

Modeling the performance of a sorption thermal energy storage reactor using artificial neural networks

Citation for published version (APA):

Scapino, L., Zondag, H. A., Diriken, J., Rindt, C. C. M., van Bael, J., & Sciacovelli, A. (2019). Modeling the performance of a sorption thermal energy storage reactor using artificial neural networks. *Applied Energy*, 253, [113525]. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113525>

DOI:

[10.1016/j.apenergy.2019.113525](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113525)

Document status and date:

Published: 01/11/2019

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Kablosuz Video Yayını için H.264/AVC Kullanarak Katmanlar Arası Tasarım

Cross-Layer Design for Wireless Video Broadcasting using H.264/AVC

Çağdaş Atıcı, M. Oğuz Sunay

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Koç Üniversitesi, İstanbul
{catıcı, osunay}@ku.edu.tr

Özetçe

Hücrel ortamlarda video yayını, hizmet edilen kullanıcı sayısını ve alınan ortalama video kalitesini eniyileştirmeyi amaçlayan zorlu bir problemdir. Bu makalede, H.264/AVC kullanarak, çeşitli iletim veri hızlarını destekleyen bir kablosuz sistem için yeni, çoklu amaç eniyilemesi kullanılmış katmanlar arası video yayını şeması önerilmiştir. Çoklu amaç ve katmanlar arası eniyileme, alınan ortalama video PSNR değerinin eniyilendiği ve video yayını hizmet kesinti olasılığının enküçültüldüğü en iyi ödünleşim noktasına ulaşmak için hem fiziksel katman hem de H.264/AVC değişkenlerini bulmayı amaçlar. ITU Yaya A ve Taşıt B kanalları için yapılan benzetimler, önerilen katmanlar arası tasarım video yayını için kullanıldığında, yüksek veri hızlarında düşük hizmet kesintilerinin mümkün olduğunu göstermiştir.

Abstract

In cellular environments, video broadcasting is a challenging problem in which the number of users receiving the service and the average video quality of the received stream have to be intelligently optimized. In this paper, we propose a novel, multi-objective optimized cross-layer video broadcasting scheme for a wireless system capable of supporting a multitude of transmission data-rates using the H.264/AVC. The multi-objective, cross-layer optimization aims to find the H.264/AVC as well as the physical layer parameters jointly to reach the optimal compromise between maximizing the average received video PSNR and minimizing the video broadcast service outage probability. Simulations conducted for the ITU Pedestrian A and Vehicular B channels show that high data-rates with low outages are possible for video broadcasting when such a cross-layer design is used.

1. Giriş

Kablosuz video servislerinin gelecek nesil kablosuz ağlarda etkin rol oynaması beklenmektedir. Bu servislerden, kablosuz video yayını, yakın zamanda kamulaşan üç öneri ile dikkatleri üzerine çekmiştir: DVB-H [1], Media-Flo [2] ve MBMS [3]. Kablosuz video yayını için sunulan çözümleri iki ana başlıkta inceleyebiliriz; yüksek ve düşük güç gerektiren çözümler. Hem DVB-H hem de Media-Flo günümüzde kullanılan 2G ve 3G kablosuz sistemlerinin gereksinimi olan iletim gücünden çok daha fazla güce ihtiyaç duymaktadırlar. Bununla birlikte,

iki öneri de halihazırdaki hücrelerden çok daha geniş hücre büyüklüklerine (onlarca kilometre hücre çaplarına) sahiptirler.

Var olan 2G ve 3G kablosuz ağ altyapısını kullanarak düşük güçte ve düşük bant genişliğinde bir servis sağlamak da mümkündür. 1xEV-DO (IS-856) [4], 1xEV-DV ve HSDPA gibi 3G standardı için geliştirilen evrimler daha verimli spektrum kullanımı ile çoğul ortam servisleri için gerekli veri iletimini sağlamaktadırlar. MBMS, var olan EGPRS ve UMTS ağ yapılarında noktadan çoklu noktaya bilgi iletimini verimli kılmak için standartlarda küçük değişiklikler yaparak oluşturulmuştur. [5]'te Kuzey Amerika 3G standardı 1xEV-DO üzerine kurulu yüksek veri hızı ve düşük güç ile alternatif video yayını önerisi sunulmaktadır.

