

İLERİ
TELEVİZYON
TEKNOLOJİLERİ

ve

TÜRKİYE

1993

Doç. Dr. Melih PAZARCI

1993 YILI RAPORU

Ocak 1994

Dikkat

İleri Televizyon Teknolojilerinde gözlenen 1993 Yılı Gelişmeleri ile o tarihte geçerli olan geleceğe yönelik beklentilere ait 31/1/1994 tarihli bu dönem raporum, TÜBİTAK tarafından basılarak, aynı dönemde hazırlanmış bulunan ulusal veri tabanında adları yer alan kişi ve kurumlara 1994 ilkbaharında dağıtılmıştır. İlk dağıtımda adı yer almayan kişilerden gelen talepleri karşılamak üzere 2. baskı gerekmiş, fakat 1994 yılı mali krizi nedeniyle, fotokopi ve posta giderleri karşılanamadığı için ikinci bir dağıtım yapılamamıştır. Bu raporun yazıldığı tarihten beri geçen uzun süre zarfında, raporda gelecek zamanda yazılmış birçok beklenti bugün itibarıyla geçmiş zamanda olaylar haline gelmiştir. Buna rağmen, son birkaç yıldır bu raporun kopyalarına olan ilgi sürmekte olduğundan, gelen talepler üzerine, Şubat 1999'da rapor sadece yeniden formatlanarak *Adobe Acrobat pdf* formatına aktarılmış ve bu kopyası İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Bölümü sunucu bilgisayarını web alanına (http://www.ehb.itu.edu.tr/~eepazarc/TV_Teknoloji_Rapor_93.pdf) yerleştirilmiştir. Formatlama sırasında indeks ve içindekiler bölümlerinde belirtilen sayfa numaraları +1 sayfa değişmiş olabilir.

20 Şubat 1999

Melih PAZARCI

e-posta: eepazarc@ieee.org

web sitesi: <http://www.ehb.itu.edu.tr/~eepazarc/>

ÖNSÖZ

Bu rapor, İleri Televizyon Teknolojileri ile ilgisi olan kişilere konunun kapsamını, önemini, yakın geçmişini, en son gelişmeleri ve gelecekte beklenenleri, ülkemize özel durumu, vb. noktaları olabildiğince derli toplu bir şekilde anlatma gayreti içinde, İleri Televizyon Teknolojileri Koordinatörü olarak hazırladığım 1993 yılı dönem raporudur. Rapor, 1993 yılı sonuna kadar olan önemli gelişmeleri içermektedir. Konunun genişliği nedeni ile, tek bir rapor ile böyle bir konuyu derinlemesine kapsamak mümkün değildir. Fakat, biraz önemi olan her noktayı okuyucunun dikkatine sunmak amacıyla yüzeysel bile olsa değinmeye çalışmış bulunuyorum. Bu rapor, konuya yeni giren okuyucu için bir başlangıç noktası, konunun zaten içinde olan okuyucu için ise yazılı bir özet olacaktır. Rapor içinde yer alan her bilginin herkesi ilgilendirmeyeceği açıktır. Bununla beraber, ülkemizde konu ile ilgili bir veri tabanı ve ilgi kesit verileri olmadığından, farklı çevreler için dar kapsamlı, daha kısa ve etkili olabilecek kısa raporlar yerine, herkese yönelik tek ve geniş bir rapor hazırlamayı şimdilik daha uygun görmüş bulunuyorum. Raporun hedeflediği esas kitle, tüketici elektroniği sektörü başta olmak üzere elektronik sektörü firmaları, sektörde parlak bir gelecek gördüğü için girmeye hazırlanan yeni firmalar, PTT, TRT, ve konu ile ilgili plan ve düzenlemelere yetkili devlet kuruluşlarıdır. Rapor bu kitleye ek olarak ilgi gösteren veya ilgisi beklenen üniversitelere, derneklere ve diğer kuruluşlara da gönderilecektir.

İleri Televizyon Teknolojilerinde yaşanmakta olan hızlı gelişmeler nedeniyle, bu raporun 1994 yılı ortalarından sonra elden geçirilip güncelleştirilmesi gerekecektir. 1995 Ocak ayında yeni bir rapor hazırlanacaktır. Ayrıca, oluşturmaya çalıştığım veri tabanına kayıtlı kişilere sadece son gelişmeleri içeren bir ek raporu 1994 ortalarında hazırlamayı planlamaktayım. Acil gelişmeler olduğu takdirde, herhangi bir takvime bağlı kalmaksızın en kısa sürede kısa bir rapor ile durumu sizlere bildirmeye çalışacağım.

Rapor içinde yer alan kısaltmaların yazı içinde ilk geçişlerinde uzun halleri verilmiş olmakla beraber, rapor sonunda hepsinin yer aldığı bir *Kısaltmalar Tablosu* verilmiştir. Yine rapor sonunda, bir indeks de yer almaktadır. Kaynaklarda yer alan numaralı referanslar yazı içinde atıf yapılmış olanlardır. Numarasız olanlar ise, belli bir kısma atıf yapılmamış fakat rapora yardımcı olan ve/veya takip etmekte olduğum diğer bazı yayımları ve kongreleri göstermektedir.

Bu rapor, bir yayın tarama raporu değildir. Bu rapor, konuya 1981 yılında ilk girişimden günümüze kadar yapmış olduğum çeşitli araştırmalar ve çalışmalar, aldığım görevler, katıldığım kongre/seminer/toplantı/resmi geziler, konu ile ilgili çeşitli yetkililer ile yapmış olduğum konuşmalardan kaynaklanan bir birikime dayanmaktadır. Kanımca, konunun özellikle 21. yüzyıl için stratejik önemi vardır.

Bu raporun içinde yer alan bazı yorumlar ve sonunda yer alan düşünceler ve görüşler tamamen bana ait olup, İTÜ, İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi veya TBTA'ya ait resmi görüşler değildir.

Bu rapor içinde yer alan konular ile ilgili ek bilgiler ve bazı kaynaklar için çekinmeden beni arayabilirsiniz. Fakat, bu görevi (bu raporun bilgisayarda yazılması ve basılması dahil) hiçbir yardımcım olmadan ve İTÜ'deki akademik ve diğer görevlerime ek olarak yürütmem nedeni ile

sekreterlik hizmetleri gerektiren taleplerde bulunmamanızı rica ederim.

Eğer bu rapor size ulaştığında, İleri Televizyon Teknolojileri Veri Tabanı bilgi formunu hala doldurmamış bulunuyorsanız ve konu sizi profesyonel seviyede ilgilendiriyorsa, lütfen ekli formu doldurarak belirtilen adres veya faksa gönderiniz. Boş veri tabanı formları, gerekirse 0212-285-3679 faks veya Dr. Melih PAZARCI, İTÜ-EEF Ayazağa 80626 İstanbul adresinden istenebilir.

Rapordaki bilgilerin, kaynak gösterilerek kullanılmasında hiçbir sakınca yoktur. Rapor olduğu hali ile tamamen ve hiçbir değişiklik yapılmaksızın istendiği kadar çoğaltılabilir ve kopya edilebilir. Bu raporun içinde yer alan bilgilerin kısmen veya tamamen satışı, veya içeriğinin herhangi bir şekilde değiştirilmesi yasaktır.

Bu raporun hazırlanmasında, TBTAk tarafından iki yıl boyunca bana verilmekte olan destek çerçevesinde yaptığım teknik geziler ve edindiğim dokümanlar çok önemli yer tutmaktadır. Bu ve konuya verdikleri önem nedeniyle eski TBTAk Başkanı Prof. Kemal Gürüz, ve şimdiki Başkan Prof. Tosun Terzioğlu'na teşekkür ederim.

Doç. Dr. Melih PAZARCI, 31 Ocak 1994, İstanbul.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
Tarih, Genel Durum ve Ön Bilgiler	1
Yeni Yayın Hizmetlerinin Başlamasına Yönelik Bilgiler	3
DONANIMDA GELİŞMELER	5
Kameralar:	5
Ekranlar:	5
Video Kayıt:	6
SAYISAL SIKIŞTIRMA	7
Genel	7
Sayısal Sıkıştırma Teknikleri	9
MPEG	11
SAYISAL TRANSMİSYON	13
Genel	13
OFDM/COFDM	14
Tek Frekans Ağları (SFN)	15
Sayısal Sıkıştırma ve Uydu Yayıncılığı	16
Sayısal Ses Yayın (DAB)	17
ABD	20
AVRUPA	24
EU95: Avrupa HDTV Projesi	24
Diğer Projeler ve Haberler	27
Özel Sorunlar	28
JAPONYA	29
KORE	31
ÇİN	31
GÖRSEL TEKNOLOJİDE BASKIN EĞİLİMLER	32
GELECEKTEN BEKLENTİLER	32
TÜRKİYE ve İLERİ TELEVİZYON TEKNOLOJİLERİ	33
Türkiye ve İlerisi Teknolojileri	33
İleri Televizyon Teknolojileri ve HDTV Konusuna Ülke Olarak Yaklaşımımız	33
Yapılması Gerekenler	36
a- Genel	36
b- İleri Televizyon Teknolojilerine Özel	37
NOTLAR	38
I- Geniş Ekran Tüketici Eğilimleri	38
II- ABD-ATV Yarışında, Büyük İttifak Öncesi HDTV Sistemi Adayları	38
III- EU-95 Proje Organizasyonu:	38
IV- Mac Directive	39
V- İleri Televizyon Teknolojileri Üzerine Avrupa'da Yürütülmekte Olan Bazı Projeler	39
KAYNAKLAR	40
İNDEKS	43
KISALTMALAR	44

İLERİ TELEVİZYON TEKNOLOJİLERİ ve TÜRKİYE - 1993

Doç. Dr. Melih PAZARCI
İleri Televizyon Teknolojileri Koordinatörü

GİRİŞ

Tarih, Genel Durum ve Ön Bilgiler

İleri televizyon teknolojilerinin gündeme girmesi HDTV ile başlar. HDTV, yani yüksek çözünürlüklü veya yüksek ayırma duyarlıklı televizyon diyebileceğimiz kavram, ilk defa 1970'lerde ortaya çıkmış, 1980-90 arasında önemli gelişmeler göstermiş ve son beş yıldır günlük yaşamımızda sık sık sözü edilir olmuştur. Basın ve yayın organlarında artan bir oranda yer alan bu kavramın neleri içerdiği ve neler getireceği ülkemizde hala netlik kazanmamıştır.

1970'li yıllardan itibaren üzerine oldukça bol miktarda yayın yapılan HDTV'nin tek ve kesin bir tanımını yoktur. Halen, dünyada sadece Japonya'da resmen bir HDTV yayın uygulaması var olup, Avrupa'da uygulamaya hazır fakat belki de hiçbir zaman uygulanamayacak bir HDTV sistemi belirlenmiştir. Amerika'da ise Japon standardı HDTV prodüksiyon formatı olarak benimsenmiş fakat dağıtım konusunda henüz bir sonuca varılmamıştır. Durum, tek bir dünya HDTV standardının olamayacağı, ve büyük olasılıkla klasik sistemlerde de olduğu gibi birden fazla ve farklı HDTV sistemi olacağı doğrultusundadır. Fakat, son yıllarda sayısal teknolojide sağlanan gelişmeler, dünyamızı entegre bir bilgi ortamına götürmekte, ve değişik nitelik, format ve seviyelerdeki çeşitli işaretler arasındaki farklılıklar, sayısal paket yapıları nedeniyle gittikçe önemsizleşmektedir. Artık, bir televizyon formatındaki satır adedi veya resim frekansının farklı olması, konvansiyonel sistemlerdeki gibi duvarlar oluşturmamaktadır. Geçtiğimiz yıllarda bir sorun olarak görülen, farklı HDTV sistemleri için üretilmiş programların dağıtım ve değişimini bir ölçüde engelleyeceği düşünülen standart dönüşümü (*standards conversion*) problemi¹, gelişen sayısal teknoloji ve işaret işleme algoritmaları ile artık bir sorun olmaktan çıkmış sayılabilir. Bunların sonucunda, çeşitli ülkelerin farklı yayın standartları benimsemiş olmalarından dolayı karşılaştıkları program alış-veriş sorunları artık olmayacak, ve dolayısıyla, bir ülkenin belli bir yayın standardını tercih unsurları arasında standart dönüşümü sorunu önemli bir yer tutmayacaktır. Sayısal yöntemlerin sunduğu en büyük avantajlardan biri, sistemlerde iletim, gösterim, ve çözünürlük kavramlarını birbirlerinden ayırmasıdır. Dolayısıyla, sayısal görsel sistemlerde, görüntünün kaynak çözünürlüğü, transmision kanalındaki formatı, ve ekrandaki tarama formatı birbirlerinden çok farklı olabilmektedir. Konvansiyonel yöntemlerde, bu üç kavram birbirlerine

¹ Bu problem PAL, NTSC gibi klasik sistemler için de esas olarak aynen geçerli olmakla beraber, onlar için sorun yıllar önce çözülmüştür. Gelişen teknoloji ile klasik sistemler için dönüştürücü maliyetleri çok düşmüş ve küçük işletmelerin alabileceği düzeye inmiştir (\approx \$9000 ve yukarısı). HDTV sistemleri arasında dönüşüm çok daha zor bir problemdir.

doğrudan bağlı ve eş parametrelidirler².

Bu noktada, artık HDTV'ye konvansiyonel sistemlerin sadece daha gelişmiş ve yeni başka bir sistem olarak bakmak yanlıştır. Zaten günümüzde HDTV'den değil, daha geniş anlamda ileri televizyon teknolojilerinden konuşulmakta olduğunu görmekteyiz. Artık HDTV, sayısal transmisyon, sıkıştırılmış konvansiyonel sistemler, multimedya, UDTV vb. kavramların yer aldığı ileri televizyon teknolojileri kümesindeki kavramlardan biridir. HDTV kavramına bazı çevreler geleceğin *audiovisual* ortamı olarak bakmakla beraber, HDTV için geçtiğimiz yıllarda yapılmış bazı tanımların varlığı, bu yeni ve çok geniş anlamı ile çelişkilere yol açmaktadır. İleri televizyon teknolojileri içinde yer alan HDTV sınıfı sistemler için nitelikler kesin ve belirli değildir. Bu belirsizliklere rağmen, bazı parametrelerin tüm çalışmalarda ve mevcut proto-sistemlerde ortak olduğunu görebilmekteyiz. Temel ortak faktörler, HDTV'de çözünürlüğün yatay ve dikey boyutlarda ikişer defa artırılması, görüntü veya bakış oranı (*aspect ratio*) dediğimiz resmin en:boy oranının mevcut 4:3 değerinden 16:9 oranına çıkarılması, ve ses kalitesinin yüksek kalite stereo (*Hi-Fi Stereo*) seviyesine erişirebilmesidir. Çözünürlük artışı ile amaç, TV seyircilerinin ev, işyeri vb. seyir bölgelerindeki mevcut klasik TV ve seyir pozisyonlarını koruyup, eski alıcılarını, yatay ve dikey boyutlarda ikişer kat daha büyük ekranlı bir HDTV alıcı ile değiştirip, aynı bakış noktasından, ve eski birim açısal çözünürlükte seyredabilmelerine imkan vermektir. Böylece, seyircide sinemadaki gibi bir izleme etkisi sağlanacaktır.

HDTV için belirtilen bu faktörlere ek olarak, mevcut klasik sistemlerdeki gerek tarama, ve gerekse kodlamadan oluşan sorunların giderilmeleri gibi ilk etapta sağlanmasına çalışılan faktörler, artırılmış veya geliştirilmiş çözünürlüklü (IDTV, EDTV) sistemler diyebileceğimiz geçiş dönemi sistemleri sınıfının esas unsurlarıdır.

İleri televizyon teknolojilerinin ilk kavramı olan HDTV, bugün itibarıyla tüketici elektroniği tarihindeki en kompleks kavram, ve belki de en büyük projedir diyebiliriz. HDTV olayı, sadece bir tüketici sistemi olmaktan öte, gerek yan sanayide yol açmakta olduğu gelişim, ve gerekse yüksek adet üretimden kaynaklanacak olumlu maliyet faktörleri düşünüldüğünde, tüm elektronik sanayi, ve ülke ekonomilerini etkileyebilecek düzeyde olacaktır. Ekonomik boyutları nedeniyle, birçok ülke, ekonomik geleceklere için HDTV konusunda gelecek yıllarda birşeyler yapmaları gerektiğinin farkında olarak en azından alt yapı oluşumlarını tamamlamaya çalışmaktadırlar.

İleri televizyon teknolojilerinin değerlendirilmesinde, içinde bulunduğumuz bilgi toplumu olma yolundaki gelişim sürecinin tüm faktörlerini de göz önüne almalı, ve bu teknolojilerin sadece yeni televizyon sistemleri olmaktan öte bilgi teknolojilerinin görsel bacağı olduğunu unutmamalıyız.

İleri televizyon teknolojileri olgusu sadece, tüketici cihazları tasarım ve üretimi ile sınırlı değildir. Tüm sistem, tüketici ve profesyonel cihazlar üretimi ve pazarlaması, program/yazılım yapımı (yani, *software*, prodüksiyon, stüdyolar), ve dağıtım/iletişim/depolama gibi üç ana kısım altında toplanabilir. Birinci kısım, cihazları üreten sanayi sektörü, ikinci kısım, TRT gibi yayın kuruluşları ve bağımsız prodüksiyon ve yazılım firmaları, üçüncü kısım ise PTT gibi telekom hizmet ve uydu/kablo yayın kuruluşları tarafından yürütülecektir. Bütün bunların yanında, bu üç kısımda faaliyet gösteren firmaların cihaz, parça ve diğer yazılım gereksinimlerini sağlayacak dev bir yan sanayi olacağı da açıktır.

İleri televizyon teknolojileri, teknolojik boyutları itibarıyla, askeri elektronik sektörünü de uzun vadede dolaylı olarak etkileyecektir. İleri sistemlerin ekonomik şekilde ve arzulan teknik kalitede

² Bir sisteme ait başlıca parametreler: piksel yapıları (satır adedi ve satırda piksel adedi), hızlar (resim/yarı resim hızları), geçmeli/geçmesiz yapı, kalorimetri (iletim için geçerli değil), transfer fonksiyonları (yatay, dikey ve zaman boyutları için; düzlemsel ve uzaysal).

devreye girebilmesi elektronik sanayinde önemli adımlar atılmasını gerektirmektedir. Örnek olarak, büyük tüplerin gereken kalitede ve ucuz üretilebilmesi, uzun vadede düz panel ekranların yapılabilmesi, VLSI devrelerin üretim veriminin artırılması, maliyetlerinin daha da azaltılması, daha gelişmiş işletme algoritmaları ve bunları uygulayabilecek yüksek işlem güçlü çok hızlı işlemcilerin tasarım ve üretimi sayılabilir.

HDTV'nin, kesin bir tarih ile belirlenmemekle beraber önümüzdeki on yıl içinde tüketici piyasasına arz olunacağı kesindir. Japonya, Avrupa, ve geç başlamış olmakla beraber ABD, bu konuda büyük araştırma ve geliştirme projeleri yürütmektedir. Bugüne kadar bu 3 odak grup tarafından HDTV araştırma ve geliştirmesi için \$5,000,000,000 üzerinde harcanmıştır. Durum ve gelişmeler, üç tarafça yürütülen faaliyetler, ve tarafların ekonomik felsefeleri sonucunda büyük olasılıkla üç veya daha fazla farklı dünya sistemi³ ortaya çıkacağını göstermektedir. Japonya devrimsel, tüketici çıkarları 2. planda tutulan, merkezden koordine ve düzenli, analog bir yaklaşım içindedir. Avrupa, evrimsel, tüketici çıkarları 2. planda tutulan, sanayi güdümlü fakat ülkelerin devletçi yapısı nedeniyle biraz kaotik, analog uydu yayın amaçlayan bir yaklaşım göstermektedir. ABD ise, tüketici çıkarları üzerine kurulu, ticari görüşlü, çıkar birliğine dayanan bir fiili birlik yapısında, devletin sadece ilk koordinasyon seviyesinde ilgilendiği, sayısal yer yayını amaçlayan bir yaklaşım içindedir. Bu 3 taraf içinde, tüketici elektronik sanayi çok zayıf olan ABD'de, devlet, sistemin ülke çıkarlarına uygun şekilde belirlenmesinden başka konunun diğer yanlarıyla ilgilenmemektedir. Daha sonra üretimi gerekecek her tür ATV (*Advanced Television*) ile ilgili tüketici donanımının ağırlıklı olarak Japonlar tarafından yapılacağını baştan varsaymaktadır. Buna karşın, Japonya'da toplumda her seviyede dağılmış bir milli korumacılık etkin iken, Avrupa'da devletçe tepeden zorlanmakta olan merkezi bir korumacılık etkindir.

Konvansiyonel sistemlerin sıkıştırılmış, ve mevcut kanal ve ortamlar üzerinden çoğullanmış sayısal transmisyonu birçok ülkede uygulanmaya başlamış veya başlamak üzeredir. 1992-93 yıllarında sayısal teknolojilerde sağlanan gelişmeler entegre iletişim hizmetlerine bizi hızla yaklaştırmaktadır. Halen, geçen her 3 yılda donanım fiyat/performans indeksi 10 defa iyileşmektedir. Teknik çevrelerde, en yüksek teknoloji değişim hızına 1995 civarında ulaşılması beklenmektedir. Uydu yayınlarında ülke sınırlarının elektromanyetik dalgalarca tanınmamasının getirdiği sınır ötesi yayıncılık kavramı, sayısal çoğullanmış yayın uygulamaları ile çok yeni bir boyut kazanmak üzeredir.

Entegre iletişim hizmetleri kavramı ile birlikte gündeme gelen diğer bir alt unsur multimedya'dır. Multimedya, eğlence (*home-entertainment*)/iletişim/bilgi alış-verişi sektörleri için yakın geleceğin çok önemli bir kavramı olarak görülmektedir. Sayısal TV alıcıları ile, bilgisayarlar ve klasik anlamda televizyonlar arasındaki farklar ortadan kalkmaktadır. Yakın geleceğin akıllı televizyon cihazları görüntü, ses, grafik ve yazı uygulamalarının kaynaşmasına yol açacaktır. Etkileşimli (*interactive*) televizyonların yayın-iş-eğitim-ev uygulamaları pazar hacminin bilgisayar ve tüketici elektroniği firmaları için 2000 yılına kadar \$200,000,000,000 olması beklenmektedir.

Yeni Yayın Hizmetlerinin Başlamasına Yönelik Bilgiler

Günümüze kadarki HDTV stratejisi ile, HDTV, tüketici için yeni ve farklı bir hizmet getirmemekte gözükmektedir; sadece daha iyi resim ve ses vadetmektedir ve dolayısıyla yayıncı için de ek bir getiri potansiyeli yoktur. Çeşitli firmaların yaptıkları araştırma ve anket sonuçlarından, HDTV'nin en önemli uygulamasının eğitim, tıp ve sosyal hizmetlerde olacağı anlaşılmaktadır.

³ Halen dünyada 11 belirli ve birbirleri ile uyumsuz konvansiyonel analog TV sistemi bulunmaktadır.

- IBM tarafından yapılan araştırmalara göre, algılanan bir bilginin hatırlanma oranı, algılama:
- sadece görsel ise, %20
 - görsel + işitsel ise %40
 - görsel + işitsel ve uygulamalı ise %75

olmaktadır. Bu nedenle, etkili bir eğitim için görsel, işitsel ve uygulama faktörlerinin hepsinden yararlanmak çok önemlidir. Oranlardan görülebileceği üzere, öğrencinin pasif izlemeden (%40) aktif izlemeye geçişi (örneğin klasik eğitimde laboratuvar deneyleri ve tasarım projeleri gibi), öğrenme etkinliğini yaklaşık 2 defa arttırmaktadır. Bilgisayar platformunda interaktif eğitim programları ile, öğrencinin aktif katılımı gerçek laboratuvar deneylerinden çok daha ekonomik bir şekilde sağlanabilmektedir. Gerekli tesis ve işletme masraflarının etkileşimli bilgisayar eğitiminde çok daha az olacağı aşikardır.

HDTV gibi ileri televizyon yayın hizmetlerinin başlaması için önemli faktörler: piyasanın oluşması için gerekli kritik (minimum) yayın süreleri (yani izlenebilecek yeteri kadar kanal ve program olması), yayına başlayabilmek için yayıncının yapması gerekli yatırım (ek bir getiri beklentisi olmadan), bir HDTV yayın düzeninin kurulabilmesi için gerekli bilgi birikimi ve uzman personelin kıtlığı, tüketicinin programlara kolay ve ekonomik bir şekilde ulaşabilmesi (ucuz ve kullanımı kolay donanım ve servisler) olarak sayılabilir. Bu faktörlerden ilki için yeterli bir program arşivinin veya program yetiştirebilecek derecede aktif bir yapım sektörünün varlığı gereklidir. 35mm filmin HDTV için şimdilik tamamen yeterli bir kaynak ortamı oluşturması, ek bir tesis yatırımı gerektirmemesi, ve tüm yayın sistemlerine kolaylıkla dönüştürülebilmesi nedeniyle HDTV arşivlerinin oluşturulması açısından yapım çevrelerinde 35mm'ye yeni bir ilgi doğmuştur. Ayrıca, filminden filme sayısal montaj tekniklerini ve efektleri kullanmaya çok yüksek çözünürlüklü bir şekilde olanak veren yeni sayısal görüntü işleme düzenlerinin ortaya çıkması, her iki (film ve video) ortamın en üstün yönlerinin birleşmesini sağlamıştır (örneğin: Kodak Cineon⁴ ve Quantel Domino). HDTV yapım giderleri⁵, diğer yapım giderleri ile karşılaştırıldığında:

- sayısal HD yapım: 35mm. film yapımdan %20 daha fazla
- analog HD yapım: 35mm. film yapımdan %35 daha az.
- analog HD yapım: NTSC yapımdan %30 daha fazla olduğu görülmektedir.

