

MPEG-4 VIDEO STANDARDI VE İLETİŞİM ENDÜSTRİLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Serhat BAŞTAN*

Öz

Video kodlama standartları, gelişmiş resim kalitesi, yüksek kodlama verimliliği ve iletimde hatalara karşı direnç gibi çeşitli nedenlerle geliştirilmektedir. MPEG-4 standardı, bu amaçları içermekle birlikte, MPEG-1, MPEG-2, H.263 gibi daha önceki standartlardan farklı olarak, ayrıca çoklu ortamlarda kullanıcının içerikle etkileşim deneyimlerini ve heterojen yapıdaki ağ ortamlarında farklı niteliklere sahip araçların doğrudan aynı görsel içeriğe erişme yollarını geliştirmek üzere tasarlanmıştır. MPEG-4 resmi bir standart olarak 2000 yılında duyurulmuştur. Ancak geçen süre içinde iletişim endüstrilerinin teknoloji ve içerik üretici, dağıtıcı ve tüketici cephelerinde yaşanan gelişmeler nedeniyle sürekli olarak yeni araçlarla donatılması gerekmiştir. En son ITU-T'nin H.264 standardı ile birleştirilen MPEG-4, önümüzdeki yakın süreç içinde elektronik kitle iletişimden telekomünikasyona kadar bir dizi endüstri üzerinde köklü ve önemli değişikliklere yol açabilecek potansiyel uygulama tiplerinin önünü açmaktadır. Bu bağlamda, araştırma, ilgili teknik dokümanların, uygulama örneklerinin ve söz konusu teknolojinin gelişimine ilişkin uluslararası literatürün karşılaştırmalı incelemesine dayanmaktadır. Bu inceleme, iletişim endüstrilerinin teknolojik dönüşümü üzerindeki olası etkileriyle birlikte, MPEG-4'ün çekirdek bir teknoloji olarak merkeze yerleştirildiği bir kavramsal model eşliğinde bir projeksiyon sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar sözcükler: MPEG-4, iletişim endüstrileri, dijital video yayıncılığı.

Abstract: Mpeg-4 Video Standard And Its Effects On Communication Industries

Video coding standards have been developed for various reasons like advanced picture quality, high coding efficiency and error resilience in transmission etc. Besides these objectives and differing from former standards like MPEG-1, MPEG-2 and H.263, MPEG-4 has also been designed to improve user's interactive experiences with content of multimedia and direct accessing ways of different media types to visual content in a networked media environment which have heterogeneous structures. MPEG-4 was officially introduced in 2000. However, since first introduction, it has been improved with new tools because of the developments occurring at the side of the technology manufacturers, content producers, distributors and consumers of communication industries. MPEG-4, combined with H.264 of ITU-T at last, enables new potential application types which may cause radical and important changes in different sectors from electronic mass communication to telecommunication in near future. In this context, the research is based on a comparative study of relevant technical documents, implementation samples and international literature about discussed technological progress. The study aims to provide a projection along with a conceptual model in which MPEG-4 is centrally

* Yrd.Doç.Dr., Celal Bayar Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, serhatbastan@yahoo.com.

positioned as a core technology with its possible effects on technological transformation of communication industries.

Key words: MPEG-4, communication industries, digital video broadcasting.

.....

GİRİŞ

Televizyon yayıncılığında mobil iletişime kadar hemen hemen bütün iletişim sistemlerinin ortak video kodlama teknikleri aracılığıyla aynı görsel içerik kaynaklarını paylaşabilecek hale gelmesi, öngörü düzeyinden yavaş yavaş uygulamaya geçmektedir. Uluslararası Standartlar Örgütü'ne bağlı MPEG (Motion Pictures Expert Group - Hareketli Resimler Uzman Grubu), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'ne bağlı VCEG (Video Coding Experts Group - Video Kodlama Uzmanlar Grubu) ve SMPTE (Society of Motion Pictures and Television Engineers - Hareketli Resim ve Televizyon Mühendisleri Topluluğu) gibi uluslararası ölçekteki çalışma grupları, bu olanağı sağlayacak araçlar üzerinde çeşitli araştırmalar yürütmektedir (Kwon vd., 2006: 186-187; Srinivasan, 2004: 851; Puri, 2004: 794). Bu araştırmalar çerçevesinde donanım üreticilerinden içerik üreticilerine ve dağıtım şebekelerine kadar iletişim endüstrilerinin referans alabileceği ve uygulamalarında kullanabileceği bir dizi video kodlama teknolojisi geliştirilmiştir. 1990'lı yıllarda ISO tarafından geliştirilen MPEG-1 ve MPEG-2 ile ITU'nun H.26x serisi video standartları, tüketiciye yönelik ürünlerin tasarımında ve profesyonel uygulamalar için kullanılmış; yayıncılık, mobil ve kablolu ağ sistemlerinde dijital video teknolojilerinin kullanılabilirliğini sağlayan ve yaygınlaştıran referans çalışmalar olmuştur.

Bu teknolojiler dizisinin son halkalarından biri olan MPEG-4 (resmi tanımlaması ile 'ISO/IEC 14496'), MPEG organizasyonu tara-

findan geliştirilmiş bir ISO/IEC standardıdır. 2000 yılında resmi bir uluslararası standart olarak duyurulan MPEG-4, geçen yıllar içerisinde özellikle çoklu ortam tasarımında ilk pratik uygulamalarını bulmuş ve o günden bugüne iletişim endüstrilerinin üretim, dağıtım ve tüketim kanallarından kaynaklanan beklentilerin baskısıyla geliştirilmeye devam etmiştir. MPEG-4, bugün sadece çoklu ortam uygulamalarında değil, video prodüksiyondan uydu yayıncılığına, mobil el cihazlarından bilgisayar ağlarına kadar değişik alanlarda kullanılabilen çeşitli türevleriyle (MPEG-4/H.264 AVC, HE-AAC, DivX, XviD vb.) çok yönlü, ancak oldukça sofistike bir video kodlama ve sıkıştırma standardı haline gelmiştir.

Bu teknolojik gelişme eğiliminin sunduğu eksende çalışmamızın temel varsayımı, MPEG-4 ile türevlerinin iletişim endüstrilerinin üretim, dağıtım ve tüketim boyutlarının mevcut durumunu kökten değişime uğratabilecek veya en azından geçmişte MP3'ün müzik endüstrisi ve video bantların sinema endüstrisi üzerinde yaptığı etkilere benzer şekilde yerleşik yapıları, sağlam endüstrileri ve iş görme modellerini rahatsız edebilecek potansiyel uygulama tiplerinin önünü açtıkları yönündedir. Bu doğrultuda öncelikle MPEG-4 video standardının teknik özellikleri kısaca tanıtılmaktadır. Ardından MPEG-4 iletişim endüstrilerinin üretim, dağıtım ve tüketim zincirini dönüştürecek çekirdek bir teknoloji olarak ele alınmakta ve MPEG-4'ü çekirdek bir teknoloji olarak be-

timlemenin nedenleri tartışılmaktadır. Son tahlilde sağladığı uygulama avantajlarıyla bağlantılı olarak MPEG-4'ün iletişim endüstrileri üzerindeki etkilerine dair bir çözümleme yapılmaktadır. Bu çözümleme, etkileşim içinde bulunduğu telekomünikasyon ve bilişim sektörleriyle birlikte elektronik kitle iletişim sektörünün altyapısında yaşanan gelişmelerin, iletişim alanının gelecekte alacağı görünüm üzerindeki etkisini çözümlemeye yönelik daha ileri çalışmalara sağlayacağı katkı açısından önem taşımaktadır.

Standardın Teknik Yapısı ve Özellikleri Üzerine Genel Bir Değerlendirme

Teknik açıdan MPEG-4'ün iki belirleyici özelliği bulunur. Birincisi, MPEG-4 bir nesne yönelimli video tekniğidir. Bu özelliğiyle eski video kodlama standartlardan belirgin bir biçimde farklılık göstermektedir. İkinci olarak, gelişmiş bir veri sıkıştırma ve kodlama yapısı sunmaktadır. Bu özelliğini eski standartlardan miras almıştır. Ancak bu mirası çok daha verimli kullanarak, uygulamada önemli avantajlar ve yeni ürün tipleri için tasarım esnekliği sağlamaktadır:

(1) Bir Nesne Yönelimli Video Tekniği Olarak MPEG-4: 'Nesne' program komutlarını veya veriyi içeren ve ayrık bir nesne gibi ele alınabilen her şeydir. 'Nesne yönelimli video' (object-oriented video) kavramı ise, tasarımcı veya kullanıcı tarafından video görüntüsündeki öğelerin her birinin bağımsız olarak ele alınabileceği, kontrol edilebileceği ve değiştirilebileceği her türlü uygulamayı ifade etmektedir. Video nesnelere içerik temelli video indeksleme ve tekrar erişim, akıllı video gözetimi, video kurgu ve manipülasyonu, insan-bilgisayar etkileşimi gibi yeni gelişen çoklu ortam uygulamalarında geniş biçimde kullanılmaya başlamıştır. Bu

eksende MPEG-4 teknolojisi, varlıkları bağımsız olarak tanımlanabilecek ve manipüle edilebilecek görsel ve işitsel öğelerin nesnelerin oluşturduğu nesne yönelimli bir video kodlama standardı olarak ortaya çıkmıştır (Liu vd., 2007: 275; Psychis, 2006: 308). MPEG-4'te her bir nesne biçim, hareket veya doku şeklinde zamansal ve uzamsal enformasyon tarafından tanımlanabilmektedir. Video nesnelere çeşitli nedenlerle gerekli olmadığı belli uygulamalarda da MPEG-4 video karelerinin kodlanmasına olanak vermektedir. Bu dikdörtgen tam kareler de MPEG-4 terminolojisinde yine birer nesne olarak kabul edilmektedir.

Bir MPEG-4 video veri akışı, nesnelerin kontrol edilebilmesine olanak vermek üzere görsel bir sahnenin hiyerarşik bir yapıda betimlenmesine dayanmaktadır. Sahneyi tanımlayan bu hiyerarşik yapının en üstünde 'görsel nesne sekansı' (visual object sequence), altında ise sırasıyla 'video nesnesi' (video object), 'video nesne tabakası' (video object layer), 'video nesne düzlem grubu' (group of video object plane) ve 'video nesne düzlemi' (video object plane) adı verilen görsel unsurlar yer almaktadır. Hiyerarşinin her bir seviyesine, başlama kodu adı verilen özel kod değerleri taşıyan bir veri akışı sayesinde erişilebilmektedir. Böylece MPEG-4'ün etkileşimli uygulamalarda kullanılabilmesi ve ölçeklenebilmesi¹ mümkün olmaktadır. Görsel nesne sekansı, 2 boyutlu veya 3 boyutlu doğal ya da yapay nesnelere ve bunlarla ilgili tabakaları içerebilen tam bir MPEG-4 sahnesini ifade etmektedir. Ardından gelen video nesnesi ise en basit durumlarda bir dikdörtgen tam çerçevedir. Ancak video nesnesi kenar hatları rasgele biçimli olarak belirlenmiş bir çerçeve içi şekil de olabilmektedir. Video nesnesini izleyen video nesne tabakası, farklı iletişim araçlarının

özelliklerine göre ölçeklenebilir kodlama desteği için tasarlanmıştır. Her bir video nesnesi, ölçeklenebilir (çok tabakalı) veya ölçeklenemez (tek tabakalı) olarak kodlanabilmektedir. Böylece grenliden inceye değişik çözünürlük² değerleri aynı anda üretilebilmektedir. Bu yolla bant genişliği, hesaplama gücü ve kullanıcı tercihleri gibi parametrelere bağlı olarak, farklı alıcı/okuyucu cihaz platformlarının³ aynı kaynağa erişmesine olanak verilmektedir. Video nesne tabakasının altında video nesne düzlem grubu yer almaktadır. Video nesne düzlem grubu, bir alt basamakta bulunan video nesne düzlemlerinin gruplanmasıyla isteğe bağlı olarak elde edilmektedir. Video nesne düzlemlerinin her birinin diğerinden bağımsız olarak kodlanması gerektiği yerlerde veri akışı içinde erişim noktaları üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Böylece, video nesne düzlem grupları veri akışının belli yerlerine rasgele erişim⁴ olanağı sunarak etkileşimli video desteği sağlamaktadır. Hiyerarşinin en altında ise video nesne düzlemi yer almaktadır. Video nesne düzlemi bir video nesnesinin zaman akışı içindeki herhangi bir örneğine denk gelmektedir. Video nesne düzlemleri, birbirlerinden bağımsız ya da hareket dengeleme (motion compensation) yöntemlerini kullanıp birbirlerine bağlı olarak kodlanabilmektedir (Jack, 2008: 187-199; Ebrahimi&Horne, 2000: 368-369). Önceki video kodlama standartlarında, video sekansları doğrusal bir biçimde ve saniyede 25 adet sabit karenin (PAL yayın sisteminde) akışı ile sunulurken; MPEG-4 söz konusu hiyerarşik düzenleme sayesinde karelerin içindeki görsel unsurları birer nesne olarak ele alabilmekte ve işleyebilmektedir. Üstelik video veri akışının herhangi bir noktasına istenilen herhangi bir anda erişim olanağı vermesi, doğrusal hikaye anlatımının kısıtlamalarını aşmaya yardımcı olmaktadır.

