

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**H.264 VİDEOLARINDA BÖLÜT
BELİRLEMESİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Sevtap KUŞTUTAN

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
619.01.00

Sunuş Tarihi:06.12.2007

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Aylin KANTARCI

BORNOVA - İZMİR

III

Sevtap KUŞTUTAN tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan “H.264/AVC Videolarında Bölüt Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza:

Jüri Başkanı :

Raportör Üye :

Üye: :

ÖZET

H.264/AVC VİDEOLARINDA BÖLÜT BELİRLEME ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

KUŞTUTAN, Sevtap

Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Tez Yöneticisi: Yard. Doç. Dr. Aylin KANTARCI
Aralık 2007, 88 sayfa

Video kodlama, internet teknolojisi ve sayısal televizyon sistemlerindeki gelişme sayısal video verisinin önemini artırmıştır. Video veri boyutunun büyük olması verinin saklanması, iletimi ve işlenmesinin maliyetini artırmaktadır. Video verilerindeki tekrarların ortadan kaldırılmasına dayanan video sıkıştırma algoritmaları video boyutunda önemli ölçüde azalma sağlamış, internetten iletim ve video veri tabanlarında video saklama gibi uygulamalarda etkinlik belirli ölçüde artmıştır. Aynı etkinlik artışı video içeriğinin analizine dayalı uygulamalarda, verinin tekrar çözülmesi gerekliliği nedeniyle sağlanamamış; bu durum, sıkıştırılmış veriyi çözmeye gerek kalmadan içerik yönünden analiz eden yöntemlerin gelişmesine öncülük etmiştir.

Bu çalışma son video sıkıştırma algoritması H.264/AVC' yi kullanarak sıkıştırılmış bit akımını çözümlemeye gerek kalmadan içerik bakımından analiz eden yöntemlerin testi ve geliştirilmesi üzerine odaklanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: H.264/AVC, Aşamalı ve Keskin Sahne Geçiş, Çerçeve, Makroblok, Bit Akımı, Kodlayıcı

VII

ABSTRACT

A STUDY ON VIDEO SEGMENTATION IN H.264/AVC VIDEOS

KUŞTUTAN, Sevtap

MSc, Institute of Natural and Applied Sciences

Supervisor: Ass. Prof. Aylin KANTARCI

December 2007, 88 pages

The increasing demand to incorporate video data into video coding, internet technology and digital television systems has made digital video technology a necessity. A problem, however, is that, video data requires large bandwidth and would consume a lot of storage and computing resources. With the introduction of video coding algorithms which reduces video size by eliminating redundant parts, performance of video applications like transmission over internet, storing large amount of video in video databases has improved. On the other hand, the same performance improvement could not be achieved for video applications which rely on the content, because compressed video should be decompressed before analysis in these kind of applications. This situation encouraged new studies to develop techniques which analyze content of the compressed video. Currently there are different techniques developed while new ones are on their way.

This study focuses on testing and improving proposed video content analysis techniques improved for new video coding standard called H.264/AVC.

Keywords: H264/AVC, Gradual and Abrupt Scene Change, Frame, Macroblock, Bit Stream, Encoder

IX

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu tez konusu üzerinde bana çalışma imkanı veren, çalışma süresince deneyim ve bilgilerini esirgemeyen ve sağladığı kaynaklarla araştırma ve geliştirmeye destek olan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Aylin KANTARCI'ya teşekkür ederim. Ayrıca tez süresince yanımda olan ve sürekli destek veren aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
1.GİRİŞ	1
2. TEMEL BİLGİLER	4
2.1 Video Kodlama Standartları.....	4
2.2 H.264/AVC Video Kodlama Standardı	8
2.2.1 H.264/AVC NAL	9
2.2.2 H.264/AVC VCL	11
2.2.3 Profiller ve seviyeler	20
2.3 Video İçerik Analizi	22
2.4 H.264/AVC Standardında Sahne Değişiminin Tespiti	25
2.4.1 Keskin sahne geçişlerini tespit eden yöntemler	30
2.4.2 Aşamalı sahne geçişini tespit eden yöntem.....	36
2.4.3 Keskin ve aşamalı sahne geçişlerini tespit ederken Sarah ve Choe yöntemlerinin birlikte kullanılması	37
3 YAPILAN DENEYLER	44
3.2 Keskin ve Aşamalı Geçiş Tespiti Üzerine Deneyler.....	49
4. SONUÇ	69
KAYNAKLAR DİZİNİ	71
KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor).....	72
EKLER	73
Ek2. silent_container_news_foreman_BRef1.yuv (352x288) (24 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği - “BreferancePictures=1”	76
Ek3. bus_container_flowers_paris.yuv (352x288) (249 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği- “IntraPeriod=0”	76
Ek3. bus_container_flowers_paris.yuv (352x288) (249 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği- “IntraPeriod=0”	77
Ek4. bus_container_flowers_paris.yuv (352x288) (249 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği- “IntraPeriod=5”	78
Ek5. 151007_EgeUniTanitim (352x288) (42 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	78
Ek5. 151007_EgeUniTanitim (352x288) (42 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	79
Ek6. Ege_Tanitim8_AsamalıGecis2_0_20 (352x288) (20 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği.....	80

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

Ek7. EgeTntm15_DegisimYokHareketli_0_143 (352x288) (143 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	80
Ek7. EgeTntm15_DegisimYokHareketli_0_143 (352x288) (143 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	81
Ek8. EgeTanitim_501_1496 (352x288) (995 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	81
Ek8. EgeTanitim_501_1496 (352x288) (995 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	82
Ek9. EgeTanitim12_AsamaliKeskinKarışık_0_100 (352x288) (100 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	83
Ek10. EgeTanitim11_MedianYok_70_170 (352x288) (100 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği	84
Ek.11 bridgeClose_flowers_costGuard_highway_Aşamalı (352x288) (291 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği	85
Ek.12 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan_Aşamalı (352x288) (325 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği	85
Ek.12 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan_Aşamalı (352x288) (325 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği	86
Ek.13 mothDaugh_silent_tempete_waterfall_Aşamalı (352x288) (291 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği	86
Ek.13 mothDaugh_silent_tempete_waterfall_Aşamalı (352x288) (291 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği	87
ÖZGEÇMİŞ	88

XIII

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil

Sayfa

Şekil2. 1 - Melez video kodlama standardı kodlayıcı şeması	6
Şekil2. 2-Melez video kodlama standardı kod çözme şeması.....	7
Şekil2. 3- Video Kodlama Standardı Kapsamı	8
Şekil2. 4- H.264/AVC standardının katman yapısı.....	9
Şekil2. 5 Luma Sample - 4x4 referans blok (9 tahminleme modu)	13
Şekil2. 6 Luma Sample - 16x16 blok (4 tahminleme modu)	14
Şekil2. 7 Chroma Sample - 8x8 blok (4 tahminleme modu).....	15
Şekil2. 8 Çoklu referans resimli hareket tamamlamalı tahminleme (MCP)	16
Şekil2. 9 Hareket tahminlemesinde kullanılmak üzere makroblokların ve 8x8 birimlerin bölünmesi	17
Şekil2. 10- Tamsayı dönüştürme matrisleri.	19
Şekil2. 11- Tarama sırası (a) Çerçeve (b) Alan modu.	19
Şekil2. 12 - H.264/AVC standardının profilleri ve o profillere ait araçları.	21
Şekil2. 13 - Hiyerarşik Video Çözümleme	22
Şekil2. 14 -Olası Sahne Değişim Noktaları (MPEG algoritmaları için geçerlidir)	24
Şekil2. 15 -Alt-bloklara bölünmüş çerçeve.....	27
Şekil2. 16 (a)H.264 çerçeve-içi kodlama yönleri (b) Choe yönteminde referans edilen çerçeve-içi kodlama yönleri	34
Şekil2. 17 Aşamalı Geçişler (a)Aşamalı Geçişin Yumuşatılması.....	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Tablo2. 1 H.264/AVC Dilim Tipleri.....	12
Tablo3. 1 Kullanılan test videoları.....	44
Tablo3. 2 Deneyde kullanılan video dizisinin kodlama parametreleri ...	46
Tablo3. 3 silent_container_news_foreman videosu için IntraPeriod=0 ve IntraPeriod=5 için edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	48
Tablo3. 4- bus_container_flowers_paris videosu için IntraPeriod=0 ve IntraPeriod=5 için edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	49
Tablo3. 5 151007_EgeUniTanitim videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	50
Tablo3. 6 Ege_Tanitim8_AsmaliGecis2_0_20videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	51
Tablo3. 7 Ege_Tanitim9_AsmaliGecis3 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	52
Tablo3. 8 EgeTanitim15_DegisimYokHareketli_0_143 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	53
Tablo3. 9 EgeTanitim_501_1496 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	54
Tablo3. 10 EgeTanitim17_Efektli_0_20 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	55
Tablo3. 11 EgeTanitim17_AsamaliGecis_0_50 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	56
Tablo3. 12 EgeTanitim12_AsamaliKeskinKarışık_0_100 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	57
Tablo3. 13 hall_mothAnddaugh_mobile videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması	58

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge	Sayfa
Tablo3. 14 FocusDegisimi_paris_0_15_30 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	59
Tablo3. 15 EgeTanitim11_MedianYok_70_170 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	60
Tablo3. 16 mobile41_45ArasiFlashEfektli videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	61
Tablo3. 17 mothAndDaugh0_132_BrightnessDeg76_106 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	62
Tablo3. 18 mothAndDaugh0_132_sephia videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	63
Tablo3. 19 bridgeClose_flowers_costGuard_highway videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	64
Tablo3. 20 bridgeClose_flowers_costGuard_highway_Aşamalı videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	64
Tablo3. 21 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	65
Tablo3. 22 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan_Aşamalı videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	66
Tablo3. 23 mothDaugh_silent_tempete_waterfall videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	67
Tablo3. 24 mothDaugh_silent_tempete_waterfall_Aşamalı videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması.....	68
Tablo3. 25 Sarah, Choe, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10) yöntemlerinin başarı karşılaştırması	68

1.GİRİŞ

Son yıllarda görsel bilginin oluşturulması, iletimi ve kullanımına olan talebin artması sayısal video sıkıştırma teknolojilerine olan ilginin de dolaylı olarak artmasını ve bu teknolojide önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır. Sayısal video iletişimi, internet ya da yerel alan ağı (LAN) üzerinden video akışlandırma, DVD ya da kişisel video kaydedicileri gibi değişik ortamlarda görsel bilgi kaydı, kablolu ya da kablosuz gerçek zamanlı konuşma hizmetleri gibi pek çok uygulamada kullanılmaktadır.

Videonun iletiminde temel kaygı, kısıtlı bit yoğunluğuna izin veren mevcut iletim hattı üzerinden kaynak verinin mümkün olan en az kayıpla iletilmesini sağlamaktır (Sullivan and Wiegand, 2005). Aynı şekilde videonun kaydedilmesinde, kayıt ortamının sağladığı kısıtlı alana düşük kayıpla sıkıştırılmış mümkün olan en fazla boyutta verinin saklanması amaçlanır.

İletim kanalının verimli kullanılması, kodlanmış video çözüldüğünde elde edilen videodaki bozulma ve iletim hattındaki gecikme oranının en az seviyede tutulması, hesaplama ve bellek kullanım etkinliğinin yükseltilmesi amacıyla değişik video kodlama standartları geliştirmiştir. 1990 tarihinden itibaren geliştirilen bu standartlar, geliştirilme tarihleri açısından sıralandığında- ITU-T H.261, ISO-IEC MPEG-1, ISO-IEC MPEG-2, ITU-T H.263, ISO-IEC MPEG-4' tür.

H.261 ISDN hatları üzerinden video telefon, video konferans uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. MPEG-1 geliştirilirken video CD'lere VHS kalitesinde ses ve görüntü kaydı ve kayıtlı veriye hızlı erişim amaçlanmıştır. MPEG-2 standardı, uydu ve antenler aracılığıyla veya kablo üzerinden iletilen standart kalite (SD) ve yüksek kalite (HD) TV yayınları ile DVD'lere kaydedilen standart kalite (SD) video sinyallerinin sıkıştırılmasında kullanılmak üzere geliştirilmiş bir standarttır (Özbek ve Tunalı, 2005). H.263 standardı, videonun ağ üzerinden gerçek zamanlı iletiminin önemli olduğu kablosuz ve PSTN hatları üzerinden video konferans, video ile güvenlik gözetimi gibi uygulamalarda kullanılmak üzere H.261'in geliştirilmiş versiyonudur.

Etkileşimli TV, internet video gibi yeni nesil çoklu-ortam uygulamalarındaki ihtiyacı karşılamak üzere MPEG-4 standardı geliştirilmiştir. Video çerçevelerini içerdiği nesneler bazında parçalayıp sıkıştıran MPEG-4 geliştirilirken salt video sıkıştırma üzerine odaklanılmamış, video içeriğine de müdahale edilebilmesi amaçlanmıştır. H.263 MPEG-4'e temel teşkil etmiştir. Teknoloji geliştikçe, ortaya çıkan uygulama ihtiyacını karşılamak üzere MPEG-4 'ün geliştirilmesine devam edilmektedir.

Yüksek kalite TV yayınlarının (HDTV) kullanımı yaygınlaştıkça, yüksek sıkıştırma oranına duyulan ihtiyaç da arta-gelmektedir. Ayrıca kablosuz ortamda video iletimi, kişisel video kaydedicileri, talebe bağlı video getirimi (video on demand) ve video konferans uygulamaları gibi gelişen internet çokluortam uygulamaları mümkün olan en iyi kalitede yüksek sıkıştırmayı gerektirmektedir. H.264/AVC standardı bu gereksinimleri karşılamak için geliştirilmiş en son standarttır. ITU-T'ye bağlı VCEG (Video Coding Experts Group) ve ISO/IEC'e bağlı MPEG (Moving Picture Expert Group) grubu 2001 yılında bir araya gelerek JVT (Joint Video Team)'i kurmuştur. Standardın taslağı Haziran 2003'te tamamlanmıştır. Profesyonel uygulamalarda kullanılan sürümlerin ise geliştirilmesine devam edilmektedir. H.264/AVC daha önceki kodlama standartlarına göre çok daha yüksek oranda sıkıştırma sağlar. H.264/AVC MPEG-4 Part10 olarak da anılır.

H.264/AVC algoritmasında önceki standartlarda mevcut olmayan birçok özellik bulunmaktadır. H.264/AVC'nin en önemli yeniliği farklı uygulamalara uyarlanabilirliği ve esnekliği artırmak üzere, Video Kodlama Katmanı (Video Coding Layer) ve Ağ Soyutlama Katmanı (Network Abstraction Layer) şeklinde kodlama işlemini ikiye ayırmasıdır. Video Kodlama Katmanı video içeriğini etkin şekilde sunmak için tasarlanmıştır. Ağ Soyutlama Katmanı ise, Video Kodlama Katmanında biçimlendirilen videonun ağ üzerinden iletilmek üzere başlık bilgisi de eklenerek paketlenmesini sağlar. Böylece H.264/AVC'nin farklı iletim ve kayıt ortamlarında kullanılabilecek esnek bir standart olması sağlanmıştır (Pei and Chou, 1999). Eklenen değişken blok büyüklüğü, Hadamard dönüşümü, RD-Lagrangian iyileştirmesi, kesikli örnek keskinliği, çoklu referans resimleri, B resimlerin referans olarak kullanılabilmesi, CABAC entropi kodlama, bloklara ayırma filtresi gibi özellikler ile önceki standartlara göre elde edilen sıkıştırma oranı

artırılmıştır. Ayrıca bu standart ile gelen esnek makroblok sıralama, keyfi dilim sıralama, fazladan dilim kodlama yöntemleri ile SP ve SI dilimler sayesinde hataya dayanıklılık yeteneği geliştirilmiştir (Ostermann at al., 2004).

Video kodlama, internet teknolojisi ve sayısal televizyon yayıncılığında yaşanan bu ilerlemeler, terabyte'lar boyutunda video verisinin iletim hatları üzerinden akmasını ve sayısal görüntü arşivleri gibi sayısal verinin kaydedildiği pek çok ortamda yönetimi giderek zorlaşan büyük miktarlarda verinin birikmesini de beraberinde getirmektedir.

Videolar büyük boyutlu verilerdir. Sıkıştırma algoritmaları veri boyutunda belirli oranda düşme sağlasa da kısıtlı iletim kaynakları nedeniyle video iletimi henüz istenen etkinlikten uzaktır. Benzer şekilde, çok etkin bir kataloglama yapmadan depo ortamına kaydedilen büyük boyutlu video verisine tekrar ulaşmanın insan gözüyle sıralı gözlemlene yapmak dışında etkin bir yolu bulunmamaktadır.

İletim hatlarının daha etkin kullanılması, ilgili veriye hızlı erişime duyulan talep gibi nedenler özellikle sıkıştırılmış videoda içerik analizi konusunda çalışmaları tetiklemiştir. Bu amaçla ISO IEC MPEG sıkıştırılmış videolarda içerik tespiti üzerine çalışmalar yapılmıştır (Wiegand at al., 2003). İçerik analizi odaklı geliştiren nesneye dayalı sıkıştırma yöntemi olan ISO IEC MPEG-4 algoritması kullanılarak sıkıştırılmış veri indeksleme ve çıkarma yöntemlerini destekler. Nesne hareketi gibi gerekli pek çok içerik özelliği sıkıştırma esnasında elde edildiği için video yapı bölümlenmesi ve anahtar çerçeve çıkarma işlemleri MPEG-4'te oldukça kolaydır.

Bu tezin amacı, en son geliştirilen ve kullanımı hızla artan H.264/AVC sıkıştırma algoritması kullanarak sıkıştırılmış videolarda bölüt belirleme yoluyla içerik analizi yapmaktır. Tezin ilk bölümünde genel olarak tüm video kodlama standartları ve H.264 video kodlama standardının detayları ile video içerik analizi yöntemleri hakkında genel bilgiye yer verilmektedir. İkinci bölümde yapılan deneyler, referans kaynak kod üzerindeki değişiklikler ve deney sonuçları hakkında bilgi verilmektedir. Son olarak genel değerlendirme yapılmakta ve ileride yapılabilir çalışmalara değinilmektedir.

2. TEMEL BİLGİLER

Bu bölümde genel olarak tüm video sıkıştırma standartları ile birlikte H.264/AVC video sıkıştırma standardı hakkında bilgiler, değişik sıkıştırma algoritmaları kullanılarak sıkıştırılmış video bit akımında içerik tespiti yapan yöntemler ve özel olarak H.264'te bu konuda yapılmış çalışmalar hakkında bilgiler verilecektir.

2.1 Video Kodlama Standartları

Resim sıkıştırma algoritmalarında (örnek JPEG) uygulanan temel adımlar tahminleme, dönüşüm, nicemleme, entropi kodlamadır. Tahminleme, kod çözen tarafa ulaştığında, aktif çerçevenin eldeki önceden çözülmüş çerçeve bilgilerine de dayanarak elde edilmesine olanak verecek bilginin hazırlanması sürecidir. Dönüşüm, girdi örneklerinin istatistiksel analizine dayanarak yeni bir örnek kümesi oluşturulmasına dayanır. Nicemleme, örneğin daha az bit kullanarak temsil edilmesini sağlayan, sıkıştırmada kayba neden olan adımdır. Entropi kodlama ise videoyu meydana getiren sembollerin bağıl olasılıklarına dayanarak farklı şekilde ifadesine dayanır. Verinin boyutunun küçültüldüğü temel adımdır.

Bu adımlar konumsal benzerliği kullanır ve çerçeve-içi tahminleme adını alır. Videolar ise ardışık olarak birbirini tekrarlayan çerçevelerden oluşur. Bu nedenle video sıkıştırmada zamansal benzerlik de kodlamada esas alınır. Ardışık sahneler arasındaki fark tahminlemede esas alınır. (çerçeveler-arası tahminleme)

Birbirine benzeyen ardışık çerçeveler arasında farka neden olan etken çerçevedeki hareket eden nesnelerdir. Nesneler az miktarda hareket etse dahi, nesnelerin bulunduğu arka plana bağlı olarak çerçeve içeriğinde belirli ölçüde değişiklik meydana gelir. Aktif çerçeve içeriği önceki çerçeve ile karşılaştırılır; konumu değişen bloklar hareket vektörleri (motion vector) ile işaretlenir. En benzer bloğu aramak ve bulunan blok için hareket vektörü oluşturma süreci hareket tahminlemesi (motion estimation) olarak adlandırılır. Benzer blok ile aktif blok arasındaki farkın kodlanması esasına dayanan bu yöntem en genel adıyla

kalan kodlamalı hareket tamamlamalı tahminlemedir. (MCP residual coding)

Yeni algoritmalar, ekledikleri yöntemlerle hareket tamamlamalı tahminlemenin (MCP) etkinliğini geliştirmiştir. Fakat eklenen her özellik tahminlemenin karmaşıklığını da artırmıştır.

Kesikli örnek keskinliğinde tahminleme - Tamsayı keskinliğinde hareket vektörleri ile tahmin edilebilmekte olan hareketin doğruluğunu artırmak, sıkıştırma sürecini daha etkin ve esnek kılmak için yarım ve çeyrek blok keskinliğinde hareket vektör tahminlemeleri yapmaktır. MPEG-1, MPEG-2 ve H.263 algoritmalarında yarım blok keskinliğinde hareket tahminleme (half-sample) kullanılır. MPEG-4 ve H.264/AVC'de çeyrek blok keskinliğinde hareket tahminleme gerçekleştirilir.