Yapım giderleri itibarıyla, HD yapım çok farklı bir maliyet getirmemekle beraber, HD yapım için gerekli donanım ciddi boyutlardadır. HD hizmetlerinin başlamamış olduğu bir dönemde (daha HD program talebi oluşmamışken), yapımcılar için gerekli HD donanım yatırımı çekici değildir. Bu durum ise, HD hizmetlerinin başlamasını etkileyerek ortaya bir kısır döngü çıkmaktadır. Aynı durum, yeni yapım gerektiren tüm diğer benzer yayın (*broadcast*) uygulamaları için geçerlidir. Bu bakımdan, 35mm film için aktif bir yapım sektörünün varlığı, ilk etapta HD ve benzeri yüksek kalite yayın hizmetleri için program malzemesinin büyük ölçüde 35mm arşiv ve yapım sektöründen sağlanabileceğini göstermektedir.

Konvansiyonel yayın kalitesinde fakat yeni imkanlar sunan diğer ileri teknoloji uygulamalarında, HDTV yayın hizmetleri için geçerli olan yapım sorunu önemli değildir. Uydu veya kablo üzerinden yüzlerce adet programın dağıtımını amaçlayan sıkıştırılmış sayısal yayın hizmetleri bu nedenle 1994 yılı içinde başlayarak 1995 yılı içinde yaygın bir seviyeye ulaşabileceklerdir. Çok kanallı ve etkileşimli de olabilen bu tür sistemler için, tüketicinin bu hizmetleri kullanabilmesini, yararlanabilmesini ve memnun kalmasını sağlayabilecek uygun kullanıcı (tüketicisi) arabirimlerinin (*user*

⁴ Sayısal format: 4000x4000 RGB, 10-bit, ~40MB/resim; 1 resim kare tarama süresi halen ~3s.

⁵ Örneğin, Avrupa'da 90' bir film için HD yapım giderleri \$150,000 mertebesindedir.

veya *consumer interface*) hazırlanması en önemli faktör olarak görülmektedir. Çok kanallı bir sayısal TV sisteminin başarılı olabilmesi için donanım, yazılım ve tüketici arabiriminin bir arada ve entegre bir şekilde planlanması ve tasarlanması gerekli görülmektedir. Böyle sistemlerde, artık tüketici arabirimlerinde karmaşık işletim sistemleri (*operating system: OS*) gerekmektedir. Yeterli bir işletim sistemi ve uygulama katmanı (*API layer*) olmayan sistemlerde, donanım mükemmel dahi olsa bir başarı şansı görülmemektedir.

Yeni teknoloji üzerine kurulu tüketici hizmetlerinin başarılı olabilmeleri için tüketici eğilimlerinin önceden iyi değerlendirilmesi gerekli ve çok önemlidir. Örneğin, Avrupa'da geniş ekran yayın hizmetleri için yapılmış bir çalışmada pazarı başlatmak için haftada minimum kaç saat geniş ekran program yayını olmalı sorusuna cevaben: OSCREM (French TV Retailer's Association) 1993 araştırmasına göre sadece 1 adet kanal günde 4 saat düzenli geniş ekran yayın yaparsa, kısa sürede satın alınan yeni TV cihazlarının %30'u 16:9 olacaktır. Tüketici sektörü, geniş ekran yayın hizmetlerini gerçekten arzuluyorsa, ve yapım/yayın/tüketici kısır döngüsü nedeniyle hizmetlerin başlaması şüpheli ise, gerekli eşik hizmet seviyesini bu sektörün geleceğe dönük bir yatırım şeklinde desteklemesi gerekebilir. (Benzer bir çalışma çerçevesinde tüketici eğilimleri için bkz. Notlar I). Bu tür tüketici istatistiklerinden, yanılma paylarını da göz önüne alarak bazı pazar ön beklentilerine varmak mümkün olabilmektedir.

HDTV ve ATV sistemlerinin uygulanmasına yönelik mali ve politik ek bilgiler için bkz. [R16].

DONANIMDA GELİŞMELER

Kameralar:

Kamera teknolojisi gittikçe gelişmektedir. Tüm yapım ve yayın alt sektörlerinde ve her kalite (konvansiyonel veya HDTV) seviyesinde, tüplerden CCD sensörlere hızla geçilmektedir. 1,2 ve 3 adet CCD sensörlü yüksek çözünürlüklü (2 milyon+ piksel matrisli) kameralar piyasaya sürülmüştür (örnek: BTS-LDK9000: 2.2Mpix/1250 satır format, 92 Yaz Olimpiyatlarında başarılı olarak kullanılmıştır; Toshiba HSC-100: 2Mpix/1125, sadece 10kg, Sony HDC-500: 2Mpix/1125).

Bu arada tüplü kameralar da gelişmeye devam etmektedir. Çok gelişen kamera ışık duyarlılıkları, düşük ışık seviyelerinde çok kaliteli (düşük gürültülü) 2000+ çözünürlüklü HDTV çekimlerine imkan tanımaktadır (örnek: NHK SuperHarp kameralar, konvansiyonel kamera tüplerinden 80 defa, bir önceki nesil HARP tüplerden ise 8 defa daha duyarlıdır).

Gelecekte kısa sayılamayacak bir süre boyunca, 4:3 klasik ve 16:9 geniş ekran formatları birlikte varolacakları için, yayın kuruluşlarının (geleceğe yönelik işletme stratejileri çerçevesinde) orta ve uzun vadeli kamera alımlarında piyasaya yeni sürülmeye başlayan 16:9/4:3 çift formatlı kameralar düşünülmelidir.

Ekranlar:

Düz panel ekran araştırmaları tüm dünyada devam etmektedir. 1997 yılında ekran (TV+bilgisayar+sair) piyasasının \$24,000,000,000 olması ve bu miktarın %35'inin düz panel ekranlara ait olması beklenmektedir. 1987 itibarıyla küresel ekran piyasası \$10,000,000,000 (paylar: %8.5 LCD, %5.5 PDP, %80 CRT) seviyesindedir.

NHK tarafından geliştirilen kalın film tekniği teknolojisi 40" 16:9 renkli plasma düz ekran (*Plasma Display Panel: PDP*) prototipi ITS-93'te [R9] gösterilmiştir. 8kg ağırlığında, 8cm kalınlığında,

874x520mm boyutlarında, 1344x800=1,075,200 adet renkli piksel yapıda panelin piksel adımı (*pitch*) 0.65mm, ömrü ise 7-8000 saat olarak verilmektedir. Panelin HDTV kaynak ile yapılan gösteriminde, sadece ekranda birkaç adet (<10) bozuk piksel haricinde hiçbir ciddi kusur görememiş bulunuyorum. Kalın film teknolojisi ile verimin çok daha yüksek olduğu belirtilmiştir (LCD'ler de IC teknolojisi kullanılmaktadır; aktif matris LCD'ler için üretim verimi ilk defa 1993 sonlarında %50-60 mertebesine ulaşabilmiştir). NHK, amaçlarının 55" ekran boyu olduğunu belirtmektedir. Bu tür matris yapıları (LCD dahil) düz panel ekranlar ile ilgili yapılan gerekli performans araştırmalarında, ekranda kusurlu piksel elemanlarının %0.01 (1/10,000) altında olması gerekli bulunmuştur. Dolayısıyla, üretim hattından çıkan panellerde kusursuz piksel oranı %99.95 bile olsa (bu genelde oldukça yüksek bir verim değeridir), panel işe yaramayacaktır. Düz panel ekranların ekonomik olmaları için aşılması gereken en ciddi sorunlardan biri, gerekli üretim veriminin sağlanmasıdır.

Bu arada, Matsushita firması 14" ekran boyunda ve 98mm derinlikte FlatVisionTV ekranları Japonya'da piyasaya sürmek üzeredir. *Hybrid CRT* yapısı olarak adlandırılan bu yapıda, tüm ekran, herbirinin elektrostatik saptırılmalı ayrı bir elektron demeti olan 10,000 adet alt ekran parçasına bölünmüş bulunmaktadır.

Televizyon ve bilgisayarların entegrasyonu, bu iki cihaza ait ekranların da birbirlerine uygunluğunu gerektirmektedir. Halen, bir bilgisayar monitorü tipik olarak 9000K beyaz, 100:1 kontrast, gamma(std)=1.7 ve 8-bit LUT nitelikleri ile fotografik kaliteye uygun değildir.

Video Kayıt:

Video kayıt cihazları alanında da ilginç gelişmeler izlenmektedir. ITS-93'te [R9] Thomson firmasınınca gösterilen lineer (yani helical değil) sayısal VTR sisteminde, manyetik kayıt (*write*) ve optik okuma (*read*) kullanılarak, bir Hi-8 bant üzerine 384 adet paralel yol (*track*) kaydedilebilmektedir. Kerr olayına (manyetik alan ile laser ışığının polarizasyon düzleminin değişmesi) dayanan bu sistemde, 2.6cm/s bant hızı ile 1bit/μm² kayıt yoğunluğu sağlanabilmektedir. ITS-93 [R9] demonstrasyonunda, video işaret başına 40 kanal kullanılarak, 3 adet MPEG-1 sayısal sıkıştırılmış TV işaret ile (video 12Mbps, toplam 20Mbps) Hi-8 banda 70 dakika kayıt yapılmış olduğu izlenmiştir. Görüntü SNR halen 20dB olup, kayıt kafası yapısı 12x32 satırları kaydırılmış (*staggered*) düzende olup, okuma lineer CCD sensör ile elde edilmektedir. Sistemin prensip olarak 1000 kanala kadar çıkabileceği tahmin edilmektedir. Halen, ticari kullanıma uzak olmakla beraber sistem prensip olarak gelecek için ümit vadetmektedir (bir Hi-8 bant ile 70 dakika x 384 program, yani bir kasette 448 saat ! kayıt kapasitesi).

Halen, yeni sayısal HD VTR cihazlarında, çok adet (>30) kayıt kafası kullanan helikal yapılar ile 1Gbps üzerinde (örnek: Toshiba/BTS D-6 VTR, 1125/1250, 1.2Gbps, 34 kafa, 13μm bant kalınlığında D-2 kasede 20μm track aralığı ile 1 saat) kayıt olanağına ulaşılmıştır. Sayısal HD video kayıt cihazları için 9/93'te başlayan standardizasyon çalışmalarının 1994 sonuna kadar tamamlanması beklenmektedir. Sayısal yapı sayesinde, bu tür cihazlar farklı video formatları kolaylıkla kaydedebilmektedir.

Sayısal sıkıştırma yöntemleri ile yüksek sıkıştırma oranlarının elde edilmesi ve bilgisayar disklerindeki gelişmeler sonucunda, geçtiğimiz yıllarda gittikçe artan oranlarda videonun diske sıkıştırılarak yazılması kullanımı başlamıştır. Teknoloji, ilk önceleri sadece *non-linear (off-line) post-production* kurgu sistemlerinde edit-listlerin (EDL) elde edilmesi amacıyla diske düşük çözünürlüklü video kayıt/okuma sistemlerine olanak tanımakta iken, günümüzde yapım kalitesinde video ile doğrudan diske/diskten gerçek kısa süreli (<30', genelde birkaç dakika) montaj yapımı oldukça pahalı donanım ile (birkaç GB disk dizileri ve özel donanım) mümkündür. *Non-linear* düşük çözünürlüklü sistemlerin maliyetleri ise hızla düşmekte olup, standart IBM-PC veya Mac bilgisayar platformları için

gerekli yazılım ve genişleme kartları satılmaktadır. Genişleme kartına doğrudan giren video işaret burada yüksek performanslı işlemciler ile sıkıştırıldıktan sonra yeni düşük hızı ile bilgisayar genişleme yuvası üzerinden sabit diske (mevcut arabirimler üzerinden halen 2MB/s üst sınır) kaydedilebilmektedir. Ayrıca, gerçek etkileşimli televizyon yayıncılığında santrallarda abonelere gönderilecek programların bilgisayar diski gibi hızlı rastgele erişim olanağı tanıyan kayıt ortamlarından (*video-server*) okunması gerekecektir. Aksi halde VTR kullanılmaya kalkıldığında, santralde her program için maksimum tepe abone program talebi (*peak demand*) kadar kaset kopyası ve VTR bulundurmak, ve o kadar kasedin mekanik yüklenmesini ve düzenlemesini yapacak dev kaset yönetim sistemleri (*tape management system*) zorunluluğu olacaktır.

SAYISAL SIKIŞTIRMA

Genel

Bir veri sıkıştırma yöntemi, teorik olarak bazı verileri sıkıştırabiliyorsa, o yöntem uygulandığında sıkıştırma oranının birden ufak olduğu bir veri dizisi bulmak her zaman mümkündür. Yani, verilen her veri akışını mutlaka sıkıştırarak tek bir yöntem bulmak mümkün değildir. Görüntü sıkıştırma yöntemleri de, görüntü içeriğine göre her görüntüyü farklı oranlarda sıkıştırabilmektedirler. Sıkıştırmalı bir sistemde, çıkışa ait bant genişliği, veri miktarı vb. ile ilgili bir sınırlama yoksa, sıkıştırma algoritması, sıkıştırma kazancı kötü olacak ise girişi çıkışa olduğu gibi aktararak bir veri artışını engelleyebilir. Fakat sayısal televizyon sistemlerinde olduğu gibi, veriler ham halde daima kanala fazla geliyor ve sadece sıkıştırma ile kanal kullanılabiliriyorsa, kullanılan sıkıştırma yöntemi, çıkışını her zaman verilen sabit kanal veri hızına sınırlayacaktır. Dolayısıyla, kullanılan yöntem, bazı görüntüleri hiçbir görüntü bozukluğuna neden olmadan sıkıştırabilirken, diğer bazı fazla bilgi içeren görüntüleri kanala sıkıştırırken önemli ölçüde kayba ve görüntü bozukluklarına neden olacaktır. Günümüzde kullanılan sıkıştırma yöntemleri, görüntülerin %99'u için 30-50x yüksek kalite sıkıştırma sağlayabilirken, geri kalan %1 için çok ciddi bozulmalara yol açabilmektedir. Bir yöntemin başarısı, belli bir kaç resimi sıkıştırma oranı ile değil, istatistiksel olarak ölçülmektedir. Belirli tür resimler için bulunacak optimum yöntemler birbirlerinden çok farklı olabilirler. Bir sistem, görüntüleri önceden analiz ederek, görüntü niteliklerine göre farklı sıkıştırma yöntemleri de kullanabilir. Paket yapılı adaptif sayısal sistemler ile her paketin farklı bir yöntem ile sıkıştırılması bile (sıkıştırma yöntemi paket başlığında belirtilebilir) mümkündür. Ayrıca, birden fazla bağımsız kaynağın sıkıştırılıp çoğullandığı sistemlerde, bileşen görüntülerin aynı anda yüksek veri akışı talep etmeleri olasılığı düşük olduğu için, toplam çoğullanmış veri akışını bileşenler adaptif ve dinamik olarak paylaşabilirler (*adaptive resource sharing*). Örneğin, 4-çoğullamalı bir sistemde spor karşılaşması toplamın bazen %40'ını kullanırken haberlerin ve yarışmanın çoğunlukla %10'ar kullanımı görülebilir. Bu prensip halen yayında olan bazı sıkıştırmalı-çoğullamalı uydu sistemlerinde kullanılmaktadır. 1993 yazı itibarıyla, sayısal sıkıştırma yöntemlerinin tanıdığı sıkıştırma oranları ile tipik veri hızları:

1.5Mbps	VHS kalitesinden biraz daha iyi (VHS: $\approx 352 \times 240$)
5Mbps	PAL yayın kalitesi
10Mbps	Rec.601/625 satır stüdyo kalitesi
40Mbps	HDTV stüdyo kalitesi

Transmisyon uygulamalarında, hata düzeltme yöntemleri sıkıştırılmış veri hızına tipik ek %20 eklemektedir (MPEG-2 dahil).

Sayısal sıkıştırma yöntemlerinin en etkili olacakları ve yaygın olarak kullanılacakları alanın, sağlanacak yüksek teknik ve ekonomik verim nedeniyle uydu üzerinden kablo uç noktaları ve yer-yayın verici tesisleri gibi ağ girişlerine işaret dağıtımını olması beklenmektedir (halen bu kullanım tüm dünyada hızla yayılmaktadır). Video depolama ve multimedya uygulamaları alanlarında da çok etkili olacakları sanılmaktadır.

Veri sıkıştırma (data compression) yöntemleri gerçek zamanlı video sistemlerde ekonomik şekilde uygulanabilme aşamasına gelmiş olup, veri sıkıştırılmalı sayısal yayın servisleri hizmete girmektedir. Veri sıkıştırmanın sağladığı esas avantaj, klasik bir yer-yayın TV kanalından çok adet (3-8) işaret gönderebilmek, veya klasik bir uydu kanalından bir adet HDTV veya birkaç adet konvansiyonel video işaret gönderebilmek gibi, ve benzeri spektrum tasarrufudur. Örneğin: HD-MAC işareti çok az bir bilgi kaybı ile veri sıkıştırma yöntemleri kullanarak 34Mbps içine sığdırılabilmektedir. Yayın frekans bantlarında yer bulmanın ciddi bir sorun olmaya başladığı günümüzde, veri sıkıştırma olgusu mevcut spektrum içindeki kullanılabilir kanal adetlerini en az 2-3 kat arttıracaktır.

Sayısal sıkıştırma yöntemlerinin veri hızlarını önemli ölçüde azaltması, bilgi toplumu yapısı içinde tüm dünyada iletişimin görsel unsurunun gittikçe önem kazanması, ve bilgisayar teknolojisinin hızla ilerlemesi sonucunda, günümüzde masa üstü video sistemlerin gittikçe önem kazandığını ve geliştiğini görmekteyiz. Birkaç yıl önce büyük yatırım gerektiren ve kompleks görüntü efektleri içeren video yapım sistemlerinin, günümüzde iyice küçüldüğünü ve ucuzladığını, ve masa üstü video yapım sistemleri olarak ufak işletmelere girebildiğini görmekteyiz. Çok kısa bir süre içinde, amatörler arasında da S-VHS kalitesinde masa üstü yapım sistemlerinin yaygınlaşacağı görülmektedir. Halen, CCIR Rec.601 kalitesinde video işaretleri sayısallaştıran (*digitize*), sıkıştıran ve sabit-diske yazabilen, ve sonra bu bilgiyi diskten okuyup, açıp (*decompress*), aslına yakın kalitede analog işarete dönüştürebilen (D/A) IBM-PC uyumlu (EISA bus) bilgisayar kartlarının satılmakta olduklarını görebilmekteyiz.

Piyasada bulunan CD-ROM ünitelerde veri hızı üst sınır olarak 1.4Mbps değerine kadar çıkabilmekle beraber, genellikle ara-birimler bunu mevcut düşük değerlere sınırlamaktadır. PC uygulamalarında standart CD-ROM sürücülerin sırayla iki (300kbps, 1992) ve üç kat (450kbps, 1993) hızlara (*dual-spin* ve *triple-spin*, çok yakında *quadruple-spin*) çıkarılması ile mevcut disklerin daha hızlı okunabilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, yeni format disklerde aynı çap diske daha yüksek kayıt yoğunluğu ile mevcut 650MB kapasitenin çok yakında birkaç katına çıkabileceği görülmektedir. Örneğin: yeni nesil 12cm çapında yüksek yoğunluklu 2.1GB Pioneer CD-ROM'lar ile 4.7Mbps veri hızında 61 dakika (704x480x30 MPEG-1 video) kayıt yapmak mümkündür. Büyük boy laser-disklerde çok yakında (1994 içinde) 10GB kayıt ve 20Mbps hızlarına ulaşılması (1 saat HDTV veya 4 saat arşiv NTSC kayıt eşdeğeri) beklenmektedir.

Sayısal sıkıştırma yöntemlerinin gittikçe artan kullanımı ile beraber bu tür işaretlerin kalite kontrolü için test ve ölçü prensiplerinin belirlenmesi ve cihazların temini gereklidir. Bir sıkıştırılmış sayısal video işaretin dalga biçimi, göz açıklığı vb. özellikleri, görüntü kalitesi ile ilgili hiçbir anlam ifade etmediği için, test ve ölçü cihazlarının kod çözücü nitelikleri olması gereklidir. Çok farklı çeşitli sayısal sıkıştırılmış formatların varlığı ve bunların kendi içlerindeki katmanlı yapıları düşünülürse, gelecekte bir osiloskop benzeri genel amaçlı ve nispeten basit test/ölçü cihazlarının mümkün olamayacağı aşikardır. Ayrıca, kod çözücü yapıları test/ölçü cihazları kullanılsa bile, konvansiyonel yöntemlerde kullanılan deterministik değerlendirme kriterlerinin kullanılması mümkün değildir. Bunun en önemli nedeni, kaynak kodlamada kaybolan (yani algoritma gereği atılan) bilgi miktarı tamamen görüntü içeriğine (uzay ve zaman spektral karakteristiklerine) bağlıdır. Örneğin, kodlayıcı/çözücü zincirinden geçtikten sonra elde edilen video işaret dalga biçimi belirli test işaretleri ile mükemmel sonuç verebilirken, bazı görüntüler ile kalite kabul edilemeyecek seviyede düşük olabilir.

Günümüz fiber optik teknolojisinin tanıdığı olanaklar ile, 10Gbps veri hızları kullanarak 500 adet 24Mbps hıza indirgenmiş HDTV işaretin tek fiber üzerinden dağıtımını sağlanabilmektedir. Önümüzdeki yıllarda, bu miktarlarda önemli artışlar beklenmektedir (halen sınırlayıcı unsurlar, fiber kablonun kendisi değil, uç elektronik düzenleridir).

Sayısal TV yayıncılığının başarılı olup olamayacağı (diğer yayın türleri içinde aynen geçerli olmak üzere), gerekli teknoloji ve donanım tamamen hazır olduğunda, yeteri kadar yayıncı ve yapımcının bu servis ile yeterli geliri sağlayabileceklerine olan inançlarıdır. Bu sağlanmadığı takdirde, (D2-MAC'ta olduğu gibi) sistemin nitelikleri ve sağlayacağı avantajlar ne olursa olsun yayın hizmetleri başlayamayacak, ve dolayısıyla ne tüketicinin cihaz talebi doğacak ve ne de tüketici ürünlerinin seri üretimi başlayacaktır.

Eğer birkaç yıl içinde uydulardan yüzlerce sayısal yayın devreye girerse, tüketicinin aynı mertebe bir yatırım ile sayısal yer yayın (*digital Terrestrial Television broadcasting: dTTb*) alıcısı alıp almayacağı şüphelidir. Halen, geniş yayın bölgelerinin uydu ile kapsanması maliyeti ile UHF ağları ile kapsanması maliyetlerinin oranı 1:100 mertebesinde. dTTb hizmetlerinin başlaması için bu oranın çok daha iyi olması (veya uyduya göre diğer bazı avantajlar sağlaması) gereklidir.

Çok kanallı sıkıştırılmış yayın uygulamaları, kısa vadede etkileşimli ağlardan beklenen talep üzerine izleme (*VOD*) özelliğini, etkileşimsiz sayılabilecek bir yapı ile *NVOD* seviyesinde karşılamayı amaçlamaktadırlar:

Video-on-demand (VOD): talep üzerine izleme olanağı; gerçekleşmesi için tam etkileşimli (*true interactive*) şebeke, yani evlere fiber ağının döşenmesi, yüksek oranda veri sıkıştırma (özellikle kaynak taraf açısından), ve multimedya uygulama ve işletim sistemlerinin gerçekleştirilmesi gereklidir. VOD servislerinde, programı tüketici başlattığı için hukuki değerlendirmede VOD bir yayın servisi sayılamamakta ve dolayısıyla, yayıncılığı düzenleyen kanunlara halen bağlı olmamaktadır.

Near-video-on-demand (NVOD): talep üzerine kısa süre içinde izleme olanağı; tam etkileşimli şebekeler gerçekleşene kadar mümkün görülen bir alternatif; sayılı adet programın kısa zaman aralıkları ile farklı kanallarda başlaması (örneğin: 480 kanal bir sistemde, 1 saatlik 40 farklı programın herbirinin 5' aralıkla 12 farklı kanalda yayınlanması gibi). Böylece, 40 programdan herhangi birini seyretmek isteyen tüketici, seçiminden itibaren en fazla 5 dakika bekleyerek arzusuna kavuşacaktır. Bu tür sistemlerde, program adedi arttıkça, maksimum bekleme süreleri de artacaktır (bir önceki örnekte, 80 kanal için 10', 160 kanal için 20' gibi). NVOD servislerinde, tüketici zamanda kaydırılmış çok adet yayın içinden sadece seçim yaptığı için, NVOD servislerin hukuken yayıncılık kurallarına uymak zorunda oldukları görülmektedir.

Sıkıştırılmış halde bile, bir filmin 1-1.5GB depolama gereksinimi, VOD sistemlerde yüksek (>40-50GB) disk kapasiteleri, ve yüksek kapasiteli ve hızlı yarı-iletken bellek tampon (*buffer*) üniteleri içeren yüksek işlem güçlü hızlı *video-server* birimleri gerektirmektedir. Dolayısıyla, VOD sistemlerde gerekli *server* yatırımı çok yüksek olmaktadır.