Ayrıca türdeş olmayan yapıdaki bir iletişim ağında aynı video içeriğine farklı teknik özelliklere sahip alıcı aygıtlarla erişimi sağlamak ve böylece kullanıcının video içeriğini kendi koşul ve taleplerine uygun olarak kullanabilmesine aracılık etmektedir. Örneğin, aynı video kaynağı bir dizüstü bilgisayar, mobil bir izleme cihazı veya standart bir televizyon alıcısı tarafından izlenebilir hale gelmektedir. Üstelik bu izleme eylemi, doğrusal bir video akış sekansına bağlı kalmadan etkileşimli olarak gerçekleştirilebilmektedir.

(2) Standardın Sıkıştırma ve Kodlama Yapısı: MPEG-4'de video sıkıştırma işlemi MPEG ve VCEG çalışma gruplarının geliştirdiği daha önceki standartlardan miras alınan yöntemleri izlemektedir. Sıkıştırma işlemi 'blok temelli dönüşüm tekniği' (block-based Transform Coding) ve 'hareket dengelemesi' (motion compensation) olmak üzere iki ana yönetime dayanmaktadır:

-Blok Temelli Dönüşüm Tekniği: Blok temelli dönüşüm tekniği, video görüntülerini oluşturan her bir sabit karenin içindeki algısal açıdan yararsız görsel enformasyonun ayıklanmasına ve benzer görsel enformasyonun birleştirilmesine dayanmaktadır. İşlem şöyle yürümektedir: Öncelikle video kodlaması, video çerçevesini 8x8'lik piksellerden⁵ oluşan bloklara bölmektedir. Bu piksel gruplarının içerdiği ve görsel algının dışında kalan ayrıntıların elenmesiyle ve dijital görüntüleri oluşturan pikseller arasındaki uzamsal fazlalıkların azaltılmasıyla, her bir sabit resmi ifade edebilmek için kullanılan veri miktarında önemli bir tasarruf sağlanmaktadır. Ardından komşu piksel grupları arasındaki sıkı korelasyonun dönüştürme katsayılarına indirgenmesi yoluyla, aynı görüntü daha az veri biti ile ifade

edilebilir hale gelmektedir (Wang et.al., 2003: 154). Dönüştürme katsayılarına indirgeme işlemi DCT (Discrete Cosine Transformation – Ayrık Kosinüs Dönüşümü) adı verilen bir formülasyonla gerçekleştirilmektedir. DCT, resimlerin yüksek uzamsal korelasyonundan yararlanarak enformasyonu az miktarda dönüştürme katsayıları içine paketlemektedir (Lee&Park, 2001: 871). Böylece yakın piksel grupları arasındaki ilişki ve benzerliklerin daha az veri ile ifade edilebilmesi sağlanmakta ve bütün video akış sekansı daha az bant genişliği⁶ ve saklama kapasitesi kullanacak biçimde sıkıştırılmaktadır.

- Hareket Dengelemesi: Hareket dengelemesi, video görüntülerini oluşturan ve ard arda gelen kareler arasındaki görsel değişikliklerin öngörülmesine ve buna bağlı olarak değişmezliklerin aynı tip veriyle tekrar ve tekrar tanımlanmamasına dayanmaktadır. İşlem, hareket farklılıklarının ölçülmesi için peşi sıra akan bir dizi resim karesinin analizi ile başlamaktadır. Öncelikle 16x16 pikselden oluşan ve MPEG video terminolojisinde makroblok olarak adlandırılan görüntü öbekleri oluşturulmaktadır. Sonra komşu video kareleri arasındaki benzerlikler makrobloklar ölçeğinde bulunmakta ve ardından sadece peşi sıra gelen kareler arasındaki değişiklikler yeniden kodlanmaktadır (Wang et.al., 2003: 155). Intra-frame (I-Frame) adı verilen ilk karede her zaman tam resim enformasyonu bulunmaktadır. Ardından gelen kareler, P-Frame (prediction frame – tahmin karesi) ve B-Frame (double-prediction frame – ikili tahmin karesi) olarak adlandırılmakta ve bunlar ilk karenin makrobloklarının sağladığı ipuçlarına göre üretilmektedir (Ke&Chilankurti, 2008: 2657). Bunların nasıl biçimleneceğiyle ilgili enformasyon için I-Frame’i takip eden resimlerde yer alan makrobloklar arasındaki değişiklik-

ler kestirilmeye çalışılmaktadır. Hareket tahmini (motion estimation) adı verilen bir yöntemle, belli bir makrobloğun hareket vektörü aracılığıyla bir sonraki resimdeki konumu tahmin edilmekte ve bu yeni konuma ilişkin bilgi kodlanmaktadır. Resimler arasında konumu ve iç özellikleri değişmeyen makrobloklar içindeki resim bilgisi ise tekrar ve tekrar yeni veri bitleri ile ifade edilmemektedir. Bu yolla sağlanan veri biti tasarrufu, sıkıştırılmamış bir video sekansına kıyasla daha az yer tutan bir video sekansı sağlamaktadır.

MPEG-4, blok temelli dönüşüm ve hareket dengelemesi tekniklerini eski standartlardan miras almış olmakla birlikte, bu teknikleri kullanma verimliliği ve video nesnelere uyarılma yönlerinden daha üstün bir kodlama yapısına sahiptir. Her iki teknik de MPEG-4’te birer nesne meselesi olarak ele alınmaktadır. Söz konusu teknikler, MPEG-4 standardında video nesnelere gelişmiş (arbitrary) biçimlerine uygun bir formata sokulmuştur. Ayrıca karelerin bloklanmasında 8x8 ve 4x4’lük piksel grupları kullanılarak daha keskin çözümler yapılabilir. MPEG-4/H.264 AVC standardında bu bloklama işlemi 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8 ve 4x4 şeklinde birkaç çeşit daha bölümlenmeye tabi tutulacak şekilde geliştirilmiştir. Bu şekilde oluşturulan her bir blok kendi hareket vektörüne ve referans kare indeksine sahip olacak biçimde işlenmektedir (Liu et.al., 2007: 277). Ayrıca video nesnelere dokuları (texture coding) ve biçimleri (shape coding) de ayrı ayrı kodlamaya tabi tutulmaktadır (Nunes vd., 2006: 3). Eski standartlarda (MPEG-1, MPEG-2, H.26x, etc.) kodlama için yaygın olarak blokların parlaklık (luminance) bileşeni referans alınırken ve teknik gelişmeler buna odaklanırken, MPEG-4’te görüntüyü oluşturan her

bir renk kanalını ayrı ayrı işleyen gelişkin teknikler kullanılmaktadır. Bu gelişme, standardın blok temelli dönüşüm ve hareket dengelemesi tekniklerinden daha verimli olarak yararlanmasını sağlamıştır (Alexiadis & Sergiadis, 2009: 212). Dolayısıyla MPEG-4 teknolojisi sayesinde daha rafine bir video işleme yöntemi elde edilmiştir. Kod yapısındaki bu çeşitlilik, MPEG-4 resimlerinde sahne, biçim, hareket ve doku özelliklerinin nesne yönelimli olarak istenildiğinde ayrı ayrı işlenebilmesine olanak vermiştir. Böylece MPEG-4 farklı tasarım, iletim ve oynatım platformları için modüler bir yapı kazanmıştır. Ancak bu durum olumsuz olarak öncekilerle kıyaslandığında standardın daha karmaşık bir dizi algoritmaya dayanmasına ve MPEG-4 kodlayıcıların ve kod çözücülerin daha karmaşık bir teknolojik yapıya sahip olmasına yol açmıştır.

Çekirdek Bir Teknoloji Olarak MPEG-4'ün İletişim Endüstrileri Üzerine Etkilerine İlişkin Bir Çözümleme

Bugün çeşitli iletişim biçimleri giderek birbirine dönüşmekte ve aralarındaki farklılıklar yok olmaktadır. Bu sürece yakınsama veya yöndeşme (convergence) denilmektedir (Geray, 2003: 19). Bütün ileti biçimlerinin dijital kodlara indirgenebilmesi ve bu sayede enformasyonun belli bir iletişim ortamından başka bir iletişim ortamına kolayca aktarılabilmesi, iletişimin geleneksel sektörleri (yayıncılık, telekomünikasyon ve bilişim) arasındaki sınırların silikleşmesine yol açmakta ve hakim iş modellerinin değiştirilmesini gerektirmektedir. MPEG-4, video sinyallerinin farklı iletişim ortamları arasında taşınabilirliğini sağlayarak yakınsama sürecine katkıda bulunan ve bu sayede endüstriyel yapıların üretim altyapı ve ilişkilerini, dağıtım kanallarını, tüketim biçimlerini önemli ölçüde değiştirme potansiyeli olan çekirdek

bir teknolojidir. MPEG-4 ve MPEG-4'ten türetilen çeşitli video standartları, iletişimin bugüne kadar tarihsel olarak birbirinden ayrı görünen veya ayrı gelişim çizgisi izleyen telekomünikasyon, yayıncılık ve bilişim vektörlerinde içerik üreticilerinin, hizmet, altyapı ve donanım tedarikçilerinin, içerik dağıtım oyuncularının iletişimin görsel içerik paylaşımı vektöründe birbirlerine yaklaşmasına, örtüşmesine veya kaynaşmasına aracılık edebilecek teknik özellikler sunmaktadır.

Çeşitli akademik analizlerde genişbantlı internet bağlantısı, dijital dosya sıkıştırması, ağ üzerinden akan video ve şifreleme teknolojilerinin iletişim sektörlerindeki iş modellerinin ve endüstriyel yapıların değişimi üzerinde itici bir etki yapan yeni yıkıcı teknolojiler olduğuna dikkat çekilmektedir (Zhu, 2001: 274). Bu ekseninde hem bir sıkıştırma standardı, internet bant genişliğini verimli kullanan bir teknoloji olması, ağlar üzerinden akan video uygulamalarına uygunluğu, fikri hakların yönetiminde gelişmiş şifreleme teknikleri içermesi gibi özellikleri nedeniyle, hem de yeni bir video yayıncılık ve uygulama geliştirme paradigmasını temsil etmesi nedeniyle MPEG-4 ve türevleri tam da bu yıkıcı teknolojiler tarifine denk gelmektedir.

