

# AVRUPA KARASAL SAYISAL TELEVİZYON STANDARTLARININ TBGG KANALI ETKİSİNDEKİ PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

## EUROPEAN TERRESTRIAL DIGITAL TELEVISION STANDARDS PERFORMANCE COMPARISON UNDER AWGN CHANNEL

Oktay Karakus

Serdar Özen

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü  
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü  
oktaykarakus@iyte.edu.tr

Koç Bilgi ve Savunma Teknolojileri A.Ş.  
serdar.ozen@kocsavunma.com.tr

### ÖZETÇE

*Bu çalışmada, Avrupa Sayısal Karasal Televizyon Yayın Standartları olarak bilinen Sayısal Karasal Televizyon Yayını (DVB-T) ve İkinci Nesil Sayısal Karasal Televizyon Yayını (DVB-T2) ile ilgili genel bir benzetim gerçekleştirilmiştir. Her iki standart da ayrı ayrı Toplanır Beyaz Gauss Gürültü (TBGG) Kanalı etkisinde benzetilmiş ve elde edilen sonuçlar standartlarda belirlenen hedef Bit Hata Oranı (BHO) ölçek alınarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar ışığında DVB-T2 standardının, TBGG etkisinde, DVB-T standardına göre çok daha başarılı sonuçlar verdiği ve uygulanan kod oranı ve kiplenim tekniği parametrelerine göre dört ila yedi desibel güç kazancı elde edildiği gözlemlenmiştir.*

### ABSTRACT

*In this study, a general simulation of the European Digital Terrestrial Television Broadcasting standards which are known as "Digital Video Broadcasting – Terrestrial (DVB-T)" and "Second Generation Digital Video Broadcasting – Terrestrial (DVB-T2)" are implemented. The both of the standards are simulated under the effects of Additive White Gaussian Noise (AWGN) Channel and the acquired results are compared according to the Target Bit Error Rate (BER) value which is stated in standards. These results show that DVB-T2 standard outperforms DVB-T standard under AWGN Channel and achieves nearly from four to seven decibels power gain according to code rate and modulation parameters.*

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojiye hızlı gelişmenin ışığında, televizyon yayın standartlarında da büyük ilerlemeler gerçekleşmiştir. Bu ilerlemeler, Yüksek Çözünürlüklü (YÇ) ve 3-Boyutlu (3B) yayınları mümkün kılmış ve bunların sabit ya da gezgin ortamlardan izlenilebilmesine imkân sağlamıştır. Mevcut birçok ülkede analog olarak icra edilen karasal yayıncılık bu gelişmelerden oldukça etkilenmiş ve karasal yayının da sayısal yapılabileceği fikri büyük bir ilerleme göstermiştir. 90lı yılların başından itibaren de sayısal karasal televizyon yayıncılığı, tüm dünyada önemli bir çalışma alanı olmuştur[1].

DVB (Digital Video Broadcasting) örgütü 1993 yılında kurulan ve sayısal televizyon ve veri servisleri için açık teknik dokümanlar tasarlayan yayıncıların, üreticilerin, yazılım

geliştiricilerin meydana getirdiği sanayi kaynaklı bir birliktir [1]. Bu örgüt, Avrupa kıtası için sayısal televizyon standartlarını tasarlayıp yayınlamıştır. Bu standartlar;

- DVB-S uydu sistemleri için [2],
- DVB-C kablolu sistemler için [3],
- DVB-H elde taşınır sistemler için [4],
- DVB-T karasal sistemler içindir [5].

DVB-T standardı ilk kez 1997 yılında yayınlanmıştır. Bu dokümanda, sayısal karasal televizyon yayını için gerekli olan temel bir iletim sistemi anlatılmaktadır. DVB-T mevcut sıklık izgesinin etkin kullanımına imkân sağlamaktadır. Ayrıca Standart Çözünürlük (SÇ), Geliştirilmiş Çözünürlük (GÇ) ve Yüksek Çözünürlük (YÇ) gibi servislere imkân sağladığı için esnek bir sistem olarak tanımlanabilir [5].