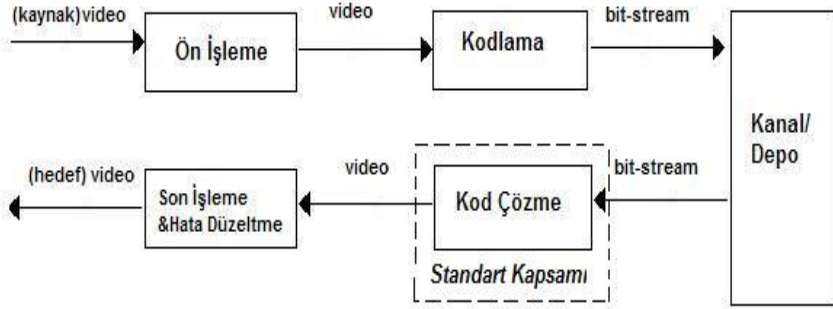
Resim sınırlarında hareket tahminlemesi- İlk olarak H.263'te uygulanmıştır. Resmin kenarları için de hareket tahminlemesi yapılmasıdır. Karşılaştırma için sınır referans alınmak üzere kopyalanır.

İki referanslı tahminleme-Hesaplanan iki tahmin (MCP) bilgisinin ortalaması alınır. Bir tahminleme aktif çerçevenin ilerisindeki, diğer tahminleme gerisindeki çerçeve referans alınarak yapılır. MPEG-1 ve sonrasındaki standartlarda bu yöntem uygulanmıştır. Süreğen ve yavaş hareket geçişleri içeren videolarda tahminleme etkinliğini artıran yöntemdir.

Değişken blok büyüklüklü tahminleme- Hareket vektör tahminlemesi yapılan her bölge içi uygun boyutun belirlenmesine olanak verir.

Çok referans resimli tahminleme- Önceden çözülmüş bir ya da iki resmi kullanarak yapılan tahminlemedir. Video dizisindeki uzun dönem istatistiksel bağımlılıkların tahminlemede kullanılmasını amaçlar.

Melez video kodlama algoritması (Şekil2.1) takip eden şekilde çalışır: Her resim bloklara bölünür. Video dizisinin ilk resmi çerçeve-içi tahminlenir. Rastgele erişim noktası olarak ayarlanan resimler çerçeve-içi tahminlenirken, bunlar dışındaki diğer resimler çerçeveler arası tahminlenir. Çerçeve-içi ve çerçeve-arası tahminlemede, aktif blok ve referans alınan blok arasındaki fark frekans dönüşümü ile dönüştürülür. Elde edilen dönüştürülmüş bilgi ölçeklenir, nicemlenir, entropi kodlanır ve şekil2.2’ de gösterilen kod çözücü tarafa iletilir.



Şekil2. 3- Video Kodlama Standardı Kapsamı

2.2 H.264/AVC Video Kodlama Standardı

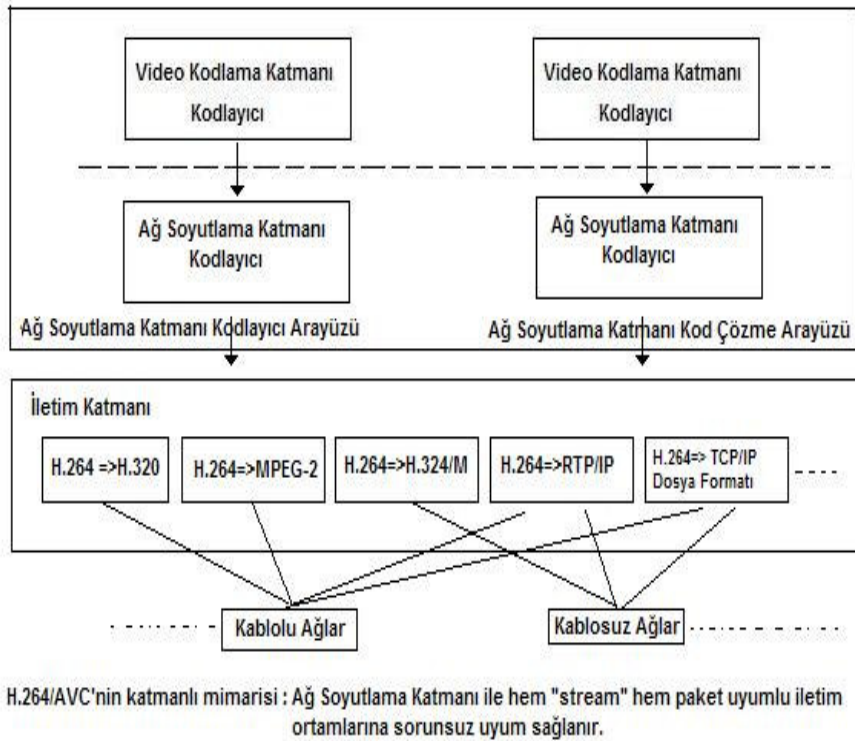
H.264/AVC, VCEG ve MPEG uzmanlarından oluşan JVT grubu tarafından geliştirilen, daha önceki standartlara göre daha etkin sıkıştırma sağlayan en son geliştirilmiş video kodlama standardıdır.

H.264 standardı, video kodlama için, temelde, önceki standartlar (H.261, MPEG-1, MPEG-2, H.263, MPEG-4) ile aynı fonksiyonel elemanları kullanır:

- Zamansal ve konumsal benzerliği kullanan hareket tamamlamalı tahminleme (motion compensated prediction)
- Konumsal bağımlılığı kullanan dönüşüm (transform for reduction of spatial correlation)
- Veri yoğunluğunu (bit-rate) yönetmek için yapılan nicemleme
- İstatistiksel bağımlılığı kullanan entropi kodlama

H.264/AVC ile gelen kodlama etkinliğindeki artış bu fonksiyonel elemanların detaylarındaki farklılıklar ve Şekil2.4'te resmedilen katmanlı mimarinin sonucudur. Fonksiyonel elemanların detaylarındaki

farklılıklar: çerçeve içi tahminleme, 4x4 boyutlu tamsayı dönüşümü, çoklu referans resimleri, değişken blok büyüklükleri, çeyrek blok keskinliğinde hareket tamamlama, bloklara ayırma filtresi, gelişmiş entropi kodlamadır.



Şekil2. 4- H.264/AVC standardının katman yapısı

2.2.1 H.264/AVC NAL

H.264/AVC video kodlama katmanında elde edilen verinin farklı sistemlerde kullanımına imkan tanır. Ağ soyutlama katmanının temel bileşenleri NAL birimleri, parametre kümeleri, erişim birimleridir.

2.2.1.1 NAL birimleri

Kodlanmış video verisi belirli sayıda byte içeren NAL birimleri şeklinde düzenlenir. NAL birimleri iki tipte olabilir: VCL ve VCL olmayan. VCL NAL birimleri videoyu oluşturan çerçevelerdeki örnek değerlerini temsil eder. VCL olmayan NAL birimleri, ilgili diğer bilgileri (VCL NAL birimlerine ait önemli başlık bilgisi) ve zamanlama gibi çözülmüş videonun kullanılabilirliğini iyileştiren ek genişletme bilgisini (Supplemental Enhancement Information (SEI)) içerir.

2.2.1.2 Parametre kümeleri

VCL NAL birimlerine ait önemli başlık bilgisini içerir. İki çeşidi vardır:

- Dizi parametre kümeleri, ardışık kodlanmış resimler için geçerlidir.
- Resim(çerçeve) parametre kümeleri, bir ya da daha fazla çerçevenin (resmin) kod çözümü sırasında kullanılır.

Her çerçeve için VCL NAL birimleri ilgili resim parametre kümesine işaret eder ve her resim parametre kümesi ait bulunduğu dizi parametre kümesini tanımlayan bilgi taşır. Bu iki aşamalı yapı, dizi parametre kümesinde içerilen bilgilerin çok sık değişen video resimlerine ait her VCL NAL biriminde tekrarlanmasını önler. Böylece bilgi kaybı riski de düştüğü için hataya dayanıklılık artar.

2.2.1.3 Erişim birimleri

Kodu çözülmüş bir resme (çerçeye) ait VCL ve VCL olmayan birimlerinin kümesi erişim birimi olarak adlandırılır. Erişim birimi ek olarak çerçevenin makroblokları, resmin bazı kısımlarının hataya dayanıklılığı artırmak için fazladan kodlanmış dilimleri ve çerçeveye ait ek başka bilgileri içerir.

2.2.2 H.264/AVC VCL

H.261'den itibaren tüm ITU ve ISO IEC standartları blok bazlı melez video kodlama yaklaşımını destekler. Bir standarttaki kodlama etkinliğinin artışı, bunu sağlayan tek bir özellikten çok, bir araya gelen çok sayıda küçük gelişimin ortaya çıkardığı sonuçtur. H.264/AVC VCL tasarımının detayları:

2.2.2.1 Makrobloklar, dilimler, dilim grupları

Videonun her çerçevesi bir veya birden fazla dilime ayrılır. Dilim yapısı çerçevenin içeriğini birbirinden bağımsız bölümlere ayırıp her gönderimde yeniden senkronizasyonu sağlaması açısından özellikle hata dayanıklılığı konusunda avantaj sağlar. Ayrıca ağın belirli boyuttaki iletim kapasitesini (Maximum Transfer Unit(MTU)) aşmayacak şekilde veri paketleri oluşturur.

Dilim kullanımı aşağıdaki özellikler ile de hataya dayanıklılığı artırır:

- Esnek makroblok sıralama (FMO), makroblokları atarken dilimi dama tahtası şeklinde, çerçeve bazında dağılmış olarak ya da çerçeveyi bir ya da daha fazla “ön plan” dilim grupları ile “arka plan” dilim grubu şeklinde böler. Makroblokların dilimlere atanma biçimini esnek kılan yöntemdir.
- Kod çözümü esnasında çerçevenin her diliminin birbirinden bağımsız ele alınması nedeniyle dilimlerin hangi sırada kodu çözen taraf ulaştığı önemli değildir. Bu özellik rastgele dilim sıralama (arbitrary slice ordering) adını alır.
- Makroblok tipleri ve hareket vektör değerleri gibi önemli bilgileri; kalan değerlere uygulanan ara dönüşüm katsayıları gibi daha az önemli bilgilerden ayırmak üzere veri NAL birim paketlerine ayrılır. Bu özelliğin adı veri bölümlemedir.

- Resmin bir kısmı ya da tamamı fazladan dilim adı altında tekrar gönderilir.

Dilimler makrobloklardan meydana gelir. Bir makroblok 16x16 boyuttaki parlaklık bileşeni (Y) ve formata uygun boyuttaki (4:2:0 formatında 8x8 boyutta) mavi (Cb) ve kırmızı (Cr) renk bileşeninden oluşur. H.264/AVC standardında parlaklık unsurunun her renk unsuruna göre 4 kat daha çok vurgulandığı 4:2:0 formatının yanı sıra 4:2:2 ve 4:4:4 formatları da kullanılmaktadır. Her makroblok hareket tahmini için alt-makrobloklara ayrılır. Alt-makrobloklar 7 farklı boyutta olabilir – 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8 ve 4x4. Daha sonra alt-makrobloklar bloklara, bloklar da piksellere ayrılır. Video dizinin hiyerarşik yapısı aşağıdaki gibidir:

çerçeve (dilim (makroblok (alt-makroblok (blok (piksel)))))

2.2.2.2 Dilim Tipleri

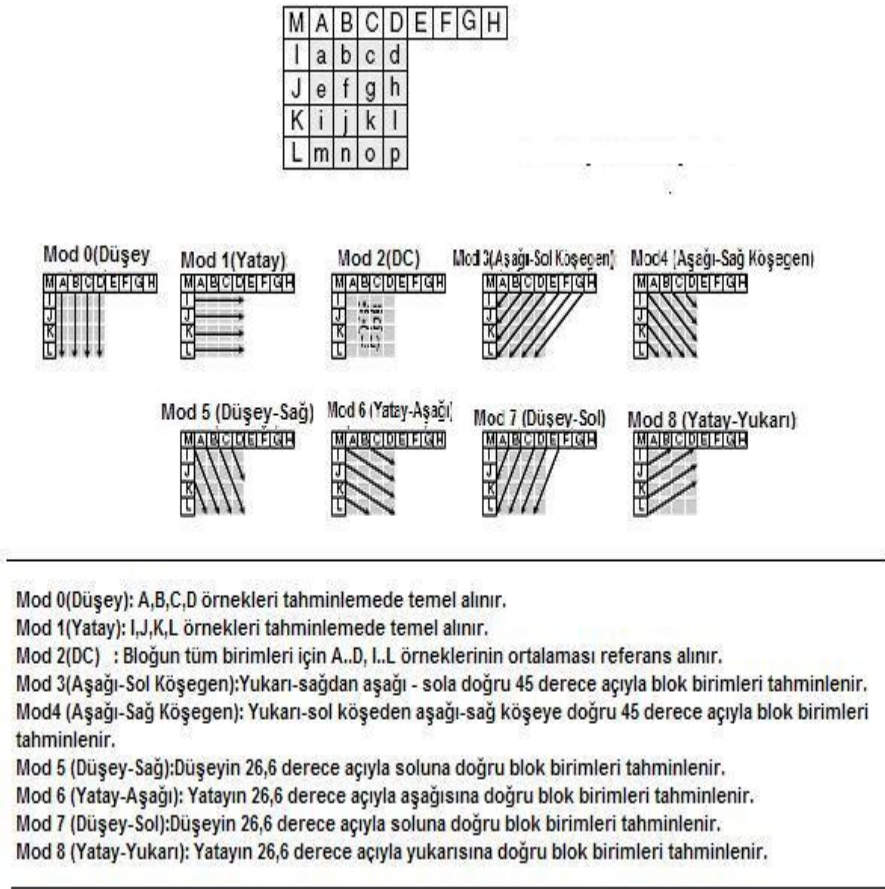
H.264/AVC VCL Tablo 2.1’ de gösterilen 5 temel dilim çeşidini destekler.

Tablo2. 1 H.264/AVC Dilim Tipleri

Dilim tipi	İçerilen Makroblok Türleri
I	Tüm makrobloklar çerçeve içi tahminlenir.
P	Makrobloklar çerçeve içi ya da tek yönlü olarak çerçeveler arası tahminlenir.
B	Makrobloklar çerçeve içi ve tek ya da çift yönlü olarak çerçeveler arası tahminlenir.
SI	Hata düzeltmeye olanak sağlamak üzere rastgele erişim için çerçeve içi kodlanan dilimdir.
SP	Farklı video dizileri arasında etkin geçişi sağlamak üzere kullanılır.

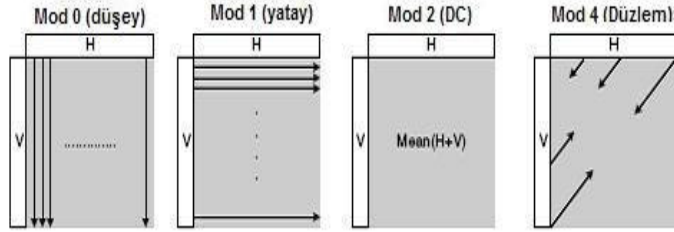
2.2.2.3 Çerçeve-içi tahminleme

H.264/AVC’ de çerçeve-içi tahminlemeyi önceki standartlardan ayıran özellik, tahminlemeyi zamansal değil, konumsal bazda yapmasıdır. Üç temel çerçeve-içi kodlama biçimi desteklenir. Intra4x4, Intra16x16, IPCM. Intra4x4 (Şekil2.5) detayın fazla olduğu resim bölgelerini kodlamak için kullanılır.



Şekil2. 5 Luma Sample - 4x4 referans blok (9 tahminleme modu)

Intra16x16 (Şekil2.6) detayın az olduğu resim bölgelerinde kodlama için kullanılır. IPCM tipinde, tahminleme yapılmaz ve piksel bilgileri olduğu gibi gönderilir. Veri kaybı olması istenmeyen önemli resim bölgelerinde IPCM kodlama yapılır.



Mod 0 (düşey) : Yukarıdaki örnekler(H) referans alınarak makroblok birimlerini tahminlenir.

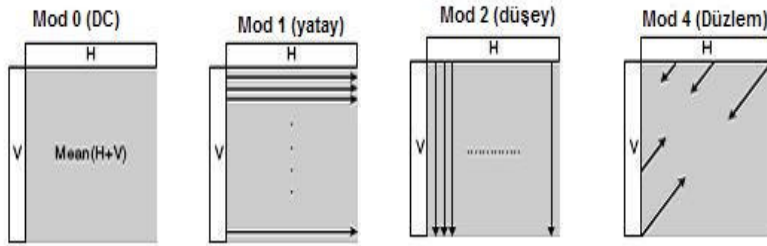
Mod 1 (yatay) : Soldaki örnekler(V) referans alınarak makroblok birimlerini tahminlenir.

Mod 2 (DC) :Yukarıdaki ve soldaki örneklerin ortalaması alınarak tahminlenir. (H + V)

Mod 4 (Düzlem): Sol ve yukarı kısımlardaki örneklere (H ve V) doğrusal düzlem fonksiyonu uygulanır. Parlaklığın yavaş değiştiği alanlarda etkindir.

Şekil2. 6 Luma Sample - 16x16 blok (4 tahminleme modu)

Renk bilgisi Şekil2.7’de gösterildiği şekilde çerçeve-içi tahminlenir.



Mod 0 (DC) : Yukarıdaki ve soldaki örneklerin ortalaması alınarak tahminlenir. (H + V)

Mod 1 (yatay) : Soldaki örnekler(V) referans alınarak makroblok birimleri tahminlenir.

Mod 2 (düşey) : Yukarıdaki örnekler(H) referans alınarak makroblok birimleri tahminlenir.

Mod 4 (Düzlem): Sol ve yukarı kısımlardaki örneklere (H ve V) doğrusal düzlem fonksiyonu uygulanır. Parlaklığın yavaş değiştiği alanlarda etkindir.

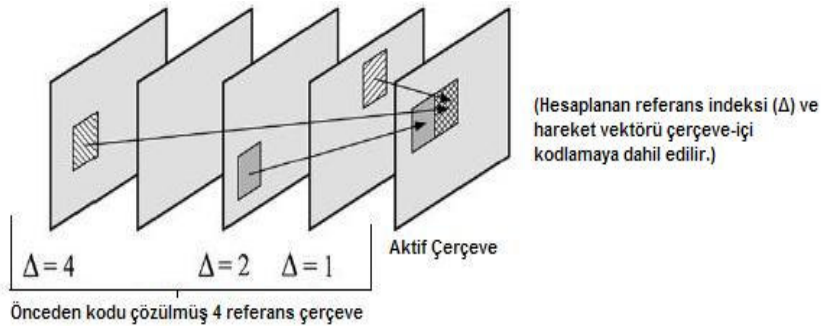
Şekil2. 7 Chroma Sample - 8x8 blok (4 tahminleme modu)

2.2.2.4 Çerçeveler-arası tahminleme

P dilimlerinde çerçeveler-arası tahminleme:

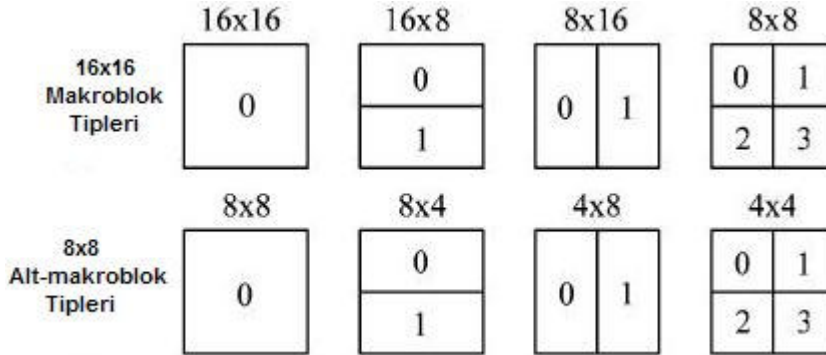
Parlaklık unsuruna ait P dilimleri 16x16, 16x8, 8x16, 8x8 boyutunda makrobloklara bölünür. 8x8 makroblok ile gönderilen ek sözdizim unsuru, 8x8' lik makrobloğun 8x4, 4x8, 4x4 alt-makrobloklara ayrılıp ayrılmadığını belirtir.

Değişik boyuttaki P makrobloklar hareket vektörü ve referans indeksi belirlenerek hareket tahminlemesi yapılır. Hareket vektörü değerleri ortanca ya da yönlü tahminlemeye konu olan komşu bloklar referans alınarak belirlenir. (Şekil2.8) Dilim sınırlarını aşan hareket vektörü belirlemesi yapılamaz.



Şekil2. 8 Çoklu referans resimli hareket tamamlamalı tahminleme (MCP)

Söz dizimi çok sayıda referans resme izin verir. Önceden çözümlenmiş çerçeveler çözümlenmiş resim deposunda (Decoded Picture Buffer (DPB)) 16x16, 16x8, 8x16 ve 8x8 boyutundaki makrobloklar için DPB referans indeksi belirlenir. 8x4, 4x8, 4x4 büyüklüğündeki alt-bloklar 8x8 için tanımlanmış referans indeksi kullanılır. (Şekil2.9)



Şekil2. 9 Hareket tahminlemede kullanılmak üzere makroblokların ve 8x8 birimlerin bölünmesi

P makroblok P SKIP olarak da kodlanabilir. Hareket tahminlemesi sürecinde yapılan fark kodlaması ve hareket vektörü tespiti SKIP modda yapılmaz. Bu makroblok 16x16 makrobloğa benzer şekilde yeniden oluşturulur. DPB'deki kayıtlı çözümlenmiş çerçeve listesinden “list0” da kayıtlı olanlar yeniden oluşturmada kullanılır. Süreğen yavaş hareketin olduğu (kamera sağa/sola hareketi gibi) sahnelerde PSKIP kodlaması sayesinde oldukça etkin sıkıştırma sağlanır.

