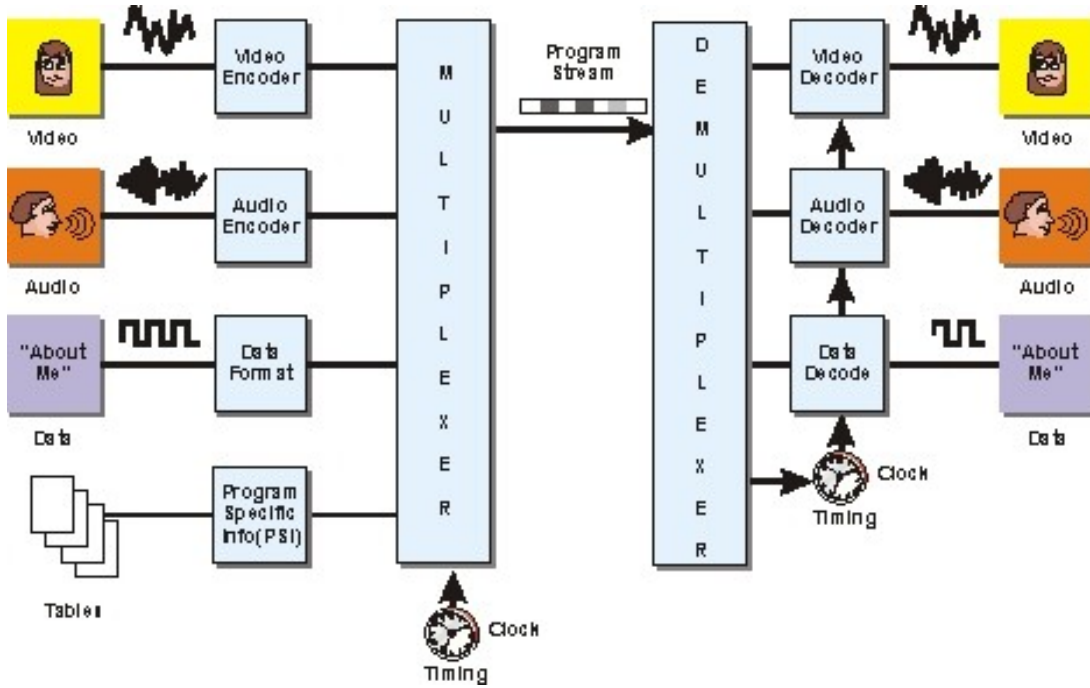


DİJİTAL TEKNİK – 1

Uydu yayınlarının alınabilme koşulları, Digital yayınlar, TV alıcıları, ve Uydu alıcı sistemlerinin teknik özellikleri



İsmail Çakaloz

İÇİNDEKİLER

Bölüm-1: Doğrudan Eve (DTH) uydu yayınlarının alınabilme koşulları.....3	
Bir bölgeden bir uydu yayının alınabilmesi için gerekenler, Az, El, Pol açıları, Transponder Ayak izi, EIRP, dBW, G/T, dB, Türkiyeden yayınları alınabilen uydular ve platformlar, DVB ve dünyada halen kullanılan digital yayıncılık standartları, Türk ve avrupa dijital uydu yayınlarının alınabilme koşulları	
Bölüm-2: Dijital yayınların yayınların ve alıcı cihazların teknik özellikleri.....18	
Dijital Televizyon (DTV), piksel, Aspect Ratio, HDTV ve Ev Tiyatrosu sistemi, Çözünürlük, Satır Sayısı, Plazma Ekran ve LCD ekran	
Bölüm-3: Dijital görüntü ve ses işleme, MPEG 1-2-4-7 ve 21 standartları.....23	
Dijital görüntü sıkıştırma, Renk alt örnekleme, MPEG-1, MPEG-2 standardı, Intra- frame(Çerçeve içi) sıkıştırma (Kuantalama (basamaklama), Kayıpsız sıkıştırma, Değişken Bit hızları, Süre fazladanlığının giderilmesi, Inter-frame (çerçeveler arası) sıkıştırma ve hareket düzeltmesi, I-, B-, ve P- Çerçeveleri, Profiller ve Düzeyler, Ölçeklenebilirlik, MPEG-2, 4:2:2 Profile @ Main Level, Diğer sıkıştırma formatları	
Bölüm-4: Alıcı sisteminin seçiminde dikkat edilmesi gerekenler.....41	
Türkiye'deki TV yayınlarının kanal standardı (PAL B/G), Merkezi yayın sistemleri ve SMATV, Verilecek kanal sayısı, Sistem Band Genişliği, Kanal donanımı, De-Modülatör, Birleştirme, A/V Taşıyıcılar, Frequency - Agile Modülatörler, Modülatör çıkış seviyeleri, Kanal birleştirme, Seviye Ayarlaması, Headend yükselticisi, Çok çıkışlı dağıtım anahtarları(Trunklar), Sistem Eğimi, Çanak paylaşım sistemleri ve DiSEqC multisviçler, DiSEqC(Dayzek) Nedir?, DiSEqC Bus Donanım Özellikleri, DiSEqC Röleler(Şalterler/Sviçler), Tone-Burst Röle, DiSEqC Röle (seviye 1.0 ve yukarısı sviçler), LNB'ler, Monoblok-Geçişli-LNB (DiSEqC 2.0), Sinyal Üreticileri, Hareketli anten motorları, Multisviç(Çoklu şalter) kullanarak Uydu Ara Frekans (IF) paylaşımı, Tek kablolu dağıtım sistemleri, Kullanıcı kontrollü hazırlama sistemleri, Test ve Sinyal Üretici Cihazları, DiSEqC Sinyal Üreticiler, DiSEqC -Test Cihazları, Ölçü Cihazları, Çok çanaklı ve hareketli çanaklı bağımsız uydu alıcı sistemleri	
Ek-1: En çok tercih edilen uydu hüzmelerinin ayak izleri.....74	
Ek-2: Türkiyede kullanılan RF Kanal Frekans Tablosu.....78	
Ek-3: Uyduların illere göre yerel, kalkış ve polarizasyon açıları.....79 - 82	

Bölüm-1: Doğrudan Eve(DTH) uydu yayınlarının alınabilme koşulları

1.1. Bir bölgeden bir uydu yayının alınabilmesi için gerekenler, Az, El, Pol açıları



Tüm haberleşme uyduları Jeostasyoner yörüngede yer alıyorlar

televizyon data yayınları yapan tüm haberleşme uyduları bu yörüngede yerleştirilmiştir. Bilim kurgu romanları yazar Sir Arthur C. Clarke bu fikrini ilk olarak 1945'de Wireless World dergisinde yayınladı. Bu yörüngedeki uydular her ne kadar dünya ile birlikte saatte binlerce mil hızla dönmektedirler de, dünya üzerindeki bir noktadan bakıldıklarında buldukları yere çakılı sabit bir konumda görünürler. Çünkü dönüşlerindeki açısal hız dünyanınki ile tam aynıdır.



Yerde herhangi bir noktadan Clarke kuşağının ancak üçte biri gözlemlenebilir mümkün değil.

Uydular uzaya gönderiliş amaçlarına göre farklı farklı yörüngelere yerleştirilmektedirler. Bu kitapta sözünü ettiğimiz haberleşme uydularının ise tümü doğrudan ekvator'un 36.000 km üstünde ve yere göre tam sabit bir konumda kalabildikleri bir yörüngede yer alıyorlar. Bu yörüngeye Arthur C. Clarke'ın anısına Clarke Kuşağı (Clarke Belt - Clarke Orbit) ismi verilmiştir. Yeryüzünden 36.000 km (22,237mil) uzaklıktaki bu dairesel yörüngeye jeostasyoner (jeosenkron - yere göre sabit) yörünge ismi verilmiş ve radyo

Yeryüzünden böyle bir uydu yayınının alınabilmesi için iki önemli koşul vardır. Birinci koşul yörüngedeki uydudan yayını göndermekte olan çanak ile yerde onu almak üzere kurulan çanağın aralarına hiçbir engel girmeden tam olarak birbirine bakmasıdır. Kuşkusuz bu her zaman mümkün değildir. Yerdeki herhangi bir noktadan bu yörünge ancak üçte birlik bir kısmı görülebilir. O nedenle örneğin Türkiye'deki bir çanakla bir Amerikan uydusunun yayınlarını almamız hiç

Haberleşme uydularının hepsinin ekvator üzerinde olduklarını bildiğimize göre sadece hangi boylam derecesinde bulduklarını bilmekle onları tam olarak konumlandırmamız mümkün olmaktadır. Boylamlar “0” derece (greenwich) boylamının doğusunda veya batısında oluşuna göre Doğu(E), Batı(W) adını alarak gruplanmış, ve tüm dünya 4 grup içinde tanımlanmıştır. Buna göre 160°W-70°E(asya), 70°E-0°E(Avrupa), 0°W-61°W(Atlantik), 61°W-160°W(amerika) olmaktadır.

Örneğin 42° Doğu boylamı üzerinde bulunan Siirt ilimizden Türksat yayınlarını almak üzere bir çanak kuracak olalım. Türkiye kuzey yarıkürede olduğuna göre uyduların üzerinde bulunduğu Clarke kuşağı güneyimizde kalmaktadır. Türksat/Euriasat uydularımız da 42° Doğu boylamı üzerindedir. Yani Siirt ilinden Türksat uyduları tam güney istikametine bakılarak görünmektedir. Bu yön çanağın **yerel açısı(azimuth)** ayarını oluşturmaktadır. Örneğimizde bu açı pusula açısı olarak bu tam güney(S) 180° yönü olacaktır. Bu yön ayrıca Siirt ilinden alınabilen uyduların üzerinde bulunduğu **Clarke** kuşağının en yüksek tepe noktasıdır.

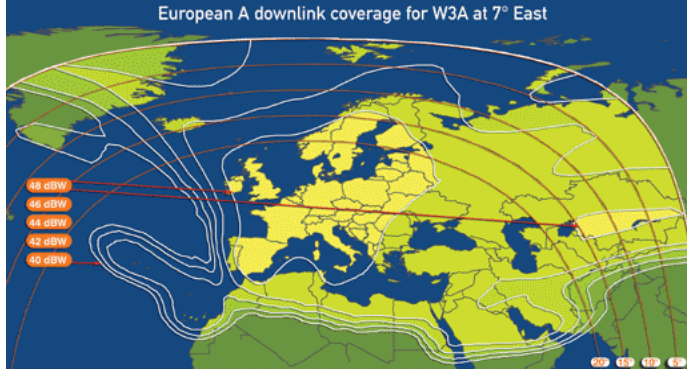
Eğer Siirt ilimiz ekvator üzerinde olsa idi bir Türksat çanağı kurmak için çanağı tam dikey olarak(tam tepemize) baktırmamız gerekecekti. Oysa kuzey yarıkürede olduğumuz için uydu tam tepemizde değil. İşte, bulunduğumuz yer ekvatorundan ne kadar uzaksa çanağımız da o kadar ufka doğru dönecektir. Siirt ilimiz 38 derece kuzey enlemi üzerinde bulunuyor. Bu durumda çanak Türksat uydusunu görebilmek için yerden yukarı doğru 46° derece kalkışı olan bir açıdan bakmalıdır. İşte bu açı çanağın **kalkış açısı (elevation)** olmaktadır. Ayrıca tam güney istikametine olması dolayısıyla bu kalkış açısı Siirt ilindeki bir çanağın bakabileceği en yüksek kalkış açısıdır. Diğer tüm uydular bu konumun sağında ve solunda 46° dereceden daha küçük kalkış açısına sahip konumlarda yer almaktadırlar.

Tam çanak ayarı için üçüncü bir açının daha bilinmesine gerek var. Çanağın odağına yerleştireceğimiz LNB'nin kutup açısı. Eğer Siirt ve Türksat örneğinde olduğu gibi bulunduğumuz yer ile yayınlarını alacağımız uydu aynı boylam üzerine bulunuyorlarsa **kutup açısı (polarisation)** sıfır derecedir. LNB'nin düşeyi tam düşey olmaktadır. Uydu boylamının bulunduğumuz yerinkine göre doğusunda veya batısında kalışına, ve ne kadar uzak olduğuna göre de artı veya eksi saat istikametine polarizasyon sapması(skew) olacaktır. LNB'nin düşeyi bu sapma derecesine göre ayarlanır.

Bu açıların hesaplanma formülleri biraz karışık olmakla beraber hazır bilgisayar programları bulunduğumuz yerin enlem ve boylamı ile yayınlarını almak istediğimiz uydu konumunu girdiğimizde gerekli Az, El ve Pol açılarını hesaplayıp bize vermektedir. Türk illerine göre göre hesaplanmış bu açıları veren böyle bir tablo Ek.-2'de verilmiştir. (Çanak açılarını kendiniz de hesaplayabilirsiniz. Bulduğunuz ile göre çanak açılarını **otomatik hesaplama programını indirmek için tıklayınız**)

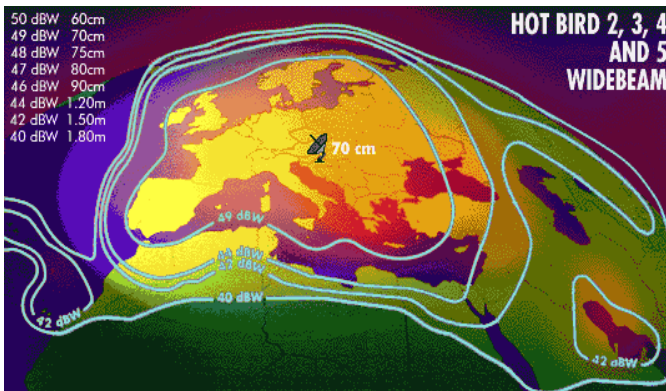
1.2. Transponder Ayak izi, EIRP, dBW, G/T, dB

Bir uydunun yayınlarını alabilmek için çanağımızın o uyduya bakması ve arada hiçbir engel olmaması yeterli değildir. İkinci önemli koşul uydunun sinyallerinin bulunduğu bölgeye



Her yayın hüzmelerinin ayak izi değişiktir

çanak vardır. Bu çanakların özellikleri uydunun projesi sırasında sipariş edilen hüzmeye türüne göre belirlenir. Öncelikle gönderici Sabit hüzmeli (fixed beam) veya ayarlanabilir hüzmeli (steerable beam) olabilir. Onların da kendi aralarında farklı tipleri olur. Uydu atıldıktan sonra sabit hüzmelerin hangi coğrafyaya yayın yapacağı, yani ayak izi (footprint) bellidir ve değişmez. Ancak bu coğrafya içindeki yayın gücü değişir. Uydu yeni iken yayın gücünün



49 dBW gücü olan bir yayın 70cm çapında çanakla alınabilmektedir.

Sonuçta uydunun tüm transponderleri tüm teknik özellikleriyle belirlenip çalıştırılacağı koordinat dilimine (slot) yerleştirildiğinde frekans planlaması, ve kiralanan transponderlerin kullanıcılarının gereksinimlerine göre tahsisleri yapılır. Tahsis edilen transponderin yayınlarının hangi coğrafyada yer alan kullanıcılara hangi güçte ulaşacağı yayınlanan ayak izi haritasından

yeterli güçte ulaşmasıdır. Bir uydunun dünyaya göndereceği yayınlar için kullanabileceği güç sınırlıdır. O nedenle bu gücün en etkin şekilde kullanımı, ve her yayının özellikle hedef izleyicisinin bulunduğu coğrafyaya

yoğunlaştırılmasıyla mümkündür. Bu konudaki teknoloji son 30 yıl içinde oldukça gelişmiş olduğundan yayınların enerjisinin yoğunlaştırıldığı bölge neredeyse harita çizer gibi elde edilebilmektedir. Uydudan dünyaya yayın göndermekte kullanılan birkaç

yüksek olması, ve yaşlandıkça biraz zayıflaması normal kabul edilir. Ayrıca mevsimsel olarak ve uyduya özel çeşitli nedenlerle de bu güç değişebilir. Çok önemli durumlarda transponderler arasındaki güç dağılımına da müdahale edilebilmektedir. Öte yandan ayarlanabilir hüzmelerde istendiğinde (çok sık olmamakla beraber) yayınların hedef coğrafyasında tümünden değişiklik yapılabilir. Tabii ki bu değişikliğin hangi sınırlar içinde olabileceği de daha en baştan belirlidir.

bellidir. Bu haritada coğrafi görünümün üstünde EIRP çizgileri yer alır. EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) çizgileri o coğrafyaya ulaşan etkin sinyal gücünün sınırlarını ifade eder ve çizginin içinde kalan yerlerde belirli bir güç var iken onun dışında gücün bir kademe daha azaldığı anlaşılır. EIRP çizgilerinin içerdiği alandaki yayın gücü dBW cinsinden ifade edilir. dBW ölçülen güç seviyesinin 1 Watt değerine göre olan seviyesini desibel cinsinden ifade eder. Bu güç değerine sahip bir yayının standart verimliliğe sahip alıcı çanaklar cinsinden kaç santim çapında bir çanakla alınabileceğini gösteren bir tablo da verebiliriz.

Çanak Çapı(cm)	45	50	60	70	90	120	150	180	230	280	370	480	600
dBW	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30

Çanağın kalitesi de çok önemlidir şüphesiz. G/T ile ifade edilen bu kalite çanak ve LNB'nin birlikte performansının düzeyini dB cinsinden gösterir. Burada "G" sistemin net kazancı (Gain) "T" ise sistemin (toplam) gürültü sıcaklığıdır (noise temperature). Oran ne kadar yüksek olursa o kadar iyidir.

Desibel (Decibel) ses, gürültü, ya da iletişimle ilgili sinyal düzeyi, güç, kazanç gibi değerlerin ifadesinde en çok kullanılan standart ölçü birimidir. Bu birim "desi" ve "bel" sözcüklerinden oluşur. "0.1 bel" demektir. ancak birim olarak "bel" kullanılmaz "desibel" kullanılır. Desibel farklı güçler arasındaki oranın logaritmik ifadesidir. Boyutsuz bir birimdir. (tıpkı "yüzde" demek gibi). Kullanım yerleri arasında ilk olarak akla "ses şiddeti", "gürültü miktarı" ifadesi akla gelmektedir. burada kastedilen ses düzeyi ses basınç düzeyidir (spl = sound pressure level). Ses basınç düzeyi ses basıncının belirli bir referans gürültü düzeyine oranlı olarak verilen logaritmik ifadesidir. O nedenle "decibel" birimi kullanılır. Referans gürültü düzeyi 20 µPa (yirmi mikropaskal) bir ses şiddetini ifade eder. dolayısıyla desibel olarak ifade ettiğimiz ses şiddeti düzeyi ölçülen şiddetin 20 mikropaskal değerine oranının logaritmasıdır. (pa = pascal = n/m² = newton metrekare) örneğin 40 mikropaskal gürültü olan bir yerdeki ses şiddetini seviye ölçen cihazımız;

$$10 \log (p_2/p_1) = 10 \log (40/20) = 10 \log 2 = 10 \times .30102 = 3 \text{ dB}$$

olarak gösterecektir. bu ifade şeklinin seçilmesi kulağımızın da logaritmik bir işitme sistemi olduğundan. yani ses şiddeti arttıkça işitmemiz azalmakta bu şekilde de kulak zarlarımız korunmaktadır. yoksa aralarında milyonlarca kat şiddet farkı olan sinek vızıltısıyla top patlamasının herikisini de aynı kulaklarla duymamız imkansız olurdu. 20 mikropaskal işitmemizin alt sınırı olup 3 metre uzaktan gelen sivrisinek sesi gibi çoğu kulağın duymayacağı zayıflıkta bir sestir. 3 metre uzaktaki bir insanın nefes alma sesi 10 desibel, havalı delici, veya motosikletin hız alışı sırasında (eğer hemen dibimizdeyse) çıkarttığı ses 100 desibel olabilir. Bir diskoda çıkabilecek en yüksek ses de yaklaşık bu kadardır. .

İşitmemizin üst sınırı 20 mikropaskal olan alt sınırın tam bir trilyon (10¹²) katı bir ses şiddetidir

ki bu şiddette ses (120 desibel) zaten kulak zarımızı patlatmış olacağı için normal işitme kalmaz. 23kg TNT, 3 metre uzağımızda patlatıldığında ortaya çıkacak ses şiddeti 200 dB kadardır ki bu ses şiddeti insan için öldürücüdür. Uzay mekiği'nin kalkışta 215 dB ses çıkarttığı hesaplanmıştır. Bunun üstünde ses şiddetleri ancak atom bombası, büyük deprem, tayfun, yanardağ patlaması gibi durumlarda olabilir.

Aynı şekilde elimizde biri diğerinin iki katı güçlü iki elektronik sinyal yükseltici(amfi=amplifier) olsun. İkisinin güçleri arasındaki fark sadece 3 decibel olarak ifade edilir. Eğer amfinin girişindeki bir sinyal iki kat güçlenmiş olarak dışarı çıkmakta ise amfinin kazancı 3 desibel'dir deriz. Eğer kazançları 3'er desibel olan iki amfiyi kaskad (birbirinin arkasına birinin çıkışı diğerinin girişine gelecek şekilde) bağlarsak elde edeceğimiz toplam kazanç $3+3=6$ desibel olur (desibel değerleri çarpılmaz toplanır)

10 tabanlı logaritma yerine "e" tabanlı logaritma, yani "ln" kullanan birimin adı ise "neper"dir. O nedenle 1 neper = yaklaşık 8.686 dB yapmaktadır.

1.3. Türkiye'den yayınları alınabilen uydular ve digital platformlar

Türkiye'nin coğrafyası itibariyle yayınlarını alabileceği uydular teorik olarak 100°Doğu ile 40°Batı konumları arasında kalmaktadır. Kuşkusuz bu ifade sözkonusu aralıkta kalan tüm uyduların türkiyenin her tarafından alınabileceği anlamını taşımaz. Yayınların fiilen alınabilmesi sözkonusu yayının yer aldığı uydu transponderine ait ayak izine, bulunduğu yere, çanağımızın büyüklüğüne ve verimine LNB'mizin kalitesine, mevsime, havaya ve günün saatine bağlı olarak değişiklikler gösterir.

Digital Buketler	Çanak çapı (cm)	Uydu Konumu	Uydu İsmi	HD TV	Dijital TV	Analog TV	Dijital Radyo	Radyo	Data
DISH TV		100.5°E	AsiaSat 2	0	30	0	63	0	3
		96.5°E	Express AM 11	0	7	3	4	2	1
		95.0°E	NSS 6	0	142	0	16	0	7
		93.5°E	Insat 3A	0	21	1	2	0	0
Astro		91.5°E	Measat 1	0	65	1	16	6	15
		90.0°E	Yamal 201 Yamal 102	0	46	0	17	0	2
ExTV		88.0°E	ST 1	0	29	0	0	0	0
		87.5°E	ChinaStar 1	0	2	0	0	0	0
		85.2°E	Intelsat 709	0	1	0	0	0	0
		83.0°E	Insat 2E Insat 3B	0	69	1	4	0	1
		80.0°E	Express 6A	0	26	1	15	1	0
UBC DStv		78.5°E	Thaicom 2 Thaicom 3	0	159	4	32	1	6
C-Sky-Net D-Sky Hung Kai	150	76.5°E	Telstar 10	0	162	1	25	1	21
		75.0°E	LMI 1	0	13	1	2	1	2
		74.0°E	Insat 3C	0	28	1	0	0	1
		72.0°E	PAS 4	0	11	0	0	0	2
Multichoice Africa Multichoice South Africa	120-200	70.5°E	Eutelsat W5	0	8	0	1	0	45
		68.5°E	PAS 7 PAS 10	0	282	0	158	0	93
		66.0°E	Intelsat 704	0	6	0	11	0	6
Katelco	120	64.0°E	Intels.601 Intels.906	0	30	0	11	0	2
		62.0°E	Intelsat 902	0	31	1	18	2	3
	150	60.0°E	Intelsat 904	0	43	0	9	0	4
		57.0°E	NSS 703	0	32	1	38	1	2
	150	56.0°E	Bonum 1	0	5	0	0	0	0
		55.0°E	Insat 3E	0	5	6	0	0	0
		53.0°E	Express AM 22	0	10	0	0	0	4
		53.0°E	Gorizont 32	0	0	1	0	0	0
		50.5°E	Intelsat 602	0	0	0	0	2	
		49.0°E	Yamal 202	0	1	0	0	0	

	150	48.0°E	Eutelsat II f2(4.1°eğik)	0	0	0	0	0	9
	120	45.0°E	Europe*Star 1	0	40	0	1	0	7
	120	42.5°E	NewSat 1 (3.7°eğik)	0	0	0	0	0	2
	60	42.0°E	Eurasiasat 1	0	123	1	68	0	6
		42.0°E	Türksat 1C	0	66	1	28	1	3
	150	40.0°E	Express A1R	0	14	0	7	0	0
		39.0°E	Hellas Sat 2	1	75	0	16	0	3
		38.0°E	Paksat 1	0	4	0	0	0	0
NTV Plus Multichoice Africa	150	36.0°E	Eutelsat Sesat Eutelsat W4	0	139	0	76	0	7
		33.0°E	E-Bird	0	8	0	0	0	11
	90	31.3°E	Türksat 1B	0	9	0	0	0	1
	120	30.5°E	Arabsat 2B	0	40	2	22	0	1
		28.2°E	Eurobird 1	0	204	0	67	0	50
Sky Digital Sky Active	120-300	28.2°E	Astra 2A Astra 2B Astra 2D	0	317	0	115	0	222
Orbit Network	150	26.0°E	Arabsat 2C Arabsat 3A Arabsat 2D	0	188	25	120	21	7
Kabel Deutschland		23.5°E	Astra 3A	0	97	0	46	0	7
		23.0°E	Astra 1D	1	1	0	0	0	0
	120	21.5°E	Eutelsat II f3 (4.0°eğik)	0	75	0	0	0	0
	10cm	21.0°E	AfriStar	0	0	0	111	0	0
Digital + Premiere UPC Direct CanalSatellite France Canal Digitaal Satelliet	120-370-700	19.2°E	Astra 1B Astra 1C Astra 1E Astra 1F Astra 1G Astra 1H Astra 2C	2	598	47	317	33	366
Parabole Réunion CanalSatellite Réunion ITV Partner	120	16.0°E	Eutelsat W2	0	244	7	38	15	13
Cyfra + Nova Sky Italia Cyfrowy Polsat TPS AB Sat	60-90-300	13.0°E	HotBird 1 HotBird 2 HotBird 3 HotBird 4 HotBird 6	0	979	13	544	25	329
	120	10.0°E	Eutelsat W1	0	157	3	4	0	50
DigiTurk	60	7.0°E	Eutelsat W3A	0	212	0	127	0	135
Viasat	90-500	5.0°E	Astra 1A (2.8°eğik) Sirius 3 Sirius 2	0	267	3	56	0	132
		3.0°E	Telecom 2A (2.9°eğik)	0	40	0	0	0	0
		1.0°W	Intelsat 10-02	0	56	0	39	0	1
Canal Digital	90-370-500	1.0°W	Thor 2 Thor 3	0	164	3	59	0	24
Yes Kabel!Vision	200-500	4.0°W	Amos 1 Amos 2	0	248	0	50	0	21
		5.0°W	Atlantic Bird 3	2	68	7	55	3	49
ADD ShowtimeNetwork	150	7.0°W	Nilesat101 Nilesat102	0	237	0	94	0	25
VisAvision	120	8.0°W	Atlantic Bird 2	1	49	1	4	0	18
		8.0°W	Telecom 2D	0	96	0	10	0	2
	120	11.0°W	Express 3A	0	30	1	7	4	0
	90-120	12.5°W	Atlantic Bird 1	0	56	0	2	0	105
		14.0°W	Gorizont 32 (5.2°eğik)	0	0	1	0	0	0
DMC	90-120	15.0°W	Telstar 12	0	170	0	26	0	40

CanalSatelliteHorizons	120	18.0°W	Intelsat 901	0	7	0	0	0	0
		22.0°W	NSS 7	0	178	0	71	0	8
		24.5°W	Intelsat 905	0	5	0	0	0	0
		27.5°W	Intelsat 907	0	27	3	40	0	1
Digital+, TV Cabo	90-200	30.0°W	Hispasat1C Hispasat1D	0	415	2	81	3	90
CanalSatellite Caraïbes	150-200	31.5°W	Intelsat 801	0	57	1	9	0	0
		34.5°W	Intelsat 903	0	16	0	9	0	0
Primer CableVisión	150	37.5°W	Satcom C1	0	11	0	6	0	0
		37.5°W	Telstar 11	0	16	0	1	0	1
		40.5°W	NSS 806	0	194	0	83	0	18

Yukarıda örnek olarak verilmiş olan tabloda 100°Doğu ile 40°Batı konumları arasında kalan uydular, taşıdıkları digital buketler, ve HD(yüksek çözünürlüklü), standart çözünürlüklü digital TV, digital radyo, data ve analog radyo/TV yayınlarının sayılarıyla birlikte yer almaktadır. Bazı yayınların alınabilmesi için gereken Çanak Çapları da “cm” cinsinden yaklaşık olarak verilmiştir. Kuşkusuz bu bilgi uydulardaki herhangi hüzmenin herhangi yerden alınabilmesi için kesin bir önerme değildir. Listede 60-90-300 gibi üç çeşit bilgi yer alan bir uydu konumu için yayını alınabilen üç farklı güçte hüzmenin bulunduğu anlaşılmalıdır. Yani yayınların bazıları 60cm çanakla bile alınabilmekte iken bazı yayınları ancak 300cm çanakla alabilmek söz konusudur. Çanak çapı sütununda yer alan bilgiler ancak genel bir fikir verebilir. Yoksa, bazı bölgelerde verilen daha küçük çanak çaplarıyla da kimi yayınların alınabilmesi, bazı bölgelerde ise verilen çanak çaplarının yeterli olmaması mümkündür. Ayrıca, bazı yayınların alınabilmesi o uydudaki tüm yayınların da alınabileceğini göstermez. Alınabilen yayınların izlenebilmesi de(örneğin şifreli olması gibi) bir dizi teknik koşula bağlıdır.

Herşeye karşın halen uydularda 150cm’den küçük çaplı çanaklarla türkiyeden alınabilen 2000’den fazla radyo ve TV kanalı bulunmektedir. Son zamanlarda her yıl onlarca yeni uydu daha üretilip yörüngeye yerleştirilmekte, bir çok uydu da arızalanma veya yaşlanma dolayısıyla faaliyetten çıkmaktadır. Bant genişliği kullanımını daha verimli hale getiren birçok yeni teknik geliştirmeler de sözkonusu. Bunlar yeni özelliklerde yüzlerce yeni kanalın da açılmasına yol açtı. Tüm bunlar uydu konum ve frekans listelerinin neredeyse her gün birkaç defa değişmesi sonucunu veriyor.

1.4. DVB ve dünyada halen kullanılan digital yayıncılık standartları

Halen, artık Radyo/TV/Data yayınlarından sözedildiğinde ister uydu, ister yersel yayın veya kablo yayını olsun, konu çok büyük ölçüde dijital yayındır. Avrupa’da kısaca **DVB** olarak ifade edilen **Digital Video Broadcasting**(dijital görüntü yayıncılığı) bu konuda uluslararası olarak kabul görmüş açık bir standarttır. **DVB project** adı verilen ve 300’den fazla üyesi olan bir konsorsiyum’un desteğine sahiptir. Çalışmaları Avrupa Telekom Standartları Enstitüsü(ETSI), Avrupa Elektroteknik Standartlaştırma Komitesi (CENELEC) ve Avrupa Yayın Birliği (EBU) nun “Müşterek teknik komitesi(JTC)” tarafından yayınlanır. Bu standartlar ETSI’nin web sitesinden ücretsiz temin edilebilmektedir.

Avrupa’daki DVB’nin doğrudan rakibi ABD’deki yeni dijital televizyon standardını geliştirmiş olan *Advanced Television Systems Committee (ATSC)* isimli kuruluşun koyduğu ve ABD dışında Kanada, Meksika, Arjantin, Güney Kore gibi ülkeler tarafından benimsenmiş olan standartlardır.

ATSC standartları AC-3 Dolby Digital ses kullanmaktadır. Kanal tahsisine göre birden çok ses ve görüntü kanallarının aktarılabilmesine izin vermektedir. Bir standart VHF veya UHF kanal 6 MHz aralıktır. 6 tane standart çözünürlükte (SDTV) kanalı ile bir PSIP(sanal kanal) ve diğer yardımcı veriler taşınabilir. ATSC ayrıca SDTV ve EDTV’ye göre çok daha yüksek çözünürlük ve renk temsiline imkan veren HDTV televizyon yayınlarının aktarımına da olanak vermektedir. Kullandığı MPEG-2 formatları şöyledir;

1920×1080 piksel(1080i), 1280×720 piksel(720p), 720×480 piksel(480i, 480p), 640×480 piksel 60 alan/sn(30 çerçeve/sn. 1080i de 1920×1088 piksel’lik çerçevelerle kodlanmıştır, ancak gösterimden önce son 8 satır atılır.

Ayrıca; 720×576 piksel(576i, 576p) 50 alan/sn(25 çerçeve/sn) formatı da ATSC tarafından desteklenmektedir.

DVB’de ise kullanılmasına izin verilen standart SDTV MPEG-2 formatları şunlardan ibarettir.

720×480 piksel, 640×480 piksel, 544×480 piksel, 480×480 piksel, 352×480 piksel, 352×240 piksel, 24/1.001, 24, 30/1.001 veya 30 çerçeve/sn ayrıca;

720 × 576 piksel, 544 × 576 piksel, 480 × 576 piksel, 352 × 576 piksel, 352 × 288 piksel, 25 çerçeve/sn

DVB’nin şu anda uygulanmakta olan standartları, MPEG-2 sıkıştırma esasına dayalı olan DVB-S (uydu televizyon radyo ve internet yayınları), DVB-C (kablo tv, radyo internet yayınları), DVB-T (karasal tv, radyo ve internet yayınları) ile, ses ve görüntü ile aktarım dizisinin kodlamasına ve yüksek çözünürlüklü televizyon(HDTV) uygulamalarına uygun DVB-MPEG ‘dir. Yeni uygulamaya girmekte olan DVB-H da cep telefonlarının frekans bandından yayın aktarımı içindir. Uygulama farkları sadece farklı frekans bantlarının gereksinimlerinden kaynaklanan farklı modülasyon tekniklerinde görülür.

Modülasyon(kipleme) bir taşıyıcı sinyalin üzerine bilginin kodlanması tekniğidir. Tek Yan Bantlı modülasyon(SSB), Artık Yan Bantlı Modülasyon(VSB) gibi çeşitleri olan Genlik Modülasyonu(AM), BPSK, QPSK gibi çeşitleri olan Faz Modülasyonu(PM), Frekans Modülasyonu(FM), Dikgen dörtlü Genlik modülasyonu(QAM), Dikgen frekans uzayı çoğullamalı modülasyon (OFDM), ayrık çoksesli

modülasyon(DMT), dalgacık, trellis, adaptif, sigma-delta modülasyonu gibi çeşitli uygulamalar görülmektedir.

Örneğin, yüksek frekanslarda gerçekleştirilen DVB-S uydu yayınlarında QPSK kullanılmaktadır. Daha düşük frekanslarda yapılmakta olan digital kablo DVB-C yayınlarında ise QAM (dikgen genlik modülasyonu) kullanılır. Bu teknikte bilgi iki giriş sinyaline uygun olarak hem taşıyıcı dalganın, hem de 90° derece faz farkı olan dikgen taşıyıcının genliği üzerine yüklenir. Bunu kompleks sayılar kavramıyla düşünerek kompleks sinyalin kompleks bir taşıyıcı üzerine yüklenmesi olarak da düşünebiliriz. Kablo yayıncılığındaki yaygın olan kullanımı 64-QAM'dir. DVB-T'de ise VHF(30MHz-300MHz arası) ve/veya UHF(300MHz-3.0GHz) frekans bantlarından COFDM(IEEE 802.11 /g WLAN) standardı kullanılmaktadır. Avrupa'da DVB-S ve DVB-C 8uydu ve kablo) yayınlarının standartlaştırılması 1994 yılında oldu. Yersel yayınlar(DVB-T) ise 1997 yılı başlarında standartlaştı. İlk ticari DVB-T yayınları 1998 yılında İngiltere'deki Digital Terrestrial Group (DTG) tarafından gerçekleştirildi. 2003 yılında Almanya'nın Berlin kenti analog TV sinyallerinin yayınına tümüyle durduran ilk bölge oldu. Almanya 2010 yılına kadar tüm ülke çapında digital televizyon yayınlarına geçmeyi planlıyor. İtalya ise DVB-T dönüşümünü 2006 yılına kadar tamamlamayı hedeflemiştir. İspanya'da analog yayınların sona erdirilmesi için öngörülen tarih 2010 başı.

