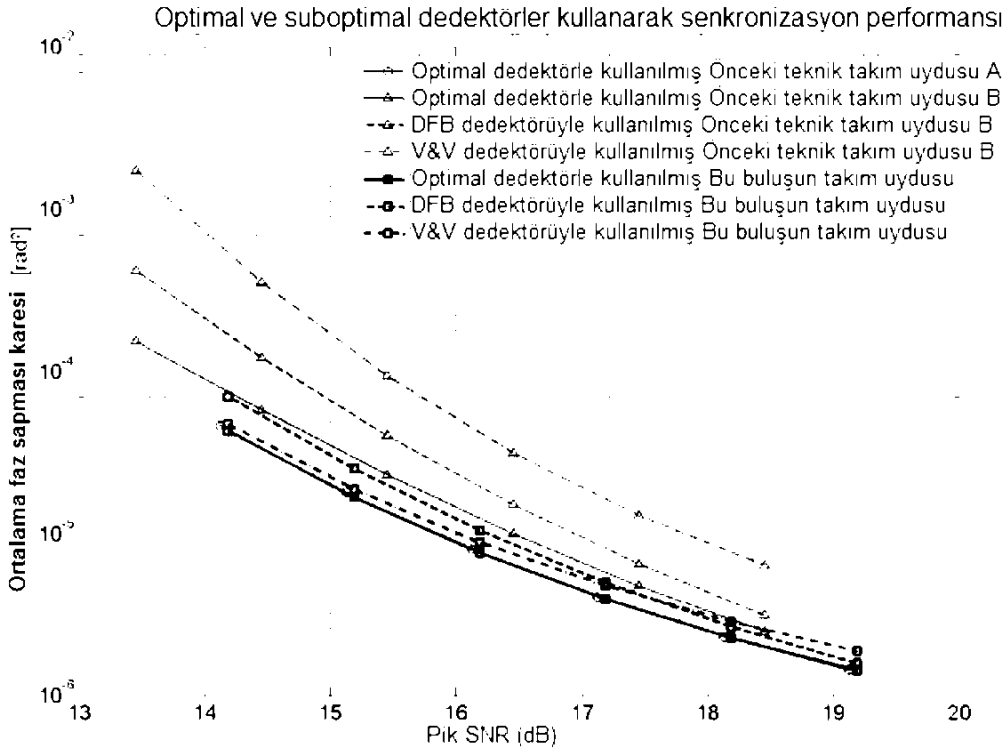
Şekil 9



Şekil 10



Şekil 11



Şekil 12