

İNTERNET DESTEKLİ HASTA İZLEME UYGULAMASI

AN INTERNET BASED PATIENT FOLLOW-UP APPLICATION

SITKI HOŞHAN

Hacettepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak hazırlanmıştır

2006

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **ELEKTRİK-ELEKTRONİK ANABİLİM DALI 'nda**
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :.....
Prof.Dr. Mehmet Şafak

Üye (Danışman) :.....
Doç.Dr. Uğur Baysal

Üye :.....
Yrd.Doç.Dr. Ali Ziya Alkar

Üye :.....
Yrd.Doç.Dr. Atilla Yılmaz

Üye :.....
Yrd. Doç.Dr. Harun Artuner

ONAY

Bu tez, /..... / tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet R. ÖZDURAL
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

İNTERNET TABANLI HASTA İZLEME UYGULAMASI

Sıtkı Hoşhan

ÖZ

Teletıp, mesafe hasta ve doktorları birbirinden ayırdığı zaman sağlık bakım hizmetleri sağlamak maksadıyla elektronik bilgi ve haberleşme teknolojilerinin kullanılmasıdır.

Bu tezin amacı küçük sağlık sorunlarında doktorlarını periyodik olarak görmesi gereken hastaların uzaktan takibine olanak veren internet tabanlı bir video konferans sistemi geliştirmektir. Sistemin hastaların ve doktorların seyahati için gerekli zamanı azaltmak için evde kullanımı planlanmaktadır. Sistemin özellikle, doktor sayısı az olan kırsal kesimde daha iyi sağlık hizmetleri verilmesi için kullanılması beklenmektedir. Bu amacı yerine getirmek için IP tabanlı ağlar üzerinden hasta ile doktorun arasında video ses ve metin haberleşmesine izin veren bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım video için H264 sıkıştırmasını ve G.711, G.723.1, GSM 6.10 sıkıştırmalarını ses için kullanmaktadır. Yazılımın kolay kullanımı için Türkçe kullanıcı arabirimi ve adım adım yardım mesajları vardır. Eklenen sohbet modülü metin haberleşmesini şifrelemek için "CAESAR" şifrelemesini kullanmaktadır. Ayrıca bu sohbet modülü internet üzerinden kameranın uzaktan kontrol edilebilmesini sağlar, kapatıp açma ve resim kalitesini ayarlama gibi. Yazılım PSNR ve SSIM gibi nesnel video kalitesi yöntemleriyle ve DSIS, DSCQS öznel video kalitesi yöntemleriyle test edilmiştir. Ses kalitesini belirleyen MOS gibi bazı başka testler de yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Teletıp, video konferans, H264, G.711, G.723.1, GSM 6.10, Ceasar şifresi, PSNR, SSIM, DSIS, DSCQS, MOS

Danışman: Doç. Dr. Uğur Baysal, Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

AN INTERNET BASED PATIENT FOLLOW-UP APPLICATION

Sitki Hoşhan

ABSTRACT

Telemedicine is the use of electronic information and communication Technologies in order to provide health care services when the distance and the time separates the patients and the doctors from each other.

The aim of this thesis is to develop an internet based video conference system which will allow the remote follow-up of the patients who need to see their doctors periodically in case of little health problems. The system is planned to be used at home so as to cutdown the required time for the travelling of patients and doctors. The system is especially expected to be used so as to provide better health services in rural areas where the doctor number is less. In order to fulfill this aim a software developed which allows video, audio and text communication over ip based networks between a patient and a doctor. The developed software uses H264 codec for video and G.711, G.723.1, GSM 6.10 codecs for voice compression. The software has a Turkish Graphical User Interface and step by step help messages for easy use. The added chat module uses "CAESAR" cipher to encode the text communication also this chat module provides remote control of the camera over internet like switching on and off and adjusting the image quality. The software is tested with objective video quality methods such as PSNR and SSIM and subjective methods DSIS and DSCQS. Some more tests were also done like MOS which defines voice quality.

Keywords: Telemedicine, video conference, H264, G.711, G.723.1, GSM 6.10, Ceasar cipher, PSNR, SSIM, DSIS, DSCQS, MOS

Advisor: Associate Prof. Dr. Uğur Baysal, Hacettepe University, Department of Electrical and Electronics Engineering

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐmesinde destek ve yorumlarıyla katkıda bulunan tez danıŐmanım Sayın Doç. Dr. UĞur Baysal'a, maddi ve manevi desteklerinden ötürü anneme, babama ve her konuda bana desteklerini esirgemeyen ablam Pelin'e . Yüksek lisans derslerine gelmeme izin veren T.C Maliye Bakanlığına, Türk Telekomda tez süresince hocamla görüŐebilmeme izin veren Sayın Müdürüm Hakan Aydın ve Müdür Vekili Sayın Lokman Alagöz'e ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
SÖZLÜK DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. İNTERNET DESTEKLİ SİSTEMLER VE UYGULAMALAR	4
2.1. İnternet Üzerinden Radyo Yayını	7
2.2. IPTV	8
2.3. Uzaktan eğitim	10
2.4. Uzaktan kontrol	12
2.5. Telekonferans sistemleri	14
2.5.1. Ses sıkıştırması	15
2.5.1.1. G 723	15
2.5.1.2. G 711	16
2.5.1.3. GSM 6.10	17
2.6. Video konferans sistemleri	18
2.6.1. Görüntü sıkıştırması	20
2.6.1.1. Renk kodlaması	21
2.6.1.2. Dönüşüm kodlaması	22
2.6.1.3. Tahmin kodlaması	23
2.6.1.4. Entropi kodlaması	23
2.6.1.5. Hareket kompazeli	24
2.6.1.6. İç çerçeve kodlaması ve dış çerçeve kodlaması	25
2.6.2. H264	26
2.6.2.1. Kodlama (ileri döngü)	29
2.6.2.2. Kodlama (yeniden oluşturma döngüsü)	30
2.6.2.3. Dekoder	30
2.7. Günümüz Telekonferans Yazılımları	31
2.8. Video Konferans ve Teletıp	34
3. TELETIP	35
3.1. Teletıp Hakkında Genel Bilgiler	35
3.2. Teletıp Nedir?	37
3.3. Teletıpın Uygulama Alanları	38
3.3.1. Evde bakım (uzaktan hemşirelik hizmeti)	40
3.3.1.1. Elektronik ev çağrı projesi	40
3.3.1.2. Uzaktan ev bakım sistemi	41
3.3.1.3. Uzaktan muayene hizmeti (telekonsültasyon)	42
3.3.1.4. Uzaktan rehberlik	44
3.3.1.5. Uzaktan eğitim uygulamaları	45
3.4. Teletıp Alanında Son Yıllarda Yapılan Bazı Uygulamalar	45
3.4.1. Avicena	45
3.4.2. Emedicine	49

3.4.3. <u>Cep Telefonu İle Diyabet Hastalarının Takibi</u>	53
--	----

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.5. <u>Teletıpın Geleceği</u>	53
3.6. <u>Türkiyede Teletıpın Uygulanabilirliği</u>	55
4. <u>GELİŞTİRİLEN YAZIM</u>	57
4.1. <u>Genel Bilgiler</u>	57
4.2. <u>Programın Bileşenleri ve Yapısı</u>	59
4.2.1. <u>Ana form</u>	61
4.2.2. <u>Ayarlar formu</u>	66
4.2.3. <u>Sohbet formu</u>	70
4.2.4. <u>Dosya gönderme formu</u>	76
4.3. <u>Donanım Çözümü</u>	78
5. <u>GELİŞTİRİLEN YAZILIMIN TEST EDİLMESİ</u>	79
5.1. <u>Test Yöntemleri</u>	79
5.1.1. <u>Trafik çıkışı analizi yöntemi</u>	79
5.1.2. <u>Video kalitesi</u>	80
5.1.2.1. <u>Öznel yöntemler</u>	80
5.1.2.2. <u>Nesnel yöntemler</u>	86
5.1.3. <u>Ses kalitesi ölçümü MOS yöntemi</u>	92
5.1.4. <u>Seyirme (jitter) testi</u>	94
5.1.5. <u>Finger-Davis video konferans kalitesi ölçüm tekniği</u>	96
5.1.5.1. <u>Objektif yöntemler</u>	96
5.1.5.2. <u>Subjektif yöntemler</u>	98
5.2. <u>Testler</u>	100
5.2.1. <u>Trafik çıkış analizi test sonuçları</u>	100
5.2.2. <u>Nesnel görüntü kalitesi testleri</u>	113
5.2.2.1. <u>PSNR test sonuçları</u>	113
5.2.2.2. <u>SSIM test sonuçları</u>	120
5.2.3. <u>Öznel görüntü kalitesi testleri</u>	124
5.2.3.1. <u>DSIS yöntemi</u>	126
5.2.3.2. <u>DSCQS yöntemi</u>	129
5.2.4. <u>MOS Ses testi</u>	134
5.2.5. <u>Seyirme (jitter) testi</u>	140
5.2.6. <u>Intel'in video konferans test yönteminin sonuçları</u>	146
5.2.6.1. <u>Çerçeve sayısı</u>	146
5.2.6.2. <u>Doğrusallık</u>	151
5.2.6.3. <u>Gecikme</u>	155
5.2.6.4. <u>Dudak senkronizasyonu</u>	156
5.2.6.5. <u>Video çözünürlüğü</u>	157
5.2.6.6. <u>Görüntü renk netliği</u>	157
5.2.6.7. <u>Subjektif Yöntemler</u>	158
6. <u>SONUÇLAR VE TARTIŞMA</u>	161
<u>EKLER DİZİNİ</u>	164
<u>KAYNAKLAR</u>	187

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. IP üzerinden yayın teknolojileri,unicast,multicast,broadcast	6
Şekil 2.2. Son kullanıcı multicast sistemi	7
Şekil 2.3. IPTV alt yapısı	9
Şekil 2.4. Singapur Üniversitesinde geliştirilen uzaktan deney sistemi	11
Şekil 2.5. GSM EFR kodlaması	18
Şekil 2.6. Blok tabanlı hareket tahmin işlemi	25
Şekil 2.7. Video sıkıştırma standartları yerleşim süreci	28
Şekil 2.8. H.264 AVC kodlayıcısı	30
Şekil 2.9. H.264/AVC dekoder	31
Şekil 3.1. HIMSS araştırma sonuçlarına göre teletıp kullanım alanları	39
Şekil 3.2. Elektronik ev çağrı sistemi	41
Şekil 3.3. Teletıp hekiminin uzak merkezdeki bir hastayı muayenesi	43
Şekil 3.4. Uzak merkezdeki televizyon sistemi	43
Şekil 3.5. Valencia Üniversitesi'nde geliştirilen sistem	46
Şekil 3.6. Valencia Üniversitesi'nde geliştirilen sistemin GUI'si	47
Şekil 3.7. Valencia Üniversitesi Avicena ev bakım sistemi	48
Şekil 3.8. Emedicine 'den alınmış hastanın web sayfası	51
Şekil 3.9. Hastanın videolarını kaydettiği sayfa	52
Şekil 3.10. Cep telefonu ile diyabet hastalarının kontrolü	53
Şekil 3.11. ABD'de teletıp konsültasyon sayısında yıllara göre artış	54
Şekil 3.12. Medline'da teletıp ile ilgili makale sayısının yıllara göre dağılımı	54
Şekil 4.1. Programın ana akış şeması	60
Şekil 4.2. Programın modülleri	61
Şekil 4.3. Programın ana formu	63
Şekil 4.4. Ses paketlerinin başlıklandırılarak IP ağlara bırakılması	64
Şekil 4.5. Ana formun akış şeması	66
Şekil 4.6. Aygıt ayarlarının yapılabilmesi için kullanıcı ara birimi	67
Şekil 4.7. Akış seçenekleri penceresi	67
Şekil 4.8. Cihaz seçenekleri penceresi	68
Şekil 4.9. Ayarlar formunun akış diyagramı	69
Şekil 4.10. Sohbet penceresi	70
Şekil 4.11. Winsock ile gerçekleştirilen bağlantı rutini	71
Şekil 4.12. Mesaj gönderme rutini	72
Şekil 4.13. Veri alma rutini	73
Şekil 4.14. Şifreleme rutini	74
Şekil 4.15. Deşifreleme rutini	75
Şekil 4.16. Dosya gönderme formu	76
Şekil 4.17. Dosya açma penceresi	77
Şekil 4.18. Dosya alma formu	77
Şekil 4.19. Windows XP yüklü bir single board PC video konferans sistemi	78
Şekil 5.1. Trafik ölçümü	80
Şekil 5.2. ITU-T BT-500.11 standardında yer alan DSIS için düzenek	81
Şekil 5.3. Çeşit I sunumu	82
Şekil 5.4. Çeşit II sunumu	82
Şekil 5.5. DSCQS test düzeneği	84

Şekil 5.6.	DSCQS yönteminde tavsiye edilen anahtarlama aralığı	85
----------------------------	---	----

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

	Sayfa	
Şekil 5.7.	DSCQS için kullanılan ITU-R 5 kademeli ölçülendirme	86
Şekil 5.8.	Kırmızı yeşil ve maviden diğer renklerin oluşturulması	87
Şekil 5.9.	RGB renk uzayı	88
Şekil 5.10.	YUV renk uzayı	89
Şekil 5.11.	Seyirme analizi test düzeneği	95
Şekil 5.12.	Çözünürlük test görüntüsü	98
Şekil 5.13.	ADSL tarafında %100 RGB,ses yokken ve kamera sabitken ____	101
Şekil 5.14.	ADSL tarafında %100 RGB,ses yokken ve kamera hareketli iken	101
Şekil 5.15.	ADSL tarafında GSM 6.1,ses ve %100 bit oranı,RGB	102
Şekil 5.16.	ADSL tarafında GSM 6.1,ses ve % 40 bit oranı,GTCC kodlaması ..	103
Şekil 5.17.	ADSL tarafında GSM 6.1,ses ve % 40 bit oranı,RGB	104
Şekil 5.18.	ADSL tarafında GSM 6.1,ses % 100 bit oranı, GTCC 160x120 çözünürlük	104
Şekil 5.19.	ADSL tarafında G.723 ses ve % 100 bit oranı,RGB	105
Şekil 5.20.	ADSL tarafında G.723 ses ve % 60 bit oranı,GTCC	106
Şekil 5.21.	ADSL tarafında G.723 ses ve % 20 bit oranı,GTCC	106
Şekil 5.22.	Dialup tarafında sadece GSM 6.1 ses	107
Şekil 5.23.	Dialup tarafında sadece RGB 320x240 video	108
Şekil 5.24.	GTCC,%40 bit oranı,320x240 çözünürlük ve GSM 6.1 ses	108
Şekil 5.25.	Dialup tarafında elde edilen grafik	109
Şekil 5.26.	RGB 320x240 çözünürlük ve %100 bit oranı veGSM 6.1 ses	109
Şekil 5.27.	RGB 320x240 çözünürlük ve %20 bit oranı veGSM 6.1 ses	110
Şekil 5.28.	Dialup tarafında GSM 6.1 çift yönlü ses	110
Şekil 5.29.	Dialup tarafında GSM 6.1'denMicrosoft G.723'e geçiş	111
Şekil 5.30.	ADSL tarafında U-Law kodlaması	112
Şekil 5.31.	Video quality studio penceresi	113
Şekil 5.32.	% 5'lik videonun PSNR sonuçları	114
Şekil 5.33.	% 5 bit oranıyla sıkıştırılan çerçeve ve orjinal video çerçevesi	115
Şekil 5.34.	% 10'luk videonun PSNR sonuçları	116
Şekil 5.35.	% 10 bit oranı ile kodlanmış çerçeve ve orjinal çerçeve	117
Şekil 5.36.	% 25'lik bit oranıyla kodlanan videonun PSNR sonuçları	117
Şekil 5.37.	% 25'lik bit oranı ile kodlanan çerçeve ve orjinal çerçeve	118
Şekil 5.38.	% 50'lik bit oranıyla kodlanan videonun PSNR sonuçları	119
Şekil 5.39.	% 50'lik bit oranı ile kodlanan çerçeve ve orjinal video çerçevesi	120
Şekil 5.40.	% 5'lik bit oranıyla kodlanan videonun SSIM sonuçları	121
Şekil 5.41.	% 10'luk bit oranıyla kodlanan videonun SSIM sonuçları	122
Şekil 5.42.	% 25 'lik bit oranıyla kodlanan videonun SSIM sonuçları	123
Şekil 5.43.	% 50'lik bit oranıyla kodlanan videonun SSIM sonuçları	124
Şekil 5.44.	MSU video kalitesi görev yöneticisi	125
Şekil 5.45.	MSU video kalitesi oynatıcısı	125
Şekil 5.46.	DSIS referans video görüntüsü	126
Şekil 5.47.	DSIS yönteminde referans görüntüden sonra talimatlar	127
Şekil 5.48.	DSIS bozunuma uğramış video penceresi	127

Şekil 5.49. ITU-R da belirtilen,DSIS için 5 kademeli ölçüt	128
Şekil 5.50. DSCQS talimatları	130

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.51. DSCQS yönteminde A ve B dizilerinin gösterildiği ekran	130
Şekil 5.52. DSCQS için değerlendirme ölçütü	131
Şekil 5.53. ADSL tarafı sunucu olduğunda G711 için jitter	141
Şekil 5.54. Dialup tarafı sunucu olduğunda G711 için jitter	142
Şekil 5.55. ADSL tarafı sunucu olduğunda G723 için jitter	143
Şekil 5.56. Dialup tarafı sunucu olduğunda G723 için jitter	144
Şekil 5.57. ADSL tarafı sunucu olduğunda GSM 6.1 için jitter	145
Şekil 5.58. Dialup tarafı sunucu olduğunda GSM 6.1 için jitter	145
Şekil 5.59. 10 numaralı video çerçevesi	146
Şekil 5.60. Çerçeve testinde kullanılan çerçeveler	147
Şekil 5.61. %100 görüntü kalitesi durumu	147
Şekil 5.62. %50 görüntü kalitesi durumu	148
Şekil 5.63. %20 görüntü kalitesi durumu	148
Şekil 5.64. % 5 görüntü kalitesi durumu	149
Şekil 5.65. % 100 görüntü kalitesi	150
Şekil 5.66. % 50 görüntü kalitesi	150
Şekil 5.67. % 100 görüntü kalitesi	151
Şekil 5.68. Dialup % 100 görüntü kalitesi	152
Şekil 5.69. Dialup % 50 görüntü kalitesi	152
Şekil 5.70. Dialup % 20 görüntü kalitesi	153
Şekil 5.71. Dialup % 5 görüntü kalitesi	153
Şekil 5.72. ADSL % 100 görüntü kalitesi	154
Şekil 5.73. ADSL % 50 görüntü kalitesi	154
Şekil 5.74. Ethernet % 100 görüntü kalitesi	155
Şekil 5.75. % 100 görüntü kalitesi	158
Şekil 5.76. % 50 görüntü kalitesi	158
Şekil 5.77. % 20 görüntü kalitesi	159
Şekil 5.78. % 10 görüntü kalitesi	159
Şekil 5.79. % 5 görüntü kalitesi	160

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. A-law kodlamasında bit akışı	17
Çizelge 2.2. H264 ve diğer sıkıştırımların kıyası	27
Çizelge 5.1. Y,U,V'nin RGB'den elde edilmesi	89
Çizelge 5.2. DSIS değerlendirme sonuçları	128
Çizelge 5.3. DSQS değerlendirme sonuçları	132
Çizelge 5.4. G711 kodlaması dialup tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri.....	134
Çizelge 5.5. G723 için dialup tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri.....	135
Çizelge 5.6. GSM 6.1 için dialup tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri.....	136
Çizelge 5.7. G711 için ADSL tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri.....	137
Çizelge 5.8. G723 için ADSL tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri.....	138
Çizelge 5.9. GSM 6.1 için ADSL tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri.....	139

SİMGELELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AVC	Advanced Video Coding
BGP	Border Gateway Protocol
CT	Computerized Tomography
DSCQS	Double Stimulus Continuous Quality Scale
DSIS	Double Stimulus Impairment Scale
EGP	Exterior Gateway Protocol
FDM	Frequency Division Multiplexing
FR	Frame Relay
FTP	File Transfer Protocol
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Groupe Speciale Mobile
HDTV	High Definition Television
IGMP	Interior Gateway Multiplexing Protocol
IGP	Interior Gateway Protocol
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
IVR	Interactive Voice Response
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
MOS	Mean Opinion Score
MPEG	Moving Picture Experts Group
MPLS	Multi Protocol Label Switching
MR	Magnetic Resonance
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OSPF	Open Shortest Path First
PSNR	Peak Signal To Noise Ratio
PVC	Permanent Virtual Circuit
RFC	Request For Comment
RGB	Red Green Blue
RIP	Routing Information Protocol

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

SAN	Storage Area Network
SSIM	Structural Similarity index Metric
SVC	Switched Virtual Circuit
TCP	Transmission Control Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
UDP	User Datagram Protocol
VOD	Video On Demand
VOIP	Voice Over Internet Protocol
VPN	Virtual Private Network
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WAN	Wide Area Network

SÖZLÜK DİZİNİ

Asymmetric Digital Subscriber Line	Asimetrik sayısal abone hattı
Broadcast	Tam yayın
Chrominance	Kroma
Client	İstemci
Codec	Sıkıştırma işlemi yapan algoritmalar
Contrast	Zıtlık
Corectional care	Düzeltilme bakımı
Decoder	Kod çözücü
Dialup	Çevirmeli bağlantı
Edge	Kenar
Encoder	Kodlayıcı
Firewall	Saldırı duvarı
Hub	Düğüm
Jitter	Seğirme
Local loop access	Yerel döngü erişimi
Luminance	Parlaklık
Mean opinion score	Ortalama kanaat sonucu
Multicast	Çoklu yayın
Peek signal to noise ratio	Tepe sinyal gürültü oranı
Process Layer	Süreç Katmanı
Public switched telephone network	Kamusal anahtarlamalı telefon ağı
Quality of service	Servis Kalitesi
Router	Fiziksel yönlendirici
Set top box	Masa üstü kurulum kutusu
Sharpness	Keskinlik
Single board PC	Tek kartlı bilgisayar
Streaming	Akış yapma
Structural Similarity index Metric	Yapısal benzerlik indeks metriği
Synchronization source	Senkronizasyon kaynağı
Teleconsultation	Uzaktan muayene
Telehomecare	Evde bakım
Unicast	Tekli yayın

1. GİRİŞ

Bilgisayar ve ağ teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde ses ve video iletimi daha kaliteli ve daha yaygın olarak yapılabilmektedir. Önümüzdeki yıllarda genişleyen telekomünikasyon sektörüyle birlikte ses haberleşmesinin büyük bir çoğunluğunun IP protokolü kullanan paket anahtarlamalı ağlar üzerinden taşınması beklenmektedir. Şu anda uzak mesafe telefon görüşmeleri IP ağları üzerinden ses VOIP (Voice over IP) olarak gerçekleştirilebilmektedir. Eğilimin bu yöne kaymasında temel etken, bu tür IP ağların ve internetin daha ucuza sesi taşıyabilmesinden kaynaklanmaktadır.

Ülkemiz genelinde internet erişimi ev kullanıcıları için halihazırda bulunan bakır hatlı telefon şebekesini kullanarak sağlanmaktadır. Bakır telefon hatlarını kullanarak çevirmeli bağlantı (dialup) ile erişim maksimum, servis kalitesi garantisiz 53 kbps 'lik en iyi çaba (best effort) internet erişimi sağlamakta ve bu bant genişliği iyi bir video konferans yapmaya elverişli değildir. Öte yandan yine mevcut telefon hatlarınının üst bandını veri iletişimi için kullanan Asimetrik Sayısal Abone Hattı (ADSL), ülkemiz telefon alt yapısı ve şebekesi düşünüldüğünde, ülkemiz için teorik maksimum 8 Mbps indirme bandı ve maksimum 2 Mbps yükleme bandına izin vermektedir.

Şu an için 512 /128 Kbps 'lik internet erişimi, video sıkıştırma teknolojisindeki gelişmelerle karşılıklı olarak masaüstü (desktop) video konferans uygulaması gerçekleştirmeye izin verecek kapasitededir . İnternet erişim fiyatları gelişen teknolojilerle birlikte düşmektedir.

Ülkemiz coğrafyası ele alındığında çevirmeli bağlantıya telefon abonelerinin %95'lik bir kısmının ulaşabilmesi mümkündür. ADSL bağlantısı düşünüldüğünde dialup bağlantıdan daha hızlı olan ADSL bağlantısı Türkiye'deki abonelerinin %85'ine verilebilecek düzeydedir. IP/MPLS ağ omurga teknolojileriyle geniş bantlı internet ve verilebilir servis sınıfları sayesinde daha iyi kaliteli ve daha yüksek çözünürlüklü video konferans uygulamaları mümkün olabilecektir.

Video konferans uygulamaları uzak ofisleri bulunan şirketlerin iş toplantılarında, askeri birliklerin komutanlarının haberleşmesinde, uzakta bulunan bilim adamlarının tartışmasında, uzaktan eğitimde ve bir çok alanda kullanılabilir. Amerika Birleşik Devletlerinde, Japonya ve bazı avrupa ülkelerinde video konferans uygulamaları, [1,2,4] Teletıp kapsamında yoğun bir şekilde kullanılarak, uzak mesafelerde bulunan hastaların ve doktorların birbirleriyle yapması gereken rutin görüşmelerin seyahat edilmesine gerek kalmadan yapılabilmesine olanak vermektedir. Bu tür teletıp uygulamaları sayesinde milyonlarca dolar tasarruf sağlandığı anlatılmaktadır.

Video konferans sistemleri sayesinde, Teletıp uygulamaları başlangıçta psikiyatri alanıyla başlamış ve görülen faydası sayesinde ,bazı ölçüm cihazlarının sisteme bağlanarak hasta ile ilgili ölçümlerin (ECG, kan basıncı, sıcaklık vb) uzaktan yapılabilmesiyle diğer tıp bilimi dallarına da kaymaya başlamıştır.

Video konferans ünitesi bir teletıp sisteminin en önemli parçası sayılabilir. Ülkemizde teletıp uygulamalarının henüz yaygınlaşmadığı düşünüldüğünde ve belirli bir süre faydalarının anlaşılması sonucunda yaygınlaşacağı göz önüne alındığında bu tür teletıp uygulamalarının geliştirilmesi ve desteklenmesi gereklidir. Bu konuda gerekli adımlar atılmadığında, yapılan araştırmalar desteklenmediğinde bir süre sonra bu tür sistemlerin ülkemiz insanı tarafından geliştirilmemesi sonucunda yurtdışından ithalat başlayacak ve bu gün cep telefonu için sarfedilen milyarlarca dolar gibi milli gelir bu sistemlere harcanacaktır.

Bu tez çalışmasında ülkemiz telekomünikasyon altyapısı göz önünde bulundurularak ve gelecekteki telekomünikasyon yapısı da düşünülerek, teletıp uygulamalarında kullanılmak üzere internet üzerinden çalışabilecek, tamamıyla Türkçe arayüzlü bir video konferans yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım, mevcut telefon hatlarını kullanan ADSL şebekesinde optimum çalışacak şekilde düşünülmekle birlikte, çevirmeli ağ bağlantılarında da kabul edilebilir seviyede çalışmaktadır bu seviyeler deneylerde irdelenmiştir. Geliştirilen yazılımın uygun bir gömülü (embedded) veya tek kartlı PC'ye (single board PC) yüklenmesiyle küçük hacimli bir sistem geliştirmek mümkündür. Günümüzde dizüstü bilgisayar fiyatları gömülü sistemlerin fiyatları ile kıyaslanabilir olduğundan donanım olarak bir dizüstü bilgisayar kullanılması düşünülmüştür.