Avrupa'dan digital uydu yayınların fiilen başladığı 1995 yılında analog uydu yayınların 5-6 yıl içinde tümüyle bitirilmesi öngörülmüştü. Söylenildiği gibi de oldu. Halen uydularda sembolik sayıda bazı kanalları dışında analog yayın kalmamış gibidir. Onun ardından Yersel(havai) yayınların da belirli bir program dahilinde sayısallaştırılmasına karar verildi. Avrupa ülkelerinin yetkili kurulları birer birer analog yersel(terrestrial) yayınların bitirilmesi(*switch-off*) tarihlerini yayınladılar. Bizde de bu karar 2005 mart'ında verildi. Haberleşme Yüksek Kurulu'nda ülke çapında sayısal yayına geçmeye karar verdikleri, bu kararın görsel yayınlar açısından tarihi bir karar olduğu açıklandı. Türkiye'de de 2006 yılında başlatılması planlanan sayısal yayıncılığın 2014 yılında tamamlanacağı ve analog yayıncılığın bu tarihte sona ereceği söylendi. Yapılan açıklamada analog yayıncılığın giderek terk edildiği sayısal yayıncılığa geçildiği belirtilerek analog vericilerin görüntü kirliliğine neden olduğu, dijital yayıncılığa geçilince bu sorunun ortadan kalkacağı söylendi. Ayrıca, sayısal yayın ile daha iyi görüntü ve ses kalitesine ulaşılacağı, 2006 yılında başlanacak yeni sistemle kapsama alanı yetersizliği sorunlarının biteceği, işletme giderlerinin de azalacağı, özel yayıncıların önce Ankara, İstanbul, ve İzmir illerinden başlayarak 2014 yılına kadar tüm illerde sayısal yayına geçecekleri kaydedildi. Karşı karşıya kalınan frekans sıkışıklığı nedeniyle digital yayına geçişte bu üç büyük il'e öncelik verilmiştir.

DVB ses ve görüntü aktarımlarının yanısıra veri iletişimi konusuna da çeşitli tanımlar getirmiştir. Veri aktarımı için DVB-DATA, geri dönüş kanalı için DVB-RC* adı verilen bu tanımlar DECT, GSM, PSTN/ISDN gibi iletim ortamları için uygundur. Kullanılan protokoller DVB-IPI: İnternet Protokolü, DVB-NPI: Bağımsız şebeke protokolü olarak uygulanmaktadır. Bunlar halen örneğin etkileşimli televizyon arayüzü Multimedia Home Platform(DVB-MHP) ve Electronic Program Guides(EPG- Elektronik program rehberi) için kullanılmaktadır.

Dijital dönüşümünü hızlandırmak üzere eskiden gelen teletekstve VBI teknolojileri de DVB-TXT ve DVB-VBI olarak standarda girmişlerdir. Ancak, çoğu uygulama bakımından, örneğin altyazılar için olan

DVB-SUB gibi daha ileri uygulamalar geliştirilmiştir. Bu özellikler Yayın Bilgileri (DVB-SI) kısmında tanımlıdır. .

DVB'de ayrıca birçok şebeke arayüzü tanımlanmıştır. Bunlardan en önemlisi de paralı televizyon uygulamalarında abonelerin şifreyi çözebilmeleri için gereken Ortak Şifre Algoritması'na (DVB-CSA) sahip Koşullu Erişim (DVB-CA) için gereken Ortak Arayüz (DVB-CI)'dür.

Avrupa kaynaklı bir standart olan DVB halen tüm Avrupa'nın dışında Avustralya'da, Güney Afrika ve Hindistan'da geçerlidir. Bu çoğu Asya, Afrika ve Güney Amerika ülkelerindeki uydu ve kablo yayınları için de geçerlidir. Bunların birçoğu henüz resmen yersel digital yayınları için bir format seçmemiş olsalar da içlerinde DVB-T yerine ATSC standardını seçmiş olan Arjantin ve Güney Kore gibi ülkeler de mevcuttur. Japonya'da SkyPerfect hariç farklı bölgelerde farklı formatlar kullanılıyor. Ancak, yaygın olan ISDB (Tümleşik Sistemler Digital Yayıncılığı), DVB ile büyük benzerlikler göstermektedir. Öte yandan, Japonya'ya 124° derece ve 128° derece doğu uydularından yayın yapmakta olan *SkyPerfect* platformunun kullandığı standart DVB dir. Aynı şirketin 110° derece doğu konumunda bulunan uydusunda ise DVB kullanılmamaktadır.

Kuzey Amerika'da ise *Hughes DSS* yanısıra uydu haberleşmelerinde sinyal sıkıştırma ve kodlanmasında genellikle *DVB-S* kullanılıyor. Uydu alıcısı üreticilerinin sayısı açısından bakıldığında *DVB* standardının Motorola'nın DigiCipher-2 standardına göre daha yaygın olduğu görülecektir. Kablo işletmecileri ise *DVB-C* veya *OpenCable* kullanıyorlar. Yersel HDTV yayınları açısından bakıldığında ise *DVB-T*'nin *COFDM*'i yerine ATSC'nin 8VSB modülasyonlu kodlamasının kullanıldığı görülüyor.

Halen yersel DVB-T yayınlarının başladığı ülkelerde bu yayınları alabilen digital televizyon alıcıları analog televizyon alıcılarına göre önemli ölçüde daha pahalı. Bu da Avustralya gibi birkaç yıl içinde analog yayınlarını tümüyle durdurmayı kararlaştırmış olan ülkelerin tüketicilerini güç durumda bırakmaktadır. Ancak digital televizyon fiyatlarının da bir süre içinde epeyce daha aşağıya çekileceği de şimdiden öngörülebilir.

Digital radyo/TV yayınlarının avrupa standardı olan DVB'ye göre avrupanın uydu yayınları için "DVB-S", kablo TV yayınları için "DVB-C", yersel(karasal) yayınları için "DVB-T", mobil cihazlar için de "DVB-H" uyumlu digital alıcı cihazları gerekiyor.

1.5. Türk ve avrupa dijital uydu yayınlarının alınabilme koşulları

Analog yersel ve kablo TV yayınlarını izlemek için eskiden hiçbirşey gerekmezdi. Kablo TV setine takar ve yayınları izlerdik. Bir alıcı(receiver) cihaz gereksinimi ilk olarak uydu yayınları ile başlamıştı. Şimdi ise ister havadan, ister kablodan olsun her türlü TV yayını almak için bir alıcı cihaz gerekiyor. Bu cihazların TV setinin içine yerleşik olarak üretilenleri de var, ancak yaygın çözüm “Set Top Box”(STB) denilen ve TV setinin yanına(üstüne) konulan ayrı bir kutu şeklindeki cihazdır.

Uydu yayınlarını almaya mahsus DVB-S uyumlu STB'lara digital uydu alıcısı(receiver) ya da IRD(Integrated Receiver Decoder) demekteyiz. Bu cihazlar en azından yaygın olarak kullanılan MPEG-2 standardına göre sıkıştırılmış digital yayınları açabilmelidir. Kimileri daha yeni(1998'de) resmen uygulamaya girmiş olan MPEG-4'e göre sıkıştırılmış DVB yayınları da açabilecek şekilde üretilmektedir.

Ayrıca çok büyük ölçüde dijitalleşmeye geçişle birlikte gelen “paralı televizyon”(Pay TV) olgusuyla karşı karşıyayız. 1995 yılından bu yana tüm avrupada doğrudan evlere paralı uydu



Türkiye'nin digital yayıncıları(2005)

yayını yapan(DTH) digital platform kuruluşları hızla çoğalmıştır. Bu kuruluşlar profesyonel kripto şirketlerine kilitlettirdikleri şifreli yayınlar yapmaktadırlar. Dolayısıyla bu yayınları alacak digital alıcı cihazların DVB MPEG standart kod çözücüsünün yanısıra özel şifre çözücü dekode sistemine de sahip olması gerekiyor. Platformlar bu dekodeerli alıcı cihazlarını abonelerine ücretsiz de verebilmektedirler. Ancak, belirli bir yayın şirketinden bağımsız olmak isteyen kullanıcı çoğu zaman istenen şifre sistemine daha sonra adapte edilebilen(yani Multicrypt özellikli) standart bir uydu alıcısını tercih etmektedir.

Avrupada digital yayın izleyen ev sayısı 2004 yılında %24 artış göstermiş. 2010 yılına kadar avrupadaki digital yayın aboneleri sayısının 112 milyona ulaşacağı tahmin ediliyor. MMDS(kablosuz digital kablo yayını) abonelerinin 2010 yılına kadar %16 artacağı, telefon şebekeleri ve hızlı internet servisleri(DSL) üzerinden yapılan görüntü yayıncılığının 2010 yılında \$4.6 milyara dolara ulaşabileceği hesaplanıyor.

2004 yıl sonu itibariyle avrupadaki digital uydu abonelerinin 23 milyona ulaştığı, 2010 yılına kadar bu sayının 31.6 milyon olabileceği kabul ediliyor. Avrupadaki karasal digital yayın abonelerinin ise 2010 yılına kadar ancak 23 milyon sayısına ulaşabileceği hesaplanıyor. Halen(2005) abone sayısının 350 milyon, cirosunun da \$100 milyar doların üstünde olduğu tahmin edilen dünya digital TV yayını pazarının gelişme potansiyeli yüksek görülmektedir.



Türk TV kanalları (2005)

[Türk uydularındaki kanalların güncel bir listesi için tıklayınız](#)

Ülkemize gelince, Digital Platformlar 1997'den beri gündemdedir. O yıllarda hükümetin yeşil ışık yakması üzerine, bu işle ilgilenen 12 kadar grup ortaya çıkmıştı. Sonunda Digitürk (Çukurova Holding) ve Star Digital(Rumeli Holding) yayınlarına 2000 de resmen başladılar, Ülkemize gelince, Digital Platformlar 1997'den beri gündemdedir. O yıllarda hükümetin yeşil ışık yakması üzerine, bu işle ilgilenen 12 kadar grup ortaya çıkmıştı.

Sonunda Digitürk (Çukurova Holding) ve Star Digital(Rumeli Holding) yayınlarına 2000 de resmen



Hotbird TV kanalları

başladılar, arkasından da RTÜK yasağı ve davası geldi. Bu arada Cine Digital ve DigiTV ortaya çıktı. Star Digital Nagravision, Cine+ Digital ise Viaccess şifreli olarak Türksat 1C uydusundan paralı yayınlarına başladılar. Potansiyeli en az 3.5 milyon abone olarak

hesaplanan türkiye'den bir milyon dolayında toplam abone sayısı ile sadece *Digitürk*'ün faal abone kaydeder bir konumda olduğu gözlenmektedir. 7.0°Doğu konumundaki Eutelsat 3A uydusundan Cryptoworks şifreli yayın yapan Digitürk'ün(2005) kullandığı 7 transponderinde halen 8 tanesi şifresiz 82 TV, 30 radyo kanalı ile 10 etkileşimli hizmet kanalı var.

Uydu yayını olan türk televizyon kanallarının *Digitürk* dışında kalan tümünü 42°Doğu konumunda bulunan Türksat ve Eurasiasat uydularında bulmak mümkün. Bu uydularda halen toplam 185 digital TV, 92 radyo kanalı ile 8 data yayını yer alıyor. Öte yandan sadece 4 adet analog TV ve bir adet analog radyo yayını var. Analog TV yayınlarından ikisi PAL Nagra şifreli Star Digital kanalı, biri Eurasiasat promosyonu, diğeri TRT 1'dir. Mevcut standart digital uydu alıcıları ile ne analog yayınlar ne de HDTV digital yayınlar alınabilir. Ancak, zaten Türksat uydularında halen hiçbir yüksek çözünürlüklü (HDTV) yayın mevcut değil. Analog yayınların da artık kalmadığı söylenebilir. Digital TV yayınlarından 5 adedi *Digitürk*'e ait Cryptoworks şifreli, 2'si BISS şifreli, ikisi *Cine+ digital*'in Viaccess şifreli yayınıdır. 4 adet de digital Nagra şifreli StarDigital radyo yayını bulunuyor. Bunlar da ancak gerekli şifre sistemine ve kartına sahip uydu alıcıları ile izlenebilir. Türksat uydularında bulunan geriye kalan 175 kadar digital TV yayını şifresizdir.

Türksat uydularına yönelik bir tek küçük çanakla ve standart bir digital uydu alıcısıyla şebeke araması (network search) yaptırılarak 175 şifresiz TV yayını ve 85 kadar radyo yayını otomatik olarak yakalanıp izlenebilmektedir. Bunun için önce cihazın **Network Search** özelliği açık olmalı ve manuel arama ile EAS PROMO(Frekans: 11734 MHz, Polarizasyon: Yatay (Horizontal), Sembol oranı: 3291, FEC:3/4) girilmelidir. Yayının Transport Stream'i içinde yer alan PSI(Program Specific Information) ve NIT (Network Information Table) değiştirilerek bu bilgiler eklenmiş. Kısa bir süre öncesine kadar şebeke yayın tablosunda bu bilgilerin mevcut olmaması dolayısıyla otomatik arama yapıldığında yayınların sadece yarısı kadarı bulunabilmekte, gerisini bulmak için yayın parametrelerini öğrenip tek tek girmek gerekmekte idi. Değişiklik sayesinde 2005 mayıs ayından bu yana Türksat 1C ve Eurasiasat 1 uydularımızdan yayın yapan tüm dijital televizyonlar otomatik olarak kullanıcının dijital alıcısına yüklenmektedir. Şebeke arama(Network Search) özelliği 3-4 yıldan bu yana üretilen tüm dijital uydu alıcılarında mevcut bir özellik.

Eğer Digitürk aboneliği iseniz Türksat uydularına yönelik ikinci bir küçük çanak ile Digitürk şebekesinde bulunmayan ancak Türksat'da bulunan bazı yayınları kanal listenize eklemeniz mümkün. Ancak, zaten Türksat'daki önemli kanallardan birçoğu Digitürk paketinde de yer aldığından buna gerek duymayabilirsiniz. Birinci çanağı Türksat uydularına bakan çoğu kullanıcı ikinci çanak tercihini içinde çok sayıda yabancı kanalın bulunduğu Hotbird 1,2,3,4,6 uyduları yönünde yapmaktadır. Bu konumda halen faal bulunan 5 adet uyduda 1126 adet digital TV yayını var. 627 adet radyo yayını ile 317 adet data yayını(etkileşimli kanal) da yer almaktadır. Sadece analog bir uydu alıcısıyla alınabilecek 6 adet TV, 9 adet radyo yayını da bulunuyor. HDTV yayınları alabilen bir cihaza ve sisteme sahip olanlar için ise sadece bir tek HDTV yayın mevcut durumdadır(2005).

Hotbird uydularında ayak izleri birbirinden farklı olan Super, Wide, SuperWide ve Europe olmak üzere 4 çeşit hüzme var. Yayınlar farklı 5 uyduda yer aldıklarından aynı tür hüzmenin ayak izi uydudan uyduya da farklılıklar göstermektedir. "Süper" hüzmede yer alan yayınlar türkiye'den 3.0m'den daha küçük çaplı çanaklarla pek alınamıyorlar. Europe ve SuperWide hüzmeleri de genellikle 120cm ve daha büyük çanaklarla izlenebiliyorlar. 80cm dolayındaki bir çanakla en kolayca alınabilenler "wide" hüzme yayınları. Ayrıca, Hotbird uydularında yer alan 1126 digital TV kanalının yaklaşık yarısı şifreli paralı kanal statüsündedirler. Rus, Fransız, İtalyan, Hollandalı, Yunan, Bulgar v.b paralı paket yayınlarına ait bu

kanalların birçoğuna ait resmi abone kartları temin edilebilmekte, birçoğu da korsan olarak izlenebilmektedir. Korsan olarak izlenemeyen, kartı da temin edilemeyen kanallar da vardır. Sonuç olarak, 80cm kadar küçük bir çanakla Hotbird uydularından halen hemen hemen her ülkeden, her dilden, akla gelen her konuda 350 kadar şifresiz Tv yayını alınabilmektedir. Bu nedenle, izlenebilen avrupa TV kanallarının sayısının çokluğu ve çeşitliliği bakımından Hotbird uyduları Türksat ve Digitürk dışında Türkiye’de en çok tercih edilen uydu konumu olmaktadır.

Türksat, Eutelsat3A, ve Hotbird uyduları dışında türkiye’den en fazla izlenen diğer uydu konumları 39.0°Doğu Hellasat, 36.0°Doğu Sesat, 26.0°Doğu Arabsat, 19.2°Doğu Astra, 5.0°Doğu Sirius, 1.0°Batı Thor, 7.0°Batı Nilesat, 30.0°Batı Hispasat uyduları. Bu uydulardan da türkiye’den 2.0m ve daha küçük çanaklarla çeşitli yayınlar alınabiliyor. 2005 yılı itibariyle özellikle avrupa’dan 658 Digital TV, 306 digital radyo kanalına sahip 19.2°Doğu Astra konumu ile, 513 TV, 80 radyo kanalına sahip 30.0° Batı Hispasat uyduları tercih konusudurlar.

Bölüm - 2: Dijital yayınların ve alıcı cihazların teknik özellikleri

Dijital Televizyon (DTV) ve piksel nedir?

Önce "Digital Television"(DTV) terimini açıklamalıyız. Bu yayınlarda ses ve görüntü sinyalleri analogdan digitale dönüştürülür, sıkıştırılarak paketlenir, sonra module edilir. Alındığı yerde ise tersine işlemlerle açılarak ilk haline getirilir. En önemli avantajı parazitlerin yokedilebilmesi ve aynı bant genişliğine daha çok yayının sığdırılabilmesidir. 95-96 yıllarında avrupada digital uydu yayınlarının devreye girmesi ile ülkemizde de izlenmeye başlamış olan bu yayınların görüntüleri çok daha net, sesleri çok daha berraktır. Karlanma olmaz, hayalet gölgeler, ve dalgalanma olmaz. Yayın maliyetinin de daha düşük olması sonucu tüm uydu yayınları hızla digitale geçmeye başlamış, geçen kısa süre içinde ortada neredeyse hiç analog uydu yayını kalmamıştır. Yersel(terrestrial) yayınlar ve kablo tv yayınları da belirli bir süre içinde digital teknolojiye geçince analog teknoloji muhtemelen tümüyle piyasadan kalkacaktır.

Yayınlara digitale geçmesi sonucu tüm yayın ortamlarındaki maliyetlerde düşüş, kullanılabilir bantgenişliklerinde bir artış, ve bir kapasite fazlasının ortaya çıkmaya başlaması üzerine teknolojisi çok önceden hazır durumda olan "yüksek çözünürlük" konusu gündeme geldi. Bu sayede televizyon görüntülerinin ve seslerinin kalitesi çok artırılarak, görüntü çok daha ayrıntılı, ses daha derin hale getirilmektedir.

Dijital görüntü televizyon ekranında "piksel"(benek) adı verilen farklı renk ve ışıklılıktaki noktalardan oluşmaktadır. Görüntünün çözünürlük(resolution) olarak ifade edilen kalitesi bu noktaların en ve boy için olan sayılarının çarpımı demek olan toplam sayısından ibarettir. Bu sayı ne kadar yüksek olursa görüntünün tanımlılığı (definition) o kadar yüksek olur.



Aspect Ratio, HDTV ve ev tiyatrosu sistemi

Yirminci yüzyılın başlarında ortaya çıkan ilk televizyonlardan bu yana resim ekranının geniş tarafının(en) yükseklik(boy) ölçüsüne oranı 4:3 olmuştur. En/boy oranı ya da genişlik yükseklik oranı olarak ifade edilen Görüntü formatının (aspect ratio) son zamanlardaki dijital televizyonlarda 16:9 olarak kullanımı yaygınlaşmaya başladı. Geniş ekran(widescreen) da denilen bu 16:9 ekran görüntüsü yüksek çözünürlüklü bir televizyonda 1920 piksel x 1080 satır veya 1280 piksel x 720 satır olabilir. Bu görüntüde çözünürlük standart bir DVD veya analog TV görüntüsüne göre en az 6 kat daha yüksek detaya sahiptir. Codec olarak genellikle MPEG-2 kullanılmaktadır. Analog televizyonda eskiden beri kullanılmakta olan örüntüleme(interlace) bunda da kullanılabilir. Tanımda bu özellik satır sayısının arkasına eklenen bir küçük "i" harfi ile örneğin "1080i" şeklinde ifade edilmektedir. Örneğin 1080i/60 şeklinde yazıldığında saniyede 60 alan örüntülü 1080 satırlık bir ekran görüntüsü akla gelmektedir. Geleneksel olarak avrupa ve türkiye gibi PAL 50Hz kullanılan yerlerde bu yayının 1080i/50 şeklindedir.



Genişlik/yükseklik(aspect) oranı 4:3 olan CRT resim tüplü standart bir tv cihazı ile 16:9 olan widescreen(geniş ekran) bir plasma tv yanyana görülüyor

Interlaced(örüntülü) tarama yerine alternatif olarak "progressive scan" (örüntüsüz /progresif tarama) getirilmiştir. *Non-interlaced* de denilebilen bu taramada resim karesi örülü iki yarım kare yerine her seferinde yeniden taranan bir tam kareden oluşur. Avrupa için esas olarak tercih edilmiş olan standart budur. Bu da satır sayısının ardına konulan (720p şeklinde) bir küçük "p" harfi ile ifade edilir. 1280 x 720 formatı örneğin pratikte daima progresif taramalıdır.

Bu yayınlarla ilgili olarak kullanılan ses kodlaması da Dolby Digital yani Dolby Laboratories'e ait AC-3 ses kodlama sistemidir. Bu algılamasal kodlama prensiplerini kullanan kayıplı bir ses sıkıştırmasıdır. Ana uygulama alanı çok kanallı ses olmakla birlikte 1.0 kanal(mono) yayından 5.1 kanal(full surround) yayına ve çift kanallı stereo (1+1) yayına kadar çoğu sistemi destekler. Genellikle "Ev Tiyatrosu (Home Theater) de denilen sistemle kullanılmaktadır. En çok kullanılanı "5.1 surround" ses sisteminde herbiri (10 Hz-22 kHz) band genişliğine sahip (sol, sağ, orta, sol arka, sağ arka) olmak üzere 5 ses kanalı bulunmaktadır. Buradaki ".1" ifadesi band aralığı (10 Hz-120 Hz) olan Low Frequency Effect (LFE) bas özel kanalı içindir. Bu kanal "subwoofer" denilen derin bas seslere ait kanalı destekler.

EBU Teknik Komitesi HDTV yayınlara ilişkin emisyon standardının "progressive scanning" tekniğine dayalı olması gerektiği, ve halen optimum çözümün: 720p/50 olduğunu, ancak uzun vadede 1080p/50 seçeneğinin de cazip görüldüğünü açıkladı. Halen yapılacak yayınlarda progresif taramayı avantajlı gösteren birçok teknik görüş bulunmasına karşın EBU Teknik Komitesi bazı yayıncıların elde bulunan 1080i formatındaki program materyallerini değerlendirmek isteyebileceklerini de kabul ediyor.

Tüketicilerin kullanacakları cihazlar(setüstü kutular ve ekranlar) hem 720p hem de 1080i formatlarını kabul eder durumda olduğundan yayıncılar bu iki formattan istediğini seçebilir. Hatta aynı kanaldaki programlardan biri bir formatta diğeri öbür formatta bile olabilir. Prodüksiyon(üretim) ve emisyon(yayın) standartlarının tam aynı olması da gerekmez. Ayrıca zaten EBU tarafından avrupadaki HDTV prodüksiyon Standartları konusunda yapılan çalışmalar hala sürdürülmektedir. .

2004 yılı avrupada ilk iki HDTV kanalının yılın ilk gününde açılması ile başlamıştı. O zamandan bu yana olan tecrübeler yüksek bant genişliği gereksinimiyle bu uygulamanın atıl durumdaki birçok transponderi harekete geçirerek sektöre önemli bir hareketlilik getirebileceği ümitlerini arttırdı.

Çözünürlük, satır sayısı, nedir?

Esas olarak bir TV cihazında çözünürlük deyince ekrandaki satır sayısı aklımıza gelmektedir. Bu aslında düşey çözünürlük, yani en üstten aşağı doğru sayıldığında kaç tane satır olduğudur. Analog bir televizyonda görüntüyü oluşturan ve saniyede birçok defa yenilenen bu satırlar en eski televizyonlarda 405 tane idi. Bu sayının seçilmesi aslında çok karışık bazı teknik nedenlere dayanmaktadır. Bilmemiz gereken bunda esas nedenlerin eskiden en fazla 2.3-3MHz maksimum bant genişliğinin kullanılabilmesi, ve resim tüpünün kalite özelliklerinin de 3, 5, 7 gibi tek katsayıları elverişli kılması gibi şeyler olduğudur.

İngiltere'de başlanan dünyanın ilk muntazam televizyon yayınında 50Hz şebeke gerilimi, ve 10.125Hz(o zamanlar cps denirdi) düşey tarama frekansı geçerli idi. Bu durumda $50 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 = 20.250$ olmaktadır. Bunu ikiye böldüğümüzde 10.125 sayısına ulaşırız.

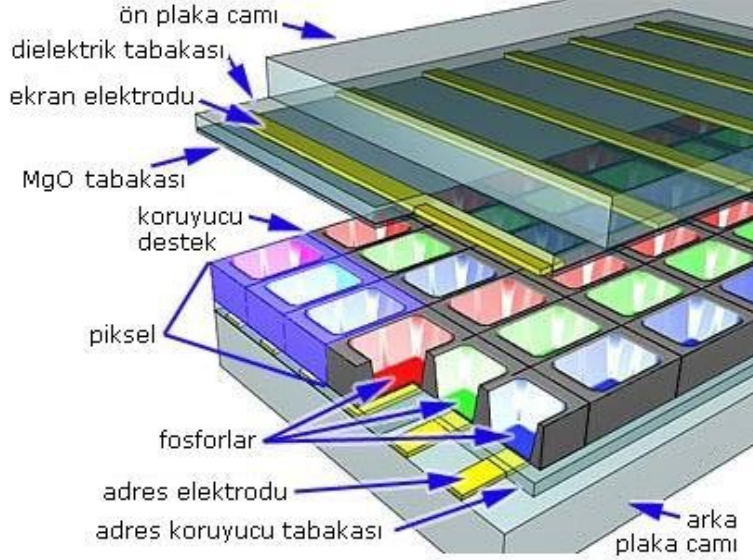
Şehir şebeke gerilimlerinin 50 veya 60Hz frekansı nedeniyle örüntülü (interlaced) resmin saniyede 25 veya 30(şebeke frekansına göre) kareden oluşması gerkiyordu. Yani İngilterede yapılan ilk televizyon yayınlarında 405 satırlık görüntü karelerinden saniyede 25 tane gönderilmektedir. Daha sonra bazı ülkelerde $3 \times 3 \times 7 \times 7$ (441 satır), $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 7$ (567) ve $5 \times 5 \times 5 \times 5$ (625 satır) sayıları kullanılmıştır.

İlk İngiliz standardı 405 satır siyah/beyaz olmasına karşın oldukça iyi idi ve hatta şimdiki 625 satırlı televizyonlardan daha kaliteli görüntü vermekte idi. Bu seri üretilen tüplerdeki görüntü eleman noktalarının kayması ve görüntü kaybına neden olması, ancak bunun renk syesinde telafi edilmesidir. 1940 öncesinde 405 satırlı sistem İngiltere, İrlanda, Hong Kong gibi birkaç ülkede kullanılmasına karşın Almanya, Rusya, ABD gibi çoğu ülkede 441 satır, Fransa'da ise 455 satırlık sistem benimsenmişti. 1940 yılında ABD 525 satırdan oluşan NTSC diye bir sisteme geçti. Fransa ise 819 satırlı bir başka sistem seçti. Bu seçim sonunda Fransaya epey pahalıya patladı. Sonunda tüm bunlardan kalan 50Hz 625 satırlı PAL ve SECAM sisteminin tüm avrupada 60Hz 525 satırlı NTSC sisteminin ise tüm amerikada geçerli hale gelmesidir.. Bu arada genişlik/yükseklik(aspect) oranı 4:3 standart olarak tüm televizyonlarda geçerli idi.

Daha sonra yüksek çözünürlük (HDTV) tercihlerinin ortaya çıkmasıyla daha yeni sorunlarla karşılaşıldı. Japonya daha 1968 yılından HDTV deneme yayınlarına başlamıştı. NHK(Nippon Hoso Kyotai) isimli bu sistem 60Hz ve 1.125 satırlı. 1986 yılında ABD de bu standardı benimsedi, ancak bazı TV şirketleri (dönüşüm sorunları nedeniyle) buna itiraz ettiler. Mevcut NTSC'nin iki katı olan 1.050 satırı tercih edeceklerini söylediler.

Birkaç ay sonra Avrupa da kendi standardı EU95 ile buna karşılık verdi. Bu sistem 2 x 625 (1.250 satır), 50Hz(saniyede 50 alan) ve geriye doğru uyumlu.

Plazma Ekran ve LCD ekran



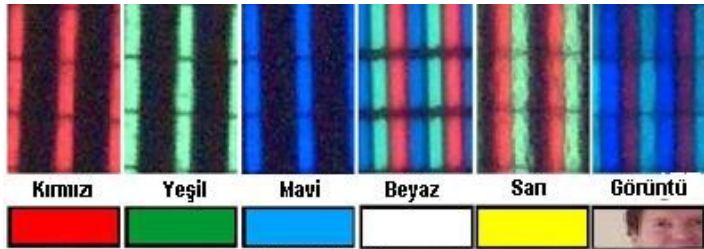
Bir plazma ekranda ana fikir renkli küçük ışıkları bir resim oluşturacak şekilde yakmaktır. Her piksel üç floresan ışıktan oluşur. Kırmızı, yeşil ve mavi. Tıpkı renkli CRT resim tüpünde olduğu gibi. Bu renkli ışıkların şiddetleri ayarlanarak dünyanın tüm renkleri elde edilebilmektedir.

Bu floresan ışığın ana unsuru serbestçe akan iyonlar (yani elektrik yüklü atomlar) ile elektronlar (negatif yüklü partiküller)den oluşan bir gaz demek olan "plazma" dır.

Normal koşullarda bir gaz yükü olmayan partiküllerden, yani eşit miktarda proton ve elektrona sahip

birçok gaz atomundan oluşur. Negatif yüklü elektronlar pozitif yüklü protonları tam olarak dengelediklerinden atomun net elektrik yükü sıfır olur. Ancak, gazın bulunduğu ortamın iki ucunda elektrik gerilimi oluştuğunda devreye giren serbest elektronlar nedeniyle denge hızla bozulur. Bunlar diğer elektronları da boşa çıkardıklarından atom dengesini kaybedip net pozitif yük kazanır. bir iyon haline gelir.

Üzerinden elektrik akımı geçen bir plazma'da negatif yüklü partiküller plazma'nın pozitif yüklü bölgesine doğru, pozitif yüklü partiküller de negatif yüklü bölgeye doğru akar. Bu akışma sırasında partiküller sürekli birbirine çarpmaktadır. Bundan plazmadaki gaz atomları uyarılır, Enerji fotonları yaymaya başlar. Plazma ekranlarda kullanılan Xenon ve Neon atomları uyarıldıklarında ışık fotonları yayarlar. Bunlar genelde insan gözüyle görülmeyen ultraviyole ışık fotonlarıdır. Ancak bu fotonlar da gözle görülen ışık fotonları yaymakta kullanılabilir. Xenon ve Neon gazı plazma ekranda camın iki plakası arasındaki yüzbinlerce küçük hücrede yer almaktadır. İki cam plakanın arasında, her iki yanda uzun elektrotlar da sandviçlenmiş şekilde yer alır. Adres elektrotları hücrelerin arka tarafında, arka cam plaka boyunca bulunurlar. Şeffaf ekran gösterimi elektrotlarının ise etrafında yalıtıcı bir dielektrik madde



bulunur ve magnezyum oksit koruyucu tabaka ile kaplıdır. Hücrenin üst tarafında ön cam plakası boyunca yer alır. Her iki elektrod takımı tüm ekranı kaplamaktadır. Gösterim elektrotları ekran boyunca yatay sıralar oluşturur. Adres elektrotları ise düşey kolonlar halinde yerleştirilmiştir. Böylece düşey ve yatay elektrotlar bir temel ızgara teşkil ederler.

Belirli bir hücredeki gazı iyonize etmek için plazma ekranın bilgisayarı o hücrede kesişen elektrotlara elektrik verir. Saniyenin çok küçük bir kısmında verilen herbir resim için binlerce defa bu işlemi yapar. O

hücrede kesişen elektrodlar gerilim uygulanarak uyarıldıklarında hücredeki gazın içinden elektrik geçer. Bu akım hızla yukarıda anlatılan şekilde yüklü partiküllerin akışına, o da ultraviyole fotonların çıkmasına yol açar. yayılan bu ultraviyole fotonlar hücrenin iç duvarında yer alan fosfor tabakasıyla etkileşime geçerler. Fosfor başka tür ışığa maruz kaldığında görünür ışık yayma özelliğine sahiptir. Hücrede bulunan bir fosfor atomuna bir ultraviyole foton çarptığında fosforun elektronları daha yüksek bir enerji seviyesine geçerler ve atom ısınır. Elektron normal seviyesine geri düştüğünde ise görünür ışık fotonu şeklinde enerji bırakır. Bir plazma ekrandaki fosforlar uyarıldıklarında renkli ışıklar yayarlar. Çünkü her piksel üç ayrı subpikselden oluşur. Bunlar kırmızı, yeşil ve mavi renk ışık yayan fosforlara sahiptirler ve yakınlıkları nedeniyle üçü bir nokta olarak göründüklerinden, görünen ışıklı nokta bu üç altpikselin bileşkesi bir renge sahip olmaktadır. Sonuçta oluşan piksel doğal renklerden herhangi birine sahip olabiliyor. Farklı hücrelerden geçirilen akımın şiddeti kontrol edilerek her subpiksel'in ışık şiddeti artırılıp azaltılabildiği yoluyla tüm spektrumun renkleri ortaya çıkartılabilmektedir.

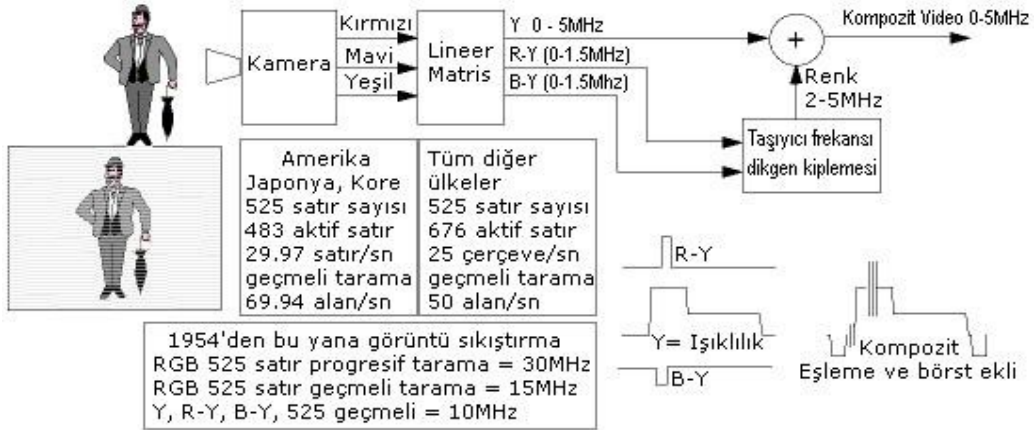
Plazma ekranın avantajı incecik malzeme kullanılarak çok büyük boyutlu ekranların yapılabilmesindedir. her piksel ayrı ayrı yakıldığından da görüntü çok parlak ve her yandan bakıldığında iyi görülebilir durumdadır. Henüz teknoloji bakımından CRT kadar yerleşmiş ve olgunluğa ulaşmış olmasa da sonuçlar beklentilerin üzerindedir denebilir. Tablo gibi duvara asılabilen bu ekranlara ilişkin halen en büyük sorun maliyet (\$1,000 - \$20,000) görünmekte ise de zaman içinde crt ekranların yerini tümüyle alacağına kesin gözüyle bakılıyor..

TFT ise "Thin Film Transistor" kısaltmasıdır. Genellikle bir LCD flat-panel ekranı her pikseli 1-4 adet arası transistör tarafından kontrol edilen türü kastedilir. TFT teknolojisi sayesinde düz panel teknikleri içindeki en yüksek çözünürlük elde edilebilmektedir. Ancak, aynı zamanda en pahalısıdır. TFT ekranlara bazen Aktif Matrisli LCD'ler de denilir. Renkli bir LCD ekranda da plazma'daki gibi her pikselin kendi renginde elde edilebilmesi için kırmızı, yeşil, ve mavi renk filtreleri olan üç subpikselle sahip olması gerekir. Uygulanan gerilimin dikkatli değiştirilmesi sonucunda her subpikselin rengi 256 farklı tona getirilebilir. Subpiksellerin karışımı sonucu her üç ana rengin 256 farklı tonundan aşağıdaki resimdeki gibi $256 \times 256 \times 256 = 16.8$ milyon farklı renk ortaya çıkabilmektedir. Tabii bu renklerin üretilebilmesi herbiri farklı transistörün kumandasıyla gerçekleştiğinden sayıları çok fazladır. Örneğin tipik bir laptop bilgisayar ekranı 1024 x 768 pikseli desteklemektedir. 1024 kolonu 768 satır ile ve her piksel için üç subpiksel ile çarptığımızda 2,359,296 sayısına ulaşırız. Yani ekrandaki cama işlenmiş bu sayıda transistör yer almaktadır. Eğer bu transistörlerden herhangi bir tanesi doğru çalışmaz ise orası ekranda minik bir sabit leke olarak kalır. Aktif matris LCD ekranların birçoğunda daha üretimi sırasında bu tür arızalar ortaya çıkmaktadır.

