T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OPTİK HABERLEŞME İÇİN OFDM'DE TEPE ORTALAMA GÜÇ ORANI (PAPR) AZALTMA TEKNİĞİ

Ousama M. Abdulwanes AWAD

Danışman	**Doç. Dr. Muhammed Fatih KILIÇASLAN**
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Zekeriya YERLİKAYA**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Can Doğan VURDU**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Javad RAHEBI**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Mohammed Gomroki**

DOKTORA TEZİ
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Ousama M. Abdulwanes AWAD tarafından hazırlanan **"Optik Haberleşme İçin OFDM'de Tepe Ortalama Güç Oranı (PAPR) Azaltma Tekniği"** adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı**' nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Muhammed Fatih KILIÇASLAN Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Zekeriya YERLİKAYA Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Can Doğan VURDU Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Javad RAHEBI Türk Hava Kurumu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Mohammad Mehdi GOMROKİ Türk Hava Kurumu Üniversitesi	.....

18/06/2019

Enstitü Müdürü Prof. Dr. Hasbi YAPRAK .....

TAAHHÜTNAME

Bu belgedeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışlara uygun olarak elde edildiğini ve yeniden gönderildiğini beyan ederim. Ayrıca, bu kurallar ve davranışların gerektirdiği şekilde, bu çalışmaya orijinal olmayan tüm materyalleri ve sonuçları tamamen alıntı yaptığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim.

Ousama M. Abdulwaanes AWAD



ÖZET

Doktora Tezi

OPTİK HABERLEŞME İÇİN OFDM'DE TEPE ORTALAMA GÜÇ ORANI (PAPR) AZALTMA TEKNİĞİ

Ousama M. Abdulwaanes AWAD
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Muhammed Fatih KILIÇASLAN

Bu çalışmada, lineer olmayan yükseltmeye ve ileri röle sistemine dayanan dikgen frekans bölümünün yararları incelenmiştir. OFDM, yüksek hızlı bilgi sekansını paralel kollara bölerek ve çoklu taşıyıcı kanalın frekans seçiciliğini aynı anda kaldırarak ve aynı zamanda dikey olarak seçilen taşıyıcıları kullanarak optik iletişim bandını verimli bir şekilde kullanan modülasyon tekniğidir. Ayrıca röle protokolü tercihi de önemli bir konudur. Yükseltme ve ileri röle sistemi diğer röle protokollerine göre uygundur çünkü sadece sinyali yükseltir. Seçilmiş haritalama, ortogonal frekans bölmeli çoğullamadan tepe / ortalama güç oranını azaltmak için doğru bir yöntemdir. Seçilen haritalamanın temel bir zayıflığı, yüksek işlemsel karmaşıklıktır. Seçilen haritalamanın karmaşıklığını azaltmak için, ortogonal frekans bölmeli çoklama sinyallerinin gerçek ve hayali kısmı ayrı olarak ele alındı. Fourier dönüşümü özellikleri kullanılarak sayısal diziler ve hatta gerçek ve hayali elemanlar elde edildi. Aşağıdaki tüm dizilerin farklı bir kombinasyonu ile daha fazla aday üretilmektedir. Önerilen şema, sadece M^4 denklemleri için IFFT algoritmasını kullanarak daha az hesaplama karmaşıklığı üretir. Simülasyon sonuçları, önerilen tasarımın tepe / ortalama güç oranının iyi performansını düşürdüğünü ve aynı zamanda seçilen haritalama tasarımına kıyasla hesaplama karmaşıklığını azalttığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dikgen frekans çoklama bölme, eklemeli beyaz gauss gürültüsü, sönümleme, hızlı fourier dönüşümü, yükselt ve aktar röle sistemleri

2019, 76 Sayfa
Bilim Kodu: 91

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

PEAK TO AVERAGE POWER RATİO (PAPR) REDUCTİON TECHNİQUES İN OFDM FOR OPTİC COMMUNİCATİONS

Ousama M. Abdulwaanes AWAD
Kastamonu University
Institute of Science
Department of Materials Science and Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muhammed Fatih KILIÇASLAN

In this study, benefits of orthogonal frequency division based on nonlinear amplify and forward relay system are examined Orthogonal Frequency Multiplexing Division (OFDM) is a modulation technique that utilizes the optic communication band efficiently by dividing the high-speed information sequence into parallel arms and lifting the frequency selectivity of the multi-carrier channel at the same time and using vertically selected carriers at the same time. Also relay protocol preference is an important issue. Amplify and forward relay system is proper according to the other relay protocols because it only amplify the signal. Selected mapping is an accurate method for reducing peak to average power ratio from orthogonal frequency division multiplexing. A fundamental weakness of selected mapping is the high computational complexity. To reduce the complexity of the selected mapping, the real and imaginary part of the orthogonal frequency division multiplexing signals is treated separately. Numerical sequences and even real and imaginary elements are obtained using Fourier transform properties. More candidates are produced with a different combination of all the following sequences. The proposed scheme produces less computational complexity using the IFFT algorithm for M4 equations only. The simulation results show that the proposed design reduces the good performance of peak to average power ratio and also reduces computational complexity compared with the selected mapping design.

Key Words : Orthogonal frequency multiplexing division, additive white gaussian noise, fading, fast fourier transform, amplify and forward relay systems

2019, 76 Pages
Science Code: 91

TEŞEKKÜR

Öncelikle Doç. Dr. Muhammed Fatih KILIÇASLAN' a bu araştırmada yürüttüğü denetimler için teşekkür ediyorum. Bu araştırma ile ilgili birçok pratik ihtiyaçlara yardımcı olduğu için, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümündeki öğretim görevlilerine ve araştırma yardımlarına da şükranlarımı sunarım. Kastamonu Üniversitesi ve Kastamonu'daki Libya topluluğundaki meslektaşlarımın Doktora programıma destekleri için teşekkür etmek istiyorum Son olarak; Çalışmamı sürdürmek ve bu tezi bitirmek için bana güven veren her zaman ahlaki destekleri için Eşime ve aileme şükranlarımı sunarım. Umarım bu çalışmanın sonuçları tıpla ilgilenen insanlar için ve gelecekteki çalışmalarda yeni araştırmalara katkıda bulunmak için yararlı olacaktır.

Ousama M. Abdulwaanes AWAD
Kastamonu, June, 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ii
TAAHHÜTNAME iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
İÇİNDEKİLER vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ix
ŞEKİLLER DİZİNİ x
TABLOLAR DİZİNİ xi
1. GİRİŞ 1
1.1. Geçmiş 1
1.1.1. Gelişmiş-LTE 1
1.1.2. Tek Girdili Tek Çıktılı (SISO) 1
1.1.3. Çok Girdili Çok Çıktılı (MIMO) 2
1.1.4. Optik İletişim Sistemlerinde Başlıca Sorun: Çok-yollu sönümleme 2
1.1.5. Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama ve Tarihçe 3
1.1.6. Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) 6
1.1.7. İşbirlikli İletişim 6
1.1.7.1. Çöz ve Aktar Röle Sistemleri 7
1.1.7.2. Yükselt-Aktar Röle Sistemleri 8
1.1.8. En Yüksek Ortalama Güç Oranı (PAPR) 9
2. LİTERATÜR İNCELEMESİ 11
2.1. Geçmiş 11
2.2. Fiber Optik İletişim 11
2.3. Uygulamalar 12
2.4. Teknoloji 12
2.4.1. Yaygın Olarak Kullanılan Sönümleme Dağılımları 14
2.4.1.1. Rayleigh Sönümlemesi 14
2.4.1.2. Hoyt Sönümlemesi 14
2.4.1.3. Rice Tipi Sönümlemesi 14
2.4.1.4. Nakagami-m Sönümlemesi 15
2.4.2. Veri İletim Türleri 17
2.4.2.1. Tek Yönlü 17
2.4.2.2. Yarım Çift Yönlü 18
2.4.2.3. Tam Çift Yönlü 18
2.4.3. Noktadan Noktaya Protokolü 19
2.4.4. Maksimum Oran Birleştirme (MRC) 21
2.4.5. OFDM - FDM 26
2.4.6. Modülasyon türleri 29
2.4.6.1. İkili Faz Değişimi Anahtarlama (BPSK) 30
2.4.6.2. Quadrature Faz-Shift anahtarlama (QPSK) 31
2.4.6.3. Quadrature Genlik Modülasyonu (QAM) 31
3. YÖNTEM 33
3.1. Giriş 33

3.2. Geleneksel Seçilmiş Haritalama (CSM) tekniği 33
3.3. Hesaplamalı karmaşıklık 37
4. DENEYSEL SONUÇLAR 41
4.1. Giriş 41
4.1.1. Kullanılan Aletler 41
4.2. CCDF Kullanarak PAPR İçin Geleneksel Seçilen Haritalama 42
4.3. CCDF Kullanarak PAPR için Biçimi Değiştirilmiş Seçili Haritalama 45
4.4. Grafiksel Kullanıcı Arayüzü 48
5. SONUÇLAR 49
KAYNAKLAR 51
EKLER 56
EK1-(Matlab Kodu) 56
ÖZGEÇMİŞ 75

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DCF	Dispersion Compensating Fiber
DWDM	Dense wavelength division multiplexing
DP-PHFA	Double pass-parallel hybrid fiber amplifier
EDF	Erbium doped fiber
EDFA	Erbium doped fiber amplifier
EPP	Erbium pump power
EPU	Erbium pump unit
HFA	Hybrid fiber amplifier
NF	Noise figure
OPM	Optical power meter
OSA	Optical spectrum analyzer
PHF	Parallel hybrid fiber amplifier
SNR	Signal–to–noise ratio
RPP	Raman pump power
RPU	Raman pump unit
SBS	Stimulated Brillouin scattering
SHFA	Serial hybrid fiber amplifier
SP-PHFA	Single pass-parallel hybrid fiber amplifier
SRS	Stimulated Raman scattering
TLS	Tunable laser source
VOA	Variable optical attenuator
VOC	Variable optical coupler
WDM	Wavelength division multiplexing
WSC	Wavelength selective coupler
OFDM	Orthogonal Frequency Multiplexing Division

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 1.1.	Optik haberleşme Sistemleri Konfigürasyonu	2
Şekil 1.2.	Çok-Yollu Yayılım Etkisi	3
Şekil 1.3.	OFDM Alıcı-Vericisinin Blok Şeması	6
Şekil 1.4.	Bir İşbirlikli Optik İletişiminin Basitleştirilmiş Ekranı…….....	8
Şekil 1.5.	Öz ve Aktar Röle Şeması	9
Şekil 1.6.	Yükselt-Aktar Röle Şeması	10
Şekil 2.1.	PDF'lerde bazı özel Nakagami-m dağılımı vakaları	17
Şekil 2.2.	İletim Modları	19
Şekil 2.3.	Bir OFDM sinyalinin Frekans Süresi Temsilcisi	26
Şekil 2.4.	FDM ve OFDM için bant genişliği kullanımının karşılaştırılması.....	30
Şekil 2.5.	AM ve FM karşılaştırması	33
Şekil 2.6.	BPSK için Takımyıldızı diyagramı	34
Şekil 2.7.	QPSK için Takımyıldız Diyagramı	35
Şekil 2.8.	16QAM sinyali için bit dizisi eşlemesi	35
Şekil 3.1.	Önerilen seçilmiş haritalama şemalarının blok şeması…..……	39
Şekil 3.2.	Bitişik alt blok bölümleme tekniği…….....	40
Şekil 3.3.	Interleaved alt blok bölümleme tekniği…….……....	41
Şekil 3.4.	Sözde rastgele alt blok bölümleme şeması…….……....	41
Şekil 4.1.	QPSK takımyıldızı illüstrasyon……	43
Şekil 4.2.	QPSK le farklı alt taşıyıcılar için PAPR (M^4 = 27 ile geleneksel seçilmiş haritalama)……..	44
Şekil 4.3.	QPSK le farklı alt taşıyıcılar için PAPR (M^4 = 8 ile geleneksel seçilmiş haritalama)…….....……..	45
Şekil 4.4.	QPSK'lı farklı Alt Taşıyıcılar için PAPR (M = 9 ile biçimi değiştirilmiş seçilen haritalama). …….	46
Şekil 4.5.	QPSK'lı farklı Alt Taşıyıcılar için PAPR (M = 8 ile yeniden seçilen haritalama).……	47
Şekil 4.6.	PAPR0'a karşı CCDF [dB]……	47
Şekil 4.7.	Önerilen Grafiksel kullanıcı arabirimi (GUI)……...	48
Şekil 4.8.	Geleneksel Seçilmiş Haritalama, M = 27 için.... .....……..	49
Şekil 4.9.	"Global Karşılaştırma" .....…….	49

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1. Simülasyonda kullanılan parametre……..... 46

Tablo 4.2. CSM ve RSM arasındaki karşılaştırma ……... 51

1. GİRİŞ

1.1. Geçmiş

Bu tezde, optik iletişim sistemlerinin geliştirmek için kullandığımız ortogonal çoğullama bölümü ve yükseltilmesi ve ileri röle sistemleri tanımlanmıştır. Ayrıca aralarındaki ilişki de belirtilmiştir.

1.1.1. Gelişmiş-LTE

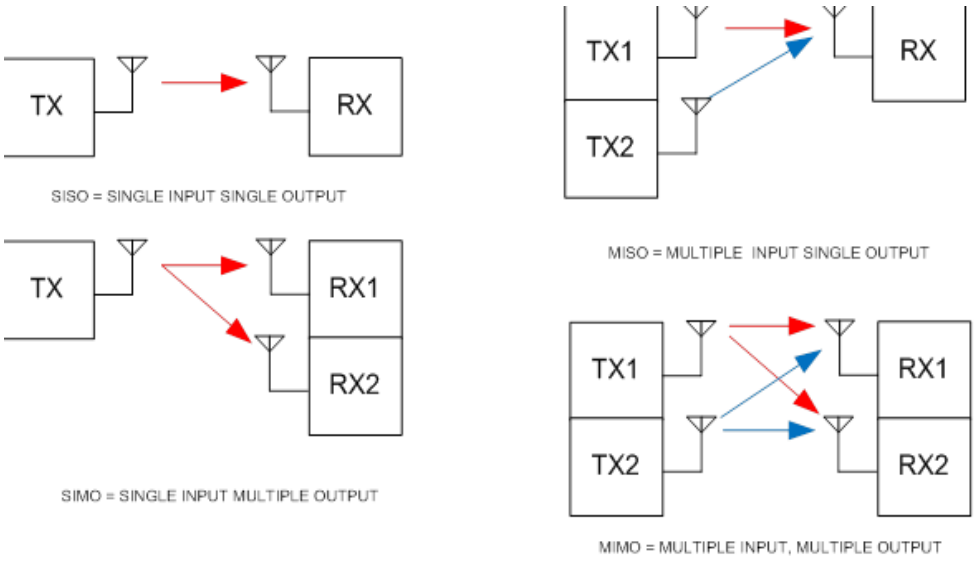
LTE (Uzun Süreli Evrim) Sürüm 8, OFDM kullanan birincil geniş bant teknolojilerinden biridir ve şu anda ticari olarak kullanılmaktadır. TE Sürüm 8, gelişmiş sistem kapasitesi yüksek tepe veri hızları, çoklu anten desteği, kapsama alanı, düşük gecikme süresi, esnek bant genişliği çalışması, düşük işletme maliyetleri ve mevcut sistemlerle sorunsuz entegrasyon sağlar. LTE Sürüm 10 olarak da bilinen Gelişmiş-LTE, daha iyi bir kullanıcı deneyimi sağlamak için çok daha yüksek tepe hızlarını, daha yüksek verimlilik ve kapsama alanını ve düşük gecikmeleri desteklemektedir. Ek olarak, LTE Sürüm 10, piko hücrelerini, femtoselleri, röleleri, uzak radyo kafalarını ve benzerlerini içeren düşük güçlü düğümlerin bir makro hücre düzenine yerleştirildiği heterojen dağıtımları destekleyecektir (Ghosh, 2012)

1.1.2. Tek Girdili Tek Çıktılı (SISO)

Tek Girdili Tek Çıktılı (SISO), bir giriş ve bir çıkış ile en basit anten teknolojisidir. Ancak, bazı ortamlarda çok yollu etkilere neden olabilir. Sinyal hedefe ulaşırken, binalar, tepeler gibi bir engelle karşılaşabilir. Bu nedenle, sinyal hedefe ulaşmak için birçok yol izler ve dalga cepheleri dağılır. Dijital iletişimde veri hızında bir düşüşe ve hata sayısının artmasına neden olabilir. SIMO (Tek Girdili Çok Çıktılı) nın sönümlenme etkilerini en aza indirmek için, SISO yerine MISO (Çok Girdili Tek Çıktılı) ve MIMO (Çok Girdili Çok Çıktılı) kullanılmaktadır.

1.1.3. Çok Girdili Çok Çıktılı (MIMO)

MIMO, kablosuz iletişim için bir anten teknolojisidir. Bu teknolojide, hem verici hem de alıcıda birden fazla anten kullanılır. Çoklu anten kullanımı, çok yollu dalga yayılımının neden olduğu sorunu ortadan kaldırır. MIMO, bağlantı kapasitesini artırmak ve bağlantı güvenilirliğini artırmak için Wi-Fi, LTE, kablosuz ve RF teknolojilerini kullanmaktadır. SISO ve MIMO karşılaştırıldığında, MIMO sistemi, düz sönümlenme veya dar bantlı kanallar için minimum iletim ve alım antenleri faktörüyle kapasiteyi geliştirebilir. Bu nedenle MIMO-OFDM, kablosuz sistemlerde ve standartlarda yaygın olarak kullanılmaktadır [2].



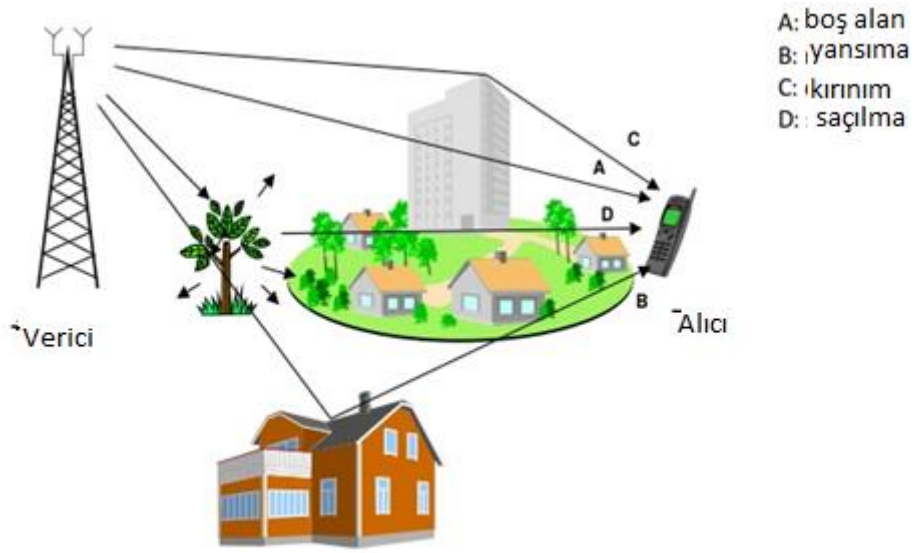
Şekil 1.1. Optik haberleşme Sistemleri Konfigürasyonu (Lsr, 2017)

1.1.4. Optik İletişim Sistemlerinde Başlıca Sorun: Çok-yollu sönümleme

Kablosuz iletişim sistemlerinde, artan kullanıcılar ve multimedya uygulamaları ile yüksek veri gereksinimi artar. Yüksek veri hızı elde etmek için karşılaşılan sorunlardan biri çok yollu. Optik haberleşme sistemlerinde 2 temel örtüşmeden bahsedebiliriz. Toplanır örtüşme olan, Toplanır Beyaz Gauss Gürültüsü (Additive White Gaussian Noise - AWGN) ve çarpımlı örtüşme olan ise sönümlemedir. Sönümlemeye neden olan durum, pratikte sıkça karşılaşılan çok-yollu yayılmadır. Vericiden yönlendirilen, büyük nesnelerden yansıyan, nesnelerin keskin

kenarlarından kırılan kaba nesnelerden dağılmış veya farklı yoğunluğa sahip iki ortam arasında kırılan sinyaller alıcıya ulaşır. Bu şekilde, aynı sinyalin farklı kopyaları farklı zamanlarda alıcıya ulaşır; bu, sinyal genliği ve fazı üzerinde

çarpıtma etkisine neden olur. Sönümleme, toplanır örtüşme adlarına göre daha fazla çarpıtma etkisine sahiptir ve farklı yöntemlerin etkisinin azaltılmasını gerektirir. Aksi takdirde, güvenilir optik iletişim sistemi hakkında konuşmak mümkün değildir.



Şekil 1.2. Çok-Yollu Yayılım Etkisi (Krupa, 2016)

1.1.5. Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama ve Tarihçe

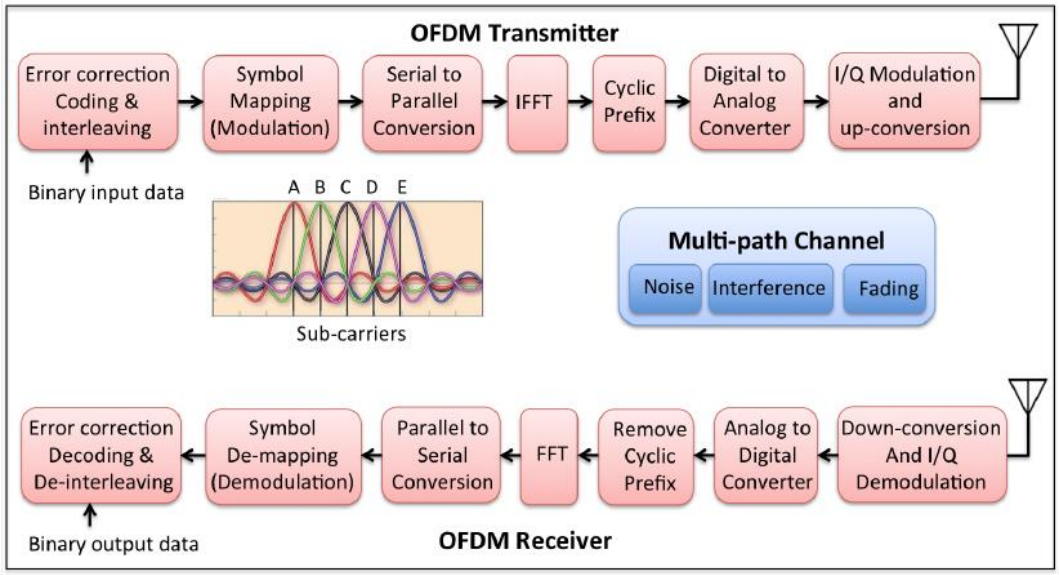
Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM), radyo kanallarının frekans seçici sönümleme nedeniyle artan karmaşıklığı ortadan kaldıran ve radyo bandının verimli kullanılmasına izin veren bir modülasyon türüdür. Birbirine dik olan çok taşıyıcılı bir yapıya sahip olan OFDM, veri dizisinin paralel olarak bölünmesine izin verir ve her kanalın düz sönümleme özellikleri sergilemesine izin verir. Bu şekilde, sönümlemenin neden olduğu semboller arası girişimin etkisi azaltılmış ve hata performansı arttırılmıştır.