B dilimlerinde çerçeveler-arası tahminleme:

H.264/AVC' nin B dilimlerinde getirdiği en önemli yenilik dilimlerin referans olarak kullanılabilmesidir. P ve B dilimler arasındaki en önemli fark B dilime ait makrobloklar tahminlenirken iki referans listesinin (list0, list1) kullanılmasıdır.

B dilimler P dilimlere benzer şekilde 16x16, 16x8, 8x16, 8x8 boyutunda makrobloklara bölünür. 8x8 makroblok kendi içinde 8x4, 4x8, 4x4 alt bloklara da ayrılabilir. B dilimlerde ayrıca DIRECT makroblok kodlaması yapılır.

B16x16, B16x8, B8x16, B8x8 makrobloklar için iki referanslı tahminleme yapılır. Referans resimler farklı listelerde olabileceği gibi, aynı listede de olabilir.

P SKIP'e benzer olan DIRECT makroblok aynı zamanda B SKIP olarak da bilinir (Tourapis at al., 2005). P SKIP'te olduğu gibi hareket tahminlemesi sürecinde yapılan fark kodlaması ve hareket vektörü tespiti DIRECT modda yapılmaz. Bu makroblok 16x16 makrobloğa benzer şekilde yeniden oluşturulur.

2.2.2.5 Dönüşüm ve nicemleme

H.264/AVC standardında 8x8 boyuttaki DCT yerine tamsayı dönüştürme kullanılmaktadır. Dönüştürme işleminin boyutu çoğunlukla 4x4, bazı özel durumlar için 2x2'dir. Dönüştürme işleminde tamsayı kullanıldığı için ters işleminde veri kaybı olmaz. Dönüştürme işleminin boyutunun küçük olmasının nedenleri:

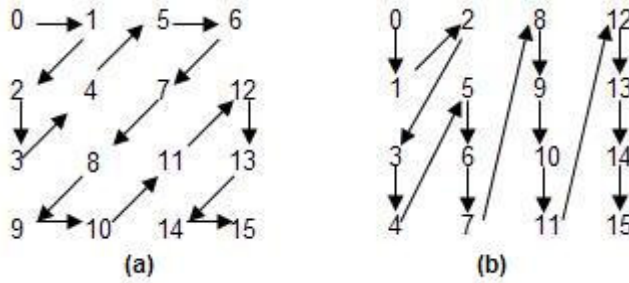
- Çerçeve-içi ve çerçeveler-arası kodlanan bloklar daha küçük boyutlarda tahminlendiği için elde edilen her kalan değeri daha küçük bir alanı temsil eder. Herhangi bir uyumsuzluk durumunda daha az alan etkilenir.
- 4x4 dönüşüm sayesinde nesnelerin kenarlarında oluşan “mosquito noise” ya da “ringing” gibi kusurlar azalır.
- Küçük boyutta dönüşüm daha az hesaplama yükü getirir.

Şekil 2.10' da gösterildiği gibi üç çeşit dönüştürme matrisi mevcuttur. H1 Hadamard dönüştürme matrisi tahminlemenin çerçeve-içi veya çerçeve-arası yapıpı yapılmadığına bakmadan tüm parlaklık ve renk bileşenlerine uygulanır. Eğer 16x16 boyuttaki çerçeve-içi tahminleme yapıldıysa ek olarak H2 matrisi kullanılır. H2 parlaklık bileşeninin blokların 16 DC katsayılarını dönüştürür. H3 Hadamard matrisi ise 2x2 boyuttaki dönüştürmede kullanılır (Sullivan at al., 2004).

$$H_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{bmatrix} \quad H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad H_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Şekil2. 10- Tamsayı dönüştürme matrisleri.

Nicemleme işleminde giriş sinyal değerleri çerçeve veya alan tarama sırasıyla önceden belirlenmiş değerlere yuvarlanmaktadır. Çerçeve ve alan tarama sırası Şekil2.11’ de gösterilmektedir. H.264/AVC standardında sayısal nicemleme (scalar quantization) kullanılmaktadır. Nicemleme parametresi olan QP’nin 52 farklı değeri vardır.(7)



Şekil2. 11- Tarama sırası (a) Çerçeve (b) Alan modu.

2.2.2.6 Entropi kodlama

Sıkıştırma işlemini son adımı olan entropi kodlama karakterlerin kullanım sıklığına göre kısa veya uzun kod atayan bir kayıpsız sıkıştırma işlemidir. H.264/AVC standardının 2 tür entropi kodlama metodu vardır: içerik uyumlu değişken uzunluk kodlaması (CAVLC) ve içerik uyumlu ikili aritmetik kodlama(CABAC). İçerik uyumlu değişken uzunluk kodlaması yönteminde, dönüştürme katsayıları önceki söz-dizim

elemanlarının değerlerine göre değiştirilen değişken uzunluklu kod (VLC) tablosu kullanarak belirlenir. İçerik uyumlu ikili aritmetik kodlama, sadece içerik-köşullü olasılık tahminlerine dayanmaz, aynı zamanda sabit olmayan istatistiksel davranışı da tahminlemeyi hedefler. Aritmetik kodlama yöntemi sadece kaydırma, tablo araştırma gibi çarpma işlemi içermeyen yöntemler ile kodlama yaptığından, karmaşıklığı düşüktür. Ayrıca CAVLC ile karşılaştırıldığında CABAC %10, %15 oranında daha etkin sıkıştırma sağlar.

2.2.2.7 Bloklara ayırma filtresi

H.264/AVC standardının bu filtresi resim içindeki blok kenarlarında oluşan kusurları azaltmak için kullanılır. Bloklara ayırma filtresi kodlama şekli (çerçeve içi veya arası), nicemleme parametresi, hareket vektörü, piksel değerleri ve tarama sırasına bakarak değer alır. Nicemleme sayısı ne kadar azsa filtrenin etkisi o kadar azalır.

2.2.3 Profiller ve seviyeler

Her profil kodlama sırasında kullanılacak ve kod çözümü sırasında uyulacak kuralları tanımlar. İlk H.264 versiyonunda Temel (baseline), ana (main), genişletilmiş (extended) adında üç temel profil vardır. (Şekil2.12) Temel profil video-konfreans ya da görüntülü telefon konuşması gibi gerçek zamanlı konuşma iletimi uygulamalarında; ana profil verilerin sayısal olarak kaydedilmesi ve televizyon yayıncılığında; genişletilmiş profil internet üzerinden çoklu-ortam hizmetlerinde kullanılır.

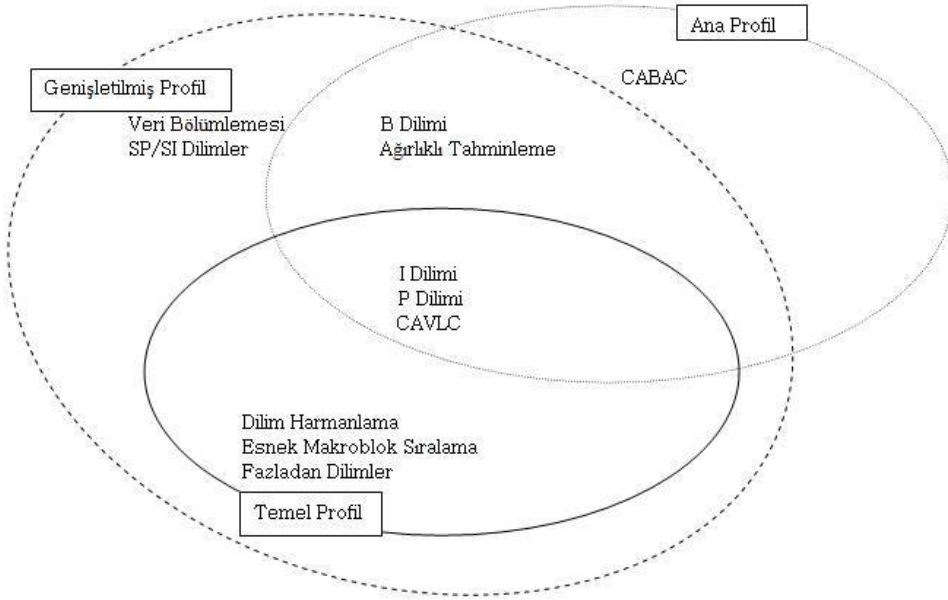
Temel Profil – H.264/AVC standardının en basit profilidir. B dilimleri, ağırlıklı tahminleme, alan kodlama, resim/makroblok uyumlu alan ve çerçeve kodlaması, CABAC, SP/SI dilimleri ve veri bölümlenmesi gibi araçları içermez. Az karmaşık ve düşük gecikmeli uygulamalar için tasarlanmıştır.

Ana Profil – Bu profil en iyi kaliteyi en karmaşık işlem ve yüksek gecikme ile elde etmesi için tasarlanmıştır. Temel profilinin esnek makroblok sıralama, dilim harmanlama ve fazladan dilimler gibi

özelliklerine sahip değil. Ancak B dilimler, CABAC, ağırlıklı tahminleme, alan ve çerçeve kodlaması gibi araçları mevcuttur.

Genişletilmiş Profil – CABAC dışında tüm kodlama araçlarına sahip olan bu profil geniş bir uygulama alanını kapsar. SP/SI dilimleri ve veri bölümlenmesi sadece bu profile yer almaktadır.

H.264/AVC'nin üç profili şekil 2.12' de gösterilmiştir(Soon-kak at al., 2006).



Şekil2. 12 - H.264/AVC standardının profilleri ve o profilere ait araçları.

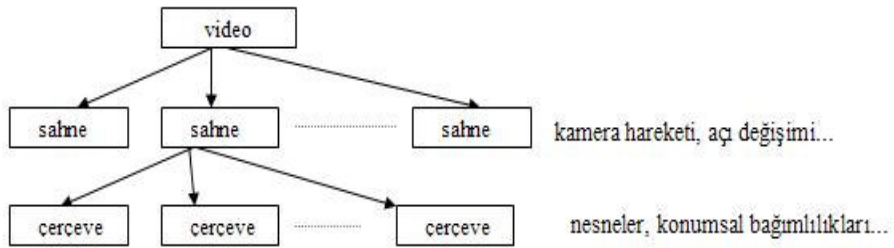
Ayrıca “Fidelity Range Extensions” kapsamında dört yüksek (High) profil (High, High 10, High 4:2:2, High 4:4:4) içerik-zenginleştirme, içerik dağıtımı, stüdyo düzenleme ve son işlemede kullanılır.

- Yüksek Profil: 8 bit 4:2:0 örnekleme video uygulamalarını destekler.
- Yüksek 10 Profil: 10 bit 4:2:0 örnekleme video uygulamalarını destekler.
- Yüksek 4:2:2 Profil: 10 bit 4:2:2 chroma örnekleme video uygulamalarını destekler.
- Yüksek 4:4:4 Profil: En fazla 12 bit 4:4:4 chroma örnekleme video uygulamalarını destekler. RGB sinyali kodlamada tamsayı kalanlı renk dönüşümü yapılır.

2.3 Video İçerik Analizi

Sayısal TV geliştikçe sıkıştırılmış sayısal içerikler de gelişmektedir. Bu da hızlı video analiz yöntemleri gerektirmektedir.

Video bölümlenme videonun içerik tabanlı analizinde temel adımdır. Şekil2.13’de detayları gösterilen hiyerarşik video kodlamasında, bölümlenme ile video daha anlamlı ve yönetilebilir, sahne (shot) adı verilen, içerik açısından birbirine bağımlı birimlere parçalanır.



Şekil2. 13 - Hiyerarşik Video Çözümleme

Video analizinde sahne değişimini tanımlamak önemlidir, çünkü nesne yada kamera hareketleri video ardışıklığını dramatik biçimde değiştirebilir (Hanjalic, 2002). Sahne hareketleri aynı kamera tarafından yakalanan ve devamlılık arzeden ardışık görüntüler olarak tanımlanabilir. Ardışık sahneler arasındaki geçişin keskin olup olmamasına göre sınırlar sırasıyla, keskin yada aşamalı geçiş olarak sınıflandırılır.

Video içerik analizi için geliştirilmiş sahne değişim tespit algoritmaları iki grupta toplanır (Kim at al., 2005):

- Sıkıştırılmamış Alan Yaklaşımı : Bu yaklaşım ardışık sahneler arasındaki gri seviye histogram farkları, çerçeve içeriğindeki kenar bilgileri gibi resmin konumsal özelliklerine bakarak sahne değişimini tespit eder.
- Sıkıştırılmış Alan Yaklaşımı : Sıkıştırılmış bit akımını çözümlemeden sahne değişimini tespit eder. DCT katsayısı, hareket vektörü, çerçeveler arası makroblok tipi ya da çerçeve-içi tahminlenen makroblok yoğunluğu gibi bilgilere dayanarak sahne değişimi tahminlenir.

Konumsal özelliklere dayanarak sıkıştırılmamış alanda sahne değişimi tespit eden yöntemlerin dezavantajı MPEG sıkıştırılmış verinin analiz edilmeden önce çözülmesinin gerekmesidir.

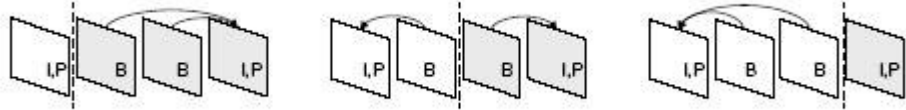
MPEG-2 algoritması kullanılarak sıkıştırılmış veride sahne değişimini tespit eden üç yöntem:

1. DCT katsayısına dayanan yöntem
2. Çerçeveler-arası tahminlenen makroblok tipleri ve/veya hareket vektörlerine dayanan yöntem
3. Çerçeve-içi tahminlenmiş makrobloğun bit-yoğunluğuna dayanan yöntem

Fakat aşağıda açıklanan nedenlerden dolayı bu yöntemler H.264/AVC standardına doğrudan uygulanamamaktadır:

DCT (Discrete Cosine Transform) katsayısına dayanan yöntem, DC katsayılarındaki değişimin sıralı istatistiksel analiziyle sahne değişimi konusunda bilgi verir. DCT katsayısı kodlanırken MPEG2 ve H.264/AVC algoritmalarında farklı yöntemler uygulanır. MPEG-2’de DC katsayısı bloğun (8x8 piksel) ortalama enerjisini gösterir ve bloğun geri kalanından bağımsız kodlanır. Bu sayede sıkıştırılmış veri çözümlenmeden DC katsayısı doğrudan elde edilebilir. Buna karşılık H.264’te DC katsayısı, bloğun çevre bloklarla enerji farkını yansıttığı için resmin geri kalan kısmı için elde edilen AC katsayılarıyla birlikte CAVLC kodlanır. H.264/AVC’de DCT katsayısını elde etmek için sıkıştırılmış verinin hemen hemen tümüyle çözümlenmesi gerektiğinden DCT katsayısına dayanan yöntemin H.264/AVC için uygun değildir (Zeng and Gao, 2005).

İkinci yöntemde, çerçeveler-arası tahminlenen makroblok tipleri ve/veya hareket vektörlerine bakarak sahne değişimi kararı verilir. Şekil2.14’ te gösterildiği gibi MPEG-2’ de sabit 16x16 piksel büyüklüğündeki makrobloklar üç farklı modda çerçeveler-arası tahminlenir: “ileri/ileri”-“geri/ileri”-“geri/geri”(Meng at al., 1995).



Şekil2. 14 -Olası Sahne Değişim Noktaları (MPEG algoritmaları için geçerlidir)

Buna karşılık H.264’ te çerçeveler-arası kodlamaya tabi olan makroblok büyüklükleri değişkendir. (4x4, 4x8, 8x4, 8x8, 8x16, 16x8, 16x16). Ayrıca birden fazla çerçeve referans alınarak kodlanabilen makrobloklar için referansın yönünün (ileri ya da geri) tespitinin, kodu çözülmüş çerçevelerin saklandığı DPB (Decoded Picture Buffer)’ nin incelenmesini gerektirmesi, MPEG-2’nin daha basit yapısı düşünerek tasarlanmış bu yöntemin H.264/AVC’ye uygulanmasına engel olur.

Üçüncü yöntemde çerçeve-içi tahminlenmiş makrobloğun bit yoğunluğu incelenerek sahne değişimi kararı verilir. H.264 sıkıştırma algoritmasında çerçeve-içi kodlanan blokların bit yoğunluğu MPEG'e göre daha azdır. Çünkü aynı çerçeve içinde içeriğin homojen olduğu bölgelerde birbirine benzeyen bloklar için çerçeve-içi kodlama yapılır. MPEG-2 algoritmasında ise ardışık çerçeveler arasında benzerliğin en az olduğu durumlarda aktif çerçeve içeriği (8x8 piksel bloklar) çerçeve-içi kodlanır. MPEG-2 kodlanmış veride sahne değişimlerinde çerçeve-içi kodlanmış blok sayısı dolaylı olarak bit yoğunluğunda önemli ölçüde dalgalanma meydana gelir. H.264'te ise çerçeve-içi tahminleme, çerçeve içinde birbirine benzeyen blokların çok bit harcamadan kodlanmasına ve böylece bit yoğunluğunu düşürmeye dayandığından MPEG-2'de geçerli bu yöntem H.264/AVC'ye uygulanamaz.

2.4 H.264/AVC Standardında Sahne Değişiminin Tespiti

Sahne sınırları tespitinde etkili olmaları açısından H.264/AVC ile gelen üç önemli özellik:

1. Çerçeve-içi tahminleme
2. Dilim tipleri
3. Çoklu referans resimli hareket tamamlamalı tahminleme

Çerçeve-içi Tahminleme:

H.264/AVC'de çerçeve içi tahminleme modları 4x4 ve 16x16 piksel bloklara uygulananlar olarak ikiye ayrılır. Her iki tahminleme modunda da komşu piksellerle enerji farkı kodlanır. 16x16 tahminleme modu makrobloklar arasında monoton gri seviyesindeki değişimleri kodlarken; 4x4 tahminleme modu makrobloklar arasında gri seviyesi dışındaki farkları kodlar. 4x4 ve 16x16 tahminleme modlarının dağılımındaki farklılık video içeriğindeki değişim hakkında bilgi verir.

“Çerçevdeki intra tahminleme modlarının uzaysal dağılımı ile çerçeve içeriği arasındaki bağlantı sahne değişimi olan ardışık çerçeveler arasında intra tahminleme dağılımlarında değişime neden olur”

ilkesine dayanan yöntem hesaplamalarda aşağıdaki formülü kullanır (Kim at al., 2005). **(çerçeve-içi tahminlenmiş blokların ardışık çerçeveler arasında sayıca karşılaştırıldığı yöntem)**

$N_{mb} \rightarrow$ makroblok sayısı, $Mode_j^k \rightarrow k$. çerçevedeki j . makroblok ise

$$Mode_j^k = \begin{cases} 0, & \text{I16x16 tahminleme modu ise} \\ 1, & \text{I4x4 tahminleme modu ise} \end{cases}$$

Ardışık iki çerçeve-içi kodlanmış çerçeve “n” ve “n-1” için karar fonksiyonu d_n , n-1 aşağıdaki gibidir:

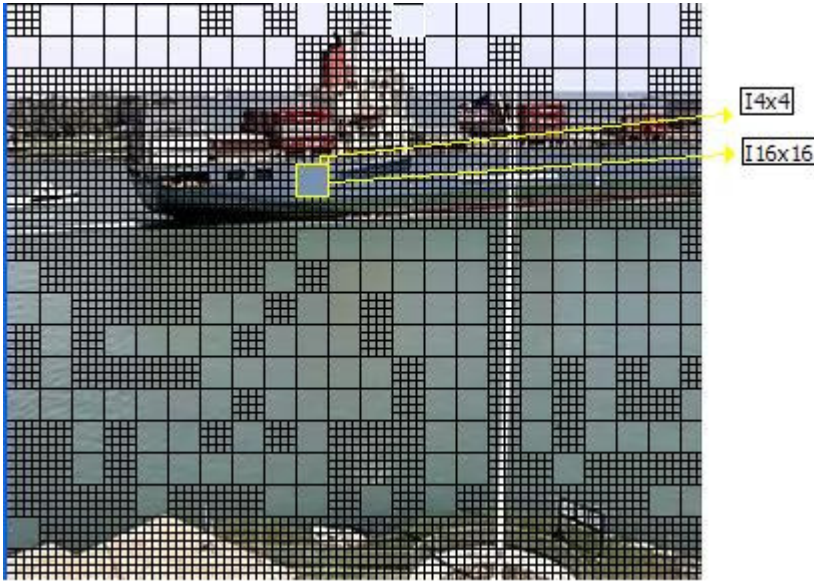
$$d^{n,n-1} = \sum_{j=0}^{N_{mb}-1} |Mode_j^n - Mode_j^{n-1}|$$

Her I4x4 tahminleme modu toplam değerinde artış, I16x16 tahminleme modu toplam değerinde azalma yönünde etki yapar. Elde edilen değer eşik değerinden büyük olması durumunda sahne değişimi kararı alınır.

$$D_{th} = 1/(L-1) * \sum_{l=0}^{L-1} d^{l,(l-1)}$$

(L=sıkıştırılmış bit akımında çerçeve-içi kodlanmış çerçevelerin toplam sayısı)

Yukarıdaki formüllerle makroblok bazında belirlenen benzerlik ölçütü, hızlı kamera hareketleri ya da hareketli nesneler olan videolar için yanlış sahne değişimi kararları alınmasına neden olabilir. Bu sorunu en aza indirmek için makroblokların şekil 2.15’te gösterildiği gibi 5x5’lik bölümler halinde gruplanması ve alt-blok bazında benzerliğin tahminlenmesi yoluna gidilmiştir.