Dialup için uyarlamalı (adaptive) bir mekanizma olarak video sıkıştırmasının bit oranı ayarlanabilmekte ve böylece gerektiği zaman sesin ve gerektiği zaman da videonun daha iyi kaliteyle iletilebilmesine izin vermektedir. Geliştirilen yazılım, bilgisayar bilgisi fazla olmayan hastaların bile kullanabilmesi için yol gösterici mesajlarla kullanıcıyı yönlendirebilmektedir. Sisteme dahil edilen yazılı mesajlaşma ile görüntü, ses ve metin entegrasyonu sağlanmıştır. Metin mesajlaşmasının güvenliği için örnek göstermesi açısından en temel şifreleme olan “Caesar” şifrelemesi kullanılmıştır.

Sisteme dahil edilen kontrol imkanı ile, kullanıcı karşı tarafın kamerasını internet üzerinden, uzaktan, açabilmekte, kapatabilmekte, karşı tarafın kamerasının video çözünürlüğünü ve yine karşı tarafın video kodlama bit oranını değiştirebilmektedir. Bu kontrol işlemlerini yazılı mesajlaşma kutusu ile Türkçe komutlarla gerçekleştirebilmektedir.

Yazılım geliştirme aşamasından sonra program ADSL, dialup, genişbant, internet erişimlerinde denenmiştir. Programın bant genişliği tüketim davranışı bir trafik analizörü program ile gözlenmiştir. Programın video görüntü kalitesi PSNR, SSIM nesnel kalite ölçümü yöntemleriyle , sonra öznel test yöntemleri olan ve ITU-R.BT 500-11 standardında yer alan DSIS ve DSCQS yöntemleriyle test edilmiştir. Programın ses kaliteside MOS değerlendirme testlerine tabi tutulmuştur. G.711, G723.1 ve GSM 6.10 ses kodlamalarının kullanılması durumunda seyirme (jitter) değerleri ADSL ve dialup bağlantıları için ölçülmüştür. Bu testlerden sonra Intel Video konferans sistemleri test merkezinde çalışmış olan mühendislerin, intel video sistemleri araştırma laboratuvarında kullandığı test yöntemiyle program performansı tekrar test edilmiştir.

2. İNTERNET DESTEKLİ SİSTEMLER VE UYGULAMALAR

Veri ve metin haberleşmesi için oldukça yeterli bir kapasiteye sahip internet gün geçtikçe yaygınlaşan kullanımı ve uygulama alanlarıyla hayatımızın bir parçası olmuştur. İnternet üzerinden metin ve veri iletmenin yanı sıra, artan ihtiyaçlar doğrultusunda, haberleşme teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte daha yüksek bant genişlikleri son kullanıcılara sağlanabilir hale gelmiş ve buna paralel olarak ses ve video kodlamasındaki gelişmelerle birlikte artık günümüzde, internet üzerinden radyo yayını ve televizyon yayını gibi uygulamalar hayata geçirilebilmiştir.

Günümüz haberleşme teknolojisi, değişik yerlerde bulunan kişilerin etkileşimli olarak birbirleriyle canlı sesli ve görüntülü iletişim kurabilmesine olanak vermektedir. Uzaktan eğitim temel ve süregelen eğitimin uzaktaki öğrencilere sağlanmasıdır. Telekonferans sistemlerinin kullanımıyla uzaktan eğitim ve teletıp uygulamaları yapılabilmektedir [1].

Diğer yandan telekomünikasyon sektöründe, bazı telekom operatörleri televizyon yayınlarını IP omurgalı ağlar üzerinden katma değerli servisler ve canlı etkileşim özellikleri ekleyerek kablo TV ve dijital TV operatörleriyle rekabet edecektir. Rekabete açık ödemeli TV pazarında, Telekom operatörünü başarıya götüren anahtar, ses, video ve genişbandı içerikle birleştirerek müşteriyi kendine çeken triple play uygulamalarını genişletmekten geçer. Uydu yayıncıları, teknolojik kısıtlamalardan ötürü bu marketin dışında kalırlar. [2]

Bunun yanında askeri uygulamalar örnek olması açısından da savaş sırasındaki görüntüler karargaha IP ağları üzerinden yüksek çözünürlüklü video ve ses olarak artık günümüz teknolojisiyle aktarılabilmektedir. Birliklerle karargah ve komuta merkezleri arasında iletişim kablosuz erişim teknolojileri kullanılarak yapılabilmektedir. Ülkemizde yapılan bir uygulama TASMUS projesidir.

TASMUS santral altyapısı, TACOMS (Tactical Area Communications - Taktik Saha İletişimi) Post 2000 çalışmaları dikkate alınarak geliştirilmiştir. Sistemin tasarımı en son tasarım ve üretim teknolojileri kullanılmıştır. Proje kapsamında Nortel Networks Netaş tarafından geliştirilen ATM ve ISDN santraller kullanılmıştır. TASMUS santral altyapısı üzerinde gerçekleştirilen ses, veri ve görüntü entegrasyonu ile, mobil birlikler, ihtiyaç duyulan her türlü taktik bilgiyi gerçek zamanlı olarak paylaşabilmektedir. Prototip sistemlerin kullanımıyla birlikte yeni ihtiyaçlar gündeme getirilmiş olup, bu ihtiyaçların karşılanmasına yönelik ek tasarım çalışmaları başlatılmıştır. IP desteği ve gelişmelere açık yapısıyla TASMUS santral sistemi bugünün olduğu kadar, yarının ihtiyaçlarına da cevap verebilecek kabiliyettir. [3]

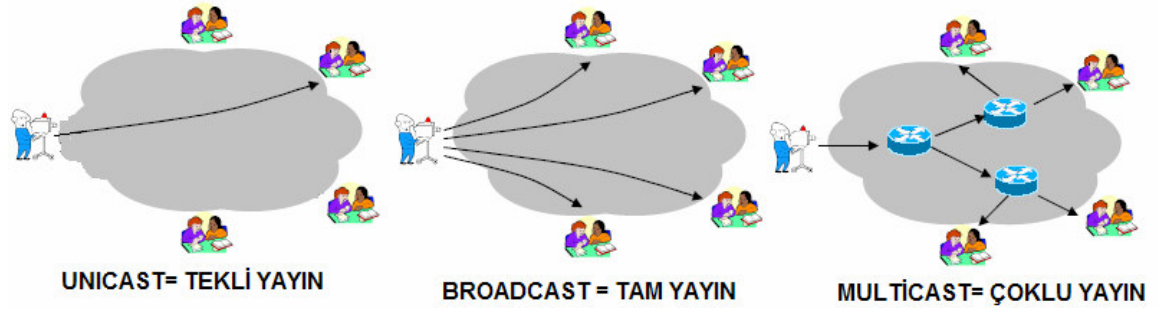
[4], [5], [6] 'dan anlaşılmaktadır ki, şu anda ABD, Japonya ve bazı Avrupa ülkelerinde kullanılan internet destekli teletıp sistemleriyle birbirinden uzak noktalardaki hastanelerde bulunan doktorlar birbirleriyle fikir alışverişinde bulunabilmekte, uzaktaki hastalarıyla görüşebilmektedir. Teletıp sistemlerine dahil edilen elektronik stetoskop ve EKG gibi cihazlarla hastaya ait veriler toplanabilmektedir.

Bütün bu uygulamaların yapılabilmesi için multicast ve broadcast teknolojileri kullanılmaktadır Şekil 2.1'de Broadcast, Multicast ve Unicast gösterilmektedir. Unicast bilginin (video ve ses akışı) sadece tek bir alıcıya gönderilmesidir, az kullanıcı sistemler için uygundur.

Multicast yapılan yayının, yayını almak isteyen son kullanıcılara gönderilmesidir. Bu işlem genelde, IGMP, DVMRP gibi multicast protokollerini destekleyen akıllı yönlendiriciler ile yapılmakla birlikte Mayıs 2005 yılında Carnegie Mellon Üniversitesinde Bilgisayar Bilimlerinde doktora çalışması yapan Yang-Hua-Chu tarafından son sistem multicast (end-system-multicast) diye bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemde yayını yapan sadece bir alıcıya video akışını gönderir, alıcı bunu çoğaltarak diğer kullanıcılara göndererek bant genişliği problemini azaltmaktadır. Multicast aktif edilmemiş ağ cihazlarında işlevsellik olarak ortaya çıkmaktadır, fakat gecikme problemi ve mesajı çoğaltan alıcının

yükleme (upload) bant genişlikleri düşünülürken bu yöntemde dezavantajları vardır.

Broadcast yayın ise ağdaki tüm kullanıcılara aynı verinin gönderilmesidir. Bu yöntem günümüzde IPTV ile son kullanıcılara reklam gönderme gibi işlevsel işlerde yerini almaktadır. Bu yöntemin sakıncası mesajı almak istemeyen sistemlere de mesajın ulaşarak bant genişliği israfına sebebiyet vermesidir.



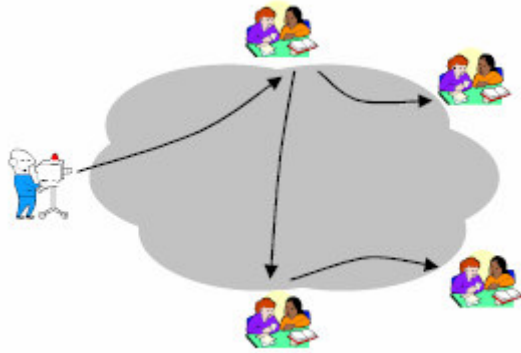
Şekil 2.1: IP üzerinden yayın teknolojileri ,Unicast, Multicast, Broadcast

Tek noktaya yayın yapan unicast bir sistem düşünülürken 300 kbps 'lik bir video akışının 100 kişiye aynı anda gönderilmesi söz konusu olduğunda, yayını yapan yayıncının 30 Mbps 'lik çıkış bant genişliğine ihtiyaç vardır ve bu bir çok kişi için alınamayacak kadar büyük bir bant genişliğidir [7].

Kabul edilen ortak düşünce, ağ altyapısına IP seviyesinde işlevsellik eklemektir. IP Multicast ile, yayıncı IP ağına göndermek istediği video akışının sadece bir kopyasını gönderir. Ağ akıllıca bu video akışını tüm alıcılara çoğaltarak gönderir. Veri replikasyonunu görevini IP yönlendiriciler üzerine kaydırarak, yayıncı ve alıcılar için gerekli olan bant genişliği başarılı bir biçimde düşürülür. 15 sene önce ilk kez önerilmesinden bu yana IP Multicast'e ölçeklenebilirlik, ağ yönetimi, ve yüksek seviyelerde destek gibi kaygılar devam etmektedir [7].

Bu yüzden mevcut multicast özelliği olmayan ekipmanlarda son kullanıcılar tarafından alınan akışın yakındaki kullanıcılara replikasyonu ile End System Multicast kavramı ortaya çıkmıştır, ama günümüzde ağ cihazlarının bir çoğu IGMP ve DVMRP gibi multicast protokollerini desteklediklerinden multicast yayınlar için

ciddi bir problem yok denebilecek kadar azdır. Şekil 2.2 'de son kullanıcı multicast sistemi gösterilmektedir.



Şekil 2.2 Son kullanıcı Multicast sistemi

2.1. İnternet Üzerinden Radyo Yayını

Ses kodlamasındaki gelişmelerle, artık paket anahtarlama en iyi çaba (best effort) IP ağları üzerinden, yani internet üzerinden multicast teknolojisi kullanılarak radyo yayını yapmak olanaklıdır. Günümüzde bir çok radyo istasyonu yayınlarını internete de taşıyarak internet kullanıcılarına buradan hizmet vermektedirler.

Kullanılan ses sıkıştırma yöntemleri çok çeşitlidir. Genelde kullanıcılara internet üzerindeki radyo istasyonları hangi tür internet erişimi kullandıklarını sorarak yayını bu sıkıştırma ile yapmaktadırlar, kullanıcı dialup seçtiyse dialup için GSM 6.1 , ve G.723 codeçleri , real player'ın geliştirdiği real audio sıkıştırma yöntemleri ,Quick time şirketinin sıkıştırma yöntemleri , vb. kullanılmaktadır. Daha yüksek bant genişliğine sahip son kullanıcılar için ise daha fazla bant genişliği gerektiren G.711 gibi sıkıştırma yöntemleri kullanılmaktadır.

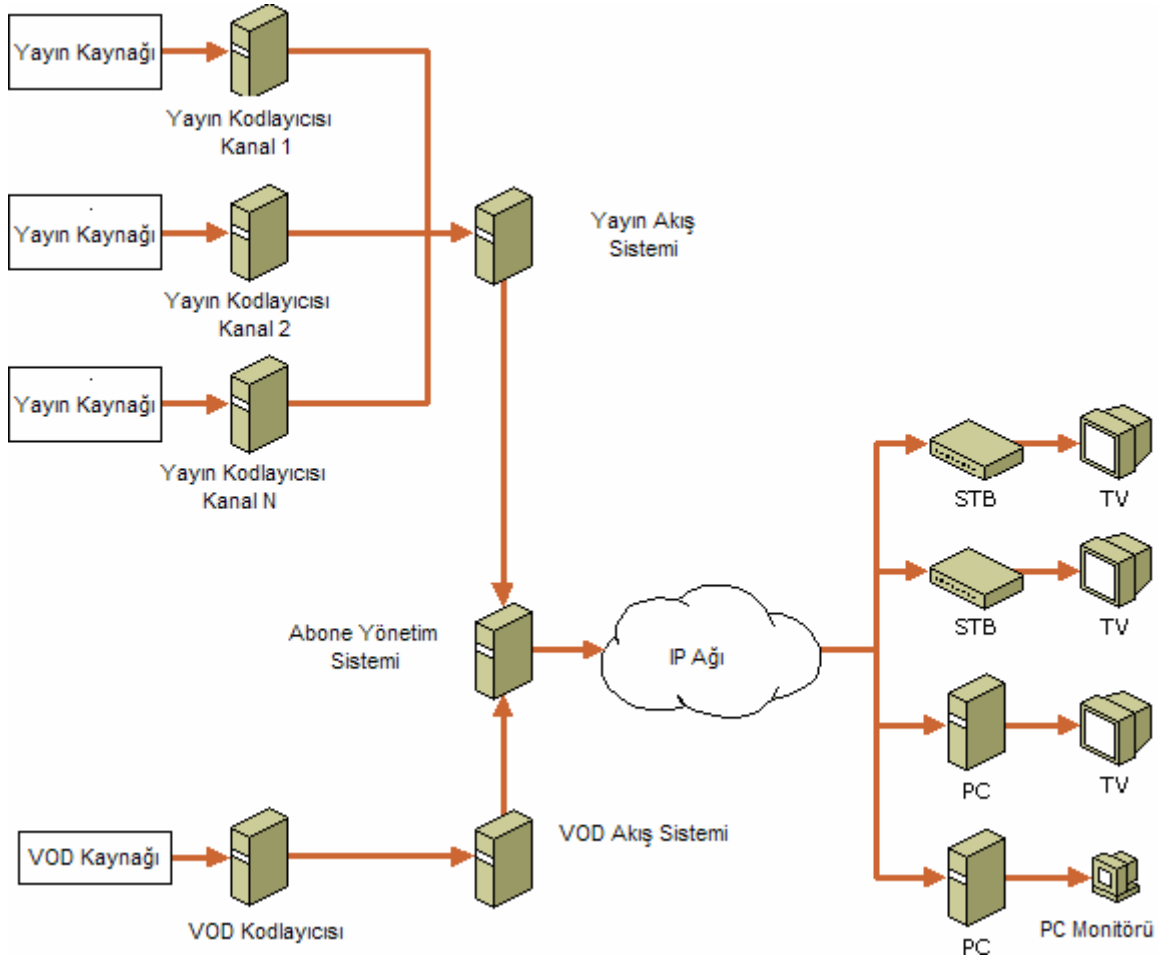
3G diye adlandırılan üçüncü nesil cep telefonlarıyla bu tür IP protokolüyle internet üzerinden yapılan radyo yayınlarını, paket anahtarlama GPRS ve devre anahtarlama Edge ağları üzerinden dinleyebilmek de mümkündür. GSM operatörleri bu tür servisleri katma değerli servisler olarak abonelerine vermektedir.

2.2. IPTV

Transmisyon teknolojisindeki gelişmeler ile DWDM sistemlerinin geliştirilmesi ile fiber kablolar üzerinden geniş bantlı iletişim sistemlerinin yaygınlaşması , erişim şebekelerinde mevcut bakır telefon hatlarını kullanan ADSL gibi asimetrik erişim metodlarının ortaya çıkması, ATM 'in etiketleme yapısıyla IP'nin esnekliğini kullanarak ortaya çıkan MPLS teknolojisi, ve video sıkıştırma algoritmalarında yapılan çalışmalar ile günümüzde artık insanlar televizyon yayınlarını ve buna ek olarak katma değerli servisleri (yazılı mesaj, bilet rezervasyonu, doğal afet uyarı mesajları, havale ve bankacılık işlemleri vb. internet ile yapılan diğer işlemleri) IP ağları üzerinden alabilmektedirler. Günümüzde PAL formatında 30 fps yayın yapan bir IPTV sistemi MPEG-2 sıkıştırması kullanıldığında 6 Mbps ve H.264 /AVC sıkıştırma kullanıldığında ise 1.5 Mbps 'lik bant genişliği gerektirmektedir.

IPTV broadcast televizyonun ve istek üzerine, zengin medya içeriğinin internet protokolü ortam olarak kullanılmak üzere verilmesi metodudur. Herhangi geniş bantlı IP ağı IPTV için kullanılabilir. IPTV daha önemli bir şekilde taşıyıcılar, telefon şirketleri ve kablo ve uydu TV taşıyıcıları için televizyonu mevcut iletişim altyapılarından kalabalık kitlelere ulaştırmak için kullanılan birincil mekanizmadır. IPTV taşıyıcıya esneklik sunar ve, müşterilere ilave servisler formunda katma değerli servisler vererek taşıyıcının karlılığını ve rekabet gücünü artırır. Kısmi olarak, IPTV triple play adıyla anılan, ses, veri ve video servislerinin bir yüzünü sağlar. Üçlü oynatma (triple play) müşterinin evine veya işyerine tek bir hat ile televizyon, video, ses, veri ve internetin tek bir sağlayıcı tarafından getirilmesidir. [8]

Müşteriler veri ve sesin iki yönlü iletilmesine yabancı değillerdir, ama IP ağlar ayrıca iki yönlü iletişimi video bağlantılarında da sağlarlar. Servislerin üçü tek bir elden verildiğinden müşteriler televizyon ekranında web sayfalarını görüntüleyebilir, telefon çağrılarını görebilir, sms gibi mesajları televizyon ekranından okuyabilirler. IPTV genelde iki iletim senaryosuna dayanır, broadcast istek üzerine video (broadcast video on demand) , Şekil 2.3'te IPTV ağ yapısı gösterilmiştir. [8]



Şekil 2.3 : IPTV altyapısı

IPTV altyapısında :

Yayın kaynağı, ticari kablo ağından yada havadan yayın yapan televizyon istasyonundan canlı olarak beslenen kısımdır. Yayın kodlayıcısı, analog sinyali ya da yüksek bit oranlı sayısal akışı kaynaktan alarak, IP ağlar üzerinden taşınabilecek forma ve sıkıştırılmış hale getiren sistemdir. Bir kodlayıcı tipik olarak bir PC üzerinde çalışan bir yazılım programı olabilir, ya da bu işe adanmış bir donanım olabilir. Donanım ayrıca medya sunucusu işlevselliği de kazandırabilir. Yayın akış sistemi, ağdaki çok sayıda istemciye belirli bir sayıda kodlanmış akış sunan medya sunucusudur. Yayın sunucusu multicast veya unicast akışlarını iletebilir. Tipik olarak hata toleransını desteklemek için konfigüre edilen çoklu sunuculardan oluşur [8].

İstek Üzerine Video Akışı (VOD stream) , Ağda istemciler için VOD dosyalarının tutulduğu bir medya sunucusudur. Sunucu büyük sayıda büyük dosyaların saklanmasına, ve binlerce sayıda izleyiciye bunları akış olarak ileten sistemdir. Sıkça, sistem bir sunucu çiftliğinde (Server Farm) bulunan maksimum sayıda gerek akışı ve hata toleransını sağlayabilmek için konfigüre edilen çok sayıda sunucudan oluşur. Depolama sıkça bir depolama alan ağı (Storage Area Network) (SAN) tarafından sağlanır. [8]

Abone Yönetim Sistemi, müşteri aktivitesini ve ilave müşteri servislerini, mesela elektronik program kataloğunu ve faturalandırmayı entegre eder. Burada geçen IP ağı, tipik olarak, yüksek hızlı, güvenilir, ve IP koşan bir ağıdır. Müşteri tarafında bulunan müşteri kurulum cihazı (set top box), müşterinin kodlanmış olarak gelen veri akışını medya sunucularından alarak televizyonun anlayabileceği standart bir analog veya sayısal sinyale çevirir ve bunun yanında web sayfası görüntüleme, kişisel video kaydedicisi vb. ilave servisleri de destekler. [8]

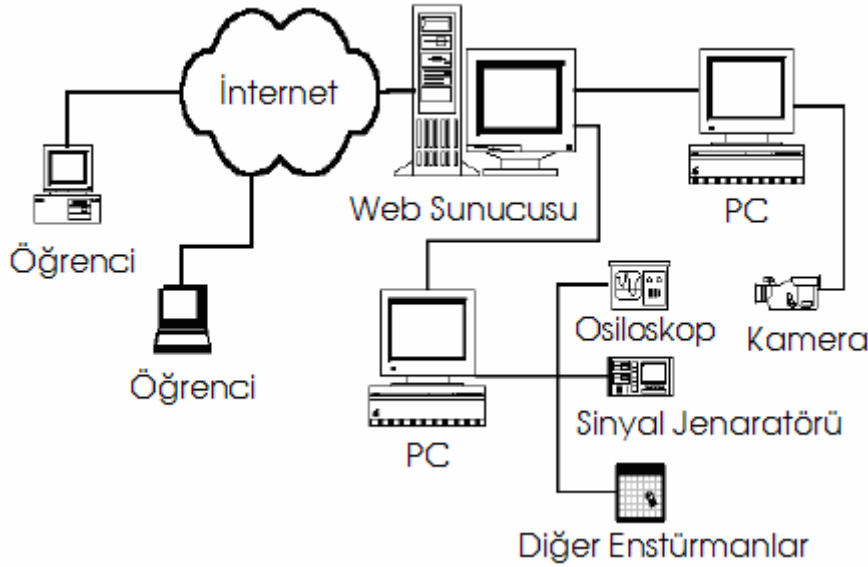
Televizyon yada monitor, IPTV, başlangıçta , standart tanımlı televizyon (Standart Definition TV) (SDTV) kalitesinde görüntüler iletebilmeyi amaçlamıştır ancak VDSL ve ADSL+2 ve evlere direk fiber gibi servislerin sunulmasıyla telekom operatörleri yüksek tanımlı televizyon (High Definition TV) (HDTV) yayını ve birden fazla yayını verebilecek konuma gelmişlerdir. [8]

2.3. Uzaktan Eğitim

Uzaktan eğitim bir çok aktivite alanına uygulanabilirken, uzaktan eğitim'in tanımını kendi amaçlarımıza göre, medya ortamını kullanan, ve öğrencilerle fakültenin zaman veya mesafe ile ayırık olduğu resmi program olarak yapılmıştır. Uzaktan eğitim organizasyon, sunum ve entelektüel içerikte ve kurs içeriğinin verilebilmesinde elektronik teknolojisini kullanır. Uzaktan eğitim dersi iki önemli bileşene sahiptir. Bunlar entelektüel içerik ve iletimi veya yayılmasıdır. Entelektüel içeriğin teknolojik olarak genişlemiş sunumlarının geliştirilmesi belirgin bir çaba gerektirir. Böyle sunumlar, CD-ROM lardan, veya animasyonlar, video, ses, resim,

hypertext metin, ve etkileşimli simülasyonlar gösteren bir web sayfasından oluşabilir. Bu tür dersler, ders videolarından, ilgili konulara giden genişletilmiş hypertext linklerinden ve öğrencilere dersin belirli kısımlarını bulabilmelerine yarayan dinamik indekslemelerden oluşabilir. Bu tür bir çok materyal genişletilebilir, ve kampüs içinde veya dışında kullanılabilir. [9] Mevcut teknoloji, laboratuvar ekipmanına ve enstrümanına internet yoluyla uzaktan erişimi mümkün kılmaktadır. Bu özellikle mühendislik eğitiminde faydalı olabilir. Yarı zamanlı (part-time) öğrenciler ve uzaktaki öğrenciler laboratuvar malzemelerine uzaktan erişebilirler. Bu tür uzaktan erişimli laboratuvar ekipmanları öğrencinin pahalı ekipmanlar kullanmasının önüne geçer. [10]

Örnek olarak Ulusal Singapur Üniversitesi Elektrik-Elektronik mühendisliğinde 1999 yılında geliştirilen bir uygulama ile öğrenciler deneylerini internet üzerinden yaparak osiloskop ekranını okuyabilmekte, ve deney sonuçlarını görebilmektedirler. Geliştirilen sistemin blok şeması Şekil 2.4 'te verilmiştir.



Şekil 2.4 Singapur Üniversitesinde geliştirilen uzaktan deney sistemi [10]

Uzak laboratuvarda bulunan bilgisayarlar osiloskop ve sinyal üretici gibi mühendislik enstrümanlarına bağlanmaktadır. Öğrenciler bu makinalara internet üzerinden erişim sağladıklarından, hem bilgisayar hem de ekipmanı kontrol

edebilmektedirler. Fiziksel dünyada neler olduğunu görebilmek için sisteme bir kamera da dahil edilmiştir.” [10]

Sistem IBM uyumlu bir bilgisayar ve veri elde etme kartı (data acquisition card) GPIB arayüz kartı, ve Ethernet kartından oluşmaktadır. Bilgisayar internete Singapur ulusal üniversitesi vasıtasıyla ulaşmaktadır, bilgisayar donanımına ek olarak, programlanabilir osiloskop ve sinyal jeneratörü cihazları ve GPIB kablosu, bir video kamera ve internet tabanlı video sunucusu, labview programlama ortamı ve internet yazılım geliştirme kiti, apache web sunucusu ve deney sonuçlarını kayıt için veri tabanı olarak mySQL kullanılmıştır. Deney yapmak isteyen öğrencinin elinde Windows 95 yüklü bir bilgisayar, Netscape web tarayıcısı ve bir internet bağlantısı olması yeterlidir.

Bu sistem sayesinde öğrenciler deneylerini laboratuvara gitmeden evlerinden yapabilmekte ve deney sonuçlarını veri tabanına kaydedebilmektedirler, belirli aralıklarla gönderilen ve osiloskop ekranını odaklayan kamera sayesinde sinyal davranışlarını görebilmektedirler. Ayrıca osiloskop ve sinyal jeneratörü programlanabilir cinsten olduğundan uzaktan kontrol edebilmektedirler.

2.4. Uzaktan Kontrol

Günümüzde internet üzerinden kontrol uygulamaları önem kazanmaktadır. Artık insanların işyerindeki bilgisayarlarından evlerini görüntüleyebilmekte, kombilerini eve gitmeden yakabilmekte, ışıkları açık unutmuşlarsa söndürebilmekte, fırında ya da ocakta hazır bulunan yemeği ısıtabilmektedirler. Son zamanlarda bu uygulamalar internet bağlantısı yapabilen üçüncü nesil cep telefonlarıyla da uyumlu hale gelmiştir. Böylece insanlar cep telefonundan komutlar göndererek evdeki sistemlerini kontrol edebilmektedirler.