Genelde, belirli bir kablosuz sistem katmanının tasarımı diğer katmanları göz ardı ederek yapılır. Ancak, kablosuz çoğul ortam sistemlerinde MAC, taşınım ve uygulama katmanlarının katmanlar arası bir çatı altında tasarlanmasıyla her bir katmanın tek başına tasarlanmasıyla elde edilemeyecek kazanımlar elde edildiği anlaşılmıştır [6]-[7]. 3G sistemleri fiziksel katmandan MAC katmanına kadar geribesleme mekanizmasına sahip oldukları için böylesi katmanlar arası işlemlere izin vermektedirler. Ayrıca, katmanlar arası tasarımın, 3G sistemlerdeki isteğe bağlı video aktarımı gibi noktadan noktaya çoğul ortam servisi sağlaması açısından hem uygulanabilir hem de yararlı olduğu gösterilmiştir [7]. Bunun yanı sıra, kablosuz yayını servisi aynı yeriye birçok kullanıcıya yollamayı amaçlamaktadır. Bu yüzden gönderici, kullanıcılardan gelen bireysel geribesleme bilgilerini kullanamaz. Bu zorluklardan ötürü, yazında kablosuz yayını servisinde katmanlar arası tasarım önerisine sadece [8]'de yer verilmiştir. Bu öneride, yazarlar MBMS platformunda, fiziksel, bağ, taşınım ve uygulama katmanlarında gönderme yönünde hata düzeltimi için katmanlar arası eniyilemeyi incelemişlerdir.

Bu makalede, kablosuz video yayını için H.264/AVC kodlayıcısını [9] kullanarak katmanlar arası bir tasarım önermekteyiz. Bu çatıda, uygulama ve fiziksel katman değişkenlerini birlikte belirleyerek sistemin iki amacı doğrultusunda, video yayını servisi kapsama alanını ve alınan ortalama video kalitesini (PSNR) eniyileştirmek için eniyi ödünleşime ulaşılmıştır. Önerimiz, farklı iletim veri hızlarının uyarlamalı kodlama ve modülasyon ile mümkün olduğu kablosuz bir sistemi varsaymaktadır. Tasarımımız, var olan protokollerin yeniden tasarlanmasına gerek duymadan, hizmet sunulmadan önce yukarıda belirtilen iki ana amacı birlikte sağlayarak, uygulama ve fiziksel katmanları için gerekli katmanlar arası değişkenlerin belirlenmesini amaçlamaktadır.

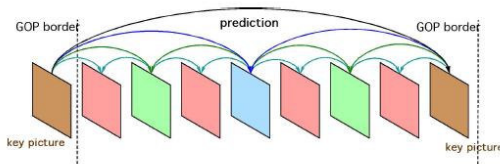
Makalenin devamında, H.264/AVC kodlama standardına değinilecektir. Ardından, H.264/AVC kodlayıcısını kullanan kablosuz video yayını için katmanlar arası problemin tanımı yapılacaktır. Akabinde, çoklu amaç eniyilemesi tekniği açıklanacaktır. Daha sonra, çoklu amaç eniyileme tekniğini kullanarak sistemin iki adet birbiriyle çelişen amacı için eniyi ödünleşim çözümü bulunacaktır. Son olarak, önerdiğimiz sistemin performansı değerlendirilerek makalemiz sonuçlanacaktır.