Kanalın frekans seçici özelliğini kaldırmak için kullanılan yöntem "Denkleştirme" olarak adlandırılır. Sistemde farklı filtre yapıları kullanarak farklı denkleştirme yöntemleri oluşturulabilir. İlerleyen teknoloji ve yüksek veri hızları iletilen sinyalin

bant genişliğini artırdı. Bu nedenle, yüksek veri hızına sahip sistemler için teoride çok karmaşık dengeleme sistemleri gerekir. Bu pratikte dengelemeyi kullanımı çok zorlaştırır. Sonuç olarak, kanalın frekans seçiciliğinden kurtulmak için, veri dizisini paralel kollara bölmek ve her birini farklı taşıyıcılara aktarmak yerine iletim mantığı göz önünde bulundurulur. Bu şekilde, yüksek hızlı veri dizisi, her biri kanal özelliklerini düz sönümleme olarak değiştiren yavaş paralel dallara bölünmüştür. Bu yöntemin birçok avantajı vardır. Çok değişken kanal yapılarında bile, uygun kodlama yöntemlerini kullanarak güvenli bir sistem oluşturmak mümkündür. Bununla birlikte, bir veya daha fazla taşıyıcı hakkındaki bilgiler, derin solma sırasında bozulmuş olsa bile, olduğu kadar kötü bir şekilde etkilenmeyecektir. Ancak tüm bu gelişmelerin yanı sıra, sistemin pratik kullanımı etkileyecek dezavantajları da var. Öncelikle, bu sistemi kurmak çok zordur, çünkü birden fazla taşıyıcı olduğundan taşıyıcı, osilatör, demodülatör vb. gereklidir. Bu hem masraflıdır hem de hatasız çalışmak zordur. Ayrıca, çoklu taşıyıcı modülasyonun optik iletişim bandını etkili bir şekilde kullandığı söylenemez. Çoklu taşıyıcılar için gereken frekans aralığının yanı sıra, bu taşıyıcıları alıcıda ayırt etmek için gereken koruma aralıkları, sistem bandının yetersiz kullanılmasına neden olur. Bu nedenle, bant etkin bir sistem oluşturmak için taşıyıcıların birbirlerine dik olarak seçilmesi önerilmektedir.

Dikgen frekans bölmeli çoğullama (OFDM), aynı anda yüksek hızlı bilgi sekansını paralel kollara bölerek ve çoklu taşıyıcı kanalın frekans seçiciliğini kaldırarak ve aynı anda dikey olarak seçilen taşıyıcıları kullanarak optik iletişim bandını verimli bir şekilde kullanan modülasyon tekniğidir (ÇINAR,2010). Her ne kadar OFDM bugün ADSL teknolojisinde, dijital ses ve video yayınlarında (DAB, DVB) kullanılsa da ve 4. Nesil iletişim sisteminin temelini oluşturuyor olsa da, gerçekten böyle güncel bir sorun değildir (ETSI, 1997)(ETSI, 2006) OFDM'nin literatürde ilk gerçekleştiği tarih 1960'lara dayanmaktadır. İletim için ortogonal frekansları kullanan ilk öneri 1966'da Bell Labs Chang tarafından ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu yıllarda, çok taşıyıcılı modülasyonun yanı sıra OFDM taşıyıcıları oluşturmak da önemli bir sorun haline gelmiştir. Ortogonal taşıyıcıları üretmek için ortogonal demodülatörleri kullanma sorununa ek olarak, fiziksel boyutları da OFDM için büyük bir sorundur. İlk olarak 1971'de Weinstein tarafından, veri dizisinin alt dizilerinin toplamının, bu veri dizisinin bir Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT) üretilerek kolayca elde edilebileceği önerildi. Günümüzde OFDM'de daha hızlı ve

daha pratik bir DFT türü olan Hızlı Fourier dönüşümü (FFT) kullanılmaktadır. Fourier dönüşümü OFDM için önerildikten sonra, bu alandaki çalışma hızlandırılır, çünkü taşıyıcı oluşturmak için fazladan osilatör ve özel demodülatör kullanmak artık gerekli değildir. Döngüsel önek (CP), 1980'de önerildi. Döngüsel önek, OFDM sinyallerini semboller arası girişimden (ISI) korumak için bir tampon bölge veya koruma aralığı görevi görür. OFDM, günümüzdeki en önemli teknolojik gelişmelerin temelidir. Bu nedenle, OFDM'nin bu kadar popüler olması, dijital sinyal işleme tekniklerinin geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. OFDM iletişim sisteminin blok şeması, Şekil 1.3'te gösterilmiştir.



Şekil 1. 3. OFDM Alıcı-Vericisinin Blok Şeması (Oltean, 2006)

Giriş veri dizisi, bir dijital modülasyon şeması kullanılarak temel bant modülasyonludur. BPSK, QPSK ve QAM gibi farklı modülasyon şemaları, birkaç farklı sinyal takımyıldızı ile kullanılabilir. Veri sembolleri paralelleştirilebilir. Bu paralelleştirilmiş veri sembolleri, aslında bir OFDM planının ana unsuru olan IFFT modülasyon bloğu boyunca ayrı bir taşıyıcıyı modüle edecektir. Semboller arası girişimi (ISI) ve bloklar arası girişimi (IBI) ortadan kaldırmak için döngüsel bir önek eklenir. Veriler, kanal üzerinden iletilmesinden önce yüksek frekanslı bir taşıyıcıyı modüle edecek bir OFDM sembolü oluşturan geri-seriye dönüştürülür. Radyo kanalı genellikle doğrusal bir zamanla değişen sistem olarak adlandırılır. Alıcıya, ters işlemler gerçekleştirilir: veriler, taban bandına indirgenir ve döngüsel önek kaldırılır.

Tutarlı FFT demodülatörü ideal olarak iletilen sembollerin tam şeklini alacaktır. Veriler seri dönüştürülür ve aktarılan sembolleri (Oltean , 2004) min etmek için uygun demodülasyon şeması kullanılacaktır.

1.1.6. Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT)

Hızlı Fourier Dönüşümü, bir sinyali belirli bir süre boyunca (veya boşlukta) örnekleyen ve frekans bileşenlerine bölen bir algoritmadır. Bu bileşenler, her biri kendi genliği ve fazı olan farklı frekanslarda tek sinüs biçimli salınımlardır. Bir FFT, DFT'yi veya bunun tersini (IFFT) hesaplayabilir. FFT, DFT ile aynı sonucu gösterir. DFT ve FFT arasındaki fark, FFT, DFT'den çok daha hızlıdır [10]. DFT, aşağıdaki formül ile tanımlanır:

$x_0,....,x_{N-1}$ karmaşık sayılar olsun. . $k = 0,...,N-1.$

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-i2\Pi kn/N} \qquad (1.1)$$

1.1.7. İşbirlikli İletişim

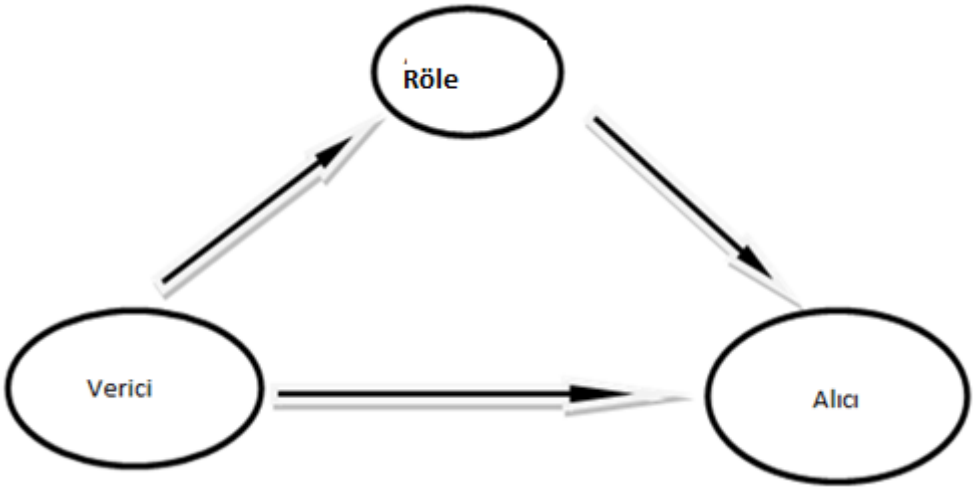
İşbirlikli kablosuz iletişimde, kullanıcıları çağırdığımız kablosuz aracıları işbirliği ile etkili hizmet kalitesini (fiziksel katmanda bit hata oranları, blok hata oranları veya kesinti olasılığı ile ölçülen) artırabileceği hücresel veya geçici çeşitliliğin kablosuz ağıyla ilgileniyoruz. Bir işbirlikli iletişim sisteminde, her bir kablosuz kullanıcının, verileri iletmesinin yanı sıra başka bir kullanıcı için bir işbirliği ajanı olarak hareket ettiği varsayılmaktadır (Nosratinia, 2004).

• Kaynak; Verici bölümü.

• Hedef; alıcı bölümü. Bilgi varyasyonlarını farklı birleştirme yöntemleriyle birleştirir.

• Röle; kaynak ile yardımcı eleman. Kaynaktan aldığı bilgiyi farklı şekillerde işler ve daha sonra hedefe iletir. Rölede yarı çift yönlü iletişim hakkında konuşmak mümkün. Başka bir deyişle, röleler hem alıcıyı hem de vericiyi aynı anda görmez. Bir zaman aralığında bilgi alırlar ve bir başkasına iletirler. Aksi takdirde, sistem çok karmaşık

olabilir. Sistemdeki çoklu röleler kaynakla işbirliği yapabilir. Aynı zamanda, en iyi optik iletişimi sağlamak için birden fazla röle arasından daha az röle seçilebilir. Bir



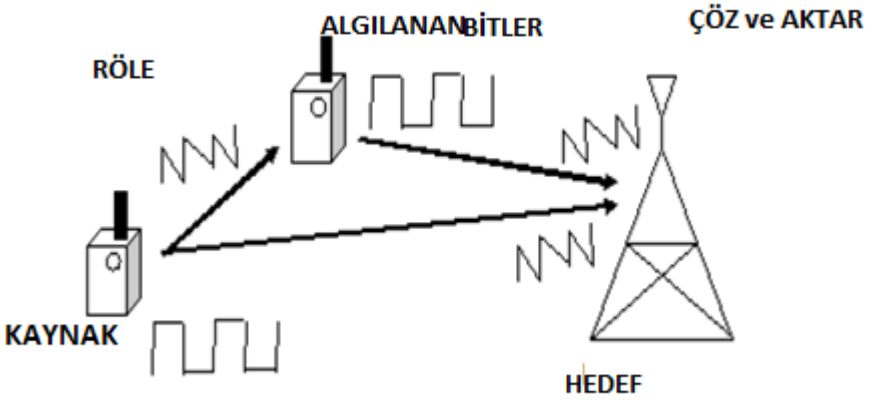
işbirlikli Optik İletişiminin Basitleştirilmiş Ekranı şekil 1.4te gösterilmektedir.

Şekil 1.4. Bir işbirlikli Optik İletişiminin Basitleştirilmiş Ekranı

İki tip röle sistemi vardır. Bunlar; Yükselt-Aktar Röle Sistemi ve Çöz ve Aktar Röle Sistemi.

1.1.7.1. Çöz ve Aktar Röle Sistemleri

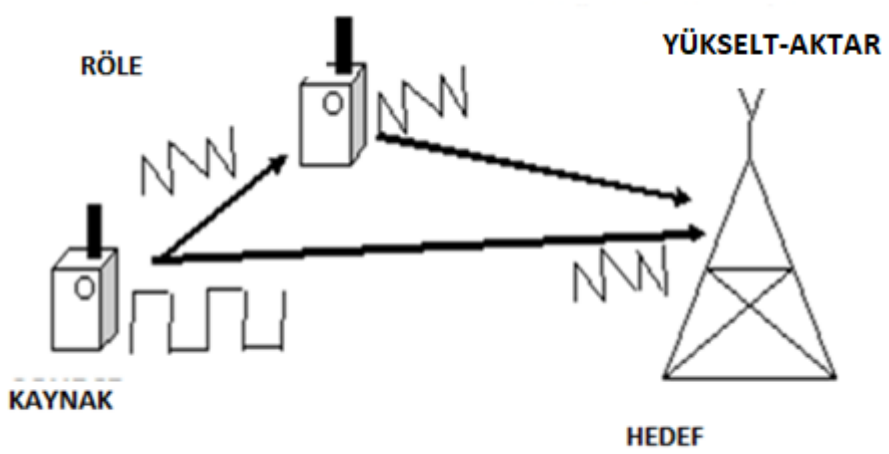
Bu sistemde, röle ilk önce kabul ettiği bilgiyi çözer. Bir anlamda, bir alıcı gibi davranır. Sonra bir kaynak olarak hareket ederek hedefe çözdüğü bilgi dizisini iletir.. En önemli dezavantaj, rölede oluşabilecek çözünürlük hatalarıdır. Bu durumda, yanlış okunan bilgi parçaları hedefe iletilir ve bu da alıcının yanlış bir karar vermesine neden olur. Bunu önlemek için, farklı kanal kodlama teknikleri kullanılabilir ve mümkün olan en az kod çözme hataları azaltılır. Rölede yapılacak bu çözme işlemi, tüm bilgi dizisini kapsayabilir veya bilgiler yalnızca belirli sembollerle sınırlı olabilir ve nihai kod çözme işlemi alıcıya bırakılabilir [12].



Şekil 1.5. Öz ve Aktar Röle Şeması (Garg & P. K. Ghosh, 2013)

1.1.7.2. Yükselt-Aktar Röle Sistemleri

Bu sistemde, yukarıda belirtilen çöz ve aktar sisteminde olduğu gibi, alınan mesajda kod çözme gerçekleştirilmez. Sinyale sadece bir kuvvetlendirme uygulanır. Bu, kod çözme ve aktar sistemi ile tekrar karşılaştırılırsa, ekstra çözme işlemleri uygulama ve yönlendirme sistemi çok daha hızlıdır. En önemli dezavantaj, alınan sinyale bir sinyal yükseltildiğinde, kanaldan elde edilen gürültü bileşeninin de amplifikasyon sürecine dâhil edilmesi ve gürültünün de alıcıya ulaşması için yükseltilmesidir. Mimarisindeki analog / dijital dönüştürücüler nedeniyle karmaşık bir sisteme sahip olduğu da söylenebilir.



Şekil 1.6. Yükselt-Aktar Röle Şema (Garg & P. K. Ghosh, 2013)

1.1.8. En Yüksek Ortalama Güç Oranı (PAPR)

Dikgen frekans bölmeli çoğullama (OFDM yüksek hızlı veri düşük hızlı çoklu dikgen alt bölme, taşıyıcılar üzerinden ileten özel birçok taşıyıcılı iletimdir. Tüm taşıyıcılar birbirine göre diktir, çünkü OFDM kanalları birbirine yakınlaştırarak spektrumu daha verimli kullanabilmektedir. OFDM' yi tercih etmenin nedenlerinden biri, frekans seçici sönümlemeyi veya dar bant girişine karşı direnci arttırmaktır. Sistemdeki tek taşıyıcı, sönümleme veya parazitlenme tüm hattın zayıflamasına neden olurken, çoklu taşıyıcı sistemde alt taşıyıcıların sadece küçük bir yüzdesi etkilenir. Ek olarak, ortogonal alt bölme, taşıyıcıların aşırı yüklenebileceği için spektral verim yüksektir. Tüm bu avantajlara ek olarak, bağımsız alt taşıyıcıların sayısının eklenmesiyle oluşturulan yüksek tepe / ortalama güç oranı (PAPR) dezavantajdır ve uygulama alanını sınırlandırmaktadır. Yüksek tepe gücü / ortalama güç (PAPR) oranı, vericinin hassasiyetini bozan sistem performansını düşürür ve çoklu taşıyıcı modülasyonu (MCM) uygulaması, sistemlerin bir dezavantajıdır. İşaretleri doğrusal olmayan yollarla güçlendirin, özellikle de yüksek PAPR değerlerine sahip yüksek güç amplifikatörleri hasara neden olabilir. Çok taşıyıcılı sistemler PAPR problemi nedeniyle birçok alt taşıyıcı arasında bir sembol karışımı meydana getirir (Tao & W. Yiyan, 2008).

Tepe faktörü, akım veya sesi değiştiren bir dalga formunun ölçülmesinde, tepe değerlerin etkili değere oranının gösterilmesinde kullanılır. Zirvenin bir dalga biçiminde ne kadar aşırı olduğunu anlamak için Tepe faktörü gereklidir.

$$C = \frac{|x_{rms}|}{x_{rms}} \tag{1.2}$$

$$C_{dB} = 20\log_{10}\frac{|x_{rms}|}{x_{rms}} \tag{1.3}$$

En yüksek ortalama güç oranı, tepe faktörünün karesidir:

$$PAPR = \frac{|x_{rms}|^2}{x_{rms}{}^2} = C^2 \tag{1.4}$$

$$PAPR_{dB} = 10\log_{10}\frac{|x_{rms}|^2}{x_{rms}{}^2} = C_{dB} \tag{1.5}$$

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. Geçmiş

(Nakagami, 2017) 'de, Nagendra Kumar ve ark. “OFDM tabanlı doğrusal olmayan AF çoklu röle sistemlerinin performans analizi” araştırdılar. Son yıllarda, optik iletişim sistemlerinde yapılan araştırmalar güvenilirlik, kapsama alanı ve spektral verimlilikle ilgilidir. Araştırmaların çoğu, dikgen çoğullama teknolojisi ile işbirlikçi geçiş ağı ile ilgilidir. Gelecekte 5G, Gelişmiş-LTE veya optik iletişim sistemlerinin ötesinde, yüksek kapsama alanı ve geniş hacimli OFDM sağlamak için kullanılır. Kuvvetlendir ve aktar röle sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri düşük karmaşıklıktır ve kuvvetlendir ve aktar(AF) röle sistemlerini daha çekici kılar. Ayrıca, sistemin sinyal işleme kaynakları sınırlı olduğunda, kuvvetlendir ve aktar sistemler kullanılır. 5G iletişim sistemlerinin iyileştirilmesiyle, kablosuz kanallarla multimedya aktarımı için, geniş bant genişliğine ihtiyaç duyulur. Büyük bant genişlikli ağlar için doğrusal bir amplifikatör tasarlamak zordu. İşbirlikli röle ağlarında, yüksek tepe-ortalama güç oranı (PAPR) ile alınan OFDM sinyali, doğrusal olmayan yükselteçle sonuçlanan bozulmalara karşı çok daha etkilenebilir. Bu nedenle araştırmacılar, OFDM tabanlı doğrusal olmayan kuvvetlendir ve aktar röle sistemleri ile uğraşmaktadırlar.

2.2. Fiber Optik İletişim

Fiber optik iletişim, optik fiberden ışık sinyalleri göndererek bir konumdan diğerine bilgi aktarma yöntemidir. Işık, bilgi iletmek için yönlendirilmiş bir elektromanyetik taşıyıcı dalga görevi görür. 1970 yılında geliştirilen ilk ışık iletimli iletişim sistemleri telekomünikasyon endüstrisinde devrim yarattı ve bilgi çağının gelişinde önemli bir rol oynadı. Elektriksel iletimin avantajı nedeniyle, armatürler gelişmiş ülkelerde çekirdek ağlardaki bakır tellerin iletişiminde yer almıştır (Manohar & D. Razansky, 2016).

Işık iletişim süreci üç temel aşamadan oluşur. Vericinin kullanımını kapsayan bu optik sinyalin üretilmesi ve bu sinyalin fiber boyunca iletilmesi, sinyalin çok zayıf ve

çarpık olmamasının sağlanması, optik sinyali alınması ve elektrik sinyaline dönüştürülmesidir.

2.3. Uygulamalar

Işık, birçok şirket tarafından telefon sinyallerini iletmek, internet iletişimi ve kablolu televizyon sinyallerini iletmek gibi amaçlar için kullanılır. Çok daha az etki ve engellere maruz kalma nedeniyle, yüksek talep ve uzun menzilli uygulamalarda aydınlatma armatürleri bakır kablolardan daha avantajlıdır. Ancak, şehirlerdeki altyapı gelişimi zor ve zaman alıcıdır. Sistemlerin karmaşıklığı nedeniyle bu sistemlerin kurulması ve çalıştırılması pahalıdır. Bu zorluklardan dolayı, aydınlatıcı iletişim sistemleri öncelikle yüksek maliyetini telafi eden ve tam iletim kapasitesi ile çalışan uzun mesafeli uygulamalara monte edilir. 2000'den beri, ışık iletişiminin fiyatı önemli ölçüde azaldı. Fiberin herhangi bir eve açılması fiyatı, bir bakır ağı açmaktan daha uygundur. Kazı maliyetlerinin düşük olduğu ve konaklama yoğunluğunun yüksek olduğu ABD ve Hollanda gibi ülkelerde, fiyatlar abone başına 850 dolara düşmektedir (Hughes, & Peterson, 2000).

1990'daki kuruluşundan bu yana şehirlerarası ağlara ve okyanus çapında iletişim hatlarına girmesinden bu yana telekomünikasyon endüstrisinde yer almaktadır. 2002'den bu yana, 250.000 kilometrelik kıtalararası denizaltı ışıklandırması iletişim kablosunu 2,56 Tbit / s kapasiteli tamamladı, ancak telekomünikasyon yatırım raporları, belirli ağ kapasitelerine öncelik verilmesine rağmen, 2004'ten bu yana ağ kapasitesinde çarpıcı bir artış göstermiştir.

2.4. Teknoloji

Modern aydınlatıcı iletişim sistemleri genel olarak, elektrik sinyalini optik sinyale dönüştürmek ve onu optik ömrüne iletmek için bir optik verici, yer altı devrelerine ve binalara yönlendirilmiş çok sayıda yükselticiden oluşan bir kablo ve bu sinyali elektrik sinyali olarak toplayan bir optik alıcı içerir. İletilen bilgi genellikle

bilgisayarlar, telefon sistemleri ve kablolu televizyon şirketleri tarafından üretilen dijital bilgidir (Hughes, G. L. Morgan, & C. G. Peterson,2000).

En yaygın kullanılan optik vericiler, led ve lazer diyotlar gibi yarı iletken aygıtlardır. LED ile lazer diyotlar arasındaki fark, lazer diyodun, LED tutarlı ışığı üretirken tutarlı bir ışık üretmesidir. Optik iletişimde kullanım için, yarı iletken optik vericiler doğrudan optimum dalga boyu aralığında çalışır ve doğrudan yüksek frekanslara yönlendirilir; Verimli, güvenilir ve kompakt olarak tasarlanmalıdır. En basit haliyle led, elektrik aydınlatması olarak da bilinen, kendiliğinden serbest bırakma yoluyla yayılan önyargılı bir p-n eklemdir. Yayılan ışık, geniş spektrum aralığı 30-60 nm olan ışıksız bir fazdır. Led ışık transferi yalnızca giriş gücünün% 1'i (veya 100 mikro dalga) kadar verimsizdir ve sonuç olarak ışık kaynağına bağlı ateş gücüne dönüştürülür. Ancak basit tasarımları nedeniyle düşük maliyetli uygulamalar için çok faydalıdırlar. İletişim ledleri genellikle InGaAsP (İndiyum galyum arsenit fosfat) veya GaA'lardan (galyum arsenit) yapılır. Çünkü InGaAsP ledleri, GaA ledlerinden (1.3 mikrometre ila 0.81-0.87 mikrometre) daha uzun dalga boylarında aynı anda çalışabilir, aynı anda eşdeğer enerji dalga boyu tabanından 1.7 kat daha geniş olabilir. LED'lerin geniş spektrum genişliği, ürünün veri hızı mesafesini sınırlandırarak daha yüksek fiber dağılımına (tipik kullanım kriteri) tabidir. Ledler, öncelikle veri hızının 10-100 Mbit / s ve birkaç km iletim mesafeleri olduğu yerel ağ alanları için uygundur. Aynı zamanda, ledler şu anda yerel WDM şebekelerinde kullanılan geniş spektrumda farklı dalga boylarında ışık yaymak için birkaç kuantum kaynağı kullanmak için geliştirilmiştir. Günümüzde, VCSEL cihazları, ledler yerine benzer fiyata gelişmiş hız, güç ve spektral özellikler sunmaktadır. Genel VCSEL cihazları çok modlu ömrü iyi bir şekilde birleştirir. Bir yarı iletken lazer, uyarılmış salınım yoluyla ışık yayar, bu da kendiliğinden serbest bırakmadan ziyade yüksek çıkış gücünden (100 mW) daha tutarlı ışığın doğası ile bağlantılı başka faydalar sağlar. Bir lazer çıktısı, tek modlu fiberde yüksek eşleştirme verimi (yaklaşık% 50) sağlayacak şekilde yönlendirilmelidir. Dar spektral genişlik, renk dağılım etkisini azalttığı için yüksek veri hızlarına da izin verir. Ayrıca, yarı iletken lazerler kısa yeniden birleşme süreleri nedeniyle yüksek frekanslarda yönlendirilebilir. Armatürlerde sıkça kullanılan yarı iletken lazer verici sınıfı VCSEL (Dikey Boşluklu Yüzey Yayan Lazer) Fabry sınıf Perot ve DFB'yi içermektedir. Lazer diyotlar genellikle cihaza doğrudan çıkan, doğrudan cihaza bir ışık çıkışı devresi tarafından uygulanır. Yüksek veri hızları veya uzun mesafe hatları için, lazer kaynağı sürekli dalga formunda veya elektro-emme modülatörü veya Mach-Zehnder girişimölçer

gibi harici cihazlardan gelen ışıkla çalıştırılabilir. Dışa yönlendirme, doğrudan güdümlü lazerlerde çizgi genişliğini uzatan çizgi mesafesini arttırır ve fiberin renk saçılımını artıran lazer cıvıltısını ortadan kaldırır. Alıcı-verici hem alıcıyı hem de vericiyi tek bir kombinasyonda içeren bir cihazdır(Wooten& K. M. Kissa, 2000).