Şekil2. 15 -Alt-bloklara bölünmüş çerçeve

$N_{sub} \rightarrow$ Çerçeve içindeki alt-makroblok sayısı

${}^i Mode_j^k \rightarrow$ k. çerçevenin i. Altbloğundaki j. makroblok tahminleme modu iken;

$${}^i Mode_j^k = \begin{cases} 0, I16x16 \text{ tahminleme modu ise,} \\ 1, I4x4 \text{ tahminleme modu ise,} \end{cases}$$

L sıkıştırılmış bit akımında çerçeve içi kodlanmış çerçevelerin toplam sayısı olmak üzere, ardışık iki çerçeve-içi kodlanmış çerçeve “n” ve “n-1” için karar fonksiyonu d_n , n-1 aşağıdaki gibidir:

$$d^{n, n-1} = \sum_{i=0}^{N_{sub}-1} |i \text{ Mode}_j^n - \text{Mode}_j^{n-1}|$$

$$Dt = 1/(L-1) * \sum_{m=0}^{L-1} d_i^{m, m-1}$$

Eğer $Dt > \text{eşik değeri}$ ise sahne değişimi vardır.

Dilim tipleri ve çoklu referans resimli hareket tamamlamalı tahminleme:

Video dizisi içinde sahne değişimi yoksa çerçeveler arasındaki benzerlik kuvvetlidir. Sonuç olarak çerçeve tahminleme tipleri ve referans çerçevelerin konumları sahne sınırlarını belirlemekte kullanılır. Referans çerçevelerin yönünü belirlemek için çerçevelerin gösterim sıra numaraları (display number) incelenir. Bu numara çözümlenen kod akımı içinde çerçevenin gösterildiği sıradır. (POC - Picture Order Count) POC son gösterilen IDR (Instantaneous Decoding Refresh) kodlanmış çerçeveye göre aktif çerçevenin gösterim sırasıdır. IDR kodlamanın özelliği IDR sonrasında gelen çerçevelerin IDR öncesine referans edememesidir. Referans çerçeve ile mevcut çerçevenin gösterim sıralarını karşılaştırmak suretiyle referans çerçevelerin mevcut çerçevelerden önce mi sonra mı gösterildiği belirlenir.

Sahne sınırlarının tespiti sürecinde “zamansal tahminleme yöntemi” adında farklı makroblok tiplerini ve referans çerçevelerinin yönünü birleştiren yöntem uygulanır. MB bölümü (partition) tahminlemesinde hiç referans resim kullanılmıyorsa, çerçeve-içi zamansal tahminleme söz konusudur. Tek referans çerçeve kullanarak tahminlenen makroblok bölümlerinde referans edilen çerçevenin yönüne bağlı olarak, makroblok bölümü, ileri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevenin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından öncedir) ya da geri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevenin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından sonradır) tiplerinden birine aittir.

P dilimi veya yalnızca tek referans kullanarak tahminlenen B dilimindeki MB bölümleri bu gruba dahildir.

İki referans çerçeve kullanarak tahminlenen makroblok bölümlerinde referans edilen çerçevenin yönüne bağlı olarak, makroblok bölümü, ileri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevelerin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından öncedir); geri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevelerin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından sonradır) ya da iki-yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevelerin gösterim sıraları tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasının sırasıyla öncesinde ve sonrasında) tiplerinden birine aittir. İki referans çerçeve kullanarak tahminlenen B dilimleri bu gruba dahildir (De Bruyne at al., 2007).

Sahne sınırlarının tespiti sürecinde “zamansal tahminleme yöntemi” adında farklı makroblok tiplerini ve referans çerçevelerinin yönünü birleştiren yöntem uygulanır. MB bölümü (partition) tahminlemesinde hiç referans resim kullanılmıyorsa, çerçeve-içi zamansal tahminleme söz konusudur. Tek referans çerçeve kullanarak tahminlenen makroblok bölümleri referans edilen çerçevenin yönüne bağlı olarak iki tipte olabilir:

- ileri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevenin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından öncedir)
- geri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevenin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından sonradır)

P dilimi veya yalnızca tek referans kullanarak tahminlenen B dilimindeki MB bölümleri bu gruba dahildir.

İki referans çerçeve kullanarak tahminlenen makroblok bölümleri referans edilen çerçevenin yönüne bağlı olarak üç tipte olabilir:

- ileri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevelerin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından öncedir)
- geri yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevelerin gösterim sırası tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasından sonradır)
- iki-yönlü zamansal tahminleme (referans edilen çerçevelerin gösterim sıraları tahmin edilen aktif çerçevenin gösterim sırasının sırasıyla öncesinde ve sonrasındadır.)

İki referans çerçeve kullanarak tahminlenen B dilimleri bu gruba dahildir.

2.4.1 Keskin sahne geçişlerini tespit eden yöntemler

Keskin sahne geçişleri I, P ve B çerçevelerde gerçekleşebilir.

2.4.1.1 Sarah yöntemi

I çerçevelerde gerçekleşen sahne değişimleri

I çerçevedeki makrobloklar, video dizisindeki başka çerçevelere referans etmez. Öndeki çerçevenin tipinin P ya da B olması, çerçevelerdeki zamansal değişim hakkında bilgi verir (De Bruyne at al., 2007).

Aktif çerçeve Fi, bir önceki çerçeve Fi-1 ise; Fi-1'deki geri ve iki yönlü zamansal tahminlenen blok sayısının fazlalığı ölçüsünde Fi çerçevesi Fi-1'e benzer. Eğer Fi-1 çerçevesinde ileri yönlü ve çerçeve-içi zamansal tahminlenen blok sayısı fazla ise Fi ve Fi-1 içeriklerinin farklı olabileceği yargısına varılabilir. **Fakat I çerçevelerde kesin olarak sahne değişimi olduğu kararı vermek için çerçeve-içi tahminlenmiş blokların ardışık çerçeveler arasında sayıca karşılaştırıldığı yöntem de karar mekanizmasına dahil edilmelidir** (Kim at al., 2005).

P ve B çerçevelerde meydana gelen sahne değişimleri

I çerçevelerin aksine P ve B çerçevelerin tahminlemesinde ardışık çerçeveler arasındaki zamansal benzerlikler esas alınır. Mevcut çerçevenin yeni sahneyi başlattığı düşünülürse; bu çerçevede çerçeve-içi ve geri yönlü zamansal tahminlenen blok sayısı fazla olacaktır. Öndeki çerçevede ise çerçeve-içi ve ileri yönlü zamansal tahminlenen blok sayısının fazla olması beklenir. İki yönlü zamansal tahminlenen blokların sayısının bu durumda az olması beklenir, çünkü bu mod içerikleri benzer ardışık çerçevelerde kodlama yapmakta kullanılır.

Buna göre aktif çerçevedeki çerçeve-içi ve geri yönlü zamansal tahminlenen blok sayısı ile bir önceki çerçevede çerçeve-içi ve ileri yönlü zamansal tahminlenen blok sayısı belirli bir eşik değerini aşıyorsa sahne değişimi vardır kararı verilir.

Keskin sahne geçişi kararı veren yöntemler formüllerle aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$1(i) \rightarrow$ çerçeve içi tahminlenen blok sayısı

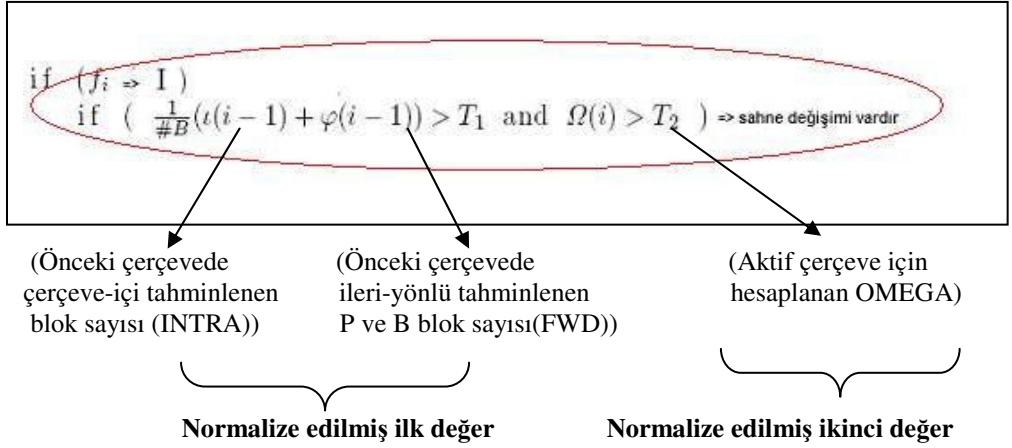
$\phi(i) \rightarrow$ ileri yönlü tahminlenen blok sayısı

$\beta(i) \rightarrow$ geri yönlü tahminlenen blok sayısı

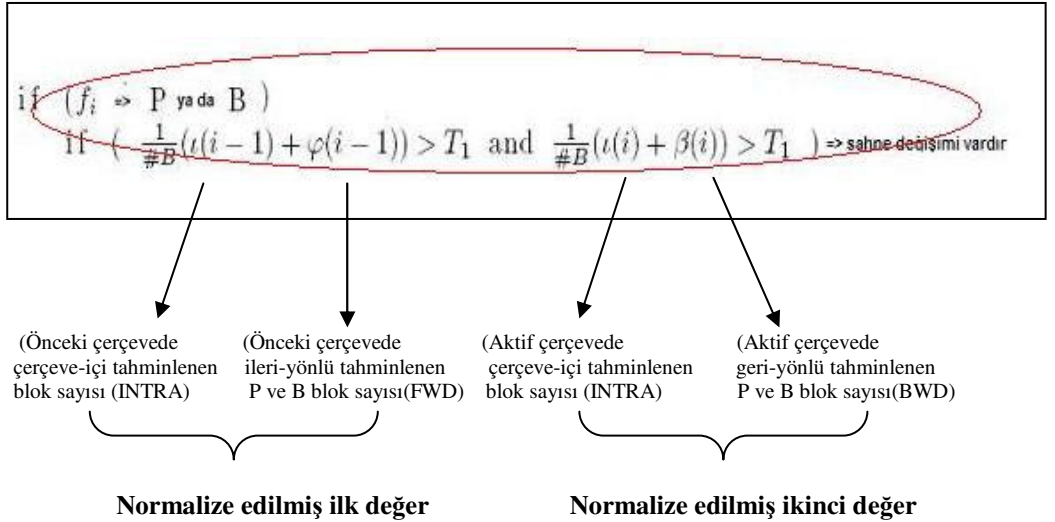
$\delta(i) \rightarrow$ iki yönlü tahminlenen blok sayısı

“i” aktif çerçeve, “i-1” bir önceki çerçeve, #B $\rightarrow$ çerçevedeki tüm blokların toplam sayısı

Çerçeve tipi Intra ise;



Çerçeve tipi Inter ise;



2.4.1.2 Choe yöntemi

Sahne değişimi meydana geldiğinde, ardışık çerçeveler arasındaki zamansal benzerlik azalır. Bu durumda makroblokların çoğu çerçeve-içi (intra) kodlanır. H.264 algoritmasında makroblokların hangi tipte kodlanacağına karar verilirken, önce ardışık çerçeveler arasında gri seviyesindeki fark hesaplanır. Bu fark değeri belirli bir seviyeyi aşıyorsa hareket vektörü kodlanmadan çerçeve-içi tahminleme yapılır. Ardışık çerçevelerde sahne değişimi olmamasına rağmen, parlaklık değişimi de çerçeve-içi tahminlenen blok sayısında artışa neden olur. Bu nedenle ardışık çerçevelerde karşılık gelen çerçeve-içi kodlanmış blokların boyut (4x4 ya da 16x16 olabilir) farklarına bakarak sahne değişimi kararı veren yöntem, parlaklık değişimini de hatalı biçimde sahne değişimi olarak algılar. Bu eksikliği gideren yeni yöntem, çerçeve-içi tahminlenen blokların tahminleme yönlerini de karar aşamasına dahil etmektedir (Hong at al., 2006).

Yeni yöntem ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış 8x8'lik blokların yönlerini karşılaştırır. Ardışık çerçevelerin tümünden çerçeve-içi kodlanmış olması zorunluluğu yoktur, çerçeveler-arası (P ve B) kodlanmış da olabilir.

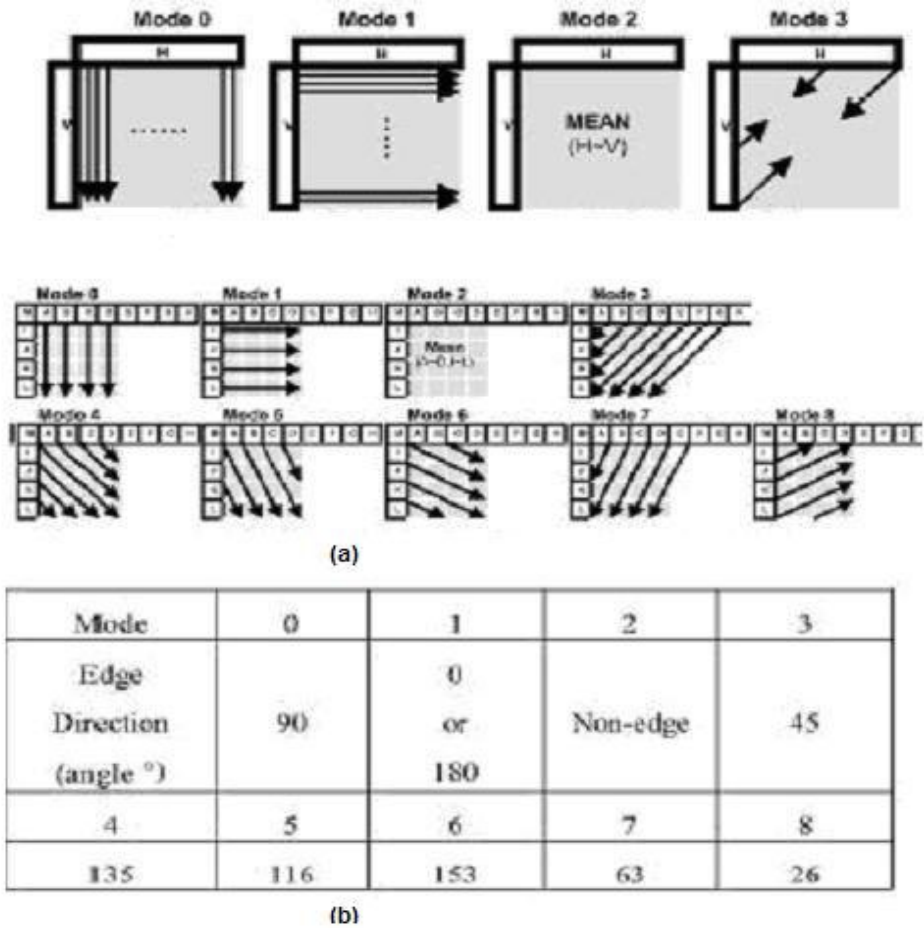
H.264/AVC yönteminde makroblokların boyutu 16x16'dır. Çerçeve-içi kodlamada 16x16 ve 4x4 şeklinde iki farklı blok büyüklüğü kullanılır. (Şekil2.16)

Yöntem 8x8'lik alt blokları karar aşamasında kullandığı için;

- Eğer 16x16 blok büyüklüğünde kodlama yapılıyorsa, 16x16 bloğun yönünde 16 adet 4x4 blok varmış gibi düşünülür. Sonra bu 4x4 bloklar 4'erli gruplar halinde bir araya getirilerek 8x8'lik alt blokların yönüne karar verilir.

Örneğin 16x16 DC tipte çerçeve-içi kodlanan makroblok, 16 adet 4x4 DC blok içeriyormuş gibi düşünülür. Her 8x8'lik alt bloğun yönüne karar verirken 4x4'lük bloklar 4'lü gruplar halinde birleştirilir.

- Eğer 4x4 blok büyüklüğünde kodlama yapılıyorsa, 4 adet 4x4 bloğun yönü değerlendirilir, çoğunluk olan yön alt-bloğun yönü olarak kararlaştırılır.



Şekil2. 16 (a)H.264 çerçeve-içi kodlama yönleri (b) Choe yönteminde referans edilen çerçeve-içi kodlama yönleri

Eğer 4x4 boyutundaki blokların tümünün birden “yönü yok”ise, alt-bloğun “yönü yok” kararı alınır. Aksi halde geri kalan blokların (4x4) yön çoğunluğuna göre alt-bloğun yönü belirlenir.

- 3, 7, 8 yönleri 45°
- 4, 5, 6 yönleri 135°
- 0 yönü 90°
- 1 yönü 180°
- Yön yok

8x8 alt-bloğun yönü belirlendikten sonra, aktif çerçeve ile bir önceki çerçevede karşılık gelen 8x8'lik alt-blok yönü karşılaştırılır. Farklar toplamı o çerçevenin histogramını verir. (**Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı**) Bu değer eşik değerini aşıyorsa, sahne değişimi var kararı alınır.

2.4.1.3 Eşik değeri hesaplama

Kod çözme sırasınca göre aktif çerçevede sahne değişimi kararı almak için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir:

- Normalize Edilmiş İlk Değer > Normalize Edilmiş İlk Değer Ortalaması (Eşik_İlkDeğer) (Sarah)
- Normalize Edilmiş İkinci Değer > Normalize Edilmiş İkinci Değer Ortalaması (Eşik_İkinciDeğer) (Sarah)
- Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı > Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı ortalama değeri (Eşik_YönFarklarıToplamı) (Sarah)

Eşik_İlkDeğer, Eşik_İkinciDeğer, Eşik_YönFarklarıToplamı değerleri belirlenirken aktif çerçeve ile kendinden önce çözülen son 9 blok (pencere büyüklüğü =10) için “Normalize Edilmiş İlk Değer, Normalize Edilmiş İkinci Değer, Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı” bilgilerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanır. (Daha az sayıda blok için (örnek

2) çalışma yapılmış, pencere büyüklüğü = 10 ile en tutarlı sonuçlar elde edilmiştir.)

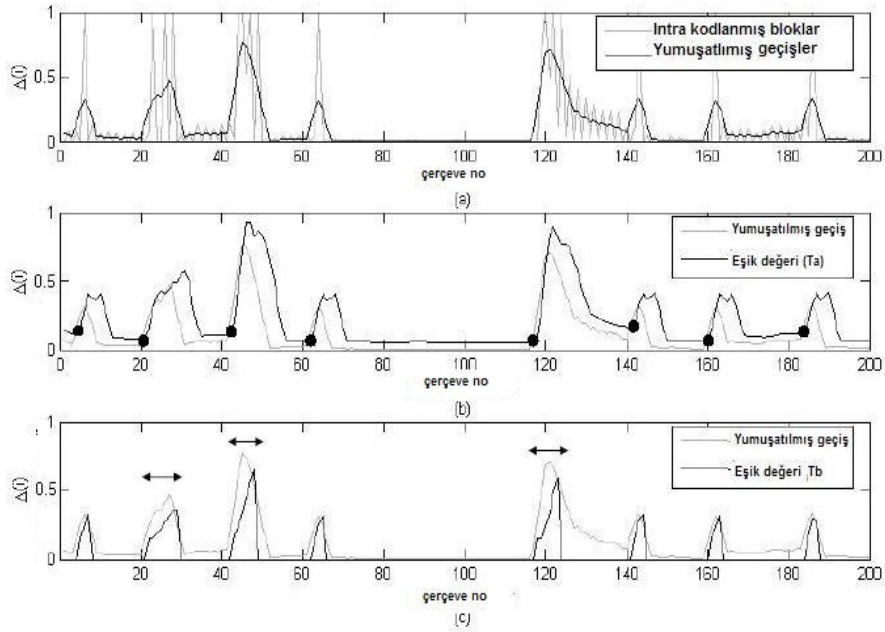
$$(\text{Aritmetik ortalama} \times 2) < \text{Standart sapma} < (\text{Aritmetik ortalama} \times 5)$$

Koşulu sağlanıyorsa, hesaplanan aritmetik ortalama değeri eşik değeri olarak kullanılır (Zhang at al., 2001). Aksi halde önceden belirlenmiş sabit bir eşik değeri kullanılmaktadır.

2.4.2 Aşamalı sahne geçişini tespit eden yöntem

Aşamalı geçişler çok sayıda çerçevede meydana gelir. Aşamalı geçişlerde karakteristik özellik çerçeve-içi kodlanmış makroblokların sayısındaki artıştır. Çerçevedeki çerçeve-içi kodlanmış makroblokların yüzde dağılımı geçişin süresi ile yakından bağlantılıdır (De Bruyne at al., 2007).

Aşamalı sahne geçişlerinin tespitinde şekil2.17' de gösterilene benzer grafikler kullanılır. Çerçeve-içi tahminlenen makroblok sayısını gösteren grafikteki dalgalanmaların yüksekliği geçişin süresi ile bağlantılıdır. Ani iniş çıkışlar Gauss filtresi uygulanarak azaltılır. Geçişin başladığı ve bittiği noktaları belirlemek için iki eşik değeri kullanılır. (Ta ve Tb)



Şekil2. 17 Aşamalı Geçişler (a)Aşamalı Geçişin Yumuşatılması
(b)Aşamalı Geçişin Başlangıcının Tespiti (c)Aşamalı Geçişin Bitişinin Tespiti

2.4.3 Keskin ve aşamalı sahne geçişlerini tespit ederken Sarah ve Choe yöntemlerinin birlikte kullanılması

2.4.3.1 Sarah yöntem uygulaması

INTRAFWD+OMEGA tipindeki çerçevede “keskin sahne geçişi var” kararı vermek için;

$$“Normalize edilmiş ilk değer \geq 8”$$

koşulu sağlanmalıdır.