2. H.264/AVC Kodlayıcısı

Son zamanlarda, H.264/AVC, diğer adıyla MPEG-4 Part 10, kodlayıcısını geliştirmek üzere ITU-T'ye bağlı VCEG ile ISO/IEC'ye bağlı MPEG, JVT adı altında ortak bir grup oluşturdu. H.264/AVC standardı iki adet kavramsal katman içerir: video kodlama katmanı (VCL) ve ağ uyarlama katmanı (NAL). Özetle, VCL video sürüsünü betimleyen NAL da VCL'in betimini özgün taşınım katmanına uygun hale çevirir.

Genelde, video kodlama teknikleri, bir video sürüsündeki zamansal ve uzamsal katmanlardan yararlanarak önemli sıkıştırılmalar elde etmektedirler. H.264/AVC VCL, zamansal artıklığı devinim dengelenmesiyle, uzamsal artıklığı nicemleme ve dönüşüm katsayılarının entropi kodlanmasını takiben blok dönüşümü ile sömürmektedir. H.264/AVC VCL'de, dönüşüm katsayılarının nicemlemesi, nicemleme değişkeni (QP) tarafından belirlenen adım boyuna sahip sayıl nicemleyici kullanarak gerçekleştirilir.

Sıkıştırılacak olan video sürüsü belirli bir çerçeve hızında gösterilen çerçeveler dizisi içerir. Belirli sayıdaki ardışık çerçeveler bir GOP oluşturur. H.264/AVC VCL video sürüsünü GOP'lara ayırır ve her bir resmin makro bloklara bölünmesini sağlar. Her bir makro blok bir adet luma (Y) ve iki adet chroma (Cr ve Cb) bileşenleri içerir. İç ve dış kiplerinden herhangi birinde kodlanabilen makro bloklar H.264/AVC kodlayıcısının temel taşlarıdır. Eğer bir makro blok iç kipinde kodlanırsa, diğer resimlerdeki makro bloklarda bulunan hareket öngörüsünü kullanmadan kodlanmış olur. Eğer bir makro blok dış kipinde kodlanırsa, geçmiş ya da gelecek resimlerdeki makro blokların bir ya da daha fazlasına referans edilerek kodlanmış olur.



Şekil 1: Sıradüzensel B resimlerini içeren GOP yapısı

4 ikicili hiyerarşik aşamalı bir tipik sıradüzensel GOP yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Video sürüsünün ilk çerçevesi her zaman IDR resmi olarak kodlanır ve her GOP'a ait anahtar resim ya iç ya da dış kip ile kodlanır. Sıradüzensel B resimleri içeren GOP yapısının, klasik GOP yapısı olan "IBBP..."den daha etkin video kodlamaya sahip olduğu gösterilmiştir [10]. Yapılan video kodlama benzetimlerinde, kablosuz yayın hizmeti için sıradüzensel GOP yapısı kullanılmıştır.

3. Katmanlar Arası Tasarım Problemi

Önerilen katmanlar arası tasarım, fiziksel ve uygulama katmanlarındaki sistem değişkenlerinin iki sistem amacı, yayın hizmeti kapsama alanı ve alınan ortalama video kalitesini enbüyülmek, arasındaki eniyilemedir. Katmanlar arası sistem değişkenleri, fiziksel katmanda iletim veri hızı, uygulama katmanında çerçeve hızı, GOP boyu, iç çerçeve periyodu ve QP değeridir. Her bir değişkenin benzetim değerleri aşağıda verilmiştir:

$$F = \{15, 30\}$$

$$G = \{8, 16, 32, 64\}$$

$$I = \{x : x, y \in G \mid x \geq y\}$$

$$34 \leq Q \leq 40, \quad Q \in Z$$

burada F, G, I ve Q sırasıyla çerçeve hızını, GOP boyunu, iç çerçeve periyodunu ve nicemleme değişkenini ifade etmektedir. Bunlara ek olarak, IS-856 sisteminde, 12 kipte 8 farklı fiziksel katman iletim veri hızı tanımlanmıştır [4]. Çerçeve hızını, GOP boyunu, iç çerçeve periyodunu, QP değerini ve fiziksel katman iletim veri hızını değiştirerek 70 farklı ortak değişken seçim senaryosu, $S = \{S_1, S_2, \dots, S_{70}\}$ elde edilebilir. Katmanlar arası eniyileme problemi, 2. denklemi sağlayan en iyi ödünleşim ortak değişken seçim senaryosunu arar.