LCD (Sıvı kristal ekran /liquid crystal display) kavramı ilk olarak 1888 yılında avusturyalı botanikçi Friedrich Reinitzer'in bulduğu maddenin geliştirilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Reinitzer, kolesterol benzeri (cholesteryl benzoate) isimli tuhaf maddeyi erittiğinizde ilk önce bulutlu bir sıvı olduğunu, daha sonra ısı arttıkça berraklaştığını gözlemledi. Soğurken de sıvı kristalleşmeden önce mavimsi bir renk almaktaydı. RCA şirketinin bu konuda ilk deneylere başlaması için aradan 80 yıl geçmesi gerekti. 1968 yılında yapılan ilk prototiplerinden sonra üreticiler bu teknolojiyi sürekli çeşitli yaratıcılıklarla geliştirdiler. şu andaki inanılmaz karmaşık LCD teknolojisi ortaya çıktı. Bu gelişmenin daha da süreceği anlaşılmaktadır.

Bölüm – 3: Dijital görüntü ve ses işleme, MPEG 1-2-4-7 ve 21 standartları

3.1. Dijital görüntü sıkıştırma

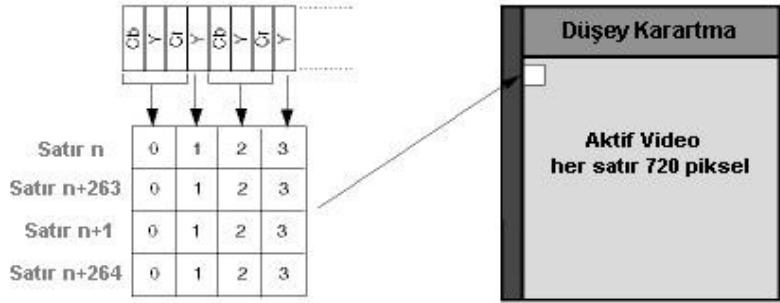


Şekil -3.1. 1950'li yıllardaki görüntü sıkıştırma.

Esas olarak bir resim veya bir grup görüntünün içerdiği bilgilerde bulunan fazlalıklardan yararlanılarak yapılan “görüntü sıkıştırma” konusunun büyük önem kazanması ancak çok yakın bir dönemde olmuştur. Oysa bu aslında hiç de yeni bir konu değil. Görüntü sıkıştırma konusunun ilk ticari örnekleri daha taa 1950’lerde ilk yapılan renkli televizyonlarla ortaya çıkmış. O zamanlar kırmızı, mavi ve yeşil renklerini ifade eden ve 15MHz bandgenişliğine sahip üç tam çözünürlüklü görüntü 5MHz kaplayan bir tek kompozit sinyale dönüştürülüyordu. Bu bant genişliğinin 3:1 düşürülmesi, yani görüntü sinyalinin sıkıştırılması anlamındadır. (Şekil 3.1.)

Tabii, o zamanlar bu sıkıştırma metodunda analog teknikler kullanılmaktaydı. Bugün ise görüntü sinyallerinin analog’dan digitale dönüştürülmesi ve çok daha sofistike tekniklerden yararlanılması sayesinde çok daha yüksek sıkıştırma oranlarına ve daha tutarlı bir kaliteye ulaşılabilir. Bugünkü teknikler eskiye göre hem sıkıştırmada, hem de sıkıştırılmış görüntülerle ilgili olarak yapılan işlemlerde çok daha etkilidir. Ancak, bu teknikler yakın zamana kadar ekonomik bakımdan fizibil olarak kullanılabilmesi mümkün olmayan çok büyük ölçekli bilgi işlem gücüne gerek duymaktadır.

Genel olarak, dijital görüntü sıkıştırma işlemi görüntünün iki renk renk(krominans), ve bir ışıklılık(luminans) sinyali halinde temsil edildiği bileşenli görüntü(component video) işaretinin oluşturulması sırasında başlar. En yaygın olarak kullanılan bileşenli görüntü formatı (601 no’lu tavsiye’de yeralan) 4:2:2 modelidir. (Şekil 3.2). Görüntüye ait her renkli benek(piksel) biri ışıklılık, diğer ikisi renk farklılıklarından kaynaklanan renk örneği olan 3 örnekle tanımlanmaktadır. Bir tek noktaya ait olan bu eşzamanlı bilgi örnekleri "co-sited" (birlikte oturur) olarak tanımlanır. 525-satır çizgisine sahip sistemlerde her aktif satır 720 piksel’den oluşur. Her resim çerçevesinde ise 483 aktif satır vardır. 625-satır çizgisine sahip sistemlerde ise 576 aktif satır bulunur.



4:2:2 Örnekleme ITU-R BT.601 (601 no'lu tavsiye)
 "4" = 13.5 MHz "2" = 6.75 MHz

Şekil -3.2. Bileşenli Video

Her ışıklılık örneğini bir ilerideki örnek ile karşılaştırıp ilişkilendirerek görüntünün kalitesini bozmadan bantgenişliği tasarrufu yapılabiliyor. 4:2:2 formatında bulunan "4" kompozit dijital sistemlerdeki alttaşıyıcı örnekleme frekansının 4 katı anlamından gelmektedir. İlginçtir, aslında ışıklılık örnekleme frekansı 13.5 MHz; "4" sayısının kullanılışı ise NTSC örnekleme frekansının 14.3 MHz olarak düşünüldüğü zamandan kalma bir değer. 13.5 MHz değeri ise 525 satırlı sistemle 625 satırlı sistemi bağdaştırabilen ortak çarpana sahip olması nedeniyle seçilmiş bir uzlaşma noktası. "2" sayısı renk farkı sinyalleri olan Cb ve Cr'ye ait örnekleme hızının (6.75MHz) ışıklılık örneklemesinin tam yarı hızında olmasından geliyor. İnsan gözünün ışıklılık algılama sınırındaki özellikten yararlanarak bu örnekleme frekansını yarıya düşürmek mümkün. Yapılan ayrıntılı psiko-görsel testlerin bir sonucu olarak 6.75 MHz örnekleme hızı ile erişilebilen renk bant genişliğinin "renk anahtarı" gibi kritik üretim ihtiyaçları dahil yeterli olduğu kanıtlanmış.

Görüntü sıkıştırma, esas olarak bir resim veya bir grup görüntünün içerdiği bilgilerde bulunan fazlalıklardan yararlanılarak yapılmaktadır. Bunun yapılma yolu da bir sinyalin istatistiksel olarak öngörülebilirliğinin incelenmesidir. Çoğu sinyal belirli derecede öngörülebilirlik taşır. Örneğin bir sinus dalganın öngörülebilirliği çok yüksektir çünkü her periyodu bir öncekinin tıpkısı olduğundan dijital olarak temsil edilmesi hiç bantgenişliği gerektirmez. Öte yandan sinyal gürültüsü aksine tümüyle öngörülemez oluşuyla öbür uçta. Gerçek hayatta ise tüm sinyaller bu iki durumun arasında bir yerde kalırlar. Sıkıştırma tekniklerinin amacı, genel olarak sinyallerdeki bu fazladanlıkları belirleyip gidermek, böylelikle aktarımda gereken bantgenişliğinden ve kayıta gereken bellek miktarından tasarruf etmektir.

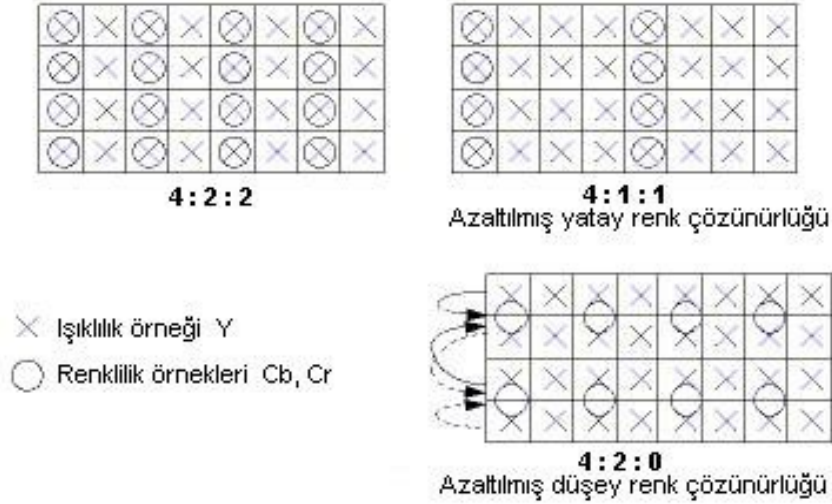
Görüntü aktarımı uygulamalarında veriyi sıkıştırma, azaltma, ve bit hızını düşürme gayretleri iki temel ihtiyaçtan kaynaklanıyor.

1) Mevcut altyapıyı kullanarak yeni kapasiteler kazanmak. Örneğin renkli televizyon güzel bir örnektir. Ortaya çıktığı sırada en istenen şey mevcut siyah beyaz görüntü sinyalinin içine renk bilgilerini de ekleyebilmek olmuştu.

2) Ekonomik yarar. Elektronik iletişimde bir hat bağlantısının maliyeti genellikle veri hızıyla doğru orantılıdır. O nedenle sıkıştırma faktörü arttırıldıkça maliyet düşer. Aynı şekilde veri depolamada da maliyet düşürülmüş olur.

Renk alt örnekleme

Veri yoğunluğunu azaltmak üzere renkliliği temsil eden renk farkı sinyallerinin alt örneklemesinin yapılması yöntemine başvurulur. 4:2:2 bunun en belirgin örneğidir. Burada insan gözünün ışıklılığa olan duyarlılığının renkliliğe olan duyarlılığına göre daha fazla oluşu gerçeğinden yararlanılmaktadır. Yeni birşey değildir. Bant genişliğini azaltmak üzere bu tür bir uygulama ilk dijital efekt cihazlarından itibaren kullanılıyor. Bu cihazlar örneklerin birlikte (co-sited) buldukları ancak renk farkı örnekleme hızının ışıklılığın dörtte birine düşürüldüğü bir 4:1:1 örnekleme düzeni kullanmaktaydılar.



Şekil-3.3. 4:2:0 renk alt örnekleme

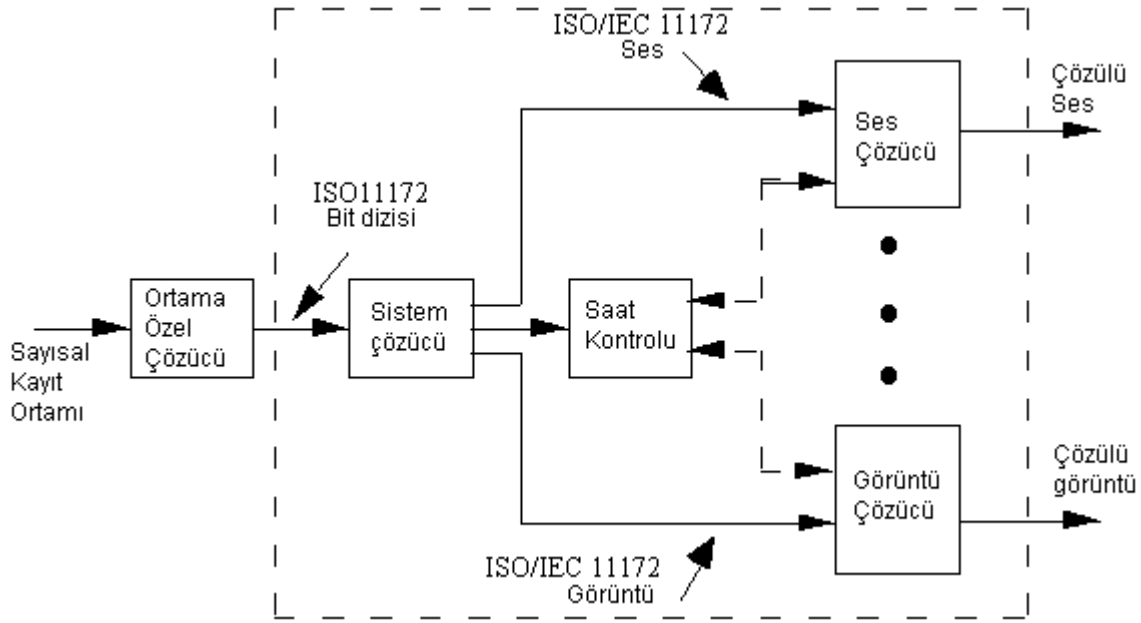
Renklilik veri yoğunluğunda 4:1:1'e eşdeğer bir azaltma sağlamak düşey alt örnekleme kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Bu durumda amaç renklilik çözünürlüğünü hem düşey hem de yatay yönde eşit oranda azaltmaktır. 4:2:0 örneklemesinde bir alandaki iki komşu satıra ait renk örnekleri katıştırılarak bir tek renk elde edilir ve orijinal renklerden birisi ile aynı satırın öbür alanı arasında kalan bir noktaya yerleştirilir (Şekil 3.3). Öbür alanın satırı örneklerin bulunduğu iki satırın arasında kalır. Şekil 3'de kesiksiz çizgiyle gösterilen oklar "n" ve "n+2" satırlarından örnek renklerin birleştirilerek "n" ve "n+1" çerçeve satırlarının arasında kalan bölgeye yere yerleştirilen rengi oluşturmasını göstermektedir.

4:2:0 örneklemesinin çeşitli sakıncaları vardır. Önce, düşey çözünürlük geçimli tarama kullanıldığından azaltılmıştır. İkincisi ise renk örneklerinin düşey interpolasyonunun karmaşıklığı dolayısıyla adaptif süzme gerektirir.

MPEG-1 standardı

MPEG(Moving Pictures Experts Group) tarafından kararlaştırılmış olan bir grup ses ve görüntü kodlama standardıdır, ve 5 kısımdan oluşmaktadır.

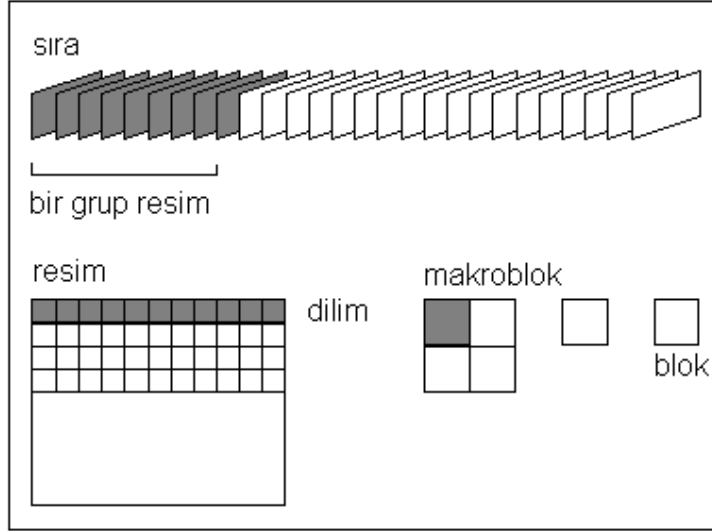
1. Kısım: MPEG-1 standardının ses ve görüntü aksamına ait bir veya daha çok veri akımının zamanlama bilgisiyle birlikte (aşağıdaki resme göre) tek bit dizisi haline getirilmesini sağlar. Bu çok önemlidir, çünkü bu dizi bir kere elde edildikten sonra sayısal aktarım ve saklama için çok uygun hale gelmiş olur.



Şekil-3.4. ISO/IEC 11172 'ye göre MPEG-1 dekoder prototipi

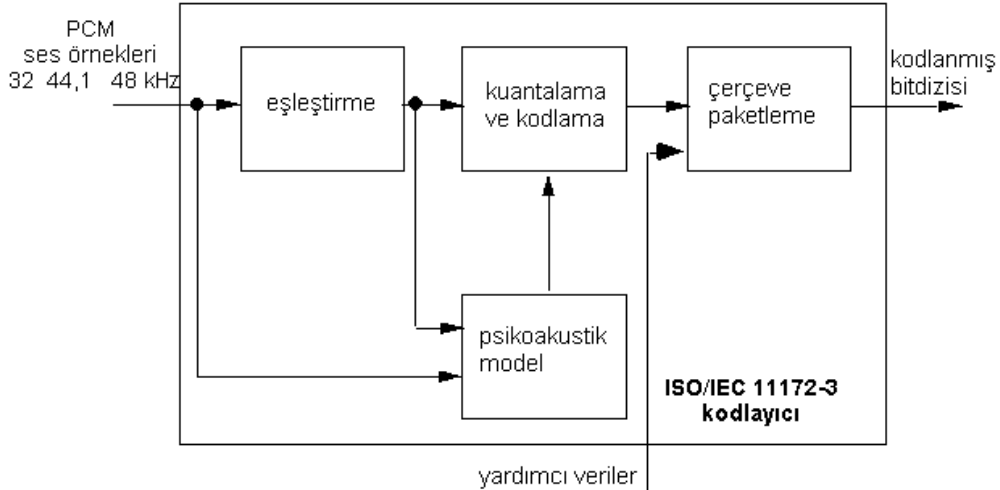
2. Kısım: Hem 625 satır, hem de 525 satırlık görüntü dizileri için 1,5 Mbit/sn kadar bit hızları için sıkıştırılmalarda kullanılacak kodlanmış bir sunumu tanımlar. Sadece geçmesiz (non-interlaced) taramalı görüntü sinyalleri kabul edilir. Bu kısım özellikle kayıt ortamlarından 1,5Mbit/sn dolayındaki sabit hızlarda yapılacak sürekli aktarımlar için öngörülmüştü. Ancak buradaki jenerik bir yaklaşım olduğu için daha yaygın kullanımı da olabilir. Yüksek sıkıştırma hızlarına ulaşabilmek için çeşitli teknikler kullanılmış ancak algoritmalar standarda dahil edilmemiştir. Halen VCD'lerde standart olarak kullanılmaktadır.

Önce sinyale göre uygun boyutsal çözünürlük belirlenir. Daha sonra algoritma tarafından zamansal fazladanlılığı blok-bazlı hareket telafisi uygulanır (tekrarlanan bloklar atılır). Hareket telafisi mevcut resmin bir öncekinden kestirmesinde, yani önceki ve sonraki resimler arasındaki interpolasyonun öngörülmesinde kullanılır. Fark sinyali, öngörü hatası da ayrık kosinüs dönüşümü (DCT) kullanılarak tekrar sıkıştırılır ve kuantalanır(basamaklanır). Sonuçta hareket vektörleri DCT bilgileriyle birleştirilerek farklı boylarda kodlanır. Aşağıdaki şekilde bu standarda göre kullanılan üç ana resim tipinin birleştirilmesi gösterilmektedir.



Şekil-3.5. Resimlerin zaman akışına göre dizilim örneği

3. *Kısım*: Mono ve stereo ses dizileri için kullanılabilir kodlanmış bir sunumu tanımlar. (Halen MP3 formatlı ses kayıtları bu esasa göre yapılmaktadır.) Algoritmanın işlemi aşağıda Şekil 3'de verilmiştir. Girilen ses örnekleri doğrudan kodlayıcıya verilir. Eşleştirme ile girilen ses bit dizisinin süzölmüş ve yeniden örneklenmiş bir sunumu çıkartılır. Bir psikoakustik model kuantalamayı (basamaklamayı) ve kodlamayı idare edecek bir veri grubu üretir. Kuantalama ve kodlamanın yapıldığı blok ise eşlenmiş giriş örneklerinden kodlama sembollerini üretir. Sonuçta çerçeve paketleyicide diğer bloklardan gelen bit dizileri ile hata düzeltme gibi diğer bilgiler (gerekliyse) birleştirilir.



Şekil - 3.6. Ses kodlayıcının temel yapısı

4. *Kısım*, test uyumluluğu prosedürlerini tanımlar,

5. *kısım*'da ise MPEG-1 standardının ilk üç kısmının nasıl işleneceğini gösteren tam bir yazılım örneği bulunmaktadır (kaynak kodu açık değildir.).

MPEG-2 standardı

MPEG-2 standardı MPEG tarafından kararlaştırıldıktan sonra 1994 yılında Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) tarafından tanımlanarak 13818 sayılı ISO standardı haline gelmiştir. Daha önceki standart olan MPEG-1, yaklaşık 1.5 Mb/s hızda çalışan daha düşük bant genişliği ve daha düşük bir çözünürlük değerini ifade etmekte idi. MPEG-2, daha önceki standartta olan tekniklerin çoğunu kullanır ancak 4 Mb/s'den yüksek hızlarda (yaygın olarak 15 Mb/sn ve potansiyel olarak daha yüksek hızlarda) çalışmaya göredir. .

MPEG-2 standardının fikri mülkiyet haklarını oluşturan yaklaşık 640 değişik patent bulunmaktadır. Bu patentler aşağıda isimleri yer alan 20 şirket ile bir üniversiteye aittir;

Alcatel, Canon, Columbia University, France Télécom (CNET), Fujitsu, General Electric Capital Corp., General Instrument Corp., GE Technology Development, Inc., Hitachi, Ltd., KDDI Corporation (KDDI), Lucent Technologies, LG Electronics Inc., Matsushita, Mitsubishi, Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT), Philips, Robert Bosch GmbH, Samsung, Sanyo Electric Co., Ltd., Scientific Atlanta, Sharp, Sony, Thomson Licensing S.A., Toshiba, Victor Company of Japan, Limited (JVC).

Bu ses ve görüntü kodlaması standardı halen dijital kablo ve uydu yayınları dahil tüm ses ve görüntü yayıncılığına uygulanan bir standart olmuştur. Küçük değişikliklerle ticari DVD filmlerine de uygulanan kodlama standardıdır. Prensipte olarak MPEG-1'e benzer, ancak ona göre bazı üstünlüklere sahiptir. Örneğin MPEG-1'in sadece geçmesiz(non-interlaced) taramalı görüntü sinyallerini işlemesine karşın MPEG-2 yüksek ayırıcılı, geçmeli(interlaced) taramalı görüntü işaretlerini de işleyebilir. Renk farkı işaretlerinin değişik şekilde örneklenmesine izin verir. MPEG-2 görüntüler 1Mbit/sn'den düşük hızlar için optimize edilmemiştir. Daha gelişmiş kuantalama(basamaklama) ve kodlama algoritmaları kullanır. 4Mbit/sn ve üstü hızlarda çalışır. Ölçekli olarak ayarlanabilir bir bit dizisi verir. Ayrıca MPEG-2 için güvenilir olmayan ortamlarda da sayısal görüntü ve ses aktarımını gerçekleştirebilecek bir aktarım akımı (transport stream) kavramı getirilmiş ve tanımlanmıştır. MPEG-1'e göre daha gelişmiş kuantalama(basamaklama) ve kodlama algoritmaları kullanır. Yayıncılıkta gerekli olan bu ve benzeri özelliklerinden dolayı MPEG radyo/tv yayıncılığı standardı olmuştur. Bazı geliştirmelerle MPEG-2, halen HDTV yayınlar için de geçerli standarttır. Standartta uygun şekilde yapılmış bir MPEG-2 dekodör MPEG-1 veri akımlarını da açabilmektedir.

MPEG-2 görüntü işleme algoritması düşük düzey (*low level*), ana düzey (*main level*), ve yüksek düzey (*high level*) olmak üzere üç değişik düzey ile ana profil(main profile), basit profil(simple profile), sinyal/gürültü oranı ölçeklenebilir profil (*SNR scalable profile*), uzamsal ölçeklenebilir profil(*spatially scalable profile*), ve yüksek profil(*high profile*) olmak üzere beş değişik profil olarak işlenir. Standart tanımlı(SDTV) yayınlarda ana düzey ve ana profil kullanılırken, yüksek çözünürlüklü(HDTV) yayınlarda yüksek düzey ve yüksek profil kullanılmaktadır.

MPEG-2 görüntü işleme makroblokların kodlanması sırasında renk farkı sinyalinin örneklenmesi için 3 farklı yöntem kullanılabilir. Bunlar, MPEG-1'deki gibi olan 4:2:0 (4Y, 1Cr, 1Cb), sadece yatay doğrultuda az örneklemeyle işlenen 4:2:2 (4Y, 2Cr, 2Cb), renk ve ışıklılığın aynı şekilde örneklendiği 4:4:4 (4Y, 4Cr, 4Cb) dir.

Ana düzeydeki MPEG 4:2:2 profili MPEG standardının resmi bir parçası haline gelmiştir. Daha önceki MPEG ana düzey profillerinde sağlanan düşük renk bant genişliği seçeneklerinin kalitesini beğenmeyen

yayıncılar ve prodüksiyon şirketleri için 4:2:2 profilinin ana düzeyde sağladığı sıkıştırılmış görüntü kalitesi uzun süreden beri beklenen bir çözüm olmuştur.

Format	Renklilik yatay örnekleri	Renklilik düşey örnekleri	Normalize yatay (düşeye göre)	Normalize yatay (en/boy oranına ayarlı)	Hata faktörü (1.00'a göre)
4:2:2	360	240	1.5	1.125	1.125
4:1:1	180	240	0.75	0.5625	1.777
4:2:0	360	120	3.0	2.25	2.25
NTSC	140	240	0.58	0.44	2.273
PAL	140	288	0.49	0.37	2.703

Tablo-3.1. Görüntü formatına göre örnek yoğunluklar.

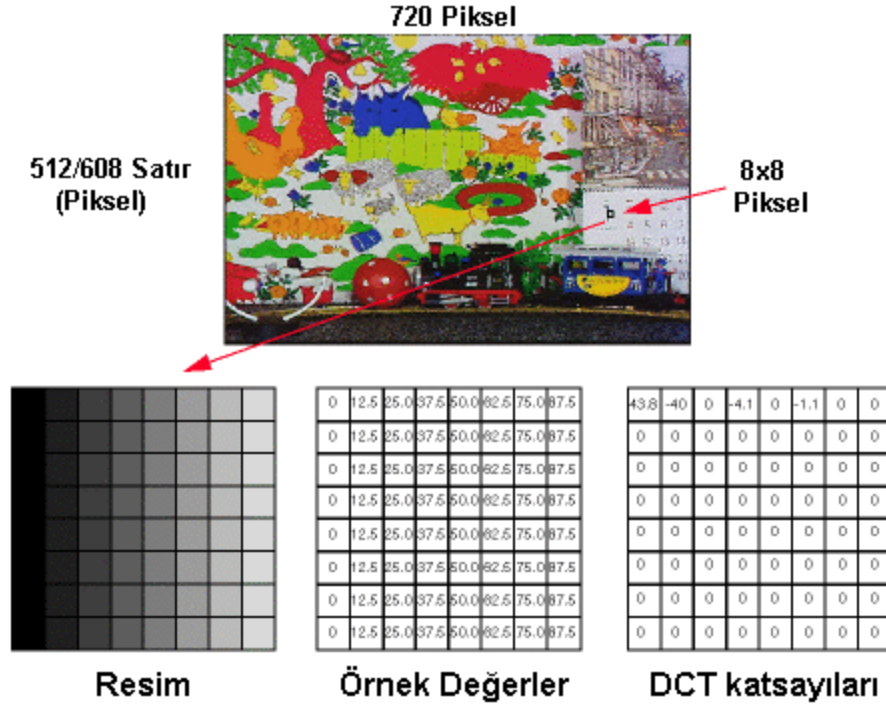
4:2:0 ile renk çözünürlüğü heriki yönde eşit oranda eksiltimiyor. Bu yatay ve düşey renk çözünürlükleri arasındaki 3:1 farktan da görülmektedir. 4:3 aspect(en/boy) oranı da dikkate alındığında yatay / düşey örnekleme oranı yine de 2.25:1 olmaktadır. Açıkta ki 4:1:1 örnekleme düzeni heriki eksendeki çözünürlüğü dengelemeye daha fazla yaklaşmıştır.

Eğer amaç sonunda görüntü sinyalinin NTSC veya PAL gibi kompozit bir standartta dağıtılması ise, o zaman 4:2:0 en kötü çözüm olabilir. Çünkü yatay renk çözünürlüğü NTSC veya PAL'in herikisinden de daha yüksektir. O nedenle düşey renk çözünürlüğü bu iki kompozit standardın verebileceğinden daha düşük olur. 4:2:0 kullanılması düşey ve yatay renk çözünürlüğünün ikisini de düşürmüş olur.

YÜKSEK		4:2:0 1920 x 1152 80Mb/sn I, P, B				4:2:0, 4:2:2 1920 x 1152 100Mb/sn I, P, B
YÜKSEK 1440		4:2:0 1440 x 1152 60Mb/sn I, P, B			4:2:0 1440 x 1152 60Mb/sn I, P, B	4:2:0, 4:2:2 1440 x 1152 80Mb/sn I, P, B
ANA	4:2:0 720 x 576 15Mb/sn I, P	4:2:0 720 x 576 15Mb/sn I, P, B	4:2:2 720 x 608 50Mb/sn I, P, B	4:2:0 720 x 576 15Mb/sn I, P, B		4:2:0, 4:2:2 720 x 576 20Mb/sn I, P, B
DÜŞÜK		4:2:0 352 x 288 4Mb/sn I, P, B		4:2:0 352 x 288 4Mb/sn I, P, B		
DÜZEY PROFİL	BASİT	ANA	4:2:2 PROFİLİ	SNR	UZAMSAL	YÜKSEK

Tablo-3.2. MPEG-2, "4:2:2 profile @ main level" ile diğer profil ve düzeyler

DCT (Ayrık Kosinüs Dönüşümü) kullanılarak fazladanlığın tanımlanması



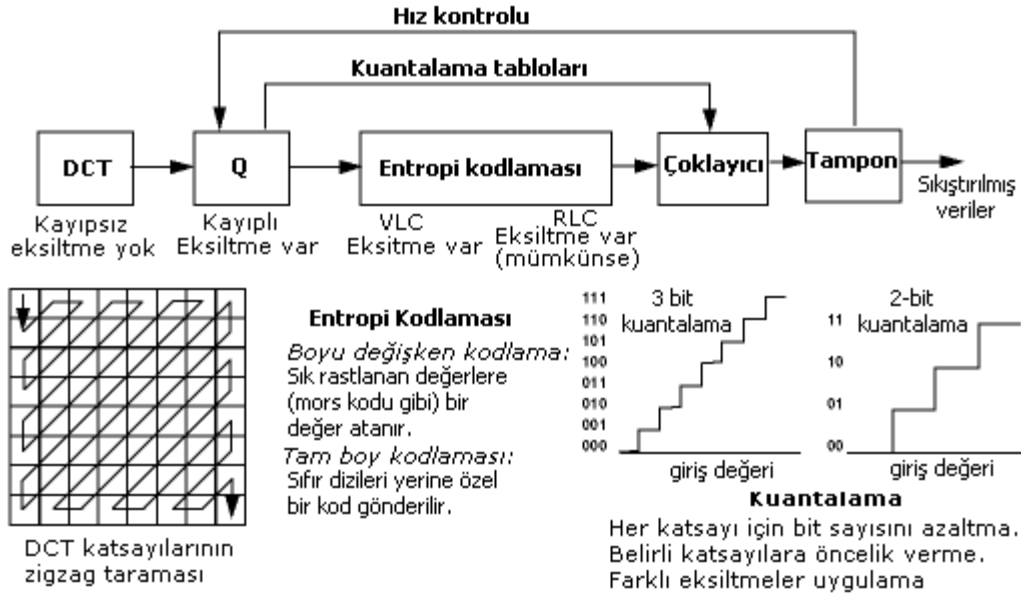
Şekil -3.7: Ayırık Kosinüs dönüşümü (Discrete Cosine Transform, DCT)

Çoğu sıkıştırma sistemindeki ilk adım her görüntü alanı veya çerçevenin içinde bulunan uzamsal (spatial) fazladanlıkların belirlenmesidir. Bu iş, görüntünün tümüne Ayırık Kosinüs Dönüşümü (Discrete Cosine Transform, DCT) uygulanarak gerçekleştirilir. DCT yöntemi uzamsal genlik bilgilerini uzamsal frekans bilgilerine dönüştüren, kayıpsız, geri döndürülebilir bir matematiksel işlemdir. Görüntü sıkıştırma için bu hesaplama 8x8 ışıklılık ve ona denk gelen renk farkı örneklerinin bulunduğu matrisler için yapılır (Şekil 4). DCT katsayıları matrisinde yukarıda solda verilen değer bloğa ait ayırık kosinüs(DC) değeridir. Ayırık kosinüs değerinin altındaki tüm katsayılar artan derecede yüksek düşey uzamsal sıklığa, DC değerinin sağında kalan katsayılar ise artan yatay uzamsal sıklıklara işaret eder. Diğer katsayılar ise çeşitli düşey ve yatay uzamsal sıklıkların bileşkelerinden oluşmaktadır.

Ayırık kosinüs dönüşümü (DCT) sonucu daha üst uzamsal sıklık katsayılarının pek çoğunun çok küçük değerler ortaya çıkardığı görülür. Aynı şekilde, insanın bir görme özelliğine göre sıfır olmayan daha yüksek uzamsal frekans katsayılarının daha kabaca (daha az bitlik bilgiler ile) tanımlanması ya da ihmal edilmesi durumunda görüntüde farkedilebilir bir kötüleşme olmamaktadır. DCT işlemi aslında verileri eksiltmez. Eğer bilgilerin tam geri dönüştürülebilir ve kayıpsız olması istenirse hesaplamalarda yuvarlama hatalarının doğmaması için daha önemli bitlerin taşınması gerekir.

Intra- frame(Çerçeve içi) sıkıştırma

Gerçek sıkıştırma uzamsal fazladanlığın indirilmesi ile başlar. Bu, çerçeve içindeki(intra frame) veriler sıkıştırılarak yapılır(Şekil 5). Intra-frame sıkıştırma her resim için olan verileri azaltmak üzere kayıplı ve kayıpsız işlemlerin bileşkesinden oluşan bir yönteme sahiptir. Daha önceki ya da sonraki resimlerden herhangi bir bilgi kullanmaz.



Şekil - 3.8. Intra-frame Sıkıştırma

Kuantalama (basamaklama)

4:2:2 den 4:2:0 'e dönüşümlerde bilgi kaybının az oluşunun yanısıra MPEG sıkıştırmasının gücü DCT katsayılarının zekice kuantalanmasından kaynaklanır. Kuantalama kısaca her katsayının temsil ettiği bit sayısının azaltılmasıdır. Kuantalama ayrık kosinüs(DC) katsayılarının aktarılmasında 11 bit'e kadar kullanılabilir ama aslında yüksek seviyedeki katsayıları aktarmak için oldukça daha az bit kullanılmaktadır. Örneğin büyük makroblok gruplarında veya her makroblok (16 x 16 piksel) için farklı bir kuantalama cetveli kullanılabilir. İşte MPEG'in sahip olduğu bu farklı kuantalama faktörleri kullanabilme özelliği sayesinde eşdeğer kalitedeki bir hareketli JPEG'e göre %10-20 arası daha etkin bir sıkıştırma sağlanabilmektedir. Genel olarak asıl DCT katsayılarının gönderilmesi yerine yoğun şekilde kuantalanmış katsayı ve tabloların gönderilmesi oldukça daha az veri ile yapılabilmektedir.