MPEG-4 ve benzeri yeni türden yıkıcı teknolojilerin iletişim endüstrilerinde yol açacağı düşünülen ana etkinin, içerik üretim, dağıtım ve tüketim zinciri üzerindeki aracı rollerinin ortadan kalkması ile yenilikçi servislere olanak vermeleri olacağı öngörülmektedir. Araçların yerini yıkıcı teknolojilerin neden olduğu teknolojik kısa yollar, çözümler almakta; enformasyon üretimi ve paylaşımı konusundaki birçok işlev veya ara rol teknolojinin sağladığı kestirme çözümlere aktarılmakta ve bu sırada yeni tipte faaliyet bi-

çimleri ve ürünler ortaya çıkmaktadır. MPEG-4 ve türevi video sıkıştırma standartlarının, hareketli görüntülerin dağıtımında rol alan geleneksel ara oyuncuların ya ortadan kalkmasına veya bu oyuncuların iş modellerini değiştirmelerine, aralarındaki rol paylaşımının yeniden kurgulanmasına yol açabileceği öngörülmektedir. Sözgelimi, bir televizyon filmine gömülü nesnelere üzerinden reklam mesajlarını tasarlayanın, film üretim süreçleriyle reklamcılık faaliyetlerinin iç içe geçmesine yol açması olasıdır. Benzer şekilde ana amaç olarak internet üzerinden yayınlanmak istenen bir içeriğin MPEG-4 temelli yayınlar aracılığıyla televizyon tarafından da erişilebilir olması, web yayıncılığı ile televizyon yayıncılığının birbirine yaklaşması anlamına gelmektedir. MPEG-4'e dayalı dijital televizyon teknolojilerinin gelişmesi, servis sağlayıcılara ve yayıncılara ödemeli izleme, işlemsel hizmetler (ev bankacılığı ve uzaktan alışveriş vb.), internet tarzı veri servisleri gibi bir dizi yeni etkileşimli hizmet biçiminin geliştirilmesi için olanaklar sunmaktadır. Böylece tek bir veya daha az sayıda yayıncı/dağıtımçı görsel enformasyonun üretim ve dağıtım sürecinin değişik aşamalarını kontrol edebilir hale gelmektedir. MPEG-4 ve benzeri teknolojiler sayesinde üretim ve dağıtım zinciri üzerindeki teknik kontrolün artışı, iletişim endüstrileri peyzajını da önemli ölçüde etkileyebilir niteliktedir. Örneğin bir televizyon yayıncısı aynı zamanda internet içerik üreticisine, mobil iletişim servis sağlayıcısına, reklam ajansına, internet veya uydu üzerinden ödemeli film dağıtım oyuncusuna dönüşebilir. Faaliyet alanının bulanıklaşması, yayıncıyı bir telekomünikasyon ve/veya bilişim organizasyonuna dönüştürebilir. Daha doğrusu, bu tür bir gelişme iletişim sektörüne yatırım yapanların televizyon yayıncılığında internet servis sağlayıcılığına kadar bir

dizi hizmeti üreten bir iletişim ortamı kümesi oluşturmasına yol açabilir. MPEG-4'e ilişkin bu genel değerlendirmeyi ayrıntılı olarak ele almak üzere, çekirdek bir teknoloji olarak MPEG-4 ve iletişim endüstrilerinin üretim, dağıtım, tüketim boyutları üzerindeki uygulama biçimleri çalışmamızın sonunda yer alan Şekil 1 (sayfa 48)'de olduğu gibi birlikte görselleştirilebilir.

Şekil 1 (s:48), MPEG-4'ün iletişim endüstrileri üzerine olası etkilerini, MPEG-4'ü çekirdek olarak merkeze yerleştirip, iç içe geçmiş ilişkileri yansıtmaya bakımdan birbirine sıkı sıkıya bağlı üretim, dağıtım ve tüketim halkaları biçiminde gösteren bir sistem içinde betimlemektedir. İçerik yaratım ve yazım, üretim, oynatım, depolama, dağıtım ve tüketim işlemlerinin yürütülmesinde MPEG-4, bütün bu işlemler için gerekli kodlama eyleminin gerçekleştirilmesine aracılık eden merkezi bir rol üstlenmektedir. Dolayısıyla MPEG-4 temelli kodlamaya dayanan her türlü faaliyet, iletişimin değişik vektörlerini etkileyen bir çalışma alanı haline gelmektedir. Bu yeni olgu, MPEG-4 ekosistemi olarak betimlenmektedir. Etkileşimli hizmetlerin ve evrensel ortam erişiminin güçlenerek belirgin hale gelmesiyle, bu ekosistem çok yönlü olarak iletişim endüstrilerinin geleneksel sektörlerine eşzamanlı olarak nüfuz etmekte ve bu sektörleri teknik altyapı düzleminde birbirleriyle ilişkilendirmektedir. Bu yolla artan ortak teknik yapılabirliklerin sağladığı avantajlar, yenilikçi ürün ve hizmetlerin ortaya konulmasıyla üretim, dağıtım ve tüketim ilişkilerini de dönüştürmektedir (Bulycz et.al., 2005: 9).

Ancak bu açıklama biçimini salt teknolojik bir gereklilik olarak düşünmemek gerekmektedir. Zira teknolojinin iletişim endüstrilerinin evrimini katalize eden bu yönüne

karşılık, iletişim endüstrilerinin talepleri de teknolojiyi evirmektedir. Etkileşimli nesnelere kaynaklanan karmaşık kod yapısı nedeniyle MPEG-4'ün mevcut endüstriyel beklentilere uygun olarak basitleştirilerek türevleştirilmesi ve çeşitli uygulama biçimlerine uygun MPEG-4 profillerinin tanımlanması zorunluluğu bu duruma örnek olarak verilebilir: MPEG-4 standardı zengin bir video kodlama araçlar ve algoritmalar kümesi içermesine rağmen, bu araçların hepsi bütün iletişim uygulamaları için gerekli değildir. Örneğin kompakt disklerde tutulan video ya da hata oranı düşük ağ yapıları için hata denetim araçlarını kullanma zorunluluğu yoktur. Oysa mobil iletişim sistemlerinde hata denetimi önem taşımaktadır. Şayet bütün bu sistemler MPEG-4'ün sahip olduğu araçların tamamını kullanmaya zorlansaydılar, çok karmaşık, pahalı ve kullanışsız cihazların, video kod çözücülerin tasarlanması gerekirdi. Diğer yandan uygulamalar arasındaki karşılıklı çalışabilirliğin sağlanması ve evrensel ortam erişiminin gerçekleştirilmesi için, sadece belli bir uygulamayı çalıştıran bir kod çözücü sınıfının değil, bağlantılı diğer türden uygulamaları çalıştıran kod çözücülerin de aynı veri akışını kullanabilmesi gerekmektedir. Bu iki zıt durumun yol açtığı teknik zorluk, yakın özellikler taşıyan uygulama sınıfları için alt kümelerin tanımlanmasıyla aşılmıştır. Bu alt kümelere 'profil' denilmektedir. Herhangi bir kod çözücü bu profillerden sadece birini uygulamayı seçebilmektedir (Puri et.al., 2004: 797-798). MPEG-4 ve MPEG-4/H.264 AVC standartlarına özgü 6 uygulama alanını hedef alan profiller tanımlanmıştır. Çalışmanın sonunda yer alan tablo bu profilleri, hitap ettiği uygulama gereksinimleriyle birlikte açıklamaktadır.

Aslında çeşitli uygulamalara göre uyarlanabilmesinin sağladığı bu esneklik, başka bir açıdan MPEG-4'ün çekirdek teknoloji olma potansiyelini güçlendirmektedir. Çünkü bu yolla MPEG-4'ün evrimi iletişimin video vektörünün evrimi, iletişimin video vektörünün evrimi ise MPEG-4 türevlerinin geliştirilmesini tetikleyen ve paralel işleyen süreçler olarak çalışmaktadır.

MPEG-4'ün Uygulama Potansiyeli

MPEG-4'ün iletişim endüstrilerinde köklü değişimleri tetikleyebilecek ölçekte önem arz eden çekirdek bir teknoloji çerçevesi oluşturmasının, (1) sıkıştırma verimliliğini artırmaya, türevleştirmeye ve uygulama geliştirmeye yönelik esneklik göstermesi, (2) video içeriği ile etkileşimlilik sağlaması, (3) evrensel ortam erişimine olanak vermesi olarak kategorize edilebilecek üç temel dayanağı bulunmaktadır:

(1) Sıkıştırma Verimliliğini Artırmaya, Türevleştirmeye ve Uygulama Geliştirmeye Yönelik Esnekliği: MPEG-4, ar-ge çalışmalarıyla sürekli geliştirilen ve farklı uygulama senaryolarına göre türevleştirilebilen bir esnekliğe sahiptir. Bugün yayıncılıktan depolama ve arşivlemeye, internet kullanıcılarının ve sinema tutkunlarının dosya paylaşımı ve arşivleme amacıyla yaygın olarak kullandıkları DivX, Xvid gibi video veri sıkıştırma modellerinden mobil el cihazlarında kullanılan çeşitli çoklu ortam video dosya formatlarına kadar birçok uygulama giderek daha çok MPEG-4'e temellenmektedir. Mevcut veya tasarlanmakta olan benzer durumdaki kodeklerin⁷ sağladığına denk veya daha iyi algısal video kalitesi karşılığında, mevcut iletim ve saklama kapasitelerini daha verimli kullanması için MPEG-4 sürekli olarak geliştirilmektedir. Bu çaba önemli ölçüde sonuç vermiştir ve hala sürdürülmektedir. İletim

sistemlerinin artan bant genişliği kapasiteleri ile bu kapasitelerin verimli kullanımını sağlayan sıkıştırma modellerinin buluşması, yakın gelecekte yüksek tanımlı video yayıncılığının talep ve etkileşimlilik temelinde yaygınlaşmasını sağlaması bakımından önemlidir. Bu ekseninde MPEG-4 en verimli sıkıştırma yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Sıkıştırma oranı açısından MPEG-4'in Part 2 versiyonu aynı görüntü kalitesinde yayın ve prodüksiyon amaçlı olarak kullanılan MPEG-2'in sağladığından 1,5 ile 2 kat; MPEG-4/H.264 versiyonu ise 2 ile 3 kat arasında gelişim sağlamaktadır (Jack, 2008: 8). Sıkıştırma verimliliğini artırmaya yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları, farklı kullanım senaryolarına göre MPEG-4'ten bir dizi farklı video dosya formatı ve kodlama tarzı üretmeyle de sonuçlanmıştır. Bu çeşitlemeyi türevleştirme olarak adlandırabiliriz.

Türevleştirmede çok önemli bir gelişme yayıncılık sektöründe yaşanmaktadır. Bugün uydu, kablo veya karasal dijital televizyon yayıncılığında ana dağıtım ve yayın teknolojisi olarak kullanılan MPEG-2 standardı yerini yavaş yavaş bir MPEG-4 türevi olan MPEG-4/H.264 AVC adlı video kodlama standardına bırakmaktadır.

2002 yılında MPEG ve VCEG gruplarının bir araya gelmesiyle oluşturulan JVT (Joint Video Team - Birleşik Video Takımı) adlı bir çalışma grubu, nitelikli görsel içerik prodüksiyonu ve dağıtımını amacına uygun olarak MPEG grubunun MPEG-4'ü ile VCEG grubunun H.264 standardını birleştirmiş ve 2003 yılında yeni bir standart olarak duyurmuştur (Kumar vd., 2006: 426; Kwon vd., 2006: 187). Kısaca 'AVC' (Advanced Video Codec) olarak da adlandırılan bu yeni standart MPEG-

4 mimarisine uyduğu, MPEG-4'ün dosya formatını kullanabildiği ve MPEG-4'ün ses kodlama araçlarıyla birleştirilebildiği için MPEG-4 araç takımının bir parçası olarak kabul edilmiştir (Metin, 2005: 126).

AVC, MPEG-4'ün ilk versiyonlarına göre yayıncılığın bugünkü altyapısında rahatlıkla kullanılacak düzeyde daha basit bir kod yapısına sahiptir. Buna karşılık MPEG-2 ve H.263 gibi daha önceki standartlara göre kodlama etkinliği ve hatalara karşı dayanıklılık açısından da daha güçlüdür. Aynı algısal görüntü kalitesinde bugün yayıncılıkta kullanılan MPEG-2'den daha yüksek sıkıştırma sağlayabilmekte ya da aynı sıkıştırma düzeyinde yüksek tanımlı görüntü iletimine olanak verebilmektedir. Kullanılan veri miktarındaki bu dramatik düşüş, kalite ve sıkıştırma verimliliğinin temel belirleyici ölçüt olduğu yeni video ürünleri ve servislerinde AVC'nin içerik üreticileri ve dağıtıcıları tarafından dijital videoda anahtar teknoloji olarak benimsenmesine yol açmıştır.

Üstelik AVC sadece yayıncılıkta değil, yüksek tanımlı video, etkileşimli saklama ve sabit disk kayıt, video konferans, kablosuz ağlar veya internet üzerinden talep üzerine video gibi çeşitli uygulamalarda da giderek daha çok kullanılmaya başlamıştır. Mobil el cihazlarında çoklu ortam dağıtımından yakın geleceğin karasal yüksek tanımlı televizyon yayıncılığına, DSL (Digital Subscriber Line - Dijital Abone Hattı) videodan yüksek tanımlı optik disk formatlarına (Blu-ray, HD-DVD gibi) kadar geniş bir yelpazede kullanım alanları ortaya çıkmıştır (Lefol et.al., 2007; Kumar vd., 2006: 426; Lotfollah ve Panchanathan, 2006: 468; Bulycz vd., 2005: 1). Sıkıştırma verimliliğinin artışı ve kod yapısının çeşitli uygulama tiplerine uyarlanabilirliği MPEG-4'ü çerçevesi, sınırları ve

kapsamı katı olarak tanımlanmış bir standart olmaktan çıkarmış ve gelecekte gereksinim duyulabilecek işlemlere göre yapılandırılabilir modüler bir araca dönüştürmüştür.