Sayısal Sıkıştırma Teknikleri

Sayısal video sıkıştırma yöntemlerinin çoğunda (JPEG, MPEG-1 ve 2, H261 ve diğerleri) DCT (*Discrete Cosine Transform*) transform kodlama algoritması kullanılmaktadır. DCT işlemleri, bu yöntemden kaynaklanan gürültüyü görüntü üzerinde sair yöntemlere göre gözü çok daha az rahatsız edici bir şekilde dağıttığı için tercih edilmektedir.

Son yıllarda, DCT tartışılmaz lider olmakla beraber, dalgacıklar da gittikçe önem

kazanmaktadır. Dalgacıkların başlıca özellikleri olarak: blok bozulmaları (*windowing and blocking artifacts*) olmaması, dalgacık transformunun (*Wavelet Transform: WT*) FFT'den hızlı olması, artan sıkıştırma oranı ile kalitenin yavaş bozulması (*gradual degradation*), yüksek sıkıştırma oranları, doğal çok-çözünürlük (*multi-resolution*) / ölçeklenebilirlik (*scalability*) niteliği, ve insan görme sistemine uyumluluğu sayılabilir. Bunun yanında yüksek bellek gereksinimi başlıca olumsuz niteliğidir. Dalgacıklar, keyfi (*arbitrary*) fonksiyonlar için iyi temsil (*good representation*) özellikleri göstermektedir. DCT gibi dalgacıklar da kayıplı bir sıkıştırma yöntemi olup, ilk nesil dalgacık sıkıştırıcılar DCT gibi oturma sıkıştırma yöntemleri ile rekabet edebilecek seviyededir. (Dalgacıklar FBI parmak izi sıkıştırma sistemlerinde kullanılmaya başlamıştır).

Kullanılan bir sıkıştırma yöntemi de alt-bantlara (*sub-band compression*) ayrıştırarak sıkıştırmadır. Kodak Photo-CD bu yöntemi kullanmaktadır.

Kullanılan diğer bir sıkıştırma yöntemi ise fraktal (*fractal*) yöntemidir. Fraktallere indirgenen görüntü istenen çıkış çözünürlüğünde (bilgi içeriğini arttırmadan) alıcıda oluşturulabilir (yani, çok kaliteli zoom olanağı). Yöntem, bir görüntüyü *self-referencing* bir fonksiyonlar kümesi yapısına indirgemektedir. Örneklenmiş piksel matrislerine bağlı olmayan yöntem, teorik olarak sonsuz çözünürlüklüdür. National Institute of Standards tarafından desteklenen (\$2M) bir proje grubu tarafından 9nn x 7nn format HDTV görüntüler için tasarlanmış bir fraktal tabanlı HDTV yongasının 1994 içinde (en geç 1995) tamamlanması beklenmektedir. Microsoft Encarta CD-ROM'undaki görüntüler fraktal yöntemi ile (10kB seviyesine) sıkıştırılmışlardır. MPEG-4 videofon standardının fraktal yöntemi kullanması beklenmektedir.

Ayrıca, vektör-kuantalama (*vector-quantisation*) esaslı sıkıştırma yöntemi türleri de bazı özel yayın ve multimedya sıkıştırma uygulamalarında kullanılmaktadır.

Morfolojik sıkıştırma da gelecek için çok ümit vadetmekle beraber, önümüzdeki 5-10 yıl içinde uygulanabilir yöntemlerin geliştirilebileceği sanılmamaktadır.

Bir sayısal görüntü sıkıştırma yönteminde, sıkıştırma oranı arttıkça, alışı elde edilen görüntüde gittikçe artan çeşitli bozulmalar ortaya çıkar. Bu bozulmalar kullanılan yöntemle ilgili olmakla beraber başlıca: çözünürlük kaybı, gürültü (*granular noise*), harekette tutukluklar (*motion judder*), kenarlarda kaynaşma (*edge business*), ve renk yivşmaları (*chroma bleeding*) olarak sıralanabilir. Farklı yöntemler ile sıkıştırılmış ve açılmış video işaretler için konvansiyonel analog işaretler için olduğu gibi anlamlı ve basit kalite ölçütleri yoktur. MSE ve SNR gibi ölçütlerin bu tür karşılaştırmalarda kullanılmaları yanlış olup çok yanıltıcı sonuçlar çıkarılabilmektedir. Halen, en geçerli değerlendirme yöntemi gözle ve istatistiksel değerlendirmektir.

Önümüzdeki dönemin sayısal teknolojilere ait olacağı, ve paket yapıları ile iletişimin bilgi transferi ve depolaması gerektiren her uygulamada yaygın olarak kullanılacağı kesin gözükmektedir. Ses, görüntü, ve veri gibi çeşitli bilgi türlerinin çok farklı nitelikleri olabilmektedir. Tüm bu bilgilerin sayısallaştırılarak sıkıştırılıp paketlenmesi sonucunda ortaya çıkan paketlerin çok farklı ortamlar üzerinden (uydu/yer yayın, telekom şebekesi, disk ve bantlar vs.) ve çoğullanmış bir şekilde dağıtılacağı bilgi çağında, çok farklı cihaz üreticilerince üretilmiş donanım kullanarak tüketici tarafından alınmasında, bir kaos yaşanmaması için küresel bir paket yapısı gerekliliği açıktır⁶. Paket yapısının başlık kısmı paketin veri kısmında yer alan bitler ile ilgili gerekli tüm bilgileri içerecektir. Başlık kısmı sayesinde, bağlı bulunduğu servis ağındaki geniş bantlı ve yüksek hızlı çoğullanmış veri akışından alış

⁶ Günümüzde standartların spesifikasyonlarının %10 kadar bir kısmının ticari maksatlarla sistemi uygulayacak işletmecinin belirleyebileceği şekilde açık bırakılması eğilimi hakimdir. Tüketici açısından, bu olgu pek olumlu karşılanmasa da, işletmecinin getirisini maksimize etmesi ve hizmetini kısmen de olsa kendine özel haline getirebilmesi için bir hizmete teşvik unsuru olarak görülmektedir.

yapacak bir tüketici cihazı, sahibinin arzusuna göre, uygun paketleri sadece başlık kısımlarına bakarak seçip alabilecektir. MPEG gibi yöntemler bu gereksinime yakın dönem için kısmen bir çözüm sunmasına rağmen, bu yöntemler birkaç yıl içinde çok yayıldıklarında eğer yetersiz görülürlerse daha iyi bir yapıya geçmenin getireceği bazı sıkıntılar yaşanacaktır.

Sayısal video yöntemlerinde ölçeklenebilirlik (*scalability*⁷), çok-çözünürlük (*multi-resolution*⁸), ve birlikte-çalışabilirlik (*interoperability*) kavramları geçtiğimiz yıl içinde çok önem kazanmıştır. Ölçeklenebilirliğe, ABD ve Avrupa tarafından farklı yaklaşılmaktadır. ABD'de bu kavram sadece HDTV'ye geçişi sağlayacak bir olgu olarak değerlendirilirken, Avrupa'da farklı seviyede servislerin aynı anda varlıklarını sürdürebilmesi şeklinde değerlendirilmektedir. Ölçeklenebilirlik niteliğinin bir sisteme eklenmesi, veri hızını ve dolayısıyla bant genişliğini arttırmaktadır (veya sabit bant genişliği için kapasiteyi düşürmektedir). 2-seviye ölçeklenebilirlik için, efektif veri hızında en az %7-8 mertebesinde bir kayıp olmaktadır. Özellikle 6MHz kanal bant genişliği olan ABD'de, bu genişliğe ancak sığan işaretlere ölçeklenebilirlik kazandırmak ciddi bir sorundur. Ayrıca, ölçeklenebilirlik ile yapı karmaşıklığı artmakta veya alt katmanlarda distorsiyon artmaktadır. Ölçeklenebilirliğin olumlu yanları ise yayında zayıflayan işaret ile *graceful degradation* sağlaması ve paralel hizmetlere (*simulcast* gibi) gerek bırakmayarak spektrum tasarrufudur. Bir sistemde arzulanan ölçeklenebilirlik halen en fazla 2 veya 3 kattır (tipik olarak *High, Standard, ve Mobil/Portatif* seviyeler). Ölçeklenebilirlik için kullanılan yöntemler SBC/WT, *Pyramid Coding* veya DCT olabilir.

MPEG

MPEG [R10-12] halen çok geniş çapta desteklenmektedir. Bu geniş desteğin ve amaçlanan esnek çok amaçlı standardın uygulamada sağlayacağı ana avantaj, kodlayıcı ve kod çözücü VLSI devrelerin milyonlarca ve belki de milyarlarca üretilmesinden kaynaklanacak düşük maliyetlerdir.

Yıllar önce ilk defa hareketsiz resimlerin sıkıştırılması ile başlayan bu hareket 1991 yılında JPEG [R5] standardını ortaya çıkarmış, daha sonra 1992 yılında MPEG-1 [R10] düşük veri hızlı (1.5Mbps) hareketli resim sıkıştırma standardına yol açmıştır. MPEG-1, CD-ROM video vb. uygulamalarda halen kullanılmaktadır. VLSI MPEG-1 çözücü tüm devreler mevcuttur (örneğin: C³ CL450 MPEG Decoder IC, 160-pin QFP). 704x480 piksel yapıları MPEG-1 formatı 29.97Hz resim frekansı (veya 704x576 @ 25Hz) ile nominal 4.059Mbps veri hızındadır. 2x256kbps stereo ses ve 130.3kbps veri kapasitesi vardır. Yayın uygulamalarına yönelik MPEG-2 [R11] standardının ise 1994⁹ içinde tamamlanması beklenmektedir. Gereken sıkıştırma, stüdyo kalitesi için 20:1, VHS video kalitesi için 100:1 oranındadır. Transmisyon amaçlı olmayan MPEG-1 yapısında hatalar (transmisyon kanal hataları gibi) pek önemli değil iken, yayın ve transmisyon amaçlı MPEG-2 için hatalar çok önemli olup iki yapı birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Ses için MPEG-1'de *MUSICAM* (blok-yapılı)

⁷ **Scalable Representation (Ölçeklenebilirlik)** : Bir veri akışının farklı kalitede fakat tek başlarına anlamlı ve ayrılabilir alt cümlelerden oluşması;
Scalable Systems (Ölçeklenebilir Sistemler): Ölçeklenebilir nitelikli bir veri akışından istenilen bir alt kısmı alıp sunabilen sistemler.

⁸ **Multiresolution Scalability (Çok-çözünürlük ölçeklenebilirliği)**: Ölçeklenebilirliğin çözünürlük hiyerarşisi ile sağlanabildiği ölçeklenebilirlik.

⁹ MPEG-2 standardının görüntü kodlama kısmı Nisan 93 itibarıyla (Sydney toplantısında) dondurulmuştur. Standardın 1994 ilk çeyreğinde tamamlanması beklenmektedir.

kodlama yöntemi kullanılmaktadır. MPEG-2 ses kodlaması ise 1994 ilk aylarında kesinleşecektir. Çeşitli firmalar MPEG-2 görüntü çözücü VLSI prototiplerinin hazır olduğunu duyurmuşlardır.

MPEG-2 standardında 3 profil mevcuttur. Her profil, belli bir uygulama veya uygulamalar grubunun gereksinimlerine yönelik, standarda ait tüm sentaksın yeterli bir alt cümlesinden oluşan bir alt kümedir. MPEG için halen 3 profil tanımlıdır: *Simple*, *Main*, ve *Next*. Sırasıyla, bu profiller, nispeten basit ve ucuz alıcılı yayın uygulamalarına (örneğin: küçük ekran mobil ve portatif alıcılar; B-resimler yapıda yok) yönelik, esas ve yaygın uygulamalara (sabit alıcılar, yapım/yayın, kayıt) yönelik, ve yüksek performanslı daha kompleks uygulamalara (örneğin: EDTV, HDTV ve özel sistemler; geniş ölçeklenebilirlikli çok esnek yapı) yönelik şeklinde açıklanabilir. Ayrıca, sayısal paket ağlara yönelik bir *Main+* profili de (bir miktar ölçeklenebilirlikli yapı) bazı MPEG evraklarında yer almaktadır. Belirtilen bu profiller ise, üçer seviyeye (*level*) ayrılmıştır. Seviyeler daha çok görüntü kalitesi ile ilgili olup, *low* (1/4 CCIR Rec.601), *main* (CCIR Rec.601), ve *high* (HDTV) olarak belirlenmişlerdir. Örnek olarak, ABD-ATV sistemini sınıflandırmak istesek, MPEG-2/Next-High kategorisine girecektir.

MPEG-2 yönteminde, ilk önce resimler arasındaki zaman boyutunda bilgi fazlalığı (*redundancy*) hareket kestirim (*motion estimation*) ve kompenzasyon (*motion compensation: MC*) yöntemleri ile giderilir. Daha sonra DCT, quantizasyon ve düzlemde RLL kodlama uygulanır. En son ise değişken-uzunlukta-kodlama (*VLC: Variable Length Coding*; çoğunlukla Huffman VLC yöntemi kullanılmaktadır) ve paketleme yapılır. Tüm bu işlemler için gerekli işlem gücü çok yüksektir. Halen, tam nitelikli gerçek zamanda kodlama yapabilen MPEG-2 kodlayıcılar mevcut değildir (1' sıkıştırılmış çıktı için $\approx 100'$ sıkıştırma süresi gerekli). Maliyetleri yüksek olmakla beraber gerçek zamanlı MPEG kodlayıcıların 1993 sonu veya 1994 başı arzı beklenmektedir. Mevcut MPEG-2 kodlayıcıların kalitesi orta (sadece MPEG-2 alt cümlesi), esnekliği az ve maliyetleri \$250,000-1,000,000 mertebesindedir. Önümüzdeki yıllar içinde, kalite ve maliyette önemli gelişmeler kesin görülmektedir. Örneğin: C³ firmasının geliştirdiği MPEG-2 yongaları: RISC CPU 60MIPS, DSP 240MOPS, hareket işlemci 2GOPS işlem kapasitelerine varmıştır. Tüketici tarafı için ise, MPEG kod çözücünün (DRAM hariç) alıcı maliyetini *Main Profile/Main Level* (MP-ML) seviyesi için \$13-15 arttırması, ve alıcıda MP seviye için \$25 ek DRAM kullanılması beklenmektedir.

MPEG yönteminde resimler, I (*Intra*: Diğer resimlerden bağımsız, kendi içinde kodlanmış), P (*Predicted*: I resimlerden ileri yönde öngörülmüş), ve B (*Bi-directional*: geçmiş ve gelecek iki resim arasında kestirilmiş) şeklinde 3 tipe ayrılmıştır. *Simple* profilde B resimler kullanılmamaktadır.

MPEG standardı, verilen bir kaynak verisi üzerinde yapılacak kodlama standardını belirlemede fakat kaynak verisi üzerinde yapılabilecek adaptif ön filtreleme (*adaptive pre-filtering*) ile ilgili bir kısım içermemektedir. Kodlayıcı taraflarda, uygun ön-filtreleme yapılarak MPEG ile bozulmaya yol açabilecek resim unsurları baştan giderilebilir.

Bir MPEG akışından anahtarlama (*switching*) yapmak için I resimlerin seçilmesi ve anahtarlamanın bir I resimden itibaren yapılması zorunludur. Gürültüsüz, ideal ve sürekli iletim ortamlarında I resimlerin sadece bir defa en başta iletilmesi teorik olarak yeterli olabilmekle beraber, farklı MPEG akışlarının anahtarlanması, veya en basit hali ile bir TV seyircisinin televizyonunu herhangi bir anda açabileceği ve program değiştirebileceği düşünülürse, I resimlerinin yeteri kadar sıklıkta gönderilmesi gereklidir. I resim gönderim oranının artması ise, efektif sıkıştırma oranının düşmesine neden olacaktır. MPEG gibi sayısal paket yapılarında, her paket bir başlık (*header*) ve kimlik (*descriptor*) kısmı ile etiketlendiği için, I, P ve B resimlerin herhangi önceden belli bir protokol oranında gönderilme zorunluluğu da yoktur. Alıcı, paketler geldikçe, paketlerden aldığı bilgiye uyarak ses ve görüntüyü oluşturacaktır. Bu tür yapılarda ise, gecikmeler doğal olarak çok resim süreli (yani propogasyon süresinden bağımsız ve çok daha uzun) ve değişken olabilmektedir. Dolayısıyla, paket video sistemlerin her tür uç ve ara manipülasyonlarında işlem üniteleri önemli miktarlarda bellek

içermek zorundadır. Bu hali ile MPEG, transmisyon için ideale yakın, kayıt için çok iyi görünmekle beraber, program yapımı (özellikle *post-production*: kurgu vb. işlemlerde) için yukarıda belirtilen nedenlerle bazı güçlükleri vardır. Bu nedenle, video bant ve disk kayıt uygulamalarında (örneğin: *non-linear editing*) resimler arası işlem yapmayan JPEG ve MJPEG (*Motion JPEG*) gibi yöntemler kullanılarak, rastgele erişim (*random-access*) olanağı sağlanabilmektedir.

Özellikle günümüzde gittikçe artan uydu ve kablo kanal adetleri ile yakın gelecekte gerçekleşebilecek etkileşimli TV olguları göz önünde tutulduğunda, yayın işletmeciliğinde çeşitli yeni kavramlar ortaya çıkmaktadır. İşletmeci, çeşitli yerlerden gelen hizmet bileşenlerini (video, ses, telefon, veri vs.) işletme yapısına göre uygun çoğullama ile birleşik yapılara dönüştürmek durumundadır. Bu çoğullama, farklı hizmetlerin (örneğin farklı programlar) bir makro çoğullaması (*ensemble multiplex*) seviyesinde, veya hizmet alt bileşenlerinin (örneğin, bir programa ait video, ses, veri) bir çoğullaması (*service multiplex*) seviyesinde düşünülebilir. MPEG-2 yapısında, çoğullanmış bu iletim akışı (*transport stream*) 188 byte + 4 byte başlık iletim paketlerinden oluşmaktadır. Genel yapısı ile, MPEG-2 teorik olarak 8000(!) adet veri akışının çoğullanabilmesine olanak tanımaktadır.

SAYISAL TRANSMİSYON

Genel

Tüm çevreler, geleceğin transmisyon teknolojisinin sayısal olacağı konusunda görüş birliği içindedirler.

Sayısal teknikler (kanal modülasyonu analog olsa bile), bozucu etkilerden (enterferans, kanal ve iç gürültüler, *multipath* vs.) kaynaklanan hataların hata düzeltmeli kodlama yöntemleri (*error correction*) ile düzeltilebilmesine, ve düzeltilemeyenlerin de resim üzerindeki etkilerinin farkedilemeyecek seviyeye indirilebilmesine (örneğin, göze bir korrelasyon oluşturmayacak şekilde resim içinde dağıtılmasına: *error concealment*) imkan verirler.

Sayısal yayın yöntemlerinde bant içi spektrum kullanımı çok düzgündür. Hiçbir frekansta yüksek bir güç yoğunluğu olmasına gerek yoktur. Bu nedenle, enterferans potansiyelleri hem kendi aralarında, ve hem de konvansiyonel yayınlara çok düşüktür. Buna karşı, analog VSB/AM yapıda, bant içi spektrumda kanal taşıyıcı, resim taşıyıcı ve ses taşıyıcı frekanslarında yüksek güç yoğunluğu ile işaret, kanal içinde bile enterferans potansiyeline sahiptir. Ayrıca, taşıyıcı frekanslarında yoğunlaşmış bu güç hiçbir bilgi taşımamaktadır. Sayısal sistemlerde gerek spektrum kullanımı gerekse güç bakımından verim yüksektir. Örneğin COFDM yapılarında, 8MHz bant içinde 7.4MHz kısımda düzgün bir güç yoğunluğu ile yayın yapılırken, sadece eş kanal konvansiyonel yayın taşıyıcı frekanslarında ve kanal kenarlarında toplam 0.6MHz bir bant genişliği kullanılmaz.

Analog transmisyon yöntemlerinde, vericiden uzaklaştıkça işaret zayıflamakta, dolayısıyla SNR (işaret-gürültü oranı) bozulmakta ve görüntü aynı oranda karlanmaktadır. Zayıflama karakteristiği sürekli olduğundan, vericiden uzaklaştıkça görüntü bozulması da sürekli, ve uzaklık ile yumuşak ve yavaş bir şekilde (*graceful degradation*) değişmektedir. Sayısal yöntemlerde, işaret zayıflaması ve alıcı antenindeki SNR için de aynı şeyler geçerli olmakla beraber, sayısal modülasyondan kaynaklanan SNR iyileştirmesi nedeniyle, girişte gittikçe azalan SNR ile görüntü kalitesi önceleri adeta hiç değişmemekte, ve belli bir eşik değerden itibaren çok hızla bozularak (*abrupt degradation*) görüntü kaybolmaktadır. Bu durum sonucunda, analog yöntemler ile vericiden uzaklaştıkça görüntü kalitesi nispeten yavaş değişmekte iken sayısal yöntemlerde aniden değişen görüntü kalitesi nedeniyle, yayın bölgesi sınırlarında bir yolun iki tarafında yer alan bölgelerden birinde mükemmel görüntü elde edilirken

diğerinde ise hiçbir görüntü elde edilememesi mümkündür. İşaret zayıflamalarının hava şartları, hareketli fiziksel engeller vb. zamana bağlı faktörler ile değişmesi nedeniyle örneğin rüzgardan ağaçlar sallandıkça görüntünün bir görünüp bir kaybolması gibi tüketici tarafından hiç hoş karşılanmayacak durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle, sayısal yöntemlere yumuşak bozulma niteliğini kazandırabilen katmanlı (*multi-layer*) modülasyon yapıları düşünülmektedir. Kanal modülasyonunda, katmanlaşmak güç olmamakla beraber (örneğin: 16-QAM homojen sembol kümesi birbirinden uzaklaştırılmış dört adet dörtlü küme şeklinde iki katman), verinin katmanlara ayrılması donanım karmaşıklığını arttırmakta ve sabit bant genişliği için efektif veri hızını azaltmaktadır.

Sayısal yöntemlerde, kaynak işaret ile kodlanmış sayısal işaret arasında zaman tabanında ne sabit ne de düzgün bir ilişki olması gerekmediği için, sayısal yöntemlere ait parametreler aynı bir işaretin iletiliminde çok farklı olabilmektedir. Örneğin: bir COFDM yönteminde 1024 nokta FFT ile 128µs sembol ve 32µs koruma süreleri, 64QAM kanal kodlaması, Trellis (2/3) hata düzeltme kullanılırken, bir başka yöntem ile aynı işaret çok farklı parametreler ile iletebilmektedir. Veri akışı içinde yer alabilen bilgiler zaman sıralamasında tamamen düzensiz olabilir, yani ilk gelen bazı bitler alıcıya daha sonra gelen bazı bitlerden kaynak itibarıyla daha önce üretilmiş olabilir. Bu tip veri sıra düzenlemeleri (*reordering*) ile kanalda belli bir anda oluşabilen bir hatanın yol açacağı görüntü bozuklukları, tek bir ekran bölgesinde değil, tüm ekrana dağıtılarak subjektif etkileri çok aza indirilebilmektedir.

Halen, sayısal transmisyon için tek ve çok taşıyıcılı sistemler arasında bir performans değerlendirilmesi yapılmaktadır. Tek taşıyıcılı (klasik) sistemlerde taşıyıcı başına düşen veri hızı çok yüksek olmaktadır (halen 32QAM, 64QAM vb. gibi kompleks yöntemler kullanılmaktadır). Çok taşıyıcılı sistemlerde ise, toplam veri hızı taşıyıcı adedine bölüdüğü için, taşıyıcı başına veri hızı düşmekte ve dolayısıyla daha basit modülasyon yöntemleri kullanılabilir. Video gibi çok yüksek toplam veri hızlı sistemlerde, taşıyıcı başına veri hızı yine de yüksek kaldığı için, taşıyıcı modülasyonu 16QAM veya benzeri karmaşıklıkta olması gerekmektedir. Çok taşıyıcılı yöntemlerde, her taşıyıcı farklı bir yöntemle de modüle edilebilir (örneğin: bazıları nQAM, bazıları mQPSK gibi). Halen, incelenen çok taşıyıcılı yöntemlerin başında OFDM gelmektedir.

OFDM/COFDM

Dikey frekans multipleks veya OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*) modülasyon yöntemi sayısal yer-yayıncılığı açısından (normal TV ve HDTV için) büyük ümitler vadetmektedir. Bu yöntemin özellikle hayaletlerden etkilenmemesi ve enterferansa dayanıklılığı yer-yayıncılığında yeni bir devir açmak üzeredir. Örneğin, tek bir yayının, bütün bir ülkede aynı UHF veya VHF TV kanalını kullanan bir vericiler ağı ile yapılabilmesi mümkün olmaktadır. OFDM yöntemi, tüketici uygulaması için karmaşıklığı ve yüksek maliyeti, ve Amerikan yayın kapsama (*broadcast coverage*) yaklaşımındaki farklılıklar nedeniyle, ABD ATV sisteminde şimdilik düşünülmemektedir.