Kayıpsız sıkıştırma

Kuantalamanın ardından VLC (variable length coding - boyu değişken kodlama) ve RLC (run length coding - tam boy kodlaması) kullanılarak kayıpsız veri eksiltme uygulanabilir. Katsayıların gönderilme sırası bu kodlama işleminin etkinliğini optimize eder. 8x8'lik bloklar halinde 64 katsayının zigzag düzeninde taranarak işlenmesi daha etkili bir sıkıştırma için sıfır değerli geçişleri maksimize eder. Değişken boylu kodlama(VLC) ise veri içindeki ortak dizileri tanımakta kullanılan bir işlemdir. Sık rastlanan değerleri kodlamakta az veri(word), daha az rastlanan değerleri kodlamakta ise daha çok veri kullanır. Örneğin eskiden telsizcilerin kullandıkları Mors kodu da böyledir. En sık kullanılan "e harfi" için sadece tek nokta kullanır. Bir diğer VLC örneği olarak da popüler PC programı PKZIP'i verebiliriz. PKZIP, sıkıştırmada Lempel-Ziv-Welch (LZW) algoritması kullanır. Kuantalama'da olduğu gibi VLC kodlamasında da dizilimleri kodlara dönüştürmek için tablolar kullanır. Bu tablolar kodlarla biraraya geldiklerinde genellikle asıl veri bloklarından çok daha az yer kaplarlar. Run length encoding (RLC) kodlamasında ise özel bir kod sözcüğü(word) örneğin sıfırlar gibi sürekli tekrarlanan dizilimler yerine kullanılır. Örneğin 25 adet "sıfır" değerinden oluşan bir veri dizisi, ESC karakteri, 25(sayı) ve sıfır değerinden oluşan bir sözcükte verilir. Böylece 25 byte uzunluğundaki veri bloğu 3 byte'a indirgenmiş

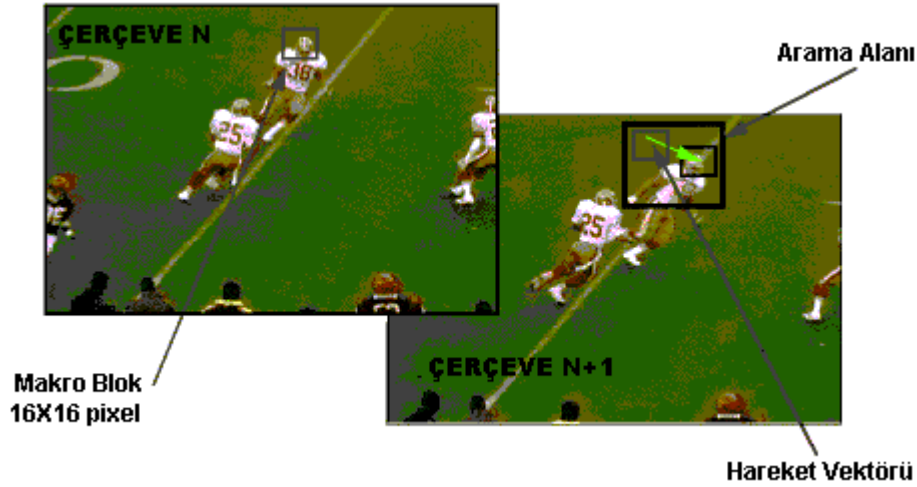
olur. VLC ve RLC kodlamalarının yaptığı bu sıkıştırma işlemlerinin kayıpsız olduğuna dikkatinizi çekeriz.

Değişken Bit hızları

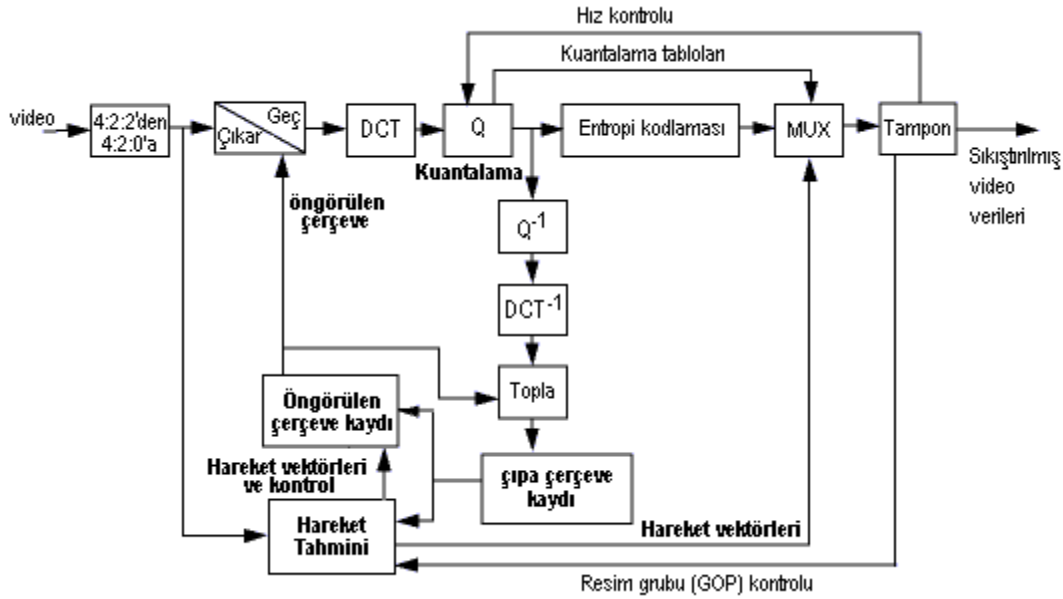
DCT katsayılarının kuantalama işeminin ne kadar kaba veya ayrıntılı yapıldığını belirleyen şey bit hızıdır. Çıkan veriler bir tampon belleğe alınarak veri akışı düzgünleştirilirken bir yandan da kuantalayıcıya veri akış hızını kontrol veya belirli bir hızda tutma imkanı verir. Bazı MPEG kodlayıcıları sabit hızda çalışmak üzere yapılmışlardır. Ancak, standart değişken hızlarda çalışabilmeye imkan sağlamaktadır. Videoteyp cihazı gibi sabit hızda dönen mekanik aksamaya sahip sistemlerde sabit hızda çalışan kodlayıcılar gerekmektedir. Öte yandan diskli kayıt ortamlarına yapılan kayıtlarda değişken bit hızlarının kullanılması ideal olmaktadır. Genel olarak, sabit bir kalite seviyesini sağlayabilmekte değişken bit hızının kullanılması daha iyi bir tercihtir. Her halükârda sabit veri hızı bir tanım meselesidir. Aslında veri hızı, satırdan satıra, çerçeveden çerçeveye, DCT katsayılarında, entropi kodlamasında, yani işlemin çoğu noktasında sürekli değişmektedir.

Süre fazladanlığının giderilmesi

Video sinyallerinin bir diğer özelliği süre fazladanlığıdır. Örneğin belirli bir görüntü dizisi için resmin içeriği çerçeveden çerçeveye pek az değişir. Resmin içeriğindeki hareket eden kısmın hesaplanması çerçeveler arası (inter-frame) sıkıştırmanın en önemli kısmıdır (Şekil3-9). MPEG’de hareket tahmini işlemi resmi 16x16 piksel (yani dört 8x8 blokluk) makrobloklara ayırmakla ve bir sonraki çerçevede o makrobloğun yerini bulmak suretiyle yürütülür. Her ne kadar makrobloğun içeriği bir ölçüde değişmiş dahi olsa ilişkilendirme teknikleri kullanılarak konumlandırma yarım piksel kadar bir doğruluk içinde yapılabilir. Arama başarılı olduğunda ortaya bir hareket vektörü çıkar.



Şekil – 3.9. Hareket tahmini



Şekil – 3.11. MPEG video sıkıştırma

Sadece P resimleri hazırlayabilen bir kodlayıcı ile hem P, hem de B resimleri hazırlayabileni aradaki fark Çıpa Çerçeve kaydı konusundan kaynaklanmaktadır. İleri doğru kestirme(öngörü) sadece son çıpa resmin kaydına gerek duyar, oysa iki yönlü (hem ileri, hem geri doğru) kestirme için hem önceki hem sonraki çıpa resme gerek duyulur.

I-, B-, ve P- Çerçeveleri

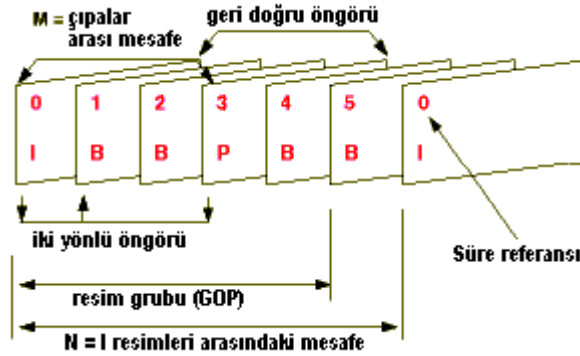
Çerçeveler arası sıkıştırma kontrolüne dayalı olarak üç tür çerçeve(resim) hazırlanır (Şekil 3-15):

- I** – çerçeveler sadece çerçeve içi(intra - frame) kodlanmıştır;
- P** – çerçeveler ileri doğru kestirme(öngörü) yapılarak diğer P – çerçeveler veya I çerçevelerden üretilir;
- B** – çerçeveler iki yönlü kestirme yapılarak, I – çerçeveler veya P – çerçevelerden üretilirler.

Şekil 3-15'de birinci B – çerçeve için yapılan iki yönlü kestirme anlatılmaktadır. B – Çerçeve 2 de aynı şekilde aynı I çerçevesi ve P çerçevesinden üretilecektir. Çerçeve 4 ise 3üncü P – çerçevesi ile bir sonraki 0 numaralı I – çerçevesinden yapılır. (süre referansı bakımından T0 eşdeğeridir).

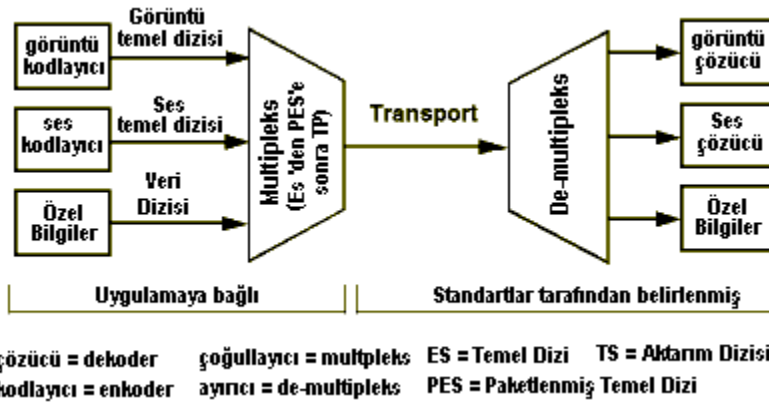
Resim grubu (group-of-pictures, GOP) bir I – çerçeve ile başlar ve bir sonraki I çerçevesine kadar olan son çerçeve dahil devam eder. Gösterilen GOP sırası “açık GOP” olarak tanımlanır. Yani resim grubunun içinde bulunan sonuncu çerçeve bir sonraki resim grubunun içinde bulunan ilk çerçeveyi referans alır.

Diğer tür ise “kapalı GOP” dur. Bu türde bir sonraki resim grubu ile hiçbir öngörü bağlantısı olmaz, ve tanım olarak bu grup daima bir P çerçevesi ile sonlanır. Resim 3-16'da verilmiş olan çerçeve sırası resim sinyalinin geliş sırasındadır. Ancak, B – çerçevesinin öngörülebilmesi için iki çıpa çerçevenin (I ve/veya P çerçevelerinin) bilinmesi gerekir. O nedenle dekoderden çıkan çerçeveler 0, 3, 1, 2, 0, 4, 5 şeklinde olacaktır. Buradaki ikinci “0” bir sonraki resim gurubuna ait bir I – çerçevesidir. Sıkıştırılmış görüntü verilerine sadece süre referansı eklenir. Aktarım dizisi(transport stream) oluşturulurken dekodere yardımcı olmak üzere daha ayrıntılı zaman bilgileri de eklenir. (buna zaman mühürü (time stamp) denilmektedir). MPEG sıkıştırması böyledir.



Şekil – 3.12. MPEG resim yapısı

Ses ve görüntüden oluşan bir yayın kanalındaki ses ve görüntü sinyalleri sıkıştırılarak Temel Dizi (ES,



elementary stream) ortaya çıkarılır. Daha sonra ES kullanılarak PES (paketlenmiş

Şekil – 3.13. MPEG resim yapısı

temel dizi – packetized elementary stream) oluşturulur. Sonra bunlar da diğerleriyle birleştirilerek TS (aktarım dizisi - transport stream) üretilir. Bu işlemler Şekil 3-16'da gösterilmiştir.

Profiller ve Düzeyler

MPEG şartnamesi farklı türlerdeki çok sayıda uygulamaya hizmet edebilmesi amacıyla jenerik yapıda hazırlanmıştır. 400 Gb/sn'ye kadar veri akış hızlarına ve 16,000 e 16,000 piksel'den oluşan resim boyutlarına cevap verebilir. Gerçek uygulamalarda sözkonusu olabilecek çok çeşitli parametrelere ilişkin pratik sınırlar koyabilmek amacıyla bir "profiller" ve "düzeyler" sistemi tanımlanmıştır. (Tablo 3-2). Bir profil tüm bit dizisi sentaksının bir alt grubudur. Örneğin sentaks ister SNR ister uzamsal çalışmaya ölçeklenebilir şekildedir. Ana profil ve basit profil sentaksın bu kısımlarını kullanmaz ve o özelliği sağlamaz. İzin verilen sentaks içindeki bu parametreler ait olduğu düzey tarafından kısıtlanır. Örneğin, ana profil, ana düzeyde 15Mb/sn maksimum bit hızına izin verilmektedir. Oysa ana profil, üst düzeyde izin verilen maksimum bit hızı 80 Mb/sn 'dir.

Ölçeklenebilirlik

MPEG enkoder ve dekoderlerinin birlikte çalışabilmeleri için benzer kalitede olmaları gerekli değildir. Çünkü dekoderlere ilişkin şartname ölçeklenebilir özelliktedir. Ölçeklenebilirlik özelliği sayesinde basit ucuz bir dekoder de bit dizisinin sadece bir kısmını çözmek suretiyle tüm bit dizisini çözebilen dekoderinkine göre daha düşük kalitede de olsa bir görüntü verebilmektedir. Standart SNR veya Uzamsal çözünürlük bakımından duruma göre razı olunabilen çözümlere olanak sağlamaktadır.

Sinyal / Gürültü oranının(SNR) ölçeklenebilir olması SNR performansına göre kalite alışverişi yapılabilmesini sağlamaktadır. Düşük bit hızıyla çalışan bir dekoder tam çözünürlük sağlayabilir, ancak yüksek bit hızıyla çalışana göre sinyal/gürültü oranı daha düşük olur.

Uzamsal ölçeklenebilirlik uzamsal çözünürlüğe göre bu alışverişe imkan sağlamaktadır. Düşük bit hızıyla çalışan alıcı tam bit hızıyla çalışana göre daha düşük çözünürlükte görüntü sağlar.

Dekoderlerin tanımlanmış 11 değişik profil/düzeyle ilgili standarda uyumlu olabilmeleri için tabloda kendisinden geride ve aşağıda gelen tüm profil ve düzeyleri çözebilmesi gerekir. Bu özellikteki bir dekoder standarda tam uyumlu(fully compliant) bir MPEG-2 dekoder kabul edilir. Halen üretilen MPEG-2 çözümlerinin çoğunluğu ana düzey, ana profildedir. Yüksek düzey için de çeşitli örnekler vardır.

MPEG-2, 4:2:2 Profile @ Main Level

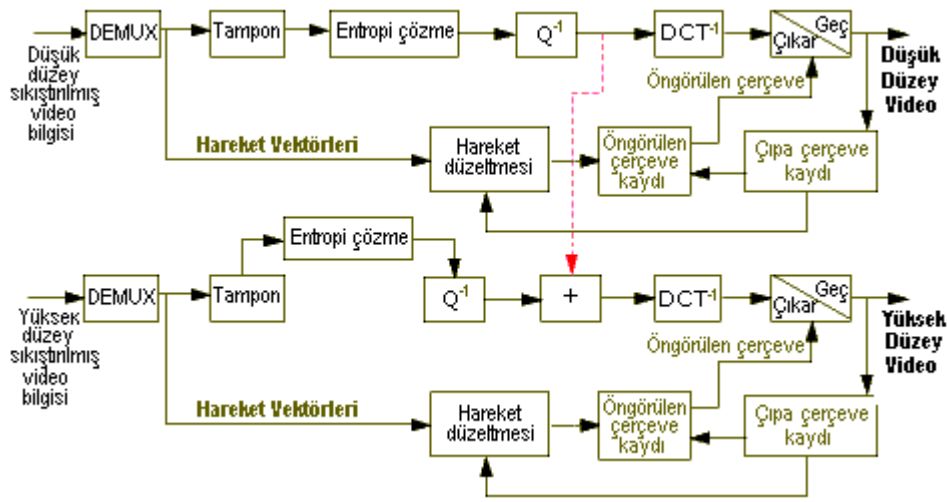
MPEG-2 standardı başlangıçta evdeki izleyiciye kabul edilebilir kalite düzeyi sağlayan bir video dağıtımı için düşünülmüştü. Ancak, öncelikle veri hızlarının sınırlı (en fazla 15 Mb/sn) oluşundan ve 4:2:0 örnekleme kullanmasından dolayı bu kalite profesyonel prodüksiyon ve post prodüksiyon uygulamaları için yeterli kabul edilmemekte idi. 4:2:0 örnekleme yapısı renklilik verilerinin interpolasyonundan dolayı stüdyo uygulamalarındaki ardarda gelen üretim safhalarının gerek duyduğu resim kalitesini verememektedir. 15Mb/sn'ye kadar olan veri hızları ve düzenlenebilirlik için gerekli olan küçük GOP (resim grubu) kullanılması istenen resim kalitesinin sağlanamamasına yol açmaktadır. Büyük resim gruplarının idaresi de stüdyo koşullarında güçtür.

1994 yılında bir grup üretici ve kullanıcı MPEG komitesinden profesyonel uygulamalar için gereken daha yüksek kaliteyi gerçekleştirmek üzere, 50Mb/sn hızlara kadar çalışabilen ve hem 525 hem de 625 satırlı sistemlere uygun örnekleme yapısına sahip bir 4:2:2 profilinin tanımlanmasını istedi. O sırada Tektronix, Inc. firması bir ad-hoc(bir defaya mahsus) konsorsiyum kurma inisiyatifiğini üstlenerek bir grup şirketi yeni bir MPEG-2 profilinin ortaya çıkartılması amacıyla biraraya getirdi. 4:2:2 profili önerisinden bile önce Tektronix'in aktif olarak bu konu üzerindeki çalışmaları sonucu 11 bit ayırık kosinüs katsayıları, ayrı ayrı ışıklılık ve renklilik kuantalama tablolarının sağlanması, gibi konular temel sentaks'ın içine dahil edildi.. Bu şekilde daha yüksek kalitedeki bir profilin eklenme imkanı doğdu.

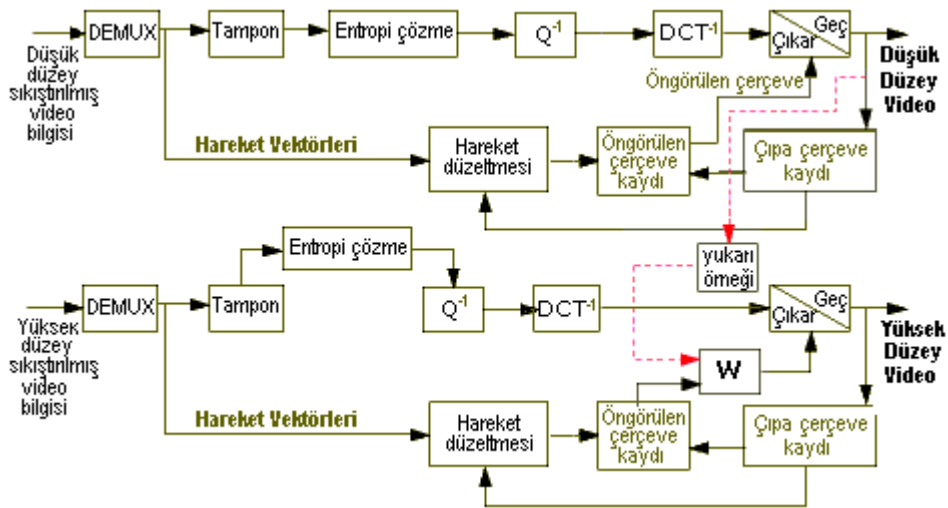
Tablo 3.2'ye ilk bakışta 4:2:2 profiline niye gerek olduğu ilk bakışta görünmeyebilir. Çünkü yüksek düzeyde yüksek profil (HP@HL) tanımında zaten 100 Mb/sn'ye kadar bit hızları verilmiş. 4:2:2 video sunumu ana profilin üzerindeki yüksek düzeydeki herhangi bir profile de işlenebilirdi. O halde yeni bir profil ortaya çıkarmaya ne gerek var?

Sorunun yanıtı standardın yürütülmesinin ekonomisiyle, diğer bir deyişle tam uyumlu bir dekoder yapmanın maliyetiyle ilgilidir. Hatırlarsanız, "tam uyumlu" bir MPEG çözümleri demek kendi profilinin ve düzeyinin altındaki tüm diğer kombinasyonlarla da uyumlu olması demek. Yani örneğin yüksek

profil/ana düzey (HP@ML) bir çözücünün ana ve düşük düzeylerde bulunan SNR ölçeklenebilir profili çözmesi gerek. Ölçeklenebilirlik çok karmaşık bir konu ve genellikle cihaz üreticileri buna pek uymaz. Esas nedeni basitçe ortaya koymak gerekirse, eklenmesi gereken kodlama ve çözme devrelerinin sayısı ve maliyeti iki misline çıkmaktadır (Şekil 3 -17 ve 3 -18) . Ayrıca, HP@ML 'da maksimum bit hızı 20 Mb/sn'dir ve kısa resim grubu kullanan yapılar profesyonel uygulamaların gerektirdiği kaliteyi karşılamaz. O yüzden, HP@ML uyumlu olabilmek için uzamsal ölçeklenebilirlik fonksiyonunu da içeren daha yukarı düzey bir işlem gerekmektedir. Bu da her halükarda profesyonel uygulamalar için daha yüksek ek maliyetler getirecektir. Oysa Ana düzeydeki 4:2:2 profili uygulamasıyla (MPEG-2 4:2:2@ML) tüm sorun çözülmektedir.

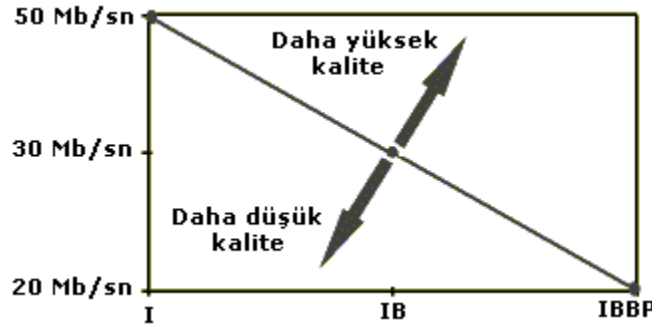


Şekil -3.14. SNR ölçeklenebilir dekoder



Şekil - 3.15. Uzamsal ölçeklenebilir dekoder

MPEG 1996 yılı ocak ayında 4:2:2 profilini onayladı ve uluslararası bir standart haline getirdi. Şekil 3-16'da gösterildiği gibi, MPEG-2 4:2:2@ML ile MP@ML 'in yetenekleri çeşitli yönlerden arttırılmış olmaktadır. Öncelikle bit hızı 50 Mb/sn düzeyine çıkmış, ve hem 4:2:0, hem de 4:2:2 renk örnekleme formatlarını destekler hale gelmiştir. MP@ML 'de olduğu gibi 4:2:2'de de daha üst profil ve düzeylerin ölçeklenebilirlik konumlarının yükü taşınmamaktadır.



Şekil – 3.16. Kaliteyi elde etmek resim grubu(GOP) yapısıyla ilgilidir

Tablo 3-2 de koyu gösterilmiş olan tüm profil ve düzeyler 4:2:2 uyumlu bir dekoder ile çözülebilmektedir. Tam uyumlu bir MPEG-2 4:2:2@ML çözücü 50 Mb/sn hıza kadar olan herhangi I, P, ve B resimleri kombinasyonlu video, 15 Mb/sn hıza kadar herhangi I, P ve B kombinasyonlu MP@ML, ve MP@LL (düşük düzey) ile SP@ML (basit profil) herhangi I ve P resimleri kombinasyonunu çözebilir. Sabit bir hıza (örneğin 18 Mb/sn) sınırlanmış ve diyelim sadece I ve B resimlerine programlanmış, 4:2:0 çözemeyen herhangi 4:2:2 dekoder cihazı tam uyumlu bir 4:2:2@ML dekoder sayılmayacaktır. Ayrıca, SNR profili @ main level(ana düzey) ile uyumlu bir dekoderin 4:2:2 profilini çözmesi ve tam uyumlu olması gerekmez.

MPEG-2 4:2:2@ML aşağıdaki özellikteki sıkıştırma uygulamaları için maliyet etkinliği olan çözümler sağlar:

- * Farklı sistemlere uyum sağlama ve üstün karşılıklı çalışabilirlik.
- * MP@ML 'den daha yüksek resim kalitesi
- * MP@ML 'den daha yüksek renk çözünürlüğü
- * Sıkıştırma ve açmadan sonra "Post processing" işlemleri yapılabilmesi
- * Ardarda birçok çok defa sıkıştırma açma yapılabilmesi.
- * Değiştirilebilirlik için kısa resim grubu(GOP) kullanabilme
- * Tüm aktif video satırlarını temsil edebilme
- * Düşey karartma aralığına bilgi yerleştirebilme

1995 şubatında SMPTE tarafından 4:2:2 MPEG-2 profili, 20 Mb/sn ile 50 Mb/sn arasındaki hızlarda her türlü koşulda denendi ve MPEG-2 4:2:2 'nin profesyonel uygulamaların gereksinimlerini karşıladığı hatta aştığı belirlendi. 4:2:0 formatı (MPEG-2 MP@ML) Doğrudan yayın uydularından ve kablo ile yapılan MPEG-2 dizisi yayınları açısından en uygun çözüm olarak görülebilir. Ancak yayın kalitesinde (broadcast

quality) sinyalleri bir adresten diğerine ulaştırmak için yapılacak aktarma işlerinde teknik bakımdan MPEG-2 4:2:2@ML daha uygun bir seçim olacaktır.

Sonuç olarak, YCbCr renk sahası, 4:2:0, 4:2:2 ve 4:4:4 örnekleme formatları ile 1.5 ile 60Mb/sn arasında veri hızlarına ve yayın kalitesinde (broadcast quality) geçmeli taramalı 1920x1080e kadar görüntü çözünürlüklerini desteklemesiyle, legacy TV, HDTV, ve 5.1 kanal surround ses dahil çeşitli ses ve görüntü formatlarına uyum sağlamasıyla MPEG-2 halen en fazla kullanılan sıkıştırma formatı olmayı sürdürmektedir.

Diğer sıkıştırma formatları

MPEG-3 isimli format MPEG-2 formatını HDTV'ye ilişkin özellikleri uyumlandırmak için önerilmiş. Ancak, daha sonra MPEG-2 formatının içine eklenerek ortadan kaldırılmıştır. (Halen böyle bir format yok. "MPEG-1 Layer 3" demek olan MP3 ses formatının ismiyle karıştırılmamalıdır.)

MPEG-4 Daha düşük data hızlarında daha yüksek resim kalitesinin yanısıra resim oranlama ve manipülasyon olanaklarını içermektedir. 1998 de uygulamaya girmiştir. Halen internet üzerinde ve uydularda bu formatta yapılan bazı yayınlar da mevcuttur..

Kodlama teknolojisindeki bu gelişme sayesinde MPEG-4 ile yüksek kalitede görüntünün uydu ve kablo alıcıları, bilgisayarlar, telsiz cihazlar gibi çok çeşitli cihazlara aktarılabilmesi mümkün hale geliyor. Belki daha da önemlisi MPEG-4'ün animasyonlar, videolar, yazı ve müzik gibi farklı birçok medyayı içinde barındırabilmesi ve daha fazla etkileşimli çalışmaya uygun olma özellikleri.

DVB-MHP'li set-top box'lar için MPEG-4 teknolojisinin ilk örnekleri bundan 5 yıl kadar önce geliştirilmişti. Şimdilerde ise bu teknolojinin mobil telefonlardan yüksek çözünürlüklü televizyon (HDTV) alanına tüm görüntü kalitesi gerektiren şebekelerde, internet, 3G telsiz ve kamu telefon (PSTN) şebekelerinde geniş uygulama alanı bulması beklenmektedir. Bu yeni standart Joint Video Team (JVT) yani ITU, IEC ve ISO'nun ortak ekibinin bir ürünü. Yeni standarda ITU-T tarafından verilen isim H.264 . Aynı zamanda ISO/IEC 14496-10/MPEG-4 AVC olarak anılan standart 2003 yılının ikinci çeyreğinde bir endüstri standardı olarak ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) tarafından kullanıma sunuldu.

Video kodlama standartlarının geliştirilmesinden kuvvet alan dijital video alanında gittikçe artan bir dizi kullanım alanı ortaya çıkmaktadır. Bilindiği gibi dijital uydu radyo tv yayınları uygulamalarının yaygınlaşması daha önceki devrim yaratan H.261, H.262 , MPEG-2 gibi Video standartlarının yayınlanmasının ardından ortaya çıkmıştı. Yeni standart ise bu standartların izinden gelmekle beraber önemli bazı üstünlükler taşıyor. Yeni standart daha yüksek görüntü kalitesine sahip, sıkıştırmayı daha etkin şekilde yapıyor, paket ve veri kaybına karşı daha dayanıklı. Ayrıca internette karşılaşılan türdeki şebeke sorunlarından daha az etkileniyor. Dijital görüntü yayınlarının gerektirdiği bant genişliğini yarıya indirebilme potansiyeline sahip.

Daha iyi görüntü kalitesi potansiyeline ek olarak geliştirilmiş sıkıştırma nedeniyle bandgenişliği kullanımında avantajlar sunmaktadır. Yani mevcut sistemler daha çok kanal taşıyabilir hale gelmektedir. Kayıt sırasında da aynı ortama örneğin aynı DVD'lere daha çok görüntü dosyası depolanabilmektedir. Bu sayede örneğin videokonferans, görüntü yayıncılığı, portatif cihazlarda (cep telefonu gibi) streaming ve video sağlanması, uzaktan tıp ve uzaktan öğrenme konularındaki uygulamalar büyük gelişme potansiyeli taşımaktadır.

MPEG-4 standardı MPEG-2 nin tüm özelliklerini kapsamasının yanısıra etkileşimliliği de getirmektedir. Apple'ın QuickTime dosya formatının esasına dayanmaktadır. Getirdiği yeni özellikler ve değişik sıkıştırma seçenekleri arasında stüdyo çalışmaları için yüksek bandgenişliği kullanan bir format ve telsiz mobil cihazlara aktarım için düşük bandgenişliği kullanan formatlar yer almaktadır.

MPEG-4'de ses için de üstün bir kalite sağlayan AAC ses kodlayıcısı bulunmaktadır. Bu kodlayıcı zaten sadece ses kodlayıcısı olarak yoğun bir kullanıma sahiptir.

MPEG-4'ün getirdiği bir önemli özellik de bir çerçevede bulunan farklı ses ve görüntü objelerini tanıyıp işleyebilmesidir. Bu sayede farklı unsurlar ayrı ayrı ve daha etkin bir şekilde sıkıştırılabilmekte ve birbirinden bağımsız olarak işlenebilmektedir. Kullanıcı tarafından kontrol edilen etkileşimli sekanslarda ses, görüntü, yazı, iki boyutlu, ve üç boyutlu objeler ile animasyonlar, hepsi MPEG-4 çerçevesi içinde işlenebilmektedir.

MPEG-7 ve ondan sonra gelen MPEG numaralarının görüntü ve ses işleme ve sıkıştırma teknikleriyle hiçbir ilgisi yok. MPEG-7 standardı multimedia objelerinin tanımlanması ile ilgilidir. Nüve tanımlama araçları konusunda bir araç kütüphanesi ile XML-esaslı bir açıklama tanımlama dili (Description Definition Language-DDL) vermektedir. Bununla ilave multimedia objeleri tanımlanarak kütüphanenin genişletilmesi amaçlanmıştır. Renk, yüzey dokusu, biçim ve hareket gibi karakteristiklerin tanımlanması MPEG-7 standardının konusudur.

MPEG-21 Dijital Telif Hakları altyapısıyla ilgilidir, ve sayısal telif haklarının çok önemli olacağı 21. yüzyıla hazırlık mahiyetindedir. Multimedia eserlerinin saklanması, korunması, erişilebilirliği, gibi konularda çerçeveler oluşturmaktadır. Dijital telif haklarının idaresiyle ve birlikte çalışabilirlik uyumluluğuyla ilgili standartlar sağlamayı amaçlar. MPEG-21 tüm multimedia objelerinin tanımı için "Digital Item" terimini kullanmaktadır. MPEG-7 gibi bunun da sıkıştırma konusuyla hiçbir ilgisi yoktur.

Bölüm-1: Alıcı sisteminin seçiminde dikkat edilmesi gerekenler

Türkiye'deki analog TV yayınlarının kanal standardı (PAL B/G)

Türkiye'de PAL B/G standardında kablodan ve havadan yapılan analog TV yayınlarının frekans bandı içinde kanalların dağılımı tablosu kitap sonunda (Ek. 2) verilmiştir. Türkiye yerel bölgesel ve ulusal tüm analog yayınların 2014 yılına kadar tamamen bitirilerek kapatılmasını (dijital yayınlara dönüştürülmesini) kararlaştırmış durumdadır. .

Evlere bulunan TV alıcı cihazları halen bu kanallarda dağıtılan analog TV yayınlarını alıp gösterebilecek şekildedir. Evlere yayınlar havai antenle, kablo TV şebekesine ait kablo ile veya çanak anten ile doğrudan uydudan olmak üzere prensip olarak sadece üç şekilde alınmaktadır. Halen mobil şebeke yayınları yok. Havadan(DVB-T) ve kablo TV şebekesi üzerinden (DVB-C) dijital yayın dağıtımına henüz başlandı (2009). MMDS(kablosuz kablo) yayınlarına da prensip olarak henüz izin verilmemektedir.

Çatılara kurulu UHF-VHF antenler üzerinden metropolitan bölgelerde yapılan yerel analog yayınlar izlenebilmektedir. Ancak, bölgeler açısından frekans planlamaları yapılarak belirli kuruluşlara ihaleyle tahsis edilmesi bür türlü sağlanamamıştır. Yayın yapılan kanal sayısı arttıkça, farklı bölgeler ve güçler de söz konusu olduğundan büyük şehirlerde belirli kanaldan fazlası teknik bakımdan kentin büyük kısmında rahat izlenememesine yol açmaktadır. Toplu konutlarda ve apartmanlarda bu yayınları farklı antenlerle toplayıp süzen, dengeleyip birleştiren ve belirli güçlerde tüm dairelere dağıtan analog merkezi anten (MATV) sistemleri kurulmuştur. Ancak, bu sistemlerin de pahalı maliyetinin yanısıra sürekli bakım gerektirmesi ve kanallarda söz konusu değişikliklere sürekli uyum sağlandırılmasının mümkün olmaması nedeniyle, çözüm olmadığı anlaşılmıştır. Sonunda, tüm dünyada olduğu gibi bizde de 2006 yılından itibaren yersel dijital yayınlara başlanması ve 2014 yılından önce tüm ülkede mevcut analog yayınların tümüyle bitirilmesi planlanmış durumdadır. Yani, yeni bir frekans planlaması yapılarak büyük şehirlerden başlanmak üzere bu frekanslar paralı ve şifresiz dijital yayıncılara tahsis edilecek, tüm TV izleyicileri de bu yeni tür dijital yayınları alabilen yeni cihazlardan almak zorunda kalacaktır.

Kablo TV yayınlarının da, aynı şekilde digitale geçilmesiyle kablo ile TV arasına şimdiki dijital uydu alıcılarına benzer bir set üstü kutunun bağlanması da gerekecektir. Sonuçta biraz ilave masraf olmakla beraber izlenebilen kanal sayıları artacak, görüntü ve ses kalitesi çok daha iyileşecek, bir de, bu sistemle paralı dijital yayınları (istenirse) izleyebilme imkanı her eve girmiş olacaktır.

Kısa süre içinde gerçekleşmeye başlaması beklenen bu değişiklikler halen TV yayınlarını uydudan değil de havadan veya kablodan izleyenlerin konumunu da uydu izleyenlerinkine biraz daha yaklaştırmaktadır. Halen satılmakta olan Flat TV (LCD, Plasma, LED) cihazlarında karasal yayınları alabilmeye yarayan DVB-T dekoderi ile bazılarında kablo TV yayınlarını da alabilmeye yarayan DVB-C dekoderi kendinden mevcut durumda bulunmaktadır. Uydu yayınlarını alabilmeye mahsus DVB-S ise TV cihazından ayrıca satın alınmak durumundadır.

Seçenekleri ve maliyeti bakımından radyo TV yayınlarının uydudan alınması ve konutlara paylaştırılmasının istendiği durumda paylaşımın hangi esasa göre yapılacağı ilk önce karar verilmesi gereken konudur. İki seçenek önümüze çıkar;

- 1) Merkezi yayın sistemi,
- 2) Çanak paylaşım sistemi.

Merkezi yayın sistemleri ve SMATV

Bu sistem prensip olarak istenen uydulardan ve diğer kaynaklardan gelen ve alınması istenen radyo TV yayınlarını merkezi bir noktadaki çanak ve alıcılarla aldıktan sonra dengeleyip, birleştirip yükselterek bir kablodan tüm kullanıcılara dağıtmak şeklinde gerçekleştirilir. Kablo TV sistemlerinin yayın merkezlerinde de prensip olarak aynı şey daha geniş çapta ve daha çok abone sayısına verilmek üzere yapılmaktadır. Bir konut sitesi veya otel için uydudan aldığı yayını dağıtan özel minyatür kablo sistemine *SMATV*(*Satellite Master Antenna Television*) denmektedir. Bu sistem uydu yayını programlarını almak üzere bir MATV (merkezi dağıtım) sistemine bir yer istasyonu eklenmesinden oluşur. Bir toplu konut sitesinde aynı şekilde 40'dan fazla kanalın sitedeki kullanıcılara dağıtılması istendiğinde bu çok ciddi bir yatırım maliyeti gerektirir. O nedenle, "Merkezi Sistem RF dağıtım" modelinin seçilmesinde ana kriter potansiyel kullanıcı sayısının çok fazla olması, istenen kanal sayısının ise az sayıdaki aynı kanallar olmasıdır. Ancak bu durumda bu model fizibil olarak tercih edilebilir.