Temelde bir çoklu ortam ve video standardı olmasına rağmen, MPEG-4'ün alet çantası içinde yer alan araçlar belirli tekli ortam (monomedia) uygulamaları için de uygun özellikler taşımaktadır. Sözgelimi, MPEG-4'ün HE-AAC, AAC ve BSAC ses kodekleri uydudan dijital radyo yayıncılığında kullanılmaktadır. Bu kodekler, şarkı adı, sözleri, besteci ve yorumcu bilgileri, fikri haklar gibi enformasyonun ses sinyallerine eklenerek içerikten ayrılmasına olanak vermeden ses iletimine olanak vermektedir (Xu vd., 2009: 55). Bu modüler yapısına uluslararası ölçekte açık bir kodlama sistemi olmasının verdiği avantajlar eklenince, yakın gelecekte internetten televizyon yayıncılığına, mobil iletişimden dijital eğlenceye kadar birçok farklı ve bağımsız iletişim ortamına yayılabilecek bir potansiyel ortaya çıkmaktadır. Nitekim, bu yönleriyle tekli ortamlarda (video kayıt ve dağıtım sistemlerinde, dijital video yayıncılığında, dijital ses kayıt ve yayın araçlarında) yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

(2) Video İçeriği İle Etkileşimlilik: MPEG-4, görsel içerik ile izleyicileri arasında etkileşime uygun uygulamaların geliştirilmesine olanak veren bir mimariye sahiptir. Bu mimari, daha önce betimlendiği üzere görsel-işitsel sahnelerin nesne yönelimli (object-oriented) olarak tasarlanabilmesine dayanmaktadır (Metin, 2004: 124-125). Nesnelere oluşan bir sahne, uygun donanımlara sahip olduklarında izleyicilerin içerikle etkileşim deneyimi yaşamalarına olanak vermektedir. Sahnedeki nesnelere, izleyici tarafından seçilebilmekte, konumları değiştirilebilmekte, boyut, yönelim, renk, biçim gibi

özellikleri değiştirilebilmektedir. İzleme deneyimini kişiselleştirebilecek uygulamalar üretilebilmektedir. Böylece dijital video yayıncılığı, doğrusal iletim yerine karşılıklı eylemlere dayalı ve doğrusal olmayan senaryolardan oluşan bir sunum tarzına dönüşmektedir.

MPEG-4'ün hem etkileşimli uygulamaların tasarımında kullanılmak üzere bir betik dili (scripting language)⁸, hem de daha gelişmiş programlama gereksinimlerini karşılamak için MPEG-J isimli bir Java varyantı bulunmaktadır. Bunlara ek olarak, grafiklerin, metinlerin ve sentetik nesnelere video ve ses ayrı ayrı olarak kendi kodlama araçları da bulunmaktadır. Bu sayede söz konusu içerik unsurları video ile bütünleşik bir yapıya mecbur bırakılmamakta ve bağımsız olarak işlenebilmektedir. Bu zengin araç kümesi sayesinde tasarımcı, son kullanıcıya sahnedeki nesnelere ayrı ayrı müdahale edebilme yeteneği vermektedir. Herhangi bir sahnedeki bir arabanın renklerini değiştirmek, bir oyuncuya odaklanarak hareketlerini takip etmek ya da gelişmiş bir video programını kişiselleştirmek gibi uygulamaları bu türden etkileşim biçimlerine örnek olarak vermek mümkündür. Ayrıca ayrı ayrı platformlara özgü içerik biçimleri (video, yazı, ses, resim, 2 boyutlu vektör animasyon ve 3 boyutlu animasyon gibi) dijital video yayıncılığı ortamlarında (dijital TV ve IP TV gibi) bir arada işlenebilir hale gelmekte ve web ortamıyla da tümleştirilebilmektedir. Bu duruma içerik bütünleşmesi (content integration) denilmektedir. İçerik bütünleşmesi, sözgelimi bir televizyon karesinde yer alan video nesnelere ilişkilendirilmiş yazılı, grafik şeklinde veya sesli veriye izleyici tarafından arzu edildiğinde erişimi sağlamaktadır. Bu teknoloji, örneğin televizyon reklamcılığı açısından yeni olanaklar sunmaktadır: Bir

video karesindeki herhangi bir reklam nesnesini seçen izleyicinin, o nesnenin fiyatı, satıcısı, teknik özellikleri gibi bir dizi bilgiye ekranın bir köşesinden erişmesi mümkün olmaktadır (Bulycz et.al., 2005: 3, 9).

Nesne yönelimli olması, aynı zamanda veri akışının manipülasyonu ve redaksiyonu yoluyla video nesnelerinin kurgulanmasına uygun araçların geliştirilmesine de olanak vermektedir. MPEG-4 doğal ve yapay görsel öğelerin melezlenmesi yoluyla veri kodlamaya uygun bir yapı sağlamaktadır. Böylece yapay öğe ve araçların video verisiyle birlikte kodlanması, miksi ve senkronizasyonu gerçekleştirilmiş olmaktadır. Bu durum, video prodüksiyonunu doğrusal bir hikaye akışının dramatisasyonu olmaktan çıkarmakta ve farklı hikaye akış senaryolarını dikkate alan bir video prodüksiyon sürecini gerekli kılmaktadır. Geleneksel video kurgulama işinin içine programlama çalışmalarının girmesiyle video editörlüğü ağırlıklı olarak bir bilgisayarlı tasarım işi haline dönüşmektedir.

(3) Evrensel Ortam Erişimi: MPEG-4 sistemi, televizyon, cep telefonu, mobil araçlar gibi bir dizi iletişim aracının aynı içeriğe erişebilir olmasını sağlamaktadır. Bu özellik sayesinde, farklı platformlar arasında veri alışverişinin sağlanabileceği uygulamalar saydam bir iletişim (seamless communication)⁹ ortamında çalıştırılabilmekte ve bütünleştirilebilmektedir. Böylece herhangi bir yerden, herhangi bir koşuldan aynı görsel ve işitsel içeriğe erişimi mümkün kılan bir iletişim ekosistemi elde edilebilmektedir. MPEG-4'ün bu yönüne 'evrensel ortam erişimi' (universal media access) denilmektedir. 'Bir kere tasarla, her yerde oynat' (author once, play everywhere) olarak da ifade edilen bu olanak, içeriğin tek tip bir iletişim aracına

göre değil, farklı izleme ve kullanma senaryolarına göre üretilmesini de gerektirmektedir.

Bu farklı izleme senaryoları, her türden iletişim ağının ve uçbiriminin, dijital enformasyon dağıtım zincirindeki farklı unsurların ortak içerik kaynaklarına erişebileceği bir ortam adaptasyonu ile bir araya getirilmesini gerektirmektedir (Cagno et.al., 2006: 200). Çünkü sözgelimi bazı iletişim araçları etkileşim amaçlı kontrol unsurlarına sahipken, bazıları sadece izleme yapmaya uygun olabilmektedir. Bu durumlarda ileti kod yapısının içerik üreticisi tarafından araç türüne göre tekrar ve tekrar düzenlenmesi yerine; her bir aracın kendi işleyebileceği yönlerini otomatik olarak yorumlaması ve sunması sağlanmaktadır.

Bu tarz iletişimin benimsenmesi ve yaygınlaşması durumunda, video prodüksiyonu ve televizyon yayıncılığı alanında da köklü değişiklikler yaşanabilir. Üretim ve dağıtım altyapısının değişmesi, televizyon yayıncılığının yerleşik iş görme alışkanlıklarının değişmesine ve sektörün yeniden yapılanmasına yol açabilir. Hatta belki de televizyon yayıncılığı paradigmasından internet ve ağ üzerinden yayıncılık, talep üzerine video, etkileşimli video gibi daha geniş hizmetleri de kapsayan bir gelişmeyi ima eden ve 'etkileşimli dijital video yayıncılığı' olarak adlandırılan yeni bir paradigmaya geçişi sağlayabilir.

MPEG-4'ün İletişim Endüstrilerinin İçerik Üretim, Dağıtım ve Tüketim Halkaları Üzerine Etkileri

Görünürdeki olağan teknolojilerin alt sistemlerine nüfuz eden çekirdek bir teknoloji olarak MPEG-4 çok boyutlu kullanım olasılıkları sağlamaktadır. Bu olasılıklar, iletişim

endüstrilerinin üretim-dağıtım-tüketim ilişkilerinin her vektörüne yansıyan bir görünüm sunmaktadır. Dolayısıyla da MPEG-4'ün endüstriyel etkilerini üretim, dağıtım ve tüketim olmak üzere 3 alt kategoride çözümlenmek mümkündür:

(1) İçerik Üretimi Üzerine Etkileri: MPEG-4 ile sunulan özellikler, video prodüksiyonunun çoklu ortam tasarımına dönüşmesine, 3 boyutlu tasarım ve yapay grafik üretimi tekniklerinin zenginleşmesine, video içeriğinin programlanabilir ve etkileşimli olmasına; bunların karşılığında da üretim donanımının ve sistemlerinin teknolojik olarak karmaşıklaşmasına yol açmaktadır.

MPEG-4, video prodüksiyonunu bilgisayar temelli bir çoklu ortam tasarımı biçimine dönüştürmektedir. Video prodüksiyon işlemlerinde, sahne ve aktörler ayrı ayrı kaydedilebilmekte ve bilgisayar tarafından üretilen özel efektler ile birleştirilebilmektedir. MPEG-4 temelli kurgu sistemlerini kullanacak video editörleri, doğrusal olarak akan dikdörtgen video kareleri yerine herhangi bir anına erişilebilir video nesnelerinin kodlanmasını dikkate alarak etkileşimli sahneler üretebileceklerdir. Böylece birleştirilmiş video nesnelere ve dahili grafik ve ses ten oluşan sahneler aracılığıyla kullanıcıların içeriği kontrol edebilmesine olanak vereceklerdir (Ebrahimi&Horne, 2000: 367). Bu gelişmeler, video prodüksiyonunu doğrusal bir hikaye anlatımı oluşturmaktan çok farklı kullanım senaryolarını dikkate alan bir iş haline dönüştürmektedir. Gelecekte program yapımcıları, yönetmenler ve video editörler doğrusal olarak ilerleyen bir hikayenin kurgusunu yapmak yerine; giderek daha karmaşık işlevlerin içeriğe yüklendiği, görsel linklerle birbirine bağlanmış nesnelere arasında izleyicinin seçim yapmasını ve kendi

yolunu izlemesini sağlayabilecek yapımların üretilmesi ile uğraşmak durumunda kalabilecektir. Bu durum, düz metin yazımından web sayfalarının tasarımına geçmeye benzemektedir. Aslında MPEG-2 temelli bir önceki nesil DVD authoring çalışmaları, bu tip prodüksiyon çalışmalarının ilk örnekleri olarak değerlendirilebilir. Ancak MPEG-4'ün bu öncül uygulamalardan farklı olarak sunduğu şey, sadece film menülerinin değil, film sahnelerinin içeriğinin de etkileşime uygun hale gelmesidir.

İçerik üretiminde ortaya çıkabilecek bir başka etki, üç boyutlu tasarım ve yapay grafiklerle ilgilidir. MPEG-4 temelli video sayesinde 3 boyutlu yapay grafiklerin, dijital eğlence uygulamalarının ve bilgisayar oyunlarının üretim tekniklerinin zenginleşeceği düşünülmektedir. Bilgisayarla üretilen grafikler ve animasyonlar; bilgisayar oyunları, film görsel efektleri, mühendislik tasarımları, sanal ortamda iç mimari geziler, sanal gerçeklik, elektronik ticaret ve bilimsel görselleştirme gibi değişik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda yüksek seviyeli bir gerçekçiliği yakalayabilmek için 3 boyutlu karmaşık nesnelere oluşturmak gerekmektedir. Bu nesnelere, modelleme yazılımları ve 3 boyutlu tarama gibi değişik kaynaklardan elde edilebilmektedir. Söz konusu kaynaklar genellikle ham veri formatlarında hacimli depolama alanı ve/veya iletim bant genişliği gerektirmektedir. Dolayısıyla grafik verilerinin verimli bir şekilde sıkıştırılması zorunluluğu doğmaktadır.