İnternetin hızlı gelişimi internet tabanlı otomasyon sistemleri için inanılmaz imkanlar sağlar. Lambalar, klima kontrol sistemleri, ve seyir kameraları gibi ev cihazları kablolu veya kablosuz ağlar vasıtasıyla internete bağlanabilirler. Tahmin edilmektedir ki internet bağlantılı ev ağları günlük yaşantımıza pek yakında

girecektir [11]. Bu günlerde Akıllı evler, ev uygulamalarının, elektronik cihazlarının, kontrol sistemlerinin ve bilgisayarların ağı bağlantısını temsil eder. Ana amaç ev otomasyonu ve kontroldür. Önemle üzerinde durulanlar, gözetleme ve diğer güvenlik sistemlerine ses ve video ekipmanını koymak, ve küçük cihaz kontrolleriyle bilgisayarları ve haberleşmeyi internet bağlantısı kullanarak bütünleştirmektir. [12]

Telecerrahi, uzaktaki bir cerrah tarafından bir robotun ellerini kontrol ederek ve ameliyat bölgesindeki bir cerraha danışarak gerçekleştirdiği teletıp uygulamasıdır. Dünyanın ilk deniz aşırı cerrahi ameliyatı 7 Eylül 2001 yılında Fransız cerrah Jaques Marescaux tarafından yardım edilen Gagner tarafından gerçekleştirilmiştir. Ameliyata Operation Lindbergh adı verilmiş, 55 dakika sürmüştür. Araştırmacılar ZEUS robotik cerrahi sistemini kullanmışlardır. Gagner ve Marescaux kontrol panellerini New York'tan kullanmışlardır ve 3 robot kolundan biri yakından çekimi kontrol etmiştir. [13]

İnternet üzerinden kontrol uygulamaları sadece bununla sınırlı değildir, fabrikalarda kullanılan CNC tezgahları ve üretim robotları bilgisayarlara bağlı olarak çalışmaktadırlar. Bu bilgisayarlar bir yerel ağı bağlanarak ve yerel ağı da internet çıkışı verilerek, internet üzerinde ki bir kullanıcıya bu cihazları kontrol etme yetkisi vermek mümkündür. Böyle bir sistem sayesinde Japonya, Türkiye ve Amerika da fabrikası bulunan uluslararası bir otomobil şirketi üretim planlarını yaparak bilgisayar üzerinden bir komutla bu üç ülkede bulunan fabrikalarda eş zamanlı olarak üretimi başlatabilir. Fabrikalarda bulunan cihazlar arızalı oldukları bilgisini okyanus ötesinde bulunan bir bilgisayara gönderebilir. Üretimde kullanılan cihazların ayakta kalma süreleri ve yedekliliği uzaktan denetlenebilir. Üretimde bulunan robotlar bitirdikleri ürün sayılarını internet üzerinden deniz aşırı bir ülkede bulunan veri tabanına gönderebilmektedir.

İnternet üzerinden kontrol uygulamalarının gelecekte, teletıp uygulamalarında yoğun biçimde kullanılacağı muhtemeldir. Günümüzde daha çok konsültasyon, gözetim ve veri okumaya yönelik olan teletıp uygulamaları internet üzerinden kontrol uygulamalarıyla birlikte uzakta ameliyat gibi olayları gerçekleştirebilecektir. Uzakta bulunan bir hasta gittiği sağlık ocağında bulunan ve bilgisayar denetimli

ameliyat robotlarının başka şehirde bulunan bir doktor tarafından geniş internet bağlantılı bir bilgisayarı kullanarak ameliyat edebilmesi mümkün olabilecektir.

2.5. Telekonferans Sistemleri

Telekonferans terimi değişik şekillerde tanımlanmıştır. Bir tanıma göre çoklu bölgeye yayılmış sesli konferans, bir başka tanıma göre telefon ya da bilgisayar ağları ile yapılan ses görüşmesi, bir tanıma göre farklı yerlerde bulunan insan ve insan grupları arasında sesli ve görüntülü gerçekleştirilen görüşme, diğer bir tanıma göre ise telekonferans bir iletişim ortamı vasıtasıyla kişiler ve makineler arasında yapılan canlı veri değişimi işlemidir.

Sıkıştırma teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde günümüzde kısıtlı bant genişliğine sahip internet bağlantılarında bile anlaşılır net bir biçimde ses iletişimi kurmak mümkün olmuştur. Telekonferansın IP tabanlı en iyi çaba internet üzerinden taşınmasının en büyük faydası görüşmelerin fiyatının düşmesi olmuştur. çünkü paket anahtarlama ağlarda görüşme sırasında ses kodlanıp paketler halinde ağdan iletilir ve paketler farklı yollardan alıcı uca ulaşabilirler.

Geleneksel devre anahtarlama telefon görüşmelerinde ise görüşme süresince 64 kbps' lik bir bant genişliği sadece bu görüşme için adandığından normal PSTN şebekelerinde yapılan görüşmeler, IP tabanlı ağlardan yapılan görüşmelere göre daha pahalıdır. IP ağlarının sayesinde ucuzlayan ses iletişimi özellikle yurtdışı aramalarda kendisini hissettirmiş, ülkemizde de bu yönde bir eğilim başlamıştır. Uzak Mesafe Telefon Haberleşmesi olarak anılan IP tabanlı ses görüşmeleri, uluslararası telefon santraline bir hat vasıtasıyla ortam geçit yolu bağlanarak (media gateway) bu media gateway'in IP konuşan arayüzünden uzaktaki (diğer ülkelerdeki) IP konuşan ortam geçit yollarına bağlanarak bu geçityollarının da kendi ülkelerindeki uluslararası santrallere bağlanması yoluyla, IP ses trafiği başarılı bir şekilde hizmete verilebilmektedir.

2.5.1. Ses sıkıştırması

Ses trafiğinin internet üzerinden iletilmesi için sıkıştırılması gereklidir çünkü sıkıştırılmamış ses verileri daha fazla bant genişliği tüketimini beraberinde getirir. Sıkıştırma işlemini yapan matematiksel algoritmalara codec (sıkıştırma) denir. Kullanım alanına göre çok çeşitli ses codecleri geliştirilmiştir. Ses sıkıştırmaları kayıplı ve kayıpsız olmak üzere ikiye ayrılır, kayıpsız algoritmalar genelde ses mühendislerinin kullandığı ve önemli ve kalitesinden ödün verilmeden saklanması gereken seslerin sıkıştırılıp saklanmasında kullanılır ve kayıplı sıkıştırma algoritmalarına göre sıkıştırma oranları daha düşüktür. Telekonferans uygulamalarında kayıplı sıkıştırma algoritmaları kullanılır. Kayıplı ses sıkıştırmaları, insan kulağının duyamayacağı veya farkına varamayacağı yüksek ve alçak frekans bandındaki sesleri kodlamaz. Geliştirilen yazılımda kayıplı ses sıkıştırmalarından olan GSM 6.10 , G.723.1 ve G.711 ses sıkıştırmaları kullanılmıştır, bu algoritmalar GSM 6.10 ve G.723.1 dialup gibi düşük hızlı bağlantılarda iyi ses performansı sağlamaktadır.

2.5.1.1. G.723.1

G.723.1 ses sıkıştırması sesi 30 milisaniyelik bloklar ile gönderir, bu sıkıştırma müzik, DTMF ve fax tonları iyi bir biçimde gönderilemez bu tür amaç için G.711 sıkıştırması kullanılmalıdır. G.723.1 ses sıkıştırması en çok VOIP uygulamalarında kullanılır ve 1995 yılında ITU standartlarında yerini almış bir sıkıştırma algoritmasıdır. Algoritma karmaşıklığı 16 MIPS'in altındadır ve 2.2 kilobyte RAM alanı ister. İki tür bit oranında çalışabilir bunlardan bir tanesi 6.3 Kbps ile 24 byte'lık veriler ile kodlayan ve ses değerlendirmesinde bir grup değerlendiriciye sorularak oluşturulan ortalama kanaat sonucu MOS (Mean Opinion Score) değeri 3.9 olan kodlama, diğeri ise daha düşük bit oranıyla 5.3 Kbps 'lik bir sıkıştırma yaparak 20 bytelik veriler halinde kodlayan ve MOS değeri 3.62 olan kodlamadır. G.723 sıkıştırması saniyede 34 paket gönderir.

2.5.1.2. G.711

G.711 64 Kbps 'lik telefon sesini kodlamak için uluslararası bir standarttır. 8 Khz lik örnekleme oranı kullanır, ve örnek başına 8 bit kullanır. Nyquist teoremine göre, en yüksek frekans bileşeninin en az iki katında örnekleme yapılması gerektiğinden, G.711 0 ve 4 Khz arasında kodlama yapar. Telefon operatörleri iki farklı G.711 sıkıştırması kullanır, A-law ve μ -law(yada u-law), A-law uluslararası aramalarda standart olmuş bir sıkıştırmadır.

G.711 bir ITU-T standardı olarak 1972 yılında çıkmıştır ve öncelikli olarak telefon operatörlerince kullanılmıştır. G.711, ses frekanslarının 8000 örnek/saniye oranında örneklemeyle , 8 bitlik sıkıştırılmış PCM (Pulse Code Modulation) örneklerinin temsil edildiği bir standarttır. G.711 'de iki çeşit algoritma kullanılmaktadır bunlardan ilki Kuzey Amerika ve Japonya da kullanılan μ -law algoritmasıdır. İkinci algoritma ise Avrupa ülkelerinde kullanılan a-law algoritmasıdır. Her iki algoritma da logaritmiktir. [14]

Verilen bir x değeri için, μ -law kodlaması aşağıdaki eşitlik ile verilir,

$$F(x) = \text{sgn}(x) \frac{\ln(1 + \mu|x|)}{\ln(1 + \mu)} \quad -1 \leq x \leq 1 \quad (2.1)$$

Kuzey Amerika ve Japon standartlarında $\mu = 255$ (8 bit). μ -law genişlemesi ters eşitlik ile verilir.

$$F^{-1}(y) = \text{sgn}(y)(1/\mu)[(1 + \mu)^{|y|} - 1] \quad -1 \leq y \leq 1 \quad (2.2)$$

a-law algoritması Avrupa sayısal haberleşme sistemlerinde dinamik aralıklı analog sinyallerin sayısallaştırılmasında ve optimizasyonunda kullanılır. μ -law algoritmasına benzer. Verilen bir x girişi için, a-law kodlaması şu eşitlikle verilir.

$$F(x) = \text{sgn}(x) \begin{cases} \frac{A|x|}{1+\ln(A)}, & 0 \leq |x| < \frac{1}{A} \\ \frac{1+\ln(A|x|)}{1+\ln(A)}, & \frac{1}{A} \leq |x| \leq 1 \end{cases} \quad (2.3)$$

Burada A sıkıştırma parametresidir. Avrupada , A= 87.7 olarak alınır. 87.6 değeri de kullanılır. A-law genişlemesi ters fonksiyonla verilir.

$$F^{-1}(y) = \text{sgn}(y) \begin{cases} \frac{|y|(1+\ln(A))}{A}, & 0 \leq |y| < \frac{1}{1+\ln(A)} \\ \frac{\exp(|y|(1+\ln(A))-1)}{A}, & \frac{1}{1+\ln(A)} \leq |y| < 1 \end{cases} \quad (2.4)$$

Çizelge 2.1 a-law kodlaması

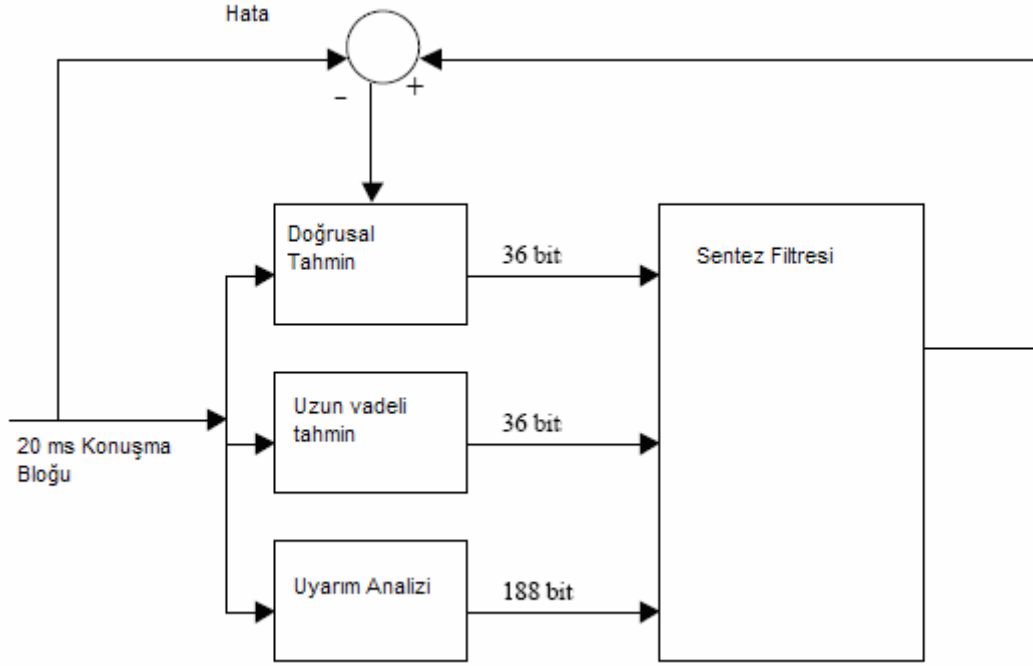
Doğrusal Giriş Kodu	Sıkıştırılmış Kod
s0000000wxyza...	s000wxyz
s0000001wxyza...	s001wxyz
s000001wxyzab...	s010wxyz
s00001wxyzabc...	s011wxyz
s0001wxyzabcd...	s100wxyz
s001wxyzabcde...	s101wxyz
s01wxyzabcdef...	s110wxyz
s1wxyzabcdefg...	s111wxyz

Burada s işaret bitidir. Örnek olarak, 1000000010101111 a-law kodlamasına tabloda birinci satırda yer alan şekilde 10001010 olur. 0000000110101111 ise ikinci satırdaki gibi 00011010 olur.

2.5.1.3. Gsm 6.10

GSM 6.10 ses sıkıştırması genişletilmiş tam oranlı (Enhanced Full Rate) (EHR) ve yarım oranlı (Half Rate) (HR) olmak üzere iki tiptir, genelde cep telefonu operatörleri tarafından kullanılan düşük bit oranlı bir sıkıştırma türüdür. GSM EHR 13 Kbps'lik bir bit oranı ile sesi kodlar, 8 Khz ile ses örnekleme yapar. Kodlayıcı sesi 20 ms'lik bloklar halinde işler. Her bir blok 260 bit içerir. Bu uygun bir orandır

çünkü $260 \text{ bit}/20 \text{ ms} = 13 \text{ 000 kbps}$ olur. [15] . Aşağıdaki şekil 2.5'te GSM EFR kodlamasının şeması gösterilmektedir.



Şekil 2.5 GSM EFR kodlaması

Uzun vadeli tahminci kazancı 5ms 'lik aralıklarla dört kere tahmin eder. Her tahminde sırasıya 7 bitlik ve 2 bitlik geri kalma (lag) ve kazanç katsayısı sağlar. Böylece bu dört tahmin $4 \times (7+2) = 36$ bit gerektirir. GSM HR ise 5.6 kbps 'lik bir oranla kodlama yapar.

2.6. Video Konferans Sistemleri

Ses ile birlikte görüntülü iletişim sağlayan sistemler ise video konferans sistemleri olarak adlandırılır. Video konferans sistemleri çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Yaygın olarak şirketlerin güçlü ATM ağlarında iş toplantılarını yapmak için kullanılmıştır. ATM sağladığı servis kalitesi ve yüksek bant genişliği ile video konferans uygulamaları için güzel bir altyapıdır, fakat günümüzde ses ve video iletimi için eğilim IP/MPLS omurgalı ağlara kaymaktadır. Yaygın şekilde kullanılan

videokonferans uygulamalarında sıkıştırılmamış video verilerinin ağ üzerinden gönderilmesi pratik değildir. Bu yüzden sıkıştırma algoritmaları kullanılarak video verileri sıkıştırılır ve ağ üzerinden sıkıştırılmış olarak gönderilir. Şimdiye kadar internet üzerinden video iletimi , düşük bant genişliği, yüksek gecikme ,yüksek karmaşık algoritmalar gibi teknolojik kısıtlamalardan dolayı ciddi şekilde sınırlanmıştır [16].

Video konferans en temel şekilde, senkronize görüntü ve sesin ileri ve geri yönde iki veya daha fazla ayrı fiziksel noktalarda bulunan katılımcıların aynı ortamdaymış gibi beraber görüşmelerini sağlar. Bu kameralar ve mikrofonlar ve hoparlörler kullanılarak yapılır. [17]

Video konferans esas olarak yaklaşık 10 sene önce pahalı grup konferans sistemlerinin, adanmış bir bant genişliği ve tahmin edilebilir bir servis sağlamayı garanti eden ağlar üzerinden (Örnek: noktadan-noktaya ISDN veya ATM T1 veya parçalı T1 haberleşme linkleri) sıkıştırılmış ses ve video taşımak üzere tasarlanmıştır. [17]

İlk video konferans 1938 yılında AT&T merkezi ile New York Şehrindeki Bell laboratuvarı arasında gerçekleştirilmiştir. Mikrofonlar ve hoparlörler sesi iletirken, mavi bir ışığın altında foto-elektrik hücrelere bakarken, görüntüleri yakalanıp iletiliyordu. New York Daily Mirror gazetesinin 10 Nisan tarihli baskısında sesi net ve görüntüyü ise daha çok sürücü ehliyetlerindeki fotoğrafların altında yazan fakat günümüzde video konferans için kullanılmayan, zararsız (inoffensive) olarak nitelendiriyordu. Uzak mesafedekilerle yüz yüze görüşmenin değeri bu anda ifade edilmiştir. [17]

AT&T video konferansından 30 sene sonra, ilk video konferans ürünü piyasaya sunulmadan önce, 1964 'te ,AT&T Picturephone'u New York Dünya Fuarı'nda tanıttı. Bu sistem ayrıcalıkları olan bir yönetici aleti(tool) olarak pazarlandı. 1 MHz'lik işlemci gücü gerektiriyordu (O zaman için fevkalade olarak düşünülüyordu) ve ilk veri paylaşımı özelliğini sağlamıştır. 1971 yılında, ilk transatlantik video konferans iki Ericsson Sistemleri (LME adında bir ürün) arasında oldu. Yaklaşık 20 yıl sonra, masaüstü (desktop) video konferans istemcileri (clients) var olmuştur. [17]

Intel, PictureTel ve VTEL bazı ilk masaüstü (desktop) oynatıcılardır (players). Diğer, Zydacron, VCON, Polycom market büyüdükçe ve değiştikçe takip ettiler. Market büyümeye ve değişmeye devam ediyor ve H.323 'ün IP ağlar üzerinden video konferans için baskın bir standart olmaya devam mı edecek yoksa diğer standartlar (ad hoc veya formal) öne mi geçecek burası açık değildir. Öyle görünüyor ki şimdiye kadar sanal varlık için kullanılan tüm değişik teknolojiler yeterince köklü bir biçimde değişecektir. [17]

2.6.1. Görüntü Sıkıştırması

Günümüzün depolama, işlemci ve iletişim ortamları yüksek bellek ihtiyacı olan video, ses ve grafik bilgilerini desteklemede yetersiz kalmaktadır. Örneğin, PAL standartlarına göre 640x480 çözünürlüğünde bir video çerçevesi her piksel için 24 bitlik bellek sahasının kullanımını gerektirir. Bu durumda, bir video çerçevesi $640 \times 480 \times 3 = 921000$ byte lık sahaya ihtiyaç duyar. Bu, 25 çerçeve/sn lik hıza sahip bir video uygulamasının her saniye için $25 \times 921000 = 23025000$ byte = 22485 Kilobyte = 179880 Kilobit = 179,880 Mbit lik bellek kullanımı demektir.

Sıkıştırılmamış verilerin işlenmesi yüzlerce gigabyte disk sahası ve yüzlerce megabyte'lık tampon saha kullanımı ile mümkün olabilir. İletişim kaynakları da gerekli bant genişliğini desteklemede yetersizdir. Kısaca, hızlı ilerleme ve gelişmelere rağmen günümüz teknolojisi, sıkıştırılmamış verilerin işlenmesi, saklanması ve iletişimi için gerekli kaynakları sağlamaktan uzaktır. Bu nedenle çoklu ortam verileri sıkıştırılarak işleme sokulurlar. Veri sıkıştırma teknikleri entropi, kaynak ve hibrid teknikler olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Kaynak kodlama teknikleri verilerin içeriğine bakarak sıkıştırma yaparlar. En yüksek sıkıştırma bu teknikle sağlanır. Entropi kodlama, veriler arasındaki ilişkiyi dikkate almaz, tüm verileri basit bir bit dizisi olarak görür. Pek çok sistemde veriler ilk önce kaynak, daha sonra da entropi kodlamaya tabi tutularak sıkıştırma oranı en yükseğe çıkarılır. Bu tür kodlama, hibrid kodlama olarak adlandırılır. [18]

Sıkıştırma ve açma işlemleri zaman alıcı işlemlerdir. Uygulamanın cinsine göre sıkıştırma ve açma işlemleri simetrik ya da asimetric özellikler gösterebilirler.

Örneğin, video konferans uygulamalarında sıkıştırma ve açma işlemleri yaklaşık aynı miktarda zaman harcanmasını gerektirir. İstek üzerine video (video on demand) gibi asimetrik uygulamalarda veriler daha önceden sıkıştırılarak saklandığı için sıkıştırma işlemi daha az külfetlidir. Bu nedenle video konferans sistemlerinde sıkıştırma işlemi için mutlaka donanım desteğine ihtiyaç vardır. İstek üzerine video uygulamalarında daha ucuz oldukları için yazılım tabanlı sıkıştırıcılar da kullanılabilir. Açma işlemi için de gerçek zamanlı açma işlemi gerçekleştirebilecek donanımlar kullanılabilir. Donanım çözümleri pahalı çözümlerdir. Çok sayıda müşterinin bulunduğu sistemlerde en mükemmel sonucu üretmelerine karşılık donanım tabanlı açıcıların kullanılmaları mümkün değildir. Açma işlemini daha fazla işlemci zamanı harcanması sebep olmasına rağmen yazılım kullanarak gerçekleştirmek daha mantıklı bir yaklaşımdır. [19]

İnsan görsel sistemi yüksek frekanslardaki kodlama hatalarına alçak frekanslardakinden daha az duyarlıdır. Bu yüzden sıkıştırma teknikleri bu psiko-görsel özelliğin avantajını kullanırlar böylece yüksek frekanslara karşılık gelen resim bilgisi daha kaba kodlanır. Bu sayede daha düşük bit oranları elde edilebilir. Bir çok kodlama standardı sıkıştırmayı başarabilmek için ortak metodlar kullanır. [20],[21],[22]

DCT Tabanlı bir metod bir video çerçevesinde uzamsal fazlalığı (Spatial Redundancy) düşürürken, MC-DPCM tabanlı bir metod çerçeveler arasında zamansal fazlalığı (Temporal Redundancy) düşürür. Bu kayıplı metodlara ilave olarak, Koşma uzunluğu (Run Length) ve değişken uzunluk kodlaması VLC (Variable Length Coding) gibi yöntemler kayıpsız kodlama sağlarlar.

2.6.1.1. Renk kodlaması

İnsan gözü üç tip foto-alıcı (Photo Receptor) hücreye sahiptir. Bu yüzden bir rengi ifade etmek için üç nümerik bileşen gerekli ve yeterlidir. Video sistemlerinde kullanılan renk kodlaması RGB renk uzayından türetilir. RGB, kırmızı, yeşil ve mavinin tonlarını kullanan eklemeli bir uzaydır.

Parlaklık ve renk bilgisi insan görsel sistemi tarafından farklı karşılanır. İnsanlar parlaklıktaki değişikliklere renkteki değişikliklerden daha duyarlıdır. Bu yüzden, parlaklık bilgisini ifade etmek için özel bir bileşen kullanılır. Bu bileşen parlaklık (luminance) olarak adlandırılır ve Y sembolü ile gösterilir. Diğer iki bileşen rengi ifade eder ve krominans olarak adlandırılır. Bu krominans bileşenleri renk farklılıklarıdır. YUV notasyonu bir parlaklık ve iki renk farklılığıyla ifade edilen görüntü uzayında kullanılır. Renk kodlaması gerekli veri miktarının düşürülmesinde önemli bir tekniktir. Eğer bir görüntü YUV uzayında kodlandıysa, U ve V bileşenleri alt örneklenebilir çünkü insan gözü renk bilgisine daha az duyarlıdır. RGB ve YUV görüntü uzaylarına 5. Bölümde video kalitesi testlerinden önce görsel açıdan anlam kazandırmak için şekillerle kısaca değinilmiştir. [16]

2.6.1.2. Dönüşüm kodlaması

Dönüşüm kodlamasında, bir blok bağımlı piksel daha az ilişkili katsayılara dönüştürülür. Genelde dönüşüm doğrusal ve ortogondur. Dönüşüm katsayıları sıkıştırma sağlamak üzere nicelenir (quantization). Dönüşüm genelde birkaç dönüşüm katsayısına enerji yoğunluğu sağlar ki bu da sinyal sıkıştırma için istenilir bir özelliktir. Ortalama kare bazında en uygun dönüşüm, verilen toplam bitler için ortalama kare yeniden oluşumunu en aza indirir. Sıkıştırma performansına göre en etkili sıkıştırma Karhunen-loeve dönüşümüdür, ancak yüksek algoritmik karmaşıklığı nedeniyle bir çok uygulamada kesikli kosinüs dönüşümü DCT (Discrete Cosine Transform) daha fazla kabul görmüştür. [16]

DCT, iki boyutlu NxN piksel bloğu için şu şekilde ifade edilir.

$$F(u, v) = \frac{2}{N} c(u).c(v) \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} f(i, j). \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{2N}\right)$$

Ve ters DCT ise şu şekilde ifade edilir.

$$F(i, j) = \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} c(u).c(v) f(u, v) \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{2N}\right)$$

Burada $c(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & x = 0 \\ 1, & \text{diğer} \end{cases}$

Ve $f(i,j)$ piksel değerleridir, genellikle 0-255 arasındadır.

DCT bir blok pikseli aynı boyutlu blok katsayılarına dönüştürerek resim bilgisini uzamsal frekans alanında temsil eder. Üst sol köşe katsayıları düşük uzamsal frekansları temsil eder. Bu yüzden bir resimdeki blokların büyük bir kısmı için bilginin çoğunluğunu içerir. Buna karşılık alt sağ köşe katsayıları yüksek uzamsal frekansları temsil eder ki bunlar genelde sıfıra yakındır. Bloğun en üst sol kısmındaki ilk katsayı DC değeri olarak adlandırılır, ve sıfır uzamsal frekans değerini temsil eder. Diğer tüm katsayılar AC katsayılarıdır. DCT katsayıları iletim verimliliği açısından nicelenip öyle gönderilir.

2.6.1.3. Tahmin kodlaması

Tahmin kodlamasında esas resim elemanı, komşu resim elemanlarından tahmin edilir. İyi bilinen bir yöntem veri bağımlılıklarının avantajını kullanan diferansiyel darbe kodu kiplemesi, (Digital Pulse Code Modulation) DPCM yöntemidir.

DPCM'in temel mantığı, o anki verileri önceden kodlanan verilerden tahmin etmek ve sadece pikseller arasındaki farklılıkları göndermektir. Komşu pikseller arasında çok küçük farklılıklar olacağından daha küçük veri genişlikleriyle kodlanabilir.

2.6.1.4. Entropi kodlaması

Entropi kodlaması, istatistiksel fazlalığı kaldıran standart video sıkıştırılmalarında son aşamadaki kodlamadır. DCT katsayılarının nicelenmesini takip eden kayıpsız bir aşamadır. Entropi kodlaması iki ana aşamadan oluşur koşu-uzunluğu (run

length) kodlaması RLC ve değişken uzunluk kodlaması (variable length coding) VLC.