OFDM yöntemi kullanılan EU-147 DAB projesinde 7MHz kanalda 448 taşıyıcı ile ses iletilmekte, HD-Divine'da ise 8MHz kanalda 512 taşıyıcı ile HDTV iletilmektedir. OFDM sistemlerde, taşıyıcıların bir kısmı kanal frekans karakteristiğini alıcıda kestirebilmek (*estimate*) için pilot taşıyıcı olarak kullanılırlar. Pilot adedi arttıkça, alıcıda kestirim iyileşir. Taşıyıcılar, birbirlerinden bağımsızlığı ve orthogonallığı sağlayan minimum frekans aralığında seçilerek bant genişliğinin yüksek verimli kullanılmasına çalışılır. Taşıyıcı başına veri hızı düşük olduğu için uzun sembol süreleri kullanılabilir. Sembol süreleri bir koruma süresi kadar uzatılarak alıcıda oluşabilecek maksimum *multipath* gecikmeleri aşılabilir ve dolayısıyla alıcıda sembol girişimi (ISI) hataları önlenir. Verilen bir sembol süresi ile, alıcıda ISI bozulması olmayan bir süre parçası elde etmek için gerekli koruma süresi

doğrudan beklenen maksimum *multipath* gecikmesine bağlıdır. Kuvvetli ve tek yansımali (en kötü hal tek 0dB seviyeli yankı) kanallarda, kanal frekans cevabında oluşabilecek sıfırlara düşen taşıyıcıların yutulması kaçınılmaz olduğundan, kodlama sırasında hata düzeltme yöntemleri (*error-correction*) kullanılarak, yutulan taşıyıcıların üzerindeki verilerin hatasız elde edilmesine çalışılır. Kullanılan yöntemler, çoklama (*redundancy*) ve düzenleme (*reordering*) gibi teknikler ile belli bir bit akışının sadece tek bir taşıyıcıya bağlılığını bozarak, bilginin hatasız alınabilen diğer taşıyıcılardan elde edilebilmesini sağlarlar. Doğal olarak, bu tip yöntemler, sabit toplam kanal veri akışı içinde bilgiye ayrılan kısmı yani efektif veri hızını azaltırlar. Hata düzeltme yöntemleri kullanılan özel OFDM yöntemleri, kodlanmış OFDM veya COFDM (*Coded-OFDM*) olarak adlandırılmaktadır.

OFDM ve tek taşıyıcılı yöntemler karşılaştırıldığında, AWGN (toplamsal beyaz Gauss gürültülü) kanallar için gürültü performanslarının aynı oldukları, OFDM'in zaman-domeni impuls enterferansına (örneğin *multipath*) dayanıklı, fakat frekans-domeni impuls enterferansına (örneğin eş-kanal NTSC enterferansı) karşı zayıf olduğu görülmektedir. Bu nedenle, kanal kodlama (örneğin COFDM gibi) veya özel spektrum biçimlendirmesi (örneğin: eş-kanal taşıyıcılarının frekans pozisyonlarının boş tutulması gibi) yapılması gerekir. Tek taşıyıcılı yöntemlerin ise OFDM'in tam tersi olarak frekans-domeni impuls enterferansına dayanıklı fakat zaman-domeni impuls enterferansına karşı zayıf oldukları görülmektedir. Sayısal tek taşıyıcılı sistemlerde ISI nedeniyle adaptif kanal dengeleyiciler (*adaptive equalizers*) kullanılması gerekli olmaktadır. OFDM'de koruma süresi ile ISI etkileri giderilebilmekle beraber bant içi zayıflamaların ve sıfırların düzeltilmesi mümkün değildir. Çok taşıyıcılı yöntemlerde tepe/ortalama güç oranı (*peak-to-average power-ratio*) çok düşük olabilmektedir.

Tek Frekans Ağları (SFN)

COFDM yönteminin en büyük avantajı, yer-yayınlarında tek-frekans ağlarına (*Single-Frequency Networks: SFN*) imkan tanımasıdır. Tek-frekans ağları, bir programın bir ülkede tek bir kanaldan dağıtımına mümkün kılarlar (örneğin: TRT-1'in, tüm Türkiye'de ve aynı anda yüzlerce vericiden VHF-9'dan yayınlanması gibi). Bunun sonucunda, tek-frekans ağlarının kullanılması, spektrumda efektif olarak çok önemli bir artış sağlar. Özellikle, analog TV yayınlarında, enterferans nedeniyle komşu, LO, ve hayal-frekansa düşen kanallarda yayın yapılamamasından dolayı mevcut kanalların sadece bir kısmının kullanılabilmesinden kaynaklanan spektrum sıkıntıları rahatlatılmış olur. Ayrıca, sayısal yayınların kanal spektrum kullanımını ve dolayısıyla enterferans potansiyelleri çok olumlu olduğundan, sayısal yayınlar yasak frekansları da kullanabilirler. Örneğin: halen İstanbul'da tüm UHF bantları (43 adet) doludur ve yayın adedi 15 kadardır. Bu 15 yayının bir SFN düzeni ile yayını halinde 28 adet kanal tamamen boşalacaktır.

SFN'lerde, komşu bölgelerdeki vericilerin eş-kanal girişimleri (*co-channel interference*) alıcıda bir *multipath* şeklinde ortaya çıkar, ve kullanılan uzun sembol + koruma süreleri sonucunda ISI sorunu olmaz. COFDM'in SFN özelliği doğal olarak sadece yayın ağlarına yaramakta olup, bölgesel yayıncılar için bir önemi yoktur. SFN'lerde COFDM çok avantajlı olmakla beraber, başka sayısal modülasyon yöntemleri de (tek taşıyıcılılar da dahil) kullanılabilir.

Halen, COFDM yönteminin kullanılabilirliği, tek taşıyıcılı yöntemlere göre avantajları ve gerçek şartlarda dayanıklılığı (*robustness*) üzerine tüm dünyada araştırmalar sürmektedir. Avrupa, neredeyse tüm sayısal TV projelerinde COFDM kullanmakta iken, ABD, ATV sisteminde tek taşıyıcılı bir sistem seçmiştir. Bu arada iki kıtanın yayın şartlarının çok farklı oldukları göz önünde tutulmalıdır.

SFN'lerde vericilerin beslenmesinde bir ardışıl (*sequential*) dağıtım zinciri kullanılabilmesiyle beraber, bu durumda geniş bir bölgeye dağılmış çok adet ufak yayın bölgesi bir ağ yapısında geri

besleme yolları oluşabilmektedir. Bu tür geri besleme sorunlarına yol açmamak için, SFN'lerde işaret dağıtımının uydu veya kablo ağları üzerinden tek noktadan yapılması öngörülmektedir.

Genel SFN yapılarında, alıcı dengeleyicilerin (*receive equalizers*) maksimum kompanzasyon süreleri (*max. equalization range*, sembol süreleri+koruma süresine bağlı; örneğin ABD-ATV için 24 μ s max) ve yayın bölgesi sınırlarına olan propagasyon süreleri (propogasyon hızı tipik 300m/ μ s) birlikte düşünüldüğünde, lokal yayın bölgelerinin çok büyük olamama sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu ise, verilen bir makro bölgeyi çok adet lokal verici kullanarak kapsam gereğini doğurmaktadır. Gerçi, hücre diyebileceğimiz bu lokal yayın bölgeleri ufaldıkça gerekli hücre yayın güçleri de azalmakla beraber, toplam makro bölge tesis maliyetleri artmaktadır (1x100W toplam tesis maliyeti < 2x50W toplam tesis maliyeti). Bunun yanında, hücreler ufalıp adetleri arttıkça, yayın bölgesi içinde kanal sınırlarının oluşma olasılığı azalır (örneğin: en kötü hal olan 0dB tek yankı durumu ile kanalda tam bir sıfır oluşacakken, çeşitli diğer hücrelerden gelen işaretler ile kanaldaki zayıflama derinliği azalır). Bazı ağ yapılarında, sadece belirli bölgelerde kanal sınırlarının oluşmasını engellemek için oralarda ek vericiler (*gap filler local transmitters*) kullanılabilir.

Sayısal yöntemlerde yayın bölgesi içinde çok farklı anten işaret gürültü oranları için yüksek kalite sağlanmaktadır. Dolayısıyla, vericiye yakın oldukça büyük bir bölgede gereğinden yüksek bir anten SNR sağlanmasının alış kalitesine hiçbir katkısı olmayacaktır ve gereksizdir. Sayısal yayın ağlarında, yüksek güçlü tek bir verici ile geniş yayın bölgelerine hizmet vermeye çalışmak bu nedenle verimsizdir. Hücresel SFN yayın yapısı bu açıdan üstünlük sağlar. Ufak güçlü çok adet hücresel verici ile makro yayın bölgesinde alan şiddeti dalgalanmaları çok aza indirilmiş ve güç verimi yükseltilmiş olur.

COFDM yönteminde, taşıyıcı (dolayısıyla veri) kaybı yöntem yapısı içinde telafi edilebildiğinden, adaptif dengeleyicilerin kullanılmasının hiç gerekmeyeceği ileri sürülmektedir. Bu durum uygulamada doğrulandığı takdirde, SFN'ler için en uygun kanal modülasyonu COFDM yöntemi olacaktır. Halen, Almanya'da Deutsche Bundespost tarafından COFDM yayın bölgeleri ile ilgili problemleri belirlemek amacıyla 5 verici istasyonu kullanarak bir COFDM yayın denemesi yapılmaktadır.

Sayısal Sıkıştırma ve Uydu Yayıncılığı

Günümüzde tipik transponder maliyetleri, konvansiyonel (analog/FM) uygulama için:

ABD: \$4-7M/yıl, İngiltere: £3M/yıl, (2 FM taşıyıcılı 72MHz transponder = 2 kanal için);

sayısal sıkıştırma yöntemleri ile uygulama için ise aynı uyduları kullanarak:

ABD: \$0.5-1M/kanal-yıl ve İngiltere £400,000/kanal-yıl (8 standart çözünürlükte program/transponder için) olarak verilmektedir.

Bu değerlerden sayısal sıkıştırma kullanıldığında maliyetlerin 1/4'e indiği görülmektedir. DTH servislerde, kanal adedi iki katına çıkarılarak maliyet 1/8'e indirilebilir (bu takdirde, kalite VHS görüntü seviyesine inecektir). Transponder kira/maliyet avantajı göz önüne alındığında, ≈\$90,000 olan kodlayıcı tesis yatırımı önemini kaybetmektedir. Çok yakın gelecekte, entegre alıcı/kod-çözücülerin (*Integrated Receiver-Decoder: IRD*) gelişen VLSI teknolojisi ile \$200 mertebesine kadar inmesi beklenmektedir. Düşük IRD maliyetleri ve tek bir uydu pozisyonundan yüzden fazla kanal izleme imkanı, tüketicinin ilgisini kolayca çekebilecek, dolayısıyla, sıkıştırmalı/çoğullamalı sayısal yayın sistemleri yayıncılar tarafından da hızla benimsenecektir. 1995 yılından itibaren bu servisin önemli ölçüde yayılacağını, alınan haberler desteklemektedir. Bu zamana kadar ise, ağ dağıtımlarını uydu üzerinden yapan (ve DTH amacı olmayan) yayıncılar işletme maliyetlerini 1/4'e indirebileceklerdir.

Dört adetten az kanalın dağıtımı için, arzulayan yayıncıların işaretlerinin uygun kombinezonlarda birleştirip çoğullanması ve *up-link* ara bağlantı hizmetleri uydu operatörü veya ara hizmet kuruluşları tarafından sağlanabilir. Bu tür ara kuruluşların hizmetleri ve transponder tahsisleri devletlerce denetlenmediği takdirde bazı sorunlar çıkabileceği aşikardır.

BBC ve Comsat'ın yaptığı denemelerde, 2 adet analog FM yayın taşıyabilen bir 72MHz transponderden, 2 analog yayın yerine, 1 analog ve 1 sayısal yayın gönderildiğinde, elde edilen performansın çok daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Eutelsat-I 72MHz transponderleri ile yapılan denemelerde, 1 adet analog FM yüksek seviyeli ve 4 adet sayısal sıkıştırılmış düşük seviyeli işaretin aynı transponderden yayınlanmasında hiçbir sorun görülmemiştir. Yani, mevcut uydular ve geniş-bantlı transponderlerinin kullanımında, tüm transponderin tamamen analog FM (2 adet) veya tamamen sayısal (2-8 adet) kullanımı zorunluğu olmayıp, talebe göre tahsis uygulanabilir.

Uydu yayıncılığının geleceği ile ilgili genel bilgiler için, lütfen *bkz.* [R15].

Sayısal Ses Yayın (DAB)

Avrupa'da EU-147 Eureka projesi [R1] çerçevesinde geliştirilen sayısal ses yayın (*Digital Audio Broadcasting: DAB*) sistemi ile sayısal radyo yayınlarının 1995 yılında Almanya'da, 1996'da ise İngiltere'de başlaması planlanmaktadır. Sistem ile, portatif radyo alıcılarına CD kalitesinde stereo ses iletilmesi mümkün olacaktır. Yayınlar Avrupa'da VHF-II/FM bandında 104-108MHz arasında veya VHF-III bandında 223-230MHz arasında¹⁰ yapılacaktır. 2007 yılından sonrası için, ABD hariç tüm dünyada 1452-1492MHz bandı DAB uydu ve yer-yayınları için kullanılabilir (WARC-92), fakat halen bu frekanslardan DAB yer-yayın yapılması VHF frekanslarından daha güçtür. DAB yayınlar başladıktan sonraki 15-25 yıl içinde, FM'den DAB'a tam geçiş düşünülmektedir. Bu dönem zarfında, DAB programların FM'de paralel yayını (*simulcast*) planlanmaktadır. EU-147 DAB sisteminde IRT (Münih) tarafından geliştirilen MUSICAM (*Masking Pattern Adapted Universal Sub-band Integrated Coding and Multiplexing*) sayısal ses sıkıştırma yöntemi ve COFDM transmisyon yöntemi kullanılmaktadır. MUSICAM ile 141 kbps stereo CD ses hiçbir farkedilebilir kalite kaybı olmaksızın 192 kbps seviyesine sıkıştırılmaktadır. Yapılan denemeler tamamen başarılı olup, sistem standardizasyon ve hizmete girme aşamasındadır¹¹. DAB sisteminde, FM alışı *multipath* halinde görülen bozulmalar (*flutter*) olmadığı gibi çok daha üstün ses kalitesini daha dar bir kanal içinde sunabilmektedir. Dolayısıyla, tamamen DAB'a geçildiğinde, mevcut FM bandında yapılabilecek yayın adedi de artacaktır. Ayrıca, analog FM radyo ile karşılaştırıldığında, DAB için aynı yayın alanında daha az yayın gücü gerekmekte, DAB eş-kanal ve komşu-kanal etkilerinden daha az etkilenmekte, ve yayın ağları için COFDM sayesinde, tek-frekans ağları (SFN) kullanılabilir. Kullanılan COFDM yöntemi nedeniyle DAB radyo alıcıları analog FM'e göre daha pahalı ve çok daha karmaşık olacaklardır. Hollanda'da DAB deneme yayınları yapılmaktadır. ABD'de de benzer bir DAB sistemi düşünülmektedir.

Ayrıca, ABD'de geliştirilen IBOC (*in-band-on-channel broadcasting*) ses-yayın sisteminde, FM bandında analog ve sayısal yayınların aynı taşıyıcıyı FM-uyumlu olarak kullanmaları mümkün olup,

¹⁰ EBU kayıtlarına göre, Türkiye'de ayrıca VHF-I 47-68MHz, ve VHF-V 790-860MHz bantlarının kullanılma olasılığı vardır.

¹¹ Ayrıca, bkz: CCIR Rec.774 VHF/UHF sayısal ses yer-yayınlar, CCIR Rec.789 sayısal ses BSS uydu-yayınlar, EBU doc. tech 3269: *Strategy on DAB*.

sistem DAB gibi ek spektrum gerektirmeden tüketiciye geriye-uyumlu bir şekilde yüksek kalite ses ulaştırabilmektedir. IBOC, halen Almanya'da DAB alternatifi olarak değerlendirilmektedir.

KONVANSİYONEL SİSTEMLERİN SIKIŞTIRILMIŞ SAYISAL YAYINI ÖRNEKLERİ

General Instrument firmasının **DigiCipher** sisteminde 10 adet (512x480Y; 128x240C) TV kanalı sıkıştırılıp çoğullanarak bir adet 24MHz uydu kanalından veya 6MHz kablo kanalından iletilebilmektedir. Sistemde görüntü sıkıştırmada MPEG benzeri şekilde *intra-inter* MC-DCT yöntemi, ses için Dolby AC-2 (CD kalitesinde ses için) yöntemi ve format olarak paket yapısı kullanılmaktadır. Her bir görüntü ile 4 adede kadar mono ses kanalı (veya 2 stereo veya çok dilde ses) ve 3x9600baud+192kbps senkron veri (SCPC için 1x9600) gönderilebilmektedir. Sistem çok güvenilir bir emniyet sistemi içermektedir (DES tabanlı, *VideoCipher*'in gelişmiş tipi; tüketici IRD alıcılar kartlı, *Instant-pay-per-view* mümkün). Uydu ile kullanımda, QPSK ile tek (*SCPC: Single channel per carrier*; 13.5/6.7/4.5Mbps bilgi, 19.5/9.8/6.5Mbps toplam iletim) ve çok taşıyıcılı (*MCPC: Multiple channels per carrier*; 27Mbps bilgi, 39Mbps toplam iletim) yapılar mümkündür. MCPC ile 10 TV kanalı tek taşıyıcı üzerine QPSK ile ve birlikte bindirildiğinden, kanalların toplam bant genişliğini içeriklerine göre dinamik olarak paylaşmaları (*bkz. adaptive resource sharing*) veya işletmeci tarafından farklı kalite seviyelerinde paylaşılırlmaları mümkün olmaktadır. Kablo uygulamalarında 64QAM kullanılmaktadır. Sistem asimetrik donanım ilkesine göre karmaşıklık ve maliyeti kodlayıcı tarafa vererek alıcı karmaşıklığını ve maliyetini en aza indirmeye çalışmaktadır. Daha sonra geliştirilen **DigiCipher-II** ise tam MPEG-2 uyumludur.

TCI (TeleCommunications Inc., kablo-yayın firması) + HBO, uydu üzerinden DigiCipher yöntemi ile DTH yayınlara 1993 sonu başlamayı ve 1/1994'e kadar 1,000,000 abone kaydını beklemektedirler. GI (General Instrument) ve AT&T 1,000,000 adet set üstü kod çözücüleri temin edeceklerdir.

BBC-WSTV bir adet 307° Intelsat 36MHz transponder üzerinden 4 video+16 ses kanal yayın yapmak için DigiCipher yöntemini seçmiştir. Yayının 1993 içinde başlaması beklenmektedir.

Ayrıca, Amerikan PBS kamu TV ağı da eğitim programları dağıtımını için DigiCipher II yöntemini seçmiştir. PBS, bu yöntem ile 5x54MHz Ku-band ve 1x36MHz C-band transponder kullanarak 10,000 noktaya 80 adet eğitim kanalı (TV) dağıtacaktır.

DirecTv: Hughes firması tarafından sayısal uydudan doğrudan-eve (DTH) sıkıştırmalı (David Sarnoff tarafından hazırlanan MPEG benzeri bir yöntemle) ve CD-kalitesi sesli abone (*subscription*) ve program ödemeli (*pay-per-view*) tür hizmet uygulamalı bir servisi \$1,000,000,000 yatırım ile 2 DBS-tipi (120W/trsp) 16şar transponderli uydudan 27 transponder kullanarak başlatmak üzeredir. Yapılacak 150+ kanal yayın için 18" alıcı çanak yeterli olacaktır. Çanak+IRD maliyetinin \$700.- (Thomson) olması beklenmektedir. İlk uydu yaz-94'te hizmete girecektir. Çözücüler CLI tarafından temin edilecektir. (150 adet kanal içinde daha az sayıda filmler 30 dakikada bir tekrarlanacaktır; *bkz. NVOD*).

CLI (Compression Labs Inc) MPEG tabanlı (fakat özel nitelikli) **Spectrum Saver** (1991) adlı DCT esaslı MC sayısal sıkıştırma yöntemi ile 1 adet analog PAL yayın yapabilen bant içinden maksimum 12 kanal yayını mümkündür. Her bir kanal: 1 PAL video + 2x200kbps sayısal ses (Dolby Digital Encoder'dan *ADM: Adaptive Delta Modulation* ile) + 3x19.2kbps veri + 1 adet kontrol kanalından oluşur; bu bileşenlerin hepsi arzu edilen video kalitesine göre FEC (*forward error*

correction) ile 2.9, 3.3 veya 6.6Mbps hızlı tek bir kompozit veri akışı halinde birleştirildikten sonra diğer kanallarla SCPC (taşıyıcı başına tek kanal) yapısında (2.0/2.3/4.6MHz bant genişliği) çoğullamaya girer. Spectrum Saver kanal modülasyonu olarak QPSK kullanılmaktadır. Greenland Telecom ulusal TV ağının dağıtımını için ülkenin çok kuzeyde olması nedeniyle¹² yeterli gürültü performansı elde edebilmek için sıkıştırılmış 6.6Mbps tek devlet kanalı video ve sesin transponder 20MHz bant genişliğinin alt ilk 5MHz kısmını kullanarak performans artışı ve 1/4 bant genişliği ile transponder kira azalması amacıyla, ABD-NTU (National Technological University) ise 1992'den beri 12 eğitim kanalı dağıtımını için, Arjantin ise 4 kanal dağıtımını (18MHz uydu bant genişliği) için Spectrum saver kullanılmaktadır (sisteme ait IRD fiyatı 92 sonunda \$3283). Sistem ileri seviyede şifreleme (*encryption*) özelliklerine sahiptir.

Jerrold's **Digi Cable**: 1994'ten itibaren kablodan 500+ adet kanal sayısal sıkıştırılmalı yayın planlanmaktadır.

Astra 1D ve 1E (SES): 33MHz (şimdiki 26MHz) transponderler ile 1995'ten itibaren 144 kanal sayısal sıkıştırılmalı yayın planlanmıştır. Astra 1D ve 1E'de 18'er transponder bulunacaktır. Astra 1E ve 1F'in tamamen MPEG tabanlı sayısal yayın yapacakları, ve transponder başına 10 kanal yayın yapılabileceğinin tahmin edildiği bildirilmiştir. SES, Astra uydularından PAL+ (!) yayın yapmayı da düşündüklerini açıklamıştır. Ayrıca, Astra sisteminde sayısal her kanal yayını ile beraber onikişer adet stereo sayısal radyo yayını da planlandığı belirtilmiştir. Bu ise 500 TV kanalı ile beraber 6000 ses kanalının da sistemde yer alabileceğini göstermektedir.

NTL-System2000/Scientific Atlanta sistemi MPEG-1 uyumlu olup, Rec.601 görüntü içeren 270Mbps ham veri akışını, 2Mbps (VHS kalitesi), 4Mbps (PAL transmisyon kalitesi), 8Mbps (PAL dağıtım kalitesi), veya 12Mbps (PAL arşiv kalitesi) veri hızına indirerek, bir kablo veya uydu kanalından 16 adede kadar kanal nakline imkan vermektedir. (Yer yayın uygulaması için, *bkz.* Spectre). Avrupa'da ilk ticari ve genel yayın amaçlı sayısal sıkıştırılmış video uygulaması olarak, FilmNet kablo yayın firması, bu sistemi Belçika ve Hollanda'da 3 adet kanalın (4. yedek, hepsi PAL dağıtım kalitesinde) kablo uç (*head-end*) noktalarına iletiminde kullanılmaktadır.

Yine NTL tarafından geliştirilen **Spectre** sistemi ile sıkıştırılmış sayısal yer-yayın yapılabilmektedir. NTL-2000 ve Spectre, aynı sıkıştırma ve çoğullama yöntemlerini kullanmaktadırlar fakat transmisyon için kullanılan kanal modülasyon yöntemleri (kablo/uydu ve yer-yayın transmisyon ortamı niteliklerinin farklı olmalarından dolayı) farklıdır. OFDM yöntemi kullanan Spectre sisteminde işaret yapısı, senkronizasyon, düşük çözünürlüklü resim, ve yüksek çözünürlük eklentileri şeklinde 3 katlı bir hiyerarşik yapı oluşturmaktadır. 13.5Mbps/8MHz denemeleri başarılı olan sistemin daha yüksek kalite HDTV iletimi (veya 2 EDTV veya 6 SDTV) için 27Mbps versiyonu geliştirilmektedir.

Sterne (CCET-Fransa): Systeme de Television en Radiodiffusion Numerique; ITS-93'te [R9] mobil alış demonstrasyonu gayet başarılı olmuştur. MC-DCT esaslı COFDM yöntemi kullanan sistemde 5Mbps için SDTV (ilk etap), 10Mbps için EDTV (ikinci etap), ve 25-30Mbps için HDTV (3. etap yakın gelecekte) kalitesi elde edilmektedir. MUSICAM ses kodlaması kullanılmaktadır.

¹² Konvansiyonel analog FM (C-bandı) ile 11m çanak kullanarak sadece 40-42dB görüntü SNR elde edilebiliyor.

Diamond (Thomson): çok-katmanlı kanal kodlama + hiyerarşik kaynak kodlama + H/V anten polarizasyonu kullanarak 2x34Mbps (herbiri OFDM) kapasite ile 1 HDTV (34Mbps) ve 4 konvansiyonel kanal x 8Mbps iletimi demonstrasyonu ITS-93'te [R9] başarılı olmuştur. Polarizasyon ayrımı, iki 34Mbps akışın birbirine bozucu etki yapmaması için yeterli olmuştur.

Sayısal sıkıştırma yöntemleri, 34 ve 140Mbps ETSI kodekleri (*codec: coder/decoder*) kullanılarak bir süredir zaten PTT'ler tarafından televizyon işaret dağıtımında kullanılmaktadır. Ayrıca, **HiVits** projesi ile 140Mbps hızda DCT tabanlı arşiv kalitesi (*contribution*) HDTV sıkıştırma kodeki tasarımı ve denemeleri başarılı olmuştur.