2.4.1. Yaygın Olarak Kullanılan Sönümleme Dağılımları

İstatistiksel dağılımlarla sönümleme modellenirken alınan sinyalin faz dağılımı ve genliği dikkate alınmalıdır. İşlemlerin çoğunda, fazın eşit olarak dağıldığı varsayılabilir ve alıcıda mükemmel faz kestirimi olduğu varsayılır. Bununla birlikte, optik iletişim sistemi alıcıda maksimum oran birleştirmeyi (MRC) gerçekleştirdiğinde, alınan sinyalin farklı bileşenlerinin faz kaymaları aslında MRC'nin kendisi ortadan kaldırılır, çünkü alınan tüm sinyallerin farklı antenlerdeki faz canlanması veya eş fazlanması aşamasını içerir. Sonunda, faz kayması, mükemmel faz kestirimi varsayılarak iptal edilir.

2.4.1.1. Rayleigh Sönümlemesi

Sönümleme, alınan sinyalde hiçbir görüş hattı (LOS) bileşeni bulunmadığında Rayleigh olarak modellenebilir. LOS sinyali ayrıca, kalan tüm bileşenlerin kollektif gücünden önemli ölçüde daha yüksek güç içeren bir bileşen ile de karakterize edilebilir.

2.4.1.2. Hoyt Sönümlemesi

Rayleigh Sönümlemesi koşullarından daha şiddetli olduğunda sönümleme kanallarını modellemek için Hoyt dağılımı kullanılır. Nakagami-q sönümlemesi olarak da bilinir.

2.4.1.3. Rice Tipi Sönümlemesi

Daha önceki iki model, LOS olmayan bir ortamda solma dağılımlarının modellenmesi için uygundur. Rice tipi sönümlemesi, çok yollu bileşenlerin toplanmasının, diğer bileşenlere kıyasla daha güçlü olan baskın bir bileşen içerdiği

LOS senaryosu için daha uygundur. Rice sönümlemesi, Nakagami-n dağılımı olarak da bilinir.

2.4.1.4. Nakagami-m Sönümlemesi

Nakagami-m, çoğunlukla LOS olmayan (Görüş Hattı) ortamdaki sönümleme senaryosunu farklı koşullara modellemek için kullanılır. Araştırmacıların analizini kolaylaştırmak için araştırılmıştır. Nakagami-m, alınan sinyalin sönümleme istatistiklerini modellemek için yaygın olarak kullanılır, ancak genel koşullar altında sönümlemeye belirli bir seviyeye kadar modellenebilir. Rice tipi ve Rayleigh sönümlemesinin yanı sıra, mobil sönümlemeye maruz kalan bir sinyal genliğinin pdf'si için rafine modeller önerilmiştir. Birleştirilen maksimum oran çeşitliliğinden sonra alınan sinyalin genliğini açıklar (Nakagami, 2017)

Nakagami-m sönümleme sistemlerinde, K-şube maksimum oranının (MRC) Rayleigh-solma sinyalleri ile birleştirilmesinden sonra m=k'yi seçiyoruz. M-Nakagami sönümleme sinyallerinin maksimum oranı birleştirilmesi, K dallarında şekil faktörü mk ile bir Nakagami sinyalinin sonucunu verir.

• Sinyal kesintileri üzerindeki olasılıkları bulmak için, sinyal dağılımının ve genlik gücünün avantajlarından faydalanabiliriz.

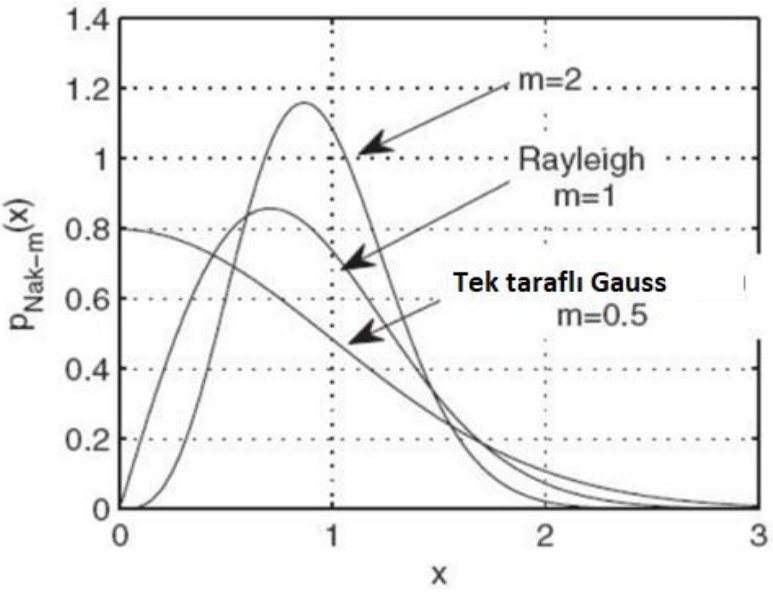
• Kullanmamız gereken sistem Nakagami dağıtılmışsa, karşılık gelen anlık güç gamma dağıtılmış olmalıdır.

• m, aynı zamanda, genellikle kullanılan Nakagami için gama dağılımı veya şekil faktörü olarak da bilinen bir parametredir.

• Rayleigh sönümlemesi, m = 1'i seçtiğimizde, üstel olarak dağıtılmış bir anlık güçle geri kazanılır.

• m> 1 olması durumunda, sinyal gücündeki değişiklikler Rayleigh sönümlemesine göre azalır.

• m <1 için, Nakagami-m sönümlemesi, Hoyt sönümlemesine (Tseng, 2011) yaklaşabilir.



Şekil 2.1. PDF'lerde bazı özel Nakagami-m dağılımı vakaları (Tseng, 2011)

Bu literatür taramasında (Tseng, 2011) Fan-Shuo Tseng "MIMO Yükselt-Aktar Sistemindeki Doğrusal Olmayan Alıcı-Verici Tasarımları" ndan bahsetti. Doğrusal olmayan alıcı-verici, doğrusal yarı başarılı bir girişim iptalcisi (SIC) alıcısı ve doğrusal bir kaynak ve röle ön kod sistemi için minimum ortalama kareli hata (MMSE) SIC alıcısı ve başka bir doğrusal kaynak ve röle ön kod sistemi ile tasarımlar önerilmiştir. AF MIMO sistemi lineer ön kodlayıcıları ve lineer alıcıları göz önünde bulundurur. Geleneksel MIMO sistemlerinde, doğrusal olmayan ön kodlama, doğrusal alıcılardan daha iyi performans sağlayabilir. Yazar, radyoyu doğrusal kaynak ön kodlayıcı, doğrusal röle ön kodlayıcı ve doğrusal olmayan bir alıcı ile tasarlamayı tercih etti. QR ardışık girişim iptal (SIC) ve MMSE-SIC, doğrusal olmayan alıcılar olarak kullanılır. Başarılı girişim iptali, aynı anda bir alıcıya iki veya daha fazla sinyal alabilen fiziksel katman tekniğidir (Souvik , 2010). Minimum ortalama kare hatası (MMSE), tahmin edicinin kalitesinde ortak bir kriter olan bağımlı değişkenin gömülü değerlerinin ortalama kare kök hatasını tahmin etme yöntemidir.

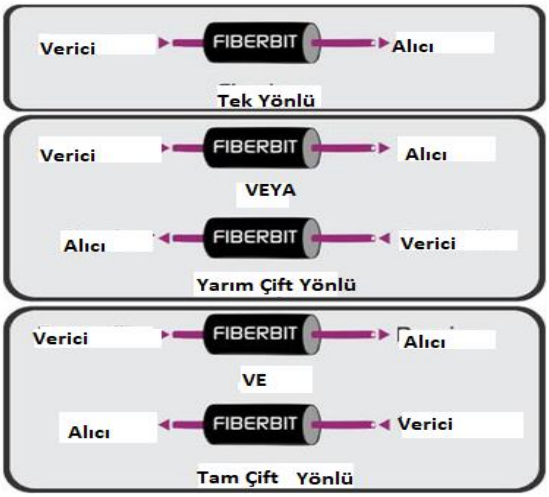
(yılında, C. Alexandre ve ark,2012). "Lineer Olmayan Güç Amplifikatörlü İşbirlikli Yükselt ve Aktar OFDM Sistemlerinin Performans Performansı" adlı, lineer olmayan güç yükseltilmesinden kaynaklanan lineer olmayan çarpıklıklardan bahseden, bir yükseltme-ileri (AF) kooperatif algoritmasına dayanan bir çeşitlilik OFDM

sisteminin kesintiye uğrama olasılığının teorik analizini tarif eden, bir makale yayınladı. Önemli sorun, iletilen yayınlar arası sinyalleşmenin (ICI) OFDM sisteminde neden olabileceği, güç amplifikatörleri (PA) gibi doğrusal olmayan cihazların varlığından kaynaklanabileceği sinyallerinin yüksek PAPR olmasıdır. Bunlar, doğrusal olmayan bir güç amplifikatörü tarafından ortaya konan bir AF işbirlikli doğrusal olmayan bozulmasına dayanarak, çeşitlilikteki OFDM sisteminin kesintiye uğraması olasılığı üzerinde çalışırlar. Bu analizde Rayleigh sönümlemesi ve indirme bağlantısı iletimi, doğrusal bir PA'ya sahip baz istasyonu ve doğrusal olmayan bir PA'ya sahip röle ile tercih edilir. PA parametrelerinin değişimi, farklı SNR seviyelerine göre kesinti olasılığını etkiler. İşbirlikli olmayan sistemlerde, daha yüksek PAPR, baz istasyonundan ve daha ucuz ekipmandan daha güçlü güç kısıtlamaları nedeniyle bağlantı dağıtımında daha önemlidir. Yüksek PAPR, işbirlikli sistemlerde de önemli bir konudur, çünkü rasyonun lineer olmayan PA'sında önemli bozukluklar meydana gelebilir.

2.4.2. Veri İletim Türleri

Her türlü veri iletimi, sinyal yönü ile tanımlanabilir. 3 tür veri aktarımı vardır: Tek Yönlü, Yarım Çift Yönlü ve Tam Çift Yönlü.

.



Şekil 2.2. İletim Modları (Defining,2013)

2.4.2.1. Tek Yönlü

Veri iletim türlerinden biri olan tek yönlü iletişim, iki veya daha fazla makine arasındaki optik iletişimin yalnızca bir verici içerdiği iletimdir. İletim, bu tür optik iletişimde bir yoldur. Tek yönlü iletişim türünün bir örneği, TV yayın modelidir. TV yayınlayan bir verici yalnızca bir AM dalgası yayar. Yalnızca AM dalgalarını alan ve hiç sinyal göndermeyen bir anten. Bunun dışında radyo yayıncılığı, bebek telsizleri ve tek yönlü aktarım örneği verilebilir.

2.4.2.2. Yarım Çift Yönlü

Yarım- Çift Yönlü sinyalleri iki yönde geçirilebilir, bu, aynı yönde geçebilecekleri anlamına gelir. Bir telefon kanalı, iletimin sadece bir yönde olmasına izin veren bir yankı engelleyici içerir. Bu kanalın yarı çift yönlü olmasına izin verir. Yankı iptal edicileri teorik olarak tam çift katlı cihazların bulunduğu aşamalarda yankı iptalcileri ile değiştirilir. Bir modem iki telli bir hatta bağlandığında, çıkış empedansı hattın giriş empedansına tam olarak eşit değildir, bu nedenle iletilen sinyalin bir kısmı daima geri yansıtılır (genellikle zayıf). Bu nedenle, yarı iletken alıcıları, yerel gönderen aktif olduğunda iptal edilir. Yarım çift yönlü modemler, tam çift yönlü modda da çalışabilir.

2.4.2.3. Tam Çift Yönlü

Tam çift yönlü, sinyallerin aynı anda her iki yönde de iletilebileceği anlamına gelir. Tam çift yönlü işlem, alınan sinyali yansıtılan sinyalden ayırma becerisi gerektirir. Bu, iletim ve alım sinyallerinin farklı frekans bantlarında bulunduğu ve filtreleme veya yankı iptali (EC) ile ayrıldığı frekans bölmeli çoğullama (FDM) ile yapılır. Tam Çift Yönlü terimi, modalitenin tam hızda çift yönlü olduğu anlamına gelir. Düşük hızlı ters kanal iletme sağlayan modemlere hızlı, bölünmüş veya asimetrik modem denir. Tam çift yönlü modemler yarım çift yönlü kanallarda çalışmaz (Defining, 2013).

Rui Wang ve diğ. "MIMO Yükselt ve Aktar İki Yönlü Röle Sistemleri için Doğrusal Olmayan Ön Kod Tasarımı" ni araştırdı. Bu makalede, önerilen doğrusal olmayan kaynak ön kodlama tasarımı ve doğrusal röle ön kodlama tasarımı sonuçlarını

karşılaştırdılar. Kablosuz iletişim sistemlerinde, uzun vadeli hedefin verimliliğini artırmak için iki yönlü bir geçiş önem kazanmaktadır. İki yönlü röle fikri, sinyalleri iki kaynaktan gelen sinyalleri daha sonra iletmek için karıştırma düğümünde ağ şifreleme ilkesini uygulamak ve daha sonra istenen bilgiyi elde etmek için her bir hedef noktada kendi kendine girişim iptali uygulamaktır. Tek yönlü çaprazlama ile karşılaştırıldığında, kanallar arasındaki kanal kaynaklarının yarısı, kaynaklar arasında bilgi alış verişini tamamlamak için kaydedilebilir. Ayrıca çift yönlü MIMO teknolojisi kullanarak aktarımın güvenilirliğini de tanır. Doğrusal olmayan ön kodlama tasarımı, MIMO noktadan noktaya sistemler ve MIMO tek yönlü röle sistemlerinde iyi çalışılmış olsa da, MIMO çift yönlü röle sistemlerinde dikkate alınmaz. . Doğrusal olmayan ön kodlamanın doğrusal ön kodlamaya göre daha iyi performans gösterdiğinden, MIMO çift yönlü geçiş sistemlerine doğrusal ön kodlamanın dâhil edilmesinin ağ performansını daha da arttırması beklenir (RuiWang, 2012)

2.4.3. Noktadan Noktaya Protokolü

PPP (Noktadan Noktaya Protokolü), bir Veri Bağlantı Katmanı (DLL) protokolüdür ve veri alışverişi için, telefon hattı gibi bir seri hat üzerinden bağlanarak iki noktadan tam iletime izin veren iki noktaya izin verir. Bu nedenle, bu protokolün kullanıldığı noktadan noktaya bağlantılar, çift yönlü iletimi destekleyen kalitede olmalıdır. PPP protokolü, "Seri Hat Üzerinden İnternet Protokolü" olarak adlandırılan SLIP (Seri Hat IP) protokolünün sıkıştırma ve düzenleme özelliklerinin geliştirilmesi yoluyla ortaya çıkan bir standart protokol setidir. Her iki protokol de TCP / IP (İnternet Protokolleri Ailesi) için geliştirilmiş Geniş Alan Ağı (WAN) protokolleridir ve modem veya benzeri bir cihaz kullanarak seri bağlantı kurulmasına izin verir. Bununla birlikte, PPP resmi bir İnternet protokolü olsa da, SLIP standart bir protokol değildir. Hata düzeltmeleri, veri sıkıştırma, kimlik doğrulama ve şimdi vazgeçilmez olan adresleme özellikleri, PPP protokolünün faydalı özellikleri arasındadır. PPP'nin gelişmesiyle birlikte, iki bilgisayarın iletişim kurması için ISS (İnternet Servis Sağlayıcısı) tarafından atanan IP'yi tanıtmak için ek işlem yapılmasına gerek yoktur. Sistem bunu otomatik olarak yapar. PPP, SLIP'in aksine, senkronize olmayan hatların yanı sıra senkronize olmayan hatlarda da çalışabilir (Rouse, 2017)

Lin Pan ve diğ. (Fernandes, 2012) "İşbirlikçi İletişim Ağları İçin Doğrusal Olmayan Bir Yükselt ve Aktar Protokolü" araştırmıştır. İşbirliği farklılıkları mekansal çeşitliliğin modern bir yenilenmesidir. Benzersiz kullanıcılar arasında varlık paylaşımı ile oluşturulan sanal bir anten dizisi ile çeşitlilik kazancı sağlar. İşbirlikçi optik iletişim sistemlerinde yükseltmek ve aktarmak (AF) ve kod çözme ve aktarmak (DF) gibi bazı temel teknikler temelinde, doğrusal olmayan yükseltme ve aktarma (NAF) olarak adlandırılan modern bir yöntem önerir. Bu modern prosedürde, optimal sinyal tahmininin kapalı form düzenlemesine, transfer minimum ortalama kare hatası (MMSE) modeliyle izin verilir. Ayrıca NAF'nin AF'den daha yüksek bir SNR elde etme hedefine ulaşmada yardımcı olabileceği ve tüm durumun yanlış sinyalleri iletmek için kullanıldığı DF'nin durumunu öngördüğü gösterilmiştir. Teorik değerlendirme ve simülasyon sonuçları, NAF'nin AF ve DF'den daha iyi performans gösterdiğini ve tüm mekansal çeşitliliği sağladığını göstermektedir. Diğer bir deyişle, modern strateji, röle girişi küçükken AF çıkışından daha büyük olmalı, giriş ise büyük olduğunda AF çıkışı daha küçük olmalıdır. Aksi takdirde, DF'DE olduğu gibi yanlış sinyaller iletmek için kullanılıyorsa tüm kontrolden kaçınılmalıdır. Aksi takdirde, DF'deki gibi yanlış sinyalleri iletmek için kullanılıyorsa, tüm kontrolden kaçınılmalıdır. Bunu akılda tutarak, doğrusal olmayan amplifikasyon ve iletim (NAF) adı verilen yeni bir optimal sinyal işleme yöntemi öneriyorlar. Bu prosedür AF ve DF'den aşağıdaki gibi bilinir.

- Röle içinde gönderilen sinyal, NAF'deki DF'ye kıyasla hassas veriler (veya rölenin demodülasyonundaki hassasiyet seviyesi) içerir. Aksi takdirde, DF'de meydana gelen yanlış sinyalleri, hatanın sinyali yanlış bir şekilde demode etmesi için tüm gücü kullanmaya gerek yoktur.
- Alma sinyali rölende doğrusal olmayan şekilde yükseltilir ve hedef AF ile karşılaştırıldığında daha iyi güç verimliliği sağlar.
- Varsayım incelemesi NAF'nin çeşitlilik kazanacağı gibi görünecek. Monte Carlo simülasyonları dışında, CAF kesim olasılığının AF ve DF'den daha yaygın olduğu gösterilmiştir (Fernandes, 2012).

(Silas & diğ, 2014)"Güç Amplifikatörü Doğrusal Olmama ile AF OFDM Röle Sistemlerinin Kesinti Analizi" adında bir makale yazmıştır. Çoklu girişli çoklu çıkışlı (MIMO) sistemlerde olduğu gibi, kapsam kazanma potansiyeli, tek bir terminalde

birden fazla antene ihtiyaç duymadan spektral verimlilik ve kapasite ile birlikte, optik iletişim, mobil iletişimde umut verici bir rol üstlenmiştir. Literatürde, Yükselt-Aktar (AF), Çöz-Aktar (DF) ve Bastır-Aktar (CF) işbirliği röle protokolleri önerilmiştir. Bunlar arasında, AF protokolü, rölelerin sinyal işleme kaynaklarının sınırlı olduğu durumlarda kapsamlı bir şekilde dikkate alınmıştır. Dikey Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM) üretimi, yüksek spektral performans ve semboller arası girişim (ISI) ve taşıyıcılar arası girişim (ICI) OFDM sayesinde sağlam modern Wi-Fi iletişimi kolay dengeleme özelliğine sahiptir. Ayrıca, uygulama daha az karmaşıktır. OFDM, birçok kablosuz konuşma gereksinimi ortaya çıkardı, IEEE 802.16 ve 3GPP LTE fikri. OFDM çerçevelerinin ana yönlerinden biri, iletilen sinyaller için yüksek tepe / ortalama güç oranıdır (PAPR). Bu özellik OFDM sistemlerini doğrusal olmayan güç amplifikatörlerine (PA) çok hassas kılar, çünkü yüksek genliğe sahip iletim sinyalinin bileşenleri PA'nın doğrusal olmayan bölgesinde gerçekleştirilebilir. Bu, sinyal tespitindeki hataların temeli olan ICI'nin ortaya çıkmasını gerektirebilir. Bu sorun normalde bağlantıda daha büyüktür, çünkü mobil üniteler normalde baz istasyonlarından daha güçlü güç kısıtlamaları vardır. Her durumda, kooperatif sistemlerde, yüksek PAPR, bağlantı noktaları mobil kullanıcılar veya küçük istasyonlar olabileceğinden aşağı bağlantıda kritik bir konudur. Bu makalede, bir AF işbirliğine dayanan bir OFDM iletişim sisteminin performans incelemesi, röledeki lineer olmayan bir PA tarafından sunulan doğrusal olmayan kesilmeleri geliştirilmiştir. Sistemin genel performansı, toplam kesinti olasılığına göre değerlendirilir. Özellikle, kesinti olasılığının daha düşük bir alt limiti için yakın bir form ifade edilir ve teorik etkiler bilgisayar simülasyonları ile doğrulanır. Wi-Fi kanallarının frekans seçici Rayleigh sönümlemesi olduğu ve hedef düğümün, maksimum oran birleştirme (MRC) tekniğini kullanarak kaynak-hedef bağlantısından gecikme olmaksızın sinyali röle yolundan birleştirdiği varsayılmaktadır (Fernandes, 2014)

2.4.4. Maksimum Oran Birleştirme (MRC)

Yayın optiği iletişimi sırasında, maksimum oran kombinasyonu (MRC) aşağıdakileri birleştiren bir çeşitlilik stratejisidir:

Her kanaldan gelen sinyaller bir araya getirilir, her kanalın kazancı kök ortalama kare (rms) sinyal seviyesine karşılık gelir ve bunun tersine o kanaldaki ortalama kare gürültü seviyesine karşılık gelir. Her kanal için farklı orantılılık sabitleri kullanılır. Bu aynı zamanda ön tespit birleştirmesi ve oran kare birleştirmesi olarak da bilinir. Maksimum oran kombinasyonu, özerk AWGN kanalları için ideal bir kombinasyondur. MRC orijinal şekline tekrar bir sinyal verebilir (wikipedia, 2018)

i^{th}alış anteni üzerindeki alınan sembolü tanımlamak için;

$$y_i = h_i x + n_i \tag{2.1}$$

$y_{i=i}^{th}$ alış anteni üzerindeki alınan sembolü

$h_{i=i}^{th}$ alış anteni üzerindeki kanal

x: İletilen sembol

$n_{i=i}^{th}$ alış anteni üzerindeki gürültü

Denklemi matris formunda ifade etmek için alınan sinyal,

$$y = hx + n \tag{2.2}$$

$y = [y_1 y_2 ... y_N]^T$: tüm alıcı antenlerden alınan simgesi,

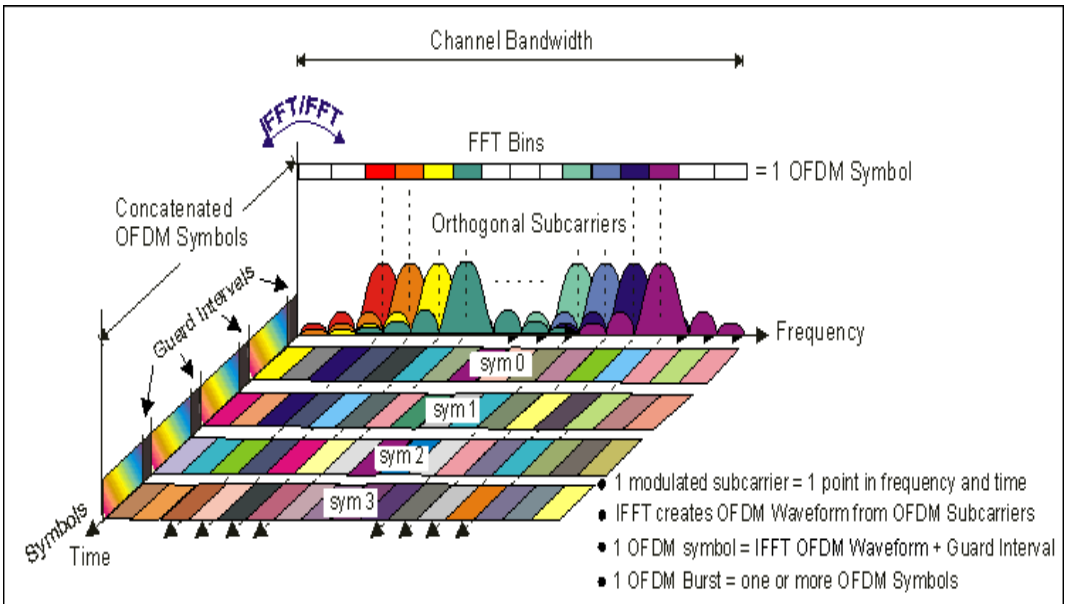
$h = [h_1 h_2 ... h_N]^T$: Tüm alıcı antenlerde kanal

$x =$ İletilen sembol

$n = [n_1 n_2 ... n_N]^T$: Tüm alıcı antenlerde gürültü.