Bu amaçla MPEG-4 standardı, grafik verilerini kodlamak üzere 3 boyutlu ağ kodlama (Three-Dimensional Mesh Coding - 3DMC) adı verilen bir algoritma kümesi içermektedir. Ayrıca bu bağlamda X3D (eXtensible 3D

– genişletilebilir 3B) adı altında yeni bir algoritma paketi de geliştirilmeye devam etmektedir. 3DMC ve X3D algoritmaları, ileri düzey 3 boyutlu nesne sıkıştırması, hata koruma esnekliği ve kalite ölçeklenebilirliği gibi opsiyonel modlar içererek, farklı uygulama alanlarına uyarlanabilir bir yapı sunmaktadır (Janova et.al., 2009: 101; Peng et.al., 2005: 688-691). Bu yolla farklı platformlar ve amaçlar için üretilmiş grafik verilerinin gerektiğinde uygulamalar arası standardizasyonu ve paylaşımı temin edilmiş olmaktadır. 3 boyutlu grafik tasarımında ve yapay grafik üretiminde format birliği sağlamaktadır.

Üç boyutlu yapay grafiklerin MPEG-4'ün nesne yönelimli yetenekleri ile birleştirilmesiyle bağlantılı programlanabilir video olarak adlandırılan ve video alanında çok kullanılan yeni bir gelişme ortaya çıkmaktadır. Video ve yapay grafiklerin sentezlenmesine programlama teknikleri de dahil edildiğinde, etkileşimli izleme deneyimine uygun teknik arka plan hazırlanmış olmaktadır. Görsel programlama, internet programcılığı ve etkileşimli yüksek tanımlı televizyon yayıncılığı gibi bir birçok farklı alanda etkileşimli video uygulamasının gelişimi, bu özelliğin yaygınlaşmasına bağlıdır.

MPEG-4 ile içerik üretiminin etkileşimli, nesne yönelimli, programlanabilir ve farklı iletişim ortamları arasında saydam geçişler sağlayabilir nitelikte olması, doğal olarak prodüksiyon ve yayın donanımlarının karmaşıklaşmasına yol açacaktır. Standardın geliştirilmesiyle elde edilen ek işlevlerin kod yapısına yüklenmesi, daha yüksek düzeyde karmaşık ve büyük miktarlarda veri işlem gücünü, dolayısıyla özellikle gerçek zamanlı iletişim uygulamalarında gelişmiş donanım kapasitesini gerektirmektedir (Liu et.al. 2007: 275; Sim& Kim, 2005: 1). Üstelik içerik üreti-

cilerinin sahip oldukları görsel arşivleri kullanabilmeleri için eski teknolojiler ile MPEG-4 temelli yenileri arasındaki uyumluluk sorunlarının da çözülmesi gerekmektedir. Bu nedenlerle MPEG-4'ün yaygınlaşmasına paralel olarak hem kodlama, hem de kod çözme tarafında bileşen yapısı daha karmaşık donanımların üretimi gerekecektir.

(2) İçerik Dağıtımı Üzerine Etkileri: MPEG-4'ün teknolojik avantajları, var olan televizyon yayıncılık sisteminin etkileşimli ve yüksek tanımlı dijital televizyon yayıncılığına uyarlanmasına, televizyon yayıncılığı ile internet arasında teknolojik yakınsamanın güçlenmesine, ağ ve internet tabanlı video yayıncılığının yaygınlaşmasına ve kablosuz ağların video iletimi için kullanılmasında gelişmeler yaşanmasına katkı vermektedir.

MPEG-4 geleneksel televizyon yayıncılığının etkileşimli ve yüksek tanımlı dijital televizyon yayıncılığına dönüşmesinde önemli bir katalizördür. Günümüzde geleneksel ve standart tanımlı dijital televizyon yayın sistemleri kodlama yapısı olarak MPEG-2 teknolojisini kullanmaktadır. MPEG-4, bu standart platformu desteklemekle birlikte, özellikle yüksek tanımlı ve etkileşimli yayıncılığın uygulanabilirliğini hedef almıştır. Yine de kodlama verimliliği ve iletim maliyetlerini düşürmesi nedeniyle geleneksel yayıncılık da MPEG-4 teknolojisinden yararlanmaya başlamıştır. Hibrit bir çözüm olarak, birçok set üstü dekoder genellikle MPEG-2 ve MPEG-4 temelli standart tanımlı ve yüksek tanımlı yayınları bir paket halinde izleyiciye aktaracak biçimde tasarlanmaya başlamıştır. Örneğin Türkiye'deki belli başlı dijital yayın platformları (Digiturk Plus ve D-Smart HD) video, grafik ve ses alt sistemleri için MPEG-4/HD, MPEG-4/H.264

AVC ve MPEG-2 kodeklerini birlikte kullanılmaktadırlar.

Diğer yandan MPEG-4, sadece video çerçevelerinin değil, ayrı ayrı sahne nesnelerinin de kodlanabilmesini sağladığı için televizyon yayıncılığında yepyeni yöntemlere kapı aralamaktadır. İnternet ve World Wide Web'in gelişme hızı, dijital televizyon tarafından sağlanan içerikle daha gelişmiş etkileşimi sağlamaya duyulan ilgiyi ve talebi de arttırmıştır. İzleyici tarafından kontrol edilebilen metin, resim, ses ve grafikler belli programların yayınların eğlence değerlerine katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Ayrıca yayınlanmakta olan programla ilgisi olmayan önemli enformasyonun da ekranın bir köşesinden iletilmesi mümkün olmaktadır. Böylece uzaktan bankacılık, uzaktan alışveriş, e-posta hizmetleri gibi etkileşimli servisler sadece internet üzerinden değil, etkileşimli televizyon yayınları aracılığıyla da verilebilmekte; TV istasyon logoları, kişiselleştirilmiş reklam, spor istatistiklerini veya borsa bilgilerini göstermeye yarayan çok pencere ve izleyici arzularına uyarlanabilir ekran formatları sunulabilmektedir (Ebrahimi &Horne, 2000: 366). Bu nedenlerle başlangıçta dijital televizyon yayınları için temelde sadece MPEG-2 standardının kullanılması hedeflenmişken, günümüzde MPEG-4'ün bilgisayar ve çoklu ortamdan yayıncılık alanına kaydırılması fikri uygulamaya konulmuştur. Yakın gelecekte yüksek tanımlı video teknikleriyle üretildikçe, televizyon yapımlarının karasal, kablolu veya uydudan dağıtımında MPEG-4/H.264 AVC'nin ana kodek olacağı; televizyon yayıncılığının daha etkileşimli hale gelmesiyle kullanılan MPEG-4 kodeklerinin de gereksinimlere göre evrimleşeceği öngörülmektedir.

Televizyon yayıncılığının yüksek tanımlı standartlara ve etkileşimliliğe doğru kayma-

sına dijital yayıncılığın internet ve bilgisayar ağlarına doğru yakınsaması eşlik etmektedir. MPEG-4, televizyon yayıncılığı ile ağ sistemleri üzerinden video iletimi alanında kullanılan ortak bir standart haline dönüşmeye başladıkça, televizyon yayıncılığı ile internet yayıncılığının aralarındaki sınırlar belirginliğini yitirebilir. Örneğin MPEG-4 türevi video kodekleri, YouTube gibi popüler video paylaşım sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür uygulamaların sadece bilgisayarlar aracılığıyla değil, televizyon alıcılarıyla da evlerimizden erişilebilir olması, bu tür iletişim ortamlarının toplumsal, siyasal ve kültürel etkilerini boyutlandırma olasılığı bulunmaktadır.

Ancak bu senaryonun gerçekleşmesi için, internet bant genişliklerinin yüksek tanımlı ve etkileşimli televizyon yayınlarının aktarabileceği kapasiteye ulaştırılması, farklı teknolojik uygulamalar nedeniyle bilgisayar ağlarının heterojen yapılarının neden olduğu darboğaz sorunlarının aşılması ve kullanım yoğunluklarından kaynaklanan değişik zamanlardaki performans dengesizliklerinin önlenmesi gerekmektedir. Bugün internet ve bilgisayar ağları üzerinden video iletim sistemleri, genellikle dar bant genişliklerine sahiptir ve uçtan uca iletimde katı sınırlamalara maruz kalmaktadır. Bu sistemler veri paketlerinin kaybolmasına karşı toleranslı olarak tasarlanmışlardır, ancak ağın dinamik ve değişken yapısından dolayı bant genişlikleri azaldığında, iletim sisteminin veri iletim oranlarının düşürülmesi gerekmektedir. Diğer taraftan kesintisiz bir izleme deneyimi için video veri akışının sürekli olması gereklidir. Belli bir zaman dilimi içinde gönderilmesi gereken video veri paketi, hedefine ulaşmadığında, yararsız veya kayıp olarak kabul edilmektedir. Bu nedenlerle zamanında çözülmesi ve gösterilmesi gereken her bir

veri paketi alıcının uç sistemine mutlaka erişmelidir. Ne yazık ki, böyle bir sistem mevcut genel amaçlı internet ağı ve onun IP protokol yapısı altında iyi çalışmamaktadır. Dolayısıyla değişken ağ koşulları altında algısal video kalitesini en yüksek seviyede ve sürekli çalışır tutacak verimli bir gerçek zamanlı video kodlama ve kod açma sisteminin tasarlanması gerekmektedir. MPEG-4 standardı böyle bir sistemin tasarlanmasında tümleşik bir çoklu ortam ana çerçevesi sunmaktadır. Değişken, karmaşık ve heterojen ağ yapılarının gerektirdiği hizmet kalitesini dikkate alarak, çeşitli ortam nesnelerini birleştiren esnek bir sıkıştırma şemasıyla ağlar üzerinden çoklu ortam içerik akışına uygun iletişim ve sunum gerçekleştirebilmektedir (Kung, et.al., 2006: 1522; Ni et.al., 2005: 277-278). Ancak MPEG-4 ile elde edilen beceri yine de televizyon yayıncılığı ile internet ortamının entegrasyonunu sağlamaya yeterli değildir. Bu noktada, internet altyapısının yüksek tanımlı ve etkileşimli televizyon yayıncılığının gereksinim duyduğu donanımsal homojenliğe ve iletim kapasitesine ulaşmasını beklemek gerekmektedir. Bu düzeye erişildiğinde MPEG-4, internet ile televizyon yayıncılığı arasındaki birleştirici rolünü oynayabilir.

Diğer taraftan internet ve bilgisayar ağlarının, kendine özgü bir video paylaşım potansiyeli de bulunmaktadır. Ağ tabanlı video uygulamalarından en önemlisi, IP-temelli televizyon, IP TV veya WebTV denilen teknolojidir. Bu yöntem, kablo, uydu ve karasal dijital video yayıncılığına yeni bir alternatiftir. IP TV'nin doğası gereği iki yönlü olması, etkileşimli ve isteğe bağlı video (Video On Demand – VOD) hizmetlerinin oluşturulmasına olanak vermektedir (Bulycz vd., 2005: 12). İsteğe bağlı video, internet ve bilgisayar ağları üzerinden kullanıcının talebi üzerine

video sinyalinin bir video sunucu sistemi aracılığıyla eşzamansız ve diğer kullanıcılardan bağımsız olarak iletilmesidir. Video paylaşım sitelerinin, internet üzerinden izlenebilen gözetleme ve yayın sistemlerinin çalışma prensibi, isteğe bağlı video teknolojisine dayanmaktadır. Bu sistemlerde kullanılan iletim, kayıt ve saklama ortamları birincil olarak MPEG-4 kodlamadan yararlanmaktadır.