DVB-T2, birinci nesil sistemin devamı niteliğinde bir sistem olarak değil yeni bir sistem olarak tasarlanmıştır. Bu sistem, sıklık izgesinin daha etkin kullanımını, daha esnek bir iletimi, daha gülbüz sinyalleri sunmaktadır. Bunu içerisinde kullanılan en son teknoloji kodlama ve kiplenim teknikleri sayesinde sağlamaktadır [6]. DVB-T2 standardı ilk kez 2009 yılında yayınlanmıştır ve bu doküman içerisinde yeni temel iletim sistemi açıklanmaktadır [7].

DVB örgütünün öncelikli olarak Avrupa için tasarladığı sistemler, elde ettikleri başarı ile Asya, Afrika, Okyanusya ve Orta Doğu'ya kadar Dünyanın birçok ülkesinde etkin olarak kullanılmaktadır [1].

Literatürde DVB-T ve DVB-T2 için performansını değerlendiren birçok yayın mevcuttur. Bu yayınların bazılarında [8-14] DVB-T, bazılarında ise [15-18] DVB-T2 sistemine ait performans değerlendirmesinin çeşitli durumlardaki sonuçları verilmektedir.

Bu çalışmada, söz konusu sistemler olan DVB-T ve DVB-T2 aynı parametreler seçilerek TBGG Kanalı etkisinde incelenmiştir. İnceleme Matlab© programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Sistemlerin temel olarak hangi bölümler olduğu 2. Bölüm'de anlatılmıştır. 3. Bölüm'de sistemlerin performans karşılaştırması verilmiş ve 4. Bölüm'de sonuçlar ve gelecek çalışmalardaki planlamalar ile ilgili bilgiler verilecektir.

## 2. SİSTEM MİMARİLERİ

DVB örgütü yayınladığı standartlarda sistemlerin verici yapılarını belirli bir düzende anlatmaktadır. Alıcı tarafı DVB

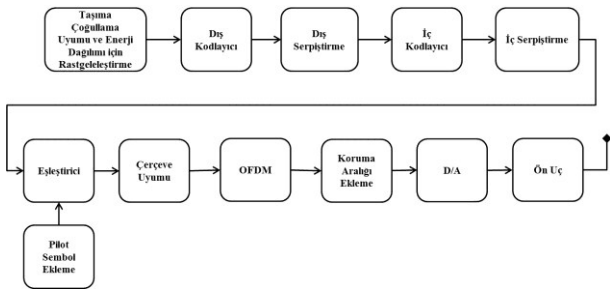
tarafından tanımlanmamaktadır. DVB-T ve DVB-T2'ye sistem mimarileri sırasıyla [5] ve [7]'de detaylı olarak belirtilmiştir.

## 2.1. DVB-T Mimarisi

DVB-T sistemleri, temel televizyon sinyallerinin MPEG-2 taşıma çoğullayıcısının çıkışından, karasal kanal karakteristiklerine dönüşümünü sağlayabilmek üzerine tasarlanmıştır. MPEG-2 Çoğullayıcısının çıkışındaki veriye sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanmaktadır [5];

- Taşıma Çoğullama Uyumu ve Enerji Dağılımı için Rastgeleleştirme
- Dış Kodlayıcı
- Dış Serpiştirme
- İç Kodlayıcı
- İç Serpiştirme
- Eşleştirme ve kiplenim
- Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama İletimi

Şekil 1'de DVB-T sisteminin vericisi blok diyagramı olarak verilmiştir.



Şekil 1: DVB-T Verici Blok Diyagramı [5]

Alıcı mimarisi, DVB tarafından tasarlanmamıştır. Bunun yerine tasarımcılara yol göstermesi amacıyla "Gerçekleme Ana Hatları (Implementation Guideline)" adında dokümanlar yayınlamıştır. Alıcı mimarisi bu doküman [19] göz önünde bulundurularak, vericideki işlemleri tersine çevirecek şekilde gerçekleştirilir.