Bir kablo TV yayın merkezi tüm şebekenin kalbi ve tüm sinyallerin kaynağıdır. Şebeke sahibi buraya önemli bir yatırım yapacağından uygulama sırasında hem mevcut proje gerekleri, ve hem de gelecekteki gereksinimler dikkate alınmalıdır..

Verilecek kanal sayısı

Akla ilk gelen konu hem şu anda istenmekte olan, hem de gelecek bir iki yıl içinde istenebilecek olan kanalların belirlenmesidir. Küçük bir yörede ilk olarak 12 kanal ve daha sonraki bir vadede de 24 veya en çok 36 kanala arttırılması düşünülebilir. Oysa metropolitan yöredeki bir kablo şebekesi için başlangıçta düşünülebilecek en az kanal sayısı 36, ilerideki bir tarihte arttırılma kapasitesi de 60 kabul edilebilir. Kanal sayısına bir kere karar verildikten sonra sıra uygun modülatörlerin seçimine gelir. Küçük şebekelerde en fazla 36 kanala kadar geçerli olabilecek çift yan bantlı ucuz modülatörler seçilebilir. Ancak geniş çaplı şebeke projelerinde daha pahalı olan(SSB, VSB) üstün teknoloji ürünleri kullanılmalıdır.

Sistem Band Genişliği

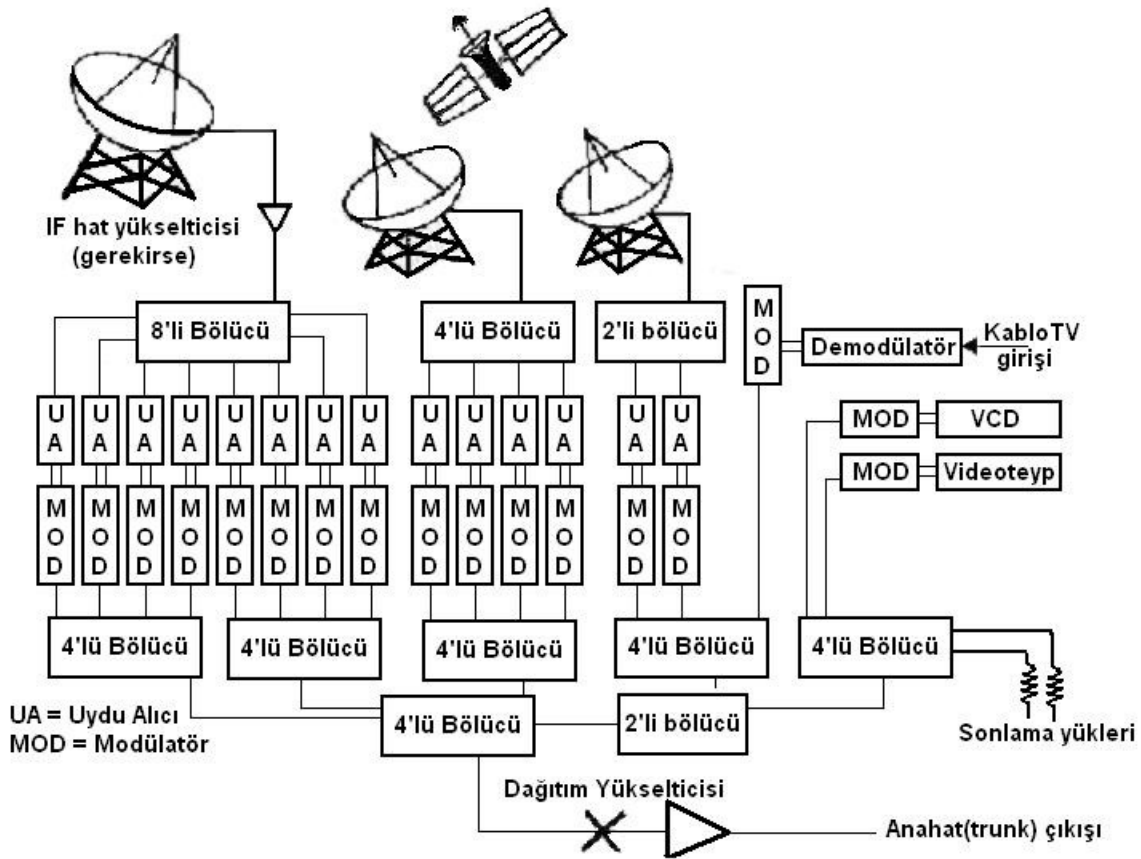
300 MHz altındaki her kablo TV kanalının 7 MHz kadar bir band genişliği kullanacağı varsayımıyla (300 MHz üstündekiler için 8 MHz Kabul edilir), kanal sayısı konusunda verilen karar, kanal dağıtım sistemi altyapısının maliyetini de doğrudan etkileyen bir faktördür. Aşağıdaki tabloda kanal sayıları ve buna bağlı olarak gerek duyulacak bandgenişliği verilmiştir.

Kanal sayısı	Band genişliği
26	230 MHz (sadece BI - BIII)
36	300 MHz
55	450 MHz
68	550 MHz
107	860 MHz

Not: Burada tüm atlama kanalların ve ilgili bant aralığındaki hiperbant kanallarının kullanıldığı, ancak FM radyo bandı(88'den 108 MHz'e yani Z+1, Z+2, ve S-1 kanallarının) kullanılmadığı farzedilmiştir.

Kanal donanımı

Sistemdeki her kanalın bir modülatörü olmalıdır. Uydudan alınarak yayınlanacak her kanal için her modülatörle birlikte bir de uydu alıcısı bulunur. Uydu alıcısı alınacak kanalın özelliklerine göre analog, digital, şifreli yayınlara uygun tümleşik dekoderli tiplerde olabilir. (tek kullanıcıya mahsus cihazlarla yayıncının izni alınmadan dağıtım yapılamaz)

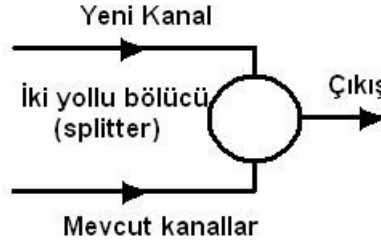


De-Modülatör

Çoğu zaman bir şebekeye verilecek bir yayın bir başka şebekeden alınarak dağıtılabilir. Bu durumda diğer şebekeden gelmekte olan kanalın öce A / V (ses ve görüntü) sinyallerine ayrılması(demodülasyon) ve daha sonra tekrar bir modülatöre besleyerek diğer kanallar gibi şebekeye dahil edilmesi uygun olur. Bunun için de çoğu zaman standart bir STB kablo alıcısı kullanılabilir.

Birleştirme

Aşağıdaki resimde bir Headend dağıtım merkezinde elde edilen kanalları birleştirmekte kullanılan standart yöntem gösterilmiştir. 2 yollu bölücü tersine kullanıldığında birleştirici olarak görev yapar. Acak sistem performansını optimize edebilmek için bazı hususlara dikkat edilmelidir.



Şekil - 4.2.

A/V Taşıyıcılar

Şimdi, metropolitan uygulamalar açısından komşu kanallı(çift yanbantlı) modülatörlerin hiçbir zaman kullanılmadığı ve tümüyle demode olduğu söylenebilir. Komşu kanallı bir modülatörde ses taşıyıcısının video taşıyıcısının seviyesinin 18 – 20 dB aşağısında ayarlanması gerekir. Analog bir sinyal seviyemetresi(FSM) ile ses sinyali seviyesinin hassas bir şekilde ölçümlenemeyeceğini de belirtelim. Modülatördeki ses ve video taşıyıcılarını seviyelerini doğru bir şekilde ölçüp ayarlayabilmek için digital bir sinyalmetre veya daha iyisi bir spektrum analizörüne gerek duyulur. Bu olmadığında fabrika ayarlarına elleşilmemelidir

Eğer ses taşıyıcısının seviyesi çok düşük ayarlanmışsa sesin sinyal gürültü oranı zayıf olacak ve bu da kanalda işitilebilir bir fon gürültüsüne yol açacaktır. Eğer çok yüksek ayarlanırsa da bu kez bir sonraki kanalın görüntüsünü bozabilir.(7. kanaldaki yüksek ses taşıyıcı seviyesi 8. kanaldaki resmi bozar)

Frequency - Agile Modülatörler

”Frequency Agile” denilen türdeki modülatörler(kipleyciler) kullanıcıya çıkış frekansını ayarlama olanağı sunar. Bu hemen her zaman istenen bir şeydir, ancak yanısıra iki dezavantajı da birlikte getirir.

- Bir “Frequency Agile” modülatörün tipik olarak C/N’si (*Carrier to Noise = Taşıyıcı/Gürültü oranı*) benzer kalitedeki sabit kanallı bir modülatöre göre daha zayıftır. .
- Bu tip modülatörler benzer özellikteki sabit frekanslı modülatörlere göre daha pahalıdırlar.

Bunları göz önünde bulundurarak ideal çözüm bir Headend’de(yayın merkezinde) servis için, ya da beklemede yedek olarak bir veya iki ”Frequency Agile” kullanmak olabilir. Bunlar herhangi bir modülatördeki arıza sırasında hemen devreye sokulabilir. Normal modülatörlerin ”Frequency Agile” türden seçilmesi ise maliyeti arttırmasının yanısıra Headend’in C/N (*taşıyıcı/gürültü oranı*) performansını düşürecektir.

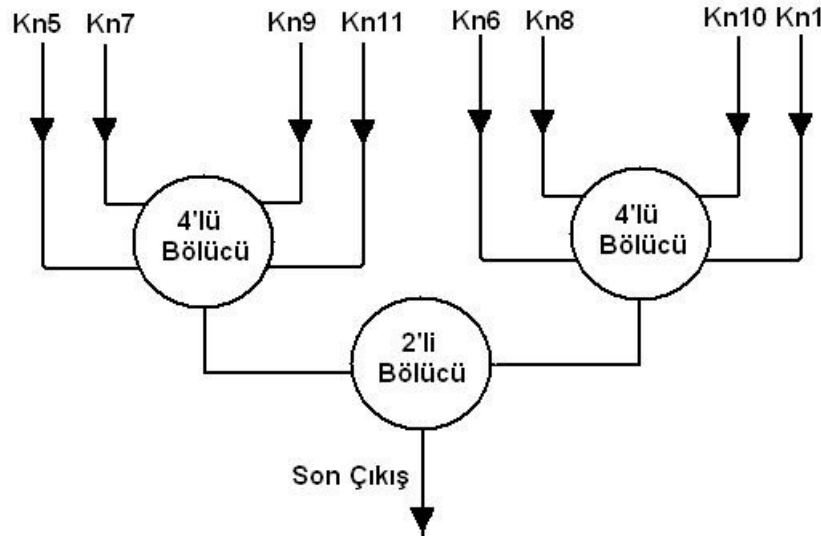
Modülatör çıkış seviyeleri

Sıklıkla sorulan bir soru da modülatör RF çıkış seviyelerinin optimum ayarının ne olması gerektiğidir. Bir

modülatörün optimum çıkış seviyesi genelde üreticisi tarafından belirlenen (örneğin 105 dBu) gibi bir değerdir. Modülatör çıkışını ayarlarken, üretici tarafından verilen maksimum çıkış seviyesinin 2-3 dB aşağısına ayarlamak daima iyi bir uygulama olarak kabul edilir. Bu modülatör distorsiyonunu da biraz olsun azaltabilir. Ayrıca bu, çıkış eğiminin ayarlanmasında ve aşağıda anlatacağımız şeylerde de yardımcı olacaktır..

Kanal birleştirme

Her modülatörün R F çıkışlarının Headend için elde edilecek bir tek çıkış için birleştirilmesi gerekmektedir. Bu kanal birleştiricisi kullanılarak yapılır. Kanal birleştiricisi tersine çalışan bir dizi splitter(bölücü)den oluşan pasif bir devre elemanıdır. Bazen kanal filtreleri de kullanılır.



Şekil 4-3

Bazı üreticiler bir "Active Combiner(aktif birleştirici)" sunmaktadır. Bu ürün yüksek bir çıkış seviyesini sağlayabilmek amacıyla bir CATV yükselticisini de içerir. Kanal birleştiricileri bazen girişlerindeki bant dışı sinyalleri bastırarak süzen kanal filtrelerine de sahiptirler, yani sadece belirli kanalları birleştiren türde yapılırlar. Eğer Headend'inizde daha önceden kullanılmış bu türden bir birleştirici var, ve siz de buna fazladan bir kanal eklemek zorunda iseniz, bu tersine bir iki yönlü splitter kullanılarak da(yukarıdaki resimdeki gibi) kolayca yapılabilir. Çünkü bir splitter(bölücü) nasıl gelen sinyali iki veya daha çok çıkışa ayırmakta kullanılıyorsa farklı frekanslardan gelen iki veya daha fazla sinyalin birleştirilmesinde birleştirici(combiner) olarak da kullanılabilir. Bu prensip herhangi sayıdaki kanalın birleştirilmesinde geçerlidir. Yukarıdaki resimde iki adet dört yönlü bölücü ile bir adet iki yönlü bölücü 8 kanalın birleştirilmesinde kullanılmıştır.

Aynı tarzda en yukarıdaki şekilde dört ve iki yönlü bölücüler kullanılarak 14 kanallı bir sistem birleştirilmiştir. Bunun simetrik olmayan bir kombinasyon olduğu dikkatinizi çekebilir. Her ne kadar splitterlerin kullanımında tam bir simetri sağlama zorunluluğu yoksa da aşağıda anlatacağımız gibi sinyal seviyelerinin ayarlanması sırasında dikkat edilmesi gereken bazı konular bulunmaktadır. Arzulanan kanal sayısına göre nasıl bir splitter kombinasyonu kullanacağımız size kalmıştır. İdeal olarak birer atlayan, ya

da birbirinden en uzakta bulunan kanallar aynı birleştiriciye beslenir. Örnek olarak kanal 5, 7, 9 ve 11 bir 4 yollu Splitter'a ve 6, 8, 10 ile 12 numaralı kanallar da diğer 4 yollu Splitter'a verilir. Böyle yapılmazsa da performansta çok belirgin bir kötüleşme olmaz.

Ancak burada önemli olan herhangi bir birleştiricinin kullanılmayan ucunun (örneğin bir 4 yollu splittere sadece üç sinyal girilmesi durumunda) 75 ohm'luk bir sonlandırıcı yüküyle kapatılmasıdır. Bunun yapılmaması durumunda girişler arasındaki yalıtım karakteristiklerinde önemli ölçüde bozulmaya yol açılabilir. Tipik olarak iyi bir splitter portları arasında 20dB'den fazla yalıtım sağlamaktadır. Sonlandırma yapılmaz ise bu yalıtım 8 -10 dB'ye kadar düşebilir..

Seviye Ayarlaması

Bir Headend'in kuruluşundaki en önemli husus her kanalın seviyelerinin doğru ayarlanmasıdır. En üstteki resimde çok kanallı örnek bir Headend sisteminin komple blok şeması verilmiştir. Buradaki tüm modülatörlerin kanallarının birleştirilerek tek çıkışa indirildiği görülmektedir.

Resim 4-1'deki "X" noktasında ölçüm yapıldığında tüm kanalların tam aynı, yada birbirine 1dB yakın seviyede bulunabilmesi önemlidir. Sinyal seviyesinin değerinin tam ne olduğu önemli değildir. bulunması gereken sinyal seviyesinin sihirli veya tavsiye edilen bir değeri yoktur. "X" noktasında elde edilen son sinyal seviyesi büyük ölçüde kullanılan modülatörlerin maksimum çıkış gücüne dayalıdır. Örneğin, yine en yukarıdaki blok şemaya bakacak olursak, her bir 4 yollu splitter, girişi ile çıkışı arasında 8dB kadar bir kayıp demektir. İlk kanalın yolunu izlediğimizde iki 4 yollu splittardan geçtiğini ve yani toplam bir $8 + 8 = 16$ dB kaybı olduğunu buluruz.

Eğer kullanılan modülatörlerin azami çıkış seviyesi 95 dB olsa idi ve tavsiye edildiği gibi 92 dB kadar bir çıkış seviyesine ayarlı olsalardı, "X" noktasındaki sinyal seviyesi $92 - 16 = 76$ dB olacaktı. Aynı şekilde kullanılan modülatörler maksimum 105 dB ve ayarlandığı seviye 100 dB, olması durumunda "X" noktasındaki çıkış seviyesi $100 - 16 = 84$ dB bulunacaktır. .

Bu tüm modülatörlerin çıkış seviyelerinin aynı olması anlamına değildir. Her modülatörün çıkışı farklı Splitter/Combiner'lardan geçerken farklı zayıflamalarla karşılaşır. Eğer kullanılan birleştirici/ayırıcılar simetrik değilse "X" noktasına ulaşıncaya kadar farklı zayıflamalara uğrayacağından vardığındaki seviyesi farklı olacaktır. Burada önemli olan tüm birleştirici/ayırıcı'lardan geçtikten sonra ulaştığı "X" noktasındaki seviyenin tüm kanallarda aynı olmasını sağlamaktır.

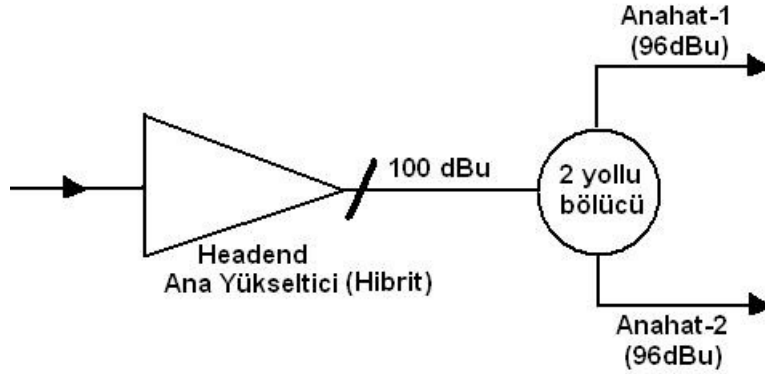
Headend yükselticisi

Eğer sinyaller birleştirilip, seviyeleri ayarlandıktan sonra "X" noktasındaki seviye yetersiz kalıyorsa bu noktada sisteme bir CATV yükselticisi konulabilir. Bu şekilde sinyal çıkış seviyesi istendiği düzeye ulaştırılır. Hibrid bir yükseltici kullanılması,(sadece 12 ila 18 kanallı Headend'ler dahil) tüm Headend'ler için şiddetle tavsiye edilir. Burada kullanılacak yükselticinin hem yüksek çıkış seviyesi, hem de düşük distorsiyon sağlaması gereği aşıkardır. O nedenle Hibrit yükseltici ideal çözüm olmaktadır. Burada Headend'de üretilen tüm distorsiyonun aboneye ulaşıncaya kadar olan hat boyunca kullanılacak dağıtım yükselticilerinde defalarca yükseltileceğini de göz önünde bulundurmalıyız. O nedenle küçük çaptaki headendlerde bile kullanılacak bir Hibrid yükselticinin daha yüksek maliyeti noktanın kritikliği gözönünde bulundurulduğunda geçerlilik kazanmaktadır.

Ancak, kullanılacak herhangi hibrit yükselticinin çıkış seviyesinin 100 dBu değerini aşmaması önemle tavsiye edilmektedir. Bu seviyenin üzerindeki herhangi artış, distorsiyonun hızla yükselmesi karşısında resim kalitesini önemli ölçüde bozacaktır (çıkış seviyesindeki her 1dB artışa karşın distorsiyon 2dB artar)

Çok çıkışlı dağıtım anahatları (Trunk'lar)

Bir Headend'in çıkışında çoğu zaman 1 trunk'dan fazlası gerekir. Her headendden örneğin biri Kuzeye, öbürü Güneye gidecek iki çıkış elde etmek yükselticiden sonra koyulacak çıkış bölücülerıyla oldukça basit şekilde sağlanabilir. Aşağıda şematik olarak verilmiştir.



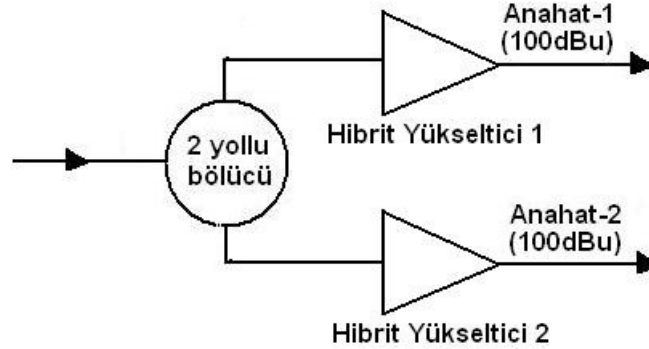
Şekil 4-4

Bazen şebekeler gereken dağıtım hatlarının herbiri için ayrı yükselticiler kullanır. Bu durum aşağıdaki şekilde verilmiştir. Teknik olarak (hem yukarıdaki, hem de aşağıdaki) her iki seçenek de geçerlidir. Tabii yukarıdaki şekilde tek yükseltici kullanılması sistem genel maliyetini düşürmektedir. Ancak, şekilden de anlaşılacağı gibi kullanılan bölücüler seviyeyi düşürecektir. O yüzden ana dağıtım hatındaki seviye, yukarıdaki şemada kullanılan bölücü eğer iki yollu ise 98 dBu olur. Eğer 4 yollu bir Splitter kullanılmış ise, çıkış seviyesi 92 dBu'dur.

Yukarıda da açıklandığı gibi Hybrid bir yükselticinin herhangi kanal için çıkış seviyesi 100 dBden fazla olmamalıdır. Ancak bu şekilde hattın aşağılarında abonelere düşük distorsiyon seviyesinde optimum resim kalitesi sağlanabilir.

Sistem Eğimi

Sistem eğiminin optimum koşullarda ayarlanabilmesi için neler yapılması gerektiği de oldukça sık sorulan bir sorudur. Doğal olarak Headend çıkışında, yani "X" noktasında ya da eğer yükseltici varsa yükseltici çıkışında sıfır ya da dümdüz bir eğim önerilmektedir. Yani "X" noktasında(Şekil 4-1) tüm kanallar için seviye birbirinin aynı, ya da en fazla 1dB farklı olmalıdır.



Şekil 4-5

Burada blok şema bazında herhangi kanal sayısı ile herhangi konfigürasyonda bir Headend kurulmasında geçerli olacak ana prensipler verilmiştir. Şema kullanıcının gereksinimlerine göre değiştirilebilir ve ölçeklendirilebilir. Kullanılan malzemenin özelliklerine göre dolap, havalandırma v.s. uygulama nitelikleri tanımlanır.

Kanal birleştiricilerinin bulunmadığı durumlarda CATV splitterlarla (bölücülerle) aynı işlem sorunsuz gerçekleştirilebilir. Burada tek ana mülahaza birleştirmeler sonucu elde edilecek çıkışta tüm kanallar için aynı seviyelerin tutturulabilmesidir.

Modülatörler için olsun, headend çıkışı için olsun belirli bir optimum çıkış seviyesi dB değeri yoktur. Bu büyük ölçüde kullanılan malzemeye göre değişecektir. Yukarıda verilen ana kuralların izlenmesi, optimal özelliklerde çalışacak standart bir Headend'in kurulmasını sağlayacaktır.

Çanak Paylaşım Sistemleri, DiSEqC Sviç ve Multisviçler

Eğer uydu yayınlarının dağıtılmak istendiği kullanıcı sayısı bir ile birkaç yüz arasında sınırlı, ya da izlenmek istenen kanal sayısı fazla ise, bir merkezi yayın sistemi akla bile getirilmemelidir. Uygulanması gereken dağıtım bir "çanak paylaşım sistemi" olmalıdır. Bu sistemde merkezde bir yerde yayınları istenen uydulara ait çanaklar ve bunların aldığı sinyalleri kullanıcıların uydu alıcılarına dağıtan santraller (*DiSEqC sviç ve multisviçler*) yer alır. Bu sistemdeki bir santralin maliyeti merkezi yayın sistemindeki headend'in maliyeti ile kıyaslanamayacak kadar düşüktür. Ancak, bu sistemde her kullanıcının kendine özel ve almak istediği yayınlara uygun yapıda bir uydu alıcısına sahip olması da gerekir.

DiSEqC (Dayzek) Nedir?

Üst bant yayınlarının yeni yeni kullanılmaya başlandığı (1996-7) yıllarında aynı anda iki uydudan birinin alt ve üst bantları arasında seçim yapabilmek mümkün olamamaktaydı. Çünkü, daha önce çanak seçme anahtarlama için kullanılan 22KHz LNB lerindeki osilatör seçimi (alt/üst bant geçişi) için kullanılmıştı. Alıcıdan anten istikametine uygulanacak bir kontrol işaretlemesi sistemi acilen gerekiyordu. *DiSEqC* (Digital Satellite Equipment Control – *Digital Uydu Teçhizatı Kontrolü*) bu gereksinimden ortaya çıktı. *DiSEqC™* (Dayzek), EUTELSAT tarafından 1994 yılında geliştirilen uydu alıcısı ile çanak v.s. çevre birimleri arasındaki haberleşme protokolünün tanımıdır. Şimdi sistemle daha önceki 22KHz tekniği kullanılarak bu taşıyıcı sinyalin üzerine sayısal bilgi sinyali modüle edilmektedir.

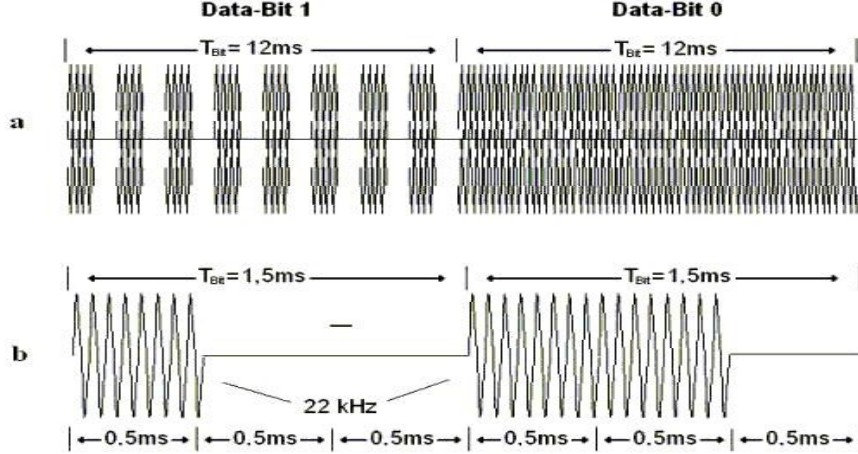
Önceden polarizasyon düzlemini değiştirme, çanak değiştirme ve hareketli anten kumandaları tümüyle

değişik bağlantı ve kontrol şekillerine sahipti. Örneğin 13/18V polarizasyon değişikliği için, 22KHz sinyali ise çanak seçimi için kullanılmaktaydı. Ayrıca hareketli antenlerin kumandaları da tümüyle ayrı sinyallerle yapılmaktaydı. Cihazlar arasındaki uyumsuzluk sorunu da kullanıcının cihaz seçimini güçleştirmekteydi. Ayrıca, daha önceki tekniklerle hem alt hem de üst bantları olan iki uydunun sinyalleri arasında bir seçim yapmak mümkün olmamaktaydı.

DiSEqC üzerine sayısal komut sinyallerinin modüle edileceği taşıyıcı olarak 22KHz sinyali kullanılmakta, ana kumanda fonksiyonu da her uydu alıcısının içinde zaten bulunan Mikroişlemci tarafından üstlenilmektedir.

Bu ana birim(master) tarafından verilen sayısal kumanda bilgileri kumanda edilen(slave) cihazlar tarafından algılanır. En kullanılan DiSEqC yapıları şunlardır. Basit DiSEqC(Mini-DiSEqC de denilir), DiSEqC1.0, DiSEqC2.0 ve DiSEqC1.2(DiSEqC1.3).

Mini DiSEqC de sadece temel uygulamalara yeterli kısıtlı özellikler bulunmaktadır. Bu tip 22kHz sinyal için sadece 2 konumu içerir(Şekil 4-6'ya bakınız). 12ms süreli (0 bilgisi) ve 12ms kesikli (1 bilgisi) . Bu şekilde 13/18V anahtarlamasının da kullanılmasıyla toplam 8 polariteye kumanda edilebilir. Yani örneğin V ve H polariteleri, üst ve alt bantları ile iki çanağın tüm polariteleri seçilebilir. Eğer 8 polariteden çok kumanda gerekiyor ise. Mini-DiSEqC den vazgeçilmelidir. Sıra istenildiği kadar çok çanağa kumanda edebilen DiSEqC 1.0'a gelir. Bu durumda gerekli kumanda bilgileri 22kHz sinyalin üzerine modüle edilir. Örneğin 1,5ms bit periyodunun 0,5ms 22kHz var, 1ms yok konumu 1 bilgisini, 1ms var 0,5ms yok konumu ise 0 bilgisini vermektedir.



Şekil 4-6: Sinyal haberleşmesi Mini-DiSEqC sisteminde (a), DiSEqC1.0 ve üzeri sistemlerde ise (b) ye göredir.

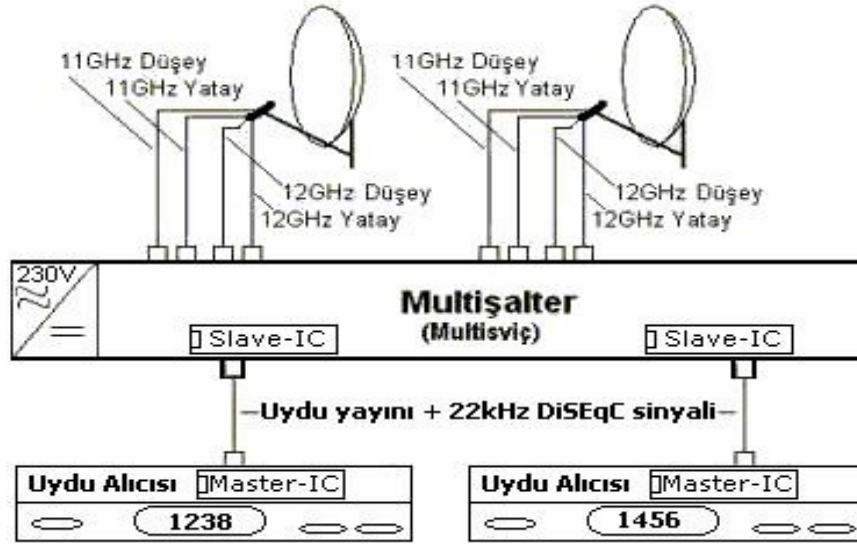
Şekilde görüldüğü gibi Mini – DiSEqC sisteminde sadece iki sinyal konumu mevcuttur (yani toplam sadece 8 polarizasyon düzlemine imkan verir), DiSEqC 1.0 ve üzeri için ise seçenekler neredeyse sınırsız olmaktadır.

Bu sistem temel olarak tüm anahtarlama işlevlerini yerine getirmektedir, ancak dijital teknoloji daha da fazlasını vadeder. DiSEqC 2.0 ile çevre cihazları ana birimin(master) çip fonksiyonlarını da görmekte, bu şekilde kullanıcıya yeni avantajlar sağlamakta, uydu alıcısının kullanımı ve programlanmasını da oldukça kolaylaştırmaktadır. Örneğin uydu alıcısına LNB'nin lokal osilatör frekansının bildirilmesi gerekmez,

sistem kendiliğinden tanıyabilir. Ayrıca merkezi kumanda tarafından her türlü hata durumu değerlendirilip düzeltici değişiklik kendiliğinden yapılabilir.

DiSEqC sistemi bir dizi cihazı ya da parçayı kumanda edebilme imkanı sağlar. Polarizasyon düzlemleri veya , uydu sistemleri arasında seçim yapmanın yanı sıra polarizörler aktüatörler gibi çeşitli hareketli anten parçalarına kumanda edilebilir.

DiSEqC sistemi geriye doğru uyumludur. Eskiden var olan 13-18V ve 22kHz sinyallerine sahip uydu alıcıları da bu sistemin içinde eskiden var olan tüm fonksiyonlarını görmeğe devam edebilirler. Ancak, yeni geliştirilen ilave fonksiyonları yapamazlar.



Şekil 4-7: Master-Slave prensibi komponentlerin birbiriyle olan haberleşmesini kolaylaştırmaktadır.

Bu haberleşmede yönlendirici durumda olan Master entegre devredir. Master devre Slave devreden bir cevap bekliyor ise (DiSEqC 2.0) bunun nasıl bir cevap olduğunu da belirler. Slave devrelerden gerekli cevap gelmeden haberleşme bitmez. Kısacası “master” bir (ya da daha çok) “slave” cihaza 22kHz sinyalini kodlayarak kısa bir komut göndermektedir, ki bu basit bir yazılım veya onun yerine geçen elektronik devre ile yapılabilmektedir. Slave cihazda ise (örneğin sviç) hem uç cihazına gerekli kontroller (örneğin antenleri seçen rölelerin kontrolü) hem de gerekli sinyal kodlama ve çözme işlemleri aynı bir tek mikrokontrolör çipinde yapılır. Multisviç denilen kutularda ise farklı master devrelerden (uydu alıcısı tarafı) gelen komutlara uygun uç cihazlarını (örn. anten) seçen bu devrelerden bir matris şeklinde (alıcı sayısı kadar adette) bulunur.

DiSEqC Bus Donanım Özellikleri

Slave cihazların geriye (master cihaza) mesaj gönderebilmeleri için basit 22KHz sürekli dalga işaretlemesi için gerekenden çok daha belirgin empedans tanımlamalarının yapılması zorunlu olmuştur. Buna ek olarak DiSEqC tanıtımı safhasında mevcut işaretleme sistemlerine de uyumluluk veya hibrit çalışabilme bakımından farklı çalışma gerilimlerini kabul edebilmesi önemli bir avantajdır.

Bu nedenlerle DiSEqC Bus(veri yolu) için önerilen DC besleme voltajı $12(\pm 1)$ Volt'dur. Ancak çevre cihazlar bakımından 18Volta kadar tolere edilebilmelidir.(yani belirgin bir arıza yaratmamalıdır.) Kısa vadede (halen mevcut cihazlar bakımından) bazı üreticiler 13/17V işaretleme seviyelerine uyumluluklarını korumayı seçmişlerdir. Aynı şekilde bu uyumluluk DiSEqC Slave entegre devrelerinin ilk versiyonları için de kabul edilmiştir.

Bu "Bus" dan beslenen çevre cihazları için Uydu Alıcılarında da 500mA'e kadar DC besleme kaynağı önerilmiştir.

Nominal 22kHz işaretleme genliği $650mV_{p-p}$ (tepeden tepeye)dir. Kablodaki gerilim düşümlerini tolere edebilme bakımından da detektör(alıcı) tarafının $300mV (\pm 100mV)$ değerine kadar algılayıp cevap verebilmesi gerekir. Bus'a yüklenmesi önerilen azami (tepeden tepeye) genlik 1 volt'dur.

Geriye doğru haberleşmenin sağlanabilmesi için Master vericisinin(uydu alıcısı tarafı) bus'a göstermesi gereken nominal kaynak empedansı 22kHz'de 15W dır. Sonlandırma tipik olarak bir direnç, DC besleme akımını destekleyecek paralel bir bobin, ve toprağa doğru bir kondansatörden (kablo boyu ve sonlandırma kapasitesi küçük olduğunda 22kHz' sinyalini şekillendirmek için) oluşur.

22kHz sinyalinin taşınabilmesi için bus'un(koaks kablo) en ucundaki toplam yük kapasitesinin $250nF(0.25mF)$ değerini aşmaması önerilir. Bu değer mevcut LNB tipleriyle, 50 metreye kadar mesafede tek LNB için tolere edebilmek üzere geçerlidir. Gerçek DiSEqC çevre birimleri açısından busun $100nF$ dan fazla yüklenmemesi gerekir. Bazı cihaz türleri (montajcı cihazları, SMATV nodları gibi) bakımından ise bunun çok daha altı tercih edilir. Çeşitli kablo boylarına göre türlü sonlandırma kombinasyonları için kabul edilebilir azami yüklemelerin belirlenebilmesi için tesisat hesap tabloları yapılmalıdır.

DiSEqC seviyeleri iki büyük ana gruba ayrılmıştır.

Seviye 1.x (x = 0, 1 veya 2) tek yönlü bir Sistemdir. Uydu alıcısından diğer uydu elemanlarına doğru tek yönlü bir iletişime izin verir. Eleman'dan uydu alıcısına doğru geri bir cevap bu sistemde mümkün değildir.