$$S_{opt} = \arg \min_s F(S) \quad (2)$$

burada F, önceden bahsedilen sistemin iki amacına sahip çoklu amaç eniyilemesinde ütopya noktasına olan uzaklığın fonksiyonudur. Sistem amaçları eşit ağırlıklı olduğu için en iyi ödünleşim değişken seçim senaryosu, PSNR ve servis hizmeti arasındaki en iyi dengeyi yakalayan çalışma kipi olacaktır.

4. Çoklu Amaç Eniyilemesi

Çoklu amaç eniyilemesi problemleri tek amaçlı eniyileme problemlerinden farklıdır. Tek amaçlı problemlerde bir ya da daha fazla en iyi çözüm olabilirken, MOO problemlerindeki birbiriyle çelişen veya ilintisiz amaç fonksiyonlarından ötürü bu durum geçerli değildir. Çoklu amaç eniyilemesinde, eğer amaç fonksiyonlarından bir tanesi diğer amaç fonksiyonlarını azaltarak geliştirilebiliyorsa, s^* çözümü Pareto en iyi olarak kabul edilir. MOO çatsısı, Pareto eğrisi olarak adlandırılan bir set eniyileme sonuçları içerir [11]. N tane farklı, çelişen veya ilintisiz amaç fonksiyonları olduğunu ve bütün fonksiyonların enküçültülmek istendiğini farz edelim. Olurlu bir s' çözümünün var olmadığını en az bir kesin eşitsizlik ile ifade edebiliriz:

$$f_i(s') \leq f_i(s^*), \quad \forall i \in \{1, \dots, N\} \quad (3)$$

Ütopya noktası, bütün amaç fonksiyonları için en düşük değerlere sahip olursuz bir nokta olarak tanımlanır. Çoğunlukla, ütopya noktası erişilemez haldedir ve Pareto eğrisi üzerindeki Pareto en iyi noktalar için referans noktası olarak kullanılır. Ütopya noktası ile her bir Pareto en iyi çözüm arasındaki mesafeyi bulmak için yeniden ölçeklendirme yapılması gerekmektedir. Amaç fonksiyonlarının ölçeklendirilmesi 0 ile 1 arasına aşağıdaki şekilde yapılabilir:

$$f_{i,ölçek}(m) = \frac{f_i(m) - f_{\min}(m)}{f_{\max}(m) - f_{\min}(m)} \quad (4)$$

Enküçültülmesi gereken iki amaç fonksiyonu ile MOO tekniğinin kullanılması için, alınan ortalama kullanıcı video kalitesini, ütopya noktasına göre alınan ortalama kullanıcı video kalitesine dönüştürmek gerekmektedir. Bu dönüşüm ile Pareto en iyi noktalar arasında ütopya noktasına en küçük Öklit mesafesine sahip olan aranır. Ütopya noktasına en yakın Pareto en iyi çözüm, en iyi ödünleşim çözümü olarak seçilir.

5. Benzetimler

Benzetimlerde, gerçekçi sonuçlara ulaşabilmek için Kuzey Amerika 3G paket veri standardı, IS-856 [4], ve en güncel H.264/AVC yazılımı [9] kullanılmıştır.

