

LTE Ağlarda Yüksek Çözünürlüklü Video Aktarımlarında Video Kalitelerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Video Qualities in High Definition Video Streaming in LTE Networks

Tuncay YiĞİT
SDÜ Mühendislik Fakültesi
tuncayyigit@sdu.edu.tr

Mevlüt ERSOY
SDÜ Mühendislik Fakültesi
mevlutersoy@sdu.edu.tr

Öz

Günümüzde mobil cihaz kullanıcı sayılarındaki artış ve video uygulamalarının kullanımlarındaki artış hücresel ağlarda yeni yapıların geliştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda Uzun Dönemli Evrim (LTE – Long Term Evolution) teknolojileri tamamen paket anahtarlama yapısı ile geliştirilmiştir. LTE' nin ilk hedefi daha fazla kullanıcıya hizmet verebilmek ve daha hızlı veri aktarımı sağlayabilmektedir. Bu sayede özellikle video aktarımlarında görüntü ve oynatma kalitelerinde artışlar meydana gelmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda, LTE ağındaki MAC katmanında mobil kullanıcılara kaynak atamalarını sağlayan algoritmaların yüksek çözünürlüklü video aktarımlarındaki ve farklı kullanıcı sayılarındaki alıcı taraftaki video kaliteleri incelenmiştir. Video kaliteleri kullanıcı deneyimlerine göre değerlendirmede farklı bakış açıları bulunmaktadır. Bu nedenle ağın performans değerlendirmeleri net bir biçimde yapılamamaktadır. Video kalitesinin derecelendirmesinin subjektif bir şekilde yapılabilmesi için matematiksel model kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, kayıp paketlerin sayıları üzerinden alıcı taraftaki video donma kaliteleri incelenmiştir. Analizler sonucunda, LTE ağında yüksek çözünürlüklü video aktarım uygulamalarında kullanıcı sayılarının artış göstermesi ile ağıdaki tıkanıklık artmış ve video donma kaliteleri düşmüştür.

Anahtar Sözcükler: LTE, video aktarımı, ortalama görüş puanı

Gönderim ve kabul tarihi : 18.04.2017 - 29.05.2017

Abstract

Today, the rise of mobile device users and the increase in the use of video applications necessitate the development of new structures in cellular networks. In this context, Long Term Evolution (LTE) technologies have been completely developed with packet switching structure. The first goal of LTE is to serve more users and provide faster data transfer. It is aimed to increase the video and playback quality especially in video transmissions. In this context, high-resolution video transmissions of algorithms that provide resource assignments to mobile users in the MAC layer of the LTE network and video quality of the receiver side of different user counts have been examined. There are different perspectives on evaluating video qualities according to user experiences. For this reason, network performance evaluations cannot be done clearly. A mathematical model has been used to make the rating of the video quality a subjective one. In this study, video freezing qualities of the receiver side were investigated through the number of missing packets. As a result of the analysis, the increase in the number of users of video transmission applications has led to intensive congestion and poor quality video freezing in LTE network

Keywords: LTE, video streaming, Mean Opinion Score

1. Giriş

Uzun Dönemli Evrim (LTE – Long Term Evolution), tamamen paket anahtarlama yapısı temel alan dördüncü nesil (4N) kablosuz mobil

teknolojisi dir. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), standardizasyon esasları, spektrum ihtiyaçlarının tahmini, aday frekans bantları gibi altyapı özelliklerini IMT-Advanced adı altında belirlemiştir. 3GPP tarafından geliştirilen LTE sürüm 8, ITU'nun belirlemiş olduğu IMT-Advanced standartlarına en uygun gelişim olarak görülmüştür [1]. Sonrasında, farklı altyapı özelliklerinin eklenmesi ile LTE – Advanced adı altında LTE Sürüm 10 ile mobil telefonlar için yüksek hızlı veri aktarımı ve hareketlilik sağlayan yeni nesil kablosuz mobil ağ teknolojisi geliştirilmiştir [2]. LTE ağında veri aktarımı tek bir taşıyıcı frekans yerine birden fazla alt taşıyıcı frekansların oluşturulmasını sağlayan OFDMA tekniği ile gerçekleştirilmektedir. Bu sayede daha fazla kullanıcıya hizmet verilmektedir. Aynı zamanda daha çok veri aktarımı sağlanabilmektedir.