Yüksek veri hızlarında mobil iletişim servislerine olan talebin artması nedeniyle, bandı etkili bir şekilde kullanan çok taşıyıcılı iletişim dikkat çekmektedir. Çok taşıyıcılı (MT) iletişim frekansı seçici sönümleme, dar bant paraziti ve semboller arası parazit. Ayrılmış bir bantta daha hızlı bilgi iletmek için kullanılan çok taşıyıcı iletişim dikgen frekans bölmeli çoğullama (OFDM) iletim bandının özel bir örneği. Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM) sisteminde, yüksek bit hızlı bir dizi veri paralel düşük bit hızlı baytlara bölünür ve sembol süresi uzatılır. Bir sembole paralel olan her şey farklı alt taşıyıcılar üzerinden iletilir. Alt taşıyıcıların sayısındaki artışla, kanalın süresi, kanalın maksimum yankı gecikmesinden daha büyük olacaktır. Frekans spektrumundaki alt taşıyıcıların üst üste binmesi ile verimlilik sağlanır.

Gezinme iletim kanalları zaman ve / veya frekans seçici olduğunda, bit alıcıya ulaşır. Kanalın zaman ve frekans özellikleri biliniyorsa, ısırma etkisinin hatalı tespiti olasılığı azalır. Demodülasyon aşamasından önce alıcıdaki bit hata oranını azaltmak için OFDM sistemindeki bit hatası. Pilot tabanlı kanal kestirim yöntemi (pilot bitleri olarak bilinir) iletilen sinyale ve bilinen değerleri ileten kanal özellikleri belirlenir. OFDM işaretleme kanalından geçtiğinde pilot ve veri bitlerini taşıyan bazı alt taşıyıcılar derin sönümlemeye maruz kalır. Derin sönümlü alanlar iyi bir şekilde tahmin edilemez, bitleri yanlış tanıma olasılığı artar ve bit hata oranı artar. Pilot bitlere karşılık gelen alt taşıyıcılar, kanal kestirim doğruluğunu arttırmak için yeterli sıklıkta olmalıdır. Başka bir deyişle, pilot bitler frekansın etkin bir şekilde iletim bandını kullanacağı ve aynı zamanda yanlış kanal tahmininin neden olduğu bit hata oranı artışının en aza indirileceği şekilde seçilmelidir.



Şekil 2.3. Bir OFDM sinyalinin Frekans Süresi Temsilcisi (Larsson, 2017)

OFDM'nin tercihleri, yüksek spektral verime ve çok yollu sönümlemeye karşı mukavemet içerir. WI-FI kanalları üzerinden aktarım, semboller arası girişime (ISI) ve kanallar arası girişime (ICI) neden olabilir. ISI, çok yollu yayılım nedeniyle zaman saçılmasından kaynaklanır ve ICI, Doppler Etkisi nedeniyle frekans saçılmasından kaynaklanır. Zaman frekansındaki (TF) saçılma kanallarıyla ilişkili sınırlama, darbe şekillendirme filtrelerinin TF lokalizasyonuna güvenilir bir şekilde dayanır. Örneğin, bekleme süresi veya döngüsel öneki olan OFDM sistemleri ISI'yi

önleyebilir, ancak dikdörtgen darbelere dayandığından artık ICI ile savaşmazlar. TF'nin daha çok yerelleştirilmiş nabzı OFDM kanallarını şekillendirme planı daha sonra aktif bir araştırma alanı haline geldi.

(Asil Koç ve ark. 2017) "Çift Yönlü AF Röle Seçim Sistemlerinin Nakagami-m Kanallarında Performansı" başlıklı makaleyi 2017 yılında yayınladılar. Bu çalışmada, röle-selektif işbirlikli iletişim sistemlerinin tam çift yönlü yükselt ve aktar tekniği kullanımı, Nakagami-m kanallarında varlığı altında döngü-girişim kesintisi performansı incelenmiştir. Yeni nesil kablosuz iletişim sistemleri daha yüksek veri hızları, bant genişliği verimliliği ve servis kalitesini sağlayacak teknikler gerektiriyor. Bu amaçla önerilen işbirliğine dayalı iletişim tekniği, kapasite artırımı ve kapsama yanı sıra çevrede kablosuz iletişimin ciddi şekilde sönümlenmesi, gölgelenme ve yol kaybının yukarıdan gelmesini sağlar. İşbirlikçi iletişim kaynağı (verici) ve hedef (alıcı) rölesinde, düğümlere ek olarak iki farklı aktarma yöntemi uygulanır: yükselt ve aktar (AF) ve çöz ve aktar (DF). AF aktarma sinyali, röle düğümünün ilgili hedef düğüme bir değişken veya sabit katsayı ile aldığı sinyaldir. Bununla birlikte, röle düğümünde, çift yönlü (yarım çift yönlü, HD) iletim kullanılırsa, toplam iletim süresi artacak ve bant verimliliği azalacaktır. Her iki kooperatif sistemi de avantajlardan yararlanmak, verimliliğin azalmasını önlemek için literatürde tam çift yönlü (tam çift yönlü, FD) iletim tekniği önerilmiştir Röle düğümü alıcı antende kendi işaretleme döngüsüne (LI) ek olarak bilgi içerir. Tam çift yönlü aktarım performansı, döngü girişiminden çok daha yüksektir. Etkilenmese de, anten teknolojisi ve sinyal işleme alanındaki son gelişmelerin tam çift yönlü aktarım mümkün hale geldiği ortaya çıktı. LI iyileştirmesi için belirtilen üç farklı yöntem: anten ayırma, analog iyileştirme ve sayısal bakım. Bununla birlikte, pratikte LI bileşeni hiç de elimine edilemez. Artık LI bileşeni, FD teslimatının performansını sınırlar. Ek olarak, pratik çalışmalar birçok pasif sönümleme etkisinin ve güçlü doğrudan görüş hattının (LOS), LI kanalının uygun modelleme açısından daha pratik sönümleme ile Rician veya Nakagami-m olduğunu göstermektedir (Koç & Altunbaş, 2017)

David E. Simmons ve diğ. "İki Yönlü OFDM Tabanlı Doğrusal Olmayan Yükselt ve Aktar Röle Sistemleri" üzerine çalışmışlardır. Aktarma ağları, elde edebilecekleri çeşitlilikteki kazanımlar ve bir ağın kapsama alanını arttırma kapasiteleri nedeniyle

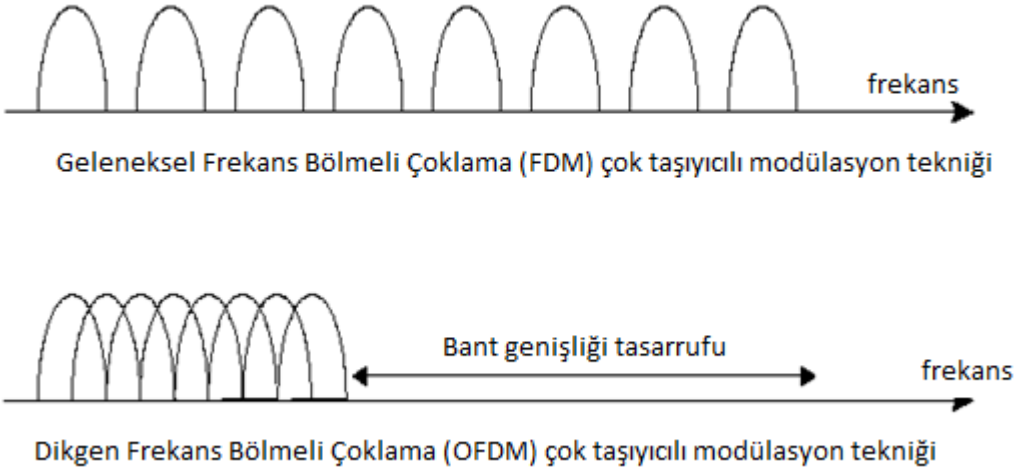
gelecekteki Wi-Fi sistemlerinin önemli bir parçası olabilir. Özellikle karmaşıklık / gecikme yapılarına ihtiyaç duyulurken, yükseltme ve aktarma röle ağları özellikle çekicidir. İki yönlü çerçevelerin varlığında, yarı çift yönlü sistemlerin eksikliklerini, yani ağ şifrelemesi kullanarak paket başına iki zaman dilimi ihtiyacını azaltabiliriz. Bu nedenle, iki yönlü geçiş, tek yönlü geçişe göre gelişmiş topluluk performansı sunabilir ve teorik davranışının yoğun bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir. Ortalamadan tepe güç oranlarına sahip sinyaller, doğrusal olmayan amplifikatör davranışı nedeniyle bozulmaya daha meyillidir. OFDM özellikleriyle birlikte kullanıldığında, kanal solması rölenin elde edilen sinyal içindeki ortalama güç oranının daha da yüksek olmasına neden olabilir. Bu sinyallerin amplifikasyonu ayrıca doğrusal olmayan bozulmaya neden olabilir. Doğrusal olmayan sonuçların olağandışı olmamasına rağmen, Yükselt ve Aktar yapıları için nadiren araştırılmıştır. Rölelerin doğrusal olmayan yakınlığı, iki şeritli kooperatif dikgen frekans bölmeli çoğullama kazanç aktarım çerçevesinin kesilme olasılığı yaklaşık olarak doğrusal olmayan bir iletim kaynağı olduğunda, böyle bir çerçevenin bit hata oranına odaklanmaktadır. Rölenin doğrusal olmayan sabit durum kazanç çerçeveleri için kesinti ve görüntü hata oranı ifadeleri sağlanır. Yazarlara göre, doğrusal olmayan yayınlar için iki yönlü AF yönlendirmelerinin davranışını tanımlamak için hiçbir çaba gösterilmemiştir (Simmons, 2016)

(Akkaya ve diğ, 20011) “Konvolüsyon Kodları II Tür Kod Kombine SR SRQ Protokolü Kullanan Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM) Sistemleri” ni araştırdı. Son yıllarda, hem ses hem de video iletimi, internet uygulamalarında olduğu kadar hızlı geniş bant olmuştur. Uygulamalarda genişlik gereklidir, yüksek veri hızlarında iletim gereklidir. Ayrıca, genişlik sınırlı olduğu için kullanılacak bant, kullanıcının aynı anda iletilmesi gerekir. Gereksinim nedeniyle, aynı hat birden fazla kullanıcı tarafından kullanılan çarpma yöntemlerini kullanabilir. Son yıllarda, hem yüksek hızlı iletim tepkisi hem de iletim hattı onu verimli kullanıyor, girişimlere karşı verimlilik ve çoklu yıkıcı kayıplar Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklama (OFDM) tekniği kullanılıyor. Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklama tekniği, yüksek bit hızlı veri akışı paralel düşük bit hızlı veri akışını ve birkaç taşıyıcı veri aktarım tekniğini modüle etmek için veri akışlarını kullanan bu düşük bit hızını gerektirir. Toplam bant genişliği çoklu yollara bölünme gecikme yayılımı en aza indirilebilir.

Frekans seçici kanallarda bu yüksek veri oranlı iletimde daha az maliyetli maliyet sağlanır. Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullamanın tercih edilmesinin nedenlerinden biri, frekans seçici sönümleme veya dar bant girme direncinin artmasıdır. Ayrıca, dikgen alt taşıyıcılar, mümkün olduğunca verimlidir. Dikey Frekans Bölmeli Çoğullama tekniği, özellikle yüksek hızlı yerel alan ağları (WLAN).Ayrıca. Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklama, dijital ses yayını (DAB) TV yayını (DVB), kablosuz LAN / ATM ve standartlaştırılmış Dijital abone hattı (ADSL) gibi simetrik olmayan çeşitli uygulamaların avantajları nedeniyle, çoğu tek taşıyıcı sistemler için sağladıkları zamanla değişen kanallarda özellikle yüksek hızlı verilerdir (Akkaya & N. Taşpınar, 2011)

2.4.5. OFDM - FDM

Frekans Bölmeli Çoklama (FDM), kanallarda sinyal iletimi için yaygın olarak kullanılan bir frekans seçicidir. Temel olarak, bu teknikte, her bir taşıyıcıya tahsis edilen frekans tarafından bölünen kanal bant genişliği, taşıyıcıların hızlarda çarpılması sağlanır. Sinyali birbirinden ayırmak için alıcı taşıyıcı frekansı birbiriyle örtüşmemelidir. Gereksinim, frekans spektrumunun önlenmesinde tam verimliliktir. Bant genişliğinden daha fazla Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama Tekniği kullanım için önerilmiştir. Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama genel olarak hızlı alt taşıyıcılardır ve bunları paralel kanal modülasyonu ve çoğaltma tekniğiyle iletir. OFDM ile FDM ikisi arasındaki temel fark; Ortogonal Frekans Bölümündeki Taşıyıcı Çoklama sistemi spektrumları birbirleriyle örtüşür ve bu taşıyıcılar dikey olmalarından dolayı spektral verimlilik elde eder. Bu teknikte; Sinyal düşük olduğunda sinyal periyodu büyük olacağından semboller arası parazitlerde iletim (ISI) sorunu azaltılacaktır. Ayrıca, sistemdeki alt taşıyıcıların düşük hızları, olumsuz etkilere karşı daha fazladır. Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama, aynı zamanda kanal efekti semboller arası girişimi (ISI) yok etme yeteneğine sahiptir. Bunun için en uygun yöntem, ardışık ortogonal frekans bölmeli Çoğullama CP kanalının çerçeveler arasında kullanılmasıdır ve gecikme yayılması daha büyük olacaktır. Ayrıca, Dikey Frekans Bölmeli Çoklama ayrık bir Fourier'e sahiptir ve sistemdeki alt taşıyıcılardan birine dik olan bu dijital sinyal işleme tekniği sağlanmaktadır (Akkaya & N. Taşpınar, 2011).



Şekil 2.4. FDM ve OFDM için bant genişliği kullanımının karşılaştırılması (Asil & ark,2017)

Ahmet Oturak ve arkadaşları "OFDM Sinyalleri İçin Alamouti Uzay-Zaman Kodlu ve Yükselt-Aktar Röle Çeşitliliklerinin Performans Karşılaştırması" nı araştırdı. Bu bilgileri sundular: Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklama (OFDM), geniş bant verilerinin ortogonal dar bant alt taşıyıcılarla iletildiği, böylece kanalın frekans seçiciliğinin ortadan kaldırıldığı, böylece sembollerin birbirine karışmasını önleyen, böylece alıcı karmaşıklığını azaltan bir tekniktir. Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT) ve Ters Ayrık Fourier Dönüşümü (IDFT) ile OFDM'nin uygulanması, OFDM'nin sayısal ve ucuz bir şekilde uygulanmasını sağlar. OFDM, 1990'lardan bu yana geliştirilen bazı teknolojilerde (ADSL, DAB gibi) kullanılsa da, özellikle son yıllarda yukarıda belirtilen avantajlar nedeniyle gelecek nesil optik iletişim sistemlerinde de sıkça kullanılmaktadır. Örneğin, LTE ve dördüncü nesil hücresel sistemler, kablosuz LAN, mobil geniş bant kablosuz teknolojisi, OFDM, WiMAX sistemlerinde kullanılır. Günümüzde, optik iletişim sistemlerinin başarısı da çeşitlilik teknikleri kullanılarak arttırılmaktadır. Kanalın bozulma etkisi, varyant tekniği ile verilerin bağımsız kopyaları gönderilerek azaltılabilir. . Frekans, zaman ve mekân çeşitliliği en yaygın olanıdır. Alan çeşitliliği ve verilerin bağımsız kopyaları farklı antenler ile gönderilir Bu durumda, veriler bağımsız yollardan farklı sönümlere maruz kaldıklarından ve her yola bağlı olduklarından alıcıya ulaşır. Bu yöntem, alan çeşitliliğinin altındaki verici çeşitliliği olarak bilinir. Ayrıca alıcı anten çeşitliliği, birden fazla anten kullanılarak alıcıya uygulanabilir. Hem verici hem de alıcı anteni

çeşitliliğine sahip sistemler çoklu giriş çoklu çıkış (MIMO) sistemleri olarak bilinir. Uzay çeşitliliğinin zaman çeşitliliği ile birlikte (kodlama) kullanımı uzay-zaman kodlama tekniği olarak adlandırılır. Blok kodları veya örgü kodları zaman kodları olarak kullanılır. Uzay-zaman kodları hem çeşitlilik kazancı hem de kod kazancı açısından kullanılabilecek bir tekniktir. Bu tekniğin basit bir yapısı Alamouti kodlamasıdır. Alamouti kodlaması, iki verici ve bir veya daha fazla alıcı anten yapısının Blok kodlaması ile birlikte kullanıldığı bir tekniktir.

(Kumar& diğ, 2016) "Doğrusal Olmayan Güç Amplifikatörü ile Nakagami-m sönümleme kanalları üzerinden Alıcıyı Birleştiren Seçimde OFDM tabanlı AF İşbirlikli Sistemlerinin Kesinti Analizi" üzerine çalıştı. Günümüz dünyasında, kablosuz iletişimden yüksek bit hızı ve kapsama alanı sunma arzusu, kontrast ortamlarda / bölgelerde, koruma ve doğal güvenlik için birincil öneme sahiptir. En popüler kooperatif röle protokolleri kod çözme ve yükselt me-aktarmadır. AF projesinin kullanımı, düşük karmaşıklığından dolayı çok uzaktır ve diğer transfer programlarından daha iyi baştan sona performans sunar. AF, rölenin sinyal işleme varlıkları sınırlı olduğunda protokolün aktarılmasını tercih eder. Sinyal gücünü artırmak için sinyalin çoklu kopyalarını karıştırmak için alıcıda kullanılan farklı çeşitlilik yöntemleri vardır. Temel olarak, maksimum oran birleştirmesi (MRC), aynı edinim kombinasyonu ve seçim birleştirmesi (SC) kullanılır ve geri kalan, tam çeşitlilik kazancını koruyan en az karmaşık tekniktir. Yüksek tepe-ortalama güç oranı (PAPR), OFDM sistemlerinin çıkışındaki sinyallerle ilişkili ana dezavantajlardan biri olarak karakterize edilir. Yüksek bir giriş geri kapatma (IBO) kullanılmazsa, PA'ların doymuş çalışmasından kaynaklanan edinilmiş sinyallere doğrusal olmayanları sokmanın temel amacı, yüksek bir PAPR derecesidir. Bu doğrusal olmayan bozulmaların alıcı performansı üzerinde ciddi bir etkisi vardır. OFDM tabanlı tamamen AF işbirliğine dayanan geçiş çerçevesine hala ilgi artmaktadır; burada çalışma maksimum değeri röle düğümlerindeki lineer PA'nın performans analizinde uzmanlaşmıştır. Bu yazıda, SC alıcısının çıkışında acil SNR yaklaşan kesinti olasılığını azaltmak için kapalı bir form ifadesi elde etmek için frekans seçici Nakagami-m sönümleme kanalları akılda iyi bilinen bir dağıtım sürümünü tutmak (Kumar& diğ, 2016).

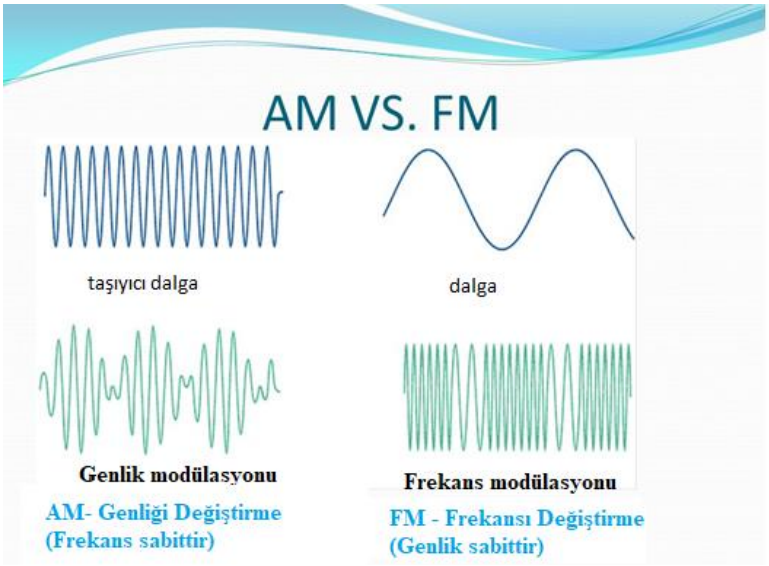
(Nagendra Kumar & diğ, 2017) "Nakagami m fading Üzerinden OFDM Tabanlı Doğrusal Olmayan AF Röle Ağında SC Alıcısı ile Dikdörtgen QAM'ın ASER Analizi" ni araştırdı. Gelişmiş veri hızını ilerlemiş spektral verimlilik ve bağlantı güvenilirliği ile gerçekleştirmek, gelecekteki Wİ-Fİ iletişim çerçeveleri için önemli kaygılardır. Bu endişeleri gidermek için, işbirliğine dayalı geçiş stratejileri önerilmiş ve uzun süredir yoğun bir şekilde araştırılmıştır. Kooperatif topluluğu, çeşitlilik kazancıyla kanal kapasitesini geliştirme ve mevcut Wi-Fi iletişim yapılarının sigortasını genişletme işlevine sahiptir. Yükselt ve Aktar (AF) röle ağları, daha az hesaplama karmaşıklığına sahip düşük gecikme süreleri nedeniyle tercih edilir. Ek olarak, kanal durumu bilgisi (CSI) destekli Yükselt ve aktar röle, ayrıca değişken kazançlı Yükselt ve aktar röle olarak da adlandırılır, sabit kazançlı AF rölesinden daha gelişmiş performansı nedeniyle özellikle çekicidir. Dikdörtgen dörtlü yeterlilik modülasyonu (RQAM) gibi iletim kapasitesi etkin modülasyon arsası, yüksek hızlı bilgi iletimi için yaygın olarak kullanılır. Ayrıca kare QAM (SQAM), ikili faz kaydırma anahtarlaması (BPSK), dikgen ikili frekans kaydırma anahtarlama (OBFSK), dörtlü faz kaydırma anahtarlama (QPSK) ve olağanüstü durumlar olarak planlanan çok seviyeli genlik kayması anahtarlama (ASK) modülasyonu içeren genel modülasyon arsası olarak tanımlanır. . Ayrıca, Nakagami-m, tek taraflı Gauss dağılımı (m = 1/2), Rayleigh dağılımı (m = 1) ve çok tahmin edilmiş Rician ve Hoyt dağılımları dâhil olmak üzere sönümleme durumlarının bir çeşitliliğini göstermek için kullanılan ünlü esnek ölçülebilir dağılımdır (Kumar& diğ, 2017).