MPEG-4'ün kullanıldığı bir başka ağ ortamı da üçüncü nesil cep telefonları ve kablosuz iletişim sistemleridir. Kablosuz iletişim ağlarının amacı, herhangi bir zamanda yer ve devinimi dikkate almaksızın kullanıcıya kablolu ağların yeteneklerine erişim olanağı sağlamaktır. (Psychis, 2006: 306). Ancak günümüzde kullanılan kablosuz iletişim sistemlerinde bant genişliği sorunu, kablolu ağlarla kıyaslandığında daha da sınırlayıcıdır. Ayrıca dar bant genişliğine ek olarak, mobil cihazların, özellikle cep telefonlarının sınırlı işlem kapasiteleri ve iletim tekniklerinin yetersiz güvenilirliği, bu alanda dijital videonun yaygın olarak kullanımını zorlaştıran diğer etkenlerdir. Bu nedenlerle video sıkıştırma teknikleri, mobil ağlar üzerinden video iletimi uygulamalarının yaygınlaşmasında can alıcı yönü oluşturmaktadır. Bu bağlamda bir çözüm olarak 2001 yılında videofon hizmetinin ilk sunulduğundan beri, uluslararası 3. nesil cep telefonlarında MPEG-4 kodlama kullanılmaya başlamıştır. Ardından bu alanda MPEG-4/H.264 AVC video kodlama standardı kullanıma girmiştir. Bugün MPEG-4'ün bu türevinin Türkiye'de ve bu hizmetlerin yaygınlaştığı ülkelerde bütün gelecek nesil mobil iletişim uygulamalarının en önemli bileşeni haline dönüşeceği düşünülmektedir. Dolayısıyla MPEG-4'ün mobil çoklu ortam mimarisinin hata düzeltme, düşük hızda işlem yapma ve

dar bant genişliğinden yeterli video verisini kesintisiz olarak iletme özelliklerinin geliştirilmesiyle, video sinyallerinin bozulması önlenmeye ve algısal kalitesi artırılmaya çalışılmaktadır. (Ghandi and Ghanbari, 2006: 452; Psychis, 2006: 306; Shanableh and Reid, 2005: 390). Sadece 3. nesil cep telefonlarına değil, diğer türden kablosuz cihazlara (PDA, dizüstü bilgisayar vb.) dijital video dağıtımının yaygınlaştırılması ve konut, işyeri veya sosyal alanlarda çeşitli video kaynaklarının erişilebilirliğinin, izlenebilirliğinin artırılması hedeflenmektedir. Bu tür uygulamalarda MPEG-4'ün rolü bant genişliği kullanımında verimlilik artışını sağlamasıyla bağlantılıdır. Bu sayede, sözgelimi özel mekanlara kurulu bir ana bilgisayarda, video sunucusunda yedeklenmiş kişisel filmlerin veya sinema arşivinin bir kablosuz ağ bağlantısı aracılığıyla bir dizüstü bilgisayardan veya kablo erişimi olmayan bir set üstü cihaz aracılığıyla televizyon alıcısından izlenebilmesi mümkün olmaktadır.

(3) İçeriğin Tüketimi Üzerine Etkileri: MPEG-4'ün video içeriği ile etkileşime dayalı tüketim biçimlerini destekleyen ve sıkıştırma oranlarında elde edilen gelişmeyle tüketici ürünlerinde kişisel video arşivlerinin zenginleşmesini, görsel içeriğin temin edilme yöntemlerinin çeşitlenmesini sağlayan etkileri bulunmaktadır. Diğer yandan MPEG-4'ün, sinema ile video ürünlerinin kopyalanarak internet üzerinden paylaşılmasını kolaylaştırması nedeniyle fikri haklar üzerinde ve tüketici elektroniğinde bileşen yapısının karmaşıklaştırarak elektronik ürünlerin maliyetlerinin artması üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Daha önce vurgulandığı üzere bilgisayar oyunlarında veya web sayfalarında olduğu gibi video ortamının sunduğu içerikle etkile-

şim kurabilen kullanıcı, MPEG-4 standardını geliştirenlerin ana hedeflerinden biridir. Geleceğe dönük olarak, MPEG-4'ün iletişim ürünlerinin tüketimi üzerindeki en önemli etkisinin etkileşimlilik olacağı öngörülebilir. Ancak etkileşimli izleme kültürünün yaygınlaşması için bugünkü düzeyde kat edilmesi gereken teknolojik mesafe hala çok uzundur. Üretim-dağıtım-tüketim zincirine ilişkin altyapının ve bu altyapıyı kullanacak endüstriyel ilişkilerin etkileşimlilik paradigması yönünde yeniden kurgulanması gerekmektedir. Halihazırda Türkiye'de de örnekleri bulunan dijital yayın platformları çeşitli etkileşimli seçenekler sunmaktadır. Ancak bu seçenekler içerikle etkileşimden çok, ödemeli izleme, talep üzerine izleme gibi platformun sunduğu genel hizmetlerle etkileşim biçiminde olmaktadır. Televizyon izleme davranışını kullanma deneyimi haline dönüştürecek bir içerik etkileşimi, bu eksen- de üretim ve dağıtım altyapısının çift yönlü doğrudan iletişim tarzında baştan aşağıya yeniden yapılanmasıyla, alıcı cihazların (set üstü alıcılar, televizyon alıcıları vb.) kullanıcı etkileşimine uygun girdi kontrol unsurlarıyla donatılmasıyla ve hepsinden önce etkileşimli televizyon izleme alışkanlıklarının etkileşimlilik paradigmasını benimsemiş yaygın bir toplumsal kabule erişmesiyle mümkün olacaktır. Televizyon yayıncılarının, içerik dağıtımçıların ve tüketici beklentilerinin etkileşimli içerik üretimine verdiği destek ölçüsünde, uzaktan kumanda cihazlarının ve ekran altı kontrollerin dışında etkileşim olanağı vermeyen bugünkü yaygın televizyon alıcılarının yerini veri giriş ve kontrol aygıtlarına sahip yeni platformlara terk edebileceği söylenebilir. Günümüzde yaygınlaşmakta olan yüksek tanımlı LCD televizyon alıcılarının gelecek nesillere içeriği kontrol edebilmek için bilgisayar faresine ve klavyesine benzeyen veri giriş aygıt-

larının eklenmesi ya da uzaktan kumanda cihazlarının işlevsel özelliklerinin geliştirilmesi olasıdır.

Geleceğe dair bu öngörüye karşın, bugün MPEG-4 temelli olarak hızla yaygınlaşan bir video tüketim biçimi hali hazırda günlük yaşamımızın bir çok yönüne yaygınlaşmış bulunmaktadır. Yüksek hacimli kayıt ve kişisel video arşivleri oluşturmak, yüksek tanımlı ev sinema sistemleri kurmak, video dosyalarını internet üzerinden paylaşmak gibi çeşitlendirmeleri bu duruma örnek olarak verebiliriz. MPEG-4'ün video kayıt ve depolama maliyetlerini düşürmesi, tüketicilerin kişisel video ve sinema filmleri arşivi oluşturmalarını teşvik etmektedir. Bugün genellikle bilgisayar veri saklama araçlarıyla hibrit olarak geliştirilen çeşitli teknolojiler sürmekte olan bu eğilimi giderek güçlendireceğe benzetilmektedir. DVD'ye veya sabit diske kayıt yapabilen televizyon ya da dijital uydu alıcı cihazları, DVD oynatıcıların yerini alan sabit diske dayalı ortam oynatıcıları bu tür hibrit sistemlere örnek olarak verilebilir. Yüksek tanımlı LCD televizyonların ve çevresel ses sistemlerinin ucuzlamasıyla, sinema filmi izleme etkinliği, toplu izleme ortamlarının dışına çıkarak, sinema perdesinin bulunduğu algısal kaliteye yakın bir düzeyde bireysel özel mekanlarda gerçekleştirilen bir hobiye dönüşmektedir. Ayrıca son yıllarda eğlence sektörüne yönelik elektronik ürünler arz eden birçok üretici, internet üzerinden dosya paylaşımında kullanılan ve sinema filmlerinin korsan dağıtımını yüzünden eleştirilen DivX, XviD gibi MPEG-4 türevlerini de okuyabilen oynatıcılar üretmektedir. Bu tür formatları tanıyabilen oynatıcılar, video görüntülerinin internet ağından paylaşılması ve masaüstü bilgisayarlarda çok sayıda filmin arşivlenmesi biçiminde ortaya çıkan bir tüketim eğilimini teşvik etmektedir. Tüketici-

ciler, MPEG-4 türevleri ile kodlanmış sinema filmlerini internetten indirerek, optik disklere veya söz konusu oynatıcıların desteklediği harici bağlantılı kayıt ortamlarına aktarmakta ve bu ortamlardan izleyebilmektedir.

Video içeriğinin paylaşımının ve sabit disk ortamlarında kolayca arşivlenmesinin yaygınlaşmasına olan katkısı nedeniyle MPEG-4'ün, fikri hakların korunması üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı düşünülmektedir. Bu eksende görsel eserlerin kopyalanması, çoğaltılması, yasal olmayan yollardan dağıtılması; bilgisayar teknolojisi ve programlama yöntemlerindeki olağanüstü gelişmelerin de etkisiyle bu eserler üzerinden haksız kazanç elde edilmesi giderek yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojilerle gerçekleştirilen illegal çoğaltma ve dağıtma eylemleri, haksız rekabete, kayıt dışı ekonomik faaliyetlere ve kamu gelirlerinde zararlara yol açmaktadır. MP3 ses dosya formatının müzik endüstrisi üzerinde yaptığı olumsuz etkilere benzer etkileri, MPEG-4 türevlerinin sinema endüstrisi üzerinde yapmasından kaygı duyulmaktadır. Özellikle DivX ve Xvid gibi sıkıştırma formatlarıyla yüksek kalitede kodlanmış sinema filmlerinin, internet üzerinden eşler arası dosya paylaşım (peer-to-peer file sharing) programlarıyla dağıtımı; CD, DVD üzerine kaydedilerek çoğaltılması ve satılması, fikri haklar açısından Türkiye'de de örneği yaşanan önemli ve yaygın bir güncel sorun haline gelmiştir. Bu nedenle standardın tasarımcıları, dijital eserler üzerindeki haklarının korunması için içerik üreticilerinin MPEG-4 araçları içine yeni koruyucu teknikler katılması yönündeki endüstriyel beklentilerini dikkate almaktadır. Bu bağlamda MPEG-4 teknolojisi içinde film kopyalama ve dağıtma yöntemlerini zorlaştıracak, üreticilerin imzalarını ve ürü-

nü satın alan tüketicilerin kimliklerini video içeriğine kaydedecek bazı teknikler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu koruma çabalarının tümüne birden genel olarak 'dijital haklar yönetimi' (DHY - Digital Rights Management) denilmektedir.

Kriptografik temelli ve filigran temelli olmak üzere yaygın olarak kullanılan iki DHY koruma teknolojisi bulunmaktadır. Kriptografik temelli hak koruma yönteminde dijital içerik şifrelenmiş bir formda dağıtılmaktadır. Böylece kopyalama ve yasa dışı dağıtım engellenmeye çalışılmaktadır. Ancak şifrelenmiş eserin bir kısmı herhangi bir şekilde açıldığında, eser artık korunmayan sıradan bir dijital içeriğe dönüşmekte ve üretici fikri haklarının korunmasına ilişkin kalkandan yoksun kalmaktadır. Bu sorunu aşmak için DHY çözümlerinin çoğu, kriptografik şifrelemeyle birlikte, dijital içeriğin tasarımcısının ve tüketicisinin kimliğini tanımlayan, dijital içerikle ilgili ek enformasyon sağlayan ve 'dijital filigran' (digital watermarks) denilen bir ek teknik daha kullanılmaktadır. Bu teknik, eserden ayrıştırılması zor bir sinyalin bir kod ya da etiket olarak kullanılmak üzere esere gömülmesine dayanmaktadır. Dijital filigranların istatistiksel ve algısal olarak çözülmemesi veya değiştirilememesi, dijital eser üzerinden çıkarılmalarının zor ya da imkansız olması sağlanmaya çalışılmaktadır (Serrão et.al., 2005: 974; Kong et.al., 2004: 584; Kwok et.al., 2003: 133). Diğer taraftan dijital filigranlar, eserin orijinalinin maddi ve manevi haklarının kime ait olduğunu ve kopya olup olmadığını belirtse bile, çoğaltılmasını engelleyecek bir tedbir değildir. Kriptografik koruma ve dijital filigranlara ek olarak, eserlerin kopyalanarak çoğaltılmasını engelleyecek başka türden donanımsal ve yazılımsal çözümleri de üretilmesi zorunlu görülmekte-

dir. Ancak daha önce DVD filmlerindeki bölge kilidi uygulamasının etkisiz kalmasında olduğu gibi, her durumda dijital yöntemlerle bu tür güvenlik önlemlerini aşan karşı korsan çözümler üretilmektedir. Dolayısıyla MPEG-4 kodlama standardı ile üretilmiş eserlerin korunmasına ilişkin çalışmalar, MPEG-4'ün sürekli geliştirilen araçları içerisinde aktif bir çalışma konusu olarak varlığını sürdüreceğe benzemektedir.