Seviye 2.x (x = 0, 1 veya 2) ise iki yönlü bir sistemdir. Her iki yönde iletişim mümkündür. Uydu alıcısı("Master") diğer uydu elemanına("Slave") bir komut gönderir. Eleman ise komutun alındısını geri iletir.

Farklı seviyelerdeki DiSEqC™-elemanların arasındaki uyum garanti edilmiştir. Gönderilen komutlar sadece Master 'in hakim olduğu komutlardır ve bir Slave sadece kendi seviyesinin komutlarıyla çalışabilir. Aşağıdaki tüm kombinasyonlar geçerlidir;

Seviye 1.0 daki bütün DiSEqC™-ürünleri Tone Burst sinyali ile uyumludur.

Seviye 1.1 deki bütün DiSEqC™-ürünleri Seviye 1.0 (ve Tone Burst) ile uyumludur.

Seviye 1.2 deki bütün DiSEqC™-ürünleri Seviye 1.1 ile uyumludur.

Seviye 2.x deki bütün DiSEqC™-ürünleri Seviye 1.x ile ve ayrıca iki yönlü haberleşme protokolü ile uyumludur.

Aşağıdaki tablo farklı DiSEqC seviyeleri arasındaki kesin ayrımları göstermektedir :

DiSEqC™ düzeyi	Haberleşme	Kullanım alanı	Ürünler
Tone-Burst (Mini-DiSEqC)	Tek yönlü	2 LNB(Pozisyon A/B) arasında seçim	Monoblok-LNB, Loop-through-LNB, Röle, Sinyal üretici, Test cihazları
1.0	Tek yönlü	4 LNB arasında seçim, Çok kullanıcıli sistemlerde 16 uydu polaritesine kadar paylaşılma imkanı	Multişalter, Monoblok-LNB, Loop-through-LNB, Röle, Sinyal üretici, Test cihazları
1.1	Tek yönlü	Seviye 1.0, gibi ilaveten DiSEqC™ - Tek kablolu sistemler ve Kaskad elemanlı sistemlere uyumlu	Seviye 1.0,gibi, ilaveten tek kablolu sistemler ve kullanıcıli yönetimli sistemler.
1.2	Tek yönlü	Seviye 1.1 gibi, ilaveten hareketli antenlere uyum	Seviye 1.1,gibi ilaveten hareketli h-h motor kumandası
1.3	Tek yönlü	Seviye 1.2 gibi, ilaveten hareketli USALS'a uyum	Seviye 1.2, gibi ilaveten hareketli USALS uyumlu
2.0	İki yönlü	Seviye 1.0 gibi ancak iki yönlü haberleşme uyumlu	Seviye 1.0 gibi
2.1	İki yönlü	Seviye 1.1 gibi ancak iki yönlü haberleşme uyumlu	Seviye 1.1 gibi
2.2	İki yönlü	Seviye 1.2 gibi ancak iki yönlü haberleşme uyumlu	Seviye 1.2 gibi

Tablo 4-1: Farklı DiSEqC™-Seviyelerinin karşılaştırması

DiSEqC™-Tekniğiyle yapılan uydu malzemeleri tek kullanıcı için olsun merkezi dağıtımlar için olsun çeşitli örneklerle sahiptir. Her geçen gün de profesyonel alıcı verici sistemleri olsun, çok kullanıcıli sistemlerde adresleme olsun yepyeni ürün tipleriyle karşımıza çıkmaktadır.

Bir cihazın DiSEqC™-uyumlu bir ürün olduğu şöyle anlaşılır.

EUTELSAT tarafından tanımlanan DiSEqC™özelliklerine sahip olduğu ve bu koşulları tam olarak taşıdığı belirlenen tüm ürünlere DiSEqC™ logosunu taşıma yetkisi verilmektedir. Bu Logo aynı zamanda cihazın taşıdığı DiSEqC™-seviyesini de belirler. Cihaz üzerinde bu logo cihazın kolayca görülebilir bir yerinde okunabilir şekilde olmalıdır.



EUTELSAT tarafından belirlenen DiSEqC™ logolarından bazıları

Sadece " Tone Burst Sinyali" kullanan ürünler ise sadece aşağıdaki ibarelerden birini kullanabilirler:

Tone Burst
Mini-DiSEqC™
DiSEqC™ compatible

Ancak, DiSEqC™ Logosu bu cihazlarla birlikte kullanılamaz. Yeni satın alınan tüm uydu cihazlarında

flexibilite ve az masrafla yeni koşullara uyumlandırılabilme imkanı bakımından en azından 1.0 seviyesine sahip ürünler tercih edilmelidir.

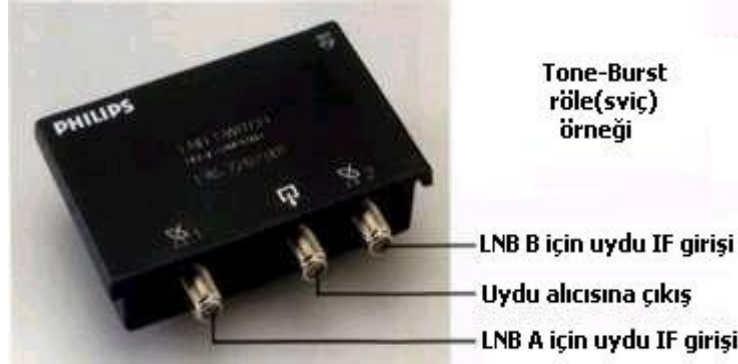
Bireysel kullanıcı için (tek kullanıcıli sistemlerde kullanılan) çok çeşit ve seçenekli cihazlar bulunmaktadır. Analog ve digital uydu alıcıları olduğu gibi, bu cihazlarla çalışmak üzere çeşitli Röleler, LNB'ler, Hareket motorları, Sinyal üreticileri gibi çok çeşitli cihaz DiSEqC logosu kullanılıyor. Aşağıda bu türdeki ürünlerden çeşitli örnekler verilmiştir.

DiSEqC™ Röleler(Şalterler/Sviçler)

Bu kategoriye giren cihazların en basit versiyonu iki uydu ara-frekans(IF) girişine ve uydu alıcısına bağlanmak üzere bir tek çıkışa sahip olan şalterlerdir. 2/1 olarak tanımlanır. En azından Tone Burst protokolüne sahiptirler. Tabii, seviye 1.0 ve daha yukarıları olduğu gibi 4 giriş ve bir çıkışları da olur.

Tone-Burst Röle

Bu modelde sadece "A" ve "B" uydu konumlarından birisinin seçilmesi mümkündür. A konumu için 22kHz sinyal sürekli gönderilir, B konumunda ise kesiklidir.



Tone-Burst Röle

DiSEqC Röle (seviye 1.0 ve yukarısı sviçler)

DiSEqC™-seviye 1.0 birbirinden farklı 4 LNB'ye kadar seçebilme olanağı verir.

- İki girişi bir çıkışı olan röle (2/1)
- Dört girişi bir çıkışı olan röle (4/1, 5/1)

Dört girişi olan röle ile herbirinin (altbant, üstbant ve vertikal, horizontal kombinasyonları olmak üzere) dörder farklı polaritesi olan dört Single-Universal-LNB kullanabilir. Yani böylelikle 4 ayrı çanakta 16 farklı polarite seçilebilmektedir. (Tüm polariteleri gerekmeyen uydulardan yapılabilecek seçimlerle bağlanabilecek çanak sayısı daha da artar)

Aşağıda 16 şalter konumunun tam açıklaması yer almaktadır. Dört girişli bir şalter bu konumların 16 sını da kullanır. İki girişli bir şalter ise sadece 1 den 8 'e kadar olan konumları kullanabilmektedir.

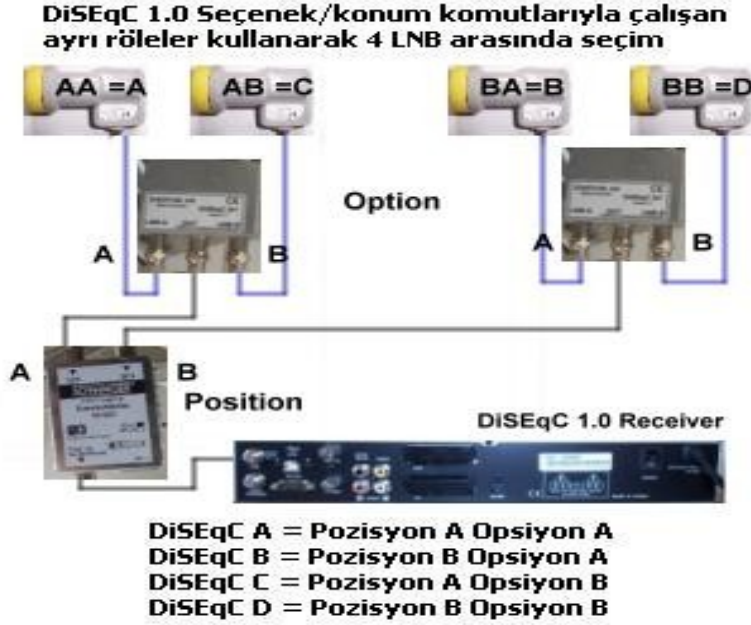
İki girişi olan seviye 1.0 ve yukarısı bir DiSEqC™-şalter kullanıldığında şalter 9 dan 16 ya kadar olan komutları algıladığında bunu 1 den 8 'e kadar olan komutlarla aynı şekilde yorumlayacaktır. Yani bu şalter "seçenek" komutunu değerlendirmez. Öte yandan DiSEqC™komut setine sahip bir uydu alıcısı Tone Burst röle tiplerini de sorunsuz kullanabilir. Aralarındaki uyumluluk geçerlidir.

Anahtarlama seçeneği (Seviye 1.0)	Polarizasyon (V/H)	Frekans bandı (Alt/Üst)	LNB	"Konum" komutu	"Seçenek" komutu	"Tone Burst" komutu
1	V (13V)	Alt (0 kHz)	A	0	0	0
2	H (18V)	Alt (0 kHz)	A	0	0	0
3	V (13V)	Üst (22 kHz)	A	0	0	0
4	H (18V)	Üst (22 kHz)	A	0	0	0
5	V (13V)	Alt (0 kHz)	B	1	0	1
6	H (18V)	Alt (0 kHz)	B	1	0	1
7	V (13V)	Üst (22 kHz)	B	1	0	1
8	H (18V)	Üst (22 kHz)	B	1	0	1
9	V (13V)	Alt (0 kHz)	C	0	1	0
10	H (18V)	Alt (0 kHz)	C	0	1	0
11	V (13V)	Üst (22 kHz)	C	0	1	0
12	H (18V)	Üst (22 kHz)	C	0	1	0
13	V (13V)	Alt (0 kHz)	D	1	1	1
14	H (18V)	Alt (0 kHz)	D	1	1	1
15	V (13V)	Üst (22 kHz)	D	1	1	1
16	H (18V)	Üst (22 kHz)	D	1	1	1

Tablo4-2: DiSEqC™-Seviye 1.0 ile kullanılabilen 16 şalter konumu

4 LNB nin kontrolü iki türlü gerçekleştirilebilir:

- Birinci yöntem 4 girişi ve bir çıkışı olan bir röle(şalter) kullanmaktır.
- İkinci yöntem ise iki girişi olan ve Tone Burst veya DiSEqC™- "Konum" komutuna cevap veren iki röle kullanarak olabilir. Bunların girişleri ise "seçenek" komutuna cevap veren üçüncü bir röleye bağlanır.("Konum" komutuna cevap verenler ile "seçenek" komutuna cevap veren iki girişli rölelerin tipleri farklıdır)



Üç röle kullanarak 4 LNB arasında seçim yapmak

Tek sviç kullanmak yerine yukarıdaki şekildeki gibi 3 röle kullanmak mantıksızdır. Ancak bu devre sviçlerin çalışma mantığını göstermek için konulmuştur.

Not: Şalterlerin böyle arka arkaya(kaskad) bağlantısı uydu alıcısının DiSEqC™ anahtarlama komutlarını mükerrer olarak verebilmesini gerektirir. Örneğin seviye 1.1/2.1 cihazlarında her komut arka arkaya üçer kere gönderilmektedir. O nedenle arka arkaya(kaskad) bağlanmış 3 cihaz kademesine kadar çalıştırılabilir.



DiSEqC2.1 iki ve dört girişli röle(sviç) örnekleri

LNB'ler

DiSEqC™ komutlarıyla çalıştırılabilen iki türde LNB var:

- Monoblok-LNB: Prencip olarak tek bir gövdenin içine yerleştirilmiş iki universal LNB ve bir DiSEqC şalterden oluşur. Amacı birbirinden (modeline göre) 3 yada 6 derece uzaktaki iki uydunun yayınlarını birlikte alabilmesidir.

- Loop-through-LNB (alm. Durchschleif-LNB), Geçişli LNB denir: Bu tür LNB bir röle ve bir üniversal LNB'den oluşur. . Amacı ikinci bir çanakta(veya aynı çanak üzerinde) bulunan diğer üniversal LNB 'ye kolayca bağlanacak girişin bu LNB'nin üzerinde hazır durumda olmasıdır (Şekil 4-13'e bakınız).

Doğal olarak DiSEqC™-teknini kullanan başka bazı yeni LNB tipleri de şu anda geliştirilme aşamasındadır. Burada eskiden kullanılan 14/18V anahtarlama tekniği tamamen terkedilmiş olup tüm işletleşme DiSEqC kontroluna bırakılmış ve sistemde dolaşan besleme gerilimi sadece 12 Volt durumuna indirgenmiştir.

Monoblok-LNB (DiSEqC 2.0)

Monoblok-LNB de aşağıdaki işlevler tümleştirilmiştir:

- **İki Üniversal-LNB** (10,7 ila 12,75 GHz aralığında çalışır) birbirinden 3 yada 6 derece uzaktaki (örn. 13° doğu-19.2° doğu gibi) iki farklı konumdaki uyduların yayınlarını alabilecek şekilde yerleştirilmiştir. Tone Burst komutundan da anlayan bir DiSEqC™-şalter bu LNB'ler arasındaki seçimi yapar. Bu tek kullanıcı için iki monoblok LNB'dir.
- **Twin Monoblok LNB**'de single monoblok LNB'de bulunan herşeyin iki katı yer almaktadır. İki kullanıcı içindir.
- **Quad Monoblok LNB**'de ise single monoblok'daki herşeyin 4 katı bulunur. 4 kullanıcı içindir.

Doğal olarak Monoblok LNB'lerin takıldığı çanakların çapı biraz büyümektedir.(Çanağın verimi tek LNB'de daha yüksektir). Bu işe uygun yüksek verimli multifokus(iki odaklı özel tip) çanaklar da yapılmıştır.



Tek, iki ve 4 kullanıcı için 6° aralıklı monoblok LNB'ler

Yukarıdaki resimde görülen ve DiSEqC™-Tekniği kullanarak birbirinden 6 derece uzakta iki uydunun yayınlarını alabilmek üzere yapılmış Monoblok LNB'lerin özellikleri şöyledir;

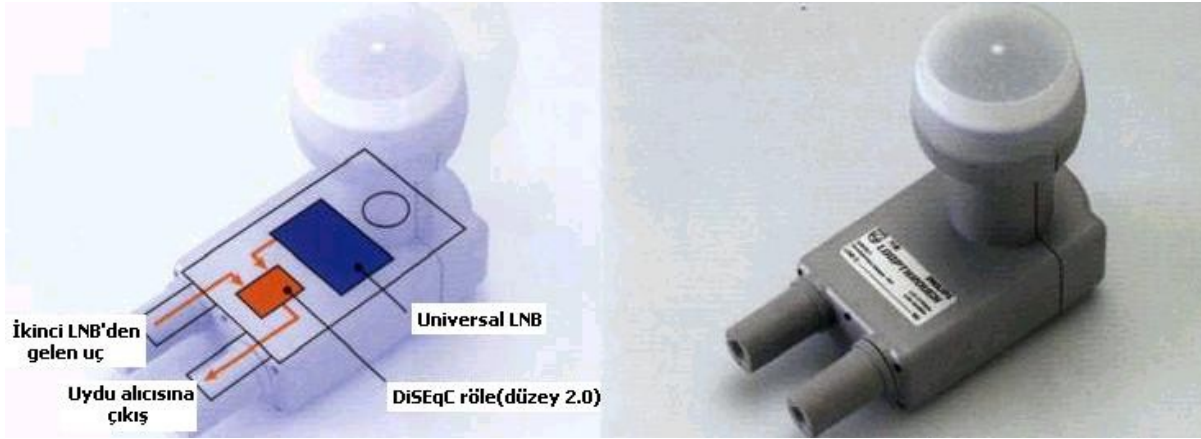
- Herhangi bir komut gelmediğinde A konumu aktiftir. A konumu B konumunun batısında bulunan uydu konumudur. .Örneğin : 10derece doğu ve 16 derece doğu konumlarından oluşan bir sistemde 10 derece doğu A konumu olmaktadır. .
- Sadece 14/18V ve 22kHz analog anahtarlama işletleşmesi yapabilen (DiSEqC özelliği olmayan) bir uydu alıcısıyla kullanıldığında Monoblok-LNB 'nin sadece A konumu aktiftir. 14/18 Volt ile polarizasyon değiştirir, ve 22 kHz ile alt /üst bant seçimi yapar, ama B uydusuna hiçbir zaman geçemez.

- Tablo 4-1 deki DiSEqC™-(seviye 1.0) anahtarlama seçeneklerinden 1 den 4 'e ve 9 dan 12 'ye ile uydu A konumu seçilir. 5 den 8e ve 13 den 16 ya anahtarlama seçenekleri ise B uydu konumundaki seçeneklerdir.

Geçişli -LNB (DiSEqC 2.0)

Geçişli-LNB'ler (Loop-through-Duschschleif-LNB) şu özelliklere sahiptir:

- 10,7 ile 12,75 GHz arası komple frekans sahasını alan bir Universal-LNB ile (seviye 2.0) bir DiSEqC™-röleden oluşan bir geçişli LNB örneği Resim 4-18'de tüm özellikleriyle gösterilmiştir.



Philips'in (DiSEqC™ seviye 2.0) geçişli(durchschleif) LNB'si

- Multifeed(aynı çanağa birden çok LNB takma) uygulamaları için Monoblok LNB gibi kullanılabilir. Avrupada en yaygın olarak Astra+Hotbird alan çanaklarda kullanılmaktadır.
- Geçişli LNB'ler birden çok çanak bulunan yerlerde çanakları birbirine seri bağlayarak bağlantı kolaylığı sağlar, sviçler ve kablolar arasında kablo karışıklığının önüne geçilmiş olur. Ayrıca sviç kullanılmamasına gerek kalmaz. En az DiSEqC™-seviye 1.0 veya daha yukarısı uyumlu bir uydu alıcısı ile kullanılabilirler.
- Geçişli LNB nin anahtar kısmı 14/18 Volt ve 0/22 kHz anahtarlama işaretlerine reaksiyon vermez. DiSEqC™seviye 2.0 ise uydu alıcıya geri bir alındı işareti gönderebilir.

Sinyal Üreticileri

Bu cihazlar DiSEqC™-teknikiyle üretilmemiş olduğu için DiSEqC™-komutları gönderemeyen uydu alıcılarının da bu özellikteki çevre birimlerini (örneğin geçişli LNB) kullanabilmeleri için üretilmiştir. Uydu alıcı tipine ve istenen kullanım özelliğine göre çeşitli tipleri bulunmakla beraber şu anda DiSEqC kontrolü olmayan cihaz üretilmediğinden artık demode olmuştur. Bu parça kullanılarak DiSEqC özelliği olmayan bir cihaza 0/12 Volt seçeneği üzerinden DiSEqC özelliği kazandırılabilir. Kullanılan alıcı modeline göre bu sinyal üreticileri 0/12 Volt konektörüne , ya da (en eski uydu alıcılarında bile olan) manyetik veya mekanik polarizör terminallerine bağlanabilir. Hatta bu sinyal üreticilerin doğrudan

uzaktan kumandanın infrared ışığından ikaz alarak çalışana bile yapılmış. İkaz bağlantısı dışında bu cihazlar daima uydu alıcısı ile LNB arasındaki koaksiyel kabloya seri olarak bağlanırlar.



0/12 Volt besleme ile çalışan bir DiSEqC sinyal üreticisi

Çalıştıran Sinyal	Üretilen sinyal (komut) tipi
0/12 Volt	Tone Burst veya DiSEqC™ - "Konum" komutu
LNB-besleme gerilimini açma/kapama	Tone Burst veya DiSEqC™ - "Konum" komutu
Uydu alıcısının uzaktan kumanda sinyali	Tone Burst
Mekanik polarizörün kumanda sinyali	Tone Burst veya DiSEqC™ - "Konum" (veya "Seçenek")
Manyetik (ferit) polarizörün kumanda sinyali	Tone Burst veya DiSEqC™ - "Konum" (veya "Seçenek")

Hareketli anten motorları

Piyasada en aktüel olan bir malzeme tipi de DiSEqC™- Anten hareket motorları (H-H mount motoru da deniyor.) Bu motorlar hepsi tek yönlü DiSEqC™-Seviye 1.2 kumandası ile çalışıyorlar. Dolayısıyla bunu çalıştırmak için uydu alıcısında da bu seviye protokolün desteklenmesi gerekir. Bu teknik sayesinde hareketli anten montajında çok önemli bir mesafe katedilmiş, hareketli anten montajı basitleşmiş ve ucuzlamış, buna karşın çalışma özellikleri gelişmiştir.



DiSEqC 1.2 hareketli anten motoru

DiSEqC™-Seviye 1.2 kumandası olmayan uydu alıcıları için de dıştan bağlanabilen ara yüz geliştirilmiştir. Bu sayede uydu alıcısının özelliğine bakmaksızın her uydu alıcısıyla bu anten hareket

sistemi kullanılabilir. Ancak artık bugün üretilen hemen tüm uydu alıcılarında DiSEqC 1.2 ile motor kontrolü özelliği de bulunmaktadır.

Motora bu DiSEqC™-Seviye 1.2 arayüz kumandası ile şu komutlar gönderilebilmektedir:

- Dur (döndürme hareketini durdurma)
- Doğu ve Batı için konulan elektriksel sınırları kaldırma (silme)
- Doğu sınırını belleğe aldırma
- Batı sınırını belleğe aldırma
- Motoru doğu yönünde döndürme
- Motoru batı yönünde döndürme
- Birçok uydu konumunu belleğe yazdırma
- Motoru belirli bir uydu konumuna döndürme

Esasen diğer tüm pozisyoner sistemlerinde de yapılanlar bunlardan ibarettir.

DiSEqC 1.3: USALS da denilen düzey ise 1.2’de olan tüm özelliklere ek olarak tüm uyduların konumlarını otomatik olarak hesaplayan bir yazılımı içermektedir. Bu özellik hareketli antenlerin tüm uydu konumlarını kendiliğinden bulabilmesini sağlıyor.

Uydu alıcıları: Halen piyasada mevcut hemen tüm dijital uydu alıcıları DiSEqC™ seviye 1.0 ve 1.2 desteğine sahiptir. Daha çok antenden yayın alabilmek söz konusu oldukça da bu sayede uydu alıcısı birçok antenden istediğini seçebilmektedir.

Daha yüksek seviyeleri(DiSEqC-seviye 1.1, veya 2.0) destekleyen uydu alıcıları da piyasada bulunmakta ve bunlardan bazıları ekran menülerinde temel ayarları grafik olarak göstermektedir. Resim4-21 bu tür bir uydu alıcısındaki ekran menüsünü örnek olarak sunmaktadır.



Bir uydu alıcısında anten seçeneklerini gösteren montaj menüsü

Çok sayıda kullanıcının bir ortak antenden yararlanabilmeleri için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler özetle şunlardır:

- Çoklu şalter(Multisviç) kullanarak Uydu Ara Frekansı(IF) paylaşımı
- Tek kablolu dağıtım sistemleri
- Kullanıcı kontrollü hazırlama sistemleri

Bunların tümünde de DiSEqC protokollerinin kullanımı hem daha basitleştirilmiş bir mimari sağlamakta hem de devre elemanlarının maliyetini düşürmektedir.

Multisviç(Çoklu şalter) kullanarak Uydu Ara Frekansı (IF) paylaşımı

Örneğin 13 Derece Doğu konumundaki Hotbird uydularındaki tüm yayınların bir apartman dağıtım sisteminde paylaştırılabilmesi için aşağıdaki elemanlara gerek vardır:

- Her çanak için dört adet uydu ara frekansı çıkışına sahip bir Quattro-LNB (vertikal altband, horizontal altband, vertikal üstband, horizontal üstband). Bu çıkışların frekans bandı alt band için 950 ile 2050 arası, üst band için de 1050 ile 2150 MHz arasındadır.
- Kullanıcı sayısı kadar çıkışı olan(veya kaskad bağlanarak bu sayıda birbirinden bağımsız çıkışı elde edilen) bir multişalter.

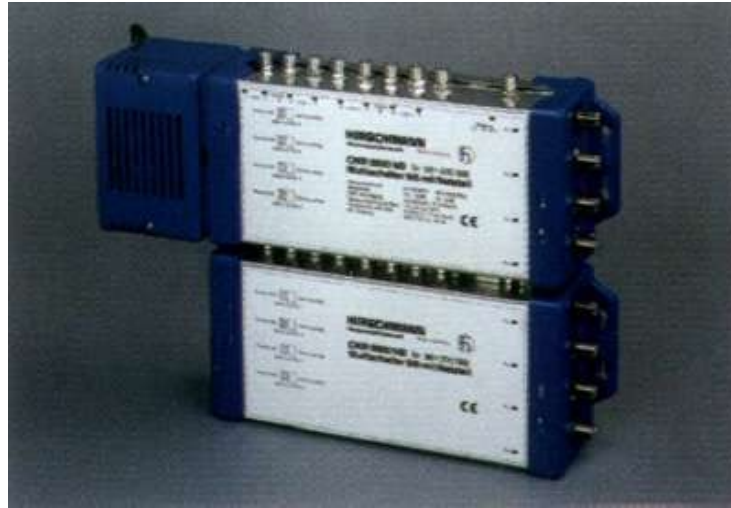
Kaskad (altalta) bağlanan bir multişalter sisteminde ilk multişalterde, dokuz, onyediyedi sinyal girişi(dörderli gruplar halinde Quattro-LNB'lerin uydu ara frekans girişlerinin bağlanması için, biri ise terrestrial(karsal) anten bağlanması için) bulunur. Modeline göre dört, altı, sekiz veya daha çok kullanıcı için çıkış bulunabilir. Kaskad bağlanabilen multişalter sistemleri sinyal girişlerine değişmeden aynı sinyallerden girilebilmesi kaydıyla çıkışlarının sayısı kadar kullanıcıyı sisteme eklemekte kullanılır.

Multişaltere bağlanan kullanıcıların herbiri tek kullanıcı bir sistemdeki kullanıcının aldığı uydu sinyallerinin hepsini aynen alır. Dört uydu ara frekans girişi olan bir multişalter Tablo 1 'de bulunan anahtarlama seçeneklerinin 1 den 4 e kadar olanlarını kullanır.

Eğer 4 den daha çok uydu konumuna gerek duyuluyorsa 8 uydu arafrekans girişi olan bir multişalter kullanılabilir. Bu multişaltere iki Quattro-LNB bağlanabilir. Böyle çok seçimli bir anahtarlamanın yapılabilmesi sadece DiSEqC tekniği sayesinde mümkün olabilmiştir.

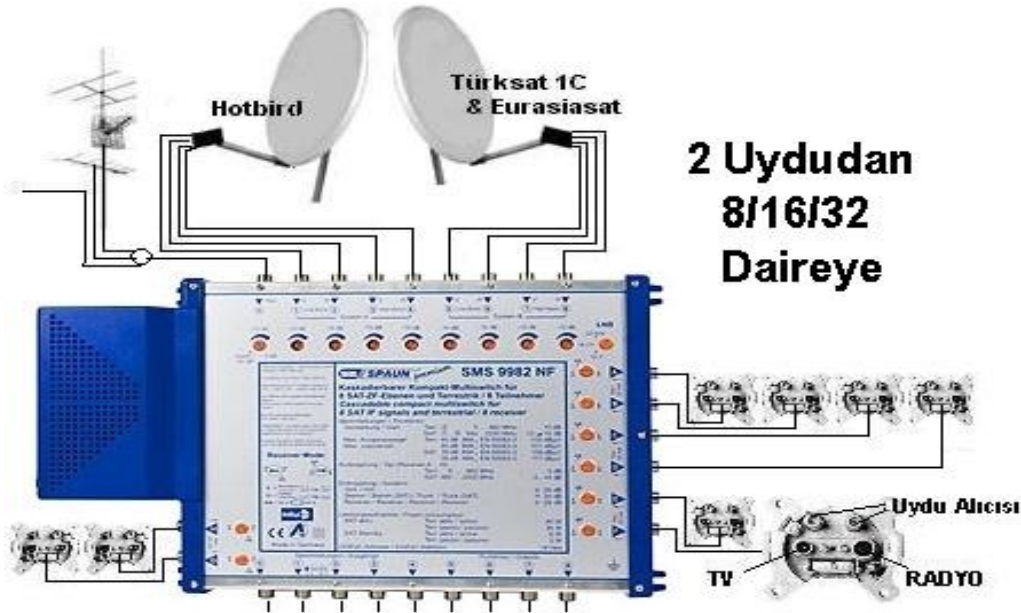
Sekiz uydu arafrekans girişi olan DiSEqC multişalter (çoğu zaman bir de yersel anten girişi eklenerek 9 girişli olmaktadır) halen birçok imalatçı tarafından üretilerek piyasada satılmaktadır.

Resim 4-22'de Kaskad bağlanabilen tipik bir Multişalter sistemi örneği verilmektedir. İlk kutu 4 kullanıcı için olup kendinden yükselticiye sahiptir. İkinci kademe ise birincinin (geçişli) çıkışlarına bağlı olup bunun çıkışlarına da ilave 4 kullanıcı daha bağlanabilmektedir. Bu şekilde kutudan kutuya yapılan geçişlere kaskad bağlantı denir.

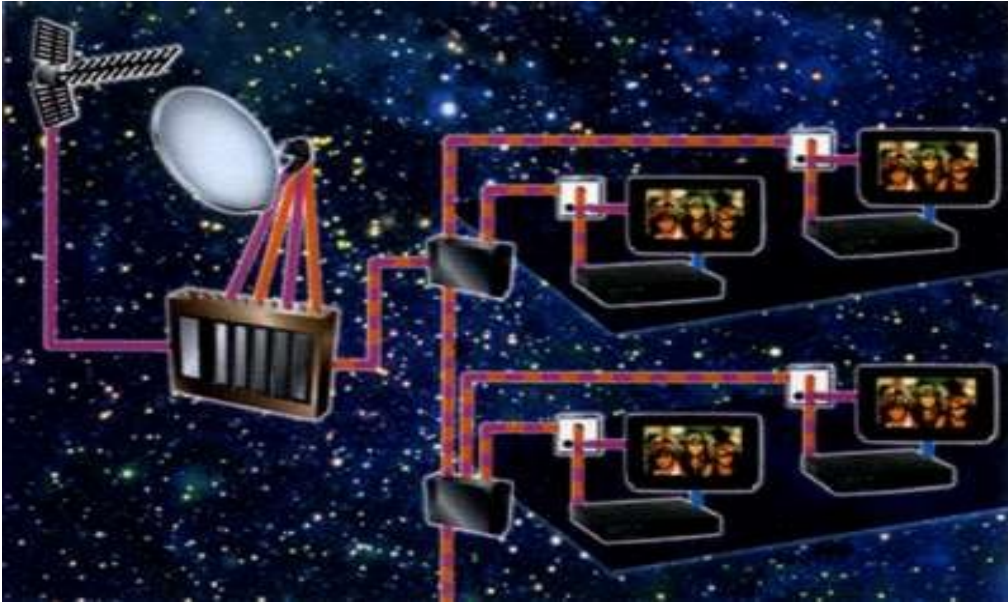


Resim 4-22: Kaskad eklenebilen 9 girişli bir DiSEqC multişalter sistemi (Seviye 2.0)

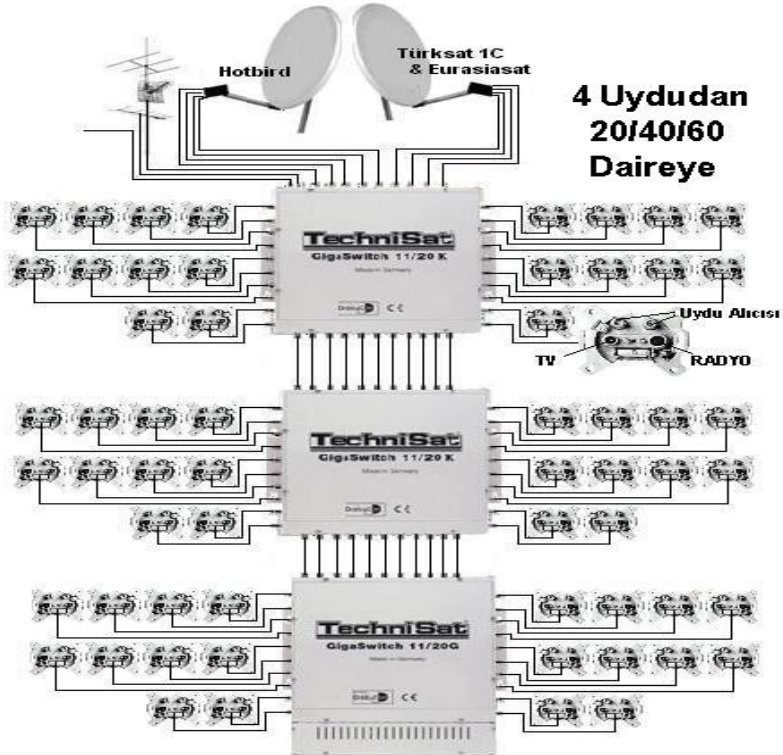
DiSEqC protokolü şu anda bir apartman dağıtım sisteminde uydu ara frekans tekniğinde ikiden fazla uydu konumunu (sekiz uydu polaritesi) kullanmaya olanak sağlamaktadır. DiSEqC Seviye1.1 kullanımında ise teorik olarak 256 ya kadar uydu polaritesinden seçim yapılabilmesi yani herbirinin 4'er polaritesi bulunan 64 uydu konumundan yararlanılması mümkündür.



Resim 4-22: Kaskad eklenebilen 9 girişli bir DiSEqC multişalter sistemi (Seviye 2.1). Sistem iki uydunun 4'er polaritesinden gelen tüm yayınlar ile (UKW/VHF/UHF) antenlerden gelen RF yayınları 8/16/32 prize dağıtmaktadır.



Resim 4-23: Bir DiSEqC - Tek kablolu dağıtım sistemi



Resim 4-24: Kaskad eklenebilen 11 girişli bir DiSEqC multişalter sistemi (Seviye 2.1). Sistem iki uydunun 4'er polaritesinden gelen tüm yayınlar ile UKW/VHF/UHF antenlerden gelen RF yayınları 20/40/60 prize dağıtmaktadır.



Resim 4-25: 17(16+1) yani 4 çanak girişli bu multisviçle 8/12/16/24/32 prize dağıtım yapılabilir.

Bu sistemde dağıtımlar genellikle tek bina için yapılır. Çanaklar ile multisviç ve multisviç ile prizler arasındaki uzaklıkların en az olmasına çalışılmalı, ve bulunabilen en kaliteli yüksek frekans kablosu(en az RG-6 kalitesinde) kablo kullanılmalıdır. Eğer birkaç binadan oluşan bir site söz konusu ise her binaya ayrı çanaklarla ayrı birer sistem kurulmalı, binalar arası IF dağıtım yapılmamalıdır.

Prizlerin kalitesi de önemlidir. Bu işte kullanılmak üzere özel yapılmış olan bu uydu prizlerinde 1 veya 2 uydu IF çıkışı için kullanılan F konnektörler ile yerel antenden gelen RF yayınlar için Radyo ve TV çıkışları bulunur. RF(Radyo/TV) çıkışlarından analog yerel yayınlar veya kablo TV yayınları dağıtılabilir. Ancak uydu yayınlarının izlenebilmesi için prizdeki "F" konnektöre uydu alıcısı bağlanmalıdır. Prizde iki uydu çıkışı olsa dahi aynı hatta birbirinden bağımsız iki uydu alıcısı bağlamak mümkün değildir. İkinci uydu alıcısı istenirse mutlaka multisviçten bir hat daha alınmalıdır(kullanıcıya gelen tek kablodan aynı anda birden fazla polaritenin yayınlarını almak mümkün değildir).

Eğer kabloda RF yayınlar yok, sadece uydu yayınları varsa o zaman özel priz kullanılmasına da gerek kalmaz. Kablo ucu doğrudan uydu alıcısına verilebilir.