2.4.6. Modülasyon türleri

Modülasyon, ses, video, görüntü veya içerik verilerinin bir medya aktarımı veya elektronik ortam üzerinden iletilecek olan bir elektriksel veya optik taşıyıcı sinyale dâhil edildiği bir prosedürdür. Modülasyon, elektriksel bir sinyal üzerindeki verilerin, karışık bilgiyi çıkarmak için sinyali düzenleyen bir alıcı cihaza aktarılmasını sağlar. Denge, temel olarak, verilerin elektrik sinyalleri yoluyla iletilmesini gerektiren medya iletim ilerlemelerinde kullanılır. Elektrik ve optik sinyallerin veri taşıyıcı olarak kullanılmasını sağladığı için veri iletişiminin omurgası olarak kabul edilir. Modülasyon, periyodik dalga formunu veya taşıyıcıyı

değiştirerek gerçekleştirilir. Bu, frekans, genlik ve fazın taşınmasını içerir. Denge üç farklı tiptedir:

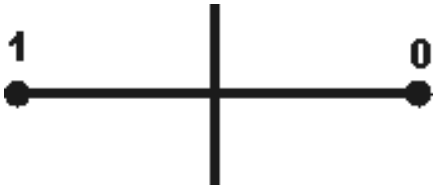
- Sinyal taşıyıcısının yüksekliğinin, sinyale dâhil edilen bilgileri temsil etmek üzere kaydırıldığı Genlik modülasyonu (AM).
- Taşıyıcı dalga formunun frekansının bilgilerin frekansını yansıtacak şekilde değiştirildiği Frekans modülasyonu (FM).
- Bilgi akışındaki değişiklikleri yansıtmak için taşıyıcı dalga biçiminin frekansının kaydırıldığı faz modülasyonu (PM).



Şekil 2.5. AM ve FM karşılaştırması (Poole, 2018)

2.4.6.1. İkili Faz Değişimi Anahtarlama (BPSK)

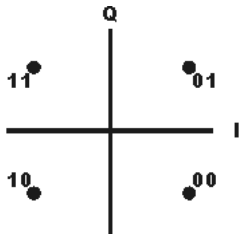
Faz kayması anahtarlama, taşıyıcı sinyalinin fazını modüle ederek verileri aktaran yaygın olarak kullanılan bir modülasyon türüdür. Faz kayması anahtarlama çeşitli türleri vardır. Bununla birlikte, en kolay olanı ikili Faz kayması anahtarıdır. Ayrıca Faz ters anahtarlama olarak bilinir. BPSK, ters sinyal fazları olan 0 ° ila 180° kullanır. Dijital sinyal, zaman içinde bireysel bitlerle (ikili bit) ayrılır. Her bit durumu önceki bit durumuna göre belirlenir. Dalganın fazı değişmezse, sinyal durumu aynı kalır (0 veya 1). Dalga kılavuzu fazı 180 derece değişirse, faz tersine çevrilirse, sinyal durumu 0'dan 1'e veya 1'den 0'a değişir. İki olası dalga fazı ile, BPSK bazen iki fazlı modülasyon olarak adlandırılır.



Şekil 2.6. BPSK için takımyıldızı diyagramı (Poole, 2018)

2.4.6.2. Quadrature Faz-Shift anahtarlama (QPSK)

QPSK, IS-95 hücresel sistemindeki baz istasyonundan mobil istasyona ileri bağlantı için kullanılır ve sembolleri temsil etmek için mutlak faz konumunu kullanır. Karar vermenin dört aşaması vardır ve bir durumdan diğerine geçerken asgari boyutu belirten dairenin kökeninden geçmek mümkündür. O-QPSK, ters bağlantıdaki mobil geçiş istasyonuna orijinal geçişleri önlemek için kullanılır. Takımyıldız diyagramında belirli bir vektörü oluşturan bileşenleri X ve Y bileşenleri olarak düşünün. Normal olarak, bu bileşenlerin her ikisi de aynı anda geçiş yapar ve vektörün orijin boyunca hareket etmesine neden olur. O-QPSK'da bir bileşen ertelenir, bu yüzden vektör ilk önce aşağı iner ve böylece kaynakçıdan dolaşmaktan kaçınır ve radyonun tasarımını kolaylaştırır (Poole, 2018).

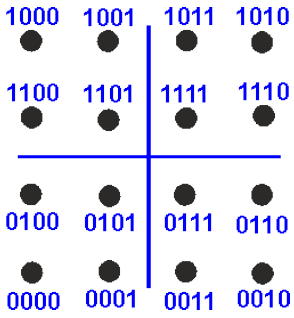


Şekil 2.7. QPSK için Takımyıldız Diyagramı (Poole, 2018)

2.4.6.3. Quadrature Genlik Modülasyonu (QAM)

QAM, veri sinyallerini radyo iletişimi için kullanılan taşıyıcıya modüle etmek için yaygın olarak kullanılan bir modülasyon şemasıdır. Her ne kadar birçok formdaki veri modülasyonu yan yana çalışsa da, yaygın olarak kullanılır, çünkü PSK gibi diğer veri modülasyonlarına göre avantajlar sunar. Quadrature Genlik Modülasyonu, fazda 90 derece kaymış iki taşıyıcının modülasyonudur ve elde edilen çıkış, hem genlik hem de faz değişikliklerinden oluşan bir sinyaldir. Hem genlik hem de faz varyasyonlarının varlığı göz önüne alındığında, faz ve genlik modülasyonu karışımı

olarak düşünülebilir. Normalde bir QAM takımyıldızı söz konusudur ve bu nedenle QAM, 16QAM, 64QAM ve 256QAM'IN en yaygın şeklidir.En düşük dereceli QAM normalde 16QAM ile karşılaşılır. Bunun normalde karşılaşılan en düşük sıra olmasının nedeni, 2QAM'in ikili faz kaydırma tuşlu BPSK ile aynı olması ve 4QAM ile QPSK dörtlü faz kaydırma tuşlaması ile aynı olmasıdır (Poole, 2018)



Şekil 2.8. 16QAM sinyali için bit dizisi eşlemesi (Poole, 2018)

3. YÖNTEM

3.1. Giriş

Yüksek PAPR, ana dezavantajı olan OFDM gibi çok taşıyıcılı yayınların bir belirlenmesidir. Bu bölümde, teklif yöntemini ayrıntılarıyla açıklayıp ve anlatacağız.

3.2. Geleneksel Seçilmiş Haritalama (CSM) tekniği

CSM tekniğinin konsepti, N uzunluğun daki X veri bloğunun V bölünmüş alt-blokların sayısına bölünmesidir. IFFT, bu alt blokların her biri için tek başına hesaplanır ve daha sonra bir faz faktörü b_V ile ağırlıklı olarak hesaplanır. Minimum PAPR ile zaman alanı OFDM sinyali elde etmek için tüm alt bloklar, faz faktörleri ile tek başına çarpma ile en iyi şekilde birleştirilir. Önerilen yöntemin bir blok diyagramı şekil 3.1'de gösterilmektedir. PAPR azaltma alt blok V sayısı ve alt blok bölümleme tüm faz faktörleri b_V sayısına dayanır. Alt taşıyıcıların çoklu alt bloklara bölünmesi yöntemidir. Önerilen yöntem, tüm veri bloğu ve karmaşıklık için IFFT yöntemlerini talep eder ve alt blok sayısı V ile katlanarak artar.

Basit formla, x = [x(0) x(1)...x(n − 1)] frekans etki alanındaki OFDM sinyalini temsil ettiğini varsayalım; bu, frekans etki alanı sinyali için N alt taşıyıcının sayısıdır. Zaman etki alanı için OFDM sinyali tarafından temsil edilir;

$$x(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{\frac{j2\pi kn}{N}} \tag{3.1}$$

X(n) ile gösterilen OFDM sinyalinin tanımı (3.2) ' de gösterilmektedir.

$$PAPR = 10 \log \frac{\max_{0 \le n \le N-1} |x(n)|^2}{\sigma^2} \tag{3.2}$$

Burada x(n) ortalama gücü σ2 ile gösterilir. Eşik oranı PAPR0 varsayılır, PAPR'ın tamamlayıcı kümülatif dağılım fonksiyonu (CCDF), (3.3)'deki denklem ile gösterilir.

$$CCDF[PAPR(x)] = \Pr(PAPR > PAPR_0) \tag{3.3}$$

Geleneksel seçilen haritalamada, orijinal OFDM sinyali X, şekil 3.1'de gösterildiği gibi ekstra frekans alan dizileri elde etmek için P (P = [P1 P2 ... PM]) olarak farklı faz dönüş vektörleri ile çoğalır. Frekans etki alanı sinyalinin X^m tutarlı zaman alan sinyali x^m, denklemde (3.4) gösterilen IFFT işlemi ile bulunabilir.

$$x^m = IFFT[X^m] = IFFT[X \otimes P^m] \tag{3.4}$$

Bu işlemden sonra x* sinyali seçilir ve iletilir. Ayrıca M alternatif adaylar arasında minimum PAPR ile bu sinyal seçilir.

Bu tezde x'in hayali ve gerçek kısmı kullanılır. X_I tarafından gösterdiğimiz x'in hayali kısmı ve gerçek kısmı x_R tarafından gösterilir. Ayrıca burada, fourier dönüşümünü x'in düz ve tuhaf kısımlarını elde etmek için kullandık. bu senaryoyu $x_{R,E}$ $x_{I,E}$ ve $x_{R,O}$ $x_{I,O}$ alt ekleri olarak gösteririz.

Tüm adaylar yeni adayların yeniden inşası için kullanılır. Önerilen yöntem, zaman alanındaki sinyal işleme ile basit bir PAPR azaltma prosedürüne sahiptir. İlk önce, önerilen kaldırılmış seçilen haritalama şemasında kullanılacak olan FFT'nin bazı özellikleri burada tanıtılacaktır. Bu tekniklerle evrişimsel operasyonların karmaşıklığını azaltabiliriz. Zaman alanındaki sinyal geri dönüşü için denklemi kullanabiliriz (3.5):

$$F_1[x(n)] = x(N-n)_{\bmod N} = \begin{cases} x(n), & n = 0 \\ x(N-n), & 1 \le n \le N-1 \end{cases} \tag{3.5}$$

OFDM sinyalinin, denklem (3.5) ve eşlenik anti-simetrik özellikleri ile oluşturulması

$$FFT[x^*((N-n)_{\bmod N})] = X^*(n)) \tag{3.6}$$

Bu denklemde x_R ve x_I olarak ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} x_R &= IFFT[X_R] = IFFT[(X + X^*)/2] = (x + F_1[x^*])/2 \\ x_I &= IFFT[X_I] = IFFT[(X - X^*)/2] = (x - F_1[x^*])/2 \end{aligned} \tag{3.7}$$

X_R = (X(u,:)+conj(X(u,:)))./2;% x'in gerçek parçası

X_I = (X(u,:)-conj(X(u,:)))./2; %x'in hayali kısmı

Zaman alanında dairesel kayma için aşağıdaki denklem yazılır:

$$F_2[x(n),k] = x((n-k)_{\text{mod}\,N}) \Leftrightarrow F_2[X(n),k] = X(n).e^{-j2\pi kn/N} \tag{3.8}$$

Denklemde k =N/2'yi seçerken (3.8) ilgili frekans alan sinyalini alabiliriz ve bu frekans denklemde (3.9) gösterilir.

$$F_2[X(n),\frac{N}{2}] = X(n).e^{-j\pi n} = \begin{cases} X(n), & n\ is\ even \\ -X(n), & n\ is\ odd \end{cases} \tag{3.9}$$

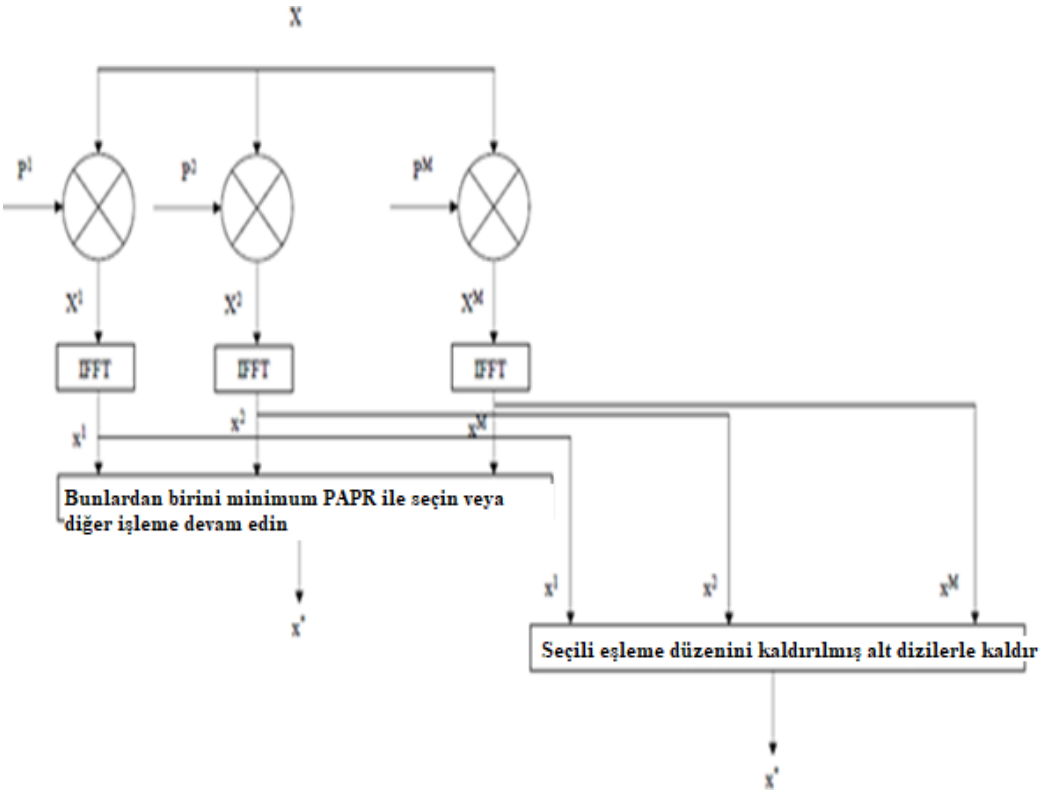
Bu denklemde görüldüğü gibi (3.9), x sinyalinin ve zaman alan dairesel kayması F2[x(n), n/2] = $x(n-n/2)_{\text{mod n}}$ kullanılarak, x'in çift ve tek bölümleri için tutarlı zaman alan sinyali elde edilecektir. Burada, F2 [x], F2 [x, N / 2] için tutum olacaktır. Denklemde (3.10), orijinal x sinyalinin gerçek ve hayali bölümlerinin tek ve çift kısımları gösterilir.

$$\begin{aligned} x_{R,E} &= (x_R + F_2[x_R])/2 \\ x_{R,O} &= (x_R + F_2[x_R])/2 \\ x_{I,E} &= (x_I + F_2[x_I])/2 \\ x_{I,O} &= (x_I + F_2[x_I])/2 \end{aligned} \tag{3.10}$$

Böylece zaman-alan sinyali x = [$x_{R,E}$ $x_{I,E}$ ve $x_{R,O}$ $x_{I,O}$] şeklinde yazılır. Ortalama x_i = IFFT [Xi], geleneksel seçilen haritalama şeması için ith adayı için her yerde X_i tutumları bu tezde, sinyalin karşılık gelen alt dizileri değiş tokuş edilecektir. İki zaman alanı adayı x_1 ve x_2 ile ilgili alt blok, orijinal parça bilgisine sahiptir. Bir örnek varsayalım, ilk bölüm$x^1_{R,E}$ orijinal sinyal $x_{R,E}$ tarafından üretilir, burada $x^1_{R,E}$ = IFFT [$x_{R,E}$]; $x^2_{R,E}$ olarak yazılabilir.

$$x^2_{R,E} = IFFT[X^2_{R,E}] = IFFT[X_{R,E} \otimes P^2] \tag{3.11}$$

İlk alt blok için takas işlemini gerçekleştirerek iki aday bulabiliriz. Bu, orijinal sinyal $x^1 = [x^1_{R,E}, x^1_{R,O}, x^1_{I,E}, x^1_{I,O}]$ ve $x^2 = [x^2_{R,E}, x^2_{R,O}, x^2_{I,E}, x^2_{I,O}]$'dır. Açıkçası, iki adayın farklı PAPR performansları var. Aynı işlemler diğer tüm alt bloklar için gerçekleştirilir ki sinyal için tüm alt dizilerin değiştirilmesini kullanarak, toplam 2^4 = 16 aday bulabiliriz. Bu 2^4 dizi kümesinden, bunlardan biri minimum PAPR olan iletim için seçili Konvansiyonel olarak seçilen haritalama şemasında M adayları varsa, seçilen haritalama şemasındaki tüm altları değiştirerek toplam M^4 adayı elde edilecektir. Seçilen haritalama şemasının spesifik adımları şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Önerilen seçilmiş haritalama şemalarının blok şeması

Seçilen orijinal haritalamanın karmaşıklığını azaltmak için OFDM sinyalinin asıl kısmın ve gerçek kısmını kullanılmıştır. Fourier dönüşümü alarak, asıl ve asıl parçanın tek sıra ve hatta sıra kısmı Fourier dönüşümü ile elde edilecek. Ayrıca daha fazla sinyal oluşturmak için farklı kombine alt diziyi kullanıldı.

M alt taşıyıcıdır ve denklemi izleyerek hesaplanabilir:

$$M = 2^k \tag{3.12}$$

Bu çalışmada k = 6, 8 ve 10 kullandık. Bu, M için şu anlama geliyor:

M = 64, 256 ve 1024.

Bu bölümde, orijinal sinyal daha fazla frekans bileşeni elde etmek için faz vektörü ile çarpılır. Bu senaryo aşağıdaki kodla yapılır:

X_R_E (u, :) = X_R_E. * Phase_Rot (u, :);

X_R_O (u, :) = X_R_O. * Phase_Rot (u, :);

X_I_E(u,:) = X_I_E.*Phase_Rot(u,:);

X_I_O(u,:) = X_I_O.*Phase_Rot(u,:); %

Bu kodda görüldüğü gibi, "Phase_Rot" tekdüze rasgele sayılarla yaratılır.

Faz rotasyonu, daha fazla frekans bileşeni elde etmemize yardımcı olacaktır.

P aşağıdaki denklemde gösterilmiştir.

$$P = [P^1, P^2, \ldots, P^M] \tag{3.13}$$

Bu tezde M = 30 kullandık.

3.3. Hesaplamalı karmaşıklık

Bir LN-noktası IFFT işleminin, sırasıyla LN / 2 log2 LN ve LN log2 LN olan sayısız karmaşık çarpma ve karmaşık ekleme gerektirdiği bilinmektedir. M^4 adaylarıyla geleneksel olarak seçilen haritalama şeması, M^4 IFFT işlemlerini gerektirir.

Bu nedenle, toplam kompleks çarpma ve kompleks ekleme sayıları sırasıyla $M^4LN / 2\log_2 LN$ ve $M^4 LN\log_2 LN$. Aynı sayıda M4 adayı üretmek için, önerilen seçilmiş haritalama şeması, zaman-alan sinyallerini elde etmek için M IFFT işlemlerini gerektirir ve $(3M^4 - M)LN$ sayılarının tümüyle elde edilmesi için karmaşık ekleme gereklidir. Bu nedenle, toplam kompleks çarpma ve kompleks ekleme sayıları sırasıyla $MLN/2\log_2 LN$ ve $MLN \log_2 LN+(3M^4-M) LN$ 'dir.

Önerilen S-SLM şemasının hesaplamalı karmaşıklık azaltma oranı (CCRR), geleneksel seçilen haritalama şeması üzerinden tanımlanır.

$$CCRR = (1 - \frac{Complexity\ of\ the\ selected\ mapping}{Complexity\ of\ the\ convolutional\ mapping}) \times 100\% \tag{3.14}$$

Modülasyondan sonra *N* uzunluğundaki *X* veri bloğu alt bloklara bölünür, ardından her alt blok ayrı ayrı *IFFT*'ye sahiptir. Sonra$b_v = e^{j\emptyset v}$faz faktörü, v = 1,2, ⋯, V, her bölüm alt bloğu ile çarpılır.

X veri bloğunu tanıtalım ve vektörler tarafından tanımlanan *V* çiftine ayrılmış alt bloğa bölünür $(X_v, v = 0,1, \cdots \cdots v-1)$ veri bloğu şöyle yazıyor:

$$X = \sum_{v=0}^{V-1} X_v \tag{3.15}$$

burada, $X_v = [X_v^0, X_v^1, X_v^2, \cdots \cdots \cdots, X_v^{n-1}]^T$. Her bir alt blok aynı boyuttadır. Ardından, dönme faktörü şöyle tanımlanır:

$$b_v = e^{j\emptyset v}\ , \emptyset \in \{0,2\pi\} \tag{3.16}$$

Bundan sonra, CSM, *IFFT'ninV-puanını* alarak zaman alanına giriyor.

$$x = IFFT\{\sum_{v=1}^{V} X_v b_v\} \tag{3.17}$$

$$x = \sum_{v=1}^{V} b_v \ .IFFT\{X_v\} \tag{3.18}$$

$$x = \sum_{v=1}^{V} b_v X_v \tag{3.19}$$

Burada (X_v) CSM'ye havale edilir. Faz vektörü, PAPR'ın minimize edilebileceği şekilde seçilmelidir, ki bu denklem olarak gösterilmiştir:

$$\{\tilde{b}_1 ,\cdots\cdots\cdots\ , \tilde{b}_v\} = \arg min\left(\max_{n=0,1,\cdots,N-1} |\sum_{v=1}^{V} b_v X_v[n]|\right)$$

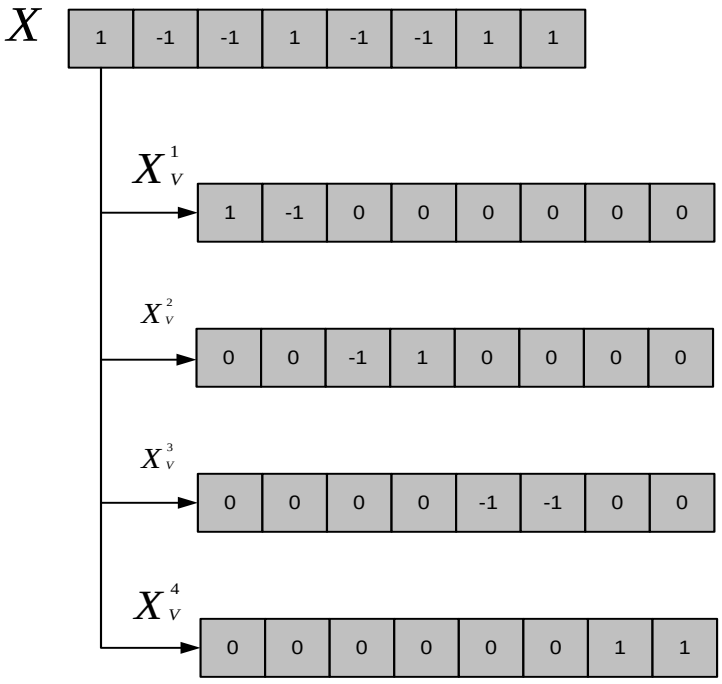
(3.19)

Where, $n\ =\ (0,1,2,\cdots\cdots, N-1)$.