Kriptografik koruma, dijital filigranlar, nesne yönelimlilik ve ileri düzey sıkıştırma teknikleri gibi oldukça karmaşık işlevleri içeren kodlama yapısı, içerik üretim sistemlerinde olduğu gibi tüketici tarafında da MPEG-4 kod çözümlerinin elektronik bileşen yapısını karmaşık hale getirmektedir. Böylece daha gelişmiş donanımlara, tüketici elektroniğine gereksinim artmaktadır. Bu yüzden elektronik endüstrisinin kendini MPEG-4 ile gelen yeni döneme uyarlaması gerekecektir.

Diğer yandan yeni teknolojilerle mevcut teknolojiler arasında uyum sağlama sorunu bu çözümleri daha karmaşık hale getirmektedir. Bugün evlerde kullandığımız uydu alıcı cihazları, DVD okuyucu, video CD okuyucu ve kaydedici gibi ekipmanların çoğunluğu, yakın geçmişte yaygınlaşmış olan MPEG-1 ve MPEG-2 teknolojilerine dayanmaktadır. Dolayısıyla kişisel video film arşivleri de bu teknolojilere bağlı olarak oluşturulmuştur. Bu nedenlerle MPEG-4 temelli teknolojilerin tüketici pazarlarında tutunabilmesi, önemli ölçüde tüketicinin mevcut altyapı ve arşivlerini de yeni sistemlerle birlikte kullanabilme ya da en azından birinden diğerine esnek bir biçimde dönüştürebilme olanağına bağlı olmaktadır. Başka bir ifadeyle, yeni teknolojilere geçiş sürecinin başarılı olması için geçmişle uyumluluk bir zorunluluk halini almaktadır. Böylece eski

standartlardan MPEG-4'e veya tersine çalışan transkoderler, geleceğin sinyal işleme tekniklerinin zorunlu bir işlevsel modülü olacaktır (Chuang and Wu, 2004: 615). MPEG-4 kod çözücüler, MPEG-1 ve MPEG-2'ye dayanan içeriğin de kodunu çözebilir. Ayrıca iletişim uydularından yersel sistemlere kadar kurulu altyapının yepyeni ve bağımsız bir teknoloji için baştan aşağı değiştirilmesi mümkün olmadığı için, MPEG-4'ün MPEG-2 taşıma sistemleri üzerinden iletilebilmesi gerekmektedir. Bu nedenlerle arzu edildiğinde MPEG-4 içeriği MPEG-2 programlama teknikleriyle birleştirilebilir ve mevcut kablolu TV ya da uydu ağları ve ekipmanları üzerinden taşınabilir. Başka bir ifadeyle, MPEG-4'ün geliştirilmesinde, olanak olan yerde eski teknolojinin yerine yenisinin konulması değil, yetenek gelişimi tercih edilmelidir (Bulycz vd., 2005: 5, 10). Bütün bu teknik arka plan, asıl amacı MPEG-4 kod çözme olan tüketici aygıtlarının aynı zamanda MPEG-2 ve MPEG-1 kod çözme işlevini yerine getirecek bileşenleri de içermesi anlamına gelmektedir ki, bu durum, üretimi daha karmaşık ve maliyetleri daha yüksek okuyucu kaydedici cihazların tasarımını bir zorunluluk haline getirmektedir. Ne var ki, bileşen üretimi maliyetlerinin bir olgunlaşma döneminin ardından düşme eğilimi gösterdiği geçmiş deneyimler, daha ileri aşamalarda MPEG-4 kod çözücülerin de tüketici için ekonomik hale geleceği umudunu artırmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Eski standartlarla karşılaştırıldığında MPEG-4'ün etkileşimli video, farklı platformlar arasında karşılıklı çalışabilirlik, ölçeklenebilirlik, yüksek sıkıştırma verimliliği ve hata direnci üstünlükleri bulunmaktadır. Gerek tekli ortamda, gerekse çoklu ortamda veya farklı platformlar arasında, kısmen

veya bütün özelliklerinin kullanılabilir olması MPEG-4'e modülerlik kazandırmaktadır. Böylece MPEG-4 teknolojisi, değişik iletişim ortamları arasında kesintisiz geçişe olanak vererek saydam iletişimi ve her türlü uç birim ile aynı içerik kaynağına erişime olanak vererek evrensel ortam erişimini sağlayabilmektedir. Önümüzdeki dönemde internet ağına bağlanma yeteneği ile donatılmış televizyon alıcıları ya da televizyon yayınlarını izleyebilen cep telefonları gibi, MPEG-4 temelli cihazların elektronik ürün pazarına yayılması güçlü bir olasılıktır.

2000 yılında duyurulan ilk MPEG-4 standardından sonra, bu teknolojinin iletişim endüstrilerinden gelen sürekli yeni talep ve beklentilere göre geliştirilmesi ve aynı yönde çalışma yapan farklı organizasyonların standartlarıyla birleştirilmesi gerekmektedir. Önümüzdeki dönemde de standart üzerinde benzer değişikliklerin ve endüstriyel beklentilere uygun olarak eklemelerin yapılması; böylece bütünleşik bir iletişim sisteminin ana bileşenlerinden birisi haline getirilmesi hedeflenmektedir. Bu gelişim süreci, biraz da mevcut geleneksel iletişim sistemlerinin yeni türden uygulamalara doğru biçim değiştirmesi ve endüstrilerin envanterindeki altyapının ekonomik olarak kullanılmaya devam etmesi tercihi ile bağlantılıdır. Amaç, mümkün olan yerde mevcut teknolojilerin evrimi ile yumuşak bir değişim sağlamak, olmayan yerde ise köklü bir yeniliğe geçmektir.

Bu ana çerçeve içinde MPEG-4'ün etkileşimli ve yüksek tanımlı dijital televizyondan mobil çoklu ortama kadar geniş bir uygulama alanı bulacağı ve iletişimin teknolojik peyzajını önemli ölçüde değiştirebileceği görülmektedir. MPEG-4 sayesinde, bugüne kadar sadece dijital televizyon yayıncılığının ve video film dağıtım sektörünün ilgi ala-

nıymış gibi görülen dijital videonun, yazılı, resimli elektronik iletişim biçimlerinin kullanıldığı tüm ortamlarda (mobil telefonlar, internet ve bilgisayar ağları gibi) daha yaygın olarak kullanılabilmesi; üstelik bu farklı ortamlar arasında kaynak paylaşımına uygun hale gelmesi önemli bir gelişmedir. Çünkü böylece video da dahil her çeşit formattaki verinin iletimini sağlayabilecek yeni tümleşik hizmetlerin oluşturulması, gelişmesi ve iletişim endüstrilerinin birbirine daha çok yaklaşması olasıdır. Bu teknolojik dönüşüm, altyapı yatırımlarının, tüketici pazarlarının, fikri hakların korunmasının, içerik üretim ve prodüksiyon modellerinin, kurumsal, sektörel düzenlemelerin yeni biçimlerini derinden etkileyebilir. MPEG-4 ve benzeri çok platformlu yazılım standartları, iletişimin geleneksel sektörleri, pazarlar, kurumlar, ortamlar ve alıcı uçlar arasındaki sınırların belirsizleşmesine yönelik gelişim ivmesini tetiklemektedir. Dolayısıyla iletişim endüstrileri ile ilgili düzenleyici kurumların, televizyon yayıncılarının, mobil iletişim ve internet servis sağlayıcılarının, telekomünikasyon altyapısı oluşturan ve işleten kurumların, dijital video yayıncılığı alanında yaşanan bu dönüşüme ilişkin bir projeksiyon geliştirmeleri ve teknoloji stratejilerini yeniden gözden geçirmeleri gerekmektedir. Çünkü MPEG-4 ve benzeri çok amaçlı video kodlama standartları sayesinde dijital video, artan teknolojik kapasite sayesinde iletişimin değişik vektörlerinin ana malzemelerinden biri haline gelecektir.

Kimi analistlere göre bu olgu, bir çeşit medya kümelenmesi veya yoğunlaşması; kimilerine göre de bir tekelleşme eğilimidir. Bu eksende teknolojiye bağlı gelişmelerin tetiklemesiyle her gün çoğalan medya kümelenmelerinin iletişim endüstrilerinde tam reka-

beti engelleyeceğinden ve sınırlı bir azınlığın ülkenin enformasyonun dağıtım kanalları üzerindeki kontrolünün artacağından kaygı duyulmaktadır. Teknolojik gelişmelerden kaynaklanan bu eğilimin, kamunun bilgi edinme hakkının önünde önemli bir engel oluşturmaya ve bu yolla dayatılan değerler üzerinden uluslararası ölçekte ve toplumsal tabakalar arasında enformasyona erişimde fırsat eşitliğini ortadan kaldıran olumsuzluklara vurgu yapılmaktadır (Geray, 2003: 58, 78). Teknoloji kaynaklı bu tür riskler bulunmakla birlikte, yeni üretim ve dağıtım tekniklerinin bağımsız ve alternatif içeriğin sunumuna dönük bir potansiyeli de vardır. Sözelimi, yüklü yatırım maliyetleri gerektirmeyen ve kurumsal ya da kamusal açıdan kontrolü kolay olmayan internet üzerinden video yayınlarının televizyon alıcıları tarafından da izlenebilir olması, MPEG-4 teknolojisinin ve türevi kodlama standartlarının sağladığı teknik bir kapasite olarak değerlendirilmelidir. Böylece bu durumu, dijital iletişim teknolojilerinin içerik üreticileri için düşük maliyetli yatırım olanakları sunması yoluyla medya kümelenmelerine alternatif ortamların da geliştirilebilmesi olarak değerlendirmeliyiz. Başka bir deyişle, teknolojik gelişme, güçlü ve büyük medya kümelenmelerinin karşısında düşük maliyetli alternatif yayıncılığın oluşumuna destek verebilecek bir olanağı da içinde barındırmaktadır. Burada asıl sorun, bu alternatif yayın ortamlarıyla kültürün anonim kaynaklarının dağıtılmasını da sağlayabilecek bir iletişim ikliminin oluşturulabilmesidir. Bu noktada düzenleyici kurumların, MPEG-4 örneğinde olduğu gibi yeni teknolojik gelişmelerin yönünü öngörmesi ve buna uygun stratejileri belirlemeleri ve uygulamaları yaşamsal önem taşımaktadır.