RLC kodlamasında, DCT katsayılarının nicelenmesinden sonra, genel olarak görüntüler düşük geçiren spektrumlarda olduğundan, sıfır olmayan katsayılar alt frekanslarda kalırlar ve büyük sayıda yüksek frekans katsayıları sıfır olmaya eğilimlidir. Nicelenmiş DCT katsayıları Zig-Zag taramayla sıraya dizilir. Sıfır olmayan katsayılar ilk olarak gönderilir. Taramanın sonunda büyük miktarda sıfır sıfır katsayısı vardır. Bu katsayıların gönderim gereksinimini elemek için blok sonu işareti gönderilir. Her bir AC katsayısı değeri kendinden önce oluşan ve run-length sıfır değerli katsayılarla temsil edilir. Koşu/değeri (run/value) kombinasyonları kod kelimelerine haritalanır. Genelde kod kelimeleri tepeli bir dağılıma sahiptir, ve VLC kodlanarak daha fazla sıkıştırılır. [16]

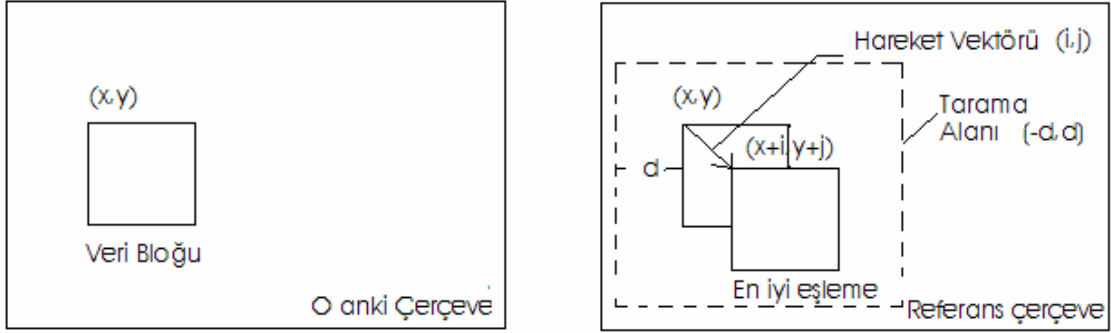
VLC kodlaması, kod kelimesi başına ortalama bit sayısında azaltma sağlayan kayıpsız bir kodlama tekniğidir. Video kodlama standartlarında koşu/değer verileri huffman kodlamasıyla kodlanır.

2.6.1.5. Hareket kompanzeli tahmin

Hareket kompanzeli tahminde, zamansal (temporal) olarak komşu olan ve hareket tahmini işleminde belirlenen örnekler zamansal tahmin için kullanılır. Hareket kompanzeli tahmin ardışıl çerçeve dizilerindeki güçlü ilişkilerin avantajını alır. O anki bir çerçeve bir sonraki ya da bir önceki çerçeveden tahmin edilebilir. Hareket kompanzeli tahmin kodlama sistemlerindeki hareket tahmini, sıkıştırma işlemlerinden, işlem yükü olarak en yoğun olanlarındandır. Bir çok hareket kompanzasyon teknikleri basit blok tabanlı tahmin yöntemleri kullanır. Bu yöntemler hareketin çevrimsel olduğunu ve kamera düzlemine paralel hareket ettiğini kabul eder, dolayısıyla yakınlaştırma (zooming) ve döngüsel hareketi içermez. Ayrıca aydınlanmanın uzamsal olarak ve zamansal olarak sabit olduğunu kabul eder. [16]

Şekil 2.6 da blok tabanlı hareket tahmini işlemi gösterilmiştir. O anki bir çerçeve bloklara bölünür. Her bir bloğun yeri sol üst köşesinde (x,y) koordinatlarıyla verilir.

O anki çerçevede blok tahmini için, referans çerçevede, bloğun orijinal yerinin çevresinde bir arama bölgesi $[-d, d]$ tanımlanır. Bu bölge daha sonra en iyi uyuşan bloğu bulmak üzere araştırılır. (x,y) 'den $(x+i, y+i)$ 'ye olan vektör o blokla ilişkili hareket vektörü olarak adlandırılır. Tipik olarak hareket vektörü bağlı koordinatlarla, basitçe (i,j) şeklinde ifade edilir. [16]



Şekil 2.6 Blok tabanlı hareket tahmin işlemi

Blok tabanlı hareket kompanzasyon yöntemleri hareketin blok içerisinde sabit olduğunu kabul eder. Blok boyutu ne kadar küçük olursa bu model o kadar geçerli olur, ama iletimde hareket vektörlerinin yükselen bir başlık fazlalığı (over head) vardır. [16]

Mevcut çerçevedeki her bir blok için, referans çerçevedeki tekabül eden en iyi eşleşen blok maliyet fonksiyonunu minimize ederek hesaplanır. Sıklıkla kullanılan iki maliyet fonksiyonu ortalama kare hatası (MSE) (Mean Square Error) ve ortalama mutlak fark (MAD) (Mean Absolute Difference) 'tır. En iyi eşleştirme (i,j) koordinatlarıyla verilir ki maliyet fonksiyonu bunun için en küçük olur. Bu koordinatlar ayrıca hareket vektörünü tanımlar. [16]

2.6.1.6. İç çerçeve kodlaması ve dış çerçeve kodlaması

Video sıkıştırmasında, video dizisindeki çerçeveleri kodlamak için iki tip vardır. İç çerçeve kodlaması (Intra frame coding) ve dış çerçeve kodlaması (inter frame coding). [23] İnter frame kodlamada, sıkıştırma algoritmaları komşu pikseller arasında uzamsal ilişkileri araştırmak için bloklar üzerinde DCT kodlama

tekniklerini devreye sokar. Intra kodlanmış (I- Çerçeveleri) diğer çerçeveler referans alınmadan, yani hareket kompanzasyonu olmadan, kodlanır. I çerçeveleri (I-Frames) bağıl olarak daha az sıkıştırılmayla kodlanırlar. İnter kodlamada, hibrit hareket kompanzeli tahmini, yüksek veri sıkıştırması sağlamak için geri kalan uzamsal bilginin dönüşüm kodlaması takip eder. Tahminle kodlanan P çerçeveleri hareket kompanzasyonu kullanan I çerçevelerinden daha verimli kodlanır. Önceki I veya P çerçevelerinden tahmin edilerek daha fazla tahmin için referans olarak kodlanırlar. P çerçeveleri kodlama hatalarını dağıtır. Diğer bir tahmin ile kodlanan çerçeve B çerçeveleridir. İki yönlü tahminle kodlanırlar ve en yüksek sıkıştırma sağlanır. Önceki veya sonraki I veya P çerçevelerinden hareket kompanzeli tahmin ile kodlanır. B çerçeveleri kodlama hatalarını dağıtmaz çünkü referans çerçeveler olarak asla kullanılmazlar. Ayrıca kapsanmayan önceki resimlerde gözükmeyen bölgelerin tahmininde faydalıdırlar. Video sıkıştırma standartlarında çerçeve tiplerinin organizasyonu esnektir ve uygulamadan uygulamaya değişir. [16]

2.6.2. H264

Değişik uygulamalar için farklı sıkıştırma teknikleri mevcuttur. Tez kapsamında geliştirilen yazılımda H.264 video sıkıştırması kullanıldığı için H.264 kodlaması üzerinde durulacaktır. Tablo 2.4.1'de H264'ün diğer sıkıştırmalara olan avantajı gösterilmiştir.

H.264 video kodlama standardı MPEG (Moving Pictures Experts Group) ve ISO ve ITU VCEG (Video Coding Experts Group) tarafından ortaklaşa geliştirilmiştir. MPEG grubu tarafından MPEG-4 Part 10 (ISO 14496-10) olarak adlandırılırken, ITU tarafından H.264 olarak adlandırılır.

H.264 , MPEG2, MPEG4 ve H.263 'te olmayan bir çok yeni tekniği barındırır bu özelliklerin kıyaslaması Çizelge 2.2 'de verilmiştir.

Çizelge 2.2: H264 ve diğer sıkıştırılmaların kıyası

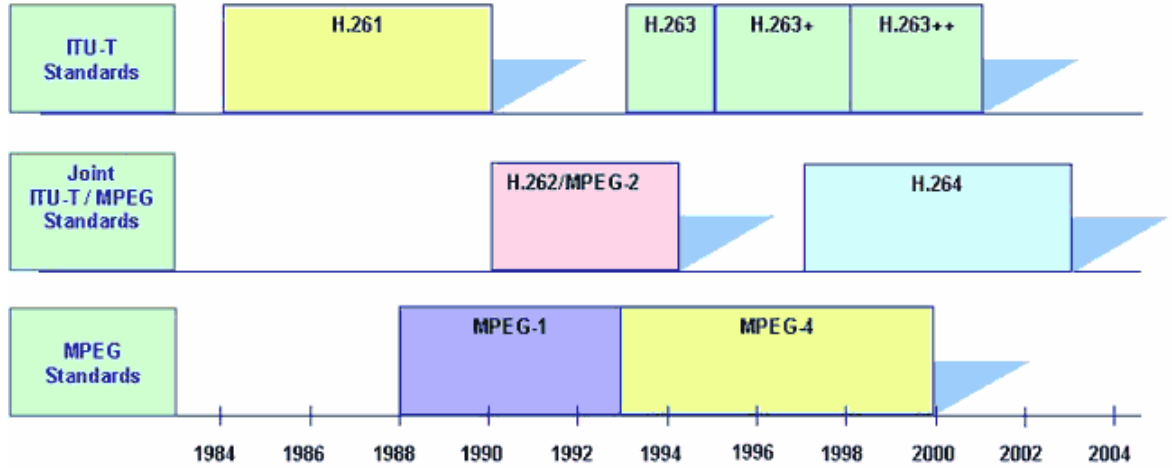
ÖZELLİKLER	STANDARTLAR		
	MPEG-2	MPEG-4 ASP	MPEG-4 H.264
I,P,B Çerçevesleri	EVET	EVET	EVET
Interlace	EVET	EVET	EVET
Kodlama	Huffman	Huffman	Huffman veya Aritmetik
Blok Boyutu	Sabit 16x16	Sabit 16x16	Değişken 4x4'e kadar inebilir.
¼ Piksel		EVET	EVET
GMC		EVET	
Döngü Filtresi (Aka Deblocking)			EVET
Dilim Tabanlı Hareket Tahmini			EVET
Çok referanslı çerçeveler			EVET
MB AFF (Gelişmiş Interlaced Yönetimi)			EVET
RDO (Oran Bozulma Optimizasyonu)			EVET
Ağırlıklı Tahmin			EVET
Anahtarlanan Resimler (Hızlı Değişen Kanallar)			EVET

JVT • ITU H.264 • ITU-T Rec. H.264 • MPEG-4 Part 10 • ISO 14496-10 AVC Advanced Video Coding • AVC olarak ta bilinen H.264 sıkıştırması yeni bir çok uygulamaya olanak verir, bunlar örnek olarak: HDTV servisleri ,Portatif oyun konsolları,mobil yayın video servisleri,katı-hal video kameralar,cep telefonundan

video mesajlaşması verilebilir. H.264 geniş bir spektrumdaki video uygulamalarına olanak verir. [24]

- HDTV servislerini MPEG-2 'ye göre 2 kat daha verimli taşır
- Basit tek bir kırmızı lazer DVD'ye 2 saatlik bir HD filmi kaydedebilir.
- HD içerikli PVR'ı tüketici ihtiyaçlarına uygun tesis eder
- PVR ların kodlanmış içeriğini H.264'e çevirerek kayıt süresini iki katına çıkarır.
- Bütçeye uygun yüksek resim kalitesi ve katı hal HDD tabanlı kameralar
- Mobil cihazlar için CIF kalitesinde Video programlama

Şekil 2.7'de Video sıkıştırma standartlarının gelişim sürecini gösteren bir şekil vardır [24].



Şekil 2.7 : Video sıkıştırma standartları gelişim süreci [24]

ITU-T ve ISO/IEC JTC1 'ın bir araya gelerek geliştirdikleri H.264 standardının son yıllarda video uygulamalarında çok sıkça kullanılmasının nedeni, şu sebeplerle açıklanabilir, H.263v2 (H.263+) veya MPEG-4 basit profil ile kıyaslandığında bir çok bit oranlarında H.264 ,%50'ye varan tasarruf sağlar. H.264 istikrarlı bir şekilde yüksek ve düşük bit oranlarında iyi video kalitesi sağlar, paket anahtarlama

ağlarda paket kayıp ve hatalarına karşı ve hataya açık olan kablosuz ağlarda bit hatalarına karşı gerekli mekanizmalara sahiptir. Ağ adaptasyon katmanından H.264 bit akışları değişik ağlara kolay bir şekilde aktarılabilir. [24]

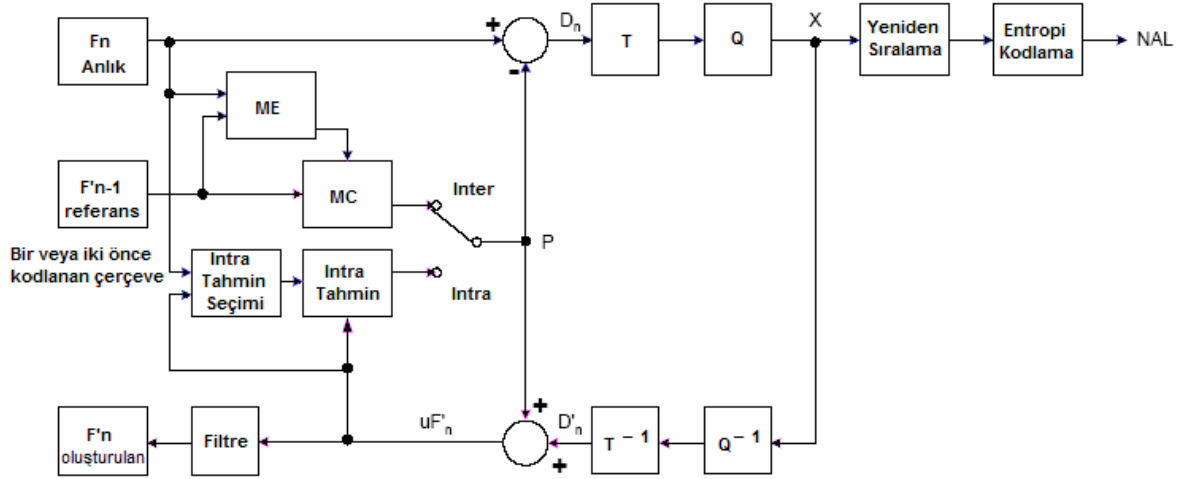
2.6.2.1. Kodlama (ileri döngü)

Bir giriş çerçevesi olan F_n kodlamak için gösterilmiştir. Çerçeve makroblok biriminde işlenmiştir (16x16 piksel Orjinal resimde). Her bir makro blok intra veya inter modunda kodlanmıştır. Her iki durumda da , yeniden elde edilen çerçeveye (reconstructed Frame) dayanan bir P tahmin makrobloğu oluşturulmuştur. Intra modda ,P, önceden kodlanmış, çözülmüş ve yeniden elde edilmiş (Şekiller 2.8 ve 2.9 da uF'_n ; dikkat edilmelidir ki filtre edilmemiş örnekler P'yi oluşturmak için kullanılmıştır) , mevcut olan n çerçevesindeki örneklerden oluşmuştur. [25]

Inter Modda , P, bir veya birkaç çerçeveden, hareket kompanzasyonlu tahminle oluşturulmuştur. Şekillerde referans çerçevesi bir önceki kodlanmış çerçeve F_{n-1} gibi gösterilmiştir. Her bir makroblokun tahmini bir veya bir kaç önceki veya sonraki (zaman sırasına göre) çerçeveden oluşturulabilir. Tahmin edilen P mevcut makrobloktan kalan veya fark makrobloku olan D_n 'l oluşturmak için çıkarılır. Bu bir blok dönüşümü kullanılarak çevrilir ve X 'e , bir küme nicel çevrim katsayısı vermek için kuantize edilir. Bu katsayılar yeniden sıralanır ve entropi ile kodlanır. Entropi ile kodlanmış katsayılar, beraber yan bilgiyle birlikte makrobloku sıkıştırılmış bit akışından (bitstream) çözmek için gereklidir (Mesela makroblok tahmin modu, nicelleyici adım büyüklüğü, hareket vektörünün nasıl hareket kompanzasyonu yapıldığını gösteren hareket vektörü bilgisi,vb.). Bundan sonra Ağ soyutlama katmanına NAL (Network Abstraction Layer) iletim veya saklama için geçilir. [25]

2.6.2.2. Kodlama (yeniden oluşturma döngüsü)

Nicellenen makroblok katsayıları X , daha ileriki makroblokların kodlanması için ,çözülür. X katsayıları yeniden ölçeklendirilir. (Q_{-1}) ve ters dönüşümü (T_{-1}) alınarak, fark makrobloğu D_n' oluşturulur. Bu orjinal fark makrobloğu D_n ile birebir aynı değildir çünkü kuantizasyon işlemi kayıp oluşturur bu yüzden D_n' , D_n 'in distorsiyona uğramış halidir. D_n' e yeniden oluşturulan makroblok uF_n' i (orjinal makroblokun distorsiyona uğramış hali) yaratmak için tahmin makrobloğu P eklenir. Bloklama distorsiyonunu azaltmak için, bir seri makroblok F_n' 'den oluşan yeniden oluşturulan referans çerçevelerine bir filtre uygulanır. [25]

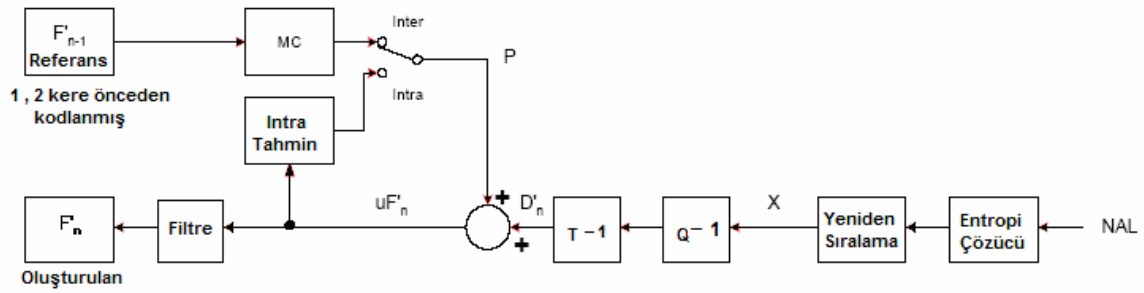


Şekil 2.8 H.264 AVC Kodlayıcısı

2.6.2.3. Dekoder

Dekoder ağ soyutlama katmanından (NAL) (network abstraction layer) dan sıkıştırılmış bit akışlarını (bitstream) alır. Veri elemanları entropi olarak çözülmüştür ve bir küme nicel X katsayılarını oluşturmak için yeniden sıralanır. Bu katsayılar yeniden ölçeklendirilir ve ters dönüşümü alınarak D_n' oluşturulur (Bu kodlayıcıda gösterilen D_n' ile aynıdır). Bit akışından dekod edilen başlık bilgisini kullanarak, dekode bir tahmin makrobloğu olan P 'yi oluşturur. Bu P kodlayıcıda oluşturulan orijinal tahmin makrobloğu P ile aynıdır. P D_n' e eklenerek, çözülmüş

makroblok F'_n i oluşturmak üzere uF'_n filtre edilir. Şekil 2.8 ve Şekil 2.9 'da açık şekilde görülecek üzere ve kodlayıcı kısmında anlatıldığı üzere, kodlayıcıda bulunan yeniden oluşturma döngüsünün amacı hem kodlayıcının hem de dekoderin P tahmin makrobloğunu oluşturmak için aynı referans çerçeveleri kullanmasını sağlamaktır. Eğer durum böyle olmazsa, kodlayıcıdaki ve dekoderdeki P tahminleri aynı olmayacaktır, bu da kodlayıcı ve dekoder arasında bir sürüklenmeye (drift) neden olacaktır [25].



Şekil 2.9 H264/AVC Dekoder

2.7. Günümüz Telekonferans Yazılımları

Artan ihtiyaçlar ile günümüzde insanlar sadece ses iletmek ile yetinmemeye başlamışlar ve sesin yanında görüntünün de iletilmesi artık bir ihtiyaç haline gelmiştir, iletim tekniklerindeki gelişmeler, ADSL, ADSL +2 ve evlere direk fiber gibi geniş bağlantılı çözümlerle dialup ta performanslı gözükmeyen video konferans uygulamaları artık daha gerçekleştirilebilir bir hal almıştır. İnternette video, ses ve metin haberleşmesini gerçekleştiren uygulamaları bedava olarak indirip kullanmak mümkündür, bunlardan bazıları Microsoft firmasının MSN messengerTM 'i, Yahoo'nun Yahoo MessengerTM 'ı , Mirabilis firmasının çıkardığı ICQTM adlı program ve son zamanlarda çıkan ve kaza programının sahiplerinin ürünü olan SkypeTM adlı ses ve bu günlerde video iletişimine de izin veren programdır. Bu programlar internet üzerinde geniş kitlelerce kullanılmaktadır. programlar bedavadır ve firmalar gelirlerini reklamlardan kazanmaktadırlar. Skype çok ucuz fiyatlara anlaşmalı olduğu telekom operatörlerinin abonelerine, internet

üzerinden sabit telefon abonelerine ve GSM abonelerine ses görüşmelerine izin vermektedir.

MSN Messenger™ , Windows XP™ ile gelen Windows Messenger™ 'ın geliştirilmiş sürümüdür. MSN Messenger ile sesli görüntülü ve yazılı haberleşme yapmak mümkündür. Kullanıcı bir istemci olarak kullanıcı adı ve şifresiyle MSN sunucularına bağlanır. Bağlantı gerçekleştikten sonra, kullanıcının yapacağı iletişim ses, görüntü ve metin öncelikle bu sunucudan geçer ve daha sonra bu sunucudan veriler alıcı kullanıcıya iletilir. Yavaşlık problemi söz konusu olduğunda görüntülü ve sesli iletişim direk olarak iki kullanıcı arasına alınabilir. Video sıkıştırması olarak Microsoft kendi geliştirdiği sıkıştırma algoritmalarını kullanmaktadır. Bu sıkıştırmalar genelde Windows işletim sistemiyle beraber gelmektedir. Windows messenger'ın kullandığı sıkıştırmalar H.261 ve H.263 tür. Ses sıkıştırması olarak da çevirmeli bağlantılarda (dialup) G.723.1, kablosuz ve yerel alan ağı bağlantılarında ise 16 Kbps 'lik G.722 Siren sıkıştırmasını ve bundan başka ITU standartlarında yer alan GSM 6.10, G.711 ve DVI4 sıkıştırmalarını kullanmaktadır. Çevirmeli bağlantılarda var olan bant genişliği miktarına göre sesi 11-21 Kbps 'lik bir oranla kodlamakta, yerel alan bağlantılarında ses için 32 Kbps 'lik bir sıkıştırma oranı kullanmaktadır. Video için ise 120 Kbps 'lik bir bant genişliği hedeflenmiştir ancak bant genişliğinin kısıtlı olduğu durumlarda gönderme (upload) bant genişliğinin %80 video haberleşmesi tarafından kullanılmak üzere çerçeve sayısını ve resim kalitesini düşürebilmektedir. MSN Messenger 'ın dezavantajlarından en önemlisi internet üzerinden bulaşan virüslere açık kapı olmasıdır bunun yanında her ne kadar MSN sunucuları %99.95 oranda ayakta kalsalar da, bazı durumlarda kullanılan internet servis sağlayıcısının yönlendirici cihazlarında BGP yönlendirmelerinde olabilecek ufak hatalar nedeniyle sunuculara ulaşamama problemleri yaşanabilmektedir. Video kalitesini el ile (manuel olarak) ayarlayamama ve çözünürlüğü istenilen seviyede yapamama da diğer bir dezavantajdır. Bazı durumlarda sunucuda olan yoğunluk nedeniyle ses ve görüntü sunucusuna bağlanılamadığından, görüntülü ve sesli haberleşme gerçekleştirilememektedir. Beklide en büyük dezavantajı internet bağlantısı gerekmeyen noktadan noktaya ISDN gibi bir bağlantı durumunda çalışmamasıdır. Bu tür yazılımlar amaçlar doğrultusunda geliştirmeye açık değillerdir. Dünya çapında bir kullanıcı kitlesine sahip olmasına karşılık bu tür

dezavantajlarından dolayı teletıp gibi özel amaçlı uygulamalarda kullanılması pek uygun gözükmemektedir.

Yahoo Messenger ise MSN Messenger™ 'a benzeyen başka bir haberleşme programıdır. Bu programda yazılı, sesli ve görüntülü görüşmeye izin verir. Yahoo ses kodlaması olarak DSP Group True Speech ses sıkıştırması, video sıkıştırması olarak ise H.261, H.263 kodlaması kullanmaktadır. Düşük bant genişliklerinde bir kaydırma çubuğu vasıtasıyla görüntü kalitesi düşürülerek daha fazla çerçeve alınması mümkündür. Sistem mimarisi ve çalışma prensibi olarak MSN messenger'a çok benzemektedir, dezavantajlar MSN ile hemen hemen aynıdır. Virüslere açık kapıdır, noktadan noktaya bağlantılarda ve yerel alan ağlarında çalışmaz, dialupta ses kalitesi tatmin edici değildir, yoğunluk durumlarında sunuculara bağlanamama durumu vardır. Ayrıca bazı robot kullanıcılar tarafından kötü içerikli mesajlar ve reklamlar almak mümkündür. Bu tür robot kullanıcılar virüs ve trojan türü zararlı programları ya açık kapılar yoluyla ya da gönderdikleri reklam site adreslerine girilerek görülmesi yoluyla bulaştırabilmektedirler.

ICQ (I SEEK YOU) İngilizce seni gözetiyorum cümlesinin okunuşunun kısaltmasını kendine ad olarak almıştır. En popüler kullanılan programlardandır. Sesli, görüntülü ve yazılı mesajlaşmaya olanak verir, ses sıkıştırması olarak CELP ve GSM 6.10 sıkıştırmasını kullanır. Yahoo ve MSN Messenger'da bulunan dezavantajlar ICQ için de geçerlidir.

Skype ise esas olarak ses haberleşmesi için geliştirilmiş bir programdır, programın ilk sürümlerinde video haberleşmesi özelliği yoktu, bu günlerde video haberleşmesini gerçekleştiren bir beta sürümü mevcuttur. Skype'nin ticari amacı ses piyasasına yönelik olduğundan kullandığı ses sıkıştırmasını gizli tutmaktadır. Haberleşme protokolü olarak SIP kullandığından mevcut telefon şebekelerine belirli bir ücret karşılığında çağrı yapmak mümkündür. Son olarak video sıkıştırması için on2 technologies şirketi ile anlaşma imzalamıştır ve on2 şirketinin geliştirdiği VP7 video sıkıştırmasını kullanmaya başlamıştır. Ses kalitesi açısından dialup'ta sorunlar gözükse de ADSL ve diğer iletişim ortamlarında telefon kalitesine yakın ses hizmeti vermektedir. MSN ve Yahoo 'da sıkça görülen problem olan virüslerin bulaşmasına şu ana kadar neden olmamıştır.

Görüşmelerin gerçekleşmesi için bu programda da Skype sunucularına bağlanmak gereklidir. İnternet bağlantısı olmayan yerel alan ağlarında, ve noktadan noktaya ISDN bağlantılarında çalışmamaktadır.

2.8. Video Konferans ve Teletıp

Sağlık bakımı hizmetlerinin telesağlık (telehealth) yoluyla verilmesi hızlı bir şekilde gelişmektedir. Telesağlık bu servisleri bilişim ve telekomünikasyon teknolojilerini kullanarak sağlar. Bu geniş yelpazede yetenekleri içerir. Veri elde edimi ve saklanması sunumu ,ve hasta bilgileri(değişik dijital formatlarda gösterilir,video,ses veya data),ve bu bilgilerin karşılıklı tesisler arasında haberleşme hatlarını kullanılarak iletilmesidir [26].