LTE ağında mobil aygıtlara veri aktarımı, baz istasyonu olarak bilinen eNodeB'lerde 180KHz bant genişliğine sahip kaynak bloklarının oluşturulması ile gerçekleştirilir. Sistemin bant genişliğine bağlı olarak 1 ms zaman diliminde farklı sayılarda olabilen kaynak blokları, eNodeB tarafından mobil kullanıcılara frekans ve zaman düzleminde atamaları yapılmaktadır. Baz istasyonları bu atamaları, belirli ölçütlere göre oluşturulan ve Ortam Erişim Kontrol (MAC – Medium Access Control) katmanında bulunan çizeleme algoritmaları ile gerçekleştirmektedir.

Günümüzde video izleme oranları ve gerçek zamanlı video konferans uygulamalarının yaygınlaşması ile LTE ağlardan aktarılan verilerin miktarında artışlar olmuştur. Özellikle kamera çözünürlüklerinin artması ile paylaşılan videoların kaliteleri ve kapasiteleri artmıştır [3]. Video kalitelerindeki ve kullanıcı sayılarındaki artış nedeniyle kullanıcı deneyimlerine göre izlenen video kaliteleri farklılık gösterebilmektedir. LTE ağlarda video paketlerinin aktarımlarını sağlamak için yeterli kaynak atamasının yapılması gerekmektedir. Yeterli kaynak atamasının yapılamaması durumunda kullanıcılara aktarılan video paketlerinde kayıplar veya gecikmeler yaşanabilecektir.

Kullanıcıların video kalitelerini farklı derecelendirdikleri aşıkârdır. Örneğin bir telekonferans sırasındaki video kalitesi ile günlük hayattaki video kalitesi derecelendirmeleri farklı olabilmektedir. Bununla birlikte ekran boyutları, ekran çözünürlükleri ve görüntüye olan uzaklıklarda

kullanıcıların video kalitelerini derecelendirmede farklılıklar oluşturabilmektedir. Kullanıcı deneyimlerine göre yapılan video kalitelerinde ağın performansı tam olarak belirlenememektedir. Bu nedenle ITU ağ planlama aracı olarak Ortalama Görüş Puanı (MOS) matematiksel modelini tavsiye etmiştir. Bu kapsamda ns-3 ayrık simülasyon aracı kullanılarak oluşturulan LTE ağında yüksek çözünürlüklü video aktarımında kullanıcı sayılarına bağlı olarak video kalite derecelendirmeleri Maksimum Veri Çıktısı (MT – Maximum Throughput), Orantısal Adillik (PF - Proportional Fair) ve Döngüsel Planlama (RR – Round Robin) algoritmalarına göre değerlendirilmiştir [4]. Kaynak atama algoritmalarının video aktarımlarındaki izleyici taraftaki kalite derecelendirmeleri yapılmıştır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde LTE ağlarda gerçekleştirilen farklı kaynak atama algoritmalarına göre video kalite değerlendirmeleri ile ilgili literatür taraması verilmiştir. Üçüncü bölümde izleyici tarafta video kalite değerlerinin matematiksel modeli verilmiş, dördüncü bölümde 3GPP tarafından önerilen algoritmalara göre video kalite derecelendirmeleri karşılaştırılmış ve son bölümde sonuç ve öneriler verilmiştir.

2. Literatür Araştırması

Ju vd. [5] yapmış oldukları çalışmada, kullanıcı deneyimlerine bağlı QCIF formatındaki video akış uygulamalarında kaynak atama problemi çözümü üzerinde çalışmışlardır. Kullanıcılardan alınan Görüş puan ortalaması ve en yüksek sinyal gürültü oranı arasındaki ilişkiye göre kullanıcı deneyimleri tespit edilmiştir. Tespit edilen verilere dayalı olarak Parçacık Sürüsü Algoritması (PSA) ile kaynak ataması yapılmıştır. Kaynak ataması sonucu geleneksel kaynak atama algoritmaları ile karşılaştırıldığında kullanıcıların algıladığı video kalitesi en üst düzeye çıkarılmış ve aynı zamanda kullanıcılar arasında kaynak atamada adillik sağlanmıştır.