SON NOTLAR

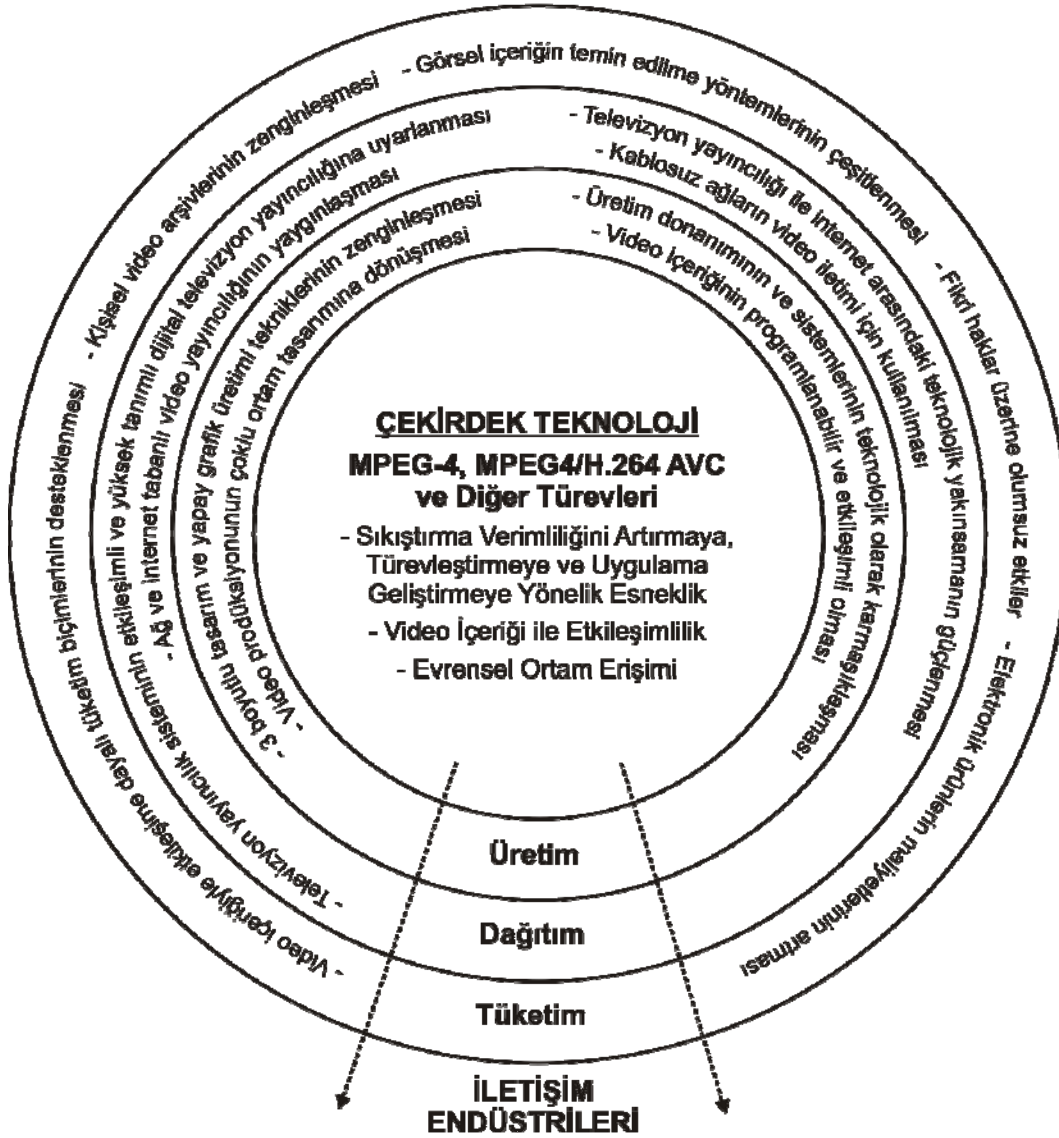
- ¹ **Ölçeklenebilirlik (scalability):** Hız ve kapasite bakımından daha üstteki veya alttaki platformlarda iş görmeye devam edebilme özelliğidir (Sankur, 2004: 714).
- ² **Çözünürlük (resolution):** Uzamsal ayrıntıların ayırt edilebileceği inceliklerdir. Videoda resmin ayrıntılarını belirleyebilme ölçüsüdür (Sankur, 2004: 693).
- ³ **Platform:** Bir dizi uygulamanın yürütülebildiği genel ortamdır.
- ⁴ **Rasgele erişim (random access veya doğrudan erişim - direct access):** Veri saklama ortamında erişilmek istenen tutanağın, bir önce erişilen tutanağın bulunduğu yerden bağımsız olarak doğrudan okunmasını ya da yazılmasını sağlayan donanım olanağı veya veri düzenleme yöntemidir (Sankur, 2004: 241).
- ⁵ **Piksel:** Elektronik görüntüyü oluşturan noktacıklardır. Bir görüntüdeki piksel sayısı arttıkça, resmin çözünürlüğü de artar. Böylece daha keskin ve canlı bir görüntü elde edilir.
- ⁶ **Bant genişliği (bandwidth):** Bir devreden, yükselteçten, süzgeçten geçebilen işaretlerin en yüksek ve düşük frekanslarının aralığıdır. Bir sayısal iletişim sisteminin bit/saniye olarak ölçülen veri iletim hızıdır (Sankur, 2004: 70).
- ⁷ **Kodek (codec – coder-decoder):** Kodlayıcı - kodçözücü. Video işaretlerini sıkıştırarak ve sıkıştırılmış işaretleri açan yazılıma ya da donanıma dayalı aygıttır (Sankur, 2004: 140).
- ⁸ **Betik dili (scripting language):** Aşamalı bir dizi komutun yazılmasıyla özellikle internet üzerinden çalıştırılacak programların düzenlenmesini sağlayan, derleme yerine kodların ilgili program tarafından yorumlanmasına dayanan bilgisayar dilidir.
- ⁹ **Saydam iletişim (seamless communication):** Farklı teknolojilere ya da ağ yönetimlerine geçilirken, kullanıcıların, bir iletişim sisteminin veya iletişim ağının karmaşık yapısının varlığının farkında olmadan ya da işlerini aksatmadan veri alışverişinde bulunabilmesidir.

KAYNAKLAR

- Alexiadis, D. S. & Sergiadis, G. D. (2009). Motion Estimation, Segmentation And Separation, Using Hypercomplex Phase Correlation, Clustering Techniques and Graph-Based Optimization, *Computer Vision and Image Understanding*, 113(2), 212-234
- Bulycz, G., Aghdasi, F. & Bourges-Sevenier, M. (2005). Understanding MPEG-4: Technologies, Advantages, and Markets, An MPEGIF White Paper, Bleidt, R. (Editor), the MPEG Industry Forum. Document Number: mp-in-40182. Şubat 15, 2009.
http://i3.ttsite.net/ul/Mon_0812/Day_1/2164683_8386747_a86924453f560fd.pdf
- Cagno, G. D., Concolato, C. & Dufourd, J. C. (2006). Multimedia Adaptation in End-User Terminals. *Signal Processing: Image Communication*, 21(3), 200-216.
- Chuang, Y. & Wu, J. (2004). Direct Splitting and Merging of 2-D DCT in the DCT Domain. *Digital Signal Processing*, 14, 614-624.
- Ebrahimi, T. & Horne, C. (2000). MPEG-4 Natural Video Coding. *Signal Processing: Image Communication*, 15, 365-385.

- Geray, H. (2003). *İletişim ve Teknoloji: Uluslararası Birikim Düzeninde Yeni Medya Politikaları*, Ankara: Ütopya Yayınları: 78.
- Janova, B., Preda, M. & Preteux, F. (2009), MPEG-4 Part 25: A Graphics Compression Framework For XML-Based Scene Graph Formats, *Signal Processing: Image Communication*, 24(1-2), 101-114.
- Jack, K., (2008). *Digital Video and DSP: Instant Access*. USA:Newnes.
- Ke, C. & Chilamkurti, N. (2008). A New Framework For MPEG Video Delivery Over Heterogeneous Networks. *Computer Communications*, 31, 2656-2668.
- Sim, D. & Kim, Y., (2005). Context-Adaptive Mode Selection For Intra-Block Coding In H.264/MPEG-4 Part 10. *Real-Time Imaging*, 11, 1-6.
- Kong, X., Liu, Y., Liu, H. & Yang, D. (2004). Object Watermarks for Digital Images and Video. *Image and Vision Computing*, 22, 583-595.
- Kumar, S., Xu, L., Mandal M. K. & Panchanatan, S. (2006). Error Resiliency Schemes In H.264/AVC Standard. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 17, 425-450.
- Kung, H., Chen, C. & Wu, C. (2006). Differentiated Object Priority Control Mechanism For MPEG-4 Streaming. *Computer Communications*, 29, 1522-1537
- Kwok, S.H., Lui, S.M., Cheung, S. C. & Tam, K.Y. (2003). Digital Rights Management in Web Services. *Electronic Markets*. 13(2), 133-140.
- Kwon, S., Tamhakar, A. & Rao, K.R. (2006). Overview of H.264/MPEG-4 Part 10. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 17, 186-216.
- Lee, Y. & Park, H. (2001). Loop Filtering and Post-Filtering for Low-bit-rates Moving Picture Coding. *Signal Processing: Image Communication*, 16, 871-890.
- Lefol, D., Bull, D., Canagarajah, N. & Redmill, D. (2007). An Efficient Complexity-Scalable Video Transcoder with Mode Refinement, *Signal Processing: Image Communication*, 22, 421-433.
- Liu, Z., Lu, Y. & Zhang, Z. (2007). Real-Time Spatiotemporal Segmentation Of Video In The H.264 Compressed Domain. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 18, 275-290.
- Lotfallah, O. & Panchanathan, S. (2006). Network Performance Analysis Of Advanced Video Coding Schemes. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 17, 467-489.
- Metin, A. (2004). MPEG-4 ve Verimlilik. *Broadcasterinfo*, 6, 124-127.
- Metin, A. (2005). MPEG-4 Nedir? [5]. *Broadcasterinfo*, 18, 126-127.
- Ni, Z., Chen, Z. & Ngan, K.N. (2005). A Real-time Video Transport System for the Best-effort Internet. *Signal Processing: Image Communication*, 20, 277-293.

- Nunes, P., Correia, P. & Pereira, F. (2006). Coding Video Objects with the Emerging MPEG-4 Standard. Haziran 01, 2006. www.img.lx.it.pt/~fp/artigos/CONFTELE97_MPEG4.doc.
- Peng, J., Kim, C., Kuo, C.C.J. (2005). Technologies for 3D Mesh Compression: A Survey. *Journal Of Visual Communication and Image Representation*, 16(6), 688-733.
- Psychis, S., Koutsakis, P. & Paterakis, M. (2006). A Flexible MAC Protocol for the Integration of High- and Low-quality Video Streams, Voice and Data Traffic over High-Speed Packet Switched Wireless Networks. *International Journal of Electronics and Communications*, 60, 306-315.
- Puri, A., Chen, X. & Luthra, A. (2004). Video Coding Using the H.264/MPEG-4 AVC Compression Standard. *Signal Processing: Image Communication*, 19, 793-849.
- Sankur, B. (2004). *İngilizce-Türkçe Ansiklopedik Bilişim Sözlüğü 2005*, İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Serrão, C., Dias, J.M.S. & Kudumakis, P. (2005). From OPIMA to MPEG IPMP-X: A Standard's History Across R&D Projects. *Signal Processing: Image Communication*, 20, 972-994.
- Shanableh, T. & Reid, G. (2005). Syntax Friendly and Syntax Amendment Approaches to Error Resiliency in the MPEG-4 Simple Scalable Profile. *Signal Processing: Image Communication*, 20, 389-411.
- Srinivasan, S., Hsu, P.J., Holcomb, T., Mukerjee, K., Regunathan, S.L. & Lin, B., et.al. (2004). Windows Media Video 9: Overview and Applications. *Signal Processing: Image Communication*, 19, 851-875.
- Xu, S., Zhang, P., Wang, P. & Yang, H.. (2009), Performance Analysis of Data Hiding in MPEG-4 AAC Audio, *Tsinghua Science & Technology*, 14, 55-61.
- Wang, H., Divakaran, A., Vetro, A., Chang, S. & Sun, H.. (2003). Survey of Compressed-Domain Features Used in Audio-Visual Indexing and Analysis. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 14, 150-183.
- Zhu, K. (2001). Internet-based Distribution of Digital Videos: the Economic Impacts of Digitization on the Motion Picture Industry. *Electronic Markets*, 11(4), 273-280.



Şekil 1. Çekirdek Teknoloji Olarak MPEG-4 ve İletişim Endüstrileri Üzerine Etkileri

MPEG-4 Profilleri ve Uygulama Alanları

Uygulama	Gereksinimler	MPEG-4/H.264 AVC Profilleri	MPEG-4 Profilleri
Televizyon Yayıncılığı	Kodlama verimliliği, güvenilirlik (kontrollü bir dağıtım kanalı üzeri- rinden), interlace, karmaşık olma- yan kod çözücü	Ana (Main)	Gelişmiş Basit Profil (Advanced Simple Profile – ASP)
Akan (Streaming) Video	Kodlama verimliliği, güvenilirlik (paket temelli bir kontrolsüz ağ üzerinden), ölçeklenebilirlik	Genişletilmiş (Extended)	Gelişmiş Gerçek Za- manlı Basit (Advanced Real Time Simple – ARTS)
Video Sakla- ma ve Oy- natma	Kodlama verimliliği, interlace, karmaşık olmayan kodlayıcı ve kod çözücü	Ana (Main)	Gelişmiş Basit Profil (Advanced Simple Profile – ASP)
Video Konfe- rans	Kodlama verimliliği, güvenilirlik, düşük gecikme, karmaşık olma- yan kodlayıcı ve kod çözücü	Temeldizi (Baseline)	Basit Profil (Simple Profile – SP)
Mobil Video	Kodlama verimliliği, güvenilirlik, düşük gecikme, karmaşık olma- yan kodlayıcı ve kod çözücü, düşük güç tüketimi	Temeldizi (Baseline)	Basit Profil (Simple Profile – SP)
Stüdyo Dağı- tım	Kayıpsız veya kayıpsıza yakın video kalitesi, interlace, yüksek kodlama verimliliği	Ana Yüksek Pro- fil (Main High Profile)	Stüdyo (Studio)

Kaynak: Kwon, S., Tamhakar, A., Rao, K.R.. (2006). Overview of H.264/MPEG-4 Part 10.
Journal Of Visual Communication and Image Representation, 17, 190.