Telesağlık etkileşimleri 3 yol ile gerçekleştirilebilir: gerçek zamanlı(real time), sakla ve gönder(store-and-forward) veya ortam akış metodlarının (media stream) kullanılması. Gerçek zamanlı etkileşimde tüm katılımcılar telesağlık seansına katılırken, sakla ve gönder etkileşimleri, göndermeyi, yeniden gözlemeyi, ve bir fikir döndürmeyi belirli bir zamandan sonra gerçekleştirmeyi içerir. Akış yapma (streaming) gerçek zamanlı (real-time) veya saklanmış verinin örneğin ses, video, belgeler, hareketsiz görüntüler veya diğer veri tiplerinin uygun bir servis kalitesi ile (Quality of Service) ağ üzerinden iletilmesidir. Akışla (Streaming) birlikte, bir alıcı sistem verilerin tamamı gelmeden alınan kısmı oynatabilir gösterebilir [26]. Telesağlığın çoklu tanımı vardır. Telesağlık tarafından sağlanan servisler video konferanstan acil durumlarda ve karmaşık klinik vakalarda sağlık bilgisinin değiş tokuşuna kadar çok geniş alanlarda etkinlik alanına sahiptir [26].

Telesağlık, son zamanlardaki diğer gelişmelerden çok daha fazla telekomünikasyon ve bilişim teknolojilerini birleştiren bir köprü olmaya başlamıştır. Bu iki endüstrinin iş hedefleri ve davranışları farklıdır. Telekomünikasyon endüstrisi regülasyon, standartlaşma ve müşteri haklarını korumaya yönelik bir geçmişe sahiptir. Farklı üretici ürünlerinin birlikte uyumlu çalışabilmesi ve güvenilirlik sektörün büyümesindeki anahtar faktörler olmuştur. Bilişim teknolojileri endüstrisi yeniliğe olan ilgiyi teşvik ederek başarı yakalamıştır, ve fiyat verimliliği her zaman sistemlerin birlikte uyumlu çalışma görüşüne önem vermez [26].

3.TELETIP

3.1. Teletıp Hakkında Genel Bilgiler

İNTERNET üzerinden video konferans yardımıyla, hastalar uzak noktalardan muayene edilerek tanı konulabileceği fikri ortaya çıkmıştır. Bu yöntemle, konsültasyon sırasında, coğrafi olarak farklı yerlerde bulunan uzman hekimler görüntü ve ultrason gibi video sinyallerini birlikte değerlendirebileceklerdir. Ayrıca, hastaneler merkezi bir veri tabanına bağlanabilecek ve bu sayede de hasta dünyanın neresinde olursa olsun, onun hakkında saniyelerle ifade edilen sürelerde tıbbi bilgi elde edilebilecektir [27].

Teletıp sistemi aşağıdaki unsurlardan oluşmaktadır [27].

- Sağlık hizmeti alan ve sunan arasında coğrafi açıdan ayırım,
- Telekomünikasyon ve bilgisayar teknolojisinin kullanımı,
- Eğitimli personel,
- Uygun Örgütsel yapı.

Teletıp uygulamaları halen ABD sağlık endüstrisinin öncülüğünde bütün dünyada hızla yaygınlaşmaktadır. Bu tür uygulamalar, bilindiği gibi büyük ölçüde teknolojiye dayalı olup verimlilik ve kullanımdaki artışla birlikte maliyetlerde hızlı bir düşüşü beraberinde getirmektedir. Teletıp ve teleradyoloji temel olarak radyolojik görüntülerin (CT ve MR taramaları, Ultrason, Nükleer Tıp ve normal röntgen filmleri) telefon veya ISDN hattı, T hatları veya uydu bağlantıları aracılığıyla uzak noktalara iletilmesidir. Bilgisayar yazılım teknolojisindeki son gelişmeler internet yoluyla, basit bir tarayıcı kullanarak, bu görüntülere erişime imkan tanımaktadır. Ayrıca, Amerikan Radyoloji Koleji (American College of Radiology) ve NEMA (National Electrical Manufactures Association) tarafından geliştirilen evrensel bir sunucu aracılığıyla CT (Computerized Tomography-Bilgisayarlı Tomografi) ve MR (Manyetik rezonans) gibi görüntülerin görsel kalitelerinde hiçbir kayıp olmadan iletilebilmesine imkan sağlanmaktadır. [28]

Teletıp'ın temelleri dağlık alanlara yayılmış, adalarda ve kırsal alanlarda yaşayan yani sağlık personelinin ve ilk yardım ekiplerinin ulaşamadığı bđlgelerdeki insanlara sağlık hizmeti ulaştırmaya dayanmaktadır [28]. Tarihteki ilk teletıp projesi Nebraska Üniversitesi Tıp Fakóltesinin Nebraska Psikiyatri Enstitüsünü yaklaşık 200 km uzaklıktaki Eyalet Ruh Hastalıkları Hastanesi ile kapalı devre televizyon sistemi ile bağlanması olarak rapor edilmiştir [27].

1960'lı yıllardan 1980'li yıllara uzanan dönemde ortaya çıkan tüm Teletıp projeleri başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Kullanılan telekomünikasyon teknolojileri çok maliyetli ya da kullanılmasının çok zor olması nedeniyle birçok proje devam ettirilememiştir. 1990'lardan itibaren, tıbbi tanı yöntemleri, bilişim ve haberleşme teknolojilerinde maliyetlerin düşmesiyle birlikte fiyatların ucuzlaması ve bu teknolojilerin kullanılmasındaki meydana gelen kolaylıklar toplumun büyük bir kısmının kolayca erişebilmesi, teletıp uygulamalarının gelişmesini sağlamıştır. Günümüzde teletıp uygulamaları artık sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesinde bir klinik ve eğitim yöntemi olarak diğer yöntemlerin önünde gitmektedir. [29]

Son dört – beş yılda, teletıp alanında yaşanan gelişmelerde patlama olması Telekomünikasyon teknolojilerindeki yeni kullanım şekillerinden dolayı meydana geldiğini ortaya koymuştur. Gerçekte, teletıp 30 yıldan beri çeşitli şekillerde (telefon, faks vb.) kullanılmıştır. Milli Uzay ve Havacılık İdaresi (NASA) Teletıp'ın bu gelişmelerinde önemli bir rol oynamıştır. NASA'nın çabaları, insanın uzayda dolaşmaya başladığı 1960'lı yıllara dayanır. Görev süresince, psikolojik parametreler hem uzay gemisi hem de uzay üssü tarafından karşılıklı olarak birbirlerine gönderilmiştir. Bu öncü çabalar ve gelişmeler teletıbbın gelişmesinde ve günümüzde sağlık alanında kullanılan birçok tıbbi cihazın gelişmesinde önemli etkileri olmuştur. NASA teknolojinin büyük bir kısmının gelişmesinde ve teletıbbın gelişmesi için maddi destek hususunda önemli bir kaynak ayırmış ve bugün ortaya çıkan çeşitli teletıp projelerinde öncü rol oynamıştır. [30]

30 yılı aşkın süredir, doktorlar, sağlık hizmetleri araştırmacıları ve ilgili diğer kişiler sağlık bakım hizmetlerinin iyileştirilmesi için ileri telekomünikasyon ve bilişim teknolojilerinin kullanılması konusunda araştırmalar yapmışlardır. Bu çabaların keşişme noktasında teletıp bulunmaktadır. [28]

3.2. Teletıp Nedir?

Teletıp hakkında günümüze kadar bir çok değişik tanım yapılmıştır .Teletıp, mesafe hasta ve doktorları birbirinden ayırdığı zaman sağlık bakım hizmetleri sağlamak maksadıyla elektronik bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasıdır. [28]

Teletıp, tıbbi bilgi ve hizmet sağlamak için telekomünikasyonun kullanılmasıdır. Bu en basit olarak, iki sağlık uzmanının telefonda bir durumu tartışmalarından başlayarak videokonferans cihazları kullanarak iki ayrı ülkede bulunan sağlık tesisi arasında uydu teknolojisi yoluyla yayından istifade ile bir konsültasyonun yapılması olabilir. [31]

Teletıp belli bir mesafe üzerinden sağlık bakımı ulaştırmak için intranet ve internet gibi ağ hizmetlerini kullanan ve böylece doktor ve hastanın aynı zamanda ve aynı yerde bulunmasını gerektirmeyen bir hizmettir. Amerikan teletıp Kuruluşuna (American Telemedicine Association) göre telefonun icadından beri kullanılan göz alıcı bir teknolojidir. [31]

Teletıp terimi genellikle uzaktan sağlık bakımı sağlamak anlamında kullanılmaktadır. Ancak, telesağlık terimi daha geniş bir kapsamla, hasta eğitimi, halk sağlığı, doktorların meslekleri ile ilgili idame eğitimi, idari toplantılar ve psikiyatrik amaçlarla ilgili birçok faaliyeti kapsar. E-sağlık terimi ise daha çok, İnternet teknolojisinin ticari uygulamalarıyla ilgili, mesela sağlıkla ilgili mal ve hizmetlerin pazarlanması hususlarını içermektedir. [32]

Amerika Birleşik Devletleri Tıp Enstitüsünü 1996'da yaptığı tanımda ise teletıp; uzaklığın problem olduğu durumlarda sağlık hizmetinin sağlanması ve desteklenmesi için elektronik bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı olarak tanımlanmıştır. [29]

Teletıbbın kullanıcılarına pek çok yararı vardır. Bu yararlarından bazılarını şöyle sıralayabiliriz :[29]

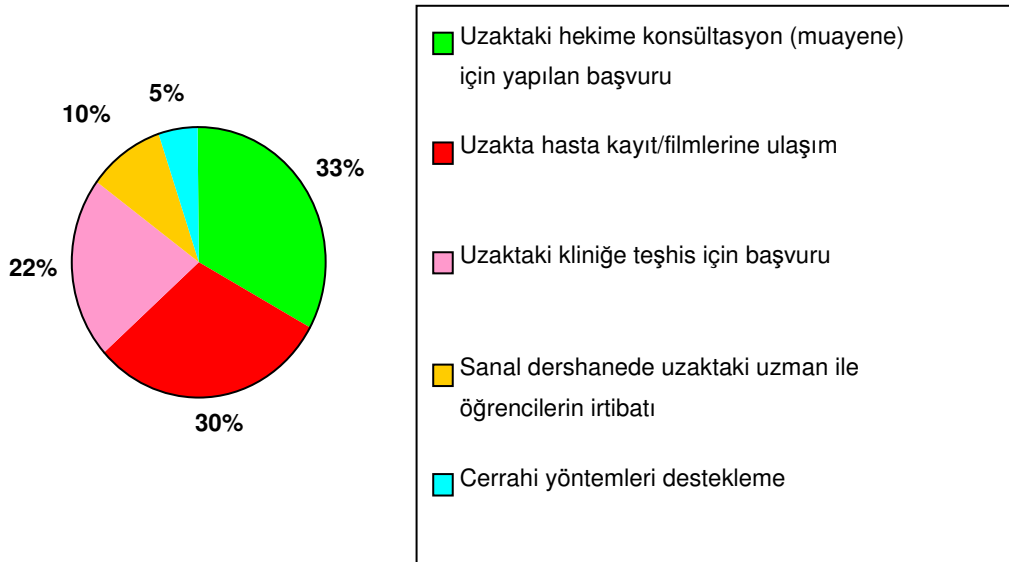
- **Bilgiye istendiği anda hemen ulaşmak:** Bu sayede belirli bir hasta veya konuda doğru, hızlı ve etkili karar verilebilir.
- **Verimlilik:** Tıbbın her alanında, verimlilik temel hedeftir. Teletıp ile hasta ve doktorlar için ulaşım zamanı azalacağı gibi doktor için araştırma zamanı, tıbbi kayıtlarda kağıt kullanımı, iyileşme zamanının kısalması, gereksiz ilaç kullanımının azalması, hasta ve hastane masraflarının azaltılmasıyla tasarruf sağlanabilir.
- **Doğruluk:** Tanının doğru konup konmaması tıbbın en önemli olgusudur. Bir hasta hakkında teletıp yoluyla danışmak , yeni gelişmeleri takip etmek doğruluk açısından önemlidir.
- **Kendi-kendine yardım:** Hastalar, özel hazırlanmış siteler sayesinde kendi hastalıkları hakkında daha fazla bilgi sahibi olarak ne zaman doktora başvurması gerektiğine karar verebilir. Hastalığın takibinde, özellikle dikkat etmesi gereken durumlar hakkında, sorularına cevap bulabilir. Taşrada bulunan hastanelerde bulunmayan uzmanlık dallarında hastalara kilometrelerce uzaktan sanki orada çalışıyormuş gibi hizmet götürülebilir. Örneğin, tanısı konmuş bir kanser hastasına kemoterapi ve radyoterapi gerekliliği belirlenebilir. Kısaca teletıbbın hedefi; yaygın, ucuz ve kaliteli sağlık hizmeti sunulmasına araç olmaktır.

3.3. Teletıp'ın Uygulama Alanları

Bugün ABD'de ve başka yerlerde, hükümetlerce finanse edilen programlar, bir akademik tıp merkezi düğümde ve birincil bakım klinikleri konuşma kısmında olacak şekilde, düğüm(hub) ve konuş(spoke) teletıp sistemlerini desteklemektedirler. Bu sistemler teletıp'ın etkinliğini göstermekte faydalıdır. Ayrıca bu sistemler göstermiştir ki teletipta masraflar aslında ekipmanda ve

donanımda değil de kullanılan iletim ortamı, personel eğitimi ve teletıbbı mevcut olan sağlık bakım sistemlerine entegre edebilmek için yapılan harcamalardır. Teletıbbın birincil bakım ve alt uzmanlık bakımlarında kullanımı çok çeşitlidir. Uzaktan etkileşimler hastalar ile tıp profesyonelleri arasında canlı ses ve video sanal vizite, hasta takip verisinin gönderilmesi,örneğin kan şekeri seviyelerinin ve kan basıncının gönderilmesi,veya diğer bilgilerin hastanın evinden kliniğe gönderilmesini içerir. Büyüyen sayıda tıbbi uzmanlıklar teletıbbı kullanmaktadır, bunlardan bazıları: Dermatoloji, Onkoloji, Radyoloji, Cerrahi ve Akıl hastalıklarıdır [33].

Teletıp uygulamaları günümüzde, evde bakım, telekonsültasyon, teleradyoloji, cerrahi uygulamalar gibi birçok alanda faaliyet sahası bulmuştur. 1995 yılında ABD’de bulunan Sağlık Bakım Bilgi ve Yönetim Sistem Topluluğu (HIMSS-Healthcare Information Management System Society)’nun yıllık fuar ve sergisinde teletıp uygulamaları konusunda yapılan bir araştırmada Şekil 3.1’de ki sonuçlar elde edilmiştir [29].



Şekil 3.1. HIMSS araştırma sonuçlarına göre teletıp kullanım alanları [34]

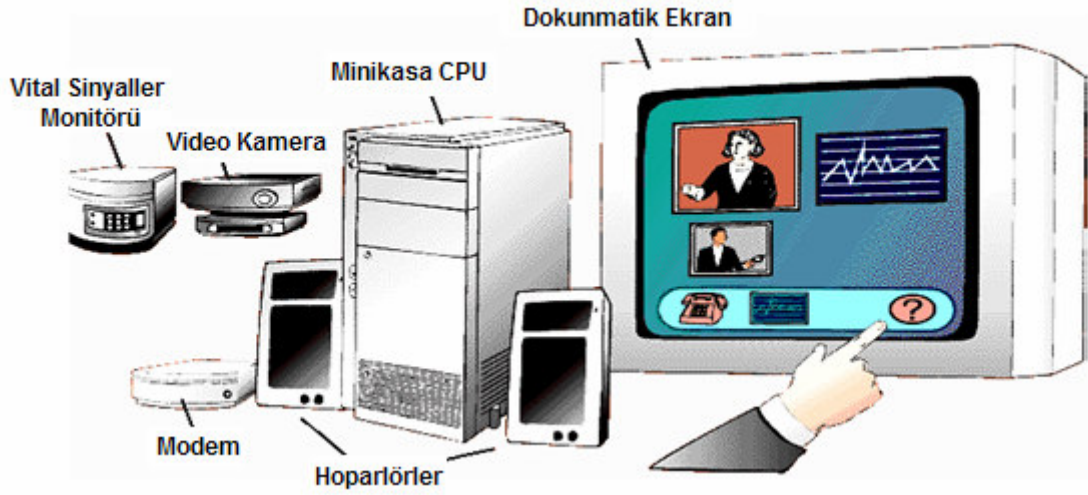
3.3.1. Evde bakım (uzaktan hemşirelik hizmeti)

Hastaların evde bakımı yakın gelecekte büyük gelişme gösterecek bir alan olacaktır. Hastalar gelişen cihazlar sayesinde takip edilmesi gereken bilgileri evlerinde toplayıp bilgisayar ağları vasıtasıyla doktorlarına gönderilebilecektir. Böylece kalp atım düzensizliği olan bir hasta 24 saatlik kalp ritim kaydını, şeker hastalığı olan bir insan şeker profilini veya tansiyon kaydını hastaneye gitmeden doktoruna gönderebilecek ve değerlendirilmesini yaptıracaktır [35].

3.3.1.1. Elektronik ev çağrı projesi:

Bu projenin iki temel hedefi vardır: Bir ev Teletıp projesinin uygulanabilirliğini ortaya çıkarmak, elektronik ev ziyaretlerinin kullanım alanlarını ve kronik hastalıkları bulunan hastaların bakım maliyetlerini belirlemek. İkinci hedef mali analizlere dayanmaktadır.

Proje süresince, (Şubat-Kasım 1996), 13 kronik hasta 116 kez elektronik ziyarette bulunmuşlardır. Hastaların evlerine evde bakım hizmetlerini ulaştırmak için klasik kablo TV hattı ve bunun üzerinde çalışacak bilgisayar donanımından oluşan bir ev istasyonu kurulmuştur. Bu standart kablo TV hattı üzerinden, hasta bakımına imkan verecek iki yönlü iletişim kurmak mümkündür. Ses ve video verilerini iletmek üzere her hastanın evine bir video kamera ve mikrofon kurulmuştur. Stetoskop, otoskop, termometre, tansiyon cihazları ve buna benzer çeşitli tıbbi cihazlar da sisteme ilave edilmiştir. Video konferans cihazlarının doktor tarafı ise hastane içinde bu işe ayrılmış bir ofise kurulmuştur. Hasta konferansları bu iş ile görevli bir hemşire tarafından yürütülmektedir. Konferanslar doktor, hasta ve hemşirenin karşılıklı mutabakatı ile olmaktadır.



Şekil 3.2. Elektronik ev çağrı sistemi [36]

Yapılan mali analizler sonucunda kurulan bu sistemle büyük maddi kazançlar elde edilmekle kalınmamış, aynı zamanda hasta memnuniyeti de sağlanmıştır. Şekil 3.2.'de 13 hastanın evine yerleştirilen ve bir dokunmatik ekran, bir video kamera , hoparlör, modem, bir minitower kasa ve hayati sinyal monitörlerinden oluşan Bir elektronik ev çağrı sisteminin cihazları görülmektedir. [36]

3.3.1.2. Uzaktan ev bakım sistemi (telehomecare system)

Dünyanın en büyük televizyon, video ve diğer elektronik cihaz üreticilerinden olan Panasonic firması ev sağlık pazarı için bir internet tabanlı teletıp sistemi geliştirmiştir. Bu şirketin yeni Uzaktan Ev Bakım Siteminin üç temel elemanı mevcuttur: Bunlar hasta terminali, ağ sunucu yazılımı ve doktor-terminal yazılımıdır. Hasta Terminali: Kan basıncı, nabız, ateş kan şekeri, oksijen doymu, gibi hayati işaretleri ölçebilecek stetoskop, EKG cihazı, ve etkileşimli bir dokunmatik ekran, video kamera, ses ve resim iletimi sağlayan bir ölçekten oluşan sistemleri içerir. Doktor-terminal yazılımı: Sunucuda, hastaya ait olarak tutulan bilgilere erişimi sağlayan ve hasta ile e-posta veya görüntülü telefon yoluyla haberleşmesini sağlayan sistemlerden oluşmaktadır. [37]

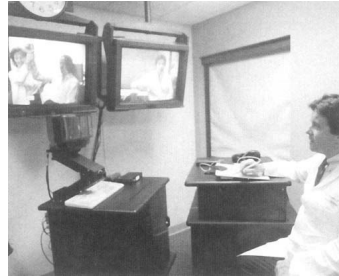
3.3.1.3. Uzaktan muayene (telekonsültasyon) hizmeti

Telekonsültasyon, teletıp uygulamaları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Maliyet/yarar analizleri yapılmış, tıbbın bir çok dalında teşhis ve tedavi niteliği açısından önemli hatalara neden olmaksızın gerçekleştirilebilen ucuz bir hizmettir. Özel ve kamu kurumları ile her uzman hekimin verebileceği telekonsültasyon hizmeti özellikle ülkemizde olduğu gibi uzman hekim dağılımının büyük kentlerde yığıldığı ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

PLEKSUS Bilişim Teknolojileri Danışmanlık Temsilcilik ve Organizasyon A.Ş. tarafından geliştirilen tamamı web üzerine aktarılmış bir telekonsültasyon yazılımı ve servisi halen Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri ABD ile 10 sağlık ocağı arasında çalıştırılmaktadır. [38]<http://www.gazipediatri.okulu.net/> web adresinden ulaşılan bu sayfa, Gazi Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı ile birinci basamak sağlık hizmeti veren kuruluşlar arasında bilgi alış verişi sağlamak amacıyla kurulmuştur [36]. Bu alış verişte birinci basamakta çalışan hekimlerin sürekli meslek içi eğitimleri ve dolayısıyla onların yetiştireceği öğrencilere de katkısı olmaktadır. Bu adrese girildiğinde karşınıza ana sayfa çıkmaktadır. Ana sayfadaki seçeneklere girmek için öncelikle sisteme kayıt olmak gerekmektedir. Burada alt kısımdaki "yeni kullanıcı" tuşu tıklanarak veya ana sayfadaki "yeni kullanıcı" kısmına girerek istenen bilgiler doldurulduğunda sisteme kayıt olunmaktadır ve e-mail adresine bir şifre yollanmaktadır. Bu şifreyi kullanarak sistemden yararlanılmaktadır. Ana sayfadaki seçeneklerden ilki "yeni olgu" buraya girerek danışılmak istenen hasta hakkındaki bilgiler ve danışılan konu yazılabilmektedir. Gerekli olduğu takdirde, hastanın resmi veya grafikleri yollayabilme imkanı da bulunmaktadır. "Danışılan olgular" bölümünde bugüne kadar danışılan olgular ve onlara verilen cevaplar bulunmaktadır. "Kullanıcı servisi" bölümünde kayıt olan kişiye ait kayıt bilgileri bulunmakta ve bunlar istenildiğinde güncellenebilmektedir. "Güncel" karşılıklı haberleşebilecek bir bölümden oluşmaktadır. Buraya iletilmek istenen, tartışmak istenen konular yazılabilmekte, yani bir çeşit forum olarak kullanılmaktadır. Son olarak da "Ayın olgusu" isimli bölüm bulunmaktadır. Burada da hastanede görülen, eğitici yönü olduğunu düşünülen olgular her ay bir tane olmak üzere yazılmakta, geçmiş ayların olgularına da ulaşma imkanı mevcut bulunmaktadır[6].(<http://www.gazipediatri.okulu.net/bilgi.php3>)

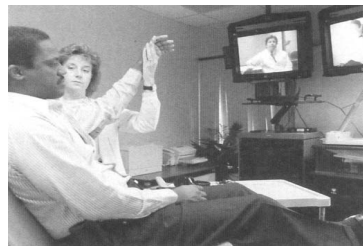
Hastanın evine ve birinci basamak sağlık hizmeti veren uzmanların (Aile Hekimleri) muayenehanelerine yerleştirilen video kameralar sayesinde hastanın hastaneye sevk edilmesine gerek kalmadan uzaktan tıbbi konsültasyon yapmak mümkün hale gelmiştir. ABD’de hastalar üzerinde yapılan bir araştırmada, uzaktan yapılan muayeneler neticesinde hastaların tümünde bu muayene yönteminin yüz yüze muayene yöntemine nazaran aynı veya daha iyi olduğu kanaatine varılmıştır [29].

şekil 3.3.’te teletıp hekiminin uzak merkezdeki bir hastayı muayenesi görölmektedir. Hasta tarafındaki monitörler, hastanın ve hekimin görüntüsünü göstermektedir. Kontrol paneli hekime kameraları kontrol etme yakınlaştırma ve uzaklaştırma kapatma ve sesi ayarlama imkanı vermektedir [29].



şekil 3.3. Teletıp Hekiminin Uzak Merkezdeki Bir Hastayı Muayenesi [33]

şekil 3.4. ’te ise Uzak merkezdeki televizyon sistemi görölmektedir. Televizyon monitörü muayene eden hekimin görüntüsünü ve hastanın görüntüsünü hekimin monitörüne ulaştırmaktadır. Hekimin asistanı uzakta bulunan hekimin talimatlarını yerine getirirken görölmektedir [39].



şekil 3. 4. Uzak Merkezdeki Televizyon Sistemi

Olay Texas eyaletinin Galveston şehrinde geçmektedir. “Doktor, beni iyi görebiliyor musunuz ?” sağ omzundaki aksamayı göstermek için omzunu kaldıran hasta sormaktadır. Doktor, Jason H. Calhoun hastasını kişisel olarak değil ama 40 inç.’lik bir video ekranında muayene etmektedir. Hasta, 50 mil uzakta Texas eyaletinin Sugarland kentinde bir hapisanede bulunmaktadır. Dr. Calhoun’un video monitörü Texas Tıp Merkezi Üniversitesinde aynı zamanda geleceğin kontrol merkezi konumundadır [40].

Bir dizi bilgisayar monitörü hastanın geçmiş tıbbi kayıtlarını ve sayısal röntgen filmlerini göstermektedir. Dr. Calhoun bir hapisane arbedesinde omuzu parçalanan hastanın ameliyatından beri hızlı bir şekilde iyileşmemesinin nedenlerin bulmak için daha fazla röntgen filmine ihtiyaç olduğuna karar vermektedir. Bir ortopedi cerrahı olan Dr. Calhoun ‘e göre “Eğer Teletıp olmasaydı ameliyat sonrası viziteler için her seferinde bu hastaları gardiyanlar nezaretinde hastaneye getirmek zorunda kalacaklarını ve tabii ki bu durumda emniyeti sağlama maliyetinin tıbbi tedaviye nazaran çok daha fazla olacağını” belirtmektedir. [40]

3.3.1.4. Uzaktan rehberlik

Bu yöntemde, tecrübeli bir cerrah uzak merkezdeki tecrübesiz bir cerrah için öğretmen olarak görev yapmakta ve tecrübesiz cerrah tecrübeli olanı interaktif video bağlantısı sayesinde gözlemleyebilmektedir. [29]

Uzaktan cerrahi uygulamalarının ilk klinik etkileri muharebe sahasında yaşanan yaralanmalar üzerinde olmuştur. Yapılan istatistikler sonucunda muharebe sahasında yaralananların %90’ı ilk dakikalarda tıbbi müdahale yapılamadığı için hayatlarını kaybetmektedirler. Bu hayatların birçoğu ilk altın saat olarak kabul edilen süre zarfında tıbbi yardım imkanı olsa, kurtarılabilecek durumdadır. Yapılan arazi tatbikatlarında askeri uzaktan cerrahi uygulamalarına ilişkin fizibilite çalışmaları yapılarak, uzaktan tıbbi müdahale imkanına sahip zırhlı araçlar oluşturulmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar ışığı altında, sayısal personel durum monitörleri geliştirilerek askerlerin mevkileri ve hayati sinyalleri elde edilerek değerlendirme imkanı sağlanmıştır. [41]

3.3.1.5. Uzaktan eğitim uygulamaları

Eğitimde teletıbbın kullanımı internet teknolojisindeki gelişmeye paralel olarak hızla ilerlemektedir. Uzak bir mesafede bulunan sağlık çalışanının yerinden ayrılmaksızın eğitim ihtiyacını karşılayabilmesi özellikle web tabanlı çözümleri gündeme getirmiştir.

Eğitimde teletıp kullanımı için;

- Konuda uzman kişilerin uzakta olduğu durumlar,
- İlgili alanına giren hastalar veya tıbbi araçlar veya tıbbi bilgilerin uzakta olduğu durumlar,
- Konu ile ilgili kişilerin birbiriyle iletişim ihtiyacı içinde olduğu durumlar sayılabilir.