Daha sonra, en düşük PAPR vektörüne sahip karşılık gelen zaman alanı sinyali şu şekilde temsil edilebilir:

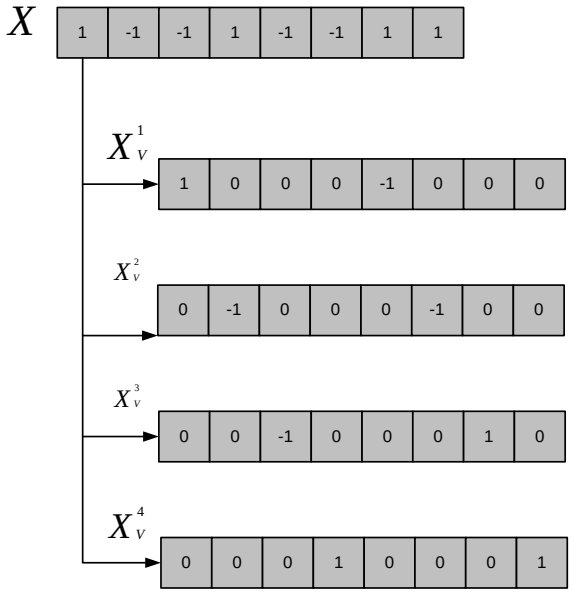
$$\tilde{x} = \sum_{v=1}^{V} \tilde{b}_v \, X_v \tag{3.20}$$

Üç tür bölümlenmiş şema vardır; bitişik bölüm, sözde rasgele bölüm ve bölümlenmiş bölüm.Faz faktörü ile sekiz alt taşıyıcı *(n*=8) ile OFDM kısmi iletim sırası tekniğinin dört alt bloğunun (*V*=4) Bölümlenmesinin gösterildiği örnek, [+1, -1] değerine sahiptir. Bölümleme yönteminin bitişik alt blok bölümleme Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



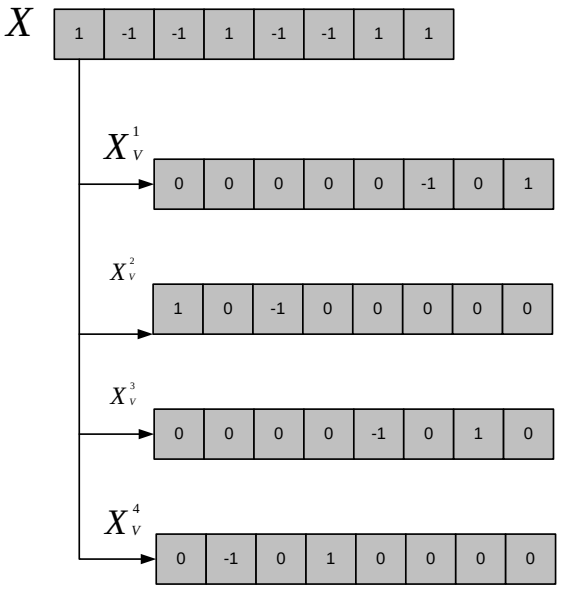
Şekil 3.2. Bitişik alt blok bölümleme tekniği

Bölünme yönteminin serpiştirilmiş alt blok bölümlemesi, Şekil 3.3 'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Aralıklı alt blok bölümleme tekniği

Bölümleme yönteminin sözde rasgele alt-blok bölümlemesi Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Sözde rastgele alt blok bölümleme şeması

4. DENEYSEL SONUÇLAR

4.1. Giriş

Bu bölümde, önceki bölümlerde belirtildiği gibi PAPR şemalarının bazı değerleri simüle edilecek ve hesaplanacak; QPSK de modülasyon şeması olarak kullanılmıştır.

4.1.1. Kullanılan Aletler

MATLAB®, algoritma geliştirme, veri görselleştirme, veri analizi ve sayısal hesaplama için üst düzey bir teknik hesaplama dili ve etkileşimli bir ortamdır. MATLAB kullanarak, teknik bilgi işlem sorunlarını C, C ++ ve FORTRAN gibi geleneksel programlama dillerinden daha hızlı çözülebilir.

Matlab, matrisler ve matris işlemleri için güçlü bir destekle tasarlanmış bir veri analizi ve görselleştirme aracıdır. Bunun yanı sıra, Matlab mükemmel grafik yeteneklerine ve kendi güçlü programlama diline sahiptir. Matlab'ın bu kadar önemli bir araç haline gelmesinin nedenlerinden biri, belirli bir görevi desteklemek için tasarlanan Matlab program kümelerinin kullanılmasıdır. Bu program kümelerine araç kutuları denir ve bizim için ilgilenilen belirli araç kutusu, görüntü işleme araç kutusudur. Matlab'ın tüm yeteneklerinin bir tanımını vermek yerine, kendimizi görüntülerin ele alınmasıyla ilgili hususlarla sınırlanacak. Gerektiği gibi fonksiyon, komut ve teknikleri tanıtacağız. Bir Matlab işlevi, çeşitli parametreleri kabul eden ve bir çeşit çıktı üreten bir anahtar kelimedir: örneğin bir matris, bir dize, bir grafik. Bu işlevlerin örnekleri sin, imread, imclose. Matlab'da birçok işlev var ve görüleceği gibi, bu çalışmadakini yazmak çok kolaydır.

Matlab'ın standart veri türü, tüm matris verilerinin bir tür matris olduğu kabul edilir. Görüntüler elbette elemanları, piksellerinin gri değerleri (veya muhtemelen RGB değerleri) olan matrislerdir. Tek değerler Matlab tarafından matrisler olarak kabul edilirken, bir dize sadece bir karakter matrisidir; dize uzunluğu olarak. Bu bölümde daha genel Matlab komutlarına bakılacak ve görüntüleri daha sonraki bölümlerde tartılışacak.

Matlab'ı başlattığınızda, komutları girdiğiniz Komut Penceresi_ adlı boş bir pencereye sahipsiniz. Çok sayıda Matlab fonksiyonunun ve alabileceği farklı parametrelerin göz önüne alındığında, bir komut satırı stili arayüzü aslında karmaşık bir açılır menü dizisinden çok daha verimlidir. MATLAB'ı, sinyal ve görüntü işleme, iletişim, kontrol tasarımı, test ve ölçüm finansal modelleme ve analizi de dâhil olmak üzere çok çeşitli uygulamalarda kullanabilirsiniz. Eklenti araç kutuları (özel amaçlı MATLAB fonksiyonlarının koleksiyonları), bu uygulama alanlarındaki belirli problem sınıflarını çözmek için MATLAB ortamını genişletir.

MATLAB, çalışmanızı belgelemek ve paylaşmak için çeşitli özellikler sunar. MATLAB kodunuzu diğer diller ve uygulamalar ile entegre edebilir, MATLAB algoritmaları ve uygulamaları değişebilir.

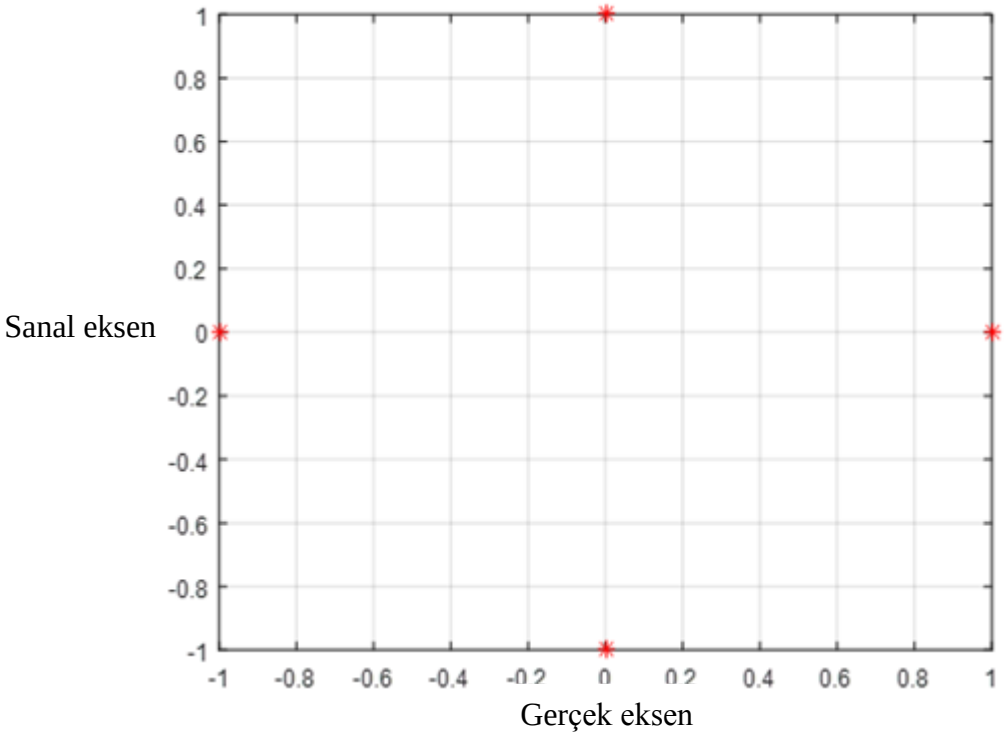
4.2. CCDF Kullanarak PAPR İçin Geleneksel Seçilen Haritalama

Versiyon farklı alt taşıyıcılardan faydalanan PAPR azaltmasının simülasyon sonuçları verilmiştir. M4 = 27 olan geleneksel seçilmiş haritalamanın sonucu, Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Bu rakam, alt taşıyıcılar arttıkça PAPR'nin arttığını göstermektedir. İşlev (CCDF), PAPR tekniğinin etkinliğini ölçmek için kullanılır. Modülasyon şeması QPSK OFDM sistemi ile N = 64, N = 256 ve 1024 için farklı alt taşıyıcılar kullandık. CCDF N = 64 iken 7.654 ve N = 256, N = 1024 iken 8.589 dB ve PAPR 6.459 dB'de 10-2 olduğunu gözlemlendi. Bu çalışmada kullanılan parametre, Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

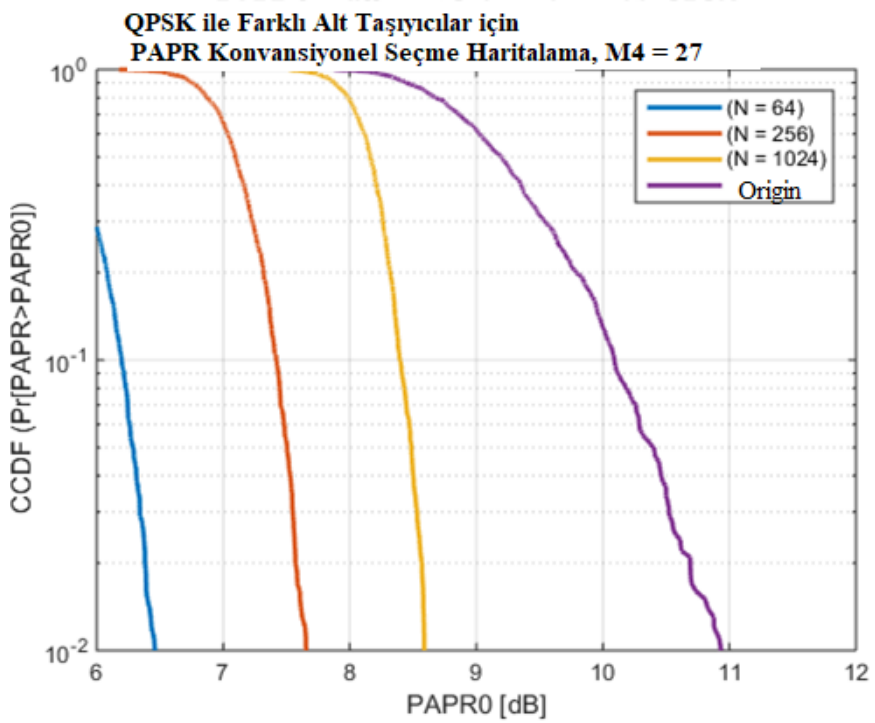
Tablo 4.1. *Simülasyonda kullanılan parametre*

Simülasyon parametresi	Tanım	30
K	Sembol Sayısı	4
S	Aynı oran	[64,256,1024]
N-	Alt taşıyıcı sayısı	4
Modülasyon türü	QPSK	30

4 QPSK takımyıldızı, Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. QPSK takımyıldızı illüstrasyon



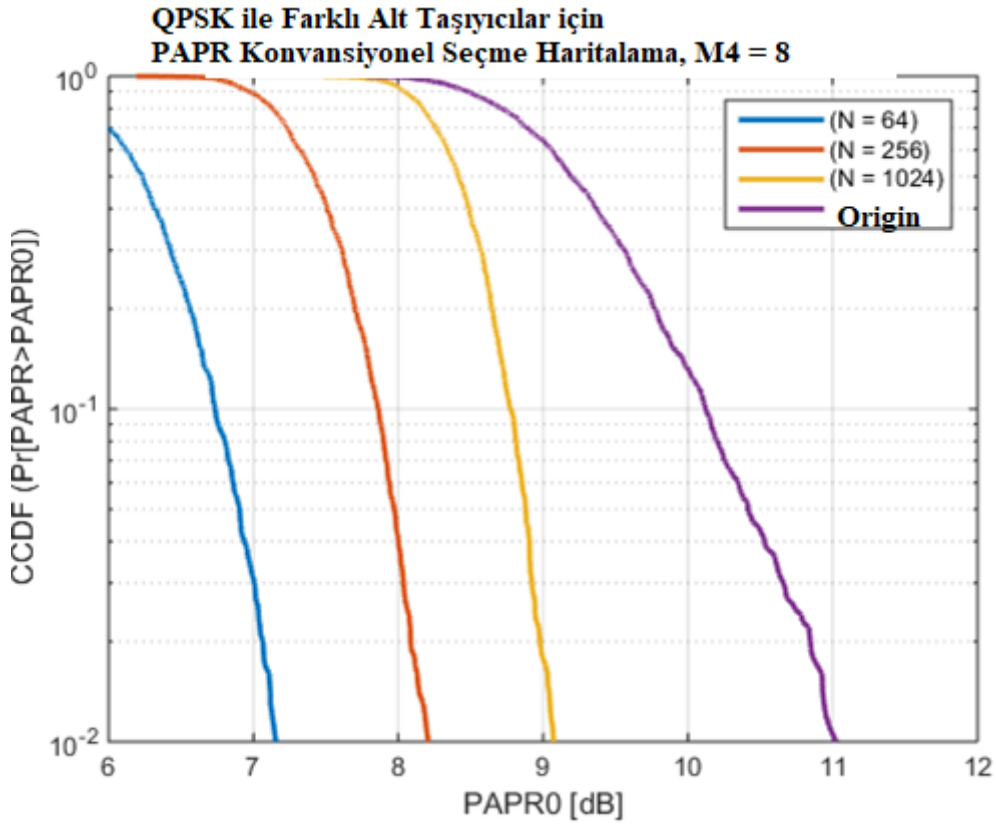
Şekil 4.2. QPSK le farklı alt taşıyıcılar için PAPR (M^4 = 27 ile geleneksel seçilmiş haritalama

Şekil 4.2'de, QPSK ile farklı N için PAPR gösterilmektedir.

Başka bir modülasyon şemasında, MPS = 8 ile N = 64, N = 256 ve 1024 için farklı alt taşıyıcılarla M^4 = 8 olan geleneksel seçilmiş haritalamayı modülasyon şeması QPSK OFDM sistemi ile kullanıldı. CCDF'nin N = 64, 8.207 iken N = 256, N = 1024 iken 9.072 dB iken PAPR 7.154 dB'de 10^{-2} olduğu gözlemlendi. Şekil 4.3'de, QPSK ile farklı N için PAPR gösterilmektedir.

QPSK ile Farklı Alt Taşıyıcılar için PAPR Konvansiyonel Seçme Haritalama, M4 =8

PAPR for different Subcarriers with QSPK Convential Selecting Mapping, M4= 8



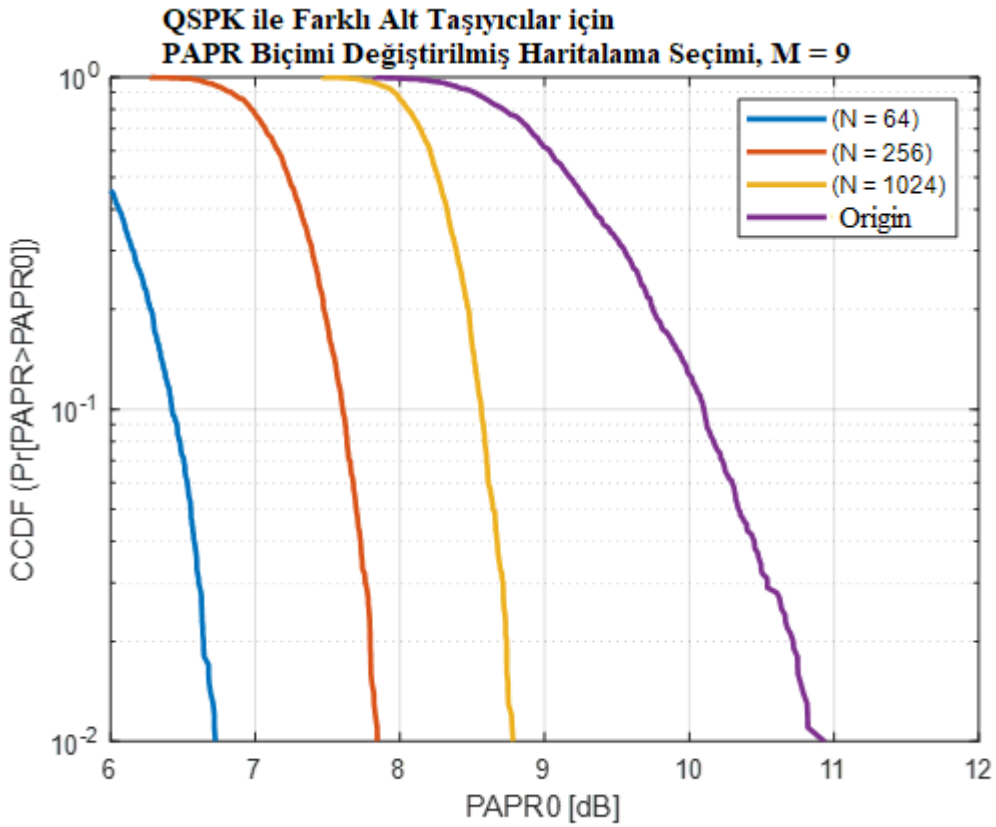
Şekil 4.3. QPSK le farklı alt taşıyıcılar için PAPR (M^4 = 8 ile geleneksel seçilmiş haritalama

Son olarak, alt taşıyıcılar arttığında PAPR'nin arttığı ve M^4 = 8 ile geleneksel seçilmiş haritalamanın, M^4 = 27 ile geleneksel seçilmiş haritalama ile karşılaştırıldığında daha iyi bir sonuç verdiği sonucuna varılabilir.

QSPK ile Farklı Alt Taşıyıcılar için PAPR Biçimi Değiştirilmiş Haritalama Seçimi, M = 9

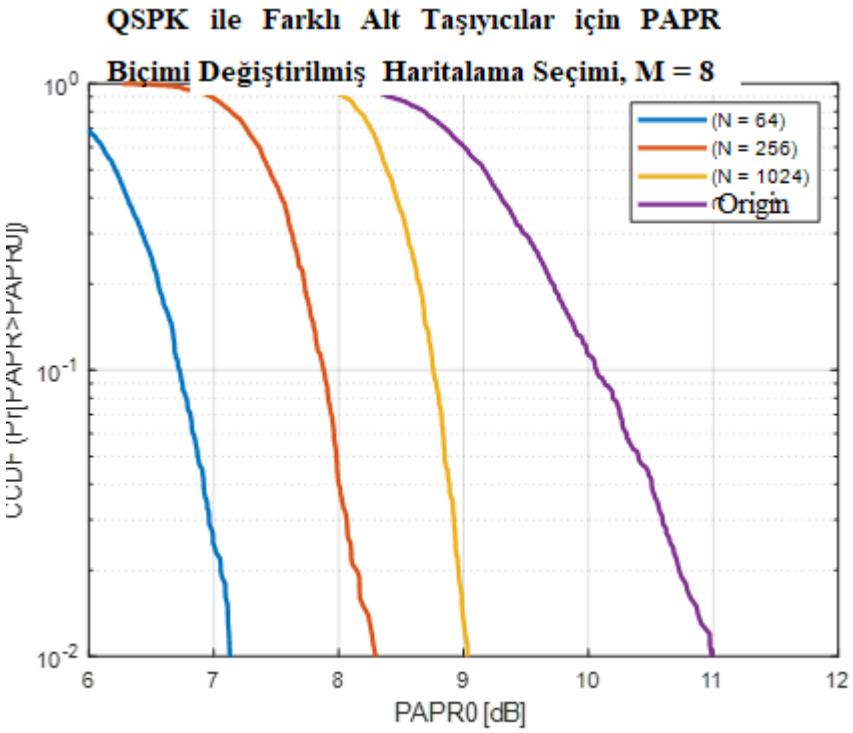
4.3. CCDF Kullanarak PAPR için Biçimi Değiştirilmiş Seçili Haritalama

Başka bir modülasyon şemasında, N = 64, N = 256 ve 1024 için farklı alt taşıyıcılara sahip M = 9 ile biçimi değiştirilmiş seçilen haritalamayı modülasyon şeması QPSK OFDM sistemi ile kullanıldı. CCDF'nin N = 64, 7.843 iken N = 256, N = 1024 iken 8.782 dB iken PAPR 6.717 dB'de 10^{-2}olduğunu gözlemledik. Şekil 4.4'te, QPSK ile fark için PAPR gösterilmektedir.

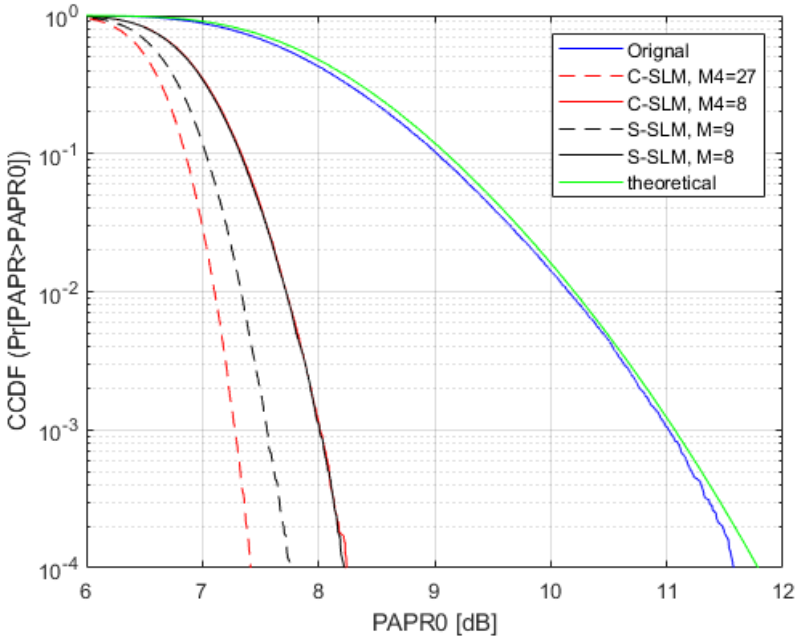


Şekil 4.4. QPSK'lı farklı Alt Taşıyıcılar için PAPR (M = 9 ile biçimi değiştirilmiş seçilen haritalama)

Başka bir modülasyon şemasında, N = 64, N = 256 ve 1024 için farklı alt taşıyıcılara sahip M = 8 ile remodelled seçilen haritalamayı modülasyon şeması QPSK OFDM sistemi ile kullanıldı. CCDF'nin PAPR 7.129 dB'de 10^{-2}olduğunu, N = 64, 8.277'de N = 256 iken, 9.032 dB'de N = 1024 olduğu gözlemlendi. Şekil 4.5'de, QPSK ile farklı N için PAPR gösterilmektedir.