## 2.2. DVB-T2 Mimarisi

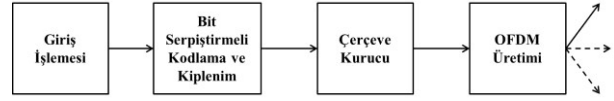
DVB-T2 sisteminin genel blok diyagramı şekil 2'de gösterilmiştir. Sistem çıkışındaki sinyal bir ya da iki tane olabilir. Çünkü DVB-T2 Tek Girdili Tek Çıktılı (TGTC) sistemler dışında, Çok Girdili Tek Çıktılı (ÇGTÇ) sistemlere de uyumlu olarak tasarlanmıştır.

DVB-T2, DVB-T'ye eklenen bazı yeni parametreler ve kullanılan yeni sistemler ile tasarlanmıştır. Bu yeni sistemlerin başında Kodlama Tekniği olan LDPC kodları ve BCH kodları söylenebilir. Ayrıca mevcut kiplenim tekniklerine ek olarak 256QAM tekniği de kullanılabilir.

Bir DVB-T2 sistemi genel olarak 4 ana alt sistemden oluşur. Bu sistemler [7];

- Giriş İşlemesi,
- Bit Serpiştirmeli Kodlama ve Kiplenim,

- Çerçeve Kurucu,
- Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama Üretimi.



Şekil 2: DVB-T2 Verici Blok Diyagramı [7]

## 3. PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

Bu bölümde, verilecek olan karşılaştırma, Bölüm 2'de bahsedilen sistemlerin alıcı ve verici tam sistemleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesi ve sonuçların birleştirilmesi ile elde edilecektir.

Karşılaştırma ana kapsam olarak iki alt bölümde incelenecektir.

Hedef BHO tanımı, DVB standartlarında tanımlanmıştır. Buna göre  $2 \times 10^{-4}$  değeri hedef BHO olarak seçilmiştir. Bu değer aynı zamanda "Neredeyse Hatasız" anlamına gelen Quasi Error Free (QEF) değeri olarak standartta yer almaktadır. Buna göre, eğer bir sistem "Neredeyse Hatasız" ise bunun anlamı, 5 Mbit/s hızda tek bir televizyon kod çözücüsü için 1 saatte 1 hatadan daha az hata meydana geliyor demektir. Bu değer iç kod çözücünün çıkışında ölçülen değerdir. Bu adımın ardından sinyal dış kod çözücüden de geçip düzeltilenecektir.

İlk olarak, standartlarda belirtilen hedef BHO için gerekli Taşıyıcı-Gürültü Oranı (TGO) değerleri göz önünde bulundurulacak ve DVB-T ve DVB-T2 sistemleri bu değerler ışığında karşılaştırılacaktır. DVB-T standardında 256QAM kiplenim tekniği olmadığı için, karşılaştırmanın daha kolay yapılması açısından bu teknik kullanılmamıştır.

İkinci karşılaştırma bölümü ise, desibel cinsinden değişen Sinyal Gürültü Oranı (SGO) değerleri için BHO değerlerinin nasıl değiştiğini BHO-SGO eğrileri üzerinde gözlemleyeceğiz. Bu karşılaştırma da, kolaylık açısından, her iki sisteme ait olan kodlama ve kiplenim parametrelerinden ortak olanlar kullanılmıştır. Bu parametreler;

- Kod oranı  $\rightarrow 1/2 - 2/3 - 3/4 - 5/6$
- Kiplenim  $\rightarrow$  QPSK - 16QAM - 64QAM

Her iki standartta da birçok değişik parametre bulunmaktadır. Bu karşılaştırmaların amacına yönelik olarak, etkisi göz ardı edilen bazı parametreler mevcuttur. Bu parametreler ise;

- İletim Modu  $\rightarrow$  2K
- İletim Tipi  $\rightarrow$  TGTC
- Kanal Bant Genişliği  $\rightarrow$  8MHz
- Hedef BHO (iç kod çözücüden sonra)  $\rightarrow 2 \times 10^{-4}$
- Hedef BHO (dış kod çözücüden sonra)  $\rightarrow 0$