Tek kablolu dağıtım sistemleri

Multişalter kullanarak uydu ara frekans sinyal dağıtımının yapılması bazı binalarda mümkün olmayabilir. Özellikle mevcut yersel TV dağıtım hattının uydu yayınına göre değiştirilmesi gereken durumlarda. Daha önce binada bir merkezi dağıtım sistemi var ve bu merkezden her daireye müstakil bir hat çekmek mümkün değil. Bu durumda eklenecek uydu kanalları ya headend merkez panosunda VHF-/UHF-kanallara dönüştürülerek sisteme verilecek ve bu durumda kısıtlı sayıda ilave uydu yayını "uydu alıcısı kullanılmadan" kullanıcılar tarafından izlenebilecektir, Ya da bir uydu ara frekans polaritesinde istenen tüm transponderlerin yayınları toplanacaktır. Birinci seçenek yukarıda "Merkezi yayın sistemleri ve SMATV" bölümünde anlatılmıştı.

IF spektrumunun yeniden dönüştürülerek seçilen transponder yayınlarının yeniden dizildiği ve tek kablunun içinde dağıtıldığı bu ikinci tür sistemde merkezden farklı bir dağıtım seçerek istemek mümkün olmamaktaydı. Ancak modern tam digital tek kablo üzerinden dağıtımlarda DiSEqC Seviye 1.1 veya 2.1 sistemlerinin sağladığı tam fleksibl tanımlamalar sayesinde 30 a kadar hane sayısı için herbirinin alt ve üst bantları , vertikal ve horizantelleri olan en az iki uydu pozisyonu (8 polarite) tek kablolu dağıtımla gerçekleştirilebilmektedir.

Bu tip bir sistem şöyle çalışmaktadır. 950 - 2.150 MHz arasındaki uydu ara frekansı 30a kadar kanala bölünmektedir. Kullanıcılar (en fazla 30) ortak dağıtılan kablodaki bu kanallardan kendisine tahsis edilen

sadece birini kullanır. Kullanıcı yukarıdaki şaltire kumanda ederek kendi kanalını o anda izlemek istediği uydu transponderine bağlar. Bağlanılan transponderin yayınının analog veya digital radyo veya TV olması veya bir multimedya(internet) yayını oluşu farketmez.

Doğal olarak bu konsept 30 daireden fazla olan tek kablolu DiSEqC dağıtımlarına da (daha fazla kablo hattı kullanılarak) uygulanabilmektedir. Böylelikle büyük sitelerin yüzlerce kanaldan oluşan yayın dağıtımları gerçekleştiriliyor.

Kullanıcı kontrollu hazırlama sistemleri

Normalde yukarıda anlatılan sinyal dağıtım sistemleri ister multişalter sistemi olsun, ister tek kablolu dağıtım olsun her durumda yüksek (IF) frekansı(950 - 2150 MHz) taşıyabilme yeteneğine sahip yeni bir kablo hattının çekilmesini gerektirmektedir. Ancak çoğu binalarda eskiden döşenmiş ancak bu tip dağıtım için uygun özellikte olmayan yersel yayın dağıtım için döşenmiş koaksiyel kablolar (900 MHz altı kapasitede) mevcut durumdadır. Kablo değiştirmek de bazen çok güç bir iştir. Bu durumda düşük verimli koaksiyel kablolarla da taşınabilir duruma getirmek için yayının frekansını daha alt bir banda (genelde UHF) düşürmek gerekir.

Şu anda bir DiSEqC tek kablolu sistemdeki frekans sahası (950 - 2150 MHz arasında) kısıtlıdır ve takriben 30 kullanıcı için makul bir maliyetle başka bir frekans bandına dönüştürebilmek çok güçtür.

DiSEqC Seviye 1.1 sayesinde bir apartman dağıtımında tek kullanıcının sahip olduğu veya tek kablolu dağıtımla gerçekleştirilebilen tüm yayın ve multimedya hizmetlerinin alınabilmesi olanağının gerçekleştirilebildiği yeni bir fırsat daha ortaya çıkmıştır.

Bu sistemde binadaki “headend” dağıtım merkezinde her bir kullanıcı için bir alıcı modül bulunur. Bu modül tıpkı tek kullanıcının sistemindeki tarzda aşağıdaki uydu alıcıdan gelen komuta uygun anahtarlama seçimi yapar. Uydu alıcısı analog olsun digital olsun (DiSEqC seviye 1.1 olmak kaydıyla) gönderdiği komutla tek kablolu sistemdeki gibi istediği uydu transponderini seçer. Alıcı modülünde tüm transponder (yaklaşık 33 MHz band genişliğinde) VHF veya UHF-frekans sahasına dönüştürülür. Modülasyon değişikliği yapılmaz. Kablonun kullanıcıya bağlandığı tarafta kablo modemi bulunur. Bu modem gönderilen uydu transponder yayını tekrar ara frekans (IF) bandına dönüştürür. Kablo modemi ayrıca uydu alıcısının gönderdiği DiSEqC komutlarını(TV dağıtım sistemlerinde düşük frekans geri dönüş yolu frekans bandı olarak kullanılan) 15MHz ile yukarıdaki merkez(headend’e) gönderir. .Bu sistemin başarısı daha önce kurulmuş olan analog yayın sisteminin ne kalitede yapılmış oluşuyla da bağlantılıdır. Normalde 10 kullanıcıya kadar bu sistemden yararlanılarak tek kablolu sistemde 30 kullanıcıya yapılabilen dağıtımın aynisi gerçekleştirilebilir. Tabii bu sistem ile tek kablolu sistemin çeşitli kombinasyonları da mümkündür.

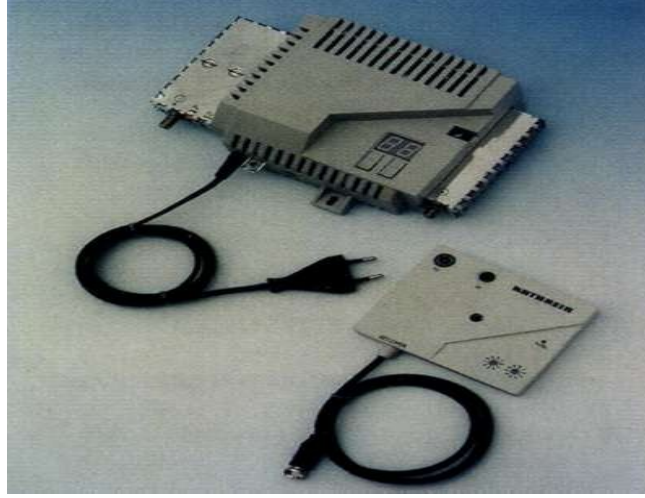
Kullanıcı kontrollu hazırlama sistemlerinin çalışma şekli Şekil 4-24’de gösterilmiştir.



Şekil 4-27: Kullanıcı kontrollu apartman uydu yayını dağıtım sistemi.

Notlar:

- Uydu alıcısı DiSEqC - seviye 1.1 uyumlu olmalı ve 950 - 2150 MHz arası uydu ara frekans bandındaki tüm yayınları alabilir durumda olmalıdır.
- Uydu alıcısının gönderdiği DiSEqC 1.1 sinyalleri içinde alınacak transponderin hangi uydu konumu, frekans, bant, polarizasyon olduğu bilgilerinin içerilmiş olması gerekir.
- Apartman dağıtım merkezindeki kutu uydu alıcısından gelen bu DiSEqC komut setinin içerdiği bilgilere bakarak istenen uydu transponderinin yayını isteyen alıcıya tahsis edilmiş düşük frekans (VHF/UHF) kanalının içine koyarak gönderir. (Yani tek kablolu sistemde bu kullanıcı kanalı IF iken kullanıcı kontrollü dağıtımda bu RF (VHF/UHF) kanalı olmaktadır.)
- Alıcı tarafta ise anten prizi ile uydu alıcısı arasında kalan bir kablo modem cihazı yayını tekrar uydu alıcısının IF girişinin gerektirdiği uydu IF frekansına dönüştürür.



Şekil 4-28: Kathrein'in kullanıcı kontrollü hazırlama sistemi ile kablo modem cihazı

Test ve Sinyal Üretici Cihazları

DiSEqC test cihazları kullanılarak ister tek kullanıcı sistem olsun, ister apartman dağıtım sistemleri olsun DiSEqC devre elemanları kullanılan tüm sistemler test edilebilir. Bu cihazlar özellikle Uydu sistemleri kuran montajcılar tarafından hata arama sırasında kullanılmak üzere tavsiye edilmektedir.

Montajda yardımcı olarak kullanılan bu cihazlar iki ana türdedir.

- Gerektiğinde özel bir DiSEqC komut sinyalini üretebilen sinyal üreticiler(DiSEqC Tester)
- Gelen sinyalde belirli bir komutun mevcut olup olmadığını belirlemekte kullanılan(DiSEqC-Checker) cihazları...

DiSEqC Sinyal Üreticiler

DiSEqC - Üreticiler koaksiyel tesisatta "arıza bulma" sırasında aşağıdaki DiSEqC komutlarından birini hatta göndererek iletimini kontrol edebilmekte yararlı olurlar.

- Tone Burst Komutu (Mini-DiSEqC™)
- Üst bant ile alt bant arasında seçim yapabilmeyi sağlayan "Band" komutu ve vertikal , horizontal polariteler arasında seçim yapabilmeyi sağlayan "Polarizasyon" komutu
- Gerekli 22 kHz sinyaller üretilerek bunlar üzerinden çevre birimlerine gönderilecek uydu konumları A ve B arasında seçim yapabilmeyi sağlayan "Konum" komutu
- Sistem içindeki diğer kısımları seçebilmek için "Opsiyon" komutu gibi tüm anahtarlama işaretleri gönderilir.

Resim 4-26'da örnek olarak verilen DiSEqC - Sinyal üretici (Seviye 1.0) bir uydu alıcısından gelen koaksiyel kablodaki besleme geriliminden yararlanmaktadır. Böyle bir besleme olmadığında hariçten besleme takmak gerekir. Kullanımı ise çok kolaydır. Üzerindeki nümerik klavyeden sadece gerekli DiSEqC komutun(cihazın arkasındaki listede verilen) numarasını

girmek yeterlidir. Örneğin seçilen LNB üzerindeki vertikal konuma geçmek için "21#" tuşlarına basılır.



Şekil 4-29: DiSEqC -Sinyal Üretici (Tester)

DiSEqC -Test Cihazları

Bu test cihazları herhangi bir sistemin kontrolünü çok basitleştirmektedir. Sisteme doğru DiSEqC komutunun gidip gitmediği bu cihazlar sayesinde hemen kolayca anlaşılır. Cihaz üzerinde uydu alıcısının gönderdiği DiSEqC komutları olsun diğer anahtarlama (14/18 Volt ve 22 kHz) komutları olsun ışıklı olarak gözlenebilmektedir. Arıza bulma sırasında sisteme etkisi olmadan kolayca eklenebilir.

Aşağıda iki DiSEqC™- Test cihazı örnek olarak verilmiştir:



Şekil 4-30,31: Emitor ve Spaun'un DiSEqC -Sinyal test(check) cihazları

Ayrıca Schwaiger in yaptığı ve alınan komutları hexadesimal olarak gösteren bir cihaz var. Bu cihazda örneğin bizim Tablo 1 deki 1 'nolu seçenek "E0 10 38 F0" olarak gösterilmektedir. Cihaz gözlediği son 40 DiSEqC komutunu belleğinde tutabilmekte ve gerektiğinde gösterebilmektedir.

Not: Heksadesimal sayı sistemi 1 den 16'ya kadar olan sayıları kullanır, 10 dan 16 ya kadar olan sayılar sırasıyla A, B, C, D, E ve F olarak gösterilir. Diğer sayılar ise desimaldekinin aynıdır(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)



Şekil 4-32: Schwaiger'in DiSEqC -Sinyal test(check) cihazı

Ölçü Cihazları

Piyasada bulunan profesyonel Anten ölçü cihazları Modeline göre çeşitli DiSEqC seviyelerini desteklemektedir. Tek kullanıcı veya apartmana dağıtım uydu sistemlerinin kurulmasında bu çok yararlı olur. Bu şekilde dağıtım kutuları olduğu gibi geçişli veya monoblok LNB kullanıldığı çeşitli durumlarda gerekli tüm ölçümler yapılabilir.

Anten ölçü cihazlarının yardımıyla çanağın tam olarak ayarlanabilmesinde ölçü cihazının uydu alıcısının gönderdiği tüm DiSEqC komutlarını aynen gönderebilmesi önemli olmaktadır. Montajcı bir program paketinin sinyallerini alamadığında gerekli ayarları yapamayacağından cihazla DiSEqC komutlarını anten tarafına gönderebilmeye gerek duyacaktır.

Çok çanaklı ve hareketli çanaklı bireysel uydu alıcı sistemleri

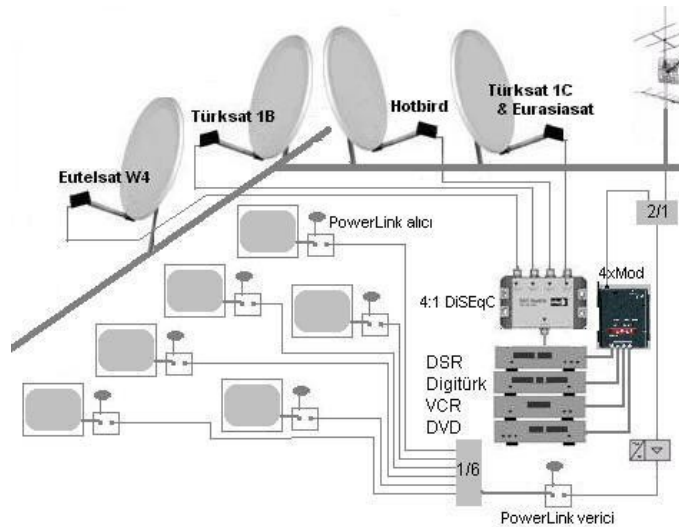
Bir kullanıcının birden çok sayıda çanağı, hareketli anteni ve farklı yerlerdeki farklı televizyonlardan sistemdeki yayınları izleyebilme gereksinimi olabilir. Bu durumda sistem bu farklı gereksinimleri gözönüne alacak şekilde özel olarak tasarlanmalıdır. Genellikle aynı çözüm için birden çok sayıda seçenek karşımıza çıkar. Bu seçeneklerden kimi diğerine göre çok pahalı, çok daha kullanışsız veya daha az fonksiyonlu olabilir.

Örneğin eğer izlenecek kanalların hemen hemen tamamı sadece dört uyduda toplanmış ise hareketli çanaklı bir sistem yerine 4 tane sabit çanak içeren bir konfigurasyon çok ciddi bir alternatif olarak dikkate alınmalıdır.



Şekil 4-33: 4 çanaklı bireysel sistem

Eğer 4 çanakdaki tüm yayınlara ek olarak antendeki, DVD v.s. cihazlardaki diğer yayınların herhangi birinin farklı odalardaki televizyonlardan herhangi birinden izlenebilmesi söz konusu ise, bu cihazların hepsinin bir merkezde toplandığı, ancak bunlara bulunulan herhangi bir yerden kumanda edilebildiği bir sistem söz konusudur. Bu da yanımızda taşıdığımız uzaktan kumanda cihazının kızılötesi işaretini farklı kattaki farklı bir odada bulunan cihaza taşımakta kullanılan “ev içi link” cihazları ile mümkündür. Bu cihazların alıcı ucu infrared sinyali alıp modüle eder ve verici cihaza ulaştırır. Verici cihaz da üzerindeki IR Led ışığıyla kumanda edilecek cihaza ulaştırır.



Şekil 4-34: Cihazlara farklı merkezlerden kumanda edilen dağıtım sistemi

Yukarıda Şekil 4-34’de verilen sistemde “power-link” adı verilen cihazlarla uzaktan kumanda sinyalleri cihazların bulunduğu yere taşınmaktadır. Bu isim bağlantının(link) power-line(220V şebeke gerilim hattı)

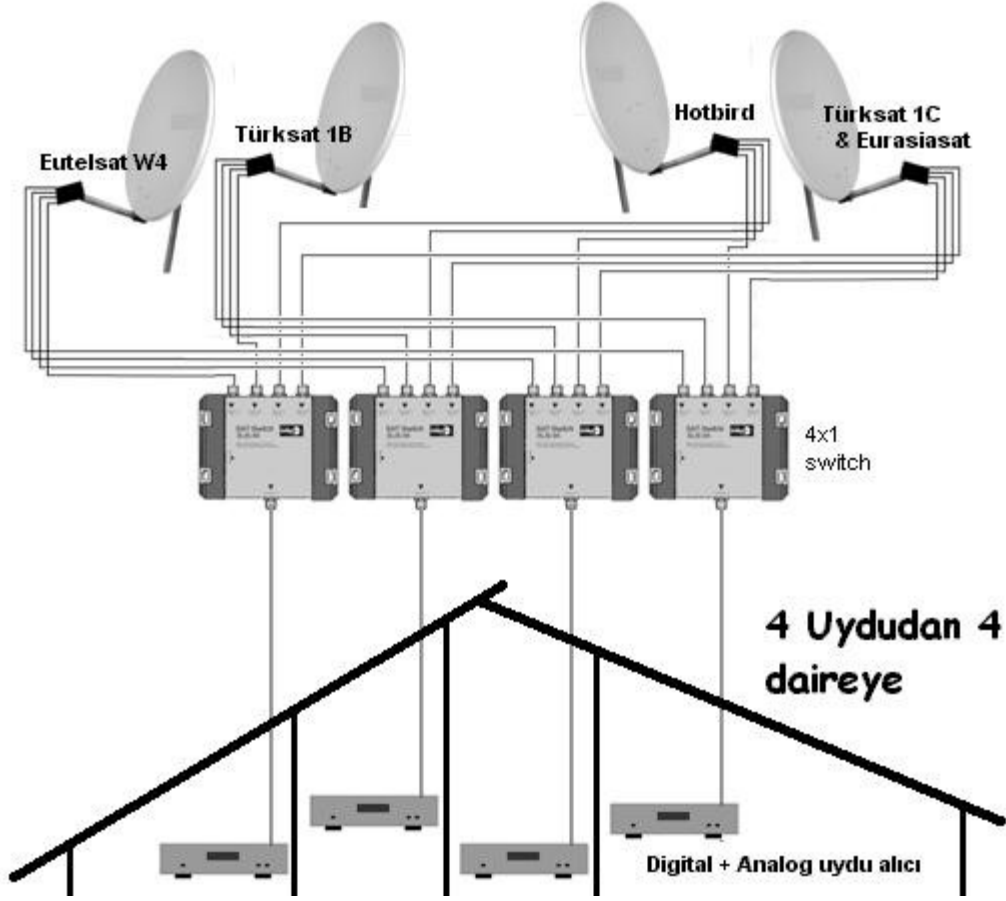
üzerinden taşınmasından gelmektedir. Koaksiyel kablo üzerinden veya tümüyle havadan telsiz olarak dağıtan türleri vardır.



Şekil 4-35: 2.4 GHz bina içi iki yönlü radyolink cihazı

Kumanda sinyalinin cihaza gittiği, cihaz çıkışındaki ses ve görüntü yayınının da havadan televizyona gönderildiği link cihazları da vardır. Evdeki uydu alıcı, DVD, kamera bilgisayar v.s. cihazlardaki görüntü ve sesleri kablosuz olarak 100 metreye kadar uzaklıktaki televizyonlara hiç kablo çekmeden dağıtabilmek için çok kullanışlı görünen bu cihazlar her ülkedeki bireysel kullanıcıların yararlanmasına açık olmayan 2.4GHz bandını kullanmaktadır. Genellikle aynı katta sorun olmamakla beraber farklı kotlardaki bölümler arasında aktarımı her zaman başarılı değildir. Kalın beton blokaşlar sinyallerin alınmasını güçleştirmektedir.

Koaksiyel yüksek frekans kablosu ile yapılan dağıtım her zaman en güvenlisidir. Eğer 4 farklı çanağın tüm uydu yayınları birbirinden bağımsız olarak 4 farklı yerde izlenecekse en pratik ve güvenli uygulama aşağıdaki aşağıda Şekil 4-36'da verildiği gibi olacaktır.



Şekil 4-36: 4 uydudan 4 daireye Quad LNB'ler ve 4/1 DiSEqC sviçlerle dağıtım

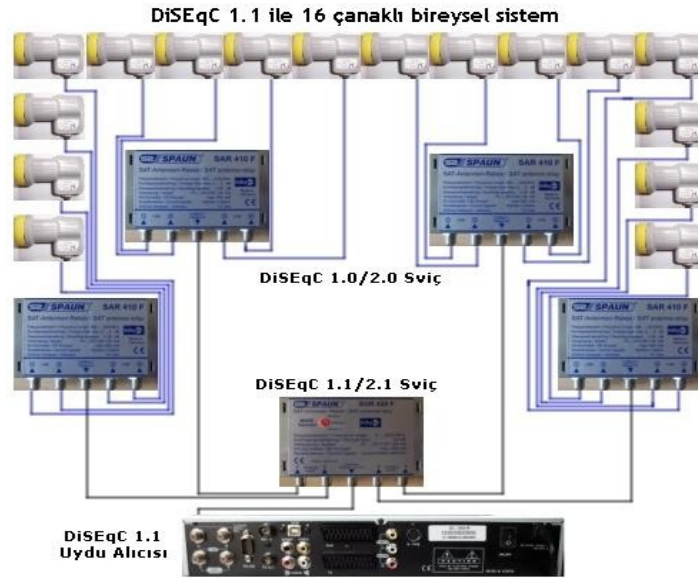
Universal LNB'lerin Single(tek receiver), twin(iki receiver), quad(4 receiver) olanları vardır. Eğer yayınların 4 farklı yerde birbirinden bağımsız olarak izlenebilmesi isteniyorsa 4 çıkışlı Quad LNB kullanmak gerekir.

Uydu alıcınızın verebildiği DiSEqC komutları bakımından eğer sınıra ulaşılmış ise çoğu cihazda bulunan 0/12V rölesi kullanılarak çanak seçeneğiniz iki katı arttırılabilir. Buna bir örnek aşağıda Resim 4-37'de verilmiştir.



Şekil 4-37: 0/12V röle kullanarak 4 yerine 8 çanaklı sistem

Eğer 16 tane farklı çanağınız varsa ve bunlardan herhangi birinde bulunan herhangi bir yayına tek tuşla erişebilmek isterseniz bunun için aşağıda Resim 4-38'deki gibi bir sisteminiz olmalı.



Şekil 4-38: DiSEqC 1.1 ile 16 çanaklı bireysel sistem

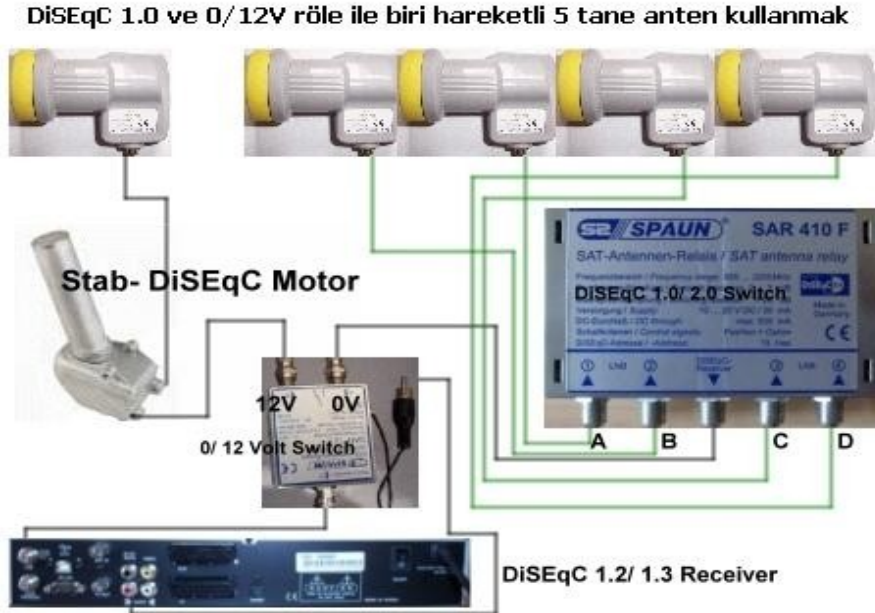
Bu konfigürasyon için sadece uydu alıcısının DiSEqC 1.1 kontrolüne sahip olması ve bir DiSEqC 1.1/2.1 sviç kullanılması gerekiyor.

Eğer kanal değiştirdiğinizde istediğiniz kanalın bulunduğu uyduya otomatik olarak dönen ve orada duran bir hareketli anten sistemi kurmak isterseniz Resim 4-39'da gösterilen bu konfigürasyon şimdi artık DiSEqC 1.2 veya 1.3 kontrolü sayesinde çok basitleşmiş durumda.



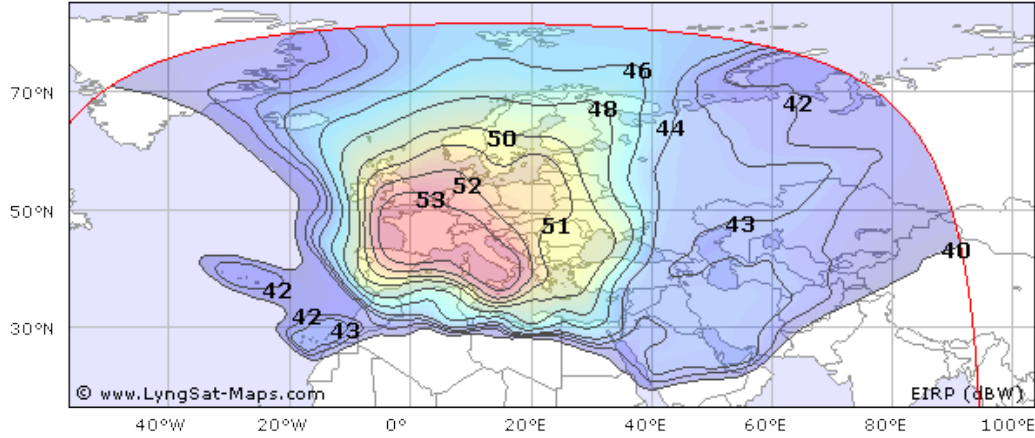
Şekil 4-39: DiSEqC 1.2 veya 1.3 ile hareketli anten sistemi

Ancak hem hareketli hem de sabit antenlerden oluşan bir sisteminiz bulunmaktaysa konfigürasyon o zaman biraz daha komplike hale geliyor.

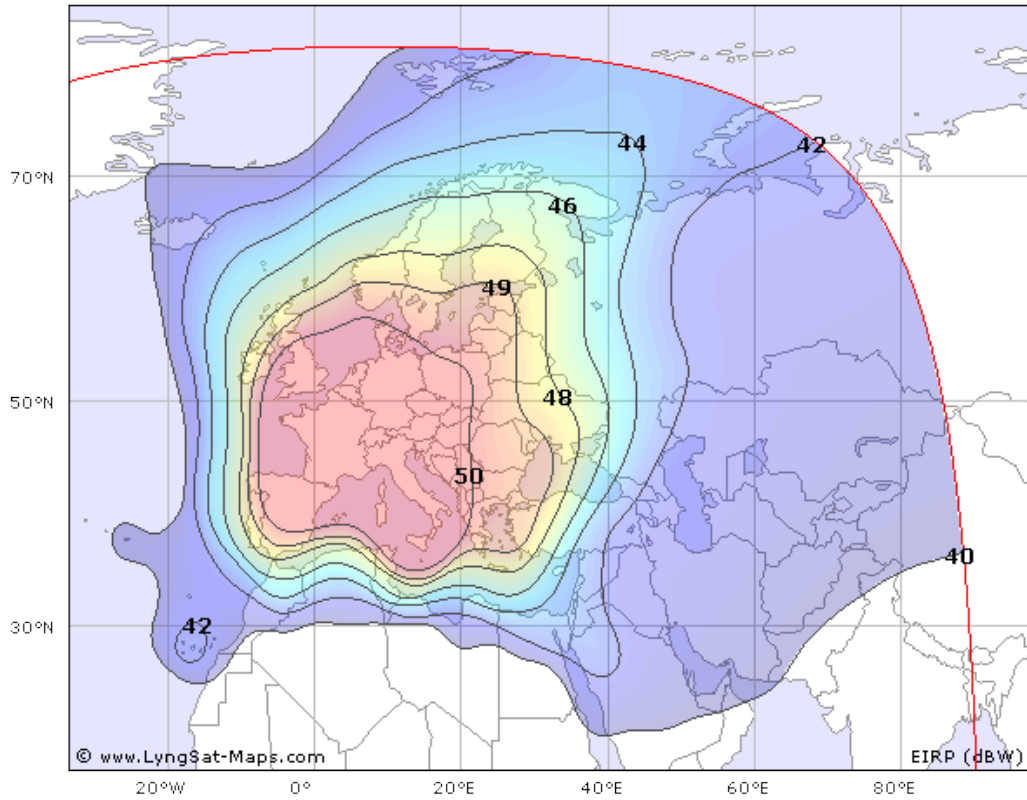


Şekil 4-40: DiSEqC 1.0 ve 0/12V röle ile biri hareketli 5 çanaklı bireysel sistem

Ek-1.1 En çok tercih edilen uydu hüzmelerinin ayak izleri Hotbird 8, Eurobird 9A

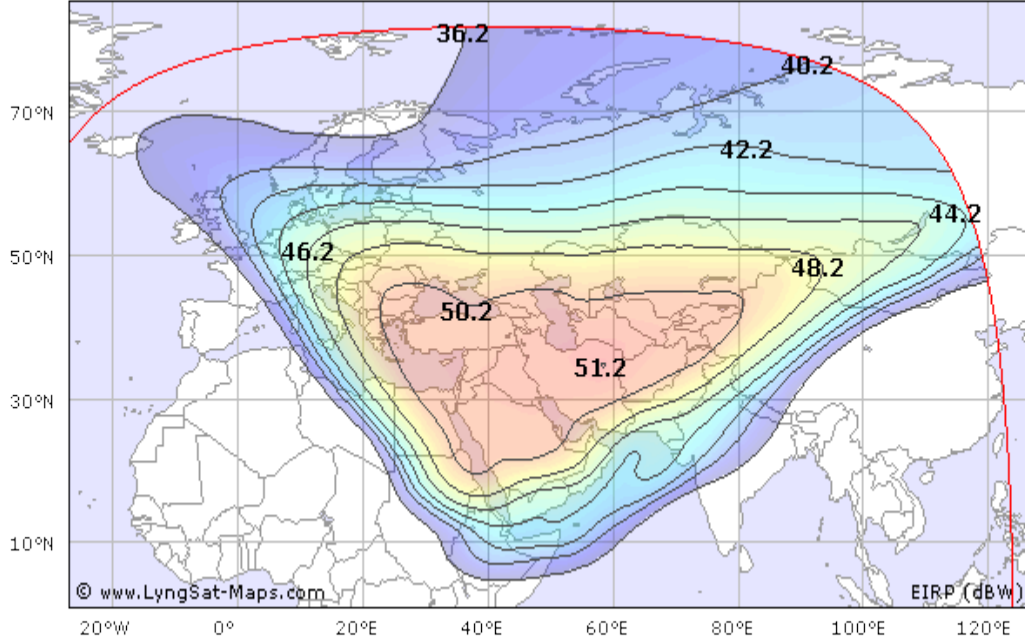


13.0° Doğu
Hotbird 8
Europe
hüzmesi

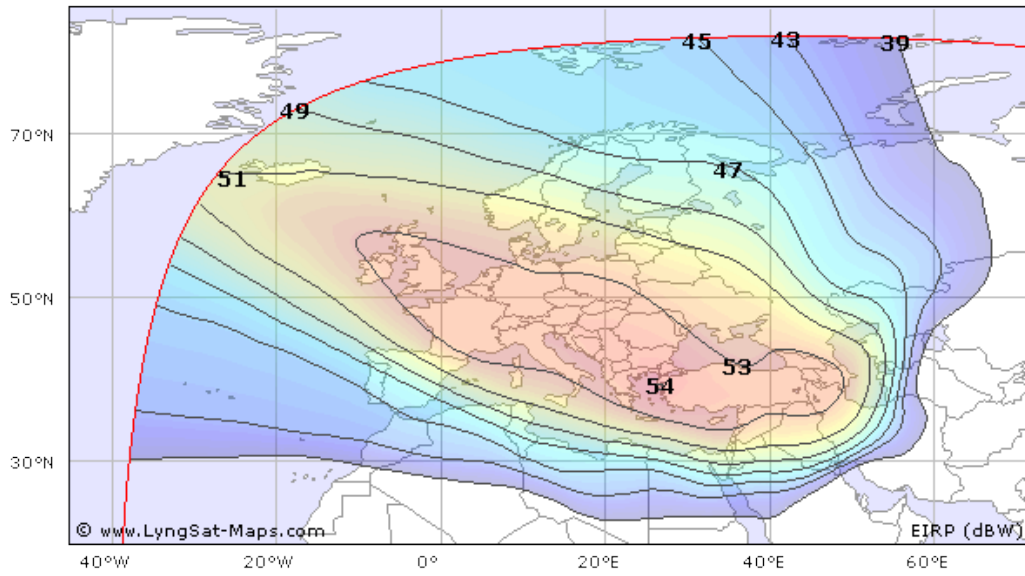


9.0° Doğu
EuroBird 9A
Europe
hüzmesi

Ek-1.2 En çok tercih edilen uydu hüzmelerinin ayak izleri Türksat 3A

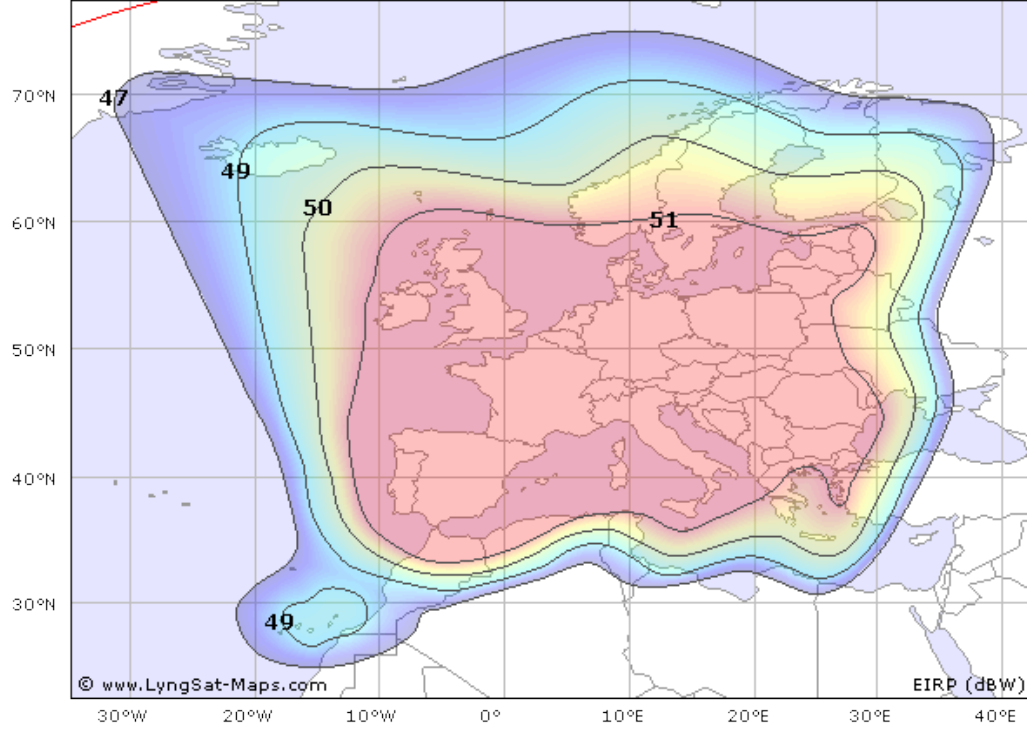


42.0° Doğu
Türksat 3A
East(Doğu)
hüzmesi

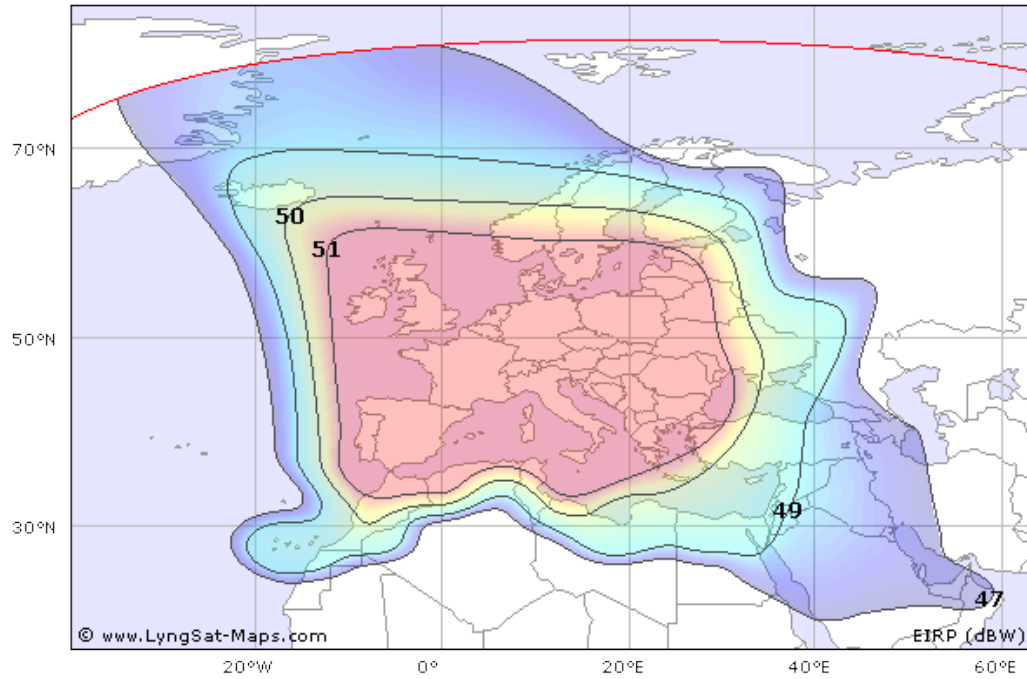


42.0° Doğu
Türksat 3A
West(Batı)
hüzmesi

Ek-1.3 En çok tercih edilen uydu hüzmelerinin ayak izleri : Astra 19.2 Doğu

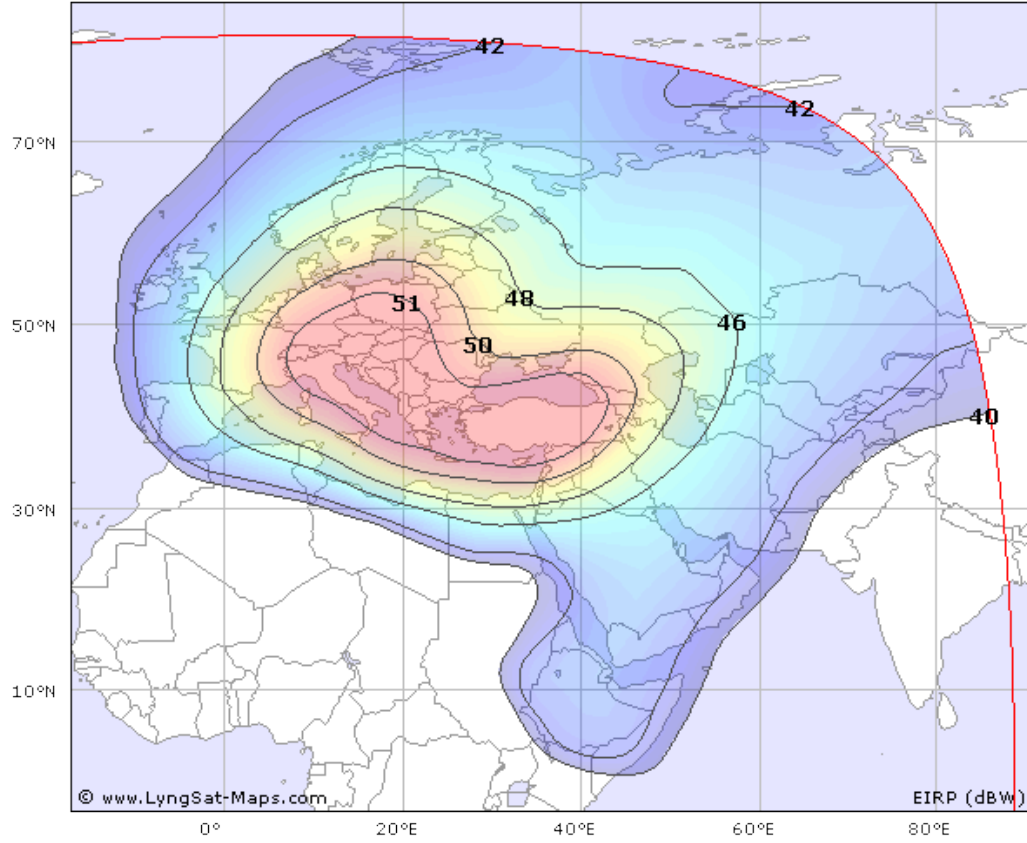


19.2° Doğu
Astra 1L
hüzmesi

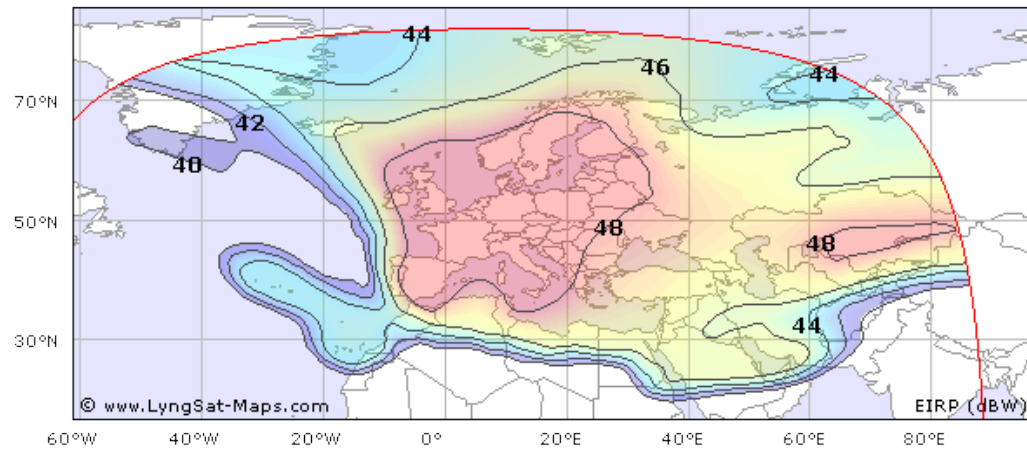


19.2° Doğu
Astra 1M
Wide
hüzmesi

Ek-1.4 En çok tercih edilen uydu hüzmelerinin ayak izleri : Eutelsat W3A (Digitürk)