Cheng ve Mohapatra [6] yapmış oldukları çalışmada, LTE ağlarında video akış uygulamalarının video kalitelerini eniyilemesini sağlamak için indirme yönündeki kaynak çizeleme problemini incelemişlerdir. Problemin çözümü için Genetik Algoritma ve Tavlama Benzetimi gibi sezgisel yöntemlerden yararlanmış ve

sonuçlar En Büyük Ağırlıklı Gecikme önce izelleme algoritması ile karşılaştırılmıştır. Video kalitesini tahmin edebilmek için sistemdeki kullanıcılara atanan kaynak sayısını rastgele bir şekilde belirleyerek popülasyon oluşturmuşlardır. Her izelleme zamanında kaynak bloklarının sahip olduğu bit hızı ve bit hata oranı arasındaki ilişki ile video kalitesindeki bozulmaları tahmin ederek amaç fonksiyonlarını belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada, en yüksek sinyal gürültü oranı, ortalama en düşük paket kayıp oranı ve ortalama kaynak bekleme süresini GA ile bulmuşlardır.

Castanho [7] yapmış olduğu tez çalışmasında, LTE ağında özellikle gelişmiş oklu Ortam Yayın oklu Yayın Hizmetleri (eMBMS - evolved Multimedia Broadcast Multicast Service) zerinden video iletimlerinin optimizasyonunu ve analizini gerçekleştirmiştir. Video kalitelerini artırmak için Modülasyon Kodlama şeması indeks değerini arttırarak kullanıcı deneyimlerine göre optimizasyon gerçekleştirilmiştir.

3. Video Kalitelerinin MOS Değerlerinin Hesaplanması

ITU, ses, video ve sesli videoların kalite değerlerini ifade edebilmek için Ortalama Görüş Puanı (MOS - Mean Opinion Score) olarak adlandırılan terminoloji kullanılmasını tavsiye etmiştir [8]. Bu model, farklı iletim formatları ile yapılan IPTV uygulamaları, mobil video aktarımları gibi uygulamalarda son kullanıcılar tarafındaki kalite değerlerini tahmin etmek için geliştirilmiştir.

Bu farklılıkları ortadan kaldırmak için MOS, tavsiye edilmiş bir modeldir. Bu nedenle özellikle ‘‘Ağ Planlama Aracı’’ olarak kullanılan bir modeldir. Ağın paket kaybına yatkın olduğu varsayımıyla ses ve video formatı, ses ve video kodlayıcılar, ses ve video bit hızları gibi IP ağlarında iletim ayarlarını şemede yardımcı olmaktadır [9]. Bu alışma kapsamında yapılan farklı kaynak atama algoritmalarına göre video kalitelerinin sübjektif bir şekilde tespiti için izelge 1’de belirtilen MOS değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 1. MOS değerleri ve açıklamaları[8]

MOS	Açıklaması
5	Mükemmel
4	İyi
3	Orta
2	Zayıf
1	Kötü

Sübjektif video kalitelerini belirleyen MOS değerini aşağıda sözde kodu verilen algoritma ile bulunmaktadır. İlgili fonksiyonun almış olduğu Q parametresi Denklem 1’e göre elde edilmektedir.

$$\begin{aligned}
 & \text{fonksiyon } MOS = FMOS(Q) \\
 & \{ \\
 & \quad MOS_{MAX} = 4.9 \\
 & \quad MOS_{MIN} = 1.05 \\
 & \quad \text{Eğer } (Q > 0 \text{ ve } Q < 100) \\
 & \quad MOS = (MOS_{MIN} + \frac{MOS_{MAX} - MOS_{MIN}}{100} \cdot Q \\
 & \quad \quad + Q \cdot (Q - 60) \cdot (100 - Q) \cdot 7 \cdot 10^{-6}) \\
 & \quad \text{değerse eğer } (Q > 100) \quad MOS = MOS_{MAX} \\
 & \quad \quad \text{değerse } MOS = MOS_{MIN} \\
 & \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= 100 - Q_{codeV} - Q_{traV} \\
 (1)
 \end{aligned}$$

Denklem 1’e göre Q_{codeV} değerini, video sıkıştırma sonucunda elde edilen video verisinin tahmini video kalitesidir. Denklem 2’ye göre tahmini olarak elde edilen bu değer, video znrlklerine göre daha önceden belirlenen ekte verilen tablolardaki katsayılara göre tespit edilmektedir.

$$\begin{aligned}
 Q_{codeV} &= a_{1V} x e^{a_{2V} \times BPP} + a_{3V} x CC + a_{4V} \\
 (2)
 \end{aligned}$$

Denklem 2’ye göre, CC değerini, video paket dizisinin uzamsal ve zamansal düzlemdeki karmaşıklık değeridir. CC değerini Denklem 2a’ya göre hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
 CC &= a_{31} x \exp(a_{32} x BPP) + a_{33} \quad (2a)
 \end{aligned}$$

Denklem 2a’da belirtilen BPP değerini, her pikseldeki bitlerin ortalama sayısıdır. BPP değerini Denklem 2b’ye göre hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
 BPP &= \frac{BRV x 10^6}{NPPF x FR} \quad (2b)
 \end{aligned}$$

Denklem 2b’de belirtilen BRV değerini, videonun bit hızını (Mbps), $NPPF$ değerini, her video

çerçevesindeki piksellerin sayısını ve FR değeri ise videonun çerçeve hızını belirtmektedir.