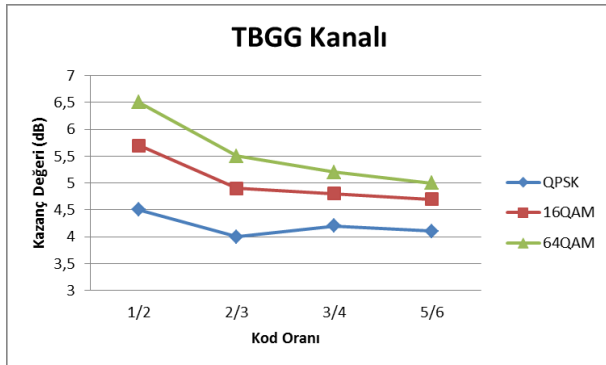
Görüldüğü gibi aşağıda, birinci aşamada verilecek olan değerler, yapılan benzetim sonucunda sinyalin aynı gönderildiği gibi geri elde edildiği, yani "Hatasız" bir iletimin değerleridir.

### 3.1. Gerekli Hedef BHO İçin Sonuçlar

Sistemlerin TBGG Kanalı etkisinde, hedef BHO oranına ulaşmak için ihtiyaç duyduğu desibel cinsinden TGO değerleri tablo 1'de gösterilmiştir.

Kiplenim	Kod Oranı	DVB-T	DVB-T2
QPSK	1/2	4.1	-0.4
QPSK	3/5	---	0.8
QPSK	2/3	5.7	1.7
QPSK	3/4	6.8	2.6
QPSK	4/5	---	3.3
QPSK	5/6	7.9	3.8
QPSK	7/8	8.1	---
16QAM	1/2	10.5	4.8
16QAM	3/5	---	6.2
16QAM	2/3	12.1	7.2
16QAM	3/4	13.3	8.5
16QAM	4/5	---	9.3
16QAM	5/6	14.7	10.0
16QAM	7/8	14.9	---
64QAM	1/2	15.9	9.4
64QAM	3/5	---	11.1
64QAM	2/3	17.8	12.3
64QAM	3/4	19.1	13.9
64QAM	4/5	---	14.9
64QAM	5/6	20.7	15.7
64QAM	7/8	21.1	---

Tablo 1: DVB-T veDVB-T2 sistemleri için, Hedef BHO'na ulaşmak için gerekli olan TGO'nun dB cinsinden değerleri

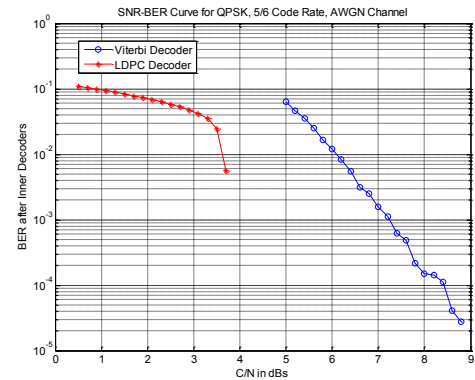
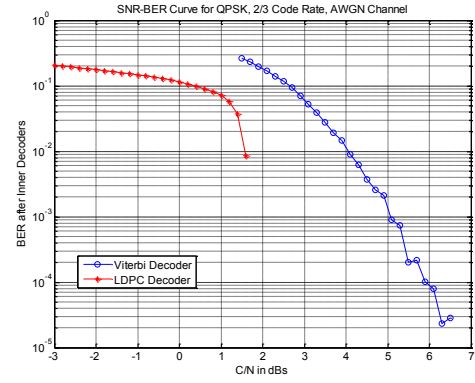