İlk olarak, sistem düzeyindeki benzetimler, yol kaybı, gölgeleme ve çok yollu sönmülemeyi içeren kablosuz kanal modelinin ITU-IMT 2000 kanallarında [12], Yaya A ve Taşıt B, kullanılmasıyla yapılmıştır. Yol kaybı COST231-Walfish-Ikegami [13] ile modellenirken, gölgeleme Gudmundson [14] modeline göre tanımlanmıştır. Çok yollu sönmüleme, [13]'te yer alan Rayleigh dağılımının iki bağımsız beyaz Gauss gürültü kaynağı ile süzgeçlenmesiyle elde edilmiştir. İkinci adımda, ADS 2004A programı yardımıyla fiziksel katman benzetimleri yapılmıştır. 32 gezgin kullanıcı bir biçimli şekilde altıgen bir hücreye 3000 saniye boyunca dağıtılarak, işaret gürültü oranı (SNR) ölçümü yapılmıştır. Sistem tarafından desteklenen her bir iletim veri hızı için %1 paket kayıp oranını (PER) sağlayan SNR değerleri elde edilmiştir. Son olarak, video kodlama benzetimlerinde ise, standart referans video sürüsü "Harbour" 352x288 (CIF) çözünürlüğünde kullanılmıştır.

Katmanlar arası tasarımın sonuçları için, bahsedilen üç benzetimi birleştirmek gerekmektedir. Bu sebeple, kodlanan video sürüsü, fiziksel katmandaki bir pakete sığdığı sürece parçalanmadan yerleştirilmiştir. İletim esnasında, bir adet video paketinin kaybının video kalitesini (PSNR) önemli ölçüde düşürdüğü gözlenmiştir. Fiziksel katman %1 PER kipinde çalıştığı için bu kayıplar kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu sebeple, basit 1/2 oranlı blok kod uygulanmıştır. Toplamda, 2,000,000 fiziksel katman paketine tekabül eden uzunlukta bir yayın üzerinde benzetimler yapılmıştır.

Çoklu amaç eniyileme tekniğini kullanmak için IS-856 rev. 0 sisteminin desteklediği en yüksek hızda, 2.4576 Mbps, seçilen video sürüsü GOP boyu 16, iç çerçeve periyodu 32 ve QP değeri 28 olarak kodlanmış ve 35.3419 dB değerinde PSNR elde edilmiştir. Böylece, çoklu amaç eniyileme için gerekli ütopya noktası 35.3419 dB PSNR değerine ve %0 hizmet kesintisi olasılığına sahiptir.

Daha sonra, olabilecek bütün sistem değişkenlerinin, çerçeve hızı, GOP boyu, iç çerçeve periyodu ve QP değerleri için hizmet kesintisi ve alınan ortalama video kalitesi hesaplanmıştır. Çerçeve hızı 30 Hz, GOP boyu 32, iç çerçeve periyodu 64 ve QP değeri 37 olan değişken setinin hem Yaya A hem de Taşıt B kanalları için en iyi ödünleşime sahip olduğu görülmüştür. Bu kipte, alınan ortalama video PSNR değeri 29.69891 dB iken, Yaya A kanalı için %99.994, Taşıt B için ise %94.871 hizmet kapsama olasılığı ölçülmüştür.

Her bir sistem değişkeninin diğerlerinden ayrı olarak etkilerini incelemek için, her bir değişkenin alınan ortalama video PSNR değerine ve hizmet kesinti olasılığına göre değişimi sırasıyla Şekil 2-4 ve Şekil 5-7'de görülebilir. Bu

grafikler çizilirken, geri kalan değişkenlerin sistemin iki amacına en iyi şekilde hizmet ettikleri durumlar ele alınmıştır. Grafiklere göre, GOP boyu ve iç çerçeve periyodu değişirken, servis kesinti olasılığı değişmemektedir. Bu durum, çerçeve hızı ve QP değerinin değiştirilmesiyle fiziksel katman iletim veri hızının sabit tutulabildiğini göstermektedir. Ayrıca, GOP boyu arttırıldıkça, alınan video kalitesi beklendiği gibi artmaktadır. Buna ek olarak, iç çerçeve periyodu arttıkça, bazı dalgalanmalara rağmen alınan video kalitesi artma eğilimi göstermektedir. İç çerçeve periyodundaki düşüş, iç çerçeve resimlerinden daha fazla kodlanmasına yol açacak ve %1 PER kipinde çalışan kablosuz sistemde, bu resimlerin kaybolma ihtimalini arttıracaktır. Bunun aksine, iç çerçeve resimleri hata yayılımını engelleyerek, alınan video PSNR değerini de yükseltmektedirler. Birbirine çelişen bu iki olay, grafiklerdeki dalgalanmaya sebep olmaktadır.