Şekil 4.5. QPSK'lı farklı Alt Taşıyıcılar için PAPR (M = 8 ile yeniden seçilen haritalama)



Şekil 4.6. PAPR0'a karşı CCDF [dB]

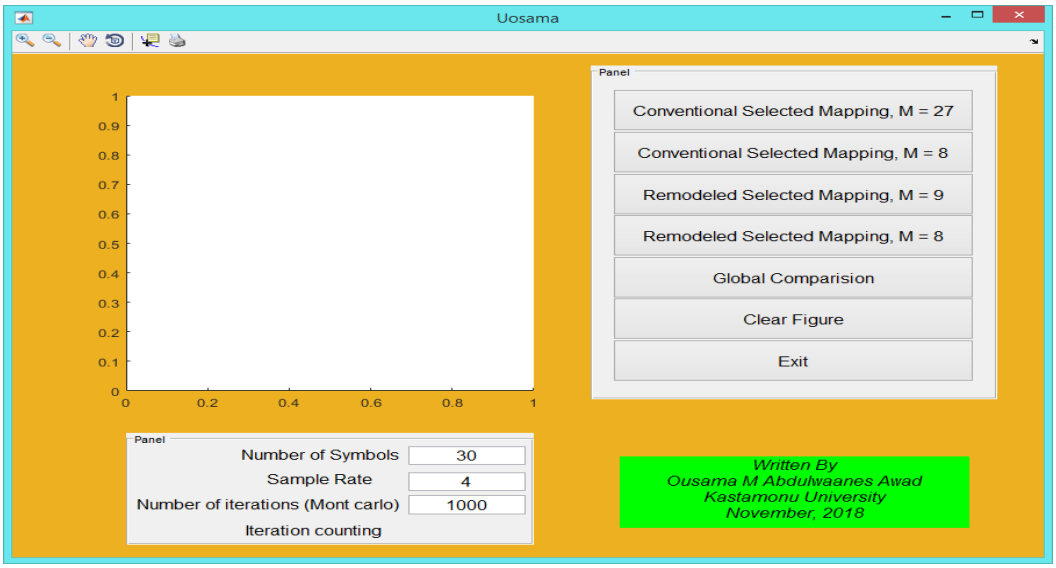
Geleneksel seçilen haritalama (CSM) ile remodelled seçilen haritalama (RSM) arasındaki karşılaştırma, tablo 4.2'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. *CSM ve RSM arasındaki karşılaştırma*

Yöntem	**Simülasyon Kriterleri**	**Tanım**	**Değer**
Geleneksel seçilen haritalama (CSM)	CCDF	hesaplamalı karmaşıklık azaltma oranı	10^{-2}
	PAPR	Tepe Ortalama Güç Oranı	[6.459, 7.654, 8.589] $M^4 = 27$ için [7.154, 8.207, 9.072] $M^4 = 8$ için
Biçimi Değiştirilmiş seçilen haritalama (RSM)	CCDF	hesaplamalı karmaşıklık azaltma oranı	10^{-2}
	PAPR	Tepe Ortalama Güç Oranı	[6.717, 7.843, 8.782] M = 9 için [7.129, 8.277, 9.032] M = 8 için

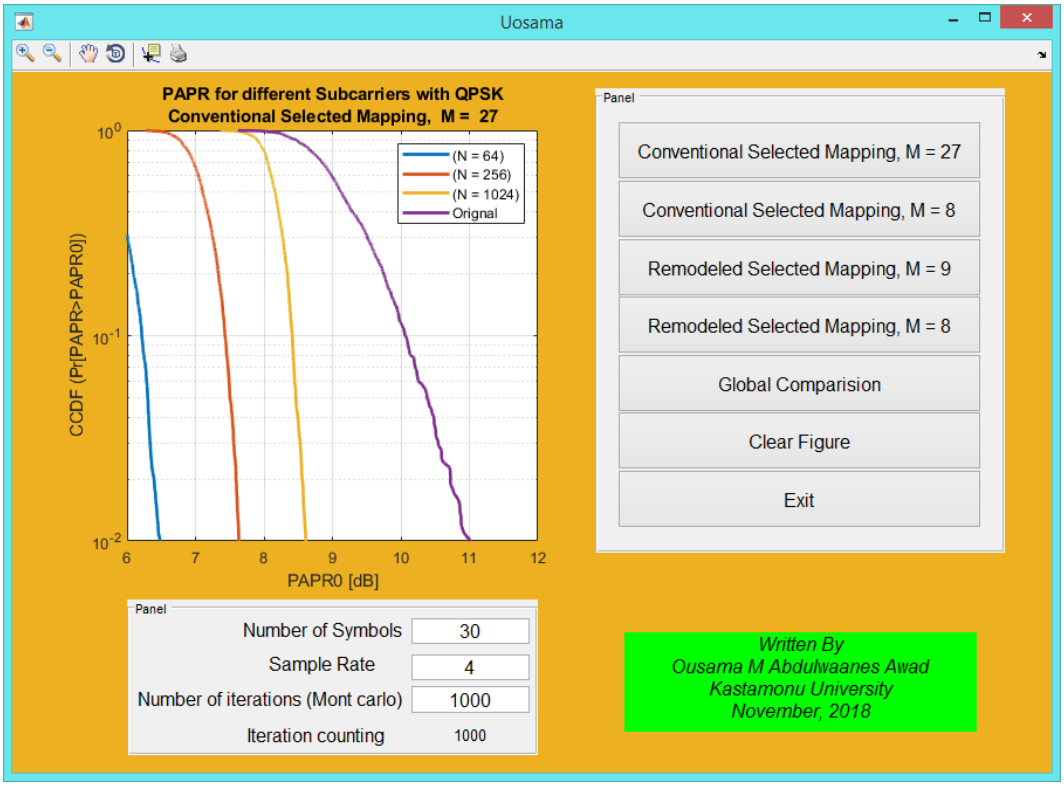
4.4. Grafiksel Kullanıcı Arayüzü

Deneyimizde, Grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) uygulaması, M = 27 ve M = 8, aynı zamanda M = 9 ve M = 8 için yeniden seçilmiş haritalama için de geleneksel seçilmiş haritalamayı çalıştırmaya başlar. Bu uygulama, Şekil 4.7 de gösterilmiştir.



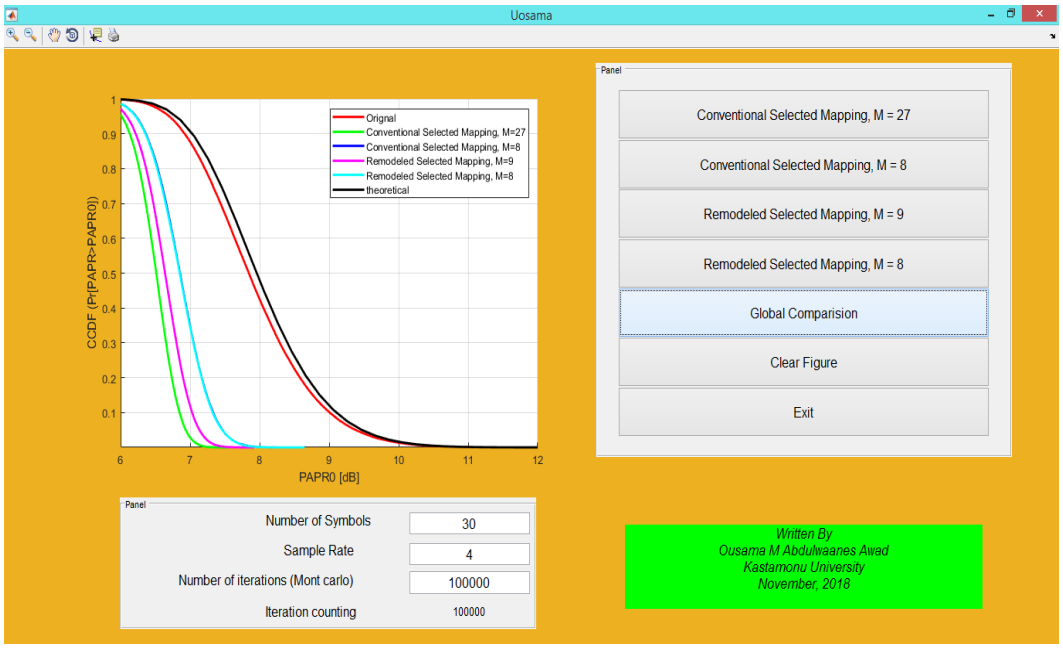
Şekil 4.7. Önerilen Grafiksel kullanıcı arabirimi (GUI)

“Geleneksel Seçilmiş Haritalama, M = 27 için” basılmasından sonraki sonuç şekil 4.8 de gösterilmektedir.



Şekil 4.8. “Geleneksel Seçilmiş Haritalama, M = 27 için”

Global Karşılaştırma” sonucu şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. “Global Karşılaştırma”

5. SONUÇLAR

Son yıllarda, dikgen frekans bölmeli çoklama modülasyonu ile birleştirilmiş çoklu alıcı ve verici antenlerine sahip çok girişli çok çıkışlı sistemlerin kullanımı popülerlik kazanmıştır [10, 12]. Öyle ki, 4. nesil iletişimin temeli çoklu giriş çoklu çıkış ve dikey frekans bölmeli çoğullama sistemleridir. Bunun nedeni, iki sistemin birbirini mükemmel bir şekilde tamamlamasıdır. İlk olarak, düz sönümlü kanal modeli için önerilen çok girişli çok çıkışlı sistemler, dikey frekans bölmeli çoklamalı sistemler ile pratik olarak kullanılabilir hale gelir. Bunun nedeni, ortogonal frekans bölmeli çoğullamalı sistemlerin, gerçek hayatta sıkça karşılaşılan ve en kötü durumda başarısızlık performansını etkileyen, frekans seçici sönümleme için bir çözüm sunmasıdır. Yapıları içerisinde çoklu taşıyıcılarla, bilgi dizisinin paralel olarak bölünmesine izin verir ve kanal, her alt taşıyıcı için düz sönümleme özellikleri sergiler. Çok girişli çok çıkışlı sistemler ile kullanıldığında, hala pratikte çok önemli bir gereksinim olan yüksek veri hızlarına ulaşabilirler. Bunun nedeni, çok girişli sistemlerin kanal kapasitesini arttırmasıdır. Hem yüksek veri hızlarına izin veren, hem de frekans seçici solma etkisini azaltan ve uygun kodlama yöntemleriyle birlikte kullanıldığında bile yüksek hata performansı gösteren bir sistem tasarlamak mümkündür. Hem alıcı hem de verici antenler OFDM tabanlı yeni nesil kablosuz iletişim sistemlerinde kullanılmak üzere önerilmiş ve farklı durumlar için hata performansı araştırılmıştır [21]. Anten seçim uygulaması anten olmayan seçim sistemleri ile karşılaştırıldığında, hem hata oranının oldukça azaldığı hem de çeşitlilik kazancının elde edildiği görülebilir. Genel olarak, ortak anten seçiminde, sadece verici tarafındaki anten seçimine bağlı olarak, her durumda performansın arttığı gözlenmiştir.

Dikgen frekans bölmeli çoklama (OFDM) modülasyonu, dikgen frekans iletim prensibine dayanan bir modülasyon tekniğidir. Bu modülasyon, yüksek hacimli veri alışverişi için kullanılır ve DSL, LAN, Wi-Fi, DVB ve WiMAX gibi uygulamalar için kullanılır. Özel bir avantaj, bant genişliği kullanımının korunmasıdır. Bu alt kanalların her birine tahsis edilen bant genişliği, toplam sinyal bant genişliğinden daha azdır (tek bir taşıyıcı olarak bilinir). Her kanal için daha küçük bir bant genişliğine sahip olmak, daha fazla zaman alan birine eşdeğerdir ve çok yollu yayılmaya karşı tek sinyal sinyalinden daha iyi direnç sağlar.

Veriler iletim ortamında dağıtıldığında alıcı için farklı yollara ulaşabilirler. Bu yolların her birinin alıcıya gönderilen numuneler için gecikmesi vardır. Gecikmeli en yüksek salım Ts ile temsil edilir ve yüksek hızlı veri gönderimindeki örnekleme süresi genellikle ISI parazitine neden olan Ts'dan daha büyüktür. Gecikmeli en yüksek salım Ts ile temsil edilir ve yüksek hızlı veri gönderimdeki örnekleme süresi içerisinde ISI parazitine neden olan Ts'dan daha büyüktür. Genel olarak, WiMAX gibi geniş bant sistemler bu tür bir bozukluğa sahiptir. Bu nedenle, sembolün arayüzünü aşan teknikleri almak ve iletmek gereklidir. Aslında, sembole müdahale etmeyen bir kanala sahip olmak için, sembol süresinin kanal yayıncılığındaki gecikmeden daha büyük olması gerekir. Bu sebeple modülasyon tekniği kullanılmaktadır.

Bu tezde dikgen frekans bölmeli çoğullamadan tepe/ortalama güç oranını düşürmek için doğru bir yöntem olan seçilmiş haritalama kullanılmıştır. Seçilen haritalamanın temel bir zayıflığı, yüksek işlemsel karmaşıklıktır. Seçilen haritalamanın karmaşıklığını azaltmak için, OFDM sinyallerinin gerçek ve hayali kısmı ayrı olarak ele alınır. Fourier dönüşümü özellikleri kullanılarak sayısal diziler ve hatta gerçek ve hayali elemanlar elde edilir. Aşağıdaki tüm dizilerin farklı bir kombinasyonu ile daha fazla aday üretilmektedir. Önerilen şema, sadece M4 denklemleri için IFFT algoritmasını kullanarak daha az hesaplama karmaşıklığı üretmektedir. Simülasyon sonuçları, önerilen tasarımın en yüksek / ortalama güç oranının iyi performansını düşürdüğünü ve aynı zamanda seçilen haritalama tasarımına kıyasla hesaplama karmaşıklığını azalttığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

A. Nosratinia, "Cooperative Communication in Wireless Networks," October 2004.

Akkaya S. and N. Taşpınar, "Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM) Sistemlerinde Konvolüsyon Kodlarını Kullanan II. Türden Kod Birleştirmeli Karma SR ARQ Protokolü," *6th International Advanced Technologies*

Symposium, 16-18 May 2011.

Alexandre R. F. C., "Outage Performance Of Cooperative Amplify-And-Forward Ofdm Systems With Nonlinear Power Amplifiers," *IEEE 13th International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC),* 2012.

Chapre, Y., Mohapatra, P., Jha, S., & Seneviratne, A. (2013, October). Received signal strength indicator and its analysis in a typical WLAN system (short paper). In *38th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks* (pp. 304-307). IEEE.

ÇINAR .S, "Düşük Karmaşıklı Uzay-Zaman Blok Kodlamalı Dik Frekans Bölmeli Çoğullama Sistemler," JUNE 2010.

Duong T., "Cognitive Amplify and Forward Relay Networks Over Nakagami-m Fading," *IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY,* vol. 61, June 2012.

ETSI, "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television," 1997.

ETSI, "Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers," 2006.

Fernandes S. L. S. a. C. A. R., "Outage Analysis of AF OFDM Relaying Systems with Power Amplifier Nonlinearity," 2014.

Fiberbit, (2015). *Defining: Simplex, Half-duplex, and Duplex*. [Online] [Accessed: 31/07/2015] http://fiberbit.com.tw/defining-simplex-half-duplex-and-duplex/

Forums.qrz, (2016). *Why use LSB?* [Online] [Accessed: 29/05/2016] https://forums.qrz.com/index.php?threads/why-use-lsb.517130/page-3#post-3797606

Garg .J, K. Gupta, and P. K. Ghosh, "<performance-analysis-of-mimo-wirelesscommunications-over-fading-channels--areview.pdf>," *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering,* vol. 2, April 2013.

Ghosh. A, "LTE-ADVANCED: NEXT-GENERATION WIRELESS BROADBAND TECHNOLOGY," June 2010.

Hughes R. J., G. L. Morgan, and C. G. Peterson, "Quantum key distribution over a 48 km optical fibre network," *Journal of Modern Optics,* vol. 47, pp. 533-547, 2000.

Koç A. and İ. Altunbaş, "Tam-Çift-Yönlü AF Röle Seçim Sistemlerinin Nakagami-m Kanallardaki Performansı," *Deu Muhendislik Fakultesi Fen ve Muhendislik,* vol. 19, pp. 790-807, 2017.

Kooij .W, G. C. Moura, A. Pras, and P.-T. de Boer, "Self-Management of Optical Switching."

Krupa .S. (19 April 2016). *Multichannel fading*. Available: https://www.slideshare.net/ShreeKrupa1/multichannel-fading

Kumar N. and V. Bhatia, "Outage Analysis of OFDM based AF Cooperative Systems in Selection Combining Receiver over Nakagami-m fading channels with Nonlinear Power Amplifier," *IEEE Wireless Conference and Networking Conference,* 2016.

KURNAZ Ç., "Dİkgen Frekans Bölmelİ Çoğullama Sİstemİnde En Uygun PİlotAraliğinin Kanal Değİşkenlerİİleİlİşkİlendİrİlmesİ," *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi,* vol. 17, 2012.

Larsson D.. (October 3, 2016, January 3, 2017). *CCNA Wireless - Study notes Part 1 - The foundation of wireless*. Available: https://learningnetwork.cisco.com/docs/DOC-31289

Lin PAN C. L., Feng LU, Youhua FU, Hua-An ZHAO, "An Nonlinear Amplify-and-Forward Protocol for Cooperative Communication Networks," *International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems,* November 4-7, 2012.

Lsr, (2017). *Basics of MIMO Radio Systems*. [Online] [Accessed: 19/12/2017] https://www.lsr.com/white-papers/basics-of-mimo-radio-systems

Manohar S. Manohar and D. Razansky, "Photoacoustics: a historical review," *Advances in optics and photonics,* vol. 8, pp. 586-617, 2016.

Nagendra Kumar and P. Kumar, "ASER Analysis of Rectangular QAM with SC Receiver in OFDM-Based Nonlinear AF Relay Network Over Nakagami-m Fading," 2017.

Oltean .M. "An Introduction to Orthogonal Frequency Division Multiplexing," 2004.

Poole I. Poole. (January 22, 2018). *What is QAM - Quadrature Amplitude Modulation*. Available: http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/quadrature-amplitude-modulation-qam/what-is-qam-tutorial.php

Poole I.. (January 22,2018). *What is PSK, Phase Shift Keying*. Available: http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/pm-phase-modulation/what-is-psk-phase-shift-keying-tutorial.php

Rouse M.. (December 30, 2017). *PPP (Point-to-Point Protocol)*. Available: http://searchnetworking.techtarget.com/definition/PPP

RuiWang M. T., "Nonlinear Precoding Design for MIMO Amplify-and-Forward Two-Way Relay Systems," *IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY*, vol. 61, p. 3984, November, 2012.

Simmons D. E., "Two-Way OFDM-Based Nonlinear Amplify-and-ForwardRelay Systems," 5,MAY 2016.

Souvik Sen N. S., Romit Roy Choudhury, Srihari Nelakuditi, "Successive Interference Cancellation: A Back-of-the-Envelope Perspective," 2010.

Taewon .C. Y. Hwang, "OFDM and Its Wireless Applications: A Survey," *IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY*, vol. 58, MAY 2009.

Tao J. and W. Yiyan, "An Overview: Peak-to-Average Power Ratio Reduction Techniques for OFDM Signals," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 54, pp. 257-268, 2008.

Tseng F.-S. and W.-R. Wu, "Nonlinear Transceiver Designs in MIMO Amplify-and-Forward Relay Systems," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 60, pp. 528-538, 2011.

Wikipedia, (2017). *Fast Fourier transform*. [Online] [Accessed: 19/12/2017] https://en.wikipedia.org/wiki/Fast_Fourier_transform

Wikipedia, (2017). *Minimum mean square error* [Online] [Accessed: 19/12/2017] https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_mean_square_error

Wikipedia, (2018). *Maximal-ratio combining*. [Online] [Accessed: 01/01/2018] https://en.wikipedia.org/wiki/Maximal-ratio_combining

Wirelesscommunication, (2017). *Nakagami fading*. [Online] [Accessed: 17/12/2017] http://www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr03/ricenaka/nakagami.htm

Wirelesscommunication, (2018). *OFDM history*. [Online] [Accessed: 04/01/2018] http://www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr05/ofdm/ofdmhist.htm

Wooten E. L., K. M. Kissa, A. Yi-Yan, E. J. Murphy, D. A. Lafaw, P. F. Hallemeier, *et al.*, "A review of lithium niobate modulators for fiber-optic communications systems," *IEEE Journal of selected topics in Quantum Electronics*, vol. 6, pp. 69-82, 2000.