şekil 3: Hedef BHO değeri için DVB-T2'nin desibel cinsinden kazanç eğrileri

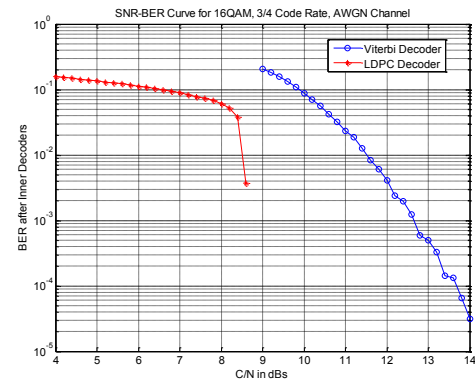
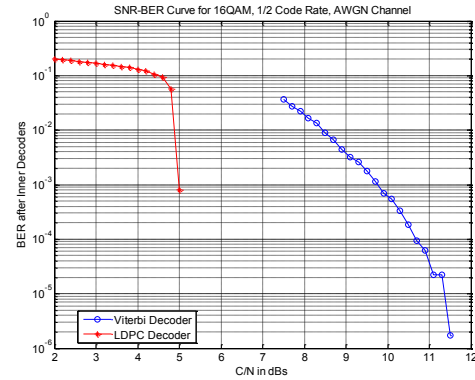
Tablo 1'de ve şekil 3'te grndğu üzere, aynı kiplenim ve kod oranı parametreleri işiğında ve aynı kanal etkisi altında DVB-T2, DVB-T sistemine göre 4 ila 7 dB kazanç sağlamaktadır. Kazanç değerlerinin artan Kod oranı değerlerinde azaldığı da gözlemlenmektedir. Bu da kendi içerisindeki tutarlılığını göstermektedir.

### 3.2. BHO-SGO Eğrileri için Sonuçlar

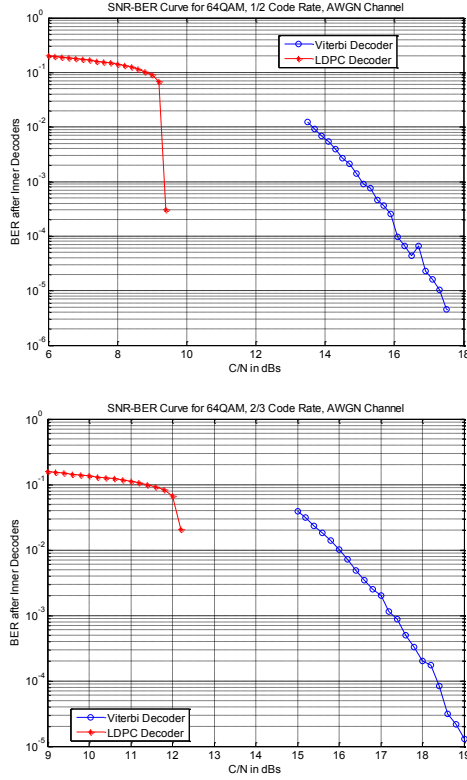
Bu bölümde değişen SGO değerlerine göre BHO değerinin nasıl değiştiğine ilişkin 12 mevcut şekilden 6 tanesi şekil 4-6'da verilecektir. Parametrelerin seçimi tamamen rastgele olarak yapılmıştır.



şekil 4: BHO-SGO Eğrileri QPSK a)2/3 b)5/6



şekil 5: BHO-SGO Eğrileri 16QAM a)1/2 b)3/4



Şekil 6: BHO-SGO Eğrileri 64QAM a)1/2 b)2/3

#### 4. SONUÇLAR

Performans karşılaştırması bölümünde gösterilen tablo ve şekillerde DVB-T2 standardının TBGG Kanalı etkisinde değişik kiplenim ve kod oranı parametreleri altında DVB-T standardına göre başarılı olduğu görülmüştür. Güç kazancının 4 ila 7 dB arasında değişmesi kazancın büyüklüğünü ortaya koymuştur. DVB-T2 eğrileri LDPC kod çözücüsünün karakteristiğini tam olarak yansıtmakta ve bazı SGO değerlerine gelindiğinde 0.5 db'lik bir değişime çok sert düşüşler ile cevap vermektedir.

Bu çalışma DVB-T ve DVB-T2 sistemlerinin tam benzetimlerinin yapılması açısından önemlidir. Ayrıca, ayrı ayrı birçok çalışmaya konu olmuş olmalarına rağmen, tek bir çalışma içinde karşılaştırılması açısından da literatürde bir eksiği kapatmış durumdadır.