Denklem 1'e göre $QtraV$ değeri, video iletim hataları için tahmini video kalitesini belirtmektedir. $QtraV$ değeri Denklem 3'e göre belirlenmektedir.

$$QtraV = b1V \times \log(b2V \times FRE + 1) \quad (3)$$

Denklem 3'e göre FRE değeri, alıcı tarafta donma kalitesi, paket kaybı olarak uygulandığı zaman bozulma değerini belirtmektedir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen model sonuçlarına göre alıcı tarafta donma kaliteleri belirlendiği için Denklem 3a'ya göre FRE değeri hesaplanmıştır. Ayrıca ITU'nun önermiş olduğu denklemlerde alıcı tarafta videonun kesimlilik kaliteleri de hesaplanabilmektedir.

$$FRE = p_1 \times \exp(p_2 \times FRNP) \quad (3a)$$

Denklem 3a'ya göre, FRE değeri ağın durumu ile ilgili parametreler üzerinden hesaplanmaktadır. $FRNP$ değeri, Denklem 3b'ye göre hesaplanmaktadır.

$$FRNP = (b_{21} - Icodn) \times \frac{TSLV}{Icodn \times (b_{22} \times TSBV + b_{23}) + TSLV} \quad (3b)$$

Denklem 3b'ye göre, $TSLV$, video paketlerindeki kayıp yüzdelere, $TSBV$ ise ölçüm paketlerindeki art arda kaybolan paketlerin ortalama sayısını belirtmektedir. Bu çalışma kapsamında $TSLV$ ve $TSBV$ parametreleri ns-3 ayrık benzetim programında oluşturulan LTE ağına ait izleme dosyaları üzerinden elde edilen değerlere göre hesaplanmıştır. $Icodn$ değeri ise Denklem 3c'ye elde edilmekte ve $QcodeV$ değeri Denklem 2'ye göre hesaplanmaktadır.

$$Icodn = \begin{cases} QcodeV, & QcodeV \leq 65 \\ 65, & QcodeV > 65 \end{cases} \quad (4.3c)$$

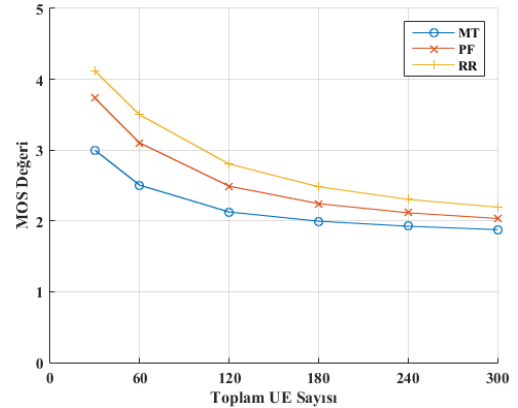
4. Uygulama

Bu çalışma kapsamında, LTE ağına 3GPP tarafından belirlenen MT, PF ve RR kaynak atama algoritmalarına göre alıcı tarafta donma kalitelerini gösteren MOS değerleri hesaplanmıştır. Deneyler, ns-3 benzetim programı kullanılarak 30, 60, 120, 180, 240, 300 kullanıcı ekipmanları (UE – User Equipments) tanımlaması yapılmıştır. Aynı zamanda genel bir veri ağı üzerinde farklı ağ

adresine sahip 1280x720 (720p), 1920x1080 (1080p) ile 3840x2160 (2160p) yüksek çözünürlükte video akışı sağlayan sunucular tanımlanmıştır. Kullanıcılar, 1000m² açık alanda hareketli veya hareketsiz olarak rastgele tanımlanmıştır. Kullanıcıların deney başlangıcında herhangi bir sunucudan istekte bulunması sağlanmıştır. Gelen isteklere cevap veren sunuculardan çıkan video paketleri en kısa yolu bularak istekte bulunan mobil kullanıcılara yönlendirmeleri sağlanmıştır. Deneyler sonucunda istekte bulunan kullanıcılar için video dosyalarının kayıp paket sayıları elde edilmiştir. Video dosyasının özellikleri ve kayıp paket sayıları üzerinden MOS değerleri hesaplanmıştır.