INTRAFWD+ INTRABWD tipindeki çerçevede “keskin sahne geçişi var” kararı vermek için;

“Normalize edilmiş ilk değer ≥ 8 ” & “Normalize edilmiş ikinci değer ≥ 8 ”

koşulu sağlanmalıdır.

2.4.3.2 Choe yöntem uygulaması

Aktif çerçevede “keskin sahne geçişi var” kararı vermek için;

Aktif çerçeve ile bir önceki çerçeve arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yönleri farkları toplamı $>$ Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı ortalama değer (eşik değeri dinamik olarak belirlenir.)

koşulu sağlanmalıdır.

2.4.3.3 Keskin sahne geçişi tespitinde iyileştirme

Sarah ve Choe yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellikler:

I. INTRAFWD+OMEGA tipindeki çerçevede “keskin sahne geçişi var” kararı veren yönteme eklenenler:

1.

$|\text{Normalize Edilmiş İlk Değer Ortalaması (Eşik_İlkDeğer)} - \text{Normalize Edilmiş İlk Değer}| \leq 1$

2.

$(\text{Normalize Edilmiş İlk Değer Ortalaması (Eşik_İlkDeğer)} < 5)$ ise;

$\text{Normalize Edilmiş İlk Değer Ortalaması (Eşik_İlkDeğer)} = 5$ kabul edilmektedir. (Minimum eşik değeri = 5)

II. INTRAFWD + INTRABWD tipindeki çerçevede “keskin sahne geçişi var” kararı veren yönteme eklenenler:

1.

|Normalize Edilmiş İlk Değer Ortalaması (Eşik_İlkDeğer) - Normalize Edilmiş İlk Değer| ≤ 1

2.

|Normalize Edilmiş İkinci Değer Ortalaması (Eşik_İkinciDeğer) - Normalize Edilmiş İkinci Değer| ≤ 1

3.

(Normalize Edilmiş İlk Değer Ortalaması (Eşik_İlkDeğer) < 5) ise;

Normalize Edilmiş İlk Değer Ortalaması (Eşik_İlkDeğer) = 5 kabul edilmektedir. (Minimum eşik değeri = 5)

4.

(Normalize Edilmiş İkinci Değer Ortalaması (Eşik_İkinciDeğer) < 5) ise;

Normalize Edilmiş İkinci Değer Ortalaması (Eşik_İkinciDeğer) = 5 kabul edilmektedir. (Minimum eşik değeri = 5)

III. Choe yöntemine eklenenler:

1.

Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı ortalama değer < 300 ise;

Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı ortalama değer $= 300$

(Minimum eşik değeri $= 300$)

2.

Aktif çerçeve ile önceki çerçeve arasındaki çerçeve-içi tahminlenen blokların yön histogramları farkı $>$

Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı ortalama değer

koşul cümlesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir:

(

Aktif çerçeve ile önceki çerçeve arasındaki çerçeve-içi tahminlenen blokların yön histogramları farkı >

Ardışık çerçeveler arasında çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı ortalama değer

ya da

*((Aktif çerçeve ile önceki çerçeve arasındaki çerçeve-içi tahminlenen blokların yön histogramları farkı / Intra prediction direction histogram difference_Mean Value) *100) <= 7)*

)

IV. Keskin geçişin hangi çerçevede olduğunun belirlenmesi sırasında göz önünde bulundurulacak durumlar:

Videolar PBB biçiminde kodlandığı için örneğin “123456789...” sırasında gösterilen çerçeveler kodlama(encoding) ve kod çözme(decoding) sırasında takip eden sırada ele alınır: “312645978...”

4 no’lu çerçevede keskin geçiş meydana geldiyse; 6 no’lu çerçeve 4’ten önce kodlandığından; “Aktif çerçeve ile önceki çerçeve arasındaki çerçeve-içi tahminlenen blokların yön histogramları farkı” 6. çerçevede 4’e oranla daha büyük olacaktır.

5 no’lu çerçevede keskin geçiş gerçekleşiyorsa; 6 no’lu çerçeve 5’ten önce kodlandığından “Aktif çerçeve ile önceki çerçeve arasındaki çerçeve-içi tahminlenen blokların yön histogramları farkı” 6. çerçevede 5’e oranla daha büyük olacaktır. 4 no’lu çerçeve de 5’ten önce kodlandığından değişimin gerçekleştiği çerçeve numarasını bulmak sırasında düşünülmesi gereken parametre sayısı artmaktadır.

Videonun tüm çerçeveleri yukarıdaki koşullar ışığında incelenerek potansiyel olarak “keskin sahne geçişi” olduğu düşünülen çerçeveler belirlenir. “Keskin sahne geçişi var” tespitinde bulunulan çerçevelerin listesi geçişin gerçekten olup olmadığının teyidi için ikinci defa kontrol edilir.

Geçiş tespit edilen çerçevenin tipi B2 iken; bir önceki çerçevede (tipi B1’dir) de “keskin sahne geçişi var” tespiti yapılmışsa, aktif çerçeve (B2) için verilen “keskin geçiş var” kararı göz ardı edilir. B1 çerçevesi bu açıdan B2 çerçevesinden önceliklidir.

Eğer değişim algılanan çerçeve P iken, önceki B1 ya da B2 çerçevelerinden birinde “keskin geçiş var” kararı verilmişse; aktif çerçeve (P) için verilen “keskin geçiş var” kararı göz ardı edilir. B1 veya B2 çerçeveleri bu açıdan P çerçevesinden önceliklidir.

2.4.3.2 Aşamalı geçiş tespitinde iyileştirme

Sarah yönteminde önerilen grafik analizi yerine, çerçevelerin I4MB ve I16MB tipindeki bloklarının toplam sayısını gösteren liste ardışık çerçeveler bazında incelenerek de aşamalı geçiş kararı alınabilir.

Eklenen Özellik:

Değişik tipte aşamalı geçiş efektleri (dissolve, slide, zoom gibi...) içeren videolar üzerinde çalışma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, en çok dissolve ve zoom efekti içeren videolarda diğerlerine göre farklı ve tutarlı olmuştur.

B1-B2-P gösterim sırasındaki çerçeveler PBB sırasında kodlandığı için (ITU-T Recommendation H.264, 2005), aşamalı geçiş B1 ya da B2’de de başlasa, P daha önce kodlandığından “çerçeve-içi kodlanan blokların yön farkları toplamı” P tipindeki çerçevede B1 ve B2’ye göre daha fazla olacaktır.

Bu nedenle, aşamalı geçişin başladığı , devam ettiği ve bittiği çerçeveler belirlenirken “çerçeve-içi kodlanan blokların yön farkları toplamı”nın 1900’den (belirlenmiş sabit eşik değeri) büyük/küçük olup olmadığı kontrolü üçlü gruplar için yapılır. (Önemli not: Eğer PBB’den

farklı biçimde kodlama yapılırsa yöntemdeki grup eleman sayısı da değiştirilmelidir.)

3 çerçeveden en az bir tanesinin “çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı” değeri 1900’den büyük ise, bu çerçeve grubunda “aşamalı geçiş başladı” ya da “geçiş devam etmekte” denilebilir.

Ardışık 3 çerçevede de (PBB grubu) “çerçeve-içi kodlanmış blokların yön farkları toplamı” değeri 1900’ den küçük ise “aşamalı geçiş sonlandı” ya da “geçiş yok” kararı alınır.

Karar vermede kullanılan yöntem:

((sayı = çerçeve-içi (intra) kodlanmış bloklarının yön farkları toplamı) olarak kabul edildiğinde;)

1- Üçlü çerçeve grubunda en az bir çerçevenin “çerçeve-içi (intra) kodlanmış bloklarının yön farkları toplamı (sayı)” ≥ 1900 iken;

1.1 – (sayı ≤ 6336) ise “aşamalı geçiş başlamakta” ya da “devam etmekte”dir. Eğer geçiş yeni başlıyorsa, başlangıç çerçeve numarası belirlenmelidir. Bu sırada iki nokta göz önünde bulundurulur:

1.1.1- Çerçeve P tipindeyse, bu çerçeve için belirlenmiş yüksek “sayı” değeri, aynı grupta bulunan B1 ya da B2 çerçevelerinden birinde geçişin başlıyor olmasından da kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle geçişin başladığı çerçeve numarası = (aktif çerçeve no – 2) olarak belirlenir.

1.1.2- Çerçeve B1 ya da B2 tipindeyse, söz konusu çerçevede değişim başlamıştır. Bu nedenle geçişin başladığı çerçeve numarası = (aktif çerçeve no) olarak belirlenir.

1.2 – (sayı = 6336) ise “keskin geçiş” vardır. Aşamalı geçiş bu noktada sonlanır. Bitiş çerçeve numarası belirlenirken iki nokta göz önünde bulundurulur:

1.2.1- Çerçeve P tipindeyse "önceki PBB grubunda değişim sonlanmıştır." Bu nedenle bitiş çerçeve no = (aktif çerçeve no – 3) olarak belirlenir.

1.2.2- Çerçeve B1 ya da B2 tipindeyse "PBB grubu içinde geçiş sonlanmıştır." Bu nedenle bitiş çerçeve no = (aktif çerçeve no - 1) olarak belirlenir.

2- Ardışık 3 çerçevenin (PBB) çerçeve-içi (intra) kodlanmış bloklarının yön farkları toplamı < 1900 ise;

2.1 – Bu çerçeveye gelene kadar sayılmış "yön farkları toplamı 1900' dan büyük olan çerçevelerin sayısı"nın "yön farkları toplamı 0 olmayan ardışık çerçeve sayısı"na oranı incelenir:

2.1.1 – (Oran $\geq$ %25) ise, “aşamalı geçiş sonlandı” kararı alınır. (Aşamalı geçişin olduğu yönünde karar alınan ardışık çerçeve grubunda her bir çerçeve için önceden “keskin geçiş var” tespiti yapıp yapılmadığı kontrol edilmelidir. “Aşamalı geçiş kararı daha öncelikli” olduğu için, eğer “keskin geçiş var” şeklinde bir tespit yapılmışsa o karar göz ardı edilir.)

2.1.2 – (Oran < %25) ise, bu üçlü çerçeve grubu için “aşamalı geçiş yok” kararı alınır.

3 YAPILAN DENEYLER

Bu çalışmada H.264/AVC test model yazılımı JM12.0 kullanılmıştır (Sühring, K., <http://iphome.hhi.de>). Tüm deneyler Intel Pentium 4 CPU 3.20GHz, 1GB RAM, Windows XP Professional özellikleri olan PC’de yapılmıştır. Deneylerde (30Hz, 352x288 CIF format) ile (30Hz, 176x144 QCIF format) kullanılarak örneklenmiş değişik uzunlukta ve içerikte videolar kullanılmıştır.

H.264/AVC kodlanmış video bit akımlarının çözülmesi sonrasında elde edilen çerçeve tipi, makroblok dağılımı gibi büyük boyuttaki video verileri, sunulan sahne değişim tespit algoritmalarını uygulayan word macro’ları ile, analiz edilerek aşamalı ve keskin sahne geçişleri tespit edilmiştir.

Tablo3. 1 Kullanılan test videoları

Ad	Özellik
bridge-close_cif.yuv	Belirli bölgede az miktarda değişim içeriyor.
bridge-far_cif.yuv	Belirli bölgede az miktarda değişim içeriyor.
bus_cif.yuv	Hızlı nesne hareketi içeriyor.
container_cif.yuv	Yavaş nesne hareketi var. Nesne hareketi bulunduğu arka palanda da hareket yaratıyor.
foreman_cif.yuv	Hızlı kamera ve nesne hareketleri içeriyor.
hall_cif.yuv	Belirli bölgede nesne hareketi içeriyor.
highway_cif.yuv	Arka plan sabit, görüntüye hareketli nesneler dahil oluyor.
mother-daughter_cif.yuv	Yavaş nesne hareketi var. Nesne hareketi bulunduğu arka palanda da hareket yaratıyor.
paris_cif.yuv	Birden fazla nesne hareketi homojen olmayan arka planda büyük değişimler yaratıyor.
tempe_cif.yuv	Kamera, rüzgarın nesne hareketi yarattığı arka plandan yavaş yavaş uzaklaşıyor.
mobile_cif.yuv	Birden fazla nesne hareketi homojen olmayan arka planda büyük değişimler yaratıyor.

waterfall_cif.yuv	Kamera, az miktarda değişim içeren arka plandan yavaş yavaş uzaklaşıyor.
silent_cif.yuv	Belirli bölgede hızlı nesne hareketi içeriyor.
akiyo_cif.yuv	Arka plan hareketsiz, videonun belirli bölgesi nesne hareketi içeriyor.
news_cif.yuv	Arka planın ve ön plandaki nesnelerin belirli bölgelerinde hareket içeriliyor.
bridge-close_qcif.yuv	Belirli bölgede az miktarda değişim içeriyor.
bridge-far_qcif.yuv	Belirli bölgede az miktarda değişim içeriyor.
salesman_qcif.yuv	Arka plan hareketsiz, videonun belirli bölgesi nesne hareketi içeriyor.
EgeTanıtım.AVI (BITAM) (Değişik çerçeve aralıkları test amaçlı kullanılmıştır.)	Aşamalı ve keskin sahne geçişi içeriyor. Hareketli arka plan üzerinde çok sayıda farklı aşamalı geçiş efektleri var.(Dissolve, zoom, panning, 3 boyutlu efektler gibi...)

Tablodaki ad bilgisinde “CIF” uzantısı 352x288; “QCIF” uzantısı 176x144 çözünürlüğe işaret etmektedir.

Deneylerde kullanılan H.264/AVC kodlayıcının temel konfigürasyonu aşağıdaki tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Tablo3. 2 Deneyde kullanılan video dizisinin kodlama parametreleri

Parametre	Değer	Açıklama
Kodlayıcı kontrolü		
Profile IDC	77	Ana Profil
Level IDC	40	Seviye 4.0
IntraPeriod	0/5	I çerçeve periyodu
YUVFormat	1	4:2:0 YUV formatı
QPISlice	28	I dilimin nicemleme parametresi 28
QPPSlice	28	P dilimin nicemleme parametresi 28
FrameSkip	2	Her 3. çerçeve I/P olarak kodlanacak
Use Hadamard	1	Hadamard kodlama kullanılacak
Search Range	32	Maksimum tarama alanı
NumberReferenceFrames	5	Referans çerçeve sayısı 5
B Dilimleri		
NumberBFrames	2	B çerçeve sayısı
QPBSlice	30	B dilimin nicemleme parametresi 30
BreferencePictures	1	B çerçeveler referans olarak kullanılacak
HierarchicalCoding	2	Tam hiyerarşik kodlama
Çıkış Kontrolü		
SymbolMode	0	UVLC entropi kodlama olacak
OutFileMode	1	Çıkış dosyası RTP olacak
PartitionMode	0	Veri parçalama yok
Diğer		
PicInterlace	0	Resim çerçeve kodlama kullanacak
MbInterlace	0	Makroblok çerçeve kodlama kullanacak
WeightedPrediction	0	Ağırlıklı tahminleme yok
UseRedundantPicture	0	Fazladan resim kullanılmayacak
RateControlEnable	0	Hız kontrolü yok
Bitrate	45020	Bit hızı

Deneylerde elde edilen sonuçlar aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilmiştir:

$$Recall = \frac{N_c}{N_c + N_m} \times 100$$

$$Precision = \frac{N_c}{N_c + N_f} \times 100$$

N_c =Doğru tahmin edilen çerçeve sayısı

N_m =Tahmin edilemeyen çerçeve sayısı

N_f =Yanlış Tahmin edilen çerçeve sayısı

3.1 Konfigürasyon Dosyasında Belirli Parametrelerin Tespit Algoritmalarına Etkisi Üzerine Deneyler

Konfigürasyon dosyasında belirli parametreler sahne değişim tespit algoritmalarının aşağıdaki durumlarda nasıl davrandığı incelemek üzere değiştirilmiştir:

1. Aynı videoda B çerçeveler referans alınmadığında analiz nasıl etkileniyor?

silent_container_news_foreman: 24 çerçeveli; 14. çerçevede keskin geçiş; (8-13) ve (20-24) çerçevelerinde aşamalı geçiş içeren videodur. Konfigürasyon dosyasında ilgili parametre “BReferencePictures” düzenlendi.

Sonuç: Aynı videoda sahne değişimine (keskin geçiş , aşamalı geçiş) dair yapılan analiz sonuçları B çerçevelerin referans alınıp alınmamasına bağlı olarak değişmiyor. (Bkz. Tablo 3.3) Fakat B çerçeveler referans alındığında çerçeve-içi tahminleme oranında düşme meydana gelmekte, aşamalı geçiş kararı verilen grafiklerde bu artışın etkisi görülmektedir. (Bkz. Ek1 ve Ek2)

Tablo3. 3 silent_container_news_foreman videosu için IntraPeriod=0 ve IntraPeriod=5 için edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

	IntraPeriod=0	IntraPeriod=5
Gerçek sahne sayısı	1	1
Tespit edilen sahne sayısı	5	5
Doğru tespit edilen sahne sayısı	1	1
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	4	4
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0
Precision	20	20
Recall	100	100

2. Aynı videoda periyodik I çerçevelerin kullanılması analiz sonuçlarını etkiliyor mu?

“bus_cif.yuv, container_cif.yuv, flowers_cif.yuv, paris_cif.yuv” videolarının belirli bölgelerinin VIRTUAL DUB programında keskin sahne geçişleri ile birleştirildiği 352x288 CIF bus_container_flowers_paris.yuv videosu için analiz yapıldı. Konfigürasyon dosyasında ilgili parametre “IntraPeriod” düzenlenerek (IntraPeriod = 0 ve IntraPeriod=5 için) iki farklı çıktı kümesi elde edildi.

Sonuç: Aynı videoda periyodik I çerçeveleri kullanılması, keskin sahne geçişi için elde edilen sonuçları Tablo3.4’ te görüldüğü gibi belirli ölçüde etkilemektedir; aşamalı geçişler için alınan kararları ise değiştirmemektedir. (Bkz. Ek3 ve Ek4)

Tablo3. 4- bus_container_flowers_paris videosu için IntraPeriod=0 ve IntraPeriod=5 için edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

	IntraPeriod=0	IntraPeriod=5
Gerçek sahne sayısı	3	3
Tespit edilen sahne sayısı	3	6
Doğru tespit edilen sahne sayısı	3	3
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	3
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0
Precision	100	50
Recall	100	100

3.2 Keskin ve Aşamalı Geçiş Tespiti Üzerine Deneyler

1.

151007_EgeUniTanitim: 42 çerçeveli; keskin sahne geçişi içermeyen; (2-34) numaralı çerçeveleri arasında dissolve tipinde aşamalı geçiş efekti içeren bir videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi , Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.5'te görüldüğü gibi, sadece Sarah yöntemi hatalı şekilde 1 sahneyi keskin geçiş olarak tespit ederken, sadece Choe yöntemi çok sayıda çerçeveyi hatalı şekilde keskin geçiş olarak tespit etti. Sarah ve Choe (Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında hiçbir keskin sahne geçişi tespit edilmemektedir.

Tablo3. 5 151007_EgeUniTanitim videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

151007_EgeUniTanitim	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	1	12	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	1	12	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	0
Recall	-	-	-

Sadece Sarah ve sadece Choe yöntemlerinde sayısal sonuçlar ile aşamalı geçiş tespiti yapılamamaktadır. Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (1-33) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçiş tespit edilmiştir. Sarah yönteminde önerilen ve aşamalı geçiş tespitinde kullanılan çerçevelerin I4MB ve I16MB dağılım grafiği de benzer sonucu sunmaktadır. (Bkz. Ek.5)

2.

Ege_Tanitim8_AsamaliGecis2_0_20: 20 çerçevesi; keskin sahne geçişi içermeyen; (8-17) çerçeveleri arasında dissolve tipinde aşamalı geçiş efekti içeren bir videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi , Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.6'da görüldüğü gibi, sadece Sarah yöntemi hatalı şekilde 2 sahneyi keskin geçiş olarak tespit etti. Sadece Choe yöntemi çok sayıda çerçeveyi hatalı şekilde keskin geçiş olarak tespit etti. Sarah ve Choe

(Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında hiçbir keskin sahne geçişi tespit edilmemektedir.

Bu videoda Sarah ve Choe (Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında sadece Sarah ve sadece Choe yöntemlerine göre keskin sahne geçişi tespitinde daha doğru sonuç elde edilmiştir.

Tablo3. 6 Ege_Tanitim8_AsmaliGecis2_0_20videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

Ege_Tanitim8_AsmaliGecis2_0_20	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	2	6	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	2	6	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	0
Recall	-	-	-

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (8-18) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçiş tespit edilmiştir. Sarah yönteminde önerilen ve aşamalı geçiş tespitinde kullanılan çerçevelerin I4MB ve I16MB dağılım grafiği de benzer sonucu sunmaktadır. (Bkz. Ek.6)

3.

Ege_Tanitim9_AsamaliGecis3: 80 çerçeveli, keskin sahne geçişi içermeyen, (7-77) çerçeveleri arasında üç boyutlu bir aşamalı geçiş efekti içeren bir videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.7’de görüldüğü gibi, Sarah ve Choe (Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında ve sadece Sarah yöntemlerinin performansı keskin sahne geçişi tespitinde aynıdır, sadece Choe yönteminden daha iyidir.

Tablo3. 7 Ege_Tanitim9_AsmaliGecis3 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişı sonuçlarının karşılaştırılması

Ege_Tanitim9_AsmaliGecis3	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	0	25	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	25	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	-	0	-
Recall	-	-	-

Sarah ve Choe (Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında resmin çok küçük bir kısmını teşkil eden aşamalı geçişı tespit edilememiştir.

4.