İlerleyen çalışmalarda, söz konusu iki sistemi Çoklu yollu kanallar ve gezginlik etkileri eşliğinde test edip sonuçlarını elde etmeyi planlıyoruz.

#### 5. KAYNAKÇA

- [1] DVB Organization, 2003. "DVB Worldwide." (Accessed November 12, 2011). [http://www.dvb.org/about\\_dvb/dvb\\_worldwide/index.xml](http://www.dvb.org/about_dvb/dvb_worldwide/index.xml)
- [2] ETSI, *EN 300 421: Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding and Modulation for 11/12 GHz Satellite Services*, 1997.
- [3] ETSI, *EN 300 429: Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Cable Systems*, 1998.
- [4] ETSI, *TR 102 377: Digital Video Broadcasting (DVB); DVB-H Implementation Guidelines*, 2009.

- [5] ETSI, *EN 300 744: Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Terrestrial Television*, 2009.
- [6] ETSI, *DVB Fact Sheet: 2<sup>nd</sup> Generation Terrestrial the World's Most Advanced Digital Terrestrial Television System*, 2011.
- [7] ETSI, *EN 302 755: Digital Video Broadcasting (DVB); Framing Structure, Channel Coding and Modulation for a Second Generation Digital Terrestrial Television Broadcasting System (DVB-T2)*, 2011.
- [8] Jiang Y., Xu W., Grassmann C., "Implementing a DVB-T/H Receiver on a Software-Defined Radio Platform", *International Journal of Digital Multimedia Broadcasting, Volume 2009 (2009), Article ID 937848*, 2009
- [9] Ulovec K., Vysin M., "DVB-T and DVB-H Measuring Software for PC Connected with Spectrum Analyzer", *IEEE 20<sup>th</sup> International Conference Radioelektronika: 1 - 4*, 2010.
- [10] Onet R., Popescu V., Neag M., Saracut I., Topa M., McDonagh S., "Matlab Modeling and Analysis of the Signal Path in Zero-IF DVB-T/H Radio Receivers", *IEEE 9<sup>th</sup> International Symposium on Electronics and Telecommunications (ISECT 2010): 273-276*, 2010.
- [11] Stukavec R., Kratochvil T., "Matlab Simulation of the DVB-T Transmission", *IEEE 19<sup>th</sup> International Conference Radioelektronika: 315-318*, 2009.
- [12] Stukavec R., Kratochvil T., "Simulation and Measurement of the Transmission Distortions of the Digital Television DVB-T/H - Part 2: Hierarchical Modulation Performance", *Radioengineering Vol.19 No.3*, 2010.
- [13] Polak L., Kratochvil T., "Simulation and Measurement of the Transmission Distortions of the Digital Television DVB-T/H - Part 3: Transmission in Fading Channels", *Radioengineering Vol.19 No.3*, 2010.
- [14] Hüttl A., Kratochvil T., "DVB-T Channel Coding Implementation in Matlab". *Matlab Conference 2009 Prague*, 2009.
- [15] Eizmendi I., Prieto G., Berjon-Eriz G., Velez M.M., Arrinda A., Angueira P., "DVB-T2 Performance in Presence of Multipath Laboratory Tests", *2011 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 2011.
- [16] Eizmendi I., Berjon-Eriz G., Velez M.M., Prieto G., Arrinda A., "CNR requirements for DVB-T2 fixed reception based on field trial results", *IEEE Electronics Letters Vol.47 No.1*, 2011.
- [17] Fraile F., Nader C., Guerri J.C., Bjorsell N., "On The Reuse Of DVB-T Transmitter Infrastructure For DVB-T2", *2011 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 2011.
- [18] Berjon-Eriz G., Eizmendi I., Velez M.M., Prieto G., Montalban J., Arrinda A., de la Vega D., "Performance Evaluation Procedure For Mobile DVB-T2 Reception In Urban Environments", *2011 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 2011.
- [19] ETSI, *DVB Document A133: Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation Guidelines for a Second Generation Digital Terrestrial Television Broadcasting System (DVB-T2)*, 2010.