Yayın hizmeti için IS-856 sistemi kullanıldığında hem Yaya A hem de Taşıt B modelleri için eniyilenmiş QP değerinin 37 olduğu gözlenmiştir. Ancak, önerilen çatıdaki fiziksel katman iletim veri hızındaki kaba nicemlemenin rolü büyüktür. Fiziksel katmandaki iletim veri hızının ince nicemlemesi, çok daha düşük QP değerine ve bununla beraber servis kapsama alanında büyük düşüşler yaşanmadan PSNR değerinde kazanımlara yol açacaktır.

6. Sonuç

Bu makalede yeni bir katmanlar arası ve çoklu amaç eniyilenmiş, en büyük servis kapsama alanını ve en büyük alınan ortalama video kalitesini amaçlayan kablosuz video yayın sistemi sunulmuştur. Çoklu amaç eniyilemesi tekniği kullanarak, fiziksel ve uygulama katmanları değişkenlerinin ortaklaşa eniyilenmesi ile en iyi ödünleşim sistem değişkenleri seti bulunması önerilmiştir. Kullanılan sistem çeşitli iletim hızlarını ve uyarlanırlı kodlama ve modülasyonu desteklediği için Kuzey Amerika ve Avrupa 3G ve IEEE 802.11x standartlarına halihazırda uygulanabilmektedir.

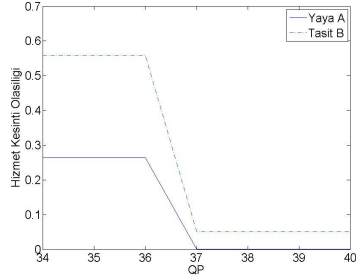
Katmanlar arası tasarım, birbiriyle çelişen iki amaç doğrultusunda kablosuz yayın sistemi için en iyi sistem değişkenleri olan çerçeve hızı, GOP boyu, iç çerçeve periyodu, QP değeri ve iletim veri hızını hesaplar. ITU Yaya A ve Taşıt B kanalları için yapılan benzetimler, önerilen katmanlar arası tasarımın yüksek veri hızlarında düşük hizmet kesintileri sağladığını göstermiştir.

7. Kaynakça

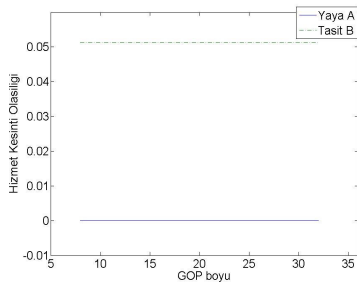
- [1] G. Faria, J. A. Henriksson, E. Stare, and P. Talmola, "DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices," *Proceedings of the IEEE*, vol. 94, no. 1, pp. 194-209, January 2006.
- [2] Qualcomm, "Media-Flo: Flo Technology Brief," http://www.qualcomm.com/mediaflo/news/pdf/flo_white_paper.pdf, May 6, 2005.
- [3] 3GPP Technical Specification Group Services and System Aspects, "Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Stage 1," 3GPP TS 22.146 v8.1.0, October 4, 2006.
- [4] TIA/EIA/IS-856, "Cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification", 3GPP2, C.S0024, v4.0, October 2002.
- [5] Ç. Atıcı, M.O. Sunay, "High Data-Rate Video Broadcasting over 3G Wireless Systems," *IEEE*

Transactions on Broadcasting, vol. 53, no. 1, March 2007.