EgeTntm15_DegisimYokHareketli_0_143: 143 çerçevesi; 31-55 çerçeveleri arasında üç boyutlu aşamalı değişim efekti; 86-99 çerçeveleri arasında zoom-in efekti; 100-114 çerçeveleri arasında zoom-out efekti içeren; özellikle 115 -143 çerçeveleri arasındaki kısmın içerik bakımından hareketli olduğu videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.8’de görüldüğü gibi, videoda hiç keskin geçişı olmamasına rağmen yokken, sadece Sarah yöntemi 17 adet, Choe yöntemi 51 adet hatalı biçimde keskin geçişı tespit etmektedir. Sarah ve Choe(pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında hatalı şekilde ama sayı olarak daha az olmak üzere 8 adet keskin geçişı tespit ediliyor.

Tablo3. 8 EgeTanitim15_DegisimYokHareketli_0_143 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişı sonuçlarının karşılaştırılması

EgeTanitim15_DegisimYokHareketli_0_143	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	17	51	8
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	17	51	8
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	0
Recall	-	-	-

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (40-57), (85-141) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçişı tespit edilmiş, sadece Sarah yönteminin önerdiği grafik analiziyle elde edilen sonuçlara yaklaşılmıştır. (Bkz. Ek.7)

5.

EgeTanitim_501_1496: 995 çerçeveli; 606, 791, 880, 915, 959, 992 numaralı çerçevelerinde keskin sahne geçişı olan; aşamalı sahne geçişleri içeren videodur. Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Sarah ve Choe (Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında, sadece Sarah ve sadece Choe yöntemlerine göre keskin sahne geçişı tespitinde daha doğru sonuç alınıyor. (Bkz. Tablo 3.9)

Tablo3. 9 EgeTanitim_501_1496 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

EgeTanitim_501_1496	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	6	6	6
Tespit edilen sahne sayısı	20	274	7
Doğru tespit edilen sahne sayısı	5	2	4
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	15	272	3
Tespit edilemeyen sahne sayısı	1	4	2
Precision	25	0,72	57,14
Recall	83,33	33,3	66,6

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (824-846) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçiş tespit edilmiştir. Videonun (846-879) numaralı çerçeveleri arası içeriğin %70'ini bayrağın oluşturduğu bir bölümdür. Bayrak dalgalanması da aşamalı geçiş kapsamında değerlendirilmiş, önceki gruba dahil edilmiştir. Bayrak dalgalanmasının aşamalı geçiş olarak nitelendirilmesi dışında, videonun (824-846) numaralı çerçeveleri arasında aşamalı geçiş olduğuna dair elde edilen sonuç Sarah yönteminde önerilen grafik analiziyle elde edilen sonuca yaklaşılmaktadır. (Bkz. Ek.8)

6.

EgeTanitim17_Efektli_0_20: 20 çerçeveli, keskin ve dissolve tipinde aşamalı geçiş içermeyen videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.10' da görüldüğü gibi, Sarah ve Choe (Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte uygulandığında, diğer yöntemlere göre keskin sahne geçişi tespitinde daha doğru sonuç alınıyor. Bu video için sadece Sarah ve sadece Choe yöntemleri keskin sahne geçişi tespit edilirken, Sarah ve Choe (Pencere büyüklüğü=10) yöntemleri birlikte

uygulandığında doğru sonuç elde edilmiş, hiç keskin sahne geçişi tespit edilmemiştir.

Tablo3. 10 EgeTanitim17_Efektli_0_20 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

EgeTanitim17_Efektli_0_20	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	2	5	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	2	5	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	-
Recall	-	-	-

7.

EgeTanitim17_AsamaliGecis_0_50: 50 çerçeveli; keskin sahne geçişi olmayan; (31-37) numaralı çerçeveler arasında dissolve tipinde aşamalı geçiş içeren videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.11' de görüldüğü gibi, bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç, sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuca göre hatalıdır. (31- 37) numaralı çerçeveler arasındaki hızlı dissolve efekti yanıltıcı oluyor, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında 33 numaralı çerçevede 1 adet hatalı şekilde keskin sahne geçişi tespit ediliyor. Sadece Sarah yöntemi hiç bir değişim tespit etmezken; sadece Choe çok sayıda hatalı tespitte bulunuyor.

Tablo3. 11 EgeTanitim17_AsamaliGecis_0_50 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişı sonuçlarının karşılaştırılması

EgeTanitim17_Efektli_0_50	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	0	9	1
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	9	1
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	-	0	0
Recall	-	-	-

8.

EgeTanitim12_AsamaliKeskinKarışık_0_100: 100 çerçevelik, 14, 41, 69 numaralı çerçevelerde 3 keskin sahne geçişı içeren; (91-96) numaralı çerçeveler arasında zoom etkisi olan videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.12' de görüldüğü gibi, bu videoda Sarah ve Choe(pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlite uygulandığında, sadece Sarah ve sadece Choe' ye göre keskin sahne geçişı tespitinde daha doğru sonuç alınıyor. Sadece Sarah 2 adet keskin sahne geçişı tespit ederken; sadece Choe yöntemi hiçbir keskin geçişı doğru tahmin edememektedir.

Tablo3. 12 EgeTanitim12_AsamaliKeskinKarışık_0_100 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

EgeTanitim12_AsamaliKeskiKarışık_0_100	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	3	3	3
Tespit edilen sahne sayısı	8	1	3
Doğru tespit edilen sahne sayısı	2	0	3
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	6	1	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	1	3	0
Precision	25	0	100
Recall	66,6	0	100

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (91-96) numaralı çeçeveler arasında aşamalı geçiş tespit edilmiş, Sarah yönteminde önerilen grafik analiziyle elde edilen sonuca yaklaşılmıştır. (Bkz. Ek9)

9.

hall_mothAnddaugh_mobile_BRef_IP5: 60 çerçeveli, 2 adet keskin sahne geçişi içeren ve aşamalı geçiş içermeyen videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.13’ te görüldüğü gibi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) birlikte yöntemi ve sadece Sarah yöntemleri aynı doğrulukta ve Choe’den daha etkin keskin sahne geçişi tespitinde bulunuyor.

Tablo3. 13 hall_mothAnddaugh_mobile videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

hall_mothAnddaugh_mobile	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	2	2	2
Tespit edilen sahne sayısı	1	7	1
Doğru tespit edilen sahne sayısı	1	0	1
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	7	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	1	2	1
Precision	100	0	100
Recall	50	0	50

10.

FocusDegisimi_paris_0_15_30: 30 çerçeveli, keskin ve aşamalı sahne geçişi içermeyen videodur. 10 no' lu çerçevede videonun odağı değişiyor.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.14' te görüldüğü gibi, Bu videoda sadece Sarah yöntemi 10 no'lu çerçevedeki keskin olmayan geçişi (sahne değişmiyor, aynı video devam ediyor, sadece odak değişiyor) keskin geçiş olarak algılarken; sadece Choe çok sayıda hatalı tespitte bulunuyor. Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında, sadece Sarah ve sadece Choe'ye göre keskin sahne geçişi tespitinde daha doğru sonuç alınıyor, keskin sahne geçişi tespit edilmiyor.

Tablo3. 14 FocusDegisimi_paris_0_15_30 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişı sonuçlarının karşılaştırılması

FocusDegisimi_paris_0_15_30	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	1	3	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlışı tespit edilen sahne sayısı	1	3	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	-
Recall	-	-	-

11.

EgeTanitim11_MedianYok_70_170: 100 çerçevesi, keskin sahne geçişı içermeyen, (32-64) numaralı çerçeveler arasında aşamalı sahne geçişı içeren videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.15’ te görüldüğü gibi, Sadece Choe yöntemi çok sayıda hatalı tespit yaparken; Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuç aynıdır, her ikisi de doğru şekilde hiçbir keskin sahne geçişı tespit etmiyor.

Tablo3. 15 EgeTanitim11_MedianYok_70_170 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

EgeTanitim11_MedianYok_70_170	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	0	4	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	4	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	-	0	-
Recall	-	-	-

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (25-63) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçiş tespit ediliyor. Sadece Sarah yönteminin önerdiği grafik analiziyle elde edilen sonuca yaklaşıyor.(Bkz. Ek.10)

12.

mobile41_45ArasiFlashEfektli: 43 çerçeveli, keskin ve aşamalı sahne geçişi içermeyen, 2 çerçevede parlaklığın birden artıp eskiye döndüğü (sadece flash etkisi olan) videodur.

(Parlaklık değişimi etkisi EDIUS PROFESSIONAL'da SystemPresets altındaki Dark&Brightness maddesi ile yapılmıştır.)

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.16' da görüldüğü gibi, Sadece Choe yöntemi çok sayıda hatalı tespit yaparken; Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuç aynıdır, her ikisi 2 adet hatalı keskin sahne geçişi tespitinde bulunuyor.

Tablo3. 16 mobile41_45ArasiFlashEftli videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

mobile41_45ArasiFlashEftli	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	2	13	2
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	2	13	2
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	0
Recall	-	-	-

13.

mothAndDaugh0_132_BrightnessDeg76_106: 64 çerçevesi, 38. çerçevede parlaklığın artıp, 52. çerçevede eski değerine döndüğü videodur.

(Parlaklık değişimi etkisi EDIUS PROFESSIONAL'da SystemPresets altındaki Dark&Brightness maddesi ile yapılmıştır.)

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.17’de görüldüğü gibi, bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında ilk parlaklığın değiştüğü çerçeve keskin sahne geçişi olarak algılamıştır. Fakat yine de sadece Sarah ve sadece Choe yöntemlerine göre daha etkin sonuç elde edilmiştir.

Tablo3. 17 mothAndDaugh0_132_BrightnessDeg76_106 videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

mothAndDaugh0_132_BrightDeg76_106	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	2	20	1
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	2	20	1
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	0
Recall	-	-	-

14.

mothAndDaugh0_132_sephia: 64 çerçeveli, 38. çerçevede renk tonunun hafif değiştiği 52. çerçevede eski değerine döndüğü videodur.

(Parlaklık değişimi etkisi EDIUS PROFESSIONAL'da SystemPresets altındaki Sephia2 maddesi ile yapılmıştır.)

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.18' de görüldüğü gibi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında, doğru şekilde hiç keskin sahne geçişi tespit edilmiyor. Sadece Sarah yöntemi 1 adet keskin sahne geçişi tespit ediyor. Sadece Choe yöntemi hatalı şekilde çok sayıda keskin sahne geçişi tespit ediyor.

Tablo3. 18 mothAndDaugh0_132_sephia videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

mothAndDaugh0_132_sephia	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	1	20	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	1	20	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	-
Recall	-	-	-

15.

bridgeClose_flowers_costGuard_highway: 300 çerçevesi; 75,150, 225 numaralı çerçevelerde keskin sahne geçişi içeren; aşamalı geçiş bulunmayan videodur.

Sadece Sarah, sadece Choe, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.19' da görüldüğü gibi, Bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuçlar aynıdır. Sadece Choe yöntemi hatalı çok sayıda keskin sahne geçişi tespit etmiştir.

Tablo3. 19 bridgeClose_flowers_costGuard_highway videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

bridgeClose_flowers_costGuard_highway	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	3	3	3
Tespit edilen sahne sayısı	3	102	3
Doğru tespit edilen sahne sayısı	3	3	3
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	99	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	100	2,94	100
Recall	100	100	100

16.

bridgeClose_flowers_costGuard_highway_Aşamalı: 291 çerçeveli; keskin sahne geçişi içermeyen; (71-88), (137-157), (203-224) numaralı çerçeveleri arasında aşamalı geçiş bulunan videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.20’ de görüldüğü gibi, Bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuçlar aynıdır. Sadece Choe yöntemi hatalı çok sayıda keskin sahne geçişi tespit etmiştir.

Tablo3. 20 bridgeClose_flowers_costGuard_highway_Aşamalı videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

bridgeClose_flowrs_costGrd_highwy_Aşamalı	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	2	95	2
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	2	95	2
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	0	0	0
Recall	-	-	-

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (70-87), (136-159), (202-225) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçişler tespit edilmekte, elde edilen sonuçlar Sarah yönteminde önerilen grafik analiziyle elde edilen sonuçlara yaklaşılmaktadır. (Bkz. Ek.11)

17.

bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan: 375 çerçeveli; 75,150, 225, 300 numaralı çerçevelerde keskin sahne geçişi içeren; aşamalı geçiş bulunmayan videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.21' de görüldüğü gibi, Bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuçlar aynıdır. Sadece Choe yöntemi hatalı çok sayıda keskin sahne geçişi tespit etmiştir.

Tablo3. 21 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

bridgeFar_Containr_Hall_Mobile_Stfn	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	4	4	4
Tespit edilen sahne sayısı	3	116	3
Doğru tespit edilen sahne sayısı	3	4	3
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	112	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	1	0	1
Precision	100	3,44	100
Recall	75	100	75

18.

bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan_Aşamalı: 325 çerçeveli; (70-90), (150-172), (218-240), (290-306) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçiş içeren videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.22’ de görüldüğü gibi, bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuçlar aynıdır. Sadece Choe yöntemi hatalı çok sayıda keskin sahne geçişi tespit etmiştir.

Tablo3. 22 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan_Aşamalı videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

bridgeFar_Contaner_Hall_Mobile_Stfn_Aşamalı	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	0	107	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	107	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	-	0	-
Recall	-	-	-

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (72-92), (153-176), (219-239), (288-308) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçişler tespit edilmekte, elde edilen sonuçlar Sarah yönteminde önerilen grafik analiziyle elde edilen sonuçlara yaklaşılmaktadır.(Bkz. Ek.12)

19.

mothDaugh_silent_tempete_waterfall: 300 çerçeveli; 75,150, 225 numaralı çerçevelerde keskin sahne geçişi içeren; aşamalı geçiş bulunmayan videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.23’de görüldüğü gibi, Bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuçlar aynıdır. Sadece Choe yöntemi hatalı çok sayıda keskin sahne geçişi tespit etmiştir.

Tablo3. 23 mothDaugh_silent_tempte_waterfall videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

mothDaugh_silent_tempte_waterfall	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	3	3	3
Tespit edilen sahne sayısı	3	76	3
Doğru tespit edilen sahne sayısı	3	3	3
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	73	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	100	3,9	100
Recall	100	100	100

20.

mothDaugh_silent_tempte_waterfall_Aşamalı: 291 çerçeveli; leskin sahne geçişi bulunmayan; (68-89), (137-154), (206-223) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçiş içeren videodur.

Sadece Sarah yöntemi, sadece Choe yöntemi, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.24’ te görüldüğü gibi, bu videoda Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulandığında elde edilen sonuç ile sadece Sarah yöntemi uygulandığında elde edilen sonuçlar aynıdır. Sadece Choe yöntemi hatalı çok sayıda keskin sahne geçişi tespit etmiştir.

Tablo3. 24 mothDaugh_silent_tempte_waterfall_Aşamalı videosu için değişik yöntemlerle elde edilen keskin sahne geçişi sonuçlarının karşılaştırılması

mothDaugh_silent_tempte_waterfall_Aşamalı	Sarah	Choe	Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)
Gerçek sahne sayısı	0	0	0
Tespit edilen sahne sayısı	0	91	0
Doğru tespit edilen sahne sayısı	0	0	0
Yanlış tespit edilen sahne sayısı	0	91	0
Tespit edilemeyen sahne sayısı	0	0	0
Precision	-	0	-
Recall	-	-	-

Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü = 10) yöntemleri birlikte uygulanırken eklenen özellik ile ayrıca (69-92), (138-158), (207-224) numaralı çerçeveler arasında aşamalı geçişler tespit edilmekte, elde edilen sonuçlar Sarah yönteminde önerilen grafik analiziyle elde edilen sonuçlara yaklaşılmaktadır. (Bkz. Ek.13)

Farklı özellikteki 20 video için tüm yöntemlerin etkinliği Tablo3.25’ te karşılaştırılmıştır. Tablo oluşturulurken her video için elde edilen sonuçlar yöntem bazında incelenmiş, diğerlerine göre daha iyi sonuç veren yöntem başarılı kabul edilmiştir.

Tablo3. 25 Sarah, Choe, Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10) yöntemlerinin başarı karşılaştırması

Başarı Oranı(%)	
Sarah	55
Choe	0
Sarah ve Choe (pencere büyüklüğü=10)	95

4. SONUÇ

H.264/AVC standardı ile gelen en önemli özelliklerden biri hem çerçeve-içi hem de çerçeveler-arası tahminlemede blok boyutunun değişkenlik gösterebiliyor olmasıdır. Yöntemler H.264/AVC'nin bu özelliği yanında, MPEG algoritmaları kullanarak sıkıştırılmış bit akımlarında keskin sahne geçişini tespit eden yöntemi H.264/AVC' ye uyarlamıştır.

Bu çalışmada H.264/AVC bit akımlarında sahne değişimlerinin algılanması için geliştirilen çerçeve-içi kodlanmış blokların boyut ve tahminleme yönleri ile çerçeveler-arası tahminlenen blokların zamansal tahminleme tiplerine göre karar veren yöntemler incelenmiş; videonun aşamalı ve keskin geçiş olan çerçevelerine dair istatistiksel bilgiler edinilmiş; sıkıştırılmış videoyu çözümlemeden içeriğine dair bilgi edinebilme amacı büyük ölçüde gerçekleştirilebilmiştir.

Oluşturulan videolarla önerilen algoritmalar pek çok sahne geçişini tespit etmiş, fakat bazı durumlarda değişimin aşamalı mı keskin mi olduğu konularında karışıklık yaşanmıştır. En büyük etkenlerden biri kısa sürede gerçekleşen aşamalı geçişlerdir. Düzgün içerikli test videolarında bu problem yaşanmamıştır.

Tezde, H.264/AVC algoritması kullanılarak sıkıştırılmış videoda keskin ve aşamalı geçiş tespiti yapan iki ayrı yöntemin aynı videolar üzerinde kendi başlarına ve birlikte uygulandıklarındaki etkinlikleri karşılaştırılmış, yöntemlerin birlikte uygulanmaları sırasında elde edilen sonuçların daha doğru olduğu kararına varılmıştır.

Bu çalışmaya dayanarak ileride çalışma yapılması düşünülecek konulardan biri konfigürasyon dosyasındaki herhangi bir değişikliğin alınan kararı nasıl etkileyebileceğidir. B çerçevenin referans alınıp alınmamasının keskin ve aşamalı sahne geçiş kararını etkilemediği testlerde ortaya çıkmıştır. Fakat periyodik I çerçevelerin kullanılıp kullanılmaması elde edilen sonuçları değiştirmektedir. Diğer parametrelerin de sonucun doğruluğuna etkisini görmek için çok daha değişik şekilde konfigüre edilmiş kodlayıcı ve farklı özellikteki videolar ile elde edilecek başarımlar incelenebilir.