7.0° Doğu
Eutelsat 3A
Europe B
hüzmesi



7.0° Doğu
Eutelsat 3A
Europe A
hüzmesi

KabloTV	MHz	Görüntü	Ses	TV Yayını	MHz	Görüntü	Ses
02	47-54	48.25	53.75	02	47-54	48.25	53.75
03	54-61	55.25	60.75	03	54-61	55.25	60.75
04	61-68	62.25	67.75	04	61-68	62.25	67.75
05	174-181	175.25	180.75	05	174-181	175.25	180.75
06	181-188	182.25	187.75	06	181-188	182.25	187.75
07	188-195	189.25	194.75	07	188-195	189.25	194.75
08	195-202	196.25	201.75	08	195-202	196.25	201.75
09	202-209	203.25	208.75	09	202-209	203.25	208.75
10	209-216	210.25	215.75	10	209-216	210.25	215.75
11	216-223	217.25	222.75	11	216-223	217.25	222.75
12	223-230	224.25	229.75	12	223-230	224.25	229.75
SC-3	118-125	119.25	124.75	21	470-478	471.25	476.75
SC-4	125-132	126.25	131.75	22	478-486	479.25	484.75
SC-5	132-139	133.25	138.75	23	486-494	487.25	492.75
SC-6	139-146	140.25	145.75	24	494-502	495.25	500.75
SC-7	146-153	147.25	152.75	25	502-510	503.25	508.75
SC-8	153-160	154.25	159.75	26	510-518	511.25	516.75
SC-9	160-167	161.25	166.75	27	518-526	519.25	524.75
SC-10	167-174	168.25	173.75	28	526-534	527.25	532.75
SC-11	230-237	231.25	236.75	29	534-542	535.25	540.75
SC-12	237-244	238.25	243.75	30	542-550	543.25	548.75
SC-13	244-251	245.25	250.75	31	550-558	551.25	556.75
SC-14	251-258	252.25	257.75	32	558-566	559.25	564.75
SC-15	258-265	259.25	264.75	33	566-574	567.25	572.75
SC-16	265-272	266.25	271.75	34	574-582	575.25	580.75
SC-17	272-279	273.25	278.75	35	582-590	583.25	588.75
SC-18	279-286	280.25	285.75	36	590-598	591.25	596.75
SC-19	286-293	287.25	292.75	37	598-606	599.25	604.75
SC-20	293-300	294.25	299.75	38	606-614	607.25	612.75
SC-21	300-307	301.25	306.75	39	614-622	615.25	620.75
SC-22	307-314	308.25	313.75	40	622-630	623.25	628.75
SC-23	314-321	315.25	320.75	41	630-638	631.25	636.75
SC-24	321-328	322.25	327.75	42	638-646	639.25	644.75
SC-25	328-335	329.25	334.75	43	646-654	647.25	652.75
SC-26	335-342	336.25	341.75	44	654-662	655.25	660.75
SC-27	342-349	343.25	348.75	45	662-670	663.25	668.75
SC-28	349-356	350.25	355.75	46	670-678	671.25	676.75
SC-29	356-363	357.25	362.75	47	678-686	679.25	684.75
SC-30	363-370	364.25	369.75	48	686-694	687.25	692.75
SC-31	370-377	371.25	376.75	49	694-702	695.25	700.75
SC-32	377-384	378.25	383.75	50	702-710	703.25	708.75
SC-33	384-391	385.25	390.75	51	710-718	711.25	716.75
SC-34	391-398	392.25	397.75	52	718-726	719.25	724.75
SC-35	398-405	399.25	404.75	53	726-734	727.25	732.75
SC-36	405-412	406.25	411.75	54	734-742	735.25	740.75
SC-37	412-419	413.25	418.75	55	742-750	743.25	748.75
SC-38	419-426	420.25	425.75	56	750-758	751.25	756.75
SC-39	426-433	427.25	432.75	57	758-766	759.25	764.75
SC-40	433-440	434.25	439.75	58	766-774	767.25	772.75
SC-41	440-447	441.25	446.75	59	774-782	775.25	780.75
SC-42	447-454	448.25	453.75	60	782-790	783.25	788.75
SC-43	454-461	455.25	460.75	61	790-798	791.25	796.75
SC-44	461-468	462.25	467.75	62	798-806	799.25	804.75
SC-45	468-475	469.25	474.75	63	806-814	807.25	812.75
SC-46	475-482	476.25	481.75	64	814-822	815.25	820.75
SC-47	482-489	483.25	488.75	65	822-830	823.25	828.75
SC-48	489-496	490.25	495.75	66	830-838	831.25	836.75
SC-49	496-503	497.25	502.75	67	838-846	839.25	844.75
SC-50	503-510	504.25	509.75	68	846-854	847.25	852.75
SC-51	510-517	511.25	516.75	69	854-862	855.25	860.75
SC-52	517-524	518.25	523.75				
SC-53	524-531	525.25	530.75				
SC-54	531-538	532.25	537.75				
SC-55	538-545	539.25	544.75				
SC-56	545-552	546.25	551.75				
SC-57	552-559	553.25	558.75				
SC-58	559-566	560.25	565.75				
SC-59	566-573	567.25	572.75				
SC-60	573-580	574.25	579.75				
SC-61	580-587	581.25	586.75				
SC-62	587-594	588.25	593.75				
SC-63	594-601	595.25	600.75				
SC-64	601-608	602.25	607.75				
SC-65	608-615	609.25	614.75				
SC-66	615-622	616.25	621.75				
SC-67	622-629	623.25	628.75				
SC-68	629-636	630.25	635.75				
SC-69	636-643	637.25	642.75				
SC-70	643-650	644.25	649.75				
SC-71	650-657	651.25	656.75				
SC-72	657-664	658.25	663.75				
SC-73	664-671	665.25	670.75				
SC-74	671-678	672.25	677.75				
SC-75	678-685	679.25	684.75				
SC-76	685-692	686.25	691.75				
SC-77	692-699	693.25	698.75				
SC-78	699-706	700.25	705.75				
SC-79	706-713	707.25	712.75				
SC-80	713-720	714.25	719.75				
SC-81	720-727	721.25	726.75				
SC-82	727-734	728.25	733.75				
SC-83	734-741	735.25	740.75				
SC-84	741-748	742.25	747.75				
SC-85	748-755	749.25	754.75				
SC-86	755-762	756.25	761.75				
SC-87	762-769	763.25	768.75				
SC-88	769-776	770.25	775.75				
SC-89	776-783	777.25	782.75				
SC-90	783-790	784.25	789.75				
SC-91	790-797	791.25	796.75				
SC-92	797-804	798.25	803.75				

EK-2: RF KANAL FREKANS TABLOSU

- 1) Ses taşıyıcı frekansları = resim taşıyıcısı + 5.5MHz 'dir.
- 2) Kroma(renk) taşıyıcı frekansları = resim taşıyıcısı + 4.43MHz 'dir.
- 3) Uydu yayın ara frekansı 950-2150 MHz 'dir.
- 4) Radyo yayınları
Uzun Dalga(LW) 150-285 kHz
Orta Dalga(MW) 520-1605 kHz
Kısa Dalga(KW) 3.95-26.1 MHz
Çok Kısa Dalga(UKW)87.5-108 MHz
- 5) TV yayınlarında
VHF-1 Kanal 2,3,4
VHF-III Kanal 5-12
UHF Kanal 21-69
- 6) Kablo yayınlarında
Alt-S Bandı SC3 -SC10
Üst-S Bandı SC11-SC20
Hiper-S Bandı SC21-SC38 olarak tanımlanmaktadır.

Ek-3.1: TÜRKİYEDEN ALINABİLEN (1°- 37.5°Batı) UYDULARIN İLLERE GÖRE YEREL AÇI, KALKIŞ AÇISI VE POLARİZASYON AÇILARI																				
Boy = Boylam En = Enlem Az = Azimuth (yerel açı) El = Elevasyon (kalkış açısı) Pol = Polarizasyon																				
		1° Batı			5.0° Batı			7.0° Batı			14.0° Batı			30.0° Batı			37.5° Batı			
		THOR2- 1.707			TELECOM			NILESAT101/2			EXPRESS2			HISPASAT1abc			TELSTAR11			
	Boy	En	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol
ADANA	35	37	230	33	40	234	30	40	236	29	42	242	24	45	254	11	50	259	6	52
ADAPAZARI	31	41	224	32	31	228	30	34	230	29	35	237	24	39	250	13	45	256	7	47
ANKARA	33	39	227	33	35	231	30	37	233	29	38	240	24	42	252	12	48	258	6	49
ANTALYA	31	37	226	36	35	230	33	38	232	31	39	239	27	43	252	14	49	257	8	51
BAKÜ	49	41	241	21	41	245	18	43	246	17	43	251	12	46	XXX	XX	XXX	XXX	XX	XXX
BALIKESİR	27	39	220	36	30	225	34	33	227	33	35	234	28	39	248	17	46	254	11	48
BİŞKEK	75	42	261	2	47	XXX	XX	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	XX	XXX
BOLU	31	41	224	32	31	228	30	34	230	29	35	237	24	39	250	13	45	256	7	47
BURSA	29	41	221	34	30	226	31	33	228	30	34	235	26	38	248	14	45	254	9	47
ÇANAKKALE	27	41	219	35	38	224	32	31	226	31	33	233	27	37	247	16	44	253	10	46
DENİZLİ	29	37	224	37	33	228	34	36	230	33	38	237	28	42	250	16	49	256	10	51
DİYARBAKIR	41	37	236	29	42	240	26	44	242	24	45	247	19	47	258	6	51	XXX	XX	XXX
EDİRNE	27	41	219	35	28	224	32	31	226	31	33	233	27	37	247	16	44	253	10	46
ERZURUM	41	39	235	28	39	239	25	42	240	23	42	246	18	45	258	6	49	XXX	XX	XXX
ESKİŞEHİR	31	39	225	34	33	229	32	36	231	30	37	238	25	41	251	14	47	256	8	49
GAZİANTEP	37	37	232	32	39	236	29	42	238	27	43	244	22	46	256	10	51	261	3	52
HAKKARİ	43	37	238	27	43	242	24	45	243	23	45	249	17	48	260	5	52	XXX	XX	XXX
HALEP	37	36	233	32	40	237	29	43	239	28	44	245	23	47	256	10	52	261	3	53
İÇEL	35	37	230	33	38	234	30	40	236	29	42	242	24	45	254	11	50	259	6	52
İĞDIR	43	39	237	26	41	240	23	42	242	22	43	248	17	46	259	4	50	XXX	XX	XXX
ISPARTA	31	37	226	36	35	230	33	38	232	32	39	239	27	43	252	14	49	257	8	51
İSTANBUL	29	41	221	34	30	226	31	33	228	30	34	235	26	38	248	14	45	254	9	47
İZMİR	27	39	220	36	30	225	34	33	227	33	35	234	28	39	248	17	46	254	11	48
K.MARAŞ	37	37	232	32	39	236	29	42	238	27	42	244	22	46	256	10	51	261	3	52
KAYSERİ	35	39	229	32	36	233	29	38	235	28	40	241	23	43	254	11	48	259	4	50
KERKÜK	44	35	240	28	45	243	25	47	245	23	48	250	17	50	261	4	54	XXX	XX	XXX
KONYA	33	37	228	34	36	232	42	39	234	30	40	241	45	44	253	13	50	258	6	51
LEFKOŞA	33	35	230	36	39	234	33	41	236	31	42	242	26	46	254	13	52	259	7	53
MALATYA	39	39	233	29	38	237	26	41	239	25	42	245	20	45	256	8	49	262	1	50
MUĞLA	29	37	224	37	33	228	34	36	230	33	38	237	28	42	250	16	49	256	10	51
NEVŞEHİR	34	38	229	33	36	233	30	39	235	29	40	241	24	44	253	12	49	259	5	51
ORDU	38	41	231	28	36	235	26	38	237	24	39	243	19	42	255	8	47	261	2	48
RİZE	40	41	233	27	37	237	24	39	239	23	40	245	18	43	257	6	47	262	0	48
SAMSUN	36	42	228	29	34	232	26	36	234	25	37	241	20	40	253	9	45	259	3	47
SİNOP	36	42	228	29	34	232	26	36	234	25	37	241	20	40	253	9	45	259	3	47
SİVAS	38	40	232	29	37	235	26	39	237	25	40	243	20	43	255	8	48	261	2	49
ŞANLIURFA	37	37	232	32	39	236	29	42	238	27	43	244	22	46	256	10	51	261	3	52
ŞIRNAK	42	38	237	27	41	240	25	43	242	23	44	247	18	47	259	5	51	XXX	XX	XXX
TEKİRDAĞ	28	41	220	34	29	225	32	32	227	31	33	234	26	38	248	15	44	254	9	46
TOKAT	36	40	230	30	36	234	28	38	235	26	39	242	21	42	254	10	47	260	4	49
TRABZON	40	41	233	27	37	237	24	39	239	23	40	245	18	43	257	6	47	262	0	48
TUNCELİ	40	40	234	28	38	237	25	40	239	24	41	245	19	44	257	7	48	262	0	49
VAN	44	38	238	26	42	242	23	44	244	22	45	249	16	47	260	4	51	XXX	XX	XXX
YOZGAT	34	40	227	31	34	232	29	37	234	28	38	240	23	42	253	11	47	258	5	49
ZONGULDAK	32	42	224	31	31	228	29	34	230	28	35	237	23	39	250	12	44	256	6	46

Çanak açılarını kendiniz de hesaplayabilirsiniz. Bulduğunuz ile göre çanak açılarını otomatik hesaplama programını indirmek için tıklayınız

EK-3.2: TÜRKİYEDEN ALINABİLEN (42°- 26° Doğu) UYDULARIN İLLERE GÖRE YEREL, KALKIŞ VE POLARİZASYON AÇILARI																				
Boy = Boylam En = Enlem Az = Azimuth El = Elevasyon Pol = Polarizasyon																				
		42.0° Doğu			40.5° Doğu			36.0° Doğu			31.3° Doğu			28.2° Doğu			26.0° Doğu			
		TURKSAT 1C			EXPRESSAIR			SESAT / W4			TURKSAT1B			ASTRA2A/B/D			ARABSAT2A3A			
	Boy	En	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol
ADANA	35	37	168	46	-9	172	47	-7	178	47	-1	187	47	5	192	46	9	195	46	12
ADAPAZARI	31	41	163	41	-12	166	42	-10	172	42	-6	180	43	0	185	43	3	188	42	6
ANKARA	33	39	166	44	-11	169	44	-9	175	45	-4	183	45	2	188	45	6	191	44	9
ANTALYA	31	37	162	46	-14	165	46	-12	172	47	-7	180	47	0	185	47	4	188	47	7
BAKÜ	49	41	191	42	8	194	42	10	199	41	14	206	39	19	197	41	12	213	37	24
BALIKESİR	27	39	157	42	-18	160	43	-16	166	44	-11	174	45	-5	178	45	-1	182	45	1
BİŞKEK	75	42	224	31	31	226	30	32	230	28	35	235	24	38	238	22	39	240	21	40
BOLU	31	41	163	41	12	166	42	-10	172	42	-6	180	43	0	185	43	3	188	42	6
BURSA	29	41	161	41	-15	163	41	-12	169	42	-8	177	43	-2	182	43	1	185	43	3
ÇANAĞKALE	27	41	158	40	-17	161	41	-15	166	42	-10	174	42	-5	178	43	-1	182	43	1
DENİZLİ	29	37	159	45	-17	162	46	-14	168	46	-9	177	47	-3	182	47	1	185	47	4
DİYARBAKIR	41	37	178	47	-1	182	47	1	188	47	6	196	46	13	201	45	17	204	44	19
EDİRNE	27	41	158	40	-17	161	41	-15	166	42	-10	174	42	-5	178	43	-1	182	43	1
ERZURUM	41	39	178	45	-1	182	45	1	188	45	6	196	44	12	200	43	16	203	42	18
ESKİŞEHİR	31	39	163	43	-13	166	44	-11	172	45	-6	180	45	0	185	45	4	189	45	6
GAZİANTEP	37	37	172	47	-7	175	47	-4	182	47	1	190	47	8	195	46	12	198	46	14
HAKKARİ	43	37	182	47	1	185	47	4	192	46	9	199	45	15	204	44	19	207	43	21
HALEP	37	36	172	48	-7	175	48	-4	182	48	1	190	48	8	195	47	12	198	47	15
İÇEL	35	37	168	46	-9	172	47	-7	178	47	-1	187	47	5	192	46	9	195	46	12
İĞDIR	43	39	182	45	1	185	45	4	191	44	8	199	43	14	203	42	18	206	41	20
ISPARTA	31	37	162	46	-14	165	46	-12	172	47	-6	180	47	0	185	47	4	188	47	6
İSTANBUL	29	41	160	41	-15	163	41	-12	169	42	-8	177	43	-2	182	43	1	185	43	3
İZMİR	27	39	157	42	-18	160	43	-16	166	44	-11	174	45	-5	178	45	-1	182	45	1
K.MARAŞ	37	37	172	47	-7	175	47	-4	182	47	1	190	47	8	195	46	12	198	46	14
KAYSERİ	35	39	169	44	-9	172	45	-6	178	45	-1	186	45	5	191	44	9	194	44	11
KERKÜK	44	35	183	49	3	187	49	6	194	48	11	202	47	18	207	46	21	210	45	24
KONYA	33	37	165	46	-12	168	46	-9	175	47	-4	183	47	3	188	47	7	192	46	9
LEFKOŞA	33	35	165	48	-13	168	49	-10	175	49	-4	183	49	3	189	49	7	192	49	10
MALATYA	39	39	175	45	-4	178	45	-1	185	45	4	193	44	10	197	43	13	200	43	15
MUĞLA	29	37	159	45	-17	162	46	-14	168	46	-9	177	47	-3	182	47	1	185	47	4
NEVŞEHİR	34	38	167	45	-10	170	46	-8	177	46	-3	185	46	4	190	46	8	193	45	10
ORDU	38	41	174	42	-5	177	43	-2	183	43	2	191	42	8	195	42	11	198	41	13
RİZE	40	41	177	43	-2	180	43	0	186	42	5	194	42	10	198	41	13	200	40	16
SAMSUN	36	42	171	41	-7	174	41	-5	180	42	0	187	41	6	192	41	9	195	40	11
SİNOP	36	42	171	41	-7	174	41	-5	180	42	0	187	41	6	192	41	9	195	40	11
SİVAS	38	40	174	44	-5	177	44	-2	183	44	2	191	43	8	195	43	12	198	42	14
ŞANLIURFA	37	37	172	47	-7	175	47	-4	182	47	1	190	47	8	195	46	12	198	46	14
ŞIRNAK	42	38	180	46	0	183	46	3	190	46	8	198	44	14	202	44	17	205	43	19
TEKİRDAĞ	28	41	159	40	-16	162	41	-14	168	42	-9	175	43	-4	180	43	0	183	43	2
TOKAT	36	40	171	43	-7	174	44	-5	180	44	0	188	43	6	192	43	9	195	43	12
TRABZON	40	41	177	43	-2	180	43	0	186	42	5	194	42	10	198	41	13	200	40	16
TUNCELİ	40	40	177	44	-2	180	44	0	186	44	5	194	43	11	198	42	14	201	42	16
VAN	44	38	183	46	3	186	46	5	193	45	10	201	44	16	205	43	19	208	42	22
YOZGAT	34	40	168	43	-10	171	43	-7	177	44	-2	185	44	4	189	43	7	192	43	9
ZONGULDAK	32	42	165	40	-11	168	41	-9	174	41	-5	181	41	1	186	41	4	189	41	7

EK-3.3: TÜRKİYEDEN ALINABİLEN (100.5°- 45° Doğu) UYDULARIN İLLERE GÖRE YEREL, KALKIŞ VE POLARİZASYON AÇILARI

Boy = Boylam En = Enlem Az = Azimuth El = Elevasyon Pol = Polarizasyon

	100.5° Doğu AsiaSat 2					68.5° Doğu PAS 4			60.0° Doğu INT 604			57.0° Doğu NSS 703			53.0° Doğu GORIZONT32			45.0° Doğu Europe*Star 1		
	Boy	En	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol
ADANA	35	37	105	10	-51	132	35	-36	142	40	-29	146	41	-27	152	43	-22	164	46	-13
ADAPAZARI	31	41	103	6	-47	131	30	-35	140	34	-29	143	36	-27	148	38	-23	159	40	-16
ANKARA	33	39	104	8	-49	132	32	-35	141	37	-29	145	38	-27	150	40	-23	161	43	-14
ANTALYA	31	37	102	7	-51	129	32	-39	137	37	-33	141	39	-30	146	41	-27	157	45	-18
BAKÜ	49	41	117	19	-42	152	39	-21	163	41	-12	167	42	-9	174	42	-5	186	42	5
BALIKESİR	27	39	100	4	-50	126	28	-39	134	33	-34	137	35	-32	142	37	-28	153	41	-21
BİŞKEK	75	42	144	35	-26	190	41	8	202	39	16	206	38	19	211	37	22	221	33	29
BOLU	31	41	103	6	-47	131	29	-35	140	34	-29	143	36	-27	148	38	-23	159	40	-16
BURSA	29	41	102	5	-48	129	28	-36	138	33	-31	141	35	-28	146	37	-25	156	40	-18
ÇANAKKALE	27	41	101	3	-48	127	27	-37	135	32	-32	139	34	-30	143	36	-27	154	39	-20
DENİZLİ	29	37	101	6	-52	127	31	-40	135	36	-34	139	38	-32	143	40	-28	155	44	-20
DİYARBAKIR	41	37	109	15	-49	140	39	-31	150	43	-23	155	44	-20	161	45	-15	173	47	-5
EDİRNE	27	41	101	3	-48	127	27	-37	135	32	-32	139	34	-30	143	36	-27	154	39	-20
ERZURUM	41	39	110	14	-47	141	37	-29	151	41	22	155	42	-19	161	43	-14	174	45	-5
ESKİŞEHİR	31	39	103	7	-49	130	31	-38	139	36	-31	142	37	-28	147	39	-25	158	43	-17
GAZİANTEP	37	37	106	12	-50	135	36	-34	145	41	-27	149	42	-24	155	44	-20	167	46	-11
HAKKARİ	43	37	111	17	-48	142	40	-29	153	43	-21	157	45	-18	164	46	-13	177	47	-3
HALEP	37	36	106	12	-51	134	37	-35	144	42	-28	148	43	-25	154	45	-21	167	47	-11
İÇEL	35	37	105	10	-50	133	35	-36	142	40	-29	146	41	-27	152	43	-22	164	46	-13
İGDIR	43	39	111	16	-46	143	38	-28	154	41	-20	158	43	-17	164	44	-12	177	45	-3
ISPARTA	31	37	102	7	-51	129	32	-39	137	37	-33	141	39	-30	146	41	-26	157	45	-18
İSTANBUL	29	41	102	5	-48	129	28	-36	138	33	-31	141	35	-28	146	37	-25	156	40	-18
İZMİR	27	39	100	4	-50	126	28	-39	134	33	-34	137	35	-32	142	37	-28	153	41	-21
K.MARAŞ	37	37	106	12	-50	135	36	-34	145	41	-27	149	42	-24	155	44	-20	167	46	-11
KAYSERİ	35	39	106	10	-48	134	33	-34	143	38	-28	147	39	-25	153	41	-21	164	44	-12
KERKÜK	44	35	110	18	-50	142	42	-30	153	46	-21	158	47	-18	165	48	-13	178	49	-2
KONYA	33	37	104	9	-51	131	34	-37	140	39	-31	143	40	-28	149	42	-24	161	45	-16
LEFKOŞA	33	35	103	9	-53	129	35	-39	138	40	-33	142	42	-30	148	44	-26	160	47	-17
MALATYA	39	39	109	13	-48	139	36	-31	149	40	-24	153	41	-21	158	43	-17	171	44	-7
MUĞLA	29	37	101	6	-52	127	31	-40	135	36	-34	139	38	-32	143	40	-28	155	44	-20
NEVŞEHİR	34	38	105	9	-50	132	34	-36	142	38	-29	145	40	-27	151	42	-23	162	44	-14
ORDU	38	41	108	12	-46	139	34	-30	148	38	-23	152	39	-21	158	40	-17	169	42	-8
RİZE	40	41	110	13	-45	141	35	-28	151	38	-22	155	40	-19	161	41	-15	172	42	-6
SAMSUN	36	42	107	10	-45	137	32	-31	146	36	-24	150	37	-22	155	38	-18	167	41	-10
SINOP	36	42	107	10	-45	137	32	-31	146	36	-24	150	37	-22	155	38	-18	167	41	-10
SİVAS	38	40	108	12	-47	138	34	-31	148	38	-24	152	40	-21	157	41	-17	169	43	-8
ŞANLIURFA	37	37	106	12	-50	135	36	-34	145	42	-27	149	42	-24	155	44	-20	167	46	-11
ŞIRNAK	42	38	110	16	-48	142	38	-29	152	42	-22	156	43	-18	162	44	-14	175	46	-4
TEKİRDAĞ	28	41	101	4	-48	128	28	-37	136	32	-31	140	34	-29	145	36	-26	155	40	-19
TOKAT	36	40	107	10	-47	136	33	-32	145	38	-26	149	39	-23	155	41	-19	166	43	-11
TRABZON	40	41	110	13	-45	141	35	-28	151	38	22	155	40	-19	161	41	-15	172	42	-6
TUNCELİ	40	40	110	13	-46	140	35	-29	150	39	-22	155	41	-19	160	42	-15	172	43	-6
VAN	44	38	112	17	-47	144	39	-28	155	43	-20	159	44	-16	166	45	-11	178	46	-1
YOZGAT	34	40	105	9	-48	134	32	-34	143	37	-28	147	38	-25	152	40	-21	163	42	-13
ZONGULDAK	32	42	104	7	-46	133	29	-33	142	34	-28	145	35	-25	150	37	-22	161	40	-14

EK-3.4: TÜRKİYEDEN ALINABİLEN (19.2°- 5.0° Doğu) UYDULARIN İLLERE GÖRE YEREL, KALKIŞ VE POLARİZASYON AÇILARI

Boy = Boylam En = Enlem Az = Azimuth El = Elevasyon Pol = Polarizasyon

	19.2° Doğu ASTRAIB-H2C					16.0° Doğu Eutelsat W2			13.0° Doğu HOTBIRD1-6			10.0° Doğu EUT.II F2			7.0° Doğu EUT. II F4			5.0° Doğu SIRIUS 1/2		
	Boy	En	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol	Az	El	Pol
ADANA	35	37	205	44	20	210	43	23	214	41	26	218	40	29	221	38	32	224	37	34
ADAPAZARI	31	41	198	41	13	202	40	17	206	39	20	210	38	22	214	37	25	217	36	27
ANKARA	33	39	202	43	17	206	42	20	210	40	23	214	39	26	218	37	28	220	36	30
ANTALYA	31	37	199	45	15	204	44	19	208	43	22	213	42	25	216	40	28	219	39	30
BAKÜ	49	41	221	34	30	225	32	32	228	30	34	231	28	36	234	26	37	236	25	39
BALIKESİR	27	39	193	44	10	197	43	13	203	43	17	206	41	20	210	40	23	213	39	25
BİŞKEK	75	42	246	16	43	248	14	43	250	12	44	253	10	45	255	8	46	256	6	46
BOLU	31	41	198	41	13	202	40	16	206	39	19	210	38	22	214	37	25	217	36	27
BURSA	29	41	195	42	11	199	41	14	204	40	17	208	39	20	212	38	23	214	37	25
ÇANAKKALE	27	41	192	42	9	196	41	12	201	40	15	205	39	18	209	38	21	212	38	23
DENİZLİ	29	37	196	46	13	201	45	17	205	44	20	210	43	44	214	41	26	216	40	28
DİYARBAKIR	41	37	214	41	26	218	40	29	221	38	32	225	36	34	228	34	36	230	33	38
EDİRNE	27	41	192	42	9	196	41	12	200	40	15	205	39	18	209	38	21	212	38	23
ERZURUM	41	39	213	39	25	217	38	27	220	36	30	224	35	32	227	33	35	229	32	36
ESKİŞEHİR	31	39	199	43	14	203	42	18	207	41	20	211	40	24	215	38	27	218	37	28
GAZİANTEP	37	37	208	43	22	213	42	25	216	40	28	220	39	31	224	37	33	226	36	35
HAKKARİ	43	37	216	40	28	220	39	31	224	37	33	227	35	36	230	33	38	232	32	39
HALEP	37	36	209	44	23	213	43	26	217	41	29	221	39	32	224	38	34	227	36	36
İÇEL	35	37	205	44	20	210	43	23	214	41	26	218	40	29	221	38	32	224	37	33
İĞDIR	43	39	215	38	27	219	37	29	223	35	32	226	33	34	229	32	36	231	30	37
ISPARTA	31	37	199	45	15	204	44	19	208	43	22	213	42	25	216	40	28	219	39	30
İSTANBUL	29	41	195	42	11	199	41	14	204	40	17	208	39	20	212	38	29	214	37	25
İZMİR	27	39	193	44	10	197	43	13	202	43	17	206	41	20	210	40	23	213	39	25
K.MARAŞ	37	37	208	43	22	213	42	25	216	40	28	220	39	31	224	37	33	226	36	35
KAYSERİ	35	39	204	42	19	209	41	22	213	39	25	217	38	27	220	36	30	223	35	32
KERKÜK	44	35	219	41	31	229	40	34	226	38	36	230	36	39	233	34	41	235	32	42
KONYA	33	37	202	45	18	207	43	21	211	42	24	215	41	27	219	39	30	221	38	32
LEFKOŞA	33	35	203	47	19	208	45	23	212	44	26	216	43	29	220	41	32	223	40	34
MALATYA	39	39	210	40	23	214	39	26	218	37	28	221	36	31	225	34	33	227	33	35
MUĞLA	29	37	196	46	13	201	45	17	205	44	20	210	43	44	214	41	26	216	40	28
NEVŞEHİR	34	38	204	43	18	208	42	22	212	41	25	216	39	28	220	38	30	222	37	32
ORDU	38	41	208	39	20	212	38	23	215	36	26	219	35	28	222	33	31	225	32	32
RİZE	40	41	210	38	22	214	37	25	218	35	28	221	34	30	225	32	32	227	31	33
SAMSUN	36	42	205	38	18	209	37	21	212	36	23	216	35	26	220	33	28	222	32	30
SİNOP	36	42	205	38	18	209	37	21	212	36	23	216	35	26	220	33	28	222	32	30
SİVAS	38	40	208	40	21	212	38	24	216	37	27	220	35	29	223	34	31	225	33	33
ŞANLIURFA	37	37	208	43	22	213	42	25	216	40	28	220	39	31	224	37	33	226	36	35
ŞIRNAK	42	38	215	40	27	218	38	29	222	37	32	225	35	34	229	33	36	231	32	38
TEKİRDAĞ	28	41	194	42	10	198	41	13	202	40	17	206	39	20	210	38	22	213	37	24
TOKAT	36	40	205	41	19	210	39	22	213	38	25	217	37	28	221	35	30	223	34	32
TRABZON	40	41	210	38	22	214	37	25	218	35	28	221	34	30	225	32	32	227	31	33
TUNCELİ	40	40	211	39	23	215	38	26	218	36	28	222	34	31	225	33	33	227	31	34
VAN	44	38	217	39	28	221	37	31	224	35	33	228	34	36	231	32	38	233	30	39
YOZGAT	34	40	203	41	17	207	40	20	211	39	23	215	38	26	218	36	28	221	35	30
ZONGULDAK	32	42	199	40	14	203	39	17	207	38	20	211	37	23	215	35	25	217	34	27