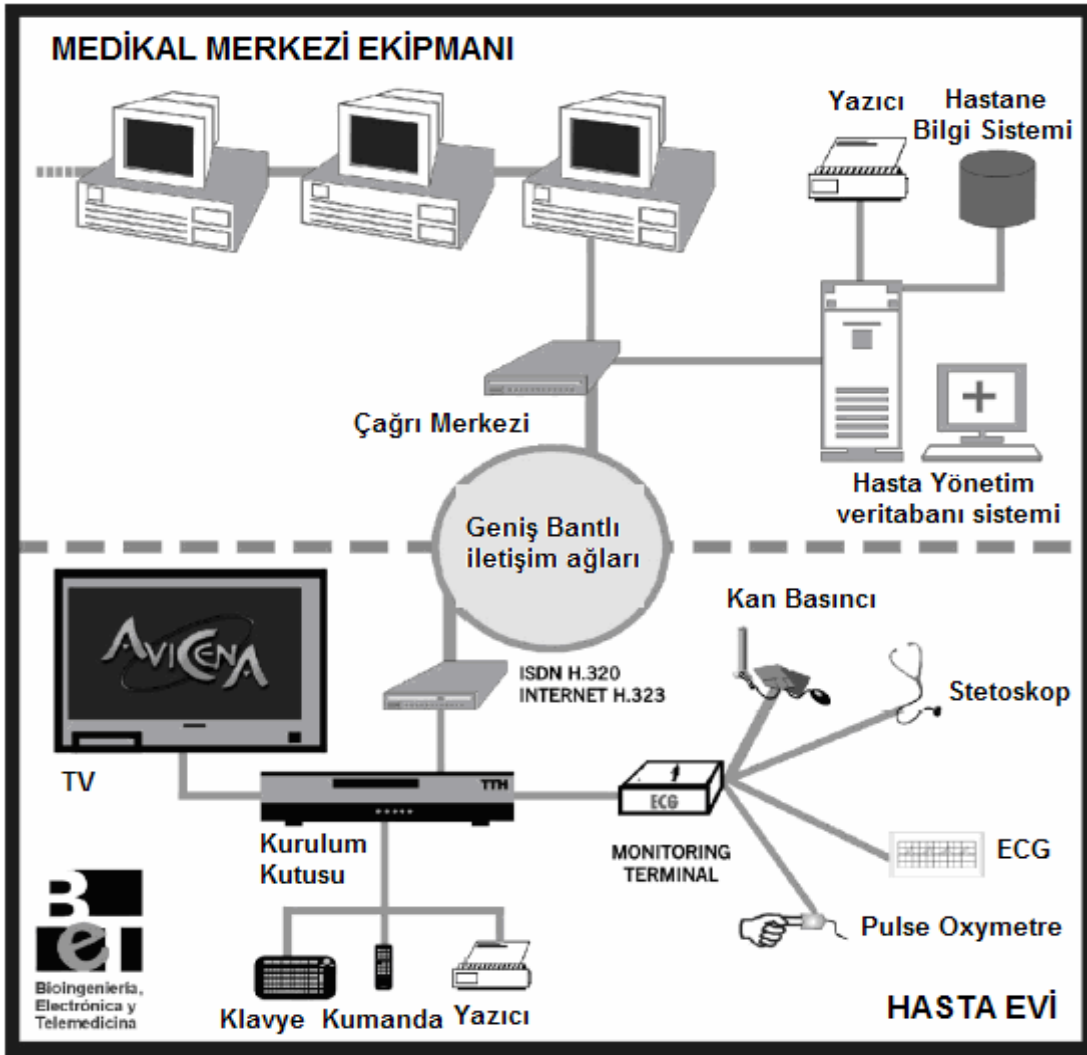
Daha değişik bir bakış açısından, teletıp her iki taraf için bir sürekli eğitim aracıdır. Bu eğitim yalnızca doktor-doktor arasında değil, aynı zamanda doktor-hasta arasında da olmaktadır. Sağlık eğitiminde telekonferans, sürekli tıp eğitimi programları gibi uygulamalar, hastalara ait klinik bilgi, radyolojik görüntü vb bilgileri içeren veri tabanlarının oluşturulması için teletıp teknolojileri kullanıldığı gibi, sanal hastane uygulamaları ve tıbbi bilgileri içeren veri tabanları da teletıp uygulama alanlarına girmektedir. [27]

3.4. Teletıp Alanında Son Yıllarda Yapılan Bazı Uygulamalar

3.4.1. Avicena

İspanya'da Valencia Üniversitesinde 2002 yılında Avicena adlı evde bakım (telehomecare sistemi) geliştirilmiştir [42]. Bu sistem hastayla doktor arasında görüntülü video konferans görüşme sağlayabilmekte, hastanın kan basıncını, ECG bilgisini, ateşini ölçebilmektedir, sistem televizyona bağlı bir masa üstü kurulum kutusu (set top box) ve bu kutuya bağlı bir ISDN hat ile çalışmaktadır. Sistemin detaylarını gösteren şema , Şekil 3.5. 'de verilmiştir.

Sistemi kullanmak isteyen hasta Şekil 3.5. 'de gösterilen ve televizyona scart bağlantısıyla bağlanabilen PC tabanlı (Windows 98) kurulum kutusundan , hastalığıyla ilgili önemli verileri ölçen (ECG,Kalp atışı sesleri,kan basıncı,ateş derecesi) gözlem kutusunu(monitor terminal) alarak ve evine kadar bir ISDN hat tahsis ederek doktoruyla yüz yüze video konferans ile görüşebilir. Kullanıcı kurulum kutusuna ,klavye , mouse ve printer bağlayabilmektedir, böylece televizyonunu bir bilgisayar ekranı gibi kullanabilmektedir, hastaların kayıtlarına ulaşabilmek için hastane tarafında veri tabanı sunucuları vardır, ve hastalardan gelen görüşme isteklerini hastanede bulunan doktorlara dağıtan bir çağrı merkezi vardır.



Şekil 3.5. Valencia Üniversitesi'nde geliştirilen sistem

Sistemin uygulaması ve gerçekleştirilmesi “TV kullanan çoklu ortam evde bakım sistemi [42] ‘de şu şekilde anlatılmaktadır.

Bu günlerde , bir çok hasta evde özel bakıma ihtiyaç duymaktadır. Geniş bantlı iletişim ağlarının kurulması ,belirli bir servis kalitesiyle evde bakım servislerinin kurulmasını ve gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu makalede tümleşik servisler ağı ve internet protokolü ve videokonferans standartları olan H.320 ve H.323 ü kullanarak standart bir TV ile hasta doktor etkileşimi anlatılacaktır.Bu platform ,uzaktan canlı izlemeye ,ECG ,kalp sesi,kan basıncı , gibi değerlerin ölçülebilmesine imkan vermektedir. Kullanılabilirlik, alım gücü, uyumluluk, donanımın ve yazılımın tasarlanmasında üzerinde durulmuş konulardır. [42]

Geliştirilen Video konferans yapmaya yarayan sistemin kullanıcı arayüzü Şekil 3.6. ‘de gösterilmiştir,



Şekil 3.6. Valencia Üniversitesinde geliştirilen Sistemin GUI’si

Sistemde karşı tarafın görüntüsü daha büyük bir pencerede , kişinin kendi görüntüsü ise daha küçük bir pencerede gözükmektedir, kullanıcı kurulum kutusu (set top box) vasıtasıyla bağlayabileceği bir klavye ile doktor ile yazılı chat yapabilmektedir ,bunun amacı hem video hem de sesin aynı anda gönderilmesi durumunda ya sesin yada videonun kalitesinin bant genişliği yetersizlikleri

nedeniyle bozulduğu durumlarda ,sesi kapatıp video ve text görüşmesini sağlayabilmektedir. Sistemin tamamını gösteren bir resim Şekil 3.7. 'te verilmiştir.



Şekil 3.7. Valencia Üniversitesi Avicena evde bakım sistemi

Aynı makalenin yazarlarının bu tür evde bakım uygulamalarında kullanılan video konferans sisteminin bant genişliği için derledikleri bilgilerde şu sorunlara değinmektedirler:

İnteraktif ev bakım servisleri genelde, hastanın evinden ,telesağlık merkezinin bulunduğu hastaneye, ses , video ve biomedikal veri değişiminin yapılabildiği noktadan-noktaya bağlantılarla yapılır. Video ve Ses ve biomedikal veri değişimi için gerekli bant genişliği gereksinimi ,Avrupada bir çok ev sakinine değişik telekomünikasyon servisleri olarak ulaşmaktadır, Kablo TV ağları, XDSL, LMDS yerel döngü erişimi (Local Loop Access) ,ve geniş bir alana hizmet verebilen ISDN. Önceki deneyimler göstermiştir ki ISDN telesağlık uygulamalarının gerektirdiği resim kalitesi için uygundur [43]. Bununla beraber bir temel hız arayüzü (Basic Rate Interface) (BRI) ISDN (128 kbps) IP ağlar üzerinden masaüstü video konferansı sağlayarak insan insana yüz yüze görüşmeye olanak sağlar.Diğer yandan , IP ağlar üzerinden kabul edilebilir bir video konferans 184 kbps ,ve eğer telesağlık uygulamasında izleme (ECG,Ateş derecesi, kan basıncı) yapılıyorsa bu bant genişliği 256 veya 384 kbps olmalıdır. [44]

Video Konferans'ın evde bakım programları için faydası geniş bir ölçüde kanıtlanmıştır. [45] Yüksek kaliteli ses ve video ile geniş bantlı ağlar üzerinden tele konsültasyon ile hastaların takibi göstermiştir ki ,tıbbi personel bu yöntemle yapabileceklerine güvenmelidir ,ve hastalar ve taşıyıcıları tele sağlık 'tan elde edilecek faydaların bilincinde olmalıdırlar. [46]

Olayın öteki boyutu, Avrupada telekomünikasyon pazarının serbestleşmesi ve yeni geniş bantlı servislerin teletıp ve evde bakım için sesli ve görüntülü iletişime dayanan yeni servislerin yerleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bilişim teknolojileri kullanılarak evde sağlık ve teletıp 'ın hızlı olarak gelişmesini engelleyen birkaç faktör vardır. Geri ödemeye ve yasal sorunlara ek olarak ,teknolojinin ,eğitimsiz ve hasta insanlarca kullanılması , ve en önemlisi kullanılacak sistem ekipmanlarının pahalı olması ve işletim maliyetleri bu engellerin başında gelmektedir. [47]

3.4.2. Emedicine

Washington üniversitesinde doktora ve master çalışması yapan bio mühendisliği öğrencileri Christopher Lau ve Janice Kim ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği' nde Profesör olup bio mühendislikte bölüm başkanı olarak görev yapan Yongmin Kim, ve Prof. Fredrich Matsen ve R. Sean Churchill 'in ortaklaşa geliştirdikleri asenkron web tabanlı hasta takip sistemi Emedicine, omzundan ameliyat olan hastaların canlı değil de önceden kaydedilmiş görüntülerini (pre-recorded vidoes) ve seslerini doktorlarına bu sistem yoluyla iletebilmelerine olanak sağlamaktadır. Doktorlar da gerekli yapılması gereken egzersizleri ve kendi konuşmalarını kaydedip hastalarına gönderebilmektedirler.Hastalar ayrıca evde bulunan biosensörlerden okudukları verileri doktorlarına gönderebilmektedirler.

Geleneksel teletıp sistemleri noktadan noktaya (point to point) , gerçek zamanlı (real time) video konferans sistemlerini kullanarak ,kişilerin seyahat ederek görüşme yapmalarının yerini almaktadır. [48] Ekipmanın maliyetine ve karmaşıklığına göre geçmişte , teletıp görüşmeleri en çok konsültasyon için kullanılıyordu. Son zamanlarda , sağlayıcılar , teletıp görüşmelerinde ,kronik hastalıkları olan hastaları evlerinde gözlemleyebilmektedirler. Evde takip düşük

fiyatlıdan ve kolay kullanılanından ,tonlu telefon sistemlerine ve internet erişiminin olduğu daha pahalı gerçek zamanlı video konferans sistemlerine genişlemektedir. [49]

Telefon sistemi kalp tıkanıklık rahatsızlıkları olan hastaların takibi için etkili bulunmuştur ,şöyle ki telefonda hastalar ,kan basınçlarını, kilolarını,nabızlarını, ve semptomları ,IVR sistemine girebilirler. [50] Bu sistemin avantajları, telefon basit bir cihazdır ve hastalar zaten çoktan bir telefonu nasıl kullanacaklarını biliyorlardır ve telefonlar pahalı değildir. Dezavantajlardan birisi el ile telefona girilemeyecek bilgilerin sisteme kolay bir şekilde entegre edilememesidir veya girilmesi halinde uzunluğundan dolayı yanlış girilmesidir. [43]

Senkron hastalarla eşzamanlı (senkron) mesajlaşma rutin takip ve acil olmayan sorunlar için daha uygundur. Teleradyoloji'de ,kaydetme ve gönderme yöntemi video konferanstan daha etkili bulunmuştur çünkü teletıp uzmanıyla randevu yapma gereğini ortadan kaldırır. [51]

Bu tür asenkron teletıp ayrıca evlere kadar genişletilerek internet üzerinden takip gerçekleştirilmiştir [49]. [50]'deki sistem ağ tarayıcısından (web browser) farklı bir PC uygulamasıyla merkezi veri saklama sunucularına TCP/IP protokolünü kullanarak internet üzerinden verileri iletir.

Geliştirilen emedicine sisteminin uygulanması ile ilgili detaylar şu şekildedir:

Sistem Microsoft IIS sunucusunu ve Microsoft SQL Server 7.0 veri tabanını kullanan 3 tabakalı bir ağ uygulamasıdır (web application) ,ve istemci tarafında internet Explorer 5.5 veya Netscape Navigator 4.7 çalıştırılmaktadır. Bağlantılar 128-bit 'lik SSL bağlantılarını kabul etmektedir [49]. Web sayfaları ASP (Active Server Pages) kullanılarak oluşturulmuştur.

Geliştirilen sistemde önceden kaydedilen videoların çözünürlüğü 160x120 dir.

15 çerçeve saniyelik bir hızla çerçeveler kaydedilmektedir. Video cihazına bağlanmak için sistem Microsoft DirectShow API'sini kullanmaktadır, videolar H.263 formatı kullanılarak 128 kbps 'lık bir bir oranında kayıt edilmektedir. Video

formatı olarak quicktime kullanılmıştır bunun nedeni Washington üniversitesindeki doktorların birçoğu Macintosh bilgisayar kullanmakta ve ayrıca Microsoft Windows da bu formatı desteklemektedir. Kullanılan kameralar sabitlenmiş olup hızlı bir hareket yoktur. Şekil 3.8. 'de sistem için geliştirilen ve içinde kaydedilmiş video gömülü olan bir web sayfası gösterilmektedir.



Şekil 3.8. Emedicine 'den alınmış hastanın ana web sayfası

Bu sayfada doktor hastasına yapması gereken egzersizleri nasıl yapması gerektiğini web sayfasına yazıp görsel olarak ta hastanın bu egzersizleri doğru olarak yapabilmesi için kaydedilmiş video görüntülerini yine bu sayfaya gömmüştür ,hasta kendisi bu sayfaya bağlandığında doktorunun hangi gün ne kadar ne egzersizi yaptıracağını bilebilecektir.

Yine aynı sistemde kullanılan bir başka sayfa ise Şekil 3.9. 'da verilmiştir. Bu sayfada hasta egzersizleri yaparken kendi kamerasından yaptığı bu egzersizleri videoya kaydeder ve kaydedilen bu videolar doktora http ile gönderilir. Doktor bu

videolara bakarak hastanın verilen hareketleri doğru yapıp yapmadığına karar verir.



Şekil 3.9. Hastanın videolarını kaydettiği sayfa

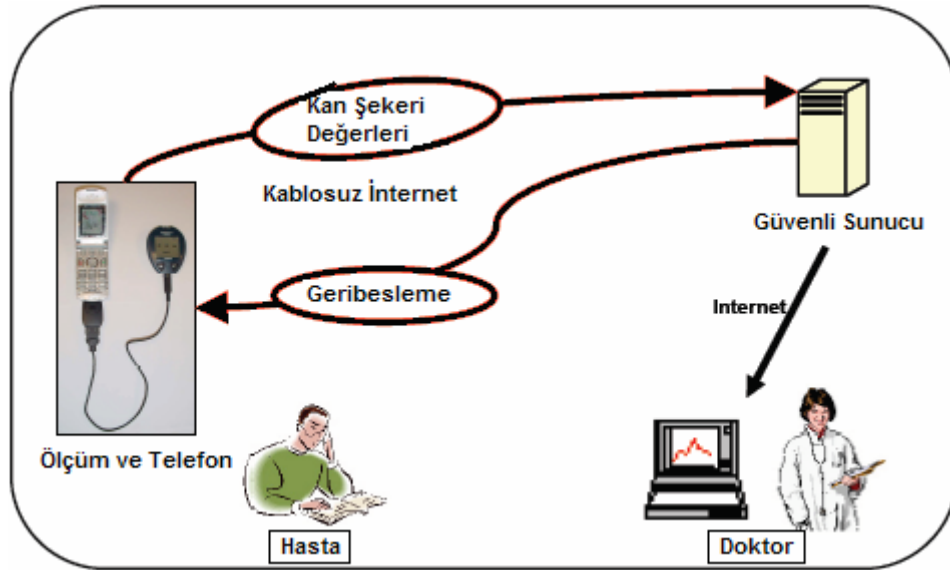
Sistemi geliştirenler bu e-medicine sistemini geliştirmekteki amaçlarının, ucuz ve kolay elde edilebilir bileşenler kullanılarak böyle bir sistemin geliştirilebileceğini göstermek olduğunu [49] 'da ifade etmişlerdir.

Tıp Enstitüsünde (Institute of Medicine) yayımlanan bir rapora göre ,tıbbın en iyi insanları bile tıptaki gelişmeleri takip etmekte ve birbirleriyle ve hastalarıyla iletişim kurmakta zorlanmaktadırlar [50]. Bu raporda mevcut sağlık sistemini bilgisayar ve bilişim teknolojilerini geriden takip etmekle suçlamaktadır ve bakımın sadece hastalar istediğinde olması değil aynı zamanda hastalara bakımlarının kontrolü ile ilgili olarak daha fazla görev almasının sağlanmasını ifade etmektedir.

Bu ifadelerden yola çıkarak E-medicine sistemini geliştirenler, geliştirdikleri sistemin bu sözü geçen gerekleri yerine getirerek hasta merkezli bir hasta takip sistemi oluşturduklarını söylemektedirler.

3.4.3. Cep telefonuyla diabet hastalarının takibi

Oxford Üniversitesin Mühendislik Bölümü ve Toplum Sağlığı Birincil Sağlık Bakımı Bölümü öğrencilerinin 2005 yılında gerçekleştirdikleri birinci tip diabetik hastaların cep telefonuyla kontrolünü sağlayan bir teletıp sistemi Şekil 3.10 'da gösterilmiştir. Bu sisteme göre Hastalar Motorola T720i model bir cep telefonu kullanarak ve telefonlarına bağladıkları bir kan şekeri ölçüm cihazından telefona aktarılan değerlerin GPRS bağlantısı ile uzakta bulunan bir güvenli sunucuya anlık kan şekeri değerlerini göndererek gözetim altında tutulabilmektedirler [53].

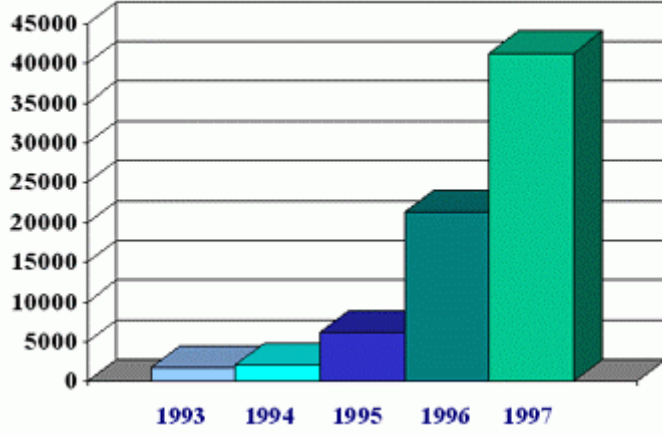


Şekil 3.10. Cep telefonuyla diabet hastalarının kontrolü

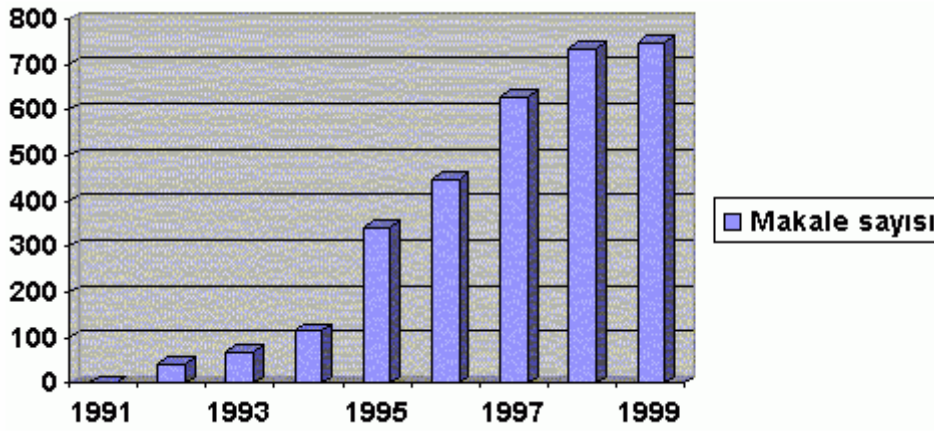
3.5. Teletıbbın Geleceği

Teletıp, geçtiğimiz yıllarda hızlı bir gelişme göstermiştir ve bu hız artarak süreceğe benzemektedir Şekil 3.11. 'de görüldüğü üzere ABD'de yapılan telekonsültasyon

sayısı hızla artmaktadır. Şekil 3.12. 'de ABD'de teletıp üzerine yapılan araştırmaların sayısı gösterilmiştir [54].



Şekil 3.11. ABD'de teletıp konsültasyon sayısında yıllara göre artış.



Şekil 3.12. Medline'da teletıp ile ilgili makale sayısının yıllara göre dağılımı.

Telesağlık sektörünün devamının sağlanması konusunda yapılan yatırımların geri dönüşü hakkındaki görüşler ve yaklaşımlar değişiktir. Geniş bant teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla beraber teletıp uygulamaları da yaygınlaşacaktır [55].

Geniş bantlı ,dijital yüksek hızlı ağ bağlantıları bazı anahtar karekteristiklere sahiptir: herhangi bir formda içeriği(ses,video,veri) iletebilir. Erişim maliyetleri

radikal olarak düşmektedir ve kırsal kesimde geniş bantlı erişim döşeme ve ilgili uygulamaları yerleştirme olanakları artmaktadır [55].

Beş yıl önce ortalama bir teletıp sistemi kurmanın maliyeti 300,000 Amerikan doları civarındaydı. Günümüzde bu maliyet 5,000 Amerikan doları civarına düşmüştür. Bu maliyetin başlıca kalemleri, gerekli iletişim altyapısı, yazılım, donanım ve insan emeğidir. Burada sayılan iletişim altyapısı kaleminin Ulusal İletişim Altyapısı'nın gelişmişlik düzeyi ve bununla ilgili genel politikalarla yakından ilişkisi vardır [54].

3.6. Türkiyede Teletıbbın Uygulanabilirliği

Türkiye'de teletıp henüz sistematik ve yaygın olarak kullanılmamaktadır. Radyoloji görüntülerinin aktarılması başta olmak üzere teletıp uygulamaları yapmaya başlamış birkaç merkez vardır. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı'nın başlattığı bir teletıp uygulaması da vardır [54].

Telefon hatları ancak sakla-gönder yöntemi ile görüntü göndermeye izin vermektedir bundan dolayı canlı görüntü göndermek için DSL, fiber optik kablo gibi özel iletim ortamları kullanmak gerekmektedir ve bunlar projeye ek maliyet bindirir. Eğitilmiş insan altyapısı ise kendi çabaları ile bilgi ve beceri edinmiş az sayıda kişi ile sınırlıdır [54].

Özet olarak, Türkiye'de teletıp uygulamalarının önündeki başlıca sorunlar şunlardır;

- Araştırma ve deneyim eksikliği
- Telekomünikasyon altyapısında eksiklik
- Kanunlara uygunluk
- Teknolojik sorunlar
- Kullanıcı eğitimi
- Sigorta kurumlarının teletıp masraflarını karşılamaması

Teletıp için teknik sistemler oluştururken sistemin hız ve teknik kapsamının maliyet ile yakın ilişkili olduğu gözden kaçırılmamalı, ve pahalı fanteziler için sistemin ekonomik verimliliği riske atılmamalıdır. Başka ülkeler için geçerli olan gereksinim ve olanaklar, ülkemiz için geçerli olmayabilir. Bundan dolayı ülkemiz koşullarında değerlendirme yapılması gerekir. Türkiye’de Teletıp’ın gelişebilmesi hastaların bu teletıp olayını benimsemesi, devletin bu uygulamayı kolaylaştıracak yasa ve tüzükleri yürürlüğe koyması, endüstri üniversite işbirliği , eğitim seviyesinin yükseltilmesi ,ve geniş bantlı internet erişim yöntemlerinin ucuzlaması ve ülkemiz geneline yayılmasıyla mümkün olabilecektir. Öneriler: [54]

- Türkiye teletıp politikası belirlenmelidir.
- Eğitilmiş insan gücüne ihtiyaç duyulacaktır, bundan dolayı sağlıkla ilgili branşlarda eğitim görenlerin eğitim programlarında teletıba yer verilmelidir. Ayrıca yetişmiş elemanlar için kurs ve sertifika programları ve sürekli eğitim programları düzenlenmelidir.
- Teknik destek alınabilecek yazılımlar tercih edilmeli, akademik kurumlarda teletıp yazılımları oluşturulmasına önem verilmelidir.
- Hasta ve hekime yönelik e-posta, web vb tabanlı hizmet veren ücretlendirilmiş veya ücretlendirilmemiş danışma merkezlerinin oluşturulması teşvik edilmelidir.
- Teletıp kullanımı ile ilgili klinik rehberler ve protokoller hazırlanmalı, hasta-hekim ve hekim-hekim ilişkilerinde çıkabilecek sorunları engellemek için kimin hangi durumda ne yapacağı önceden belirlenmelidir.
- Teletıp için sosyal güvenlik kurumları harekete geçmeli, teletıp uygulamalarının sınırlarını, fiyatlandırılması ve belgelendirilmesi üzerine çalışan ve zaman içinde koşulların değişmesi ile hızlı durum değerlendirmesi yapabilen ve hızlı karar veren birimler oluşturmalıdır.
- Teletıp uygulamaları ile ilgili hukuki ve etik altyapı hazırlanmalıdır.
- Çeşitli sağlık alanlarında pilot çalışmalar yapılarak Türkiye koşullarında yöntemlerin uygulanabilirliği ve standartları belirlenmelidir.
- Teletıp konusunda yapılan çalışmaların sonuçları yayınlanmalıdır.

4. GELİŞTİRİLEN YAZILIM

4.1. Genel Bilgiler

Geliştirilen yazılım, belirli aralıklarla doktoruyla yüz yüze görüşmesi gereken hastaların bu görüşmelerini doktorun bulunduğu şehre gitmeden yapabilmeleri için düşünülmüştür. Böylece hem hastanın hem de doktorun olası yol masrafları düşecek ve vakitten kazanç sağlanacaktır. Program geliştirilirken kullanıcılar açısından kolay öğrenilebilir ve anlaşılabilir olmasına önem verilmiştir, en önemli özelliklerinin başında Türkçe bir arayüze sahip olması gösterilebilir.