Bu çalışmaya dayanarak geliştirilebilecek ikinci konu, karar vermekte kullanılan dinamik eşik değeri hesaplanırken kullanılan yöntemin farklılaştırılmasıdır. Daha karmaşık yöntemler ile hesaplanan eşik değerlerinin içeriğe dair alınan kararların doğruluğunu artırabileceği düşünülmektedir. Bu konu üzerinde çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

De Bruyne, S., De Neve, W. , De Wolf, K. , De Schrijver, D. , Verhoeve, P. , Van de Walle, R., 2007, Temporal video segmentation on H.264/AVC compressed bitstreams, Belgium, p. 12

Hanjalic, A., 2002, Shot-Boundary detection: unraveled and resolved?, IEEE, Vol.12, p.15

Hong, B., Eom, M., Choe, Y., 2006, Scene change detection using edge direction based on intra prediction mode in H.264/AVC compression domain, IEEE, Korea, p.4

ITU-T Recommendation H.264, 2005, Advanced Video Coding For Generic Audiovisual Services, ITU-T Rec. H.264 (03/2005), p.343

Kim, S.M., Byun, J., Won, C., 2005, A Scene change detection in H.264/AVC compression domain, LNCS 3768, Springer Verlag Berlin Heidelberg, p.4

Meng, J., Juan, Y., Chang, S., 1995, Scene change detection in a MPEG compressed video sequence, Vol.2419, NoSan Jose, California, p.11

Ostermann, J., Bormans, J., List, P., Marpe, D., Narroschke, M., Pereira, F., Stockhammer, T. and Wedi, T., 2004, Video coding with H.264/AVC: tools, performance, and complexity,

Özbek, N., Tunali, T., 2005, A Survey on the H.264/AVC standard, TÜBİTAK, Cilt no:13, s.16

Pei, S.C., Chou, Y.Z., 1999, Efficient MPEG compressed video analysis using macroblock type information, IEEE, Vol.1, p.13

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

Soon-kak Kwon, Tamhankar, A., Rao, K.R., 2006, Overview of H.264 / MPEG-4 Part 10

Sührling, K., <http://iphome.hhi.de/>, Institut Nachrichtentechnik Heinrich-Hertz-Institut, Fraunhofer

Sullivan, G. J., Topiwala, P. and Luthra, A., 2004, The H.264/AVC advanced video coding standard: overview and introduction to the fidelity range extensions

Sullivan Gary J., Wiegand, T., 2005, Video compression — from concepts to the H.264/AVC standard, IEEE, Vol.93, p.14

Tourapis, Alexis M., Wu, F., Li, Shipeng, 2005, Direct mode coding for bi-predictive slices in the H.264 Standard, IEEE, Vol.15, p.6

Wiegand, T., Sullivan Gary J., Bjontegaard G., et al., 2003, Overview of the H.264/AVC video coding standard, IEEE, p.19

Zeng, W., Gao, W., 2005, Shot change detection on H.264/AVC compressed video, IEEE, p.4

Zhang, D., Qi, W., Jiang Zhang H., 2001, A New shot boundary detection algorithm, Microsoft Research

EKLER

Ek1. silent_container_news_foreman_BRef1.yuv (352x288) (24 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği - “BReferencePictures =0”

Ek2. silent_container_news_foreman_BRef1.yuv (352x288) (24 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği - “BReferencePictures =1”

Ek3. bus_container_flowers_paris.yuv (352x288) (249 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği- “IntraPeriod=0”

Ek4. bus_container_flowers_paris.yuv (352x288) (249 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği- “IntraPeriod=5”

Ek5. 151007_EgeUniTanitim (352x288) (42 çerçeve) I4MB+I16MB
Grafiği

Ek6. Ege_Tanitim8_AsamaliGecis2_0_20 (352x288) (20 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği

Ek7. EgeTntm15_DegisimYokHareketli_0_143 (352x288) (143 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği

Ek8. EgeTanitim_501_1496 (352x288) (995 çerçeve) I4MB+I16MB
Grafiği

Ek9. EgeTanitim12_AsamaliKeskinKarışık_0_100 (352x288) (100
çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği

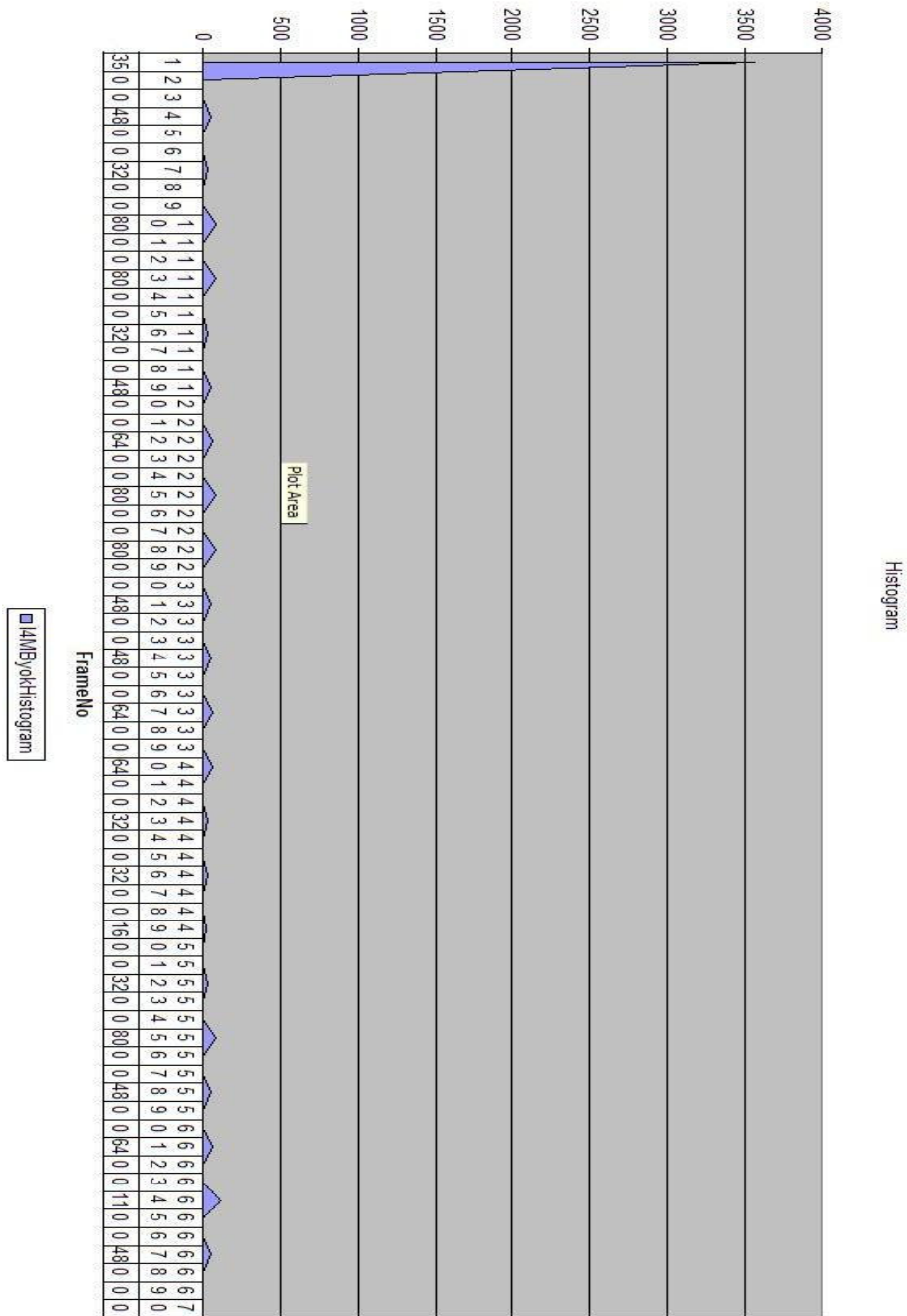
Ek10. EgeTanitim11_MedianYok_70_170 (352x288) (100 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği

Ek11 bridgeClose_flowers_costGuard_highway_Aşamalı (352x288)
(291 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği

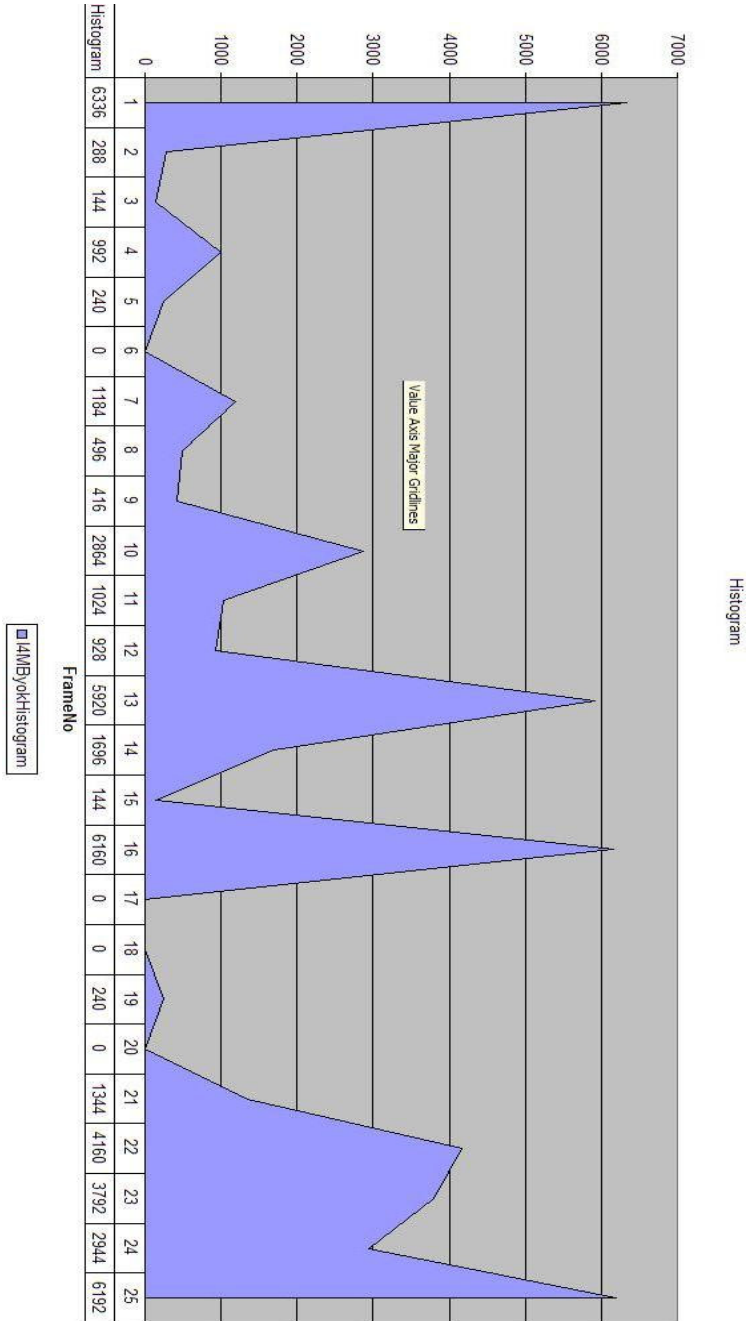
Ek.12 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan_Aşamalı (352x288)
(325 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği

Ek.13 mothDaugh_silent_tempete_waterfall_Aşamalı (352x288) (291
çerçeve) I4MB+I16MB grafiği

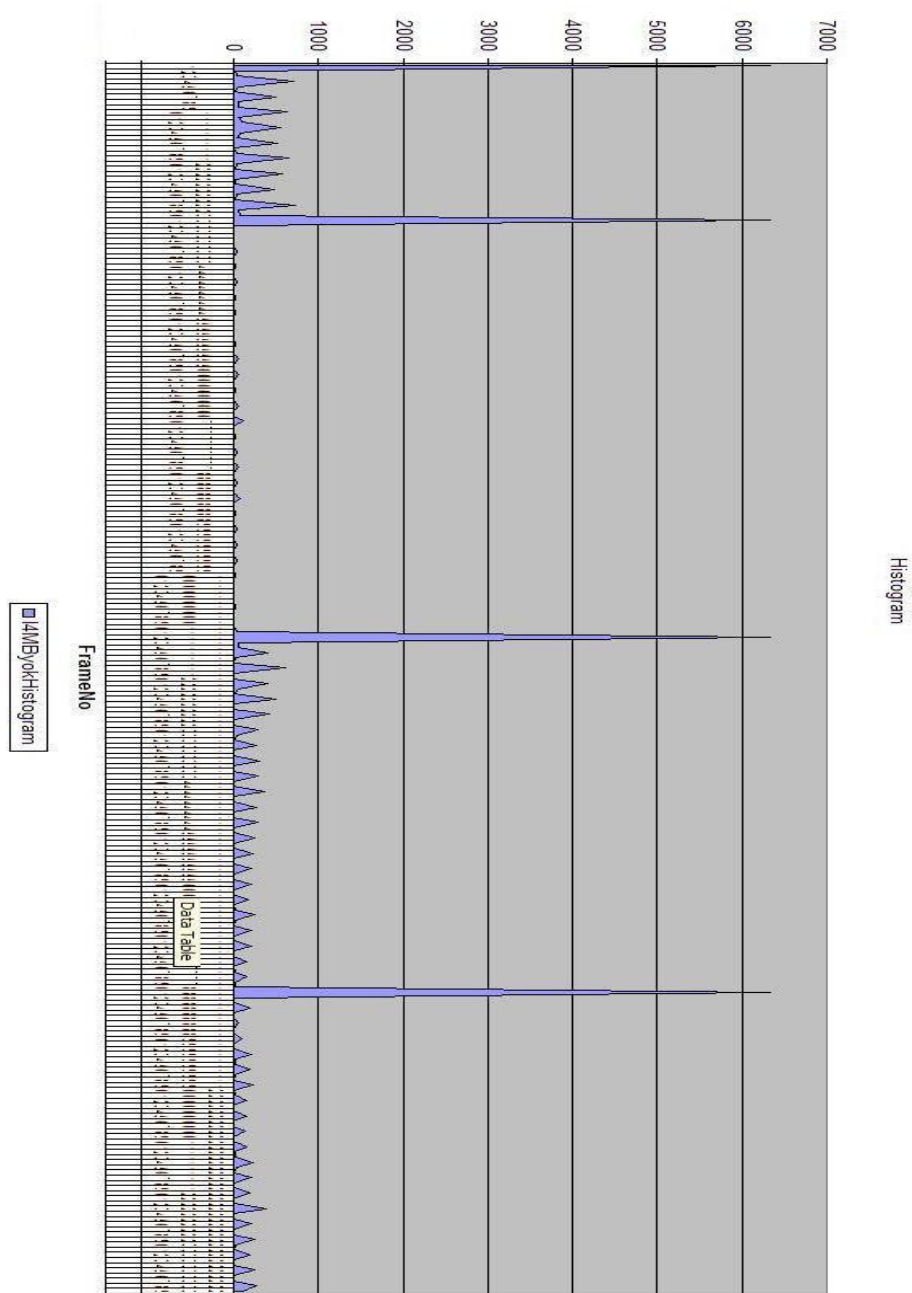
**Ek1. silent_container_news_foreman_BRef1.yuv (352x288) (24 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği - “BReferencePictures =0”**



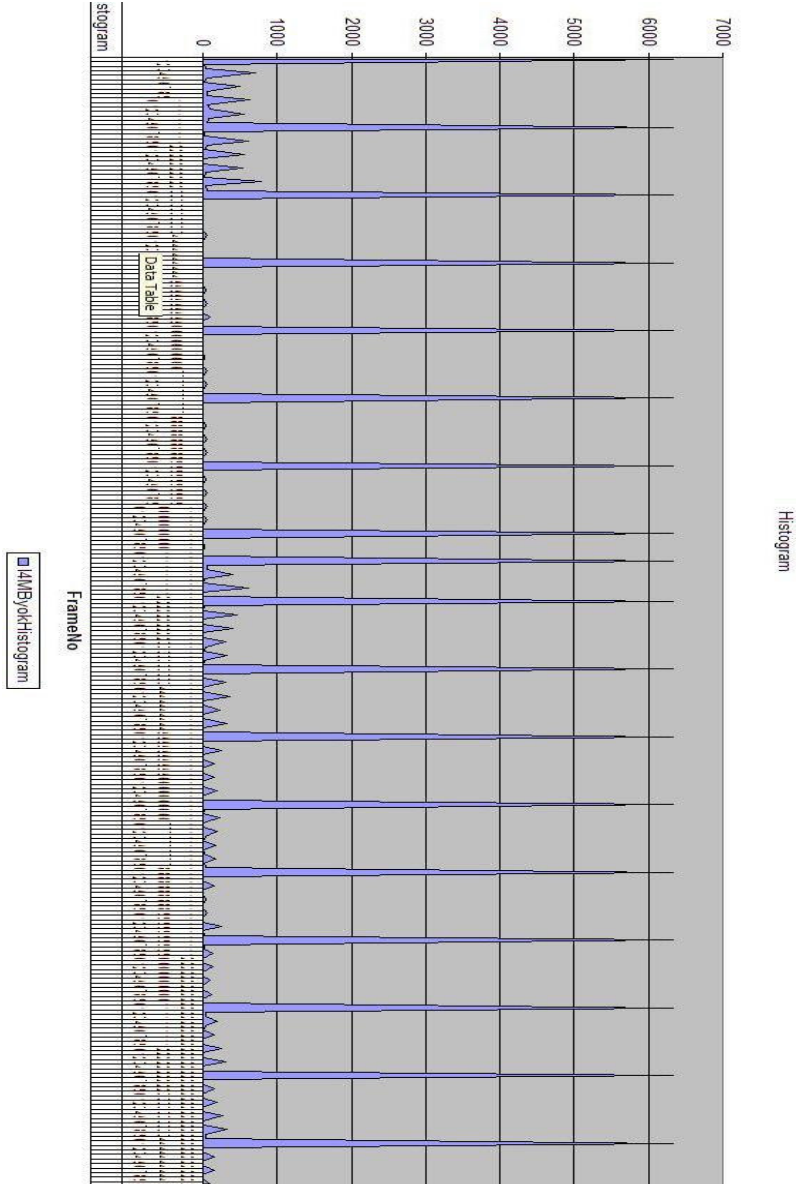
Ek2. silent_container_news_foreman_BRef1.yuv (352x288) (24 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği - “BreferencePictures=1”



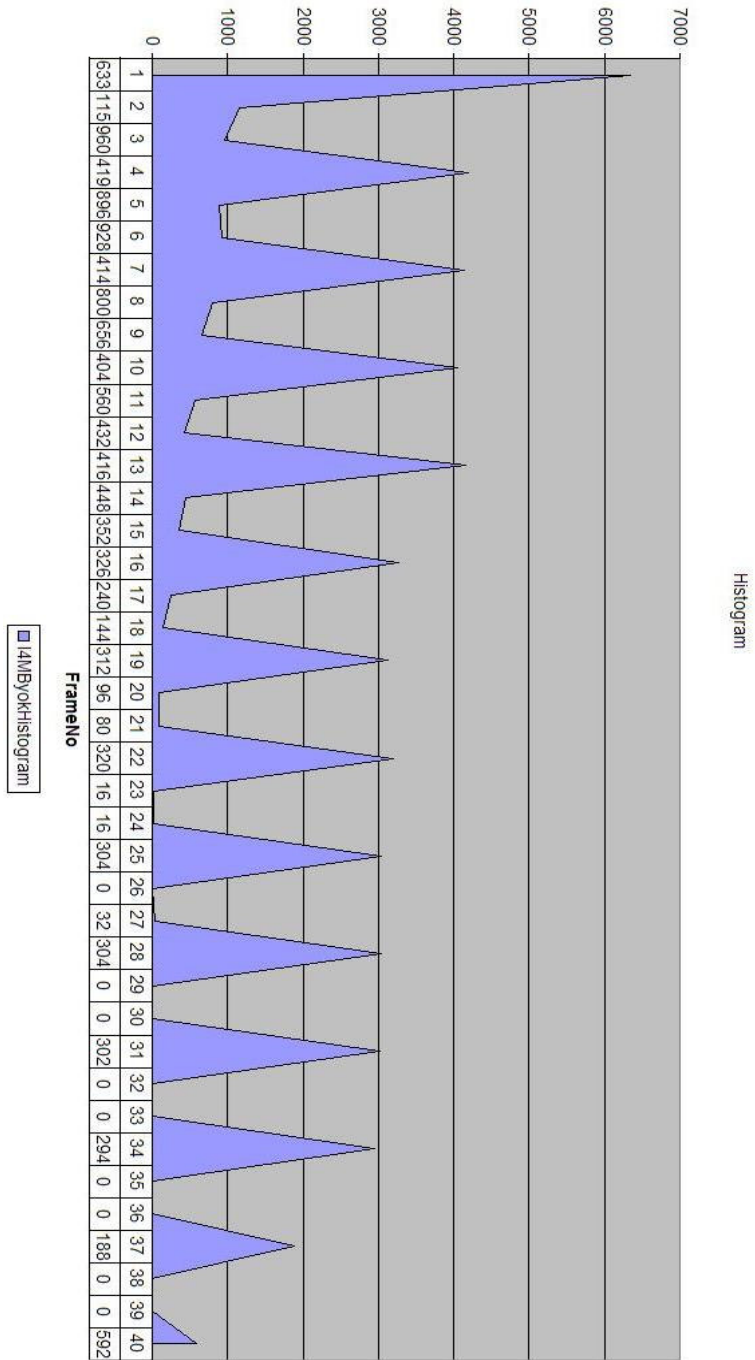
Ek3. bus_container_flowers_paris.yuv (352x288) (249 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği- "IntraPeriod=0"



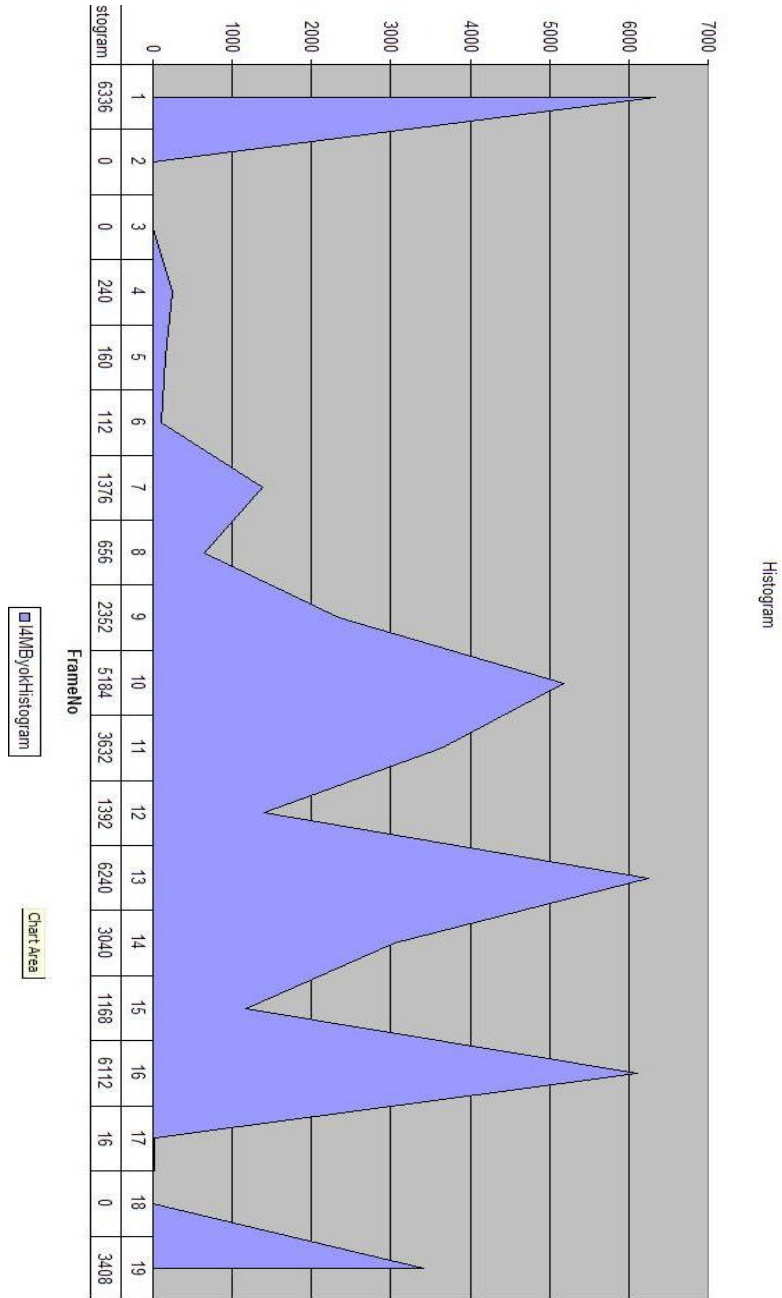
Ek4. bus_container_flowers_paris.yuv (352x288) (249 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği- “IntraPeriod=5”