EKLER

EK 1 Matlab Kodu

Ek 1 Matlab Kodu

```
function varargout = Uosama(varargin)
% UOSAMA MATLAB code for Uosama.fig
%      UOSAMA, by itself, creates a new UOSAMA or raises
the existing
%      singleton*.
%
%      H = UOSAMA returns the handle to a new UOSAMA or
the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      UOSAMA('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...)
calls the local
%      function named CALLBACK in UOSAMA.M with the given
input arguments.
%
%      UOSAMA('Property','Value',...) creates a new
UOSAMA or raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left,
property value pairs are
%      applied to the GUI before Uosama_OpeningFcn gets
called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes
property application
%      stop.  All inputs are passed to Uosama_OpeningFcn
via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose
"GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help
Uosama

% Last Modified by GUIDE v2.5 14-Nov-2018 00:14:47

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
'gui_OpeningFcn', @Uosama_OpeningFcn, ...
'gui_OutputFcn',  @Uosama_OutputFcn, ...
'gui_LayoutFcn',  [] , ...
'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})gui_State.gui_Callback =
str2func(varargin{1});
end
```

Ek 1' in devamı

```
if nargout
    [varargout{1:nargout}]    =    gui_mainfcn(gui_State,
varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before Uosama is made visible.
function  Uosama_OpeningFcn(hObject,  eventdata,  handles,
varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see
GUIDATA)
%  varargin     command  line  arguments  to  Uosama  (see
VARARGIN)

% Choose default command line output for Uosama
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

%  UIWAIT  makes  Uosama  wait  for  user  response  (see
UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the
command line.
function varargout = Uosama_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
% varargout  cell array for returning output args (see
VARARGOUT);
% hObject    handle to figure

% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see
GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
```

```
varargout{1} = handles.output;
```

Ek 1' in devamı

```
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1
as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns
contents of edit1 as a double


% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on
Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if    ispc    &&    isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end



function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)

% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2
as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns
contents of edit2 as a double
```

Ek 1' in devamı

```
% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on
Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if    ispc    &&    isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end



function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3
as text
%              str2double(get(hObject,'String')) returns
contents of edit3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.

function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on
Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if    ispc    &&    isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
```

```
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

Ek 1' in devamı

```
% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata,
handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)

A = {'.-r','--g',':b','-m','-.c'};
a = 1;

% U = 30; % Number of Symbols
% samplerate = 4;
% MAX_SYMBOLS = 1e3; % Number of iterations (Mont carlo)
a = get(handles.edit1,'String');
U = str2num(a);
a = get(handles.edit2,'String');
samplerate = str2num(a);
a = get(handles.edit3,'String');
MAX_SYMBOLS = str2num(a);
guidata(hObject, handles);
for K = [64 256 1024]

    QPSK_Set = [1 -1 j -j]; % QPSK Constellation
    Phase_Set = [1 -1 j -j ]; % Phase Shift


    %% Initialize
    PAPR_Orignal = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_1 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_2 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_3 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_4 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    X = zeros(U,K);
    Index = zeros(U,K);

    %% Remodel Selected Mapping Implementation
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
set(handles.text7,'String',num2str(nSymbol),'Fontsize',10
)
pause(0)
Index(1,:) = randi(length(QPSK_Set),1,K); % Generate
Matrix of uniformly random
Index(2:U,:) = randi(length(Phase_Set),U-1,K);
```

```
X(1,:) = QPSK_Set(Index(1,:));                                    %
Generate X signal
```

Ek 1' in devamı

```
        Phase_Rot       =       Phase_Set(Index(2:U,:));
% Generate Convolutional Phase
X(2:U,:) = repmat(X(1,:),U-1,1);
for u = 2:U-1                                                     %
Generate X signal

            X_R_O(u,:) = X_R_O.*Phase_Rot(u,:); %
Product Phase
            X_I_O(u,:) = X_I_O.*Phase_Rot(u,:); % Product
Phase
%X(2:U,:) = repmat(X(1,:),U-1,1).*Phase_Rot;
            Reconstruct Real Part of X
            X_I_2                                                 =
(X_I_E(u,:)+cirshftt(X_I_O(u,:),K/2,K))./2; % Reconstruct
Real Imaginary of X
X(u,:) = X_R_2+X_I_2;                                             %
Reconstruct  X Signal
end
%X(3:U,:) = X(3:U,:).*Phase_Rot(3:U,:);
        Xsam = Sample(X,samplerate); % Ultra Sampeling
        x = ifft(Xsam,K*samplerate,2); % IFFT Operation
        Signal_Power = abs(x.^2); % Calculation Maximum
= min(PAPR_temp(1:16,:));
end

    %% C-Selected Mapping Implementation

    [cdf2, PAPR2] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_2);
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
Index(1,:) = randi(length(QPSK_Set),1,K);
% Phase Production in FFT domain (Convolution in time
domain)
        Xsam = Sample(X,samplerate); % Ultra Sampeling
        x = ifft(Xsam,K*samplerate,2); % ifft operation
        Signal_Power = abs(x.^2);

        Peak_Power = max(Signal_Power,[],2);
        PAPR_SelectedMapping_3(nSymbol)                           =
min(PAPR_temp(1:27,:));
end
    [cdf5, PAPR5] = ecdf(PAPR_Orignal);
%semilogy(PAPR1,1-cdf1,'*-b',PAPR2,1-cdf2,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'--c',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR5,1-cdf5,'--m',xxs,
yys, 'o-g')
```

```
    %% Theoretical PAPR Reduction Implementation
xx = 0:.02:12;
    n = K*1;
```

Ek 1' in devamı

```
yy = zeros(length(n),length(xx));
    PAPR1s = zeros(1,uint16(length(PAPR1)/10+1));
    cdf1s = zeros(1,uint16(length(PAPR1)/10+1));
for qq = 1:uint16(length(PAPR1))
PAPR1s(uint16(qq/10+1)) = PAPR1(qq);
cdf1s(uint16(qq/10+1)) = cdf1(qq);
end
    xxs     =     zeros(1,uint16(length(xx)/10));yys     =
zeros(1,uint16(length(xx)/10));
%  semilogy(PAPR5,1-cdf5,'-b',PAPR1,1-cdf1,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'-r',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR2,1-cdf2,'-k',xxs,  yys,
'-g')
% semilogy(PAPR5,1-cdf5,'.k'),hold on
semilogy(PAPR1,1-cdf1,'linewidth',2),hold on
% semilogy(PAPR3,1-cdf3,'linewidth',2),hold on
%     semilogy(PAPR4,1-cdf4,'linewidth',2),hold on

%     semilogy(PAPR2,1-cdf2,'linewidth',2),hold on
% semilogy(xxs, yys,'linewidth',2),hold on

% legend('Orignal','C-Selected Mapping,   M =   27','C-
Selected Mapping,  M =  8','Remodel Selected Mapping, M =
9','Remodel Selected Mapping, M = 8','theoretical',3)
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF (Pr[PAPR>PAPR0])');
% hold on;
gridon
% axis([6 12 10e-5 1])
pause(0)
end
axes(handles.axes1);
semilogy(PAPR5,1-cdf5,'linewidth',2),hold on
title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Conventional Selected Mapping,  M =  27'})
%    title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Conventional Selected Mapping,  M =  8'})
%    title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 9'})
%    title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 8'})
legend('(N = 64)','(N = 256)','(N = 1024)','Orignal')
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF    (Pr[PAPR>PAPR0])');    %    complementary
cumulative distribution function
holdon;
```

```
gridonaxis([6 12 10e-3 1])
% --- Executes on button press in pushbutton2.
```

Ek 1' in devamı

```
function     pushbutton2_Callback(hObject,     eventdata,
handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see
GUIDATA)

A = {'.-r','--g',':b','-m','-.c'};
a = 1;

% U = 30; % Number of Symbols
% samplerate = 4;

% MAX_SYMBOLS = 1e3; % Number of iterations (Mont carlo)

a = get(handles.edit1,'String');
U = str2num(a);

a = get(handles.edit2,'String');
samplerate = str2num(a);

a = get(handles.edit3,'String');
MAX_SYMBOLS = str2num(a);

guidata(hObject, handles);

for K = [64 256 1024]

    QPSK_Set = [1 -1 j -j]; % QPSK Constellation
    Phase_Set = [1 -1 j -j ]; % Phase Shift


    %% Initialize
    PAPR_Orignal = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_1 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_2 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_3 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_4 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    X = zeros(U,K);
    Index = zeros(U,K);

    %% Remodel Selected Mapping Implementation
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
```

```
set(handles.text7,'String',num2str(nSymbol),'Fontsize',10
)
pause(0)
```

Ek 1' in devamı

```
Index(1,:)  =  randi(length(QPSK_Set),1,K);  %  Generate
Matrix of uniformly random
Index(2:U,:) = randi(length(Phase_Set),U-1,K);
X(1,:) = QPSK_Set(Index(1,:));                          %
Generate X signal
        Phase_Rot       =       Phase_Set(Index(2:U,:));
% Generate Convolutional Phase
X(2:U,:) = repmat(X(1,:),U-1,1);
for u = 2:U-1                                           %
Generate X signal
% Reconstruct  X Signal
end
%X(3:U,:) = X(3:U,:).*Phase_Rot(3:U,:);
        Xsam = Sample(X,samplerate); % Ultra Sampeling
        x = ifft(Xsam,K*samplerate,2); % IFFT Operation
        Signal_Power = abs(x.^2); % Calculation Maximum
Power of X
        Peak_Power = max(Signal_Power,[],2); % Peak Power
        Mean_Power = mean(Signal_Power,2); % Mean Power
        PAPR_temp = 10*log10(Peak_Power./Mean_Power);
        PAPR_SelectedMapping_2(nSymbol)                 =
min(PAPR_temp(1:8,:)); % Minimum PAPR selection
        PAPR_SelectedMapping_4(nSymbol)                 =
min(PAPR_temp(1:16,:));
end


    %% C-Selected Mapping Implementation

    [cdf2, PAPR2] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_2);
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
Index(1,:) = randi(length(QPSK_Set),1,K);
Index(2:U,:) = randi(length(Phase_Set),U-1,K);
X(1,:) = QPSK_Set(Index(1,:));
        Phase_Rot = Phase_Set(Index(2:U,:));
X(2:U,:)  =  repmat(X(1,:),U-1,1).*Phase_Rot;  %  Phase
Production in FFT domain (Convolution in time domain)
        Xsam = Sample(X,samplerate); % Ultra Sampeling
end
    [cdf5, PAPR5] = ecdf(PAPR_Orignal);
    [cdf3, PAPR3] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_1);
    [cdf1, PAPR1] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_3);
```

```
%semilogy(PAPR1,1-cdf1,'*-b',PAPR2,1-cdf2,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'--c',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR5,1-cdf5,'--m',xxs,
yys, 'o-g')

    %% Theoretical PAPR Reduction Implementation
xx = 0:.02:12;
```

Ek 1' in devamı

```
 n = K*1;
yy = zeros(length(n),length(xx));
for jj = 1:length(n)
end
    PAPR1s = zeros(1,uint16(length(PAPR1)/10+1));
    cdf1s = zeros(1,uint16(length(PAPR1)/10+1));
for qq = 1:uint16(length(PAPR1))
end
    xxs     =     zeros(1,uint16(length(xx)/10));yys     =
zeros(1,uint16(length(xx)/10));
for qq = 1:uint16(length(xx))
xxs(uint16(qq/10+1)) = xx(qq);
end
%  semilogy(PAPR5,1-cdf5,'-b',PAPR1,1-cdf1,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'-r',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR2,1-cdf2,'-k',xxs,  yys,
'-g')
% semilogy(PAPR5,1-cdf5,'.k'),hold on
%     semilogy(PAPR1,1-cdf1,'linewidth',2),hold on
semilogy(PAPR3,1-cdf3,'linewidth',2),hold on
%     semilogy(PAPR4,1-cdf4,'linewidth',2),hold on
%     semilogy(PAPR2,1-cdf2,'linewidth',2),hold on
% semilogy(xxs, yys,'linewidth',2),hold on

% legend('Orignal','C-Selected Mapping,   M =   27','C-
Selected Mapping,  M =  8','Remodel Selected Mapping, M =
9','Remodel Selected Mapping, M = 8','theoretical',3)
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF (Pr[PAPR>PAPR0])');
% hold on;
gridon
% axis([6 12 10e-5 1])
pause(0)
end
axes(handles.axes1);
semilogy(PAPR5,1-cdf5,'linewidth',2),hold on
%    title({'PAPR   for   different   Subcarriers   with
QPSK';'Conventional Selected Mapping,  M =  27'})
title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Conventional Selected Mapping,  M =  8'})
%    title({'PAPR   for   different   Subcarriers   with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 9'})
```

```
%   title({'PAPR   for   different   Subcarriers   with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 8'})
legend('(N = 64)','(N = 256)','(N = 1024)','Orignal')
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF    (Pr[PAPR>PAPR0])');    %    complementary
cumulative distribution function
holdon;
```

Ek 1' in devamı

```
gridon
axis([6 12 10e-3 1])

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function     pushbutton3_Callback(hObject,     eventdata,
handles)
% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see
GUIDATA)
A = {'.-r','--g',':b','-m','-.c'};
a = 1;

% U = 30; % Number of Symbols
% samplerate = 4;
% MAX_SYMBOLS = 1e3; % Number of iterations (Mont carlo)

a = get(handles.edit1,'String');
U = str2num(a);

a = get(handles.edit2,'String');
samplerate = str2num(a);

a = get(handles.edit3,'String');
MAX_SYMBOLS = str2num(a);

guidata(hObject, handles);

for K = [64 256 1024]

    QPSK_Set = [1 -1 j -j]; % QPSK Constellation
    Phase_Set = [1 -1 j -j ]; % Phase Shift


    %% Initialize
    PAPR_Orignal = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_1 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_2 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_3 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_4 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
```

```
    X = zeros(U,K);
    Index = zeros(U,K);

    %% Remodel Selected Mapping Implementation
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
```

Ek 1' in devamı

```
set(handles.text7,'String',num2str(nSymbol),'Fontsize',10
)
pause(0)

Index(1,:) = randi(length(QPSK_Set),1,K); % Generate
Matrix of uniformly random
Index(2:U,:) = randi(length(Phase_Set),U-1,K);
X(1,:) = QPSK_Set(Index(1,:)); %
Generate X signal
        Phase_Rot       =       Phase_Set(Index(2:U,:));
% Generate Convolutional Phase
X(2:U,:) = repmat(X(1,:),U-1,1);
for u = 2:U-1 %
Generate X signal
Product Phase
%X(2:U,:) = repmat(X(1,:),U-1,1).*Phase_Rot;
Reconstruct Real Imaginary of X
X(u,:) = X_R_2+X_I_2; %
Reconstruct  X Signal
end
end

    %% C-Selected Mapping Implementation

    [cdf2, PAPR2] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_2);
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
Index(1,:) = randi(length(QPSK_Set),1,K);
Index(2:U,:) = randi(length(Phase_Set),U-1,K);
X(1,:) = QPSK_Set(Index(1,:));
        Phase_Rot = Phase_Set(Index(2:U,:));
end
    [cdf5, PAPR5] = ecdf(PAPR_Orignal);
    [cdf3, PAPR3] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_1);
%semilogy(PAPR1,1-cdf1,'*-b',PAPR2,1-cdf2,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'--c',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR5,1-cdf5,'--m',xxs,
yys, 'o-g')


    %% Theoretical PAPR Reduction Implementation
xx = 0:.02:12;
    n = K*1;
```

```
yy = zeros(length(n),length(xx));
for jj = 1:length(n)
for qq = 1:uint16(length(xx))
xxs(uint16(qq/10+1)) = xx(qq);
end
```

Ek 1' in devamı

```
%  semilogy(PAPR5,1-cdf5,'-b',PAPR1,1-cdf1,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'-r',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR2,1-cdf2,'-k',xxs,  yys,
'-g')
% semilogy(PAPR5,1-cdf5,'.k'),hold on
%     semilogy(PAPR1,1-cdf1,'linewidth',2),hold on
%     semilogy(PAPR3,1-cdf3,'linewidth',2),hold on
semilogy(PAPR4,1-cdf4,'linewidth',2),hold on
%     semilogy(PAPR2,1-cdf2,'linewidth',2),hold on
% semilogy(xxs, yys,'linewidth',2),hold on

% legend('Orignal','C-Selected Mapping,   M =   27','C-
Selected Mapping,  M =  8','Remodel Selected Mapping, M =
9','Remodel Selected Mapping, M = 8','theoretical',3)
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF (Pr[PAPR>PAPR0])');
% hold on;
gridon
% axis([6 12 10e-5 1])
pause(0)
end
axes(handles.axes1);
semilogy(PAPR5,1-cdf5,'linewidth',2),hold on


%    title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Conventional Selected Mapping,  M =  27'})
%    title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Conventional Selected Mapping,  M =  8'})
title({'PAPR     for     different     Subcarriers     with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 9'})
%    title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 8'})
legend('(N = 64)','(N = 256)','(N = 1024)','Orignal')
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF    (Pr[PAPR>PAPR0])');    %    complementary
cumulative distribution function
holdon;
gridon
axis([6 12 10e-3 1])

% --- Executes on button press in pushbutton4.
```

```
function     pushbutton4_Callback(hObject,     eventdata,
handles)
% hObject    handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see
GUIDATA)
```

Ek 1' in devamı

```
A = {'.-r','--g',':b','-m','-.c'};
a = 1;

% U = 30; % Number of Symbols
% samplerate = 4;
% MAX_SYMBOLS = 1e3; % Number of iterations (Mont carlo)

a = get(handles.edit1,'String');
U = str2num(a);

a = get(handles.edit2,'String');
samplerate = str2num(a);

a = get(handles.edit3,'String');
MAX_SYMBOLS = str2num(a);

guidata(hObject, handles);

for K = [64 256 1024]

    QPSK_Set = [1 -1 j -j]; % QPSK Constellation
    Phase_Set = [1 -1 j -j ]; % Phase Shift


    %% Initialize
    PAPR_Orignal = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_1 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_2 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_3 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    PAPR_SelectedMapping_4 = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
    X = zeros(U,K);
    Index = zeros(U,K);

    %% Remodel Selected Mapping Implementation
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
set(handles.text7,'String',num2str(nSymbol),'Fontsize',10
)
pause(0)
```

```
Index(1,:)   =   randi(length(QPSK_Set),1,K);   %   Generate
Matrix of uniformly random
Index(2:U,:) = randi(length(Phase_Set),U-1,K);
X(1,:)  =  QPSK_Set(Index(1,:));                              %
Generate X signal
        Phase_Rot        =        Phase_Set(Index(2:U,:));
% Generate Convolutional Phase
X(2:U,:) = repmat(X(1,:),U-1,1);
```

Ek 1' in devamı

```
for u = 2:U-1                                                 %
Generate X signal
Reconstruct  X Signal
end
%X(3:U,:) = X(3:U,:).*Phase_Rot(3:U,:);
end

    %% C-Selected Mapping Implementation

    [cdf2, PAPR2] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_2);
for nSymbol = 1:MAX_SYMBOLS
Index(1,:) = randi(length(QPSK_Set),1,K);
Index(2:U,:) = randi(length(Phase_Set),U-1,K);
X(1,:) = QPSK_Set(Index(1,:));
        Phase_Rot = Phase_Set(Index(2:U,:));
end
    [cdf5, PAPR5] = ecdf(PAPR_Orignal);
    [cdf3, PAPR3] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_1);
%semilogy(PAPR1,1-cdf1,'*-b',PAPR2,1-cdf2,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'--c',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR5,1-cdf5,'--m',xxs,
yys, 'o-g')

    %% Theoretical PAPR Reduction Implementation
xx = 0:.02:12;
    n = K*1;
yy = zeros(length(n),length(xx));
for jj = 1:length(n)
yys(uint16(qq/10+1)) = yy(qq);
end
%  semilogy(PAPR5,1-cdf5,'-b',PAPR1,1-cdf1,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'-r',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR2,1-cdf2,'-k',xxs,  yys,
'-g')
% semilogy(PAPR5,1-cdf5,'.k'),hold on
%     semilogy(PAPR1,1-cdf1,'linewidth',2),hold on
% semilogy(PAPR3,1-cdf3,'linewidth',2),hold on
%     semilogy(PAPR4,1-cdf4,'linewidth',2),hold on

semilogy(PAPR2,1-cdf2,'linewidth',2),hold on
% semilogy(xxs, yys,'linewidth',2),hold on
```

```
% legend('Orignal','C-Selected Mapping, M = 27','C-
Selected Mapping, M = 8','Remodel Selected Mapping, M =
9','Remodel Selected Mapping, M = 8','theoretical',3)
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF (Pr[PAPR>PAPR0])');
% hold on;
gridon
% axis([6 12 10e-5 1])
```

Ek 1' in devamı

```
pause(0)
end
axes(handles.axes1);
semilogy(PAPR5,1-cdf5,'linewidth',2),hold on
%   title({'PAPR   for   different   Subcarriers   with
QPSK';'Conventional Selected Mapping, M = 27'})
%   title({'PAPR   for   different   Subcarriers   with
QPSK';'Conventional Selected Mapping, M = 8'})
%   title({'PAPR   for   different   Subcarriers   with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 9'})
title({'PAPR    for    different    Subcarriers    with
QPSK';'Remodeled Selected Mapping, M = 8'})
legend('(N = 64)','(N = 256)','(N = 1024)','Orignal')
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF    (Pr[PAPR>PAPR0])');    %    complementary
cumulative distribution function
holdon;
gridon
axis([6 12 10e-3 1])

% --- Executes on button press in pushbutton5.
function     pushbutton5_Callback(hObject,     eventdata,
handles)
% hObject    handle to pushbutton5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see
GUIDATA)

K = 128;
% U = 30;          % Number of Symbols
% samplerate=4;
% MAX_SYMBOLS   = 1e3;       % Number of iterations (Mont
carlo)


a = get(handles.edit1,'String');
U = str2num(a);

a = get(handles.edit2,'String');
```

```
samplerate = str2num(a);

a = get(handles.edit3,'String');
MAX_SYMBOLS = str2num(a);

guidata(hObject, handles);

QPSK_Set  = [1 -1 j -j];   % QPSK Constellation
```
Ek 1' in devamı
```
Phase_Set = [1 -1 j -j ];  % Phase Shift

%%%%%%% Initialize %%%%%%%%%%%%%%%%
PAPR_Orignal = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
PAPR_SelectedMapping_1    = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
PAPR_SelectedMapping_2    = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
PAPR_SelectedMapping_3    = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
PAPR_SelectedMapping_4    = zeros(1,MAX_SYMBOLS);
X     = zeros(U,K);
Index = zeros(U,K);

for nSymbol=1:MAX_SYMBOLS
set(handles.text7,'String',num2str(nSymbol),'Fontsize',10
)
pause(0)

Reconstruct Real Imaginary of X
X(u,:)=X_R_2+X_I_2;                                        %
Reconstruct  X Signal
end
%X(3:U,:) = X(3:U,:).*Phase_Rot(3:U,:);
    Xsam=Sample(X,samplerate);                             %
Ultra Sampeling
    x = ifft(Xsam,K*samplerate,2);                         %
IFFT Operation
    Signal_Power = abs(x.^2);                              %
Calculation Maximum Power of X
end

[cdf2, PAPR2] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_2);
for nSymbol=1:MAX_SYMBOLS
Index(1,:)    = randi(length(QPSK_Set),1,K);
    Mean_Power    = mean(Signal_Power,2);
    PAPR_temp = 10*log10(Peak_Power./Mean_Power);

end
[cdf5, PAPR5] = ecdf(PAPR_Orignal);
[cdf3, PAPR3] = ecdf(PAPR_SelectedMapping_1);
```

```
%semilogy(PAPR1,1-cdf1,'*-b',PAPR2,1-cdf2,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'--c',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR5,1-cdf5,'--m',xxs,
yys, 'o-g')

xx = 0:.02:12;
n = K*1;
yy = zeros(length(n),length(xx));
for jj=1:length(n)

for qq=1:uint16(length(xx))
```

Ek 1' in devamı

```
xxs(uint16(qq/10+1))=xx(qq);
yys(uint16(qq/10+1))=yy(qq);
end
axes(handles.axes1);
%semilogy(PAPR1,1-cdf1,'-b',PAPR2,1-cdf2,'--r',PAPR3,1-
cdf3,'--c',PAPR4,1-cdf4,'--k',PAPR5,1-cdf5,'-m',PAPR6,1-
cdf6, '-g',PAPR7,1-cdf7, '-b')
holdon
semilogy(PAPR5,1-cdf5,'-r','linewidth',2)
semilogy(PAPR1,1-cdf1,'-g','linewidth',2)
semilogy(PAPR3,1-cdf3,'-b','linewidth',2)
semilogy(PAPR4,1-cdf4,'-m','linewidth',2)
semilogy(PAPR2,1-cdf2,'-c','linewidth',2)
semilogy(xxs, yys, '-k','linewidth',2)

% semilogy(PAPR1s,1-cdf1s,'*-b'),hold on
% semilogy(PAPR2,1-cdf2,'--r')
% semilogy(PAPR3,1-cdf3,'--c')
% semilogy(PAPR4,1-cdf4,'--k')
% semilogy(PAPR5,1-cdf5,'--m')
% semilogy(xxs, yys, 'o-g')
legend('Orignal','Conventional Selected Mapping,
M=27','Conventional Selected Mapping, M=8','Remodeled
Selected Mapping, M=9','Remodeled Selected Mapping,
M=8','theoretical')
xlabel('PAPR0 [dB]');
ylabel('CCDF (Pr[PAPR>PAPR0])');
holdon;
gridon
axis([6 12 10e-5 1])

% --- Executes on button press in pushbutton6.
function pushbutton6_Callback(hObject, eventdata,
handles)
% hObject    handle to pushbutton6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
```

```
% handles      structure with handles and user data (see
GUIDATA)
axes(handles.axes1);
cla

% --- Executes on button press in pushbutton7.


function      pushbutton7_Callback(hObject,      eventdata,
handles)
% hObject    handle to pushbutton7 (see GCBO)
```

Ek 1' in devamı

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version
of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see
GUIDATA)
closeall
```

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ousama M. Abdulwaanes AWAD

Doğum Yeri ve Yılı : Elgubba-1978

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : osamaalawkle@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Faraj Bohoesh School (1996-2000)

Lisans : Al Tahadi University (2001-2005)

Yüksek Lisans : Kebangasaan University Malaysia (2008-2010)

Doktora : Kastamonu Universities (2016-2019)

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Albrega Middle School / Elgubba, Libya (2002)

İş Yeri : Bilgisayar Öğretmeni, Eğitim Bakanlığı LiBYA (2004 - 2011)

Yayınları

Awad. O. M. A, Kiliçaslan. M. F ., Rahebi . J . (2018). Peak to Average Power Ratio (PAPR) Reduction Techniques in OFDM for Optic Communications. International Journal of Science and Research Methodology. Acceptance Date: Article ID: IJSRM/HUMAN. November 2018 Vol.:11, Issue:1.

Awad. O. M. A, Kiliçaslan. M. F ., Rahebi . J .(2019). Peak to Average Power Ratio (PAPR) Reduction in OFDM for Optic Communications based on Conventional Selected Mapping. International Journal of Computer Science & Network Security(IJCSNS). Acceptance Date: Article ID: March 2019 ISSN 1738-7906.

Awad O M A , Kiliçaslan M. F, Rahebi J .(2019). nternational Congress on Engineering and Life Science' which will be held on Kastamonu (Turkey), April 11-14, 2019.

Awad O M A , Kiliçaslan M F ., Rahebi J .(2018)Second International Conference on Power Electronics & Renewable Energy Systems (ICPERES - 2018) APRIL 4-5, 2018