Program Türkiye iletişim alt yapısı şartları düşünüldüğünde mevcut bakır telefon hatlarını kullanan ADSL erişim teknolojisi baz alındığında iyi bir performans sergilemektedir. Dialup ağlarda kullanımda ise ses ile görüntü kalitesi kullanıcının o anki ihtiyaçları doğrultusunda ayarlanabilecek şekilde uyarlamalı bir mekanizmaya sahiptir. Program hasta ile doktor arasında görüntülü ve sesli iletişim kurmaya yaramasının yanında, metin ile haberleşebilmek için bir sohbet kutusuna, dosyaların karşılıklı olarak gönderilebilmesine izin veren dosya gönderme menüsüne, önceden kayıt edilmiş video görüntülerini video akışı (video stream) şeklinde karşıya göndermeye yarayan bir Film menüsüne, herhangi bir usb yada firewire portuna takılan ve sürücülerini yüklü bir kamerayı algılayabilme ve kullanma özelliğine, grafik arayüzü vasıtasıyla kamera sürücülerine erişip çözünürlük, parlaklık, matlık, kontrast ayarları yapabilmek için bir menüye kolay kullanım amacıyla açıklamalı ve adım adım uyarı mesajlarına ve program kullanımıyla ilgili ipuçlarını barındıran bir menüye de sahiptir.

Ayrıca Sohbet kutusuna "Kontrol" kodadı ile bağlanıldığında kullanıcılar karşı tarafın görüntüsünü uzaktan kontrol ederek ayarlayabilir, karşı tarafın video cihazını açıp kapatabilir, görüntü kalitesini değiştirebilir. Programda üç adet ses codec'i vardır, bunlar GSM 6.1 codec, G.711 Code u-law codec, ve Microsoft G.723 Codectir. Bunlardan G.711 Codec geleneksel telefon şebekelerinde kullanılan Codec'in kendisidir ve 64 kbps'lık bir kodlamaya sahiptir, GSM 6.1 codec 13 kbps'lık bir bit oranı ile Microsoft G.723 codec ise 5.3 kbps'lık bir bit oranı ile sesi kodlamaktadır, bu codeclerden GSM 6.1 ve Microsoft G.723

Codecler dialupta anlaşılır ve net ses gönderip almaya elverişlidir, G.711 sıkıştırma ise daha geniş internet erişimlerinde telefon kalitesinde ses imkanı verebilmektedir. Ülkemizde son yıllarda yaygınlaşan ADSL ile birlikte tüm Türkiye çapında telefon abonelerinin %85'lik bir kısmı dialupa göre çok daha performanslı ADSL aboneliğine sahip olabileceklerinden ve önümüzdeki yıllarda IP/MPLS teknolojisiyle IP ağları üzerinde de belirli servis kategorileri verilebileceği için (Altın Sınıf, Gümüş Sınıf, Bronz Sınıf) şu an programın dialup ve ADSL erişimlerde elde ettiği performanstan çok daha iyi performanslar önümüzdeki zamanda mümkün olabilecektir.

Program Windows işletim sistemlerinde çalışacak şekilde geliştirilmiştir. Windows işletim sisteminin seçilmesinin sebebi, Windows'un dünya çapında yaygın bir kullanım potansiyelin olması, günümüzdeki hastane, özel ve resmi kurumlarda Windows işletim sisteminin yaygın olarak kullanılması, çok kuvvetli masaüstü bileşenlerinin olması ,kolay kullanım,her türlü donanım sürücülerinin kolaylıkla bulunabilir ve yüklenebilir olması verilebilir.

Programın geliştirilmesi aşamasında Visual Basic 6.0 kullanılmıştır. Bu geliştirme ortamının kullanılmasının nedeni, nesneye dayalı olması, Windows API (Application Programmers Interface) kullanımına kolay bir şekilde izin vermesi, Windows işletim sistemi ile son derece uyumlu bir geliştirme ortamı sağlaması, Windows soketlerinin kullanılarak ağ programlamasının yapılabilmesi ve böylece sohbet, dosya transferi gibi ilavelerin programın ileriki aşamalarında eklenebilmesi, Visual Basic'in güçlü bir veri erişim bağlantısı sağlayarak ODBC ile Oracle ve SQL sunucularına erişim sağlayabilmesi sonucunda Hastane veri tabanlarına bağlanarak hasta kayıtlarına ulaşılabilmesine olanak sağlayacak kodların ileriki aşamalarda bu tezdin sonra geliştirilebilmesine olanak sağlaması, program geliştirilmesi aşamasında güçlü dll ve activex desteği, Visual Studio VB6 yazılım geliştirme platformunun bu program için geliştirme ortamı olarak kullanılmasında etkili sebepler olmuştur.

Programın geliştirilmesi aşamasında dll kütüphanelerinden ve, Microsoft tarafından geliştirilen ve özellikle ağ ortamlarında birbiriyle etkileşimde bulunabilen yeniden kullanılabilir yazılım bileşenlerine dayanan bir teknoloji olan activeX

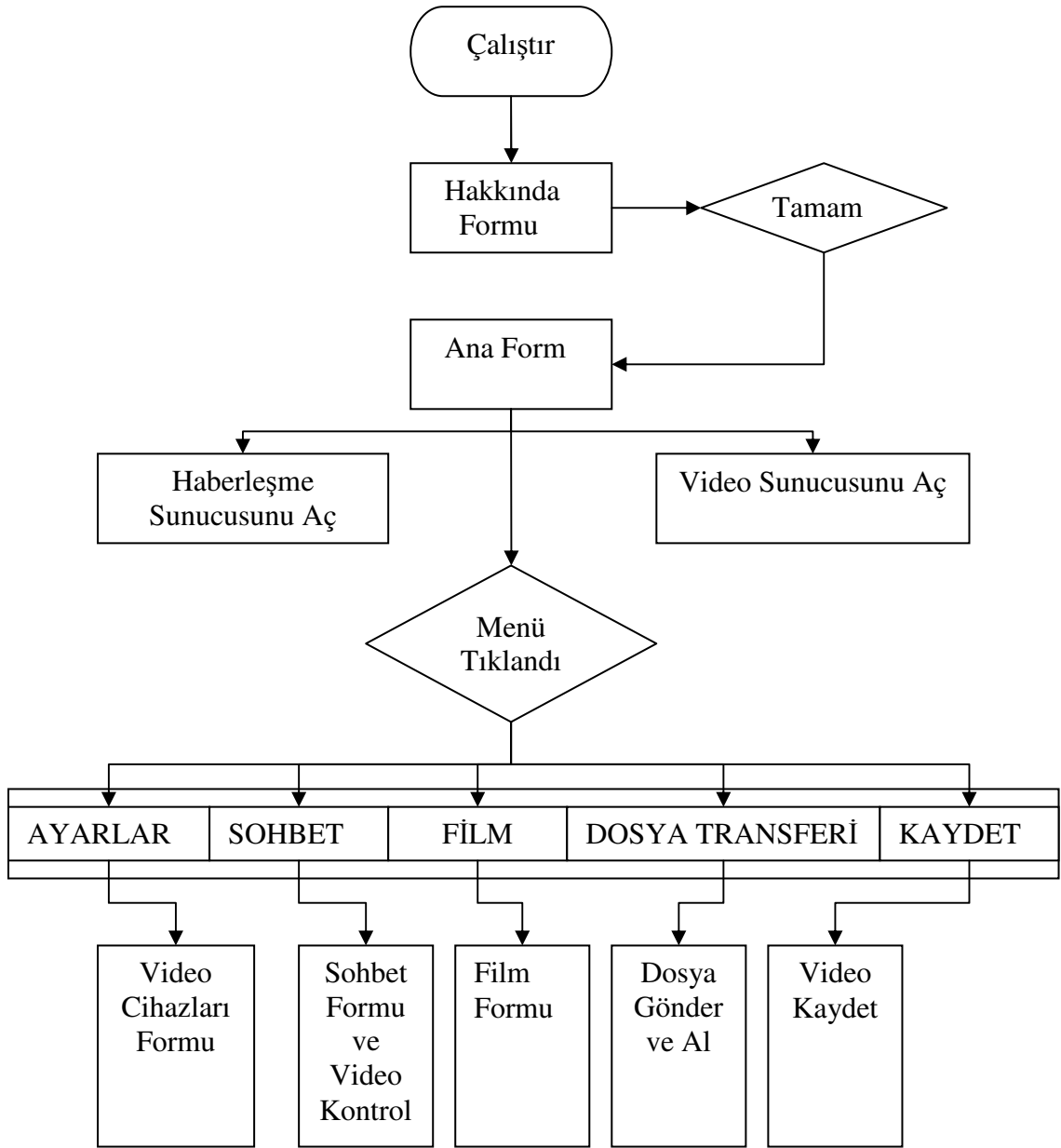
teknolojisinden faydalanılmıştır. Video ve ses aktarımı için j7tech şirketinin geliştirdiği kütüphane kullanılmıştır. Bu kütüphanenin kullanılmasının sebebi yüksek kaliteli video ,güvenlikli olmasını sağlayan özel akış (streaming) protokolü sağlaması, minimum 56 kbps 'lik dialup hatlarda bile çalışabilmesi, otomatik tamponlama özelliğine sahip olması, görüntü ve ses kartlarına erişim imkanı veren ve programlayıcıya düşük seviye (low-level) API 'ler sunarak Windows programlarının yüksek performanslı donanım ivmeli çoklu ortam desteğiyle çalışabilmesine olanak veren DirectX teknolojisini kullanması, video sıkıştırması olarak H.264 kullanmasıdır.

Programda kullanılan ve ağ iletişimini sağlayan sohbet yapmaya yarayan program parçacığı, karşı tarafın kamerasını kontrol etmeye yarayan program parçacığı ve dosya gönderme program parçacıkları , Microsoft'un Windows işletim sistemi için geliştirdiği ve ağ haberleşmesine olanak veren ,Windows soketleri kullanılarak geliştirilmiştir. Bunun için activeX bileşeni olan MSWINSCK.OCX kullanılmıştır. Soket bir uygulama programının TCP/IP protokol yığıtını kullanarak ağ üzerinde belirli bir noktadaki bilgisayar ile haberleşmesine olanak sağlayan, bir protokol (UDP veya TCP) ,bir port numarası ,ve bir IP'den oluşan arayüzdür.

Programın ana akış şeması ise Şekil 4.1. 'de gösterildiği gibidir. Ana akış şemasına göre her bir form ana form üzerindeki bir karar mekanizmasıyla çalıştırılmaktadır. Her form ile ilgili detaylı akış şemaları ilgili bölümlerde anlatılacaktır. Bundan sonraki alt bölüm programın yapısını ve program bileşenlerini detaylarıyla açıklayacaktır.

4.2. Programın Bileşenleri ve Yapısı

Program geliştirilirken modüler bir yapı tercih edilmiştir. Bu sebeple programın ana fonksiyonları bozulmadan programa yeni fonksiyonlar katmak mümkündür. Şekil 4.2. 'de programın modüllerini gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Programın ana akış şeması

ANA FORM Video ve Ses Haberleşmesi						
MSVM		msvbm60.dll		mcomctl.ocx		comcat.dll
J7TECH ACTIVE X				Movie Sender	Chat Formu Metin Hab. ve Kontrol	Dosya Transferi Formu
GSM 6.1	H.264	DirectX Kamera ve Ses aygıtları	Video Aygıtı Ayar Formu			
G.723						
G.711 U-law						
TCP/UDP				Common Dialogue ActiveX	Winsock ActiveX Kontrol	
				Comdlg32.ocx		
				TCP		
				IP		

Şekil 4.2. Programın modülleri

4.2.1. Ana form

Programın Ana formu olan main form, programın iskeletini oluşturmaktadır. Diğer formlar bu form ile bağlantılıdır ve bu ana form üzerindeki bir menü çubuğu ile diğer formları çağırmak mümkündür. Ana form ve diğer tüm formların üzerinde koştugu sistem dosyaları bulunmaktadır. Bunlar activeX ve dll dosyalarıdır. bunlardan en önemlisi msvbvm60.dll dosyasıdır. Bu dosya, Microsoft Visual Basic Virtual Machine , msvbvm60.dll katıksız olarak visual basic kontrollerini ve servislerini içerir. Bunlara bir Visual Basic uygulamasını başlatma, sonlandırma, geliştirilen Visual Basic kodunun başarılı bir şekilde çalıştırılması verilebilir.

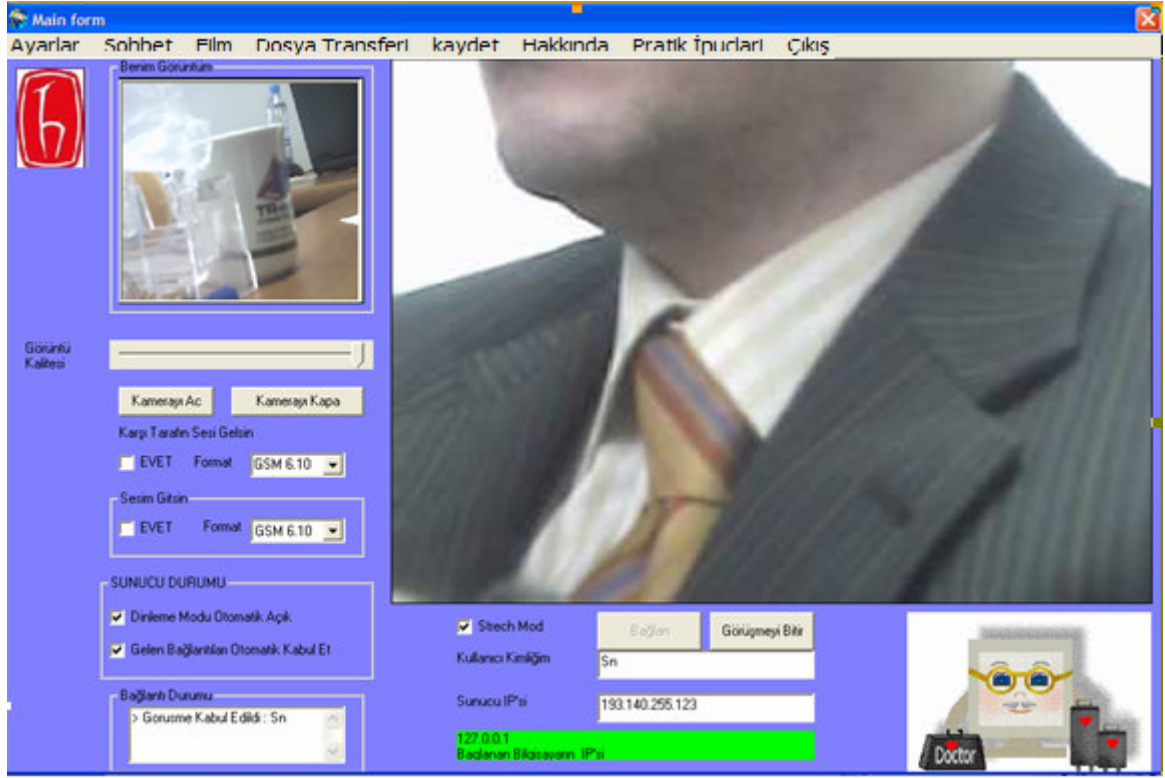
Yine bu Form üzerine dahil edilmiş bir başka sistem dosyası ise mcomctl.ocx 'dir. Bu Visual Basic ortamında kullanılan düğme, combobox, picturebox, textbox, timer gibi temel nesnelere içerir. Bu ana formda kullanılan sistem dosyalarından olepro32.dll, oleaut32.dll ve asycfilt.dll , windows tarafından OLE işlemleri (Object Linking and Embedding) için kullanılır. OLE bir uygulamada oluşturulan

nesnelerin, başka programlar tarafından oluşturulan dokümanlara ve nesnelere gömülmesinde kullanılan teknolojidir. Örnek olarak bir excel tablosunu word dosyasında kullanmak verilebilir. OLE windows tabanlı uygulamalarda sıklıkla kullanılır.

Vb6stkit.dll API fonksiyonlarını içeren ve visual basic uygulamalarına kısayol ve shell linkleri sağlamaya yarayan bir sistem dosyasıdır. Comcat.dll sistem dosyası ise bir Visual Basic programına activeX denetimlerini dahil edebilmek için gerekli bir kütüphane dosyasıdır.

J7tech , activeX kontrolleri ise video ve ses haberleşmesi için kullanılmışlardır. Programın ana formu hem istemci hemde sunucu gibi çalışabildiğinden hem sunucu hemde istemci kontrolleri kullanılmıştır. Bu kontroller bünyesinde G.723.1, GSM 6.10, G711 u-law ses sıkıştırılmalarını ve H264 video sıkıştırmasını barındıran bir activeX kütüphanesidir.

Program çalıştırıldığında, Şekil 4.3.'de gösterilen ana form açılır, ana form üzerinde ,kamerayı açma ve kamerayı kapama için birer buton vardır. Bu butonlar bilgisayara takılı ve sürücülerini bilgisayara tanıtılmış video aygıtlarından ilkinini açıp kapatırlar. Ana formda sol üst köşede bulunan pencere kişinin kendi görüntüsünün bulunduğu penceredir. Bu pencerenin yanında karşı tarafın görüntüsünü görmeye yarayan bir pencere vardır. Karşı tarafın bulunduğu sunucuya bağlanabilmek için IP numarasının girildiği bir metin kutusu ve karşı tarafa bağlanırken kullanmak istediğimiz kullanıcı kimliği girebilecek bir başka metin kutusu vardır. Kişinin kendi görüntüsünü gösteren pencere nesnesinin hemen altında bir kaydırma çubuğu konulmuştur. Bu kaydırma çubuğuyla %100 durumunda iken video görüntüleri H.264 codec tarafından 128 kbps'lık bir bit oranıyla kodlanmaktadır. Kodlanan görüntülere udp eklenerek iletilmektedir.

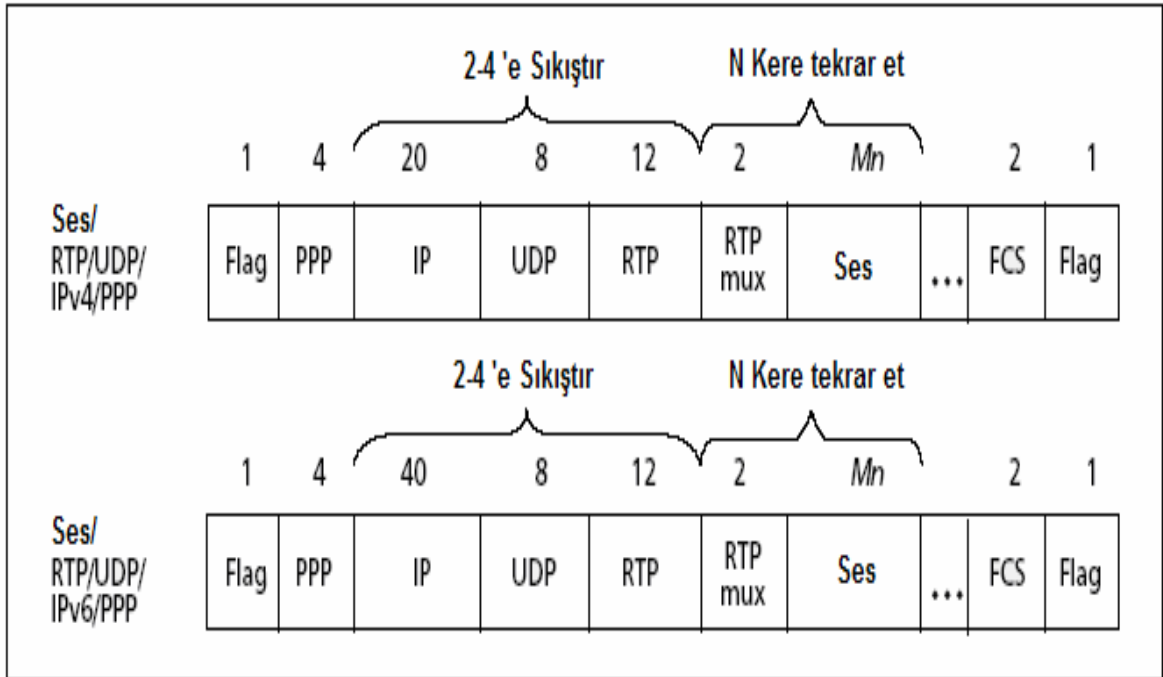


Şekil 4.3. Programın ana formu

TCP protokolü bağlantıya yönelik ve hata kontrolü yapan bir protokol olduğundan ve udp'ye göre header bilgisi büyük olduğundan en iyi çaba (best effort) ve sınırlı bant genişliği uygulamalarında performansı kötü yönde etkilemektedir. UDP ise bağlantısız bir protokoldür ve paketlerin gidip gitmediğinin kontrolünü yapmaz ve tcp ye göre güvensiz bir protokoldür. İnternet üzerinden ses ve görüntü iletiminde genelde udp protokolü kullanılır.

IP ağlarda ,ses gerçek zaman iletim protokolü ile RTP(Real Time Protocol) ile taşınır. Bu daha sonra UDP(User Datagram Protocol) içine gömülür . IP ağ katmanı üzerinde çalışır. Link katmanı olarak noktadan-nokataya protokolü(PPP) veya synchronous optical network/synchronous digital hierarchy (Sonet/SDH) link katmanında kullanılabilir. PPP IP paketine sabit miktarda bir başlık fazlalığı(over head) ekler,buna karşılık SONET/SDH link katmanında ise bu overhead IP paketinin uzunluğuna bağlı olarak değişir [56].

Ana Form üzerindeki bir diğer önemli nesne grubu istemci ve sunucu olarak ses alıp göndermeye yarayan program parçasıdır. Bu ses iletimi ile ilgili parçaya kullanıcı grafik arayüzünde GUI (Graphical User Interface) ,sesim gitsin ve karşı tarafın sesi gelsin diye iki check box ve yanında iki adet codec seçmeye yarayan combo box ile erişilebilir. Üç adet farklı codec seçilebilir. Bunlar: GSM 6.1, G.711 ve G.723'tür, ses iletiminde, ses paketleri sıkıştırılarak önüne sırasıyla RTP ,UDP, IP ve PPP başlığı gelir, bu PPP başlıkları ADSL kullanıcıları için PPPoE veya PPPoA oturumu açmalarına göre değişebilir. Şekil 4.4. 'de ses paketlerinin başlıklandırılması gösterilmektedir, kimi durumlarda başlık bitlerinin fazla olmasından dolayı bu başlık bilgileri de bir sıkıştırma işlemine tabi tutulur.



Şekil 4.4. Ses paketlerinin başlıklandırılarak IP ağlara bırakılması

Şekilde görüldüğü üzere RTP, UDP , IP başlıkları toplam 40 byte'lık bir overhead oluşturmaktadır. UDP yerine TCP kullanılmış olsaydı, bu durumda toplam başlık uzunluğu $20+20+12=52$ olacaktı. Ayrıca TCP kullanılması durumunda ağ üzerindeki sıkışıklıklarda olası paket kayıplarından ötürü gönderilen ses bilgisi tekrar gönderilmek istenecektir. UDP'de ise böyle bir kontrol mekanizmasının

olmaması voip iletiminde TCP'ye oranla çok daha fazla kullanılmasının sebeplerindedir.

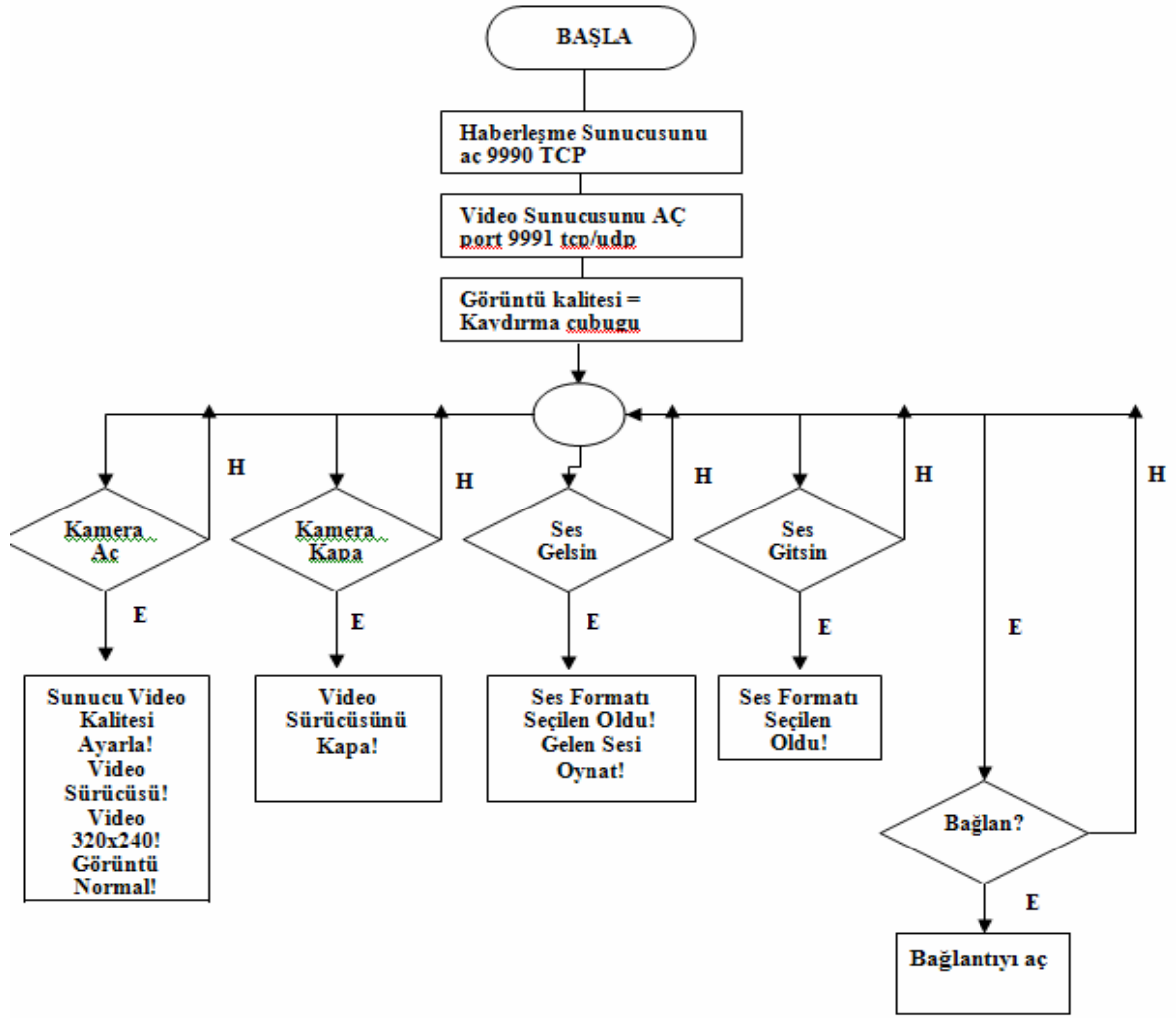
Form yüklendiğinde iletişim kurmak için server nesnesi 9990 ve 9991. portlarda dinlemeye geçer. Bu portlar yazılım ortamından değiştirilebilir fakat program geliştirilirken sabit olarak bu portlar ayarlanmıştır. Bunun avantajı ,gerekli portlar ilgili güvenlik duvarları (firewall) üzerinde açılır ve karşı taraf bu belirli port üzerinden dinlemeye geçer ve haberleşme sağlanır. Portları kullanıcının isteğine göre grafik arayüzüne kontrol edilebilecek şekilde koymanın dezavantajı ise iki kullanıcı birbirinden habersiz olarak farklı portlarda bağlantı kurmak isteyebilirler. Portların standart olması bu açıdan önemlidir. İnternet ortamında çalışan uygulamalarda bu nedenle sabit portlar kullanılır. Sunucu nesnesi üzerinde video sunucusunu ve iletişimi başlatmak için aşağıdaki satırlar kullanılır:

- `Server.StartCommunicationServer 9990`
- `Server.StartVideoServer 9991`

Bu portlardan 9990 tcp bağlantısı kullanır ve sunucu ile istemci arasında kontrol ve durum haberleşmesini sağlar . 9991 numaralı port ise video iletimini gerçekleştirir.