4.1. Video Kalite Puanlarının Değerlendirilmesi

Şekil 1'de MT, PF ve RR algoritmalarına göre kullanıcı tarafında oynatılan gerçek zamanlı videoların donma kalitelerini gösteren MOS değerleri gösterilmektedir.

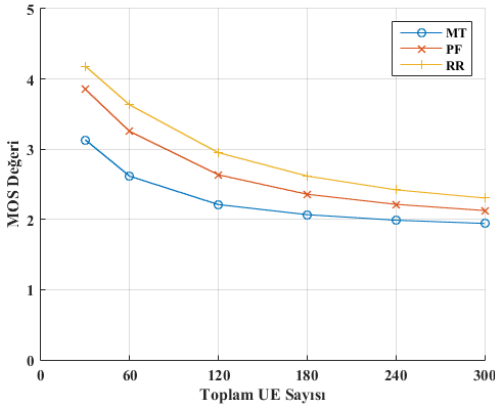


Şekil 1. 720p video aktarımında UE tarafındaki MOS değerleri

Şekil 1'de gösterilen MOS değerlerine göre videoların duraklamadan sürekli olarak oynatılması durumu belirtilmektedir. Özellikle RR algoritmasında 30 ve 60 UE sayısında daha iyi bir kaliteye sahip olduğu gözlenmiştir. Yine PF algoritmasında da 30 UE sayısında duraklama durumları yaşanmayacağı gözlenmiştir. MT algoritmasında 30 UE sayısında ise bazı UE'lere kaynak ataması yapılmadığı için MOS değeri düşük çıkmıştır. Ancak kaynak ataması yapılan

kullanıcıların duraklama durumları diğer algoritmalara göre daha iyi olduğunu söyleyebiliriz. 720p çözünürlükte donma kaliteleri yaklaşık olarak 120 ve daha fazla UE sayısından sonra kötüleştiği görülmektedir. Bu duruma göre 720p çözünürlükteki bir sunucu üzerinde yaklaşık 120 kullanıcıdan sonra video oynatımlarında donmaların yaşanacağı ve bu nedenle video kalitelerinin düşmesi beklenilmektedir.

Şekil 2’de 1080p çözünürlükte videoların MT, PF ve RR algoritmalarına göre, kullanıcı tarafında oynatılan videoların donma kalitelerini gösteren MOS değerleri gösterilmiştir.

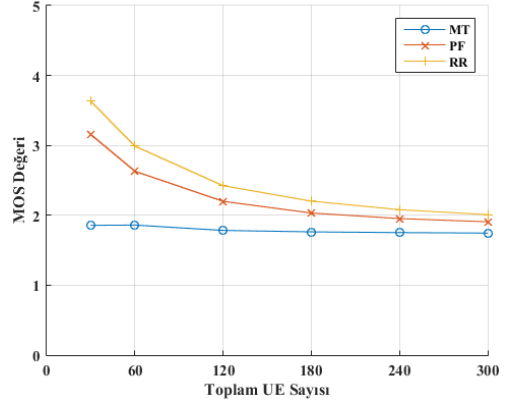


Şekil 2. 1080p video aktarımında UE tarafındaki video kalite değerleri

Şekil 2’de gösterilen MOS değerlerinin değişimi 720p çözünürlükteki aktarımlar ile benzerlikler göstermiştir. Özellikle RR ve PF algoritmasında 30 ve 60 UE sayısında daha iyi bir kaliteye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Video çerçevelerinin çözünürlükleri de dikkate alındığında 720p video paketlerine göre görüntü kalitesi daha iyidir. MT algoritmasında 30 UE sayısında ise bazı UE'lere kaynak ataması yapılamadığı için MOS değeri düşük çıkmıştır. Ancak kaynak ataması yapılan kullanıcıların donma durumları diğer algoritmalara göre daha iyi olduğunu söyleyebiliriz. 720p çözünürlükte olduğu gibi 1080p çözünürlükteki videolarda da donma kaliteleri yaklaşık olarak 120 ve daha fazla UE sayısından sonra kötüleştiği görülmektedir. Bu duruma göre 1080p çözünürlükteki bir sunucu üzerinde yaklaşık 120 kullanıcıdan sonra video oynatımlarında donmaların

yaşanacağı ve bu nedenle video kalitelerinin düşmesi beklenilmektedir.