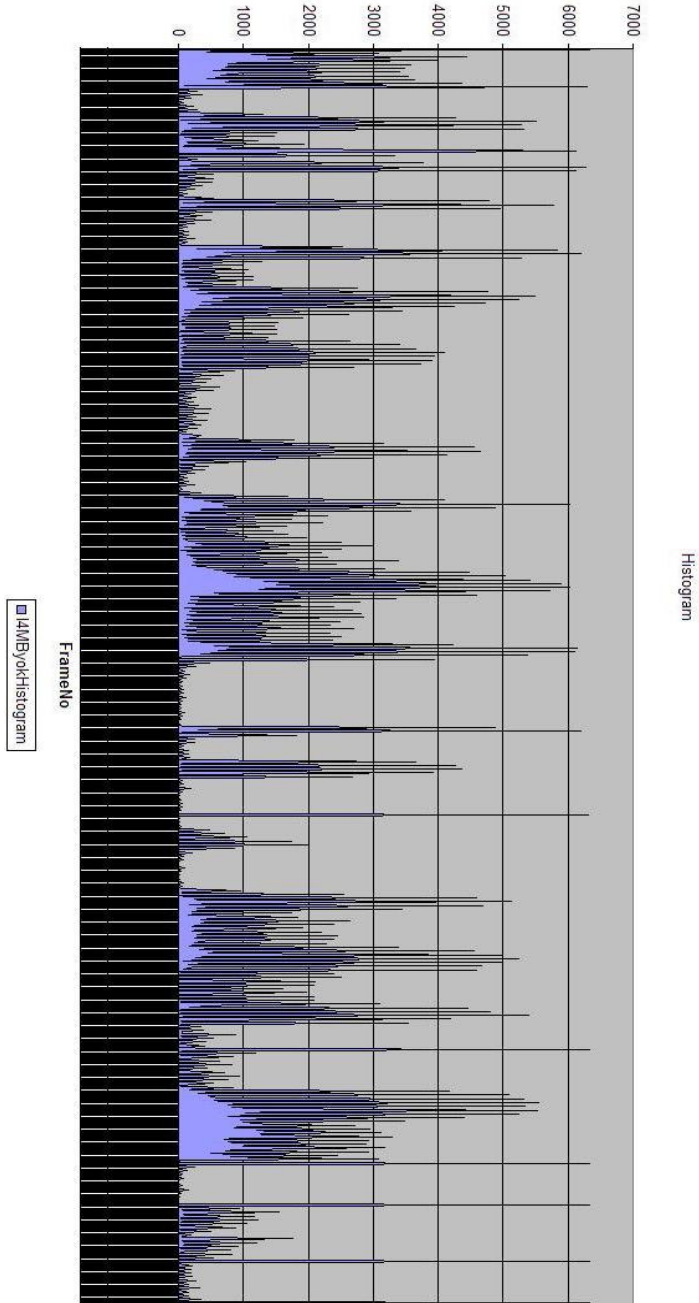


Ek5. 151007_EgeUniTanitim (352x288) (42 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği

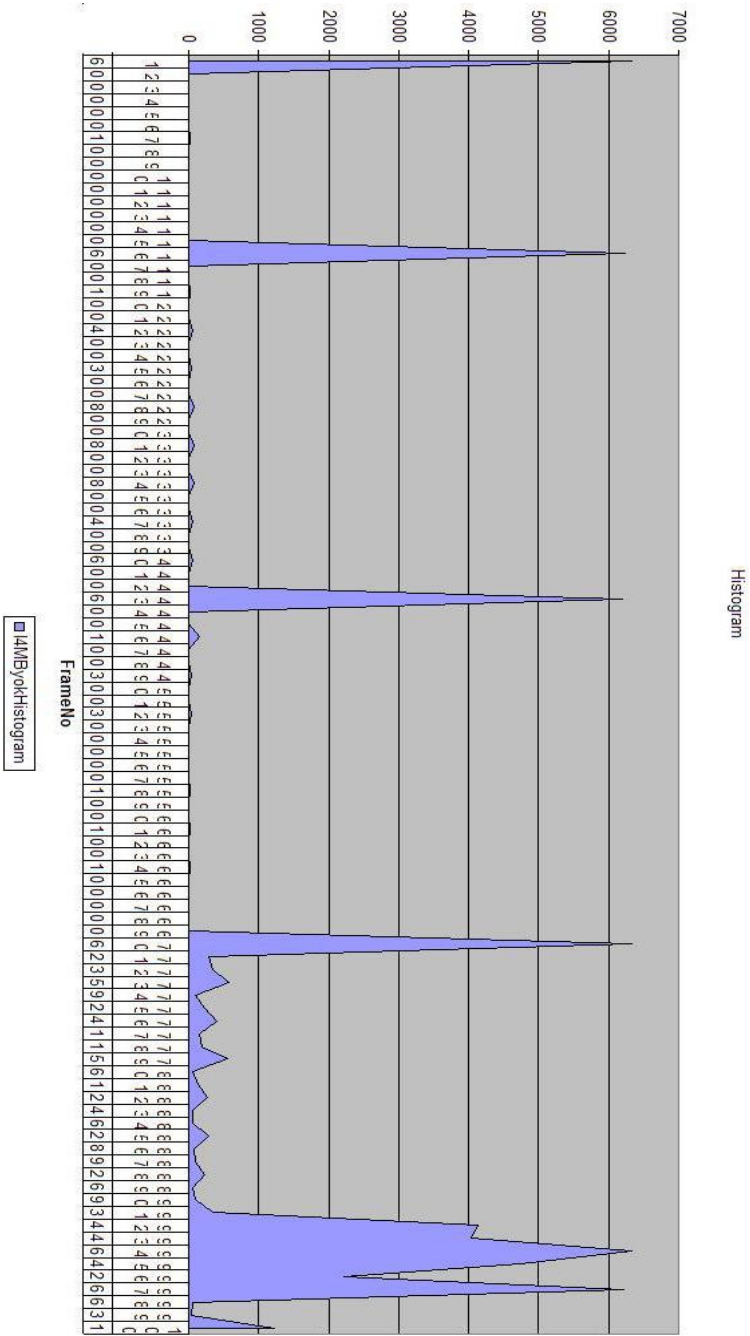


Ek6. Ege_Tanitim8_AsamaliGecis2_0_20 (352x288) (20 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği

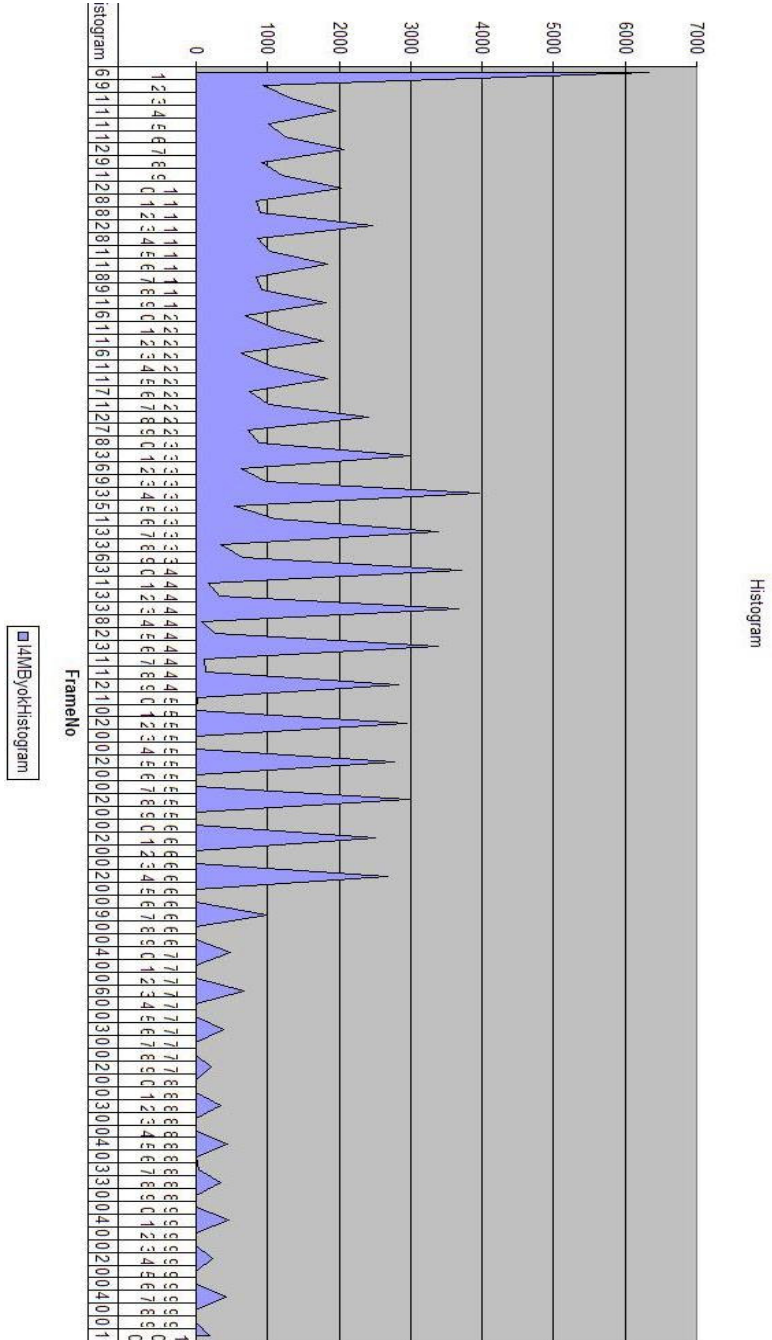


Ek8. EgeTanitim_501_1496 (352x288) (995 çerçeve) I4MB+I16MB Grafiği

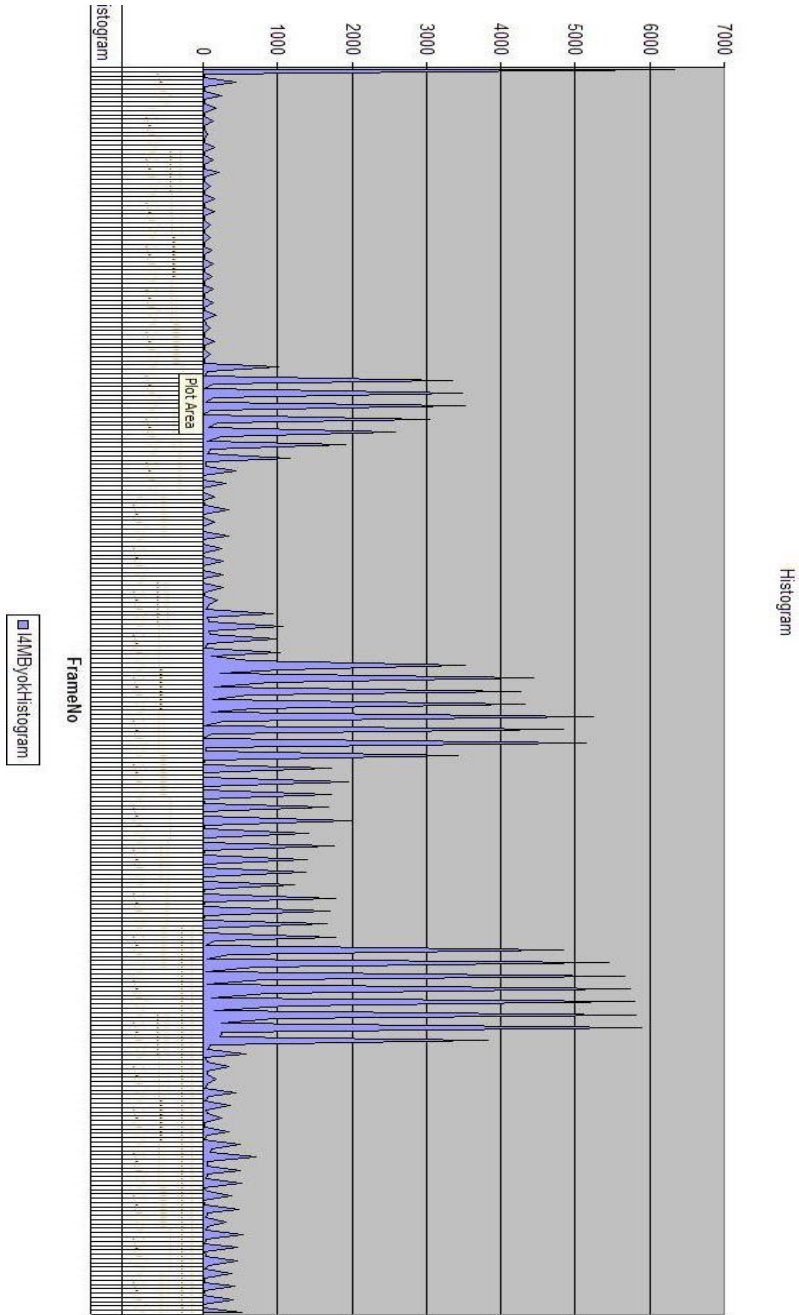
**Ek9. EgeTanitim12_AsamaliKeskinKarışık_0_100 (352x288) (100 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği**



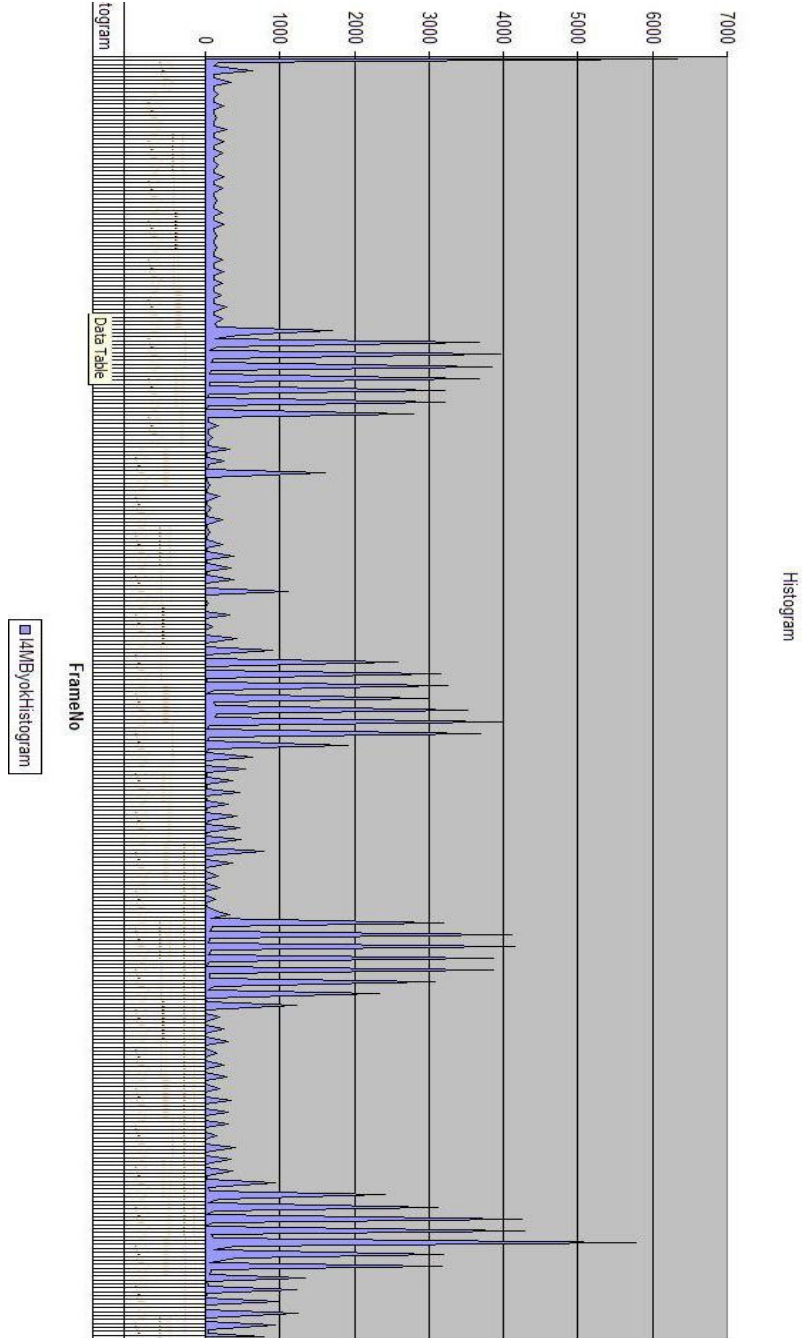
**Ek10. EgeTanitim11_MedianYok_70_170 (352x288) (100 çerçeve)
I4MB+I16MB Grafiği**



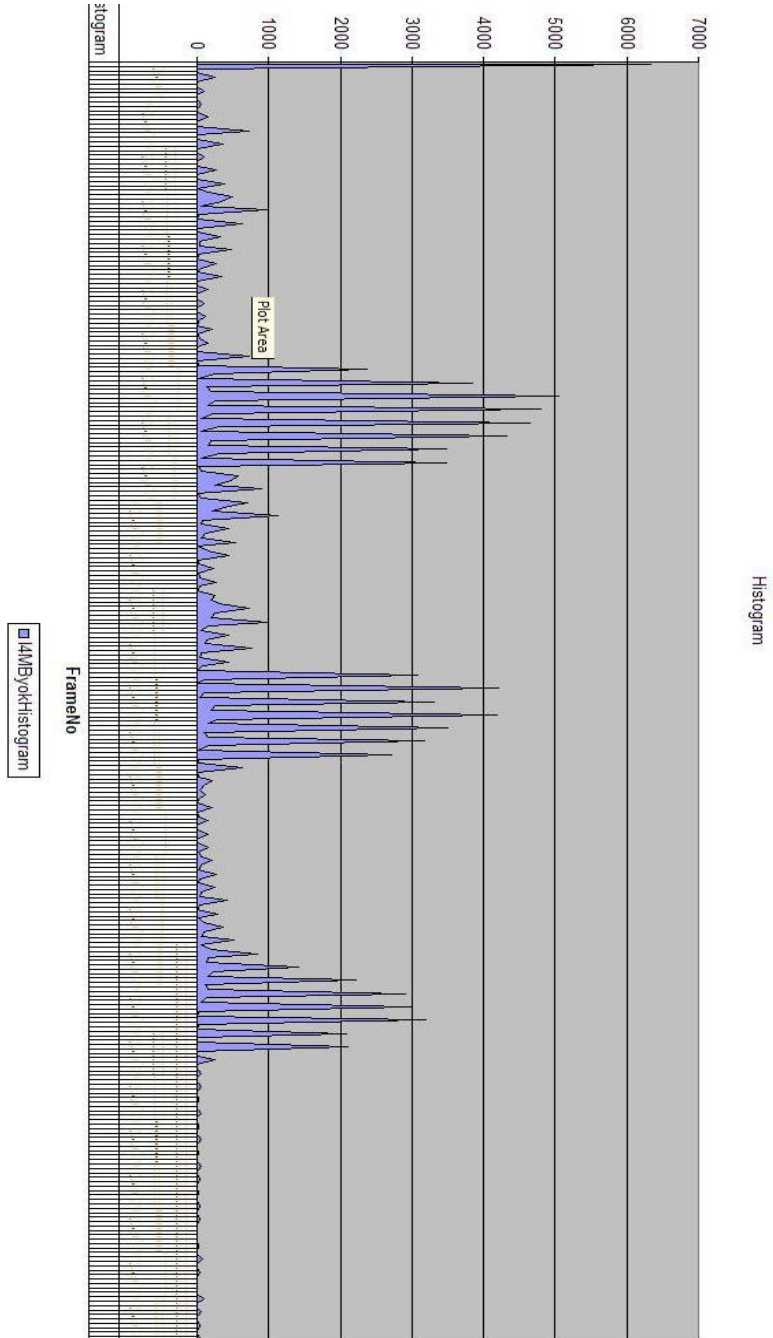
Ek.11 bridgeClose_flowers_costGuard_highway_Aşamalı (352x288) (291 çerçeve) I4MB+I16MB grafiği



Ek.12 bridgeFar_Container_Hall_Mobile_Stefan_Aşamalı (352x288) (325 çerçeve) 14MB+116MB grafiği



Ek.13 mothDaugh_silent_tempte_waterfall_Aşamalı (352x288) (291 çerçeve) 14MB+16MB grafiği



ÖZGEÇMİŞ

SEVTAP KUŞTUTAN
Polat Cad. No:74 D:12 , 35370
Yeşilyurt-İZMİR ,TÜRKİYE
Tel:05059661762
e-mail: sevtapkustutan@gmail.com

Deneyim

02.08-2004 - ...

Vestel Elektronik A.Ş. Manisa,
AR-GE Departmanı, Yazılım Mühendisi, Yazılım Geliştirme

01.03.2004 – 24.07.2004 (Part-Time)

Vestel Elektronik A.Ş. Manisa,
AR-GE Departmanı, Yazılım Mühendisi, Yazılım Test ve
Doğrulama Bölümü

Eğitim

- | | |
|------------------|---|
| 2000-2004 | Lisans, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ege Üniversitesi, İzmir
Ağırlıklı not ortalaması = 82.44/100 (3.3/4) |
| 1999-2000 | Ege Üniversitesi, Yabancı Diller Bölümü, İzmir
Not ortalaması: 93/100 |
| 1996-1999 | Eşrefpaşa Lisesi, İzmir
Ağırlıklı not ortalaması = 4.97/5.00 |

Kişisel Bilgiler

Doğum Yeri/Tarihi: Ereğli, Konya/ 13.10.1982