DirectX ile sürücüsü yüklü kameradan alınan video görüntüleri , H.264 codec'i ile kodlandıktan sonra windows soketleri vasıtasıyla RTP ,UDP, IP ve PPP başlıklarını alarak IP ağı üzerinden gönderilir.

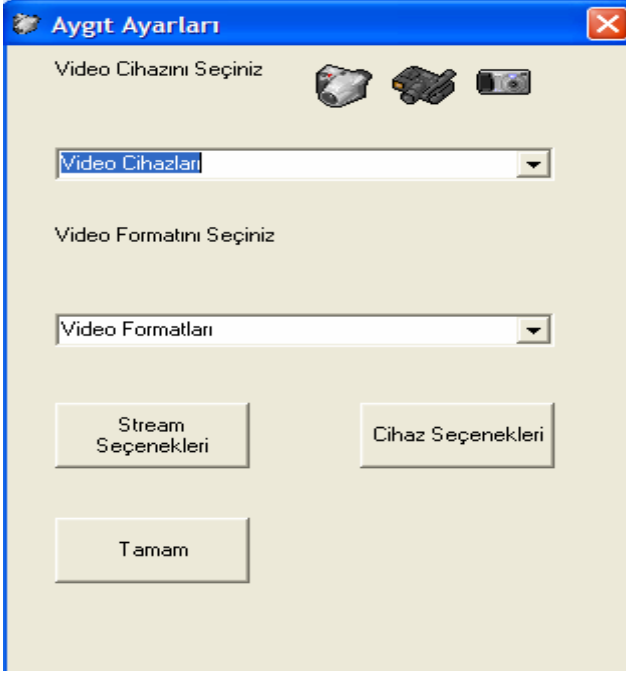
Ana Form programın en önemli parçasıdır. Bu form üzerinde yürütülen fonksiyonları gösteren akış şeması aşağıda Şekil 4.5. 'te gösterilmiştir. Diğer program parçalarına temel geçiş noktasını bu ana form oluşturmaktadır. Bu geçiş noktası ana form üzerinde bulunan menülerdir. Menüler diğer formlara geçmek için kullanılan bir köprü vazifesindedirler.



Şekil 4.5. Ana formun akış şeması

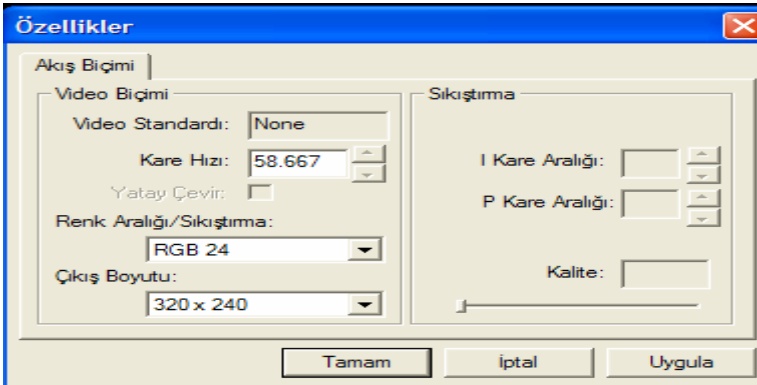
4.2.2. Ayarlar formu

Program ana formundan ayarlar menüsüne gelindiğinde , video cihazları alt menüsüne tıkladığında karşımıza Şekil 4.6.'deki grafik arayüzü gelir.Bu arayüz vasıtasıyla bilgisayar üzerinde sürücüleri yüklenmiş video yakalama aygıtları (kameralar) ve televizyon kartları seçilebilmektedir.



Şekil 4.6. Aygıt ayarlarınının yapılabilmesi için kullanıcı ara birimi

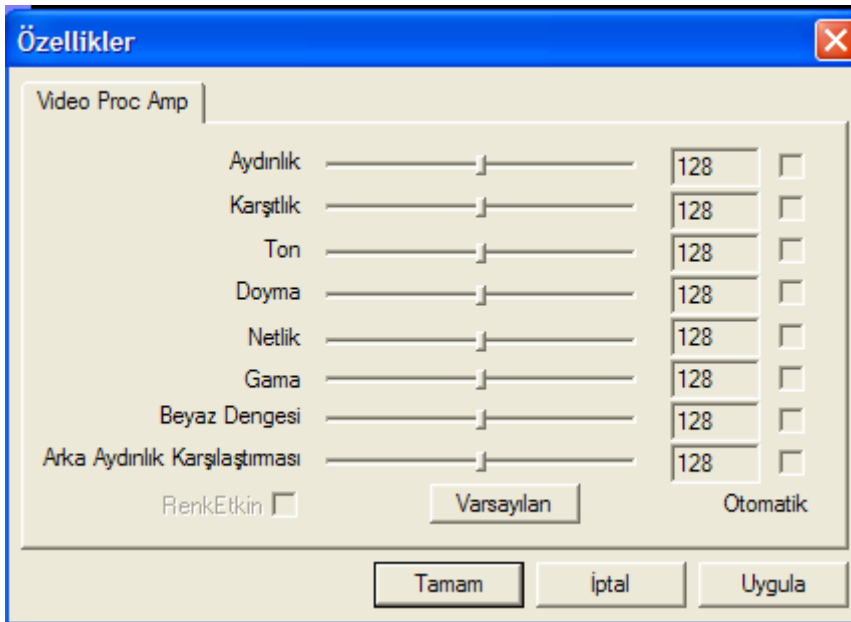
Bu pencerede Video Cihazları yazan combo box ta ,bilgisayar üzerinde sürücüsü yüklü ve bilgisayar o anda takılı olan kameralar ve televizyon kartları görülebilir ve seçilebilir. Seçmek için combo box listesinde ilgili aygıtın ismine tıklanmalıdır. Video formatları yazan kısımda ise kameranin çözünürlük ayarları yapılabilmektedir; desteklenen çözünürlükler 720x576, 640x480 , 352x288, 320x240 , 176x144,160x120 , 80x60 tır. Stream seçenekleri kısmında ise Şekil 4.7. deki gibi bir pencere gelir, bu pencereden kameranin desteklediği renk kodlaması seçilebilmektedir (RGB , GTCC vb.).



Şekil 4.7. Akış seçenekleri penceresi

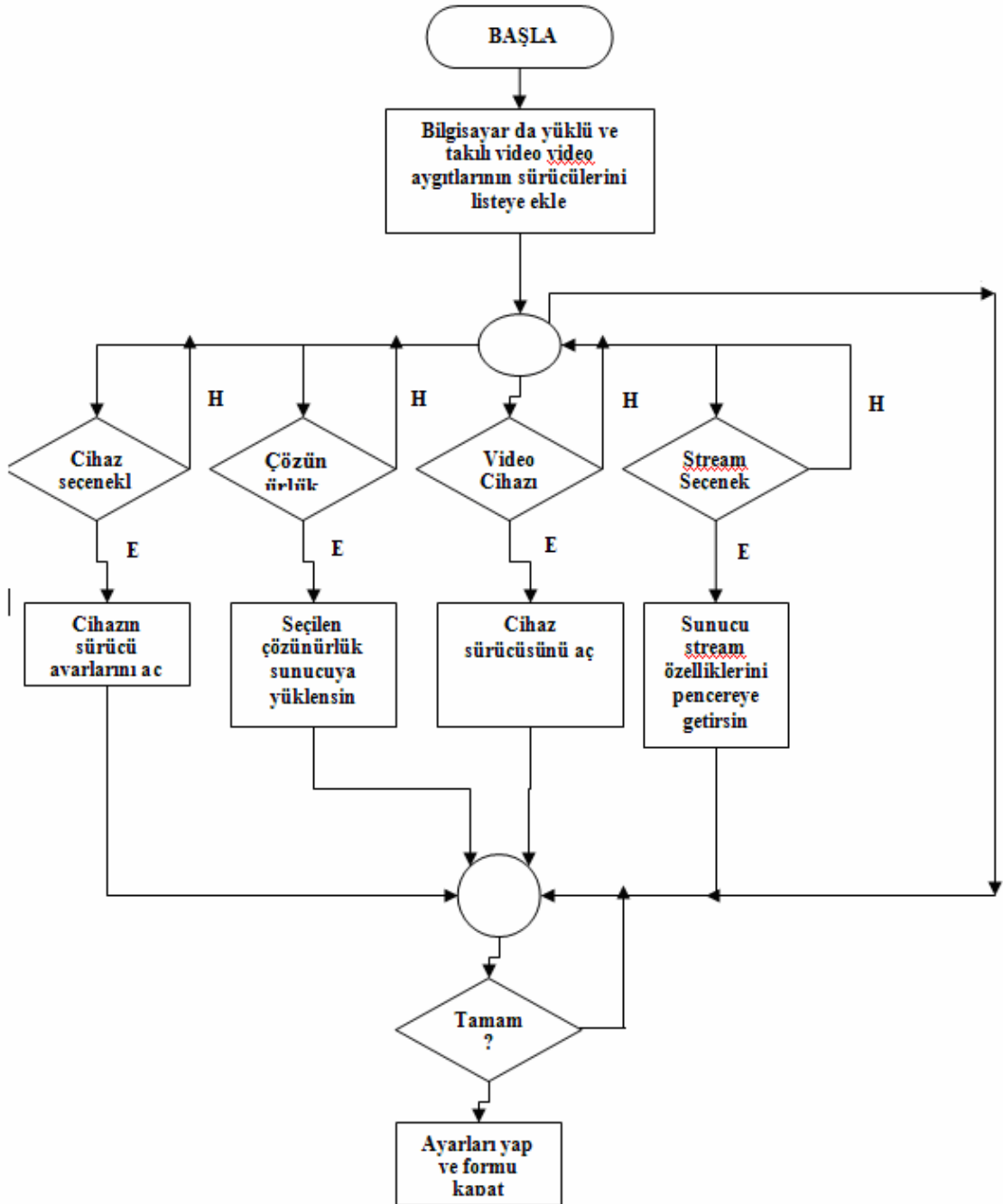
Bu pencerede kameradan alınan çerçeve sayısı ve programa aktarılan çerçeve boyutu görülebilmektedir. Çıkış boyutu dilendiğinde desteklenen formatlara alınabilmektedir. Aygıt Ayarları penceresinden, Cihaz Seçenekleri kısmına gelindiğinde Şekil 4.8. deki pencere gelir. Bu pencereden kameranın sürücülerinin izin verdiği, aydınlık, karşıtlık, ton, doyma, netlik, gama , beyaz dengesi gibi ayarlar yapılabilmektedir. Cihaz Seçenekleri penceresi kamera ile birlikte gelen sürücü ile ilişkilidir ve her farklı marka ve model kamerada farklı şekilde bir ayar penceresi gözükmemektedir.

Ayarlar formunun akış diyagramı Şekil 4.9. 'da verilmiştir. Yeni bir cihaz sürücüsü sisteme yüklendiğinde ve USB veya Firewire porttan bağlandığında, directX vasıtasıyla cihaza ulaşılmaktadır. Çözünürlük ayarı kısmında desteklenen çözünürlük ayarları, Ana Form üzerinde tanımlı olan sunucu nesnesine gerekli çözünürlük değerini aktarmaktadır. Bu değeri alan sunucu directX ile birlikte kamerayı açmaktadır ve seçilen çözünürlükte görüntü almaya başlamaktadır. Çözünürlük seçiminin avantajlarından bir tanesi kullanılan internet erişim hızına göre en uygun seçimin yapılarak video iletiminin yapılması sağlanmaktadır.



Şekil 4.8. Cihaz seçenekleri penceresi

Stream seçenekleri kısmında , önceden tanımlı olarak RGB renk formatı seçilidir. Bunu desteklenen diğer renk formatlarına değiştirmek mümkündür. Dialup kullanırken GTCC renk formatını kullanmanın aynı anda hem ses hem de görüntü gönderirken oldukça iyi bir performans sağladığı gözlenmiştir.

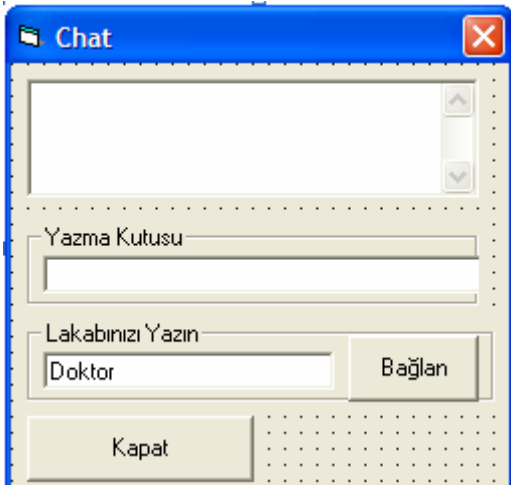


Şekil 4.9. Ayarlar formunun akış diyagramı

4.2.3. Sohbet formu

Bu Form kullanıcıların karşılıklı olarak birbirleriyle yazılı haberleşebilmesine olanak sağlar. Tek fonksiyonu bu da değildir. Kullanıcılar gerektiğinde lakap kısmına Kontrol yazarak karşı taraftaki bilgisayara bağlı bulunan kamerayı açabilmekte, kapatabilmekte, çözünürlük ayarlarını değiştirebilmekte, sıkıştırma oranı ayarı ya da görüntü kalitesini ayarlamaya yarayan kaydırma çubuğunu uzaktan Türkçe komutlarla kontrol edebilmektedirler. Sohbet Formu çalıştırıldığında Şekil 4.10.'daki pencere ekrana gelir.

Kamerayı açabilmek için kontrol lakabı ile bağlantı gerçekleştirildikten sonra, karşı tarafın kamerasını açabilmek için yazılı mesaj kısmına "Kamera Ac" , kamerayı kapatmak için "Kamera Kapa", çözünürlük ayarı için "640x480", "320x240", "160x120", "80x60" komutları yazılır, görüntü kalitesini ayarlayan kaydırma çubuğunu kontrol edebilmek için ve görüntü kalitesini sıkıştırma bit oranını %5 'e düşürmek için "Kalite 5" , % 10 'a düşürmek için "Kalite 10" , % 20 'ye getirmek için "Kalite 20" , % 30'a getirmek için "Kalite 30" , % 40 'a getirmek için "Kalite 40" , % 50 ye getirmek için "Kalite 50" , % 60 'a getirmek için "Kalite 60", % 70 'e getirmek için "Kalite 70" , % 80'e getirmek için "Kalite 80" , % 90'a getirmek için "Kalite 90" , ve %99'a getirmek için "Kalite 99" yazılır.



Şekil 4.10. Sohbet penceresi

Karşı tarafın kamerasını kontrol edebilmek ve ayar yapabilmek için “Lakabınızı Yazın” kısmına “Kontrol” yazmak gerekmektedir.

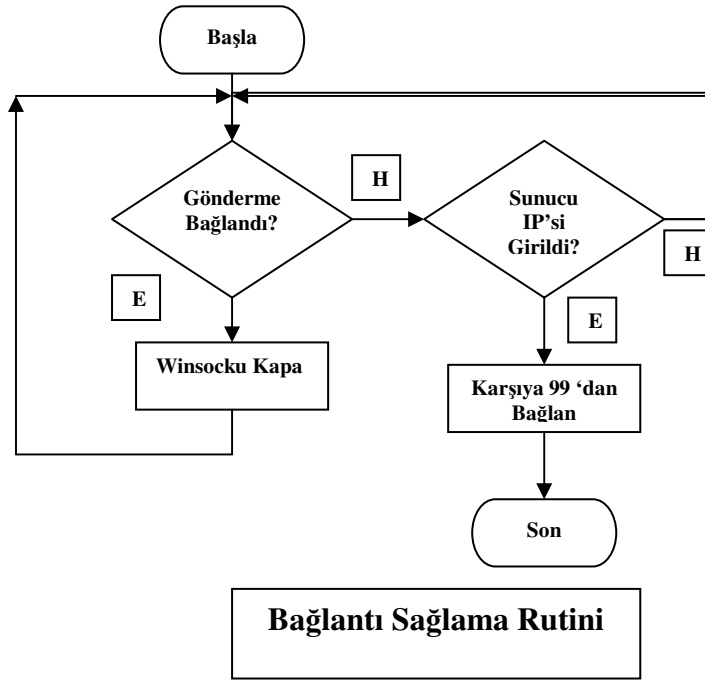
Bu Form üzerinde winsock activeX kontrolü gömülüdür, winsock Windows soketlerinin kısaltılmış halidir. Programlayıcıya TCP/IP protokolü üzerinden çalışan ve diğer bilgisayarlarla ağ üzerinden haberleşebilen programlar yazabilmesine olanak sağlayan bir uygulama programlayıcısı arayüzü sunar API (Application Programmer’s Interface), DLL veya OCX şeklinde olabilir, geliştirilen programda Winsock bir ocx ActiveX kontrolü olarak kullanılmıştır.

Winsock bu programda 99. porttan haberleşmektedir. Sohbet Formu ekrana geldiğinde, otomatik olarak 99. portu dinlemeye başlar ve gelebilecek bağlantı isteklerine hazırdır, Winsock ile bunu yaptırabilmek için şu komutlar yazılır(burada Winsock nesnelерinin adı WinSockAlan ve WinSockVeren olarak adlandırılmıştır):

WinSockAlan.LocalPort = 99

WinSockVeren.Listen

Winsock ile kurulan bağlantıyı gerçekleştiren rutin Şekil 4.11.’de gösterilmiştir.



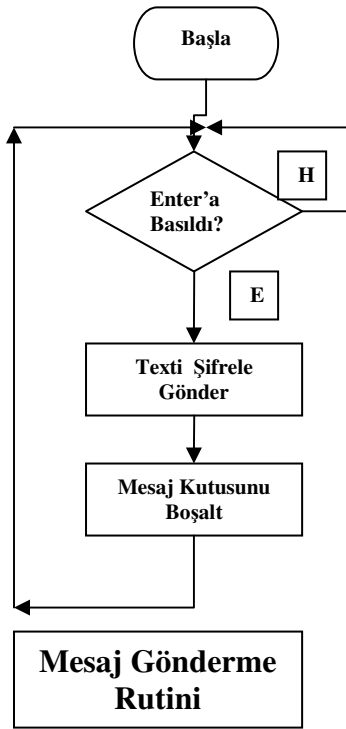
Şekil 4.11. Winsock ile gerçekleştirilen bağlantı rutini

Sohbet formu açıldığında bağlan tuşuna basıldığında ,Winsock öncelikle socketin bağlı olup olmadığına bakar eğer bağlı ise bu bağlantı önceden yapıldığı için hataları önlemek için socketi kapatır. İkinci aşamada sunucu IP'si girilip girilmediğine bakar eğer girildiyse 99 portu kullanarak karşıya bağlantı açar.

Winsock kullanılarak oluşturulan gönderme rutininde kullanılan program komutları aşağıda verilen gibidir:

WinSockVeren.SendData MesajSifrele (txt.data)

Enter tuşuna basıldığında yazma kutusundaki bilgiler önce basit bir şekilde "Caesar şifresi"ne göre şifrelenir. Daha sonra açılan socketten gönderilir.Programın gönderme rutini Şekil 4.12 'de verildiği gibidir.

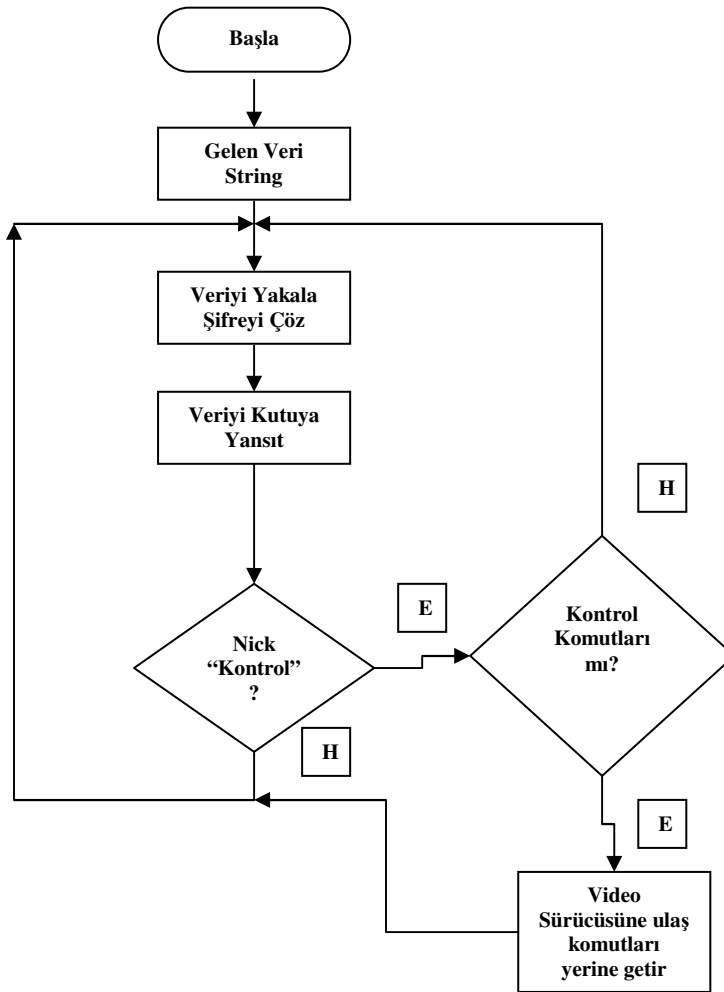


Şekil 4.12. Mesaj gönderme rutini

Veri internetten gönderildiği için belirli bir koruma yapmak da gereklidir, burada temel olarak şifreleme mantığını gösterebilmek amacıyla basit Caesar şifresi kullanılmıştır, şifreleme mantığı alfabede bulunan harfleri bir sonraki harfle değiştirmeye dayanır , yazma kutusuna "abc" yazıldığında bu alıcıya kadar "bcç"

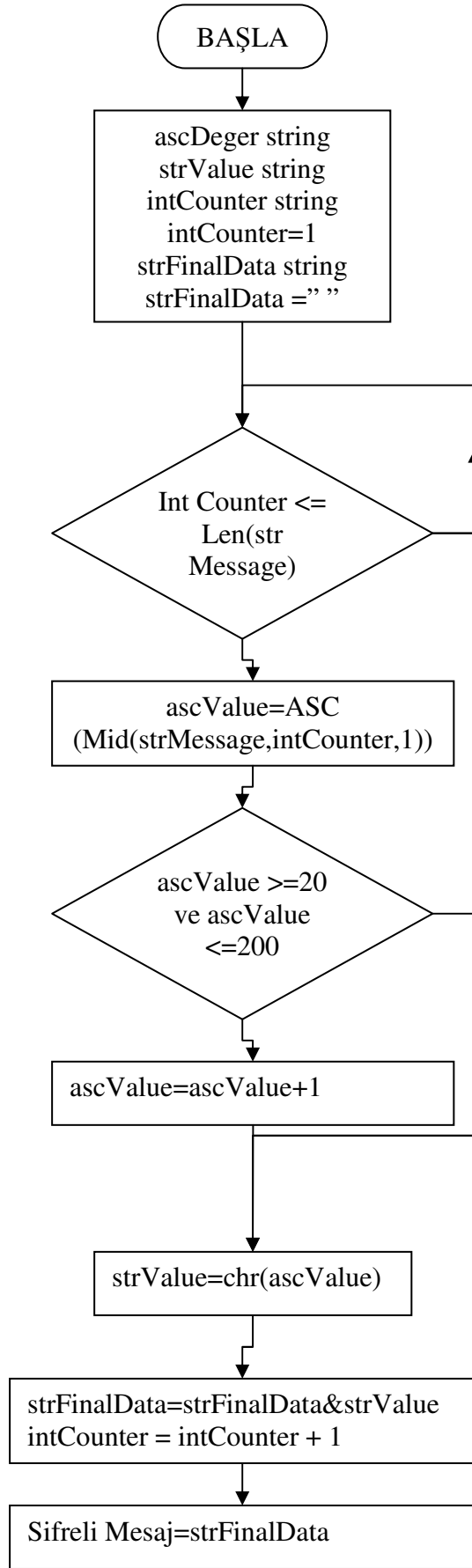
şeklinde gider ,alıcı bunu kendi sohbet kutusuna yansıtmadan önce deşifre eder, yani ascii karakterlerini birer azaltarak “abc” yapar.

Sohbet Programı hem sunucu hemde istemci özellikleri içinde barındırdığından, sunucu tarafından gönderilen veriler istemci tarafından alınır. Şekil 4.13. 'de İstemcinin veri alma rutini gösterilmektedir. String olarak gelen veri öncelikle soket ile yakalanır ve gelen verilere deşifreleme uygulanır. Daha sonra çözülen mesajlar sohbet kutusuna yansıtılır. Önemli bir nokta eğer karşı taraf “Kontrol” nicki ile bağlanmışsa kontrol komutları uzaktan çalıştırılabilir.



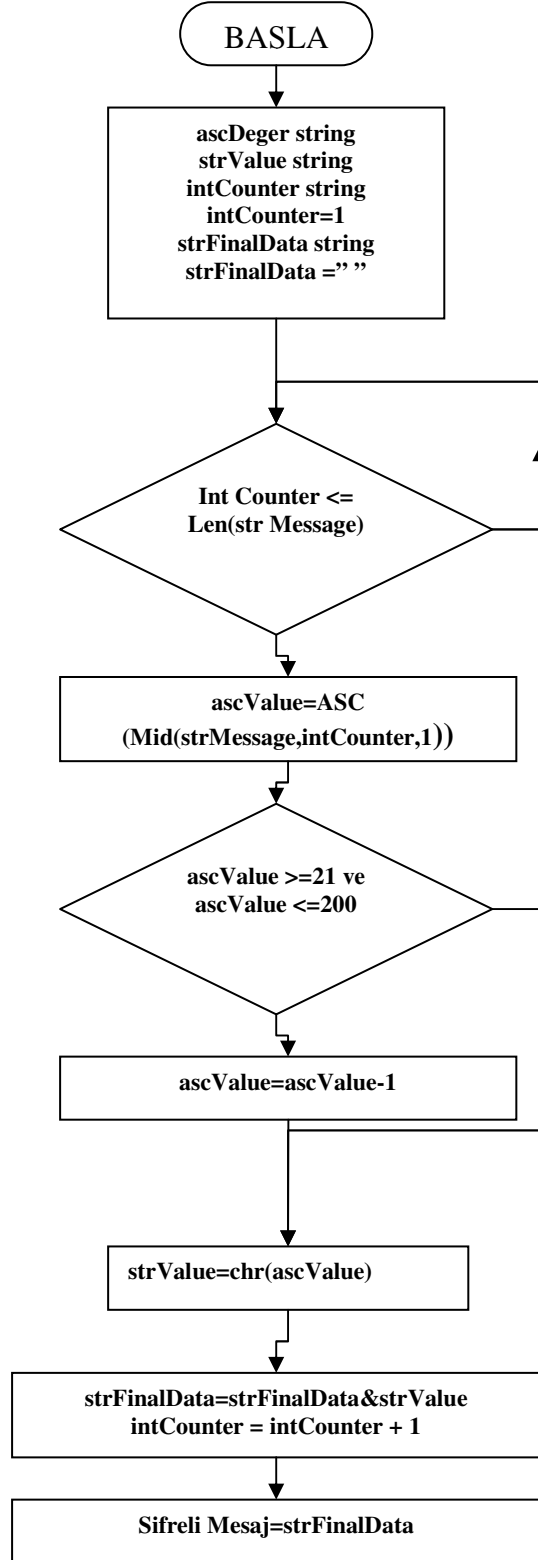
Şekil 4.13. Veri alma rutini

Sezar şifrelemesini yapan rutin'in akış şeması şekil 4.14.' te verilmiştir



Şekil 4.14. Şifreleme rutini

Veri alan istemcide yapılan işlemin tersi uygulanır ve alınan ASCII karakteri bir azaltılarak şifre çözümlenir. Bu işlemi gösteren akış diyagramı Şekil 4.15.'de verilmiştir.



Şekil 4.15. Deşifreleme rutini