ABD

1990 yılına kadar bir HDTV planı belirleyemeyen ve bu arenada önemli bir faktör oluşturamayan ABD, son üç yıldaki konuya yaklaşımı nedeni ile mevcut Japon ve Avrupa sistemlerinin geleceklerini gölgelemeye başlamıştır. Olaya farklı bakış açıları nedeniyle, ABD'deki gelişmeler Avrupa ve Japonya tarafından çok yakından izlenmektedir. ABD'de, tam sayısal bir sistem ile HDTV dağıtımının UHF/VHF üzerinden yer-yayın ve kablo ile yapılması planlanmaktadır. Buna karşın, Japonya ve Avrupa, HDTV için gerekli bant genişliklerini göz önünde bulundurarak sistemlerini uydu yayın dağıtımını için geliştirmiş ve yer yayıncılığını dışlamışlardır. Bunun esas nedeni ise, o yıllarda, sayısal sıkıştırma ve sayısal transmision teknolojilerinin yer yayın için yeteri kadar gelişmemiş olmalarıdır. Dolayısıyla, ABD'nin HDTV konusunda geç kalmış olması bugün için kendisine bir avantaj sağlamıştır.

ABD, ulusal HDTV sisteminin yer-yayın (*terrestrial broadcast*) üzerine kurulu sayısal bir HDTV sistemi olacağına karar vermiştir. Tüm beyan ve tutumları bu kararı desteklemektedir. 1998 yılında hizmete girecek ve işler bir sistem için gerekli çalışmalar yoğun bir şekilde yürümektedir. ABD, yeni HDTV standardının mevcut NTSC sistemine uyumlu olması gibi bir şart koşmamakta, fakat izleyici kütlesinin oluşturulabilmesi amacıyla NTSC kanallarından aynı programın paralel yayını (*simulcast*) öngörmektedir. FCC'den alınan bilgilere göre, ABD-HDTV standardına 1994¹³ yılı sonuna doğru karar verilecek, 1997 yılına kadar yayıncılara HDTV için birer kanal (6MHz) tahsisi yapılacak, ve yayıncılar en geç üç yıl içinde düzenli ticari yayın hizmetlerine başlayacaktır. Yasak kanallar (*taboo channels*) kullanılarak halen yayın yapan tüm yayıncılara birer HDTV kanalı tahsisi mümkün görülmekte ve planlanmaktadır. Planlara göre, kararı takip eden 15 yıl içinde paralel yayın yapılan NTSC kanalları (2009 yılına kadar) boşaltılacak ve şimdiki NTSC yayın sistemi tarihe karışacaktır. Bu senaryo ve HDTV aday sistemleri göz önüne alındığında, ABD'de HDTV'ye geçiş, yayıncılar için \$10,000,000,000 kadar bir yatırım gerektirmektedir. HDTV'nin tüketiciye getireceği yük ise \$100,000,000,000 olarak tahmin edilmektedir. FCC yetkilileri, "eskimiş¹⁴ analog teknoloji" üzerine kurulu bir HDTV sisteminin hatalı bir yaklaşım olacağını belirtmektedirler. Fakat, sayısal teknoloji

¹³ Daha önceleri, sistemin Haziran 1993'te belirlenmesi planlanırken, 1993 ilkbaharında yaşanan gelişmeler sonucunda bu tarih bir yıl kadar ileriye atılmıştır.

¹⁴ IBC-92 açılışında, James McKinney (ATSC Chairman, ABD) yaptığı konuşmada, Avrupa tüketici elektroniği sanayi sektörü firmalarını, yatırımlarını kaybetmemek için halkı aldatarak, ve AT komisyonu ve ülke hükümetleri aracılığı ile baskı kurarak, tarihi (eski) teknolojiye dayanan bir sistemi zorla kabul ettirmeye çalışmakla suçlamıştır. Buna karşın, ABD'de böyle bir sanayi sektörü olmadığı için, kendilerinin koruyacak bir yatırımları ve benzeri bir sorunları olmadığını, ve tüketici, yayıncılar ve ülke ekonomileri için seçmeleri gereken en uygun HDTV sisteminin tek aşamada ve doğrudan sayısal olacağını anladıklarını söylemiştir.

üzerine kurulu bir yer-yayın sisteminin tüm teknik sorunları da henüz çözülmüş değildir. ABD'deki film endüstrisi ve mevcut TV yayın çalışmalarının ağırlıklı (70%) 35mm. film kullanmaları nedeniyle, ABD'de Avrupa'daki gibi bir HDTV'ye uygun program kıtlığı sorunu bulunmamaktadır. ABD'de *prime time* TV yapımların %80'inin zaten 35mm film ortamında yapılması, ABD HDTV arşivini haftada ortalama 135 saat zenginleştirmektedir. Ayrıca, 35mm sinema yapımları da arşivi her yıl 800 saat büyütmektedir.

Mevcut bir televizyon istasyonunun, HDTV yayına geçmesinin getireceği dönüşüm yatırımı (yapım stüdyosuz) ortalama \$1,710,700¹⁵ olarak beklenmektedir. Tüketici cihazlarının maliyetleri¹⁶ ve izlemesi beklenen hanelerin toplam hanelere oranı¹⁷ (*HDTV households in percent of total TV households*) olarak: ilk yılında 50" alıcı için \$1800-3000, ve hane oranı 0.02%, 5. yılda 50": \$1200-2100, 25": \$450-900 ve hane oranı 3.37%, 10. yılda ise, 50": \$700-1500, 25": \$250-600 ve hane oranı 25.95%, 15. yılda hane oranı 58.46% olarak beklenmektedir. (Ticari çevreler ise, alıcı maliyetlerinin ilk yıl için \$9000 olmasını öngörmektedirler; ilk fiyat görüşleri farklı olmakla beraber, tüm çevreler fiyatların inmesi hızı konusunda fikir birliği içindedirler).

ABD, kendi sayısal yer-yayın HDTV standardının tüm dünyada kabul edileceğini (gerekli bölgesel değiştirmeler ile) ümit etmektedir, fakat Avrupa bu düşüncüyü reddetmektedir. Avrupa, ABD'nin mevcut sayısal teknolojiyi kullandığını, kendilerinin ise bir sonraki sayısal teknoloji seviyesini hedeflediğini beyan etmektedirler (aynen, ABD'nin HD-MAC için eski analog teknoloji, kendilerinininkinin ise geleceğin sayısal teknolojisi olduğunu söyledikleri gibi). ABD-ATV sisteminin kullanıma hazır olduğu sırada teknolojik olarak demode olma (*obsolete*) olasılığı vardır (bu tehlike, çok hızlı değişen teknoloji ortamında tüm sistemler için geçerlidir¹⁸).

Son yıl içinde, Amerikan yönetiminin ortaya koyduğu *Electronic Superhighway* bilgi teknolojileri entegre haberleşme ağı projesi çerçevesinde, ABD, iletişim alt yapısında önemli bir atılım yapmaya hazırlanmaktadır. Planlanan alt yapı, telefon, bilgi ses, video ve her tür bilgi iletişiminin üzerinden yapılabildiği geniş ölçüde fiber optik ortam kullanan bir telekom ağı içermektedir. Bu ağ tüm iletişimin iki yönde de üzerinden yapılabildiği sayısal bir şebeke olarak, tüm kullanıcı ve kaynak noktalarını birbirine bağlayacaktır. Zaman içinde ağ tamamlandığında, her tür görsel iletişim hizmeti de (televizyon, video telefon, faks, video oyun vs.) bu ağ üzerinden sağlanabilecektir. Planlanan bu ağa uygunluk açısından, mevcut ve yeni tüm iletişim hizmetlerinin sayısallaşması zorunlu olacaktır.

Entegre bilgi altyapısı (*information infrastructure*) kavramının getirdiği tüm bilgisayar, telefon, TV ve diğer teknolojilerin birbiri ile bilgi alışverişinde bulunabilmesi gereği birlikte-çalışabilirlik ilkesi (*interoperability*) ön plana çıkmıştır. Bu ise, Amerikan HDTV sistemi için kare piksel ve geçmesiz tarama (*square pixels and progressive scan*) kullanımını zorunlu hale getirmektedir.

ABD-ATV yarışında, Mayıs 1993 itibarıyla (Büyük İttifak öncesi) HDTV sistemi adayları Notlar-II'deki tabloda yer almaktadır. Bu adaylar arasında, 24-5-93 tarihinde FCC tavsiyesine uyarak bir **Büyük İttifak** (*Grand Alliance: GA*) oluşmuştur. Oluşan ittifakın, üyelerinin aday sistemlerinin en

¹⁵ ATV Systems Recommendation Report

¹⁶ FCC Advisory Committee on ATV Service, Planning Subcommittee WP-5.

¹⁷ Technology Futures Inc.

¹⁸ **TEKNOLOJİ İKİLEMİ:** Mevcut teknolojiyi kullanan var olan sistemden mi yararlanmalı, yoksa bir sonraki daha üstün teknoloji kullanan gelişmiş sistemi mi beklemeli?

iyi kısımlarını birleştirerek tek bir bileşke HDTV sistemini hazırlaması beklenmektedir. TV yayıncıları bu sistemin geçmeli (kırpışma sorunları var; grafiklerde ve hareket halinde kötü performans) taramalı olmasını, bilgisayar sektörü ise sistemin geçmesiz taramalı (daha yüksek dikey çözünürlük ve kolay hareketli görüntü işleme) olmasını istemektedir. İttifak halen geçmesiz ve geçmeli birden fazla formatı içeren bir görüntü yapısı seçmiştir. 34" ve daha büyük ekran ATV alıcılarında geçmesiz tarama zorunlu olacaktır. Büyük İttifakın ilk sistem teklifinin Sonbahar-94'te test edilmesi planlanmıştır. Öncelikle görüntü formatlarını kesinleştirecek GA grupları, 94 yılında kanal modülasyon yöntemini (adaylar: 4VSB, 6VSB, 32QAM) belirleyeceklerdir. Halen MPEG-2 Main-Profile/High-level üzerine kurulu (B-frame kullanarak; bkz. MPEG) ilk teklif taslağında, 3 çözünürlük (720x1280 pix 24/30/60fps geçmesiz, 1080x1920 pix 24/30 geçmesiz ve 60 geçmeli, 1080x1440 pix 60 geçmeli: dikey aktif x yatay aktif olmak üzere) ve 3 resim örnekleme hızı (24, 30, 60Hz) yer almaktadır. 60Hz geçmeli formatın geçiş döneminde kullanılması ve mümkün olan en kısa dönemde geçmeli formatın terk edilmesi önerilmektedir. Üretilen tüm ATV alıcıların, geçmeli ve geçmesiz tüm format ATV yayınlarını alabilip, aldığı formatı kendi gösterim formatına (örneğin: ucuz bir alıcı sadece geçmeli tarama görüntü imkanına sahip olabilir) gerekli işleme ve dönüşümleri yaparak çevirebilip gösterebilmesi zorunlu kılınmıştır (yani, sistemde alıcılar bazında formatta ölçeklenebilirlik: *scalability* gerekli sayılmıştır). ATV'de ses için Dolby AC-3 [R2] (5 kanal *surround sound*) ses kodlaması seçilmiştir.

ABD, ATV işaret formatının MPEG-2 Next profilinde yer almasına gayret etmektedir. (Bu sağlandığı takdirde, ABD standardı K. Amerika'ya sınırlı kalsa dahi, ATV alıcılar büyük (milyonlarca) adetlerde üretilecek ve dolayısıyla çok daha ucuz olacak MPEG-2 yongalarını kullanabileceklerdir.

ABD-ATV için sistem kriterleri halen: 6MHz/kanal bant genişliği içinde 18-20Mbps efektif veri hızı, optimum resim kalitesi/veri hızı/spektral verim seçimi, düşük BER (1s kesinti için 10^{-9} BER), kanal bozukluklarından (*multipath* ve sair dağılmış etkileşim gibi) en az etkilenme¹⁹, ve uzunca bir dönem ATV ve NTSC yayınların birlikteliği göz önüne alınarak:

- a- mevcut NTSC yayınlardan en az etkilenme (*NTSC to ATV interference*),
- b- mevcut NTSC yayınlara en az etki (*ATV to NTSC interference*) istenmektedir.

Çeşitli yayınlar arası etkileşim göz önüne alındığında, ATV alıcılarda, çift frekans değiştirmeli (*double conversion*) yapının kaçınılmaz olduğu aşikardır. ABD'deki yayın felsefesi, ülkenin coğrafi özellikleri ve şehirleşme yapısı dolayısıyla yüksek güçlü merkezi vericiler üzerine kuruludur. Halen, NTSC yayınlar tüm ABD'de yaklaşık 1500 yüksek güçlü verici (40% VHF, 12 kanal; 60% UHF, 55 kanal) ile yapılmaktadır (buna karşın Avrupa'da sadece UHF'de 40,000 kadar verici kullanılmaktadır). Bu nedenlerle, ABD, SFN yapılar ve COFDM yöntemine Avrupa kadar ilgi göstermemektedir.

İttifakın oluşumundan kısa süre sonra (ITS-93 [R9]) Wiley (Chairman FCC-ACATS) Avrupa'yı da içine alacak bir Çok Büyük İttifak (*Très-Grand Alliance*) çağrısında bulunmuştur.

168 milyon TV alıcısı bulunmakta olan ABD'de, 1991 yılında tüketicinin sinemalara harcadığı miktarın \$5,000,000,000, ve evde-sinema (video-kaset ve *pay-per-view*) için harcadığı miktarın \$14,000,000,000 olması ve bu miktarların da her yıl önemli miktarda artmasının beklentisi, ülke içinde

¹⁹ ABD ve Avrupa kaynaklı sayısal/analog etkileşim tabloları karşılaştırıldığında, benzer şartlar için önemli farklar görülmektedir. Bunun nedeni, iki taraf arasındaki kullanılan kriter farklılığıdır. Çoğunlukla, ABD, ATV → NTSC için CCIR 3 grade kalite kullanırken, Avrupa ATV → PAL için 4.5 kalite kullanmaktadır.

bu sektörü çok çekici hale getirmiştir. Büyük telefon ve kablo-yayın şirketleri²⁰, bu pazardan pay almak üzere stratejik birleşmeler ile VOD ve Nvod yayın servisleri başlatmayı planlamaktadırlar.

Silicon Graphics Inc (SGI), Time-Warner ve Nintendo (oyun firması, \$5,000,000,000 yıllık küresel ciro, ABD'de evlerin %40'ına girmiş durumda), Florida-ABD'de Orlando-FSN (*Full Service Network*) adlı bir deneysel sayısal interaktif ağ projesi ile tüketici eğilimleri ve talepleri, sistem beklentileri, işletme problemleri gibi unsurları belirlemeye çalışmaktadırlar. Nisan 1994'te hizmete girmesi beklenen deneysel sistemde, fiber kablo üzerinden evlere (başlangıçta yaklaşık 500 ev, tüm proje 4,000 ev) telebilgisayarlara²¹ etkileşimli 45Mbps bağlantı yapılan sistemde, sayısal sıkıştırımlı VHS kalitesinde görsel programlar izleyicinin arzuladığı anda seyredilebilecektir (VOD, yani gerçek etkileşimli, beklemez). Sistemde belli bir anda, yaklaşık 800 abone aynı bir programı farklı zamanlarda izleyebilme olanağına sahiptir (örneğin: 1 saat süreli bir programın, her abonece 4.5 saniye aralıklarla izlenmeye başlaması gibi). FSN üzerinden, kablo-TV, telefon, eğlence, alış-veriş ve eğitim hizmetleri verilecektir.

Bu arada, *home-entertainment* piyasasının cazibesi ile bazı firmalar birleşerek yeni tür ürünler çıkarmışlardır. Matsushita/AT&T/Time-Warner/Electronic Arts grubunun 3DO multimedya ürünü CD-ROM'dan yüksek kalite etkileşimli oyunlar ve tam hareketli (*full-motion*) MPEG video olanağını oldukça ekonomik bir seviyede (ABD: \$650 mertebesinde) sunmaktadır.

Çok-kanallı ve etkileşimli yayın hizmetlerinin sorunlarını ve tüketici beklentilerini belirlemek üzere, Kuzey California'da Castro Valley'de herbirinin değeri yaklaşık \$4000 olan ve herbiri 3xMPEG ve 1xJPEG kod çözücü içeren 1000 adet set-üstü abone kutusunun abonelere dağıtıldığı 1000 ev/18 aylık bir deneme yapılmaktadır (Viacom, AT&T).

Teknik ayrıntıları hakkında fazla bilgi edinilememekle beraber, AT&T Paradyne firması tarafından ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) yöntemi²² ile evlere döşeli adi telefon kablosu (*twisted pair line*) üzerinden normal telefon hizmetlerini aksatmadan 1.5Mbps VHS kalitesi sayısal video gönderen etkileşimli VOD hizmetleri (telekom sektöründe: *video dialtone* hizmetleri) başlamak üzeredir. Bell Atlantic firması tarafından Virginia'da 400 evlik etkileşimli 1.544Mbps ADSL yöntemi kullanan deneme projesi hizmete girmek üzeredir. Gerekli set-üstü çözücüler CLI firması tarafından yapılmaktadır. ADSL için video 1-6Mbps hıza sıkıştırılmaktadır. Yöntem ile sıkıştırılan video ve ses, 3-4km uzaklığa²³ iletilebilmektedir. MPEG sayısal video, DMT (*Discrete Multi-Tone*) kanal modülasyon yöntemi ile eski telefon hizmetleri (*POT: Plain Old Telephone service*) bandı yukarısında gönderilmektedir. DMT ile, video işaret çok-taşıyıcıya (tipik 256 adet) bölünmekte, ve sistem hat şartlarını devamlı izleyerek enterferans ve bozulma olan akışları diğer taşıyıcılara aktarmaktadır. ANSI T1E1.4 ADSL standardı taslağında boş kalan 10kbps-384kbps aralığı ise aboneden gönderilecek ters yön akışa kullanılabilir. Bu aralıkta, aboneden düşük kalite video ve VOD kontrol işaretleri (örneğin: başla, dur, geri, ileri, program seç vb. gibi) gönderilmesi beklenmektedir. ADSL

²⁰ TeleCom. Inc. ve Bell-Atlantic, Time-Warner ve US-West gibi.

²¹ *telecomputer*, evlere konulacak ara-donanım: 100MIPS/100MFlops güçlü; genel amaçlı 2 ve 3D grafik işlem + kod çözücü + kodlayıcı içermekte; yakın gelecekte maliyetin \$250 mertebesine inmesi beklenmektedir; set üstü bu cihaz bir SGI Indy bilgisayar + Scientific Atlanta kablo konvertör kutusu + renkli yazıcı eşdeğeridir.

²² Bell Labs, Stanford Üniversitesi ve British Telecom (BT) Research Labs tarafından geliştirilmiştir.

²³ ≈5km'ye kadar 2Mbps, ≈3km'ye kadar 6Mbps telefon hatları üzerinden gönderilebilmektedir.

demonstrasyonlarında izlenen kalite, sistem özelliklerine tamamen uygundur. Kanımca, son yılların en ciddi gelişmelerinden biri sayılabilecek ADSL, mevcut telefon hatlarını kullanabilmesi açısından büyük potansiyele sahiptir.

AVRUPA

EU95: Avrupa HDTV Projesi

Avrupa, EU95 HDTV projesi kapsamı içinde geçtiğimiz yıllarda çok önemli adımlar atmış ve HD-MAC²⁴ (1250/50/16:9/2:1) sistemini belirleyerek, üretim ve pazarlama hedeflerini 1995 yılı olarak ilan etmişlerdir. Fakat, geçtiğimiz yıllar içinde yaşanan gelişmeler sonucunda, Avrupa HDTV sistemi HD-MAC'a karşı doğan çeşitli tepki ve eleştiriler sonucunda sistemin geleceği belirsizdir. Avrupa içinde bile ilgili çevrelerde oluşmuş genel kanı HD-MAC'ın artık hiçbir şansı kalmadığı şeklindedir.

Bilindiği gibi EU95, Japonların ekonomik tehdidinden kıvılcımlanarak, 1986 yılında tüketici elektroniği sektöründe en başta gelen Avrupa firmaları önderliği ve hükümetleri desteğinde, AT ülkelerine sınırlı kalmayan bir proje organizasyonu şeklinde ortaya çıkmış, ve geçen yıllar boyunca önemli teknolojik aşamalar kaydedilmiştir. 1986'da başlayan EU95'in birinci dönemi 1990 yılı içinde sona ermiş olup, ikinci dönem (1990-1992) başlamıştır. On proje grubu halinde çalışmalarına başlamış olan projede grup sayısı 1990 yazında onikiye çıkmıştır. Proje gruplarının görev dağılımları 1. ve 2. dönemler içinde ele alındığında, temel araştırma ve standardizasyon faaliyetlerinin bir çok grup için birinci dönemde çoğunlukla tamamlandığını, ikinci dönemde ise geliştirme, üretim ve prodüksiyon faaliyetlerinin (*commercialization*) yer aldığını görmekteyiz. 1986-1992 döneminde araştırma-geliştirmeye harcanan parasal miktar 625,000,000ECU ve harcanan emek 5000 kişi-yıl mertebesindedir. EU-95: 12 adet proje grubu, bir adet değişimleri değerlendirme grubu (CECO) ve bir adet *Chain Group*'tan oluşmuştur. II. dönemde kurulan ve EU-95 dışında fakat kardeş bir oluşum olan Vision-1250 ile EU-95 HDTV sisteminin kabulünün ve kullanımının yaygınlaştırılmasına çalışılmaktadır. Bu yapı ile ilgili ayrıntılar bilgiler için bkz. Notlar-III.

HD-MAC'ta ses, veri ve DATV (*Digitally Assisted TV*) bilgileri normal MAC sistemi gibi *duobinary* kodlu PCM yapı ile, video ise PAM (256-PAM) tekniği ile gönderilmektedir. Şimdiye kadar çeşitli uydulardan toplam 2000 saat başarılı HD-MAC uydu yayını gerçekleştirilmiştir. Yapılan yayınların değerlendirilmesi sonucunda, 1993 yılı içinde HD-MAC algoritmasında, D2-MAC alıcılarda izlenen HD-MAC programın iyileştirilmesi için bazı düzeltme ve geliştirmeler yapılmıştır. Bunlar başlıca [R7-8/93]: *Motion Compensating Compatibility Improvement* (MCCI+) ile hareket tutukluklarının iyileştirilmesi, *Temporal Compatibility Improvement* (TCI+) ile resimdeki 12.5Hz hareketli noktaların (*dot crawl*) azaltılması, yatay renk geçişlerindeki 25Hz kırışmanın (*twitter*) azaltılması, ve DATV bilgileri RLL kodlayarak teletext/veri için dikey karartma süresinde ek yer açılmasıdır. Bu değişiklikleri de içeren son hali ile HD-MAC algoritması ETSI'ye standardizasyon için sunulmuştur.

1988 yılında bir kamyonet dolduran HD-MAC alıcı donanımı, ITS-93'te [R9] bir set üstü üniteye sığacak büyüklükte tek bir baskılı devreye indirgenmiştir. Yeni olarak, multi-MAC opsiyonu, yani PAL kalitesinde fakat geniş ekran 4 adet D2-MAC işaretin çoğullanarak tek bir HD-MAC işaretmiş gibi bir uydu kanalından yayınlanması (teletext 4 kanala ortak ve tek), ve bu işaretin bir HD-MAC alıcıda aynı anda 4 resim olarak izlenebilmesi, veya seçilen birinin tüm HDTV ekranına

²⁴ HD-MAC: **H**igh-**D**efinition **M**ultiplexed **A**nalog **C**omponents.

büyütülmesi veya, bir D2-MAC alıcı ile seçilen birinin izlenmesi ITS-93'te [R9] gösterilmiştir. HD-MAC'ın geri uyumluluk (*downward compatibility*) problemi de artık çözülmüş ve uydudan alınan HD-MAC işaret bir D2-MAC alıcıda (PAL eşdeğeri kalitede) izlenebilmektedir. Başlangıçta BSS uydular için tasarlanan HD-MAC sistemi yeni geliştirilen **E7E** geliştirilmiş ön-ağırlaştırma (*enhanced pre-emphasis*) tekniği ile artık FSS uydulardan da PAL/SECAM C/N şartlarında 60cm çanak antenler ile yeterli seviyede²⁵ alınabilmektedir. E7E ağırlaştırması kablo sistemlerinde de kullanıldığında gürültü performansını iyileştirdiğinden artık HD-MAC'ın bir parçası olarak kabul edilmektedir.

Halen 8 adet orta kalite ses kanalı taşıyan HD-MAC'ın, MUSICAM kodlama kullanılması halinde 15 adet yüksek kalite (CD) ses taşıyabileceği söylenmektedir.

II. dönemde, EU95 organizasyonu, büyük bir gayret ile 1992 Olimpiyatları ve Dünya Fuarı'nın HDTV çekimleri ve yayını için hazırlanmış ve bu ilk büyük çaptaki denemelerini başarı ile sonuçlandırabilmişlerdir. Bu gayretler sonunda, Olimpiyatlar sırasında hazır olan toplam HD-MAC alıcı tabanı bin adet mertebesindedir. Japonya gibi yüksek fiyat²⁶ düzeyinden dolayı, Avrupa'da da 1995 öncesi alıcı tabanının bir kaç bin adedin üzerinde olmayacağı düşünülebilir. Fakat, Avrupa, HDTV evlere girmeden önce bir geçiş dönemi planı ile, önce MAC paket formatlı (4:3) alıcılar (planlanan tarih: 1988), daha sonra 16:9 oranlı MAC alıcılar (planlanan tarih: 1991), ve en son HDTV kalitesinde alıcıların (1994/95) pazarda yer alacağı bir uyumlu ve evrimsel standart olan HD-MAC'ı geliştirmiştir. Klasik televizyonu olanlar için uyumluluk, cihazın arkasında 21-pin SCART veya *Eurosocket* denilen bir konnektör üzerinden sağlanmaktadır. Bu tür cihazı olanlar, evrim geçiren yayının her safhasını izleyebilecekler, fakat, cihazlarından elde edecekleri ses ve görüntü kalitesi klasik PAL ile elde ettiklerinden çok daha iyi olmayacaktır. Daha iyi bir görüntü ve ses kalitesi arzulayanların ise, daha üst düzey bir alıcı satın almaları gerekecektir.