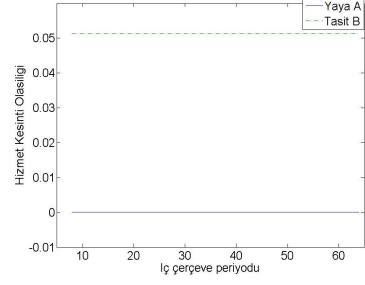
- [6] M. van der Schaar, S. Shankar N, "Cross-Layer Wireless Multimedia Transmission: Challenges, Principles, and New Paradigms," *IEEE Wireless Communications*, vol. 12, no. 4, pp. 50-58, August 2005.
- [7] T. Ozcelebi, M.O. Sunay, A.M. Tekalp, M.R. Civanlar, "Cross-Layer Optimized Rate Adaptation and Scheduling for Multiple-User Wireless Video Streaming," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 25, no. 5, May 2007.
- [8] H. Jenkac, T. Stockhammer, X. Wen, "Cross-Layer Assisted Reliability Design for Wireless Multimedia Broadcast," *EURASIP Signal Processing Journal*, vol. 86, no. 8, pp. 1933-1949, August 2006.
- [9] JVT, "AHG Report: JSVM & WD Test, SVC Software," JVT-O007, April 16-22, 2005.
- [10] H. Schwarz, D. Marpe and T. Wiegand, "Analysis of Hierarchical B Pictures and MCTF," *Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME 2006)*, Toronto, Canada, July 9-12, 2006.
- [11] Y.-il Lim, P. Floquet, X. Joulia, "Multiobjective Optimization Considering Economics and Environmental Impact," *Proceedings of the ECCE2, Montpellier, France*, October 5-7, 1999.
- [12] Recommendation ITU-R M.1225, Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000, ITU-R, 1997.
- [13] G.L. Stüber, Principles of Mobile Communication, second edition, Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [14] M. Gudmundson, "Correlation Model for Shadow Fading in Mobile Radio Systems" *Electronics Letters*, vol. 27, no. 23, pp. 2145-2146, November 1991.



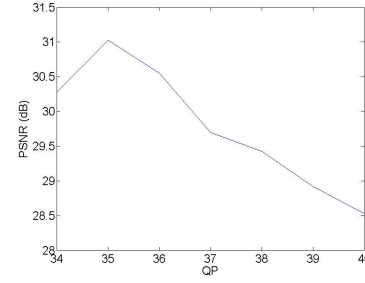
Şekil 2: Yayın hizmeti kesintisine QP değeri grafiği



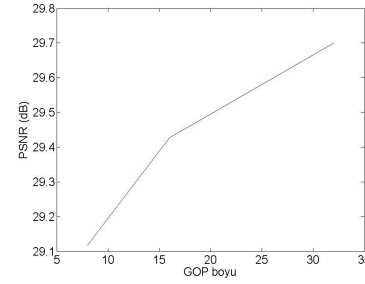
Şekil 3: Yayın hizmeti kesintisine GOP boyu grafiği



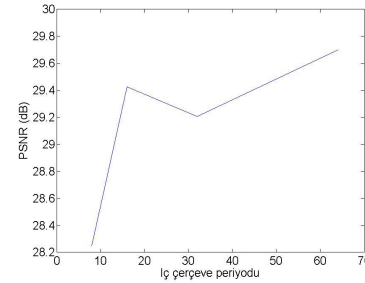
Şekil 4: Yayın hizmeti kesintisine iç çerçeve periyodu grafiği



Şekil 5: Alınan ortalama PSNR'ye QP değeri grafiği



Şekil 6: Alınan ortalama PSNR'ye GOP boyu grafiği



Şekil 7: Alınan ortalama PSNR'ye iç çerçeve periyodu grafiği