Şekil 3’de göre 2160p çözünürlükte videoların MT, PF ve RR algoritmalarına göre, UE tarafındaki MOS değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3. 2160p video aktarımında UE tarafındaki MOS değerleri

Şekil 3’e göre, 2160p çözünürlükte UE’lerde oynatılan videolarda düşük kullanıcı sayılarında bile donmaların meydana gelebilmektedir. 2160p çözünürlükte video aktarımlarında 60 ve üzeri kullanıcı sayılarında video kalitesi diğer çözünürlükteki aktarımlara göre daha düşüktür. Mevcut algoritmalarda oynatılan videolarda donmaların daha fazla yaşanacağı söylenebilir. Özellikle 240 ve 300 kullanıcı sayılarında videoların çerçevelerinin oynatılması daha zordur.

5. Sonuç ve Öneriler

Mevcut algoritmaların 720p, 1080p ve 2160p çözünürlükteki video aktarımlarındaki karakteristik özelliklerine bakıldığında düşük kullanıcı sayılarında alıcı taraftaki video kalitelerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Kullanıcı sayılarının artması ile LTE ağında yüksek çözünürlüklü video aktarımları etkin bir şekilde yapılamamıştır. Ağda tıkanıklıklar meydana gelmiş ve mobil kullanıcılara gönderilen paketlerde kayıp paket sayısı artmış ve bu nedenle video kalite değerleri giderek azalmıştır. Gelecek çalışmalarda MOS değerlerinde düşme yaşandığı anda kaynak atama zamanlamasını güncelleyebilen, anlık kararlar verebilen kaynak atama algoritmaları tasarlanabilir.

6. Kaynakça

- [1] Erik Dahlman, S. Parkvall, and J. Sköld, *4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband*. USA: Elsevier, 2011.
- [2] I. Ahmed, M. Ismail, J. Lloret, K. Zrar, B. B. Zaidan, and A. A. Tareq, "Improvement of SCTP congestion control in the LTE-A network," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 58, pp. 119–129, 2015.
- [3] T. J. Barnett, A. Sumits, S. Jain, and U. Andra, "Cisco Visual Networking Index (VNI) Update Global Mobile Data Traffic Forecast," *Vni*, pp. 2015–2020, 2015.
- [4] M. ERSOY, "4G Teknolojilerinde Tıkanıklık Tahminlerine Göre Kaynak Ataması Yapılarak Yüksek Çözünürlüklü Ve Gerçek Zamanlı Video Aktarımı," Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 2017.
- [5] Y. Ju, Z. Lu, D. Ling, X. Wen, W. Zheng, and W. Ma, "QoE-based cross-layer design for video applications over LTE," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 72, no. 2, pp. 1093–1113, 2014.
- [6] X. Cheng and P. Mohapatra, "Quality-optimized downlink scheduling for video streaming applications in LTE networks," *GLOBECOM - IEEE Glob. Telecommun. Conf.*, pp. 1914–1919, 2012.
- [7] M. A. M. Castanho, "Analysis and optimisation of video transmission in LTE networks," *Gr. Res. Wirel.*, no. February, 2015.
- [8] ITU-T, "Recommendation ITU-T P.800.1 : Mean opinion score (MOS) terminology," 2016.
- [9] ITU-T, "Recommendation ITU-T G.1071: Opinion model for network planning of video and audio streaming applications," 2015.

MOS Değeri Bulunmasında Kullanılacak Katsayılar

Çizelge 2. Farklı video çözünürlükleri için video model katsayıları [9]

Video Çözünürlüğü	a1v	a2v	a3v	a4v
SD	61.28	-11.00	6.00	6.21
HD	51.28	-22.00	6.00	6.21

Video Çözünürlüğü	b1v	b2v	c1v	c2v
SD	12.70	907.36	17.73	123.08
HD	12.70	907.36	17.73	123.08

Çizelge 3. CC parametreleri için katsayı değerleri [8]

	SD (PAL,NTSC)	HD(HD720, HD1080)
a ₃₁	0.91	3.92
a ₃₂	-9.39	-27.54
a ₃₃	0.10	0.26

Çizelge 4. FRE parametresi için katsayı değerleri [8]

	SD (PAL, NTSC), HD (HD720, HD1080)
P1	0.0001661
P2	0.1166
B21	69.39
B22	0.00019
B23	0.00082