Avrupa'nın HD-MAC sisteminin uyumluluk iddiası, HD-MAC yayınları başladığında var olan alıcı tabanının ağırlıklı olarak MAC (D2-MAC) alıcılardan oluşacağı varsayımı üzerine inşa edilmiştir. Fakat geçen yıllarda çeşitli nedenlerle MAC tabanı²⁷ oluşturulamamıştır. Halen, uydulardan yapılan 4:3 ve 16:9 D2-MAC yayınları olmakla beraber, yayın saatleri çok sınırlıdır. D2-MAC kod çözücüler ve kod çözücülü TV alıcıları piyasaya geçtiğimiz yıllar içinde sınırlı adetler ve yüksek fiyatlarla sürülebilmektedir. Bu durumda, HD-MAC için tezgahlanan ve ilan edilen evrim sürecinin ilk basamağı eksik kalmış ve HD-MAC'ın geleceği konusundaki ilk risk ve şüpheler doğmuştur. Bu nedenle, 1992 yılı içinde, bu eksiği kapamak üzere ilgili firmalar ve AT Komisyonu tarafından MAC'ı yaymak ve kabul ettirmek konusunda büyük gayretler gösterilmiş, fakat bu gayretler yeterince başarılı olamamış ve yeni *MAC Directive* (bkz. Notlar-IV) çok yumuşak kalmıştır. Buna rağmen, ilgili çevrelerce MAC'ı yayma gayretleri hala devam etmektedir. AT Komisyonu tarafından, MAC Direktifinin uygulanmasını teminen hazırlanan bir *Memorandum of Understanding* (MoU) 15/6/1992 tarihinde kesinleştirilerek imzaya açılmıştır. MoU'ü imzalayan kablo ve uydu işletmecilerinin MAC Direktifine uygun dağıtım ortamını sağlamaları, yayıncıların yayın servis projeleri hazırlamaları, program yapımcılarının 16:9 formatta programlar hazırlamaya çalışmaları, tüketici elektroniği sektörü firmalarının da gerekli 16:9

²⁵ gökyüzü açık iken CCIR 4.5 kalite için gerekli C/N ve çanak anten çapları: BSS 13.5MHz/V ile 20db C/N 60cm, 16MHz/V darbant FSS 18.5dB C/N ve 80cm, 22MHz/V genişbant FSS 14.5dB. C/N ve 70cm .

²⁶ Örneğin: 7/92 itibarıyla Thomson 625/16:9 D2-MAC alıcılar 32" ≈£2000, 28" ≈£1500; HDTV 1250/16:9 projeksiyonlu ≈£5500. 10/93 itibarıyla 625/16:9 TV alıcı maliyetleri 3000DM seviyesine kadar inmiştir.

²⁷ Halen, Avrupa'da yaklaşık 120 milyon hane yer-yayın ve/veya kablo üzerinden PAL/SECAM yayınları takip etmektedir. Uydudan PAL/SECAM yayınlar için bu adet ≈2 milyon hane (ve yılda % 1-1.5 artış), uydudan MAC yayınlar için ise bu adet ≈100,000 hane mertebesinde olup bu miktar artış eğilimi göstermemektedir.

alıcıları piyasaya sürmeye çalışmaları istenmiştir.

HD-MAC sisteminin yayın hizmetlerinin başlayabilmesi için gereken program malzemesinin, gerek mevcut miktarının, ve gerekse program yapım imkanlarının Avrupa içinde yetersiz seviyede olmaları, ve ayrıca bu miktar ve imkanların yeterli seviyeye çıkarılabilmesi için gerekli yatırımın çeşitli finansman sorunlarının varlığı, Avrupa'nın kendine özgü bir sistemi başlatabilmesine diğer engellerdir. Bu nedenle, MoU'den bir sonraki adım olarak, bir **Action Plan** ile 16:9 format program arşivini zenginleştirmek, 16:9 kablo servislerini arttırmak, ve 16:9 MAC ve HD-MAC yayın servislerini kritik kütle düzeyine çıkarmak amaçlanmıştır. AT Komisyonu bu şekilde, 1995'e kadar HD-MAC'a hazır bir taban oluşturulabileceğine inanmaktadır. Fakat son hali ile *Action Plan*, belli bir standarda veya transmisyon ortamına bağlı olmaksızın geniş ekran(16:9) SDTV ve HDTV yapımlarını teşvik etmek ve arttırmak için bir AT teşvik programı haline indirgenmiştir: Yapım (production) ve transmisyon unsurları planda ayrıştırılmıştır (yani MAC ve HD-MAC'a atıflar plandan çıkarılmıştır). 850M ECU ile başlayan tasarı, önce 500M (15-12-92), daha sonra 285M ECU/3.5 yıl (10-5-93) ve sonunda 22-7-1993 tarihinde 228M ECU/4 yıla inerek kabul edilmiştir. Son hali ile, alınan teşviğin % 100 oranda iç veya sair özel kaynaklardan desteklenmesi zorunludur. Canlı yayınlar desteklenmemektedir. Yayıncılar, MAC veya PAL+ kullanabilir. Destek almaya hak kazanmak için yılda minimum 50 saat geniş ekran yayın yapmak zorunludur. Destek miktarları, müracaat sahibinin 16:9 yayın saatlerine göre belirlenecektir. Planın gecikmesi ve mali portresinin çok aza indirilmiş olması, MAC Direktifinin etkinliğini önemli ölçüde sarsmıştır. AT hükümeti, 15-11-1993 tarihinde son MAC Direktifini yürürlükten kaldırmış, ve onun yerini almak üzere yeni TV yayıncılığı oluşumunu düzenleme direktifi (*Directive on the use of standards for the transmission of television signals*) taslağını hazırlama çalışmalarına başlamıştır.

Avrupa içinde HD-MAC'a karşı doğan şüpheler ve tepkiler ABD'deki gelişmeler nedeni ile artarak bu sistemin kabulü şansını yok etmiştir. Bunun başlıca nedeni, ABD'nin HD-MAC'a nazaran bir sonraki teknoloji basamağı üzerine kurulu tam sayısal bir sistemi çok kısa vadede hizmete sokmayı planlamasının ve bu sistemin yer-yayın ağırlıklı olmasının getirdiği teknik, ve sosyo-ekonomik unsurlardır.

HD-MAC'ın analog yayın teknolojisi üzerine kurulu olmasından kaynaklanan başarısızlığı nedeniyle, Avrupa tüketici elektroniği sektörü tarafından çeşitli sayısal TV ve HDTV yayın çalışmaları başlatılmış veya geleceğe yönelik yürütülmekte olan böyle projelere hız verilmiştir. Halen birçok ülke ve gruplar tarafından çeşitli sayısal TV, HDTV ve video sistem ve dağıtım proje çalışmaları yürütülmektedir. (bkz. bir sonraki bölüm ve Notlar-V).

Eureka 95 projesi kapsamında Avrupa tüketici elektroniği sanayi geçtiğimiz beş yıl içinde HD-MAC sistemine çok büyük yatırım yapmış bulunmaktadır. Gelinek noktada, HD-MAC'tan vaz geçmek artık çok güç fakat kaçınılmazdır. Bu arada, ABD, Avrupa'nın hatalarından öğrenmiştir. HD-MAC'ın başarısız olması, Avrupa tüketici elektroniği sanayinin ciddi bir sarsıntı geçirmesine neden olmak üzeredir. Ekonomik açıdan stratejik bu sektördeki böyle bir sarsıntının etkileri sadece televizyon sektörü ile sınırlı kalmayıp, önümüzdeki yıllarda Avrupa'nın ekonomik durumunu da etkileyecektir. İlgili ülkelerin resmi bünyelerinin ve söz konusu sektörün firmalarının bu sıkıntılardan kurtulmak için ellerinden geleni yapmaları gerekli ve doğaldır. HD-MAC'ın gelişimi süresince getirdiği çeşitli teknolojik yenilikler olmuş, ve sonunda halen çalışır durumda, başlangıç amaçlarını arzulan bir seviyede sağlayan, ve kalite olarak Japon sisteminden geri kalmayan teknik olarak başarılı sayılabilecek bir sistem ortaya konulmuştur. Fakat başlangıç amaçlarındaki bazı hatalardan ve yapılan bazı yanlış varsayımlardan dolayı HD-MAC'ın planlanan takvim çerçevesinde makro ölçüde devreye girememesi nedeniyle, ve bu gecikme ile birlikte ABD'deki yeni gelişmeler ışığında HD-MAC'ın bir sistem olarak gelecekte var olup olamayacağı çok şüphelidir. Bu andan sonra artık HD-MAC kervanına yeni

katılımlar beklenmemesi gerekir. Teknolojik açıdan başarısız sayılmayacak bu sistemin ne olacağını zaman gösterecektir. HD-MAC olmasa da bir HDTV sisteminin bir gün evlerimize gireceği kesindir. Avrupa'daki bu geçici karışıklık dönemi sırasında bize düşen, durumu yakından izlemek ve bu süre içinde önümüze çıkan fırsat ve tehlikeleri en uygun şekilde değerlendirmek olacaktır.

Diğer Projeler ve Haberler

VADIS (EU-625): 1991'de kurulmuştur. 35 kuruluş/14 ülke tarafından yürütülmektedir. Sayısal video sıkıştırma yöntemini HDTV'yi de içine alacak şekilde genişletmektedir. Çok-katmanlı (*multilayer*) sıkıştırma yöntemi standart TV ve HDTV resim verebilmektedir. Yaklaşık 50x sıkıştırma ile orijinal kaliteden farkedilemeyecek kalite kaybı ile: 216Mbps Rec.601 kaynaktan standart TV seviyesinde 4-8Mbps, ve 1152Mbps HDTV kaynaktan 12-25Mbps sıkıştırılmış işaret elde edilmektedir. 625 ve 1250 satır mevcut formatları olduğu halleriyle kullanabilecektir. Uydu/yer-yayın/kablo uygulamaları için tasarlanmaktadır. Tek yonga VLSI kod çözücü amaçlanmaktadır;

Race-II HD-SAT projesi ile geliştirilmekte olan, 21GHz bandında (WARC-92'de 1-4-97 sonrası W-HDTV için tahsis edilen bant) sayısal HDTV uydu yayın sistemine ait ilk deneme Şubat 1993'te yapılmış ve Olympus üzerinden 21GHz bandından 70Mbps sayısal sıkıştırılmış HDTV yayını 2.5m anten ile çok üstün kalitede alınmıştır. Deneme, 90cm anten ile kaliteli alışı yapılabileceğini göstermiştir.

Avrupa'nın Büyük İttifakı olan **DVB (Digital Video Broadcasting) Grubu** 10 Eylül 1993'te kurulmuştur. Halen Panasonic firmasının da aralarında olduğu 114 kuruluşun imzaladıkları bir MoU ile destekledikleri grupta 3 çalışma grubu vardır:

- 1- Uydu/kablo ticari,
- 2- Yer-yayın ticari,
- 3- Teknik.

İlk iş olarak, sayısal uydu TV yayını standart taslağı 93 yılı içinde tamamlanıp ETSI'ye (*European Telecommunications Standards Institute*) sunuldu. Bu taslak²⁸, mümkün olan en geniş şekilde MPEG-2'yi içermektedir. Kaynak kodlaması tamamen MPEG-2 uyumlu iken, çoğullama yapısı MPEG-2+, kanal kodlaması ve modülasyon ise uygulamaya (ülkelere göre bant genişliği ve bantlar farklı) göredir. Sayısal yer-yayın standardı taslağı ise 1995 yılına kadar tamamlanacaktır. Avrupa'da sayısal uydu yayınlara 1995 yılında, sayısal kablo yayınlara hemen akabinde, ve sayısal yer yayınlara 1997'de başlanması düşünülmektedir.

1992 yazında ilk defa IBC'de tanıtılan **HD-Divine** sistemi 650Mbps HD video işareti (Y:54MHz/8bit, C:2x13.5MHz/8 bit) DCT, MC-DPCM (*inter-frame*), Huffman VLC kullanarak 24Mbps hıza sıkıştırmaktadır. Bu miktara 4x128kbps ses için eklenmektedir. Herbiri 16QAM 448'i aktif 512 taşıyıcılı (15.625kHz aralıklı = 64µs sembol süreli) +2µs koruma süreli (208,224) Reed-Solomon hata düzeltme yöntemi OFDM tekniği ile net 25Mbps akış toplam 27Mbps ve 8MHz bant genişliği içinde iletilebilmektedir.

PAL+, 16:9 bakış oranlı, tam PAL uyumlu ve yer-yayın ile MAC kalitesini tüketiciye ulaştırabilecek bir geçiş dönemi sistemidir. Sistemin ayrıntıları IBC-92'de açıklanmış, ve çalışan bir prototip sistem gösterilmiştir. PAL+ grubu 1989'da kurulmuştur. Grup, ARD, ZDF, IRT, BBC vb. yayın kuruluşları ile Phillips, Thomson, Grundig, Nokia, Sony gibi tüketici elektroniği firmalarından oluşmaktadır. Sony, PAL+ grubuna sonbahar 93'te katılmıştır (IFA'da ilan edildi). PAL+, geniş-ekran

²⁸ Taslakta, 1 adet uydu kanalından, 5 adet 16:9 sayısal sıkıştırılmış yayın öngörülmektedir.

uydu yayın amaçlı planlanan D2-MAC'a, yer-yayın alternatifi olarak düşünülmüştür (2. MAC Direktifinde, uydudan geniş ekran yayınlarda D2-MAC kullanımını zorunlu idi). Fakat, artık D2-MAC zorunluluğu kalmadığına göre, PAL+ olgusunun gerekliliğinin yeniden değerlendirilmesi gerekir. PAL+ yayınlarının 1995'te hizmete girmesi planlanmaktadır. Aynı zaman döneminde, uydulardan önemli miktarda sayısal yayın kanalı da devreye gireceği için, PAL+ hizmetlerinin yayıncılar ve seyirciler tarafından yeterli ilgiyi görüp görmeyeceği merakla beklenmektedir. PAL+ sistemi konvansiyonel PAL 4:3 alıcılar ile %100 uyumlu bir geniş-ekran yayın sistemidir. 16:9 PAL+ görüntüsü, normal PAL alıcılarda hiçbir ayar veya değişiklik yapmaksızın ve mevcut anten düzeni ile, altında ve üstünde siyah bantlar olan 432 satırlık (*letterbox format*; aynen sinemaskop filmler oynatıldığında olduğu gibi) bir 16:9 görüntü olarak izlenebilir. Bu nispeten düşük çözünürlüklü (4:3 için) ve altında/üstünde bantlar bulunan PAL görüntü PAL+ grubu tarafları arasında uzun tartışmalara neden olmuştur. Almanya'da *letterbox* format sinemaskop film yayını yaygın olduğundan, yayıncılar ve seyirciler zaten formata alışık olup uyumluluğun getirdiği bu sorunu hoş karşılarken, İngiltere'de (*letterbox* kullanımı çok az olduğundan herhalde) aynı kesimlerde sert tepkilere yol açmıştır. Reklamcıların, bu formatı sevip sevmeyecekleri merakla beklenmektedir. PAL+ donanımı maliyetleri: kodlayıcı için 370,000DM, kod çözücü için ise TV alıcısına ek maliyet olarak 300DM olarak beklenmektedir.

HHI: ITS-93'te [R9] 8192 aboneye optik FDM kullanarak, 100 TV kanalını optik fiber üzerinden (9GHz aralıklı optik taşıyıcılar, 140Mbps video ile FSK) ulaştırabilen bir dağıtım sistemi prototipinin demonstrasyonunu yapmıştır. Abone alıcılarında kanal seçme, frekans dönüştürmeli optik karıştırmalı tip olup, LO olarak akortlanabilir laser kullanılmaktadır. Mevcut alıcı duyarlılığı pasif optik ağdaki abone adedini 8192'ye sınırlamaktadır.

İngiltere'de British Telecom (BT), ADSL yöntemi ile mevcut abone telefon hatlarını kullanarak VOD hizmetlerine başlamayı planlamaktadır. BT'a göre, hizmetin tutulması ve video-kaset sektörü ile rekabet edebilmesi için, sistemde 1,000 adet veya daha fazla program sunulması gerekli görülmektedir. Bu ise, çok büyük bir *video-server* yatırımı gerektirmektedir.

Özel Sorunlar

Mevcut vericileri kullanarak Avrupa'da sayısal TV yayınına geçmek, teknik ve politik olarak çözülmesi çok güç bir problem olarak görülmektedir. Bu problemin ana nedenleri:

- 1- Sayısal yayınların kendi aralarındaki, ve sayısal-analog yayınlar arasındaki iki yönlü enterferans özelliklerinin analog-analog enterferanstan çok farklı olması, ve
- 2- Sayısal işaretin alışı bölgesi içindeki bozulma karakteristiğinin ve dolayısıyla analog yayın ile aynı çıkış gücü için bölge alışı kalite konturlarının, analog yayın için olanlardan çok farklı olmalarıdır.

Avrupa gibi ufak ve çok adet ülkenin komşu olduğu coğrafik yapıda, enterferans ve alışı bölgesi konularında aşılması güç çeşitli teknik ve politik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Konvansiyonel analog yayın ortamından aynı anda tüm kıtada sayısala geçilmesi halinde sorunlar önemli ölçüde kendiliğinden giderilmektedir, fakat böyle bir geçiş mümkün değildir.

Avrupa'da sayısal yer-yayın hizmetlerine bir gerek olup olmadığı ciddi bir tartışma konusudur. Sayısal yer-yayın sorunları, Avrupa'nın jeopolitik yapısı, uydu yayıncılığının çok daha problemsiz bir şekilde geniş bölgeleri/ülkeleri kapsayabilmesi, ve gerekli tüketici yatırımının her iki haldede benzer mertebelerde olması gibi unsurlar göz önüne alındığında, sayısal yer yayın hizmetlerinin Avrupa'da başlaması biraz şüphelidir. Mevcut PAL/SECAM hizmetlerinin yer yayın dağıtımında Avrupa kıtası içinde UHF kanal başına ortalama 1000 adet verici düşmektedir, ve tahsis edilebilecek boş kanal

bulmak çok güçtür. Sayısal transmisyona tamamen geçildiğinde sorunlar önemli ölçüde giderilecek olmakla beraber, o güne kadar sayısal ve PAL/SECAM yayınların birlikteliğinin nasıl sağlanabileceği düşündürücüdür.

Avrupa'da 1992 itibarıyla kablo aboneleri olarak 30.7 milyon hane, DTH ve SMATV kullanıcısı olarak 12.2 milyon hane mevcuttur. Kablo kullanımını artmazken, uydu alışı kullanımını hızla arttırma eğilimi göstermektedir.

Halen Avrupa'nın içinde bulunduğu ekonomik sıkıntılar nedeni ile mevcut yayın servislerinin bile hizmetlerini sürdürmekte güçlük çektikleri, bu nedenle yeni servislerin bir ek getiri vadetmedikleri takdirde başlamalarının güç olduğu, ve ayrıca yer-yayın servisleri için tüm Avrupa'da boş kanal kalmadığı ifade edilmektedir (EBU-G.W.).

Avrupa, ABD'deki GA gelişmelerini dikkatle ve yakından izlenmektedir. GA'ın, yakın dönemde iç anlaşmazlıklar nedeni ile çökmesi halinde Avrupa'ya hiç bir etkisi olmayacağı, fakat başarılı olduğu takdirde ABD'yi de aşan bir güç ve ivme kazanarak Avrupa için ciddi bir ekonomik baskı unsuru oluşturabileceği düşünülmektedir.

JAPONYA

Japonlar halen ileri televizyon teknolojilerinde görünürde en ileri noktada olup, HDTV sistemlerini belirlemiş, HDTV'nin üretim ve pazarlama noktasına gelmiş, ve Haziran 1989'da günde bir saat olarak başladıkları MUSE²⁹ yöntemi ile kodlanmış *HiVision* HDTV yayını, 25 Kasım 1991'den (11/25 !) beri uydudan günde sekiz saat olarak devam etmektedir. Yayın saatlerinin arttırılmasına çalışılmaktadır. Fakat, Japonya'daki toplam HDTV alıcı sayısı bir kaç bin adet³⁰ mertebesindedir. Devamlı azalmakla beraber, halen HDTV alıcı fiyatlarının³¹ ufak bir otomobil düzeyinde olması nedeni ile bu adedin kısa vadede çok artmayacağı kesindir. Japonya'da 34 milyon hane yer-yayın yolu ile, 7 milyon hane de uydu yolu ile NHK yayınlarını izlemektedir. Özel bir uydu servisi olan JSB yayınları ise 1.2 milyon haneye ulaşmaktadır. Japonlar *HiVision* sisteminin geleceğinden ümitli olup, 1997 sonunda 1-1.2 milyon hane, ve 2000 sonunda ise 5-7 milyon hanede *HiVision* yayınlarının izlenmesini beklemektedirler. 2000 yılında *HiVision* alıcıların hanelerin % 10'una girmiş olması ve 2000 yılı alıcı satışlarının \$5,300,000,000 olması beklenmektedir (EIAJ). Ayrıca, NHK, Japonya'da gelecekte TV yayın ortamının tamamen uydu üzerinden olmasını beklemektedir.

Japonlar ayrıca 1991 yılından beri *ClearVision* EDTV-I yayınlarına başlamış olup, tamamen NTSC uyumlu olacak EDTV-II yayınlarına 1994 sonunda başlamayı planlamaktadırlar. EDTV-II, tüketicilere 16:9 (*letter box* uyumlu) geçmesiz taramalı resim, konvansiyonelden daha yüksek resim

²⁹ MUSE: **M**ultiple **S**ub-Nyquist **S**ampling **E**ncoding

³⁰ J. Matsuzaki'ye (NHK) göre 3/93 itibarıyla 11,000 hane Hi-Vision yayınlarını izlemekte, ve 110,000 hane de HDTV-NTSC dönüştürücü kutular ile bu yayınları içerik olarak ve NTSC kalitesinde izlemektedir. Ayrıca, 1/94 itibarıyla, Japonya'da 600 adet halka açık *HiVision* izleme yeri mevcuttur.

³¹ Daha önceleri HDTV alıcı fiyatları 4-5 milyon ¥ olarak verilmekte iken, 7/92 itibarıyla, tam nitelikli Hi-Vision HDTV alıcılar için en düşük fiyatlar 2.4 milyon ¥ (36" Toshiba), 1.3 milyon ¥ (32" Sony), ve basitleştirilmiş HDTV alıcılar için ise 1 milyon ¥ (Sharp) mertebelerinde gözlenmiştir. 7/93 itibarıyla, yeni fiyatlar, tam nitelikli Hi-Vision için 900,000¥ (\$7,500) seviyesine inmiştir. MUSE-NTSC çeviriciler ise 100,000¥ seviyesindedir. Fiyatların daha da düşmesi beklenmektedir.

çözünürlüğü³² (yatay çözünürlük artışı *Fukinuki* deliği ile, dikey çözünürlük artışı ise PAL+ gibi alt ve üst siyah şeritlerde ek bilgi ile sağlanacaktır) ve sayısal ses (4 kanal, boş satırlarda resim taşıyıcısı üzerinde QAM, 20kHz BG/48kHz-16bit örnekler) sunacaktır.

International Workshop on HDTV - 92'de [R8] çok yüksek çözünürlüklü sistemler ile ilgili ön çalışmalar açıklanmış ve bazı laboratuvar prototipleri gösterilmiştir. *Very High / Super High / Ultra Definition* (VHD/SHD/UD) olarak adlandırılan sistemlerden beklenen minimum nitelikler aşağıda belirtilmiştir.

- ☛ Çözünürlük > 2000x2000
- ☛ Resim frekansı ≥ 60 Hz (1:1 geçmesiz tarama)
- ☛ Kuantalama ≥ 8 bit/pix-bileşen
- ☛ Ham Veri Hızı > 3x250Mpix/s=6Gbps
- ☛ Bir resim bellek gereksinimi > 3x2kx2kx8=12MB
- ☛ Minimum izleme uzaklığı 0H (!)
- ☛ Görüntü Kalitesi CCIR 5/5 (mükemmel)

Bu tür sistemler için öngörülen uygulama alanları başlıca elektronik fotoğrafçılık, elektronik matbaacılık, sinema-film yapım sektörü, iş istasyonları ve hyper-media platformlarıdır. VHD/SHD sistemlerin gerçekleşmesi için gelişmeler sağlanması gereken destek ürünler: yüksek çözünürlüklü kamera sensörleri (>2kx2k), büyük görüntü bellekleri (12+MB), yüksek işlem hızları (100+GFlops), yüksek çözünürlüklü ekranlar, ve manyetik kayıt ortamı ve teknolojileridir. Transform kodlama (DCT, WT) ve SBC kullanılması düşünülen yöntemlerin başında yer almakta olup, 6-28Gbps kaynak veri hızının 150-600Mbps hıza indirilmesi gerekmektedir. Bunun için *pipelining* ve geniş çapta paralel/vektör işaret işleme içeren çok hızlı sub- μ yarı-iletken yongalara gerek duyulmaktadır.

Japonların birkaç yıldır yapmakta oldukları HDTV'den bir sonraki basamak için araştırma çalışmalarının 1993 içinde UDTV (*Ultra Definition TV*) başlığı altında organize olarak AIM adlı 122 üye kuruluşlu bir koordinasyon örgütünün kurulduğunu görmekteyiz. AIM tarafından desteklenen UDTV için 4 kademe belirlenmiştir. En düşük çözünürlüklü UDTV-0, 1920x1080 \rightarrow 2.5Gbps veri hızı ile 2005 yılında mümkün görülmektedir. En üst kademe olan UDTV-III (7680x4320 \rightarrow 72Gbps veri hızı) için halen kesin bir hedef belirlenmemiştir.

Japonya, 22GHz bandından 2007 yılından önce sayısal UDTV (2000+ satır; 100MHz/kanal x 12 kanal) uydu yayınlarına başlamayı planlamaktadır.

Mitsubishi firması tarafından geliştirilmekte olan *SHD Image Handling System* çok yüksek çözünürlük ile gerçeğe yakın zamanda (*near real time*) resim edit ve işleme ile gerçek zamanda gösterme ve belleğe depolama yapabilmektedir. Hyper-media platformları için amaçlanan ve dalgacık transformu (WT) kullanılan sistemin dikkati çeken başlıca nitelikleri aşağıdaki gibidir:

- 2048(H)x2048(V), 60 resim/s, 1:1, 24b RGB, SNR=45dB;
- 8 Resim depo belleği: 128MB (4Mb-DRAM), (8x2.5kx2kx24b);
- Resim gösterim belleği: (192+32)x1Mb-dual-port-DRAM, (2x2kx2kx24b+2kx2kx4b *overlay*);
- Görüntü İşlemci: 4xDSP chips/80Mips, 4x18MB cache;
- Data Bus 32bit, 80MB/s;

³² Luminans çözünürlük: yatay 640/448lpw, dikey 480/240lph (hareketsiz/hareketli); renk çözünürlük: konvansiyonel bileşen seviyesinde.

- Kodlama: WT (DSP görüntü işlemciler ile);
- 357MHz D/A; $\Delta t(WT) = 400ms$; toplam sistem güç gereksinimi 500VA (!).

Ayrıca NTT tarafından geliştirilen benzer fakat gerçek zamanda çalışabilen diğer bir ürün olan *NOVI-II HiPipe Real-time SHD Image Processing System*'in ilgi çeken nitelikleri ise aşağıdaki gibidir:

- 2048x2048/60/1:1/24b RGB
- Chip-Set, vektör işlemci 120MFlops (300MFlops-0.5 μ m 2/93), *Intercommunications Switch* 6x400Mbps, RISC DSP Core
- Yaygın Paralel 128 *Processor Elements* (15.3GFlops tepe)
- 11/92 itibarıyla 6 resim/s işlem gücü (60resim/s, 2/93)
- DCT süresi (karşılaştırınız) Δt : Cray-2 15274ms, Novi-II 21ms (!)
- 60Hz JPEG için gereken 50GFlops(ortalama)/150GFlops(tepe), (RGB/YIQ, DCT, Q, VLC) (Sadece DCT 5GFlops)
- 60Hz MC *interframe* işaret işleme için 150GFlops(ortalama)/500GFlops(tepe)
- 500GFlops(tepe) Novi-III HiPipe 2/93

Yukarıda belirtilen ve çalışır prototiplerini Kasım 1992'de görmüş olduğum bu örnekler, Japonya'nın HDTV sonrası dönem için şimdiden çok ciddi çalışmalar yürütmekte olduğunu göstermektedir. Verilen örnek sistemler büyük olasılıkla ciddi bir ticari uygulamaya varamayacak ön sistemler olmakla beraber, nitelikleri önümüzdeki dönem için teknoloji eğilimlerini göstermeleri bakımından burada belirtilmişlerdir.

NHK, Japonya'da dTTb için hiçbir planları olmadığını beyan etmiştir. 21. yüzyıl başlarında (\approx 2007) WARC-92'de geniş bant HDTV için tahsis edilen 22GHz bandını kullanarak uydudan ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) hizmetleri planlamaktadırlar.

KORE

1989 yılında kurulan *Receiver Development Research Consortium*'a üniversiteler, araştırma enstitüleri, özel sektör ve kamu kuruluşları üyedir. Kuruluşun amaçları ülkeyi HDTV alıcıları üretimine hazırlamak, Kore HDTV Standardının belirlenmesi için alt yapıyı oluşturmak, ve gerekli ön hazırlıkları yapmaktır. Seçilen strateji, anahtar teknolojilerin geliştirilmesi ile Kore'nin en az birkaç ileri TV teknolojileri konusunda kozlar elde etmesidir.

Ayrıca *Ministry of Communications* (MOC) tarafından 1991 yılında başlatılan ulusal HDTV projesi, ETRI (*Electronics & Telecom Research Inst.*) ve KT (*Korea Telecom*) tarafından yürütülmektedir. Projenin amacı Kore HDTV Standardının oluşturulmasıdır. Planlananlar 1994'e kadar standartların belirlenmesi, 1996'ya kadar dağıtım ve stüdyo seviyesinde prototiplerin yapılması, 1997'den itibaren testlerin yapılması ve standartların geliştirilmesi, 2000 yılından sonra düzenli HDTV yayınlarına geçilmesidir.

KORE HDTV sistemi için şimdilik hedeflenmiş teknik nitelikler: uydu ve kablo üzerinden tam-sayısal yayın; standart 27MHz transponder üzerinden 35-40Mbps video, 1.5Mbps ses(5-8ch)+data, EC ile toplam 45-50Mbps; geniş bakış oranlı EDTV ile sayısal formatta uyum; diğer servisler (DAB, B-ISDN vs.) ile *interoperability*; ABD ATV sistemi ile benzerlik. Kore ATV sisteminde kullanılması düşünülen teknolojik nitelikler: kaynak kodlama MPEG tabanlı, MC(8x8), 2D-DCT(8x8), zig-zag sıralama, VLC(Huffman), kanal kodlama FEC(Reed-Solomon), QPSK modülasyon.

ÇİN

Bilgi çağı enformasyon teknolojilerinin hızlı gelişmesinin farkında olan Çin, 21. yüzyıla geri kalmış bir ülke olarak girmeme gayreti içinde, elektronik sektörünü değişen piyasa şartlarına uydurmak amacıyla, \$361,000,000 ile China Flying Rainbow Company (CFRC) AR-GE örgütünü kurmuştur. Örgütün amaçları, Çin'i iç tüketim ve ihracat için hızla HDTV alıcı üretebilecek hale getirmek, gerekli bilgi birikimi, teknolojik yapı ve personeli temin etmek ve yetiştirmek, Çin HDTV standardını belirlemek, ve 1999 yılına kadar ilk HDTV deneme yayınlarını gerçekleştirmektir. Ülke içinde, ayrılan paranın çok az ve gerekli miktarın sadece 1/5'i olduğu şeklinde tepkiler gösterilmiştir.

GÖRSEL TEKNOLOJİDE BASKIN EĞİLİMLER

Son yıllardaki gelişmeler ve olaylar göz önüne alındığında, ileri televizyon teknolojilerinde bazı eğilimler açıkça görülmektedir. Bu eğilimleri aşağıdaki anahtar kelimeler ile özetleyebiliriz:

- Sayısal, Sayısal, Sayısal !
- Yaygın Veri Sıkıştırma
- DCT Kodlama Standart
- VLC Kodlama (Huffman)
- *Motion Compensation/Prediction*
- Sayısal HDTV Yer Yayın
- Bir Kanaldan Çok Adet Sıkıştırılmış Yayın
- Simetrik Olmayan Alıcı/Verici İşaret İşleme
- MPEG (MPEG-2)
- HDTV'de MPEG ve Multimedya Uyumluluğu
- HDTV'de 2-3 Kat Çok-Çözünürlüklü Ölçeklenebilirlik

GELECEKTEN BEKLENTİLER

Son yıllardaki gelişmeler ve olaylar göz önüne alındığında, ileri televizyon teknolojilerinin televizyon uygulamalarına girişi üzerine önümüzdeki dönem için aşağıdaki tahminleri yapabiliriz:

	Ne Zaman ?
- Bütün kameralarda tüp yerine CCD'ler	1995
- Sayısal TV yer-yayınlarının başlaması	1997
- Büyük boy düz panel ekranlar	1997+
- Tek kanal yayıncılığı ve tek kanal ağları (SFN)	1998+
- Ölçeklenebilir (<i>scalable</i>), çok-çözünürlüklü (<i>multi-resolution</i>) açık mimariler	1998+
- Tüketici ürünlerinde işlem gücü >100GFlops	2000
- <i>Stereoscopic TV</i> ve 3DTV	2000+
- Geniş bantlı tam sayısal HDTV uydu yayınlar	2002+
- UDTV	2010+

TÜRKİYE ve İLERİ TELEVİZYON TEKNOLOJİLERİ³³

Türkiye ve İformasyon Teknolojileri

Global dünya ekonomisi içinde ele alındığında, ileri teknoloji projelerinin gelecekte ekonomik olabilmeleri için ürünlerinin oluşturacağı pazarın sadece ait olduğu ülkelere sınırlı kalmaması oldukça önemlidir. Teknoloji üreten gelişmiş lider ülkeler için, Türkiye'nin altmış milyon nüfusu ve gelişen ekonomisi ile, o ülkelerin ürünlerinin pazar tabanında bulunması önemlidir. Uluslararası ticaret dengelerine bakıldığında, Japonya, AT ve ABD için bir ekonomik tehdit unsuru olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, dünya informasyon teknolojileri (IT) pazarının 1990 itibarıyla sekizyüz milyar ECU olup, yüzyıl sonunda iki trilyon³⁴ ECU olmasının ve bu sektöre bağımlı iş gücünün de sadece Avrupa'da altmış milyon kişiyi geçmesinin beklenmesi, ve bu sektörün Japonların en etkin oldukları bir sektör olması, AT ve diğer dünya ülkelerinin önümüzdeki yıllarda bu sektöre önem vermelerinin ne derece gerekli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Tüm iletişimin entegre hale getirilmesi konusunda son yıllarda süre gelen tutum iyice yerleştiği için, yakın gelecekte tutulacak yol oldukça açıktır. Entegre iletişimin temel bileşen oluşturduğu IT sektörünün görsel bacağına ise ileri televizyon teknolojileri ve bağlantılı sistemler oluşturacaktır.

Türkiye'nin bu gerçeklerden uzak duramayacağı, ve önümüzdeki on yılın planlamasında ilgili bütün kuruluşların ülke çıkarlarını, ve dolayısıyla uzun vadede kendi çıkarlarını göz önüne alarak, yurt çapında koordine edilmiş kooperatif bir çalışma düzenine geçmeleri gereği açıktır. Artık dünyamızda, ülkelerin gelişmişlik düzeyi elektronik sektörünün durumu, iletişim ve informasyon yapıları ile ölçülmektedir. Türkiye, eğer 21. yüzyılda güçlü ve zengin bir ülke olmak istiyorsa, ileri televizyon teknolojileri de dahil olmak üzere tüm elektronik sektörü ve alt yapılarına gereken önemi vermek zorundadır. Son yıllarda, gelişen teknolojinin insanoğlu emrine verdiği olanaklar araştırma-geliştirme ve üretim sistemlerinin çok ileri düzeyde üretken hale gelebilmesine yol açmıştır. Bu durum, toplumların sosyal ve ekonomik yapıları ile eğitim düzenlerini de ciddi şekilde etkilemekte, ve ortaya yeni bir toplum yapısı çıkmaktadır. Bazı çevrelerce bilgi toplumu denilen bu yapı, 21. yüzyılda değişime ayak uyduramamış toplumlar ile aradaki gelişmişlik farkını, 20. yüzyılda benzeri görülmemiş bir şekilde açmak imkanına sahiptir. Toplumlar arası farklılaşmanın çok aşırı düzeylere varması dünya dengelerini olumsuz şekilde etkileyebilecek, ve değişime ayak uyduramamış olanların farkları kapamaları çok sıkıntılı aşamaları gerektirebilecektir. Ülkemizin bu değişimi yakalamak için önündeki fırsat dönemi sınırlı ve çok kısa, buna karşın yapılması gerekenler ise uzun vadede etkileri görülebilecek ve uzun bir dönem boyunca tutarlı yürütülmesi gereken ve ciddi finansman gerektiren önemli alt yapı yatırımlarıdır. Bu tür yatırımlar ise hükümetler için siyasi bakımdan çekici olmadığı gibi, bazıları siyasi çıkarlar için zararlı olarak bile görülebilmektedir.

İleri Televizyon Teknolojileri ve HDTV Konusuna Ülke Olarak Yaklaşımımız

Ülkemizin HDTV ile ilk resmi ilgisi Aralık 1988'de AT-DGXIII'ün konuyu Türkiye'ye sunma çabaları ile başlar. O dönemde konu ile ilgisi olan çok sınırlı çevrede etkin görüş, AT'ye girme arzumuz

³³ Bu yazıdaki yorum, sonuç ve düşünceler yazara ait olup, İTÜ, İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, TBTA veya devletin resmi görüşü olarak alınmamalıdır.

³⁴ Bu toplam miktarların %50'si telekomunikasyon sektörüne, kalan %50'si ise **tüketici elektroniği** ve bilgi işlem sektörlerine aittir.

da resmen belli olduğundan, Avrupa sistemini doğal olarak kabul edeceğimiz şekilde idi. Daha sonraları, Aralık 1990'da aynı çerçeve kapsamında yaptığım temaslar, Avrupa'nın bizi kendi sistemlerini kabul etmiş saymadığını, ve bunu sağlamak üzere gayretli olduklarını göstermiştir. Aynı dönemde, TRT, EU95 bağlantılı Vision 1250 Çıkar Grubuna girme sözleşmesini imzalamıştır. Bu sözleşmenin Avrupa sistemini kabul ettiğimiz yönünde açık bir beyan veya taahhütname olduğunun düşünülmemesi için ülke içinde gayret göstermiş bulunuyorum. AT ilgili çevreleri ise, büyük olasılıkla konuya çok uzak olduğumuzu gözleyerek, Türkiye içinde Avrupa sistemini nasıl olsa kabul edeceğimiz yönünde oluşan görüşü o dönemde ciddiye alarak bir yanılığa düşmemeye dikkat etmişlerdir. Daha sonraki dönemlerde, Türkiye, yeni kurulan Eureka-AV içinde yer almış ve toplantılarında aktif olmuş, fakat HD-MAC'a karşı ne açık bir benimseme ve ne de karşı bir tutum izlemiştir. Bunun esas nedeni devletimizin konu ile pek ilgilenmemiş olması olmakla beraber, daha önceki yazılarımda da belirttiğim şekilde bu dönemde en uygun tutum kanımca zaten bu idi. Ayrıca, AT ülkeleri bile kendi aralarında HD-MAC üzerine kesin bir fikir birliği sağlayamadıkları için, Türkiye'nin bu tutumu herhangi bir tepkiye de neden olmamıştır.

Eureka-95 projesine 1. safha sonunda (~1989-90) Türkiye'den katılma konusunda yaptığımız ön çalışmalar, projeye özel gerçekler ve durumumuz göz önüne alındığında, katılmamızın mümkün olmadığını göstermiştir. Ülke olarak statümüz, ve katılımı ilgili idari işlemler açısından hiç bir sorun görülmemiş ve hatta katılmamız AT-DGXIII tarafından teşvik edilmiştir. Fakat, tüketici elektroniğinde araştırma ve geliştirme faaliyetlerine şimdiye kadar fazla önem verilmemiş ve bir araştırma platform ve alt yapısı oluşturulamamış durumumuz ile, oldukça dinamik bir tempo ile yürütülen ve 1990 yılı itibarıyla dört yılı geride kalmış böyle bir projeye girme çabalarımız doğal bir şekilde ülke içinde destek ve kadro bulamamıştır.

HD-MAC Sistemi nitelikleri, ve Avrupa'ya yakınlığımız ele alındığında Avrupa sistemini seçmemiz daha uygun gözükmele beraber, Avrupa'nın HD-MAC sisteminin başarısız olduğu takdirde bu başarısızlığa ortak olmamızın bize kazandıracığı bir şey olmayacağı açıktı. EU-95 projesi içinde yapılan teknik çalışmalar ve proje üyesi firmaların proje geleceği konusunda yaptıkları çalışmalar, tutarlı ve koordine olmakla beraber, tüketici çıkarlarının 2. planda tutulması, projenin sanayi güdümlü olması, ve Avrupa'nın atıl bürokratik yapısı nedeniyle genel gidişteki bazı aksaklıklar 1990 sonrası dönemde konu ile yakından ilgili herkes tarafından açıkça beyan edilmese bile gözlenmekteydi. Mutlaka Avrupa sistemini seçmek konusunda bir resmi veya fiili görüş oluşturmamız halinde, HD-MAC'tan bir sonraki Avrupa HDTV sistemini beklemek o zaman için düşünülebilirken, şimdi tek seçenek olmaktadır. Üniversitemiz ve elektronik sanayinin ilk günden beri görüşü, bir HDTV standardı seçiminin bir oldu bittiye bırakılmaması, ve seçimin ülke çıkarlarını gözetken bir çerçeve içinde yapılması yönündedir. İlgili sanayi çevrelerinin arzusu, böyle bir seçimin pazarlık konusu haline getirilmesi, ve Avrupa sistemini seçmemiz karşılığında, lisans vesair ücretlerden, ayrıca Türkiye'de imal edilip ihraç edilecek cihazlar için gümrük ve kotalardan muafiyet ve benzeri çıkarların teminine çalışılması şeklinde, geçen yıllar boyunca çeşitli toplantılarda ifade edilmiştir. Aksi halde, seçimin bir oldu bitti şeklinde yapılmasının, sonraki olası pazarlık hakkımızı ortadan kaldıracığı söylenmiştir. Gerek elektronik sanayimiz, gerekse üniversitemizin beklentisi, devletimizin bu konuda politikasını açıkça belirlemesi ve sanayimizi yönlendirmesi, geleceğe hazırlaması şeklinde olmuştur. Ayrıca, ilgili bütün kuruluşların girişimlerinin gelecekteki ülke çıkarlarını zedelemeyecek şekilde, bu genel politikaya uygun olarak yürütülmesi istenmiştir. HDTV konusunda yaptığımız çeşitli toplantılara katılan bütün ilgili kuruluşların temsilcileri, EU95 projesi kapsamında geliştirilmiş olan HD-MAC Avrupa HDTV sistemini benimseme konusunda, ülkemizin ve kuruluşlarının çıkarları doğrultusunda olduğu takdirde yaklaşımlarının olumlu olacağını beyan etmişler, fakat sistemin geleceği ve Türkiye'de uygulanması konularında bazı tereddütleri olduğunu da dile getirmişlerdir.

1990 sonrası dönemde, ABD'de HDTV üzerine süregelen gelişmeler, Avrupa ve Japon sistemlerine göre tartışılmaz teknik ve ekonomik üstünlükler vadettiği için, bu durum, analog teknoloji esaslı mevcut Avrupa HD-MAC sisteminin ölmesine ve Japon sisteminin ise Japonya sınırları içine hapis olmasına neden olmak üzeredir. Bunların sonucunda, şu anda ülkemizin istese bile alabileceği geçerli bir HDTV sistemi kalmamıştır. Fakat bunun yanında, son yıllarda ileri televizyon teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, karşımıza çeşitli yeni ve gerçekleşmesi çok daha mümkün kavramlar getirmiştir. PAL+ geçiş sisteminin fiili bir şekilde ülkemize ithali, çoklanmış (*multiplexed*) yayınların alınması için yoğun bir IRD ithal akını, Türksat 1 ve 2'de sıkıştırılmış yayınların kullanılması, multimedya olayının yaygınlaşması gibi konular Türkiye'nin gündeminde 1994-1997 döneminde yer alacaktır. Bunlar ve benzeri konuların hiçbiri bir HDTV ağırlığında olmasa bile, dikkat edilmediği takdirde ekonomimize önemli olumsuz etkilerde bulunabilirler. Ayrıca, HDTV konusu bitmiş değildir. ABD'de çalışmalar tüm hızıyla devam etmektedir. Avrupa, yeni alternatifleri değerlendirmekte, ve ABD sistemi benzeri veya daha iyisi bir Avrupa sistemini geliştirmeye çalışmaktadır. Japonya, çok gelişmiş alt yapısı ile küresel durumu yakından izlemekte, ve herhangi bir dünya ülkesinde resmen kesinleşecek ve ekonomik bir önemi olacak yeni herhangi bir HDTV veya benzeri sistem için tüketici ürünlerini çok kısa bir süre içinde üretmek için beklemektedir. Katı korumacı felsefelerine rağmen, Avrupa bile Japon elektronik sanayiine belli bir süreden daha fazla kapılarını kapayamamaktadır. Örneğin, saf bir Avrupa sistemi olarak düşünülen PAL+ grubuna geçtiğimiz aylarda Sony katılmıştır ki, PAL+ sisteminin ticari uygulamaya girebileceği bu noktada kesin değildir.

1990 sonrası dönemde harcanan gayretler sonucunda, HDTV konusunun sorumluluğunu Sanayi ve Ticaret Bakanlığı üstlenmiş, fakat konuya yeterli önem verilememiştir. Daha sonra, 1992 yılında görülen gerek üzerine, Türkiye'de TBTAK tarafından yürütülen Eureka projeleri koordinasyonu çerçevesinde, TBTAK tarafından EU-95 proje temsilcisi olarak görevlendirilmiş bulunuyorum. Bu dönemde, gerekli yurt dışı temaslarda, ve yurt içi bilgilendirme çalışmalarında bulundum. HD-MAC ve küresel boyutta HDTV konusunda yaşanan gelişmeler sonucunda 1993 yılı içinde ise, İleri Televizyon Teknolojilerinde Koordinasyon görevini üstlenmiş bulunuyorum. Tek başıma ve diğer görevlerime ek olarak yürüttüğüm bu görev çerçevesinde, tüm yurt dışı gelişmeleri yakından takip ederek, yurt içinde talep eden tüm ilgili taraflara bu bilgileri aktarmaya çalışmaktayım. Okumakta olduğunuz bu rapor, 1-1-1994 öncesi 15 aylık dönemde edindiğim bilgilerin ana hatlarını içermekte olup, tüm ilgili taraflara gönderilmesine çalışmaktayım. Halen, bu konuda Türkiye'de en büyük eksiklerimiz ilgili tarafların birbirlerinden habersiz olmalarıdır. Bunu gidermek üzere Ekim 1993'te bir veri tabanı kurmak üzere çalışmalara başlamış bulunuyorum. Veri tabanı çalışmaları, gösterilen ilgisizlik nedeni ile beklenenden çok daha yavaş ilerlemektedir.

Avrupa veya diğer bir ileri televizyon sistemini bir standart olarak kabul etmemizin ve benimsememizin, böyle bir yayın hizmetine geçmemizin getireceği gerekli teknoloji transferi ve cihaz alımlarının (prodüksiyon/stüdyo teçhizatı, ve tüketici için alıcılar, vs.) hangi ülke ve ekonomik gruptan yapılacağı konusu ile bir ilgisi yoktur. Durum göstermektedir ki, halen ve yakın gelecekte Japonlar Amerikan ATV, Avrupa HDTV (HD-MAC veya henüz ortada olmayan bir sonraki sistem) veya sayısal sıkıştırılmış yayın hizmetleri ile ilgili tüm teçhizatı da kısa sürede üretecek ve satacaklardır. İleri TV teknolojileri ile ilgili çeşitli sistemlerde önemli miktarda Japon kökenli elektronik parçalar kullanılmaktadır. Japonlar mevcut teknolojik oluşumlarını sürdürdükleri ve en az birkaç alanda kilit teknolojileri ellerinde tutmaya devam ettikleri takdirde, lisans vb. düzenlemeler ile Japonları çok uzun süre piyasadan dışlamak mümkün olamayacaktır.

Yapılması Gerekenler

a- Genel

- ☞ Türkiye için ciddi ve uzun vadeli bir **İnformasyon Teknolojileri (IT) stratejik planlaması** yapılmalıdır, ve bu çalışmalara en kısa sürede başlanmalıdır.
- ☞ Gelecekte karşımıza çıkabilecek ve ülkemiz çıkarları açısından aktif bir şekilde katılmamız şart olan yüksek teknoloji ağırlıklı bir projeye katılabilirliğimiz, o anki araştırma alt yapımıza ve belli bir birikimi kazanmış **araştırmacı bir kadronun varlığına** bağlıdır. Bu **alt yapı ve kadro oluşumunun** çok uzun vadeli bir yatırım olması nedeniyle, en kısa sürede oluşumunu sağlayacak etkinliklerin artırılması, ve gerekli yapının oluşturulmasına yönelik plan ve programların koordine bir şekilde yürürlüğe sokulması ülkemiz için çok gerekli ve önemlidir. İleri teknolojilerde tüm dünyada en önde gelen sıkıntı insan alt yapısıdır. Ülkemizde eğitim alt yapımız kitlelere yaygınlaştırılmaya çalışılırken, uzmanlık eğitimine gereken önem verilmemektedir.
- ☞ **İleri televizyon teknolojileri konusunda** IT stratejik planlaması ile entegre şekilde ülkemiz için **kısa ve uzun (15-20 yıla kadar) vadeli planlar** yapılmalı; bu planlar ilgili bütün özel ve kamu kuruluşları ile üniversitelerin katkıları ile oluşturulmalı; bu planlar ilgili bütün özel ve kamu kuruluşları ve üniversitelere duyurulmalı, ve hepsinin faaliyetlerini yapılan planlar doğrultusunda yürütmeleri temin edilmeli, ve gerekli koordinasyon, hukuki yaptırıcılığı olan, ve bu konuda bilgili kişilerden oluşturulmuş tek bir merkezden sağlanmalıdır; planlar ve koordinasyon dinamik olmalı, ve günün dünya gerçekleri ve ekonomisine göre adaptif olarak optimize edilmelidir; bu planlar kişi ve parti çıkarlarına bağlı olmamalı, ve iktidar değişikliklerinden etkilenmemelidir.
- ☞ İleri teknolojiler üzerine uzmanlık eğitiminin verilmesi gereken yer olan üniversitemizde, mühendislik bilimlerinde mevcut araştırma alt yapısı yetersizdir; mevcut üniversite bütçeleri ile teknolojiyi takip etmek mümkün değildir; araştırma alt yapısı geliştirilmelidir; bu günlerde yapacağımız alt yapı yatırımlarının yararlarını en az 8-10 yıl sonra göreceğimizi düşünerek geç kalınmamalıdır; **üniversitelerde araştırma** teşvik edilmelidir; gerekli ek kaynaklar, devlet ve kuruluşlarca sağlanmalıdır; kamu ve sanayi kuruluşları ile devlet yetkililerini aydınlatmak için gerekli toplantı, seminer, kurs vb. faaliyetler yürütülmelidir.
- ☞ Geleceğe hazırlıklı olmamız için, **ileri televizyon teknolojileri konusundaki ulusal plan ve politikalar** devlet katında açıkça, ve en kısa sürede belirlenmeli ve durum dinamik bir şekilde yakından izlenmelidir. Bu konuda gerekli **koordinasyon ve dokümantasyonu tek merkezde** toplamak, Türkiye'de yeni görsel teknoloji hizmetlerine geçiş dönemini düzenlemek, konu üzerine toplumu ve basın/yayın organlarını bilgilendirmek, gerekli politikaların belirlenmesinde düzenleyici ve stratejik planlamada devlete danışman olmak üzere bir **ulusal platform** veya yapının gereği açıktır. Bu şartları sağlayan sürekli ve özerk bir platformun ilgili bütün çevrelerin desteği ile bir an önce kurulması sağlanmalıdır. Konu tek bir kişinin yarı zamanlı ve kişisel gayretleri ile yürütülemeyecek kadar ciddidir.

b- İleri Televizyon Teknolojilerine Özel

- ☞ HD-MAC'ın başarısızlığı nedeniyle, ülkemize AT tarafından HD-MAC HDTV sistemini kabul etmemiz konusunda artık bir talep olasılığı kalmamıştır. Buna rağmen, son ümitler ile yapılabilecek olası taleplerde, HD-MAC standardı konusunda zaten bir anlamı olmayacak herhangi bir kabul sözleşmesi vb. taahhüt altına hiçbir kuruluşumuzun girmemeleri, HD-MAC olamamakla beraber bir sonraki Avrupa HDTV sistemine olumlu ve sıcak baktığımızı, ve gelişmeleri yakından ve ilgi ile takip ettiğimizi beyan etmek ve Avrupa HDTV sistem(ler)i için önümüzdeki 1-2 yıl boyunca **bekle-gör politikası** uygulamak kanımca en uygun yaklaşım olacaktır.
- ☞ Türkiye olarak, herhangi bir sistemi benimsememizin, söz konusu sistemlerin geliştirildiği ülke(ler) ile aramızdaki kısa ve uzun vadeli tüm ilişkilerin, sistemin teknik, ekonomik ve sosyal özellik ve etkileri ile beraber göz önüne alındığı bir çerçeve içinde ele alınması gereklidir. AT'na girme arzumuz, bizi, daha sonra başarısız olma olasılığı olan bir sistemi hiç düşünmeden, bir oldu-bitti şeklinde ve gereğinden önce resmen kabul etmemize itmemelidir. HD-MAC olayında izlendiği gibi, AT'nun, kendi asil üyeleri içinde bile HD-MAC sistemini benimsetemediği unutulmamalıdır. Geniş kitleleri etkileyen bu tür bir tüketici sistemi standardı, söz konusu milli yatırımın büyüklüğü ve yatırım ömrü göz önüne alındığında devreye girdikten sonra en az 10-15 yıl o ülkede kalmak zorundadır. Yanlış bir kararın zararlı etkilerine bu süre boyunca katlanılacaktır.
- ☞ HDTV ve diğer ileri televizyon teknolojilerinin ekonomik ve teknolojik önemleri göz önünde bulundurularak, ve **eninde sonunda** ülkemizin de bazı standartları benimseyeceği düşünülerek, olayları yakından takip etmek, teknolojik alt yapımızı geleceğe hazırlamak, ve etkimiz olabilecek gelişmelerin ülke çıkarları doğrultusunda olmasını temin etmek gereklidir. HDTV konusu, ileri televizyon teknolojileri çerçevesinde yapılması gereken planlar içinde diğer sistem, yayın hizmet ve servisleri ile beraber ele alınmalıdır.
- ☞ PAL+ üzerine çok farklı görüşler olmakla beraber, eğer geçici bir dönem için bile olsa sistem destek kazanır ve Avrupa'da hizmete girerse ülkemizi HDTV'den çok daha kısa dönemde bir oldu-bitti ile ve siyah-beyaz'dan renkli'ye geçişte yaşananlara benzer şekilde etkileyebilecektir. PAL+ Avrupa'da devreye girdiğinde, resmi politikamız açık ve kesin bir şekilde tüketici ve sanayicimiz tarafından bilinebilmelidir. Devletin bir görüş boşluğu yaratması halinde, ülke içinde bir PAL+ furyası yaşanabilir. Genelde, HD-MAC'ın başarısızlığının yol açtığı boşluğu dolduracak bir geçiş sistemi olarak PAL+ bir süre ön plana çıksa dahi, kanımca bu tür ara geçiş sistemleri modern sayısal sistemlere (HDTV veya SDTV seviyesinde) geçişi çok geciktirebilir, ve anlamsız atıl yatırımlara neden olabilir.
- ☞ Türksat sisteminin kullanımında sıkıştırılmış sayısal yayın servisleri çok yakın gelecekte büyük avantajlar sağlayabilir. Durum, PTT ve yayın kuruluşları tarafından değerlendirilmeli ve dış gelişmeler izlenmelidir.
- ☞ ADSL ve benzer yöntemler ile VOD hizmetleri verilmesi, PTT tarafından değerlendirilmeli, devletçe hukuki statüsü belirlenmeli, ve bu konuda devlet görüşü oluşturulmalıdır. PTT'nin özelleştirilmesi düşünülen bir dönemde, konunun göz önünde tutulması önemli ve gereklidir.

NOTLAR:**I- Geniş Ekran Tüketici Eğilimleri**

BIS Strategic Decisions tarafından yapılan anket sonuçları (1993)			
	Almanya	Fransa	İngiltere
Geniş ekranı tercih edenler	%36	%66	%65
Fiyat bir kenara bırakılırsa, geniş ekran alacaklar	%42	%65	%56
Geniş ekran için ödemeye hazır olduğu ek fiyat (normal TV'ye göre)	%35	%27	%23

II- ABD-ATV Yarışında, Büyük İttifak Öncesi HDTV Sistemi Adayları

Sistem Adı	Öneren Kuruluş		Özellikleri
Narrow-MUSE		NHK (Japon)	Analog 1125/60/2:1
DigiCipher	ATVA	GI+MIT+Toshiba	Sayısal 1050/60/2:1
Channel Compatible DigiCipher			Sayısal 787.5/60/1:1
Digital Spectrum Compatible HDTV (DSC-HDTV)		Zenith+AT&T+Scientific Atlanta	Sayısal 787.5/60/1:1
Advanced Digital HDTV	ATRC	Thomson + Phillips + NBC + D.Sarnoff + Compression Labs	Sayısal 1050/60/2:1

(ATVA: American TV Alliance, ATRC: Advanced TV Research Consortium, GI: General Instrument Corp., MIT: Massachusetts Institute of Technology)

III- EU-95 Proje Organizasyonu:

EU-95 organizasyonu yapısı ile ilgili ayrıntılar aşağıdaki gibi sıralanabilir (her gruptaki sadece lider firma belirtilmiştir) [R6]:

- 1- PG1: Sistem kaynak esaslarını belirleyen grup; CCETT; görüntü formatı, kalorimetri, sistem değerlendirme kriterleri vs. (ses, II.dönemde PG11 olarak ayrılmıştır)
- 2- PG2: Prodüksiyon standartları ve standart dönüşümleri grubu; Thomson; stüdyo formatları, işaret yapıları, ara-birimleri, stüdyolar arası işaret alış-verişleri vs.
- 3- PG3: Stüdyo donanımı; BTS; stüdyo donanımı tasarımı ve prototiplerin yapımı, stüdyo kayıt cihazları (VTR), stüdyo yazılımları.

- 4- PG4: Transmisyon; NTL; HD-MAC işaretin uydu, link, kablo ve yer-yayın ile iletimi, ilgili sistem standartları ve tasarımları, transmisyon denemeleri ve ölçmeleri.
- 5- PG5/6: HD-MAC sistemi; Phillips; (I. dönemde ayrı olan PG5 ve PG6, II. dönemde birleştirilmiştir) HD-MAC standardının belirlenmesi, algoritmaların oluşturulması, optimizasyonu, veri sıkıştırma, performans ölçmeleri.
- 6- PG7: HD-MAC Alıcılar; Thomson; HD-MAC alıcı prototiplerinin tasarımı, geliştirmesi ve yapılması, HD-MAC kod çözücüler, alıcı tüm-devreleri, ekranlar.
- 7- PG8: Taşıyıcılar; Phillips; video kaset kayıt cihazları (VCR) ve manyetik bantlar, laser okuyucular ve laser diskler, kayıt formatları, vs.
- 8- PG9: Stüdyo ortamı; RAI; II. dönemde bu grubun görevi EU-95 ve Vision1250 arasında bağlantı birimi olarak değiştirilmiştir.
- 9- PG10: Veri hızı azaltılması (*bit-rate reduction*); Thomson; HD-MAC sayısal iletiminde (örneğin linkler ve sayısal kayıt yöntemleri için) veri hızının azaltılması.
- 10- PG11: Ses; BBC; bu grup II. dönemde oluşturulmuştur, kaynakta ses üretim teknikleri, ses kodlama yapıları, sesin işaret yapısına eklenmesi.
- 11- PG12: HDTV'nin yayıncılık dışı uygulamaları; BTS; HDTV multimedya sistemleri, HDTV sinema uygulamaları, büyük ekran HDTV projeksiyonu, HDTV tele-video.
- 12- CECO: Değişimleri Değerlendirme Komitesi; 12 PG'dan gelen değişimlerin değerlendirilmesi, dokümantasyonu, koordinasyonu.
- 13- Chain Group: EU-95 alet ve cihaz parkının gösteri ve denemeler için koordinasyonu, fuar, kongre vb. faaliyetlerde HD-MAC gösterimleri düzenlenmesi.
- 14- Vision-1250: EU-95 HDTV sisteminin çıktılarının kullanımını tanıtmak, kolaylaştırmak, ve bu donanımı kullanarak program yapımını sağlamak üzere cihaz üreticileri, yapımcılar ve yayıncılardan kurulmuş bir ekonomik çıkar grubu (TRT üyedir).

IV- Mac Directive (15-11-1993 tarihinde AT tarafından yürürlükten kaldırılmıştır)

11/5/1992 tarihinde kesinleşen yeni *MAC Directive* kısaca şöyle özetlenebilir:

- a)- Tam-sayısal olmayan tüm HDTV uydu-yayın sistemleri HD-MAC standardında olmak zorundadırlar;
- b)- 16:9 bakış oranlı ve 625 satır taramalı tüm uydu televizyon yayınları sadece D2-MAC standardında yapılabilir (Bu madde, PAL+ ile uydu-yayın yapılmasını engellemektedir);
- c)- Tüm 16:9 alıcıların cihaz içinde bir D2-MAC kod çözücüyü içermeleri, ve tüm diğer alıcıların (yani klasik PAL alıcılar dahil) en az bir standart ara birim ve soketini (21-pin SCART) içermeleri zorunludur;
- d)- 1/1/1995 sonrası hizmete girecek tüm 4:3 bakış oranlı uydu-yayınlar D2-MAC standardını kullanmak zorundadırlar. Bu madde, yayıncılara mali destek sağlanabildiği takdirde uygulanacaktır; halen, bu amaçla, AT Komisyonu tarafından bir *Action Plan* çerçevesinde (%15 kablo sektörüne, kalan %85 program ve yayıncılık hizmetlerine olmak üzere) destek sağlanmasına çalışılmaktadır. 31/12/1994 tarihinde çalışmakta olan PAL/SECAM uydu yayınlar devam etmekte serbesttirler.

V- İleri Televizyon Teknolojileri Üzerine Avrupa'da Yürütülmekte Olan Bazı Projeler:

Esas Projeler:

EU-95/HDTV: Compatible HDTV System,

dTTb/Race-R2082: Digital Terrestrial Television Broadcasting,

HD-Divine (İsveç): **H**igh-**D**efinition **D**igital **V**ideo **N**arrowband **E**mission,

Spectre (ITC/NTL-İngiltere): **S**pecial **P**urpose **E**xtra **C**hannels for **T**errestrial **R**adiocommunication **E**nhancements),

Sterne (CCET-Fransa): **S**ysteme de **T**elevisi**o**n en **R**adiodiffusion **N**umerique,

Hivits/Race-R1018: High Quality Videotelephone and HDTV System,

Vadis/EU625: Video-audio **D**igital **I**nteractive **S**ystem (Digital TV @ Bit Rates up to ≈ 10 Mbps),

Digtrans/EU256: Bit-rate Reduction System for HDTV **D**igital **T**ransmission,

HD-SAT/Race-R2075: Studio Quality **H**D**T**V **S**atellite Broadcasting,

Flash-TV/Race-R2064: Flexible and Advanced Satellite System for High-Quality **T**V with Interconnection to **I**BC (Integrated Broadband Communications),

HHI-HD: Heinrich-Hertz Institut - **H**D,

İlgili Diğer Projeler: [R13]

Race R1001: **D**VT: **D**igital **V**ideo **T**ape **R**ecording **T**erminal for HDTV,

Race R1013: HDTV Switching,

Race R1026: **I**TD**T**R: **I**nternational **T**ransmission of **D**igital **T**V and **R**adio,

Race R1080: HDTV Experimental Usage,

Race R2011: Travel-HDTV (Transport on Very High Bitrate Optical Links),

Race R2026: **D**ART: Universal Magnetic Recording in IBC Environment (based on R1001),

Race R2045: **D**IST**I**MA: **D**igital **S**tereoscopic **I**maging and **A**pplications,

Race R2052: **M**ONA **L**ISA: **M**odelling **N**atural **I**mages for **S**ynthesis and **A**nimation (3D),

Race R2053: **M**OR**P**HECO: **M**orphological **C**odec for **S**torage and **T**ransmission,

Race R2056: **A**M**I**C**S**: **A**dvanced **M**ultimedia and **I**mage **C**ommunication **S**ervices,

Race R2072: **M**AV**T** **M**obile **A**udio-**V**isual **T**erminal.

(No. 1xxx: RACE-I projeleri, No. 2xxx: RACE-II projeleri)

KAYNAKLAR

[R1]- EBU Technical Review, No:255, Spring 1993

[R2]- The AC-3 Multichannel Coder, Mark Davis, 95th AES Convention, Oct.7-10, 1993, NY-ABD.

[R3]- Fractal Image Compression, L. Anson, Byte, Oct. 93.

[R4]- Fractals Everywhere 2nd Ed., M. Barnsley, Academic Press 1993

[R5]- ISO-DIS 10918-1 ve -2 JPEG : Digital Compression and coding of continuous tone still images.

[R6]- Progressing Towards HDTV - The Real Dimension, Colophon EU95, June 1991, EU95 Directorate.

[R7]- Colophon HDTV Reports, 1991/92/93, EU95 Directorate.

- [R8]- *International Workshop on HDTV '92*, Kawasaki, Japonya, 18-20 Kasım 1992
- [R9]- *International Television Symposium and Technical Exhibition - 1993* Montreux-İsviçre, (ITS-93) 10-15 Haziran 1993.
- [R10]- ISO/IEC 11172-1, Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5Mbit/s (MPEG-1), Part 1: Systems, Part 2: Video, Part 3: Audio, ISO-IEC JTC 1/SC 29N 312-314, 20-5-1993.
- [R11]- ISO/IEC 11172-6, Coding of moving pictures and associated audio (MPEG-2), ISO-IEC JTC 1/SC 29 WG11:
a- Working Draft Vers.1 Rev.1 Part 2: Video 11/92,
b- Test Model 5, Draft 4/93,
c- Revised syntax and semantics for MPEG-2 Video 2-4-1993.
- [R12]- CCITT Rec.H26x, Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Draft 12 Mayıs 1993.
- [R13]- RACE 1993, Technical Report, RACE Team, AT, 1993.
- [R14]- İleri Televizyon Teknolojileri ve Türkiye, M. Pazarıcı, Seminer ve aynı adlı rapor, Taksim-İstanbul, Ekim 1992.
- [R15]- Satellite Broadcasting: Future Applications and their Critical Technologies, M. Cominetti, (RAI), ITS-93 [bkz. R9], Future Technology Sessions, pp. 22-31.
- [R16]- HDTV - Public and Industrial Policy, D. Nolan (Coopers & Lybrand), ITS-93 [bkz. R9], Future Technology Sessions, pp. 70-118.
- [R]- *ITU-SMPTE dTTb Workshop*, Los Angeles-ABD, 29 Ekim ve 1 Kasım 1993.
- [R]- *135th SMPTE Technical Conference - 1993*, Los Angeles-ABD, 29 Ekim - 2 Kasım 1993.
- [R]- SMPTE Journal, SMPTE, NY, ABD.
- [R]- IEEE Transactions on Consumer Electronics, IEEE, NY, ABD.
- [R]- IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, IEEE, NY, ABD.

Ticari Yayınlar:

- [R]- TVBEurope, PSN Publications Inc., NY, ABD.
- [R]- Television Broadcast, PSN Publications Inc., NY, ABD.
- [R]- International Broadcast Engineer, International Trade Publications Ltd., İngiltere.
- [R]- Broadcast Hardware International, The Hardware Magazine Company Ltd., İngiltere.
- [R]- International Broadcasting, emap Business Publishing Ltd., İngiltere.
- [R]- World Broadcast News, Intertec Publications, KS, ABD.

Özgeçmiş
Doç. Dr. Melih PAZARCI

1955'te İstanbul da doğmuş, 1978'de İTÜ Elektrik Fakültesini bitirmiştir. 1980 ve 1984'te ABD'de İllinois Institute of Technology'den MSEE ve Doktorasını almış, 1982-1984 arasında ABD'de AT&T Bell Laboratuvarlarında HDTV konusunda araştırmalar yapmış, 1985-1986'da İTÜ'de Yrd. Doçent olarak bulunmuş, ve 1986-1989 arasında ABD'de IIT-TSC'da araştırmalarına devam etmiştir. Halen, İTÜ Elektrik Fakültesinde Doçenttir. İlgi konularını, video sistemler ve işaret işleme ile HDTV ve ileri TV sistemlerinin oluşturduğu yazarın HDTV konusunda 4 ABD patenti, ve HDTV ve benzer konularda uluslararası çeşitli yayınlarda makaleleri vardır. TÜBİTAK Başkan danışmanı statüsünde 1992-93 yıllarında EU-95 Türkiye temsilcisi, ve halen aynı statüde Türkiye İleri Televizyon Teknolojileri Koordinatörüdür.



İNDEKS

3DO	23	katman	14
ABD1,12,14-17,19-23,26,29,31,33,35,38,40,41		Kore	31
AC-3	22, 40	LCD	5, 6, 43
Action Plan	26, 39	MJPEG	13, 43
adaptive resource sharing	7, 18	MPEG-1	6, 8, 9, 11, 19, 40
ADSL	23, 28, 37, 42	MPEG-2	7, 11-13, 22, 27, 32, 40, 41
AIM	30	multi-layer	14
ATV	3, 5, 12, 14, 15, 21, 22, 31, 35, 38, 42	multi-resolution	9, 11, 32
Avrupa1,3-5,11,15,17,19-22,24-29,33-35,37,39		multimedya	2, 3, 7, 9, 10, 23, 32, 35, 39
Büyük İttifak	21, 22, 38	multipath	13-15, 17, 22
CCD	5, 6, 32, 42	MUSE	29, 38, 43
CD-ROM	8, 10, 11, 23, 42	MUSICAM	11, 17, 19, 25, 43
CFRC	31	NHK	5, 6, 29, 31, 38, 43
Çin	31, 32	NOVI-II	31
COFDM	13-17, 19, 22, 42	NVOD	9, 18, 22, 43
çok-çözünürlük	9, 11	OFDM	14, 15, 19, 27, 42, 43
D2-MAC	9, 24, 25, 27, 28, 39	ölçeklenebilirlik	9, 11, 22, 32
DAB	14, 17, 31, 42	optik	6, 8, 21, 28
dalgacık	9, 10, 30	Orlando-FSN	22
DCT	9-12, 18-20, 27, 30-32, 42, 43	paket	1, 7, 10, 12, 18, 25
descriptor	12	PAL+	19, 26-29, 35, 37, 39
Diamond	19	pay-per-view	18, 22
DigiCipher	17, 18, 38	PDP	5, 43
DirecTv	18	photo-CD	10
Divine	14, 27, 40	post-production	6, 12
DMT	23, 42	QAM	14, 30, 43
DTH	16, 18, 29, 42	QPSK	18, 31, 43
dTTb	9, 31, 40-42	scalability	9, 11, 22
düz panel ekran	5	SFN	15-17, 22, 32, 43
error concealment	13	SHD	30, 31, 43
error correction	13, 18, 42	sıkıştırma	6-12, 16-20, 27, 32, 39
EU-95	24, 34, 35, 38, 39, 41	Spectre	19, 40
fiber	8, 9, 21, 23, 28	Spectrum saver	18, 19
fraktal	10	Sterne	19, 40
GA	21, 22, 29	sub-band	10, 17, 43
graceful degradation	11, 13	test ve ölçü	8
HARP	5	transponder	16, 18, 19, 31
HD-MAC	8, 21, 24-27, 34, 35, 37-39, 42	transponder maliyetleri	16
HD-SAT	27, 40	UDTV	2, 30, 32, 43
header	12	VADIS	27, 40
HiVits	19, 40	video dialtone	23
Huffman	12	video-on-demand	9, 43
hybrid CRT	6	VLC	12, 27, 31, 32, 43
IBOC	17, 42	VOD	9, 22, 23, 28, 37, 43
interoperability	11, 21, 31	VSB	13, 43
IRD	16, 18, 19, 35, 42	VTR	6, 7, 38, 43
Japonya	1, 3, 6, 20, 25, 29-31, 33, 35, 40	Wavelet	9, 43
JPEG	9, 11, 13, 31, 40, 43		

KISALTMALAR

ANSI . . . American National Standards Institute	IT Information Technologies
ACATS Advisory Committee on Advanced Television Service	JPEG Joint Photographic Experts Group
ADSL . . . Asymmetric Digital Subscriber Line	LCD Liquid Crystal Display
ATM Asynchronous Transfer Mode	LDTV Low-Definition TV
ATV Advanced television	MAC Multiplexed analog components
BG Bant genişliği	MC DCT Motion compensated DCT
C/N Carrier-to-noise (ratio)	MCPC Multiple channels per carrier
CCD Charge-coupled device	MJPEG Motion JPEG
CCITT . . . Commitee Consultatif International Telegraphique et Telephonique	MoU Memorandum of understanding
CD-ROM Compact-disk read-only-media	MPEG Moving Pictures Experts Group
COFDM Coded OFDM	MUSE Multiple Sub-Nyquist sampling encoding
CRT Cathode ray tube	MUSICAM Masking Pattern Adapted Universal Sub-band Integrated Coding and Multiplexing
DAB Digital Audio Broadcasting	NHK Nippon Hoso Kyokai (Japon Yayın Otoritesi)
DATV Digitally assisted TV	NTSC Konvansiyonel Amerikan TV standardı
DBS Direct Broadcast by Satellite	NVOD Near VOD
DCT Discrete cosine transform	OFDM Orthogonal frequency division multiplex
DES Digital Encryption Standard	OS Operating System
DMT Discrete Multi-Tone	PDP Plasma Display Panel
DTH Direct-to-home	POT Plain Old Telephone
dTTb Digital terrestrial TV broadcasting	QAM Quadrature amplitude modulation
EBU European Broadcasting Union	QPSK Quadrature phase shift keying
ECU European Currency Unit	SCPC Single channel per carrier
EDTV Enhanced/Extended Definition TV	SDTV Standard Definition TV
ETSI European Telecom. Standards Institute	SFN Single frequency network
FEC Forward error correction	SHD Super high definition
FFT Fast Fourier Transform	SNR Signal-to-noise ratio
FM Frequency modulation	UDTV Ultra Definition TV
FSN Full service network	VHD Very high definition
HDTV High definition television	VLC Variable length coding
HD-MAC High-Definition MAC	VLSI Very large scale integration
IBOC In-band-on-channel (radio)	VOD Video-on-demand
IDTV Improved Definition TV	VSF Vestigial sideband
IRD Integrated receiver decoder	VTR Video tape recorder
ISDB Integrated Services Digital Broadcasting	WT Wavelet transform
ISDN Integrated Services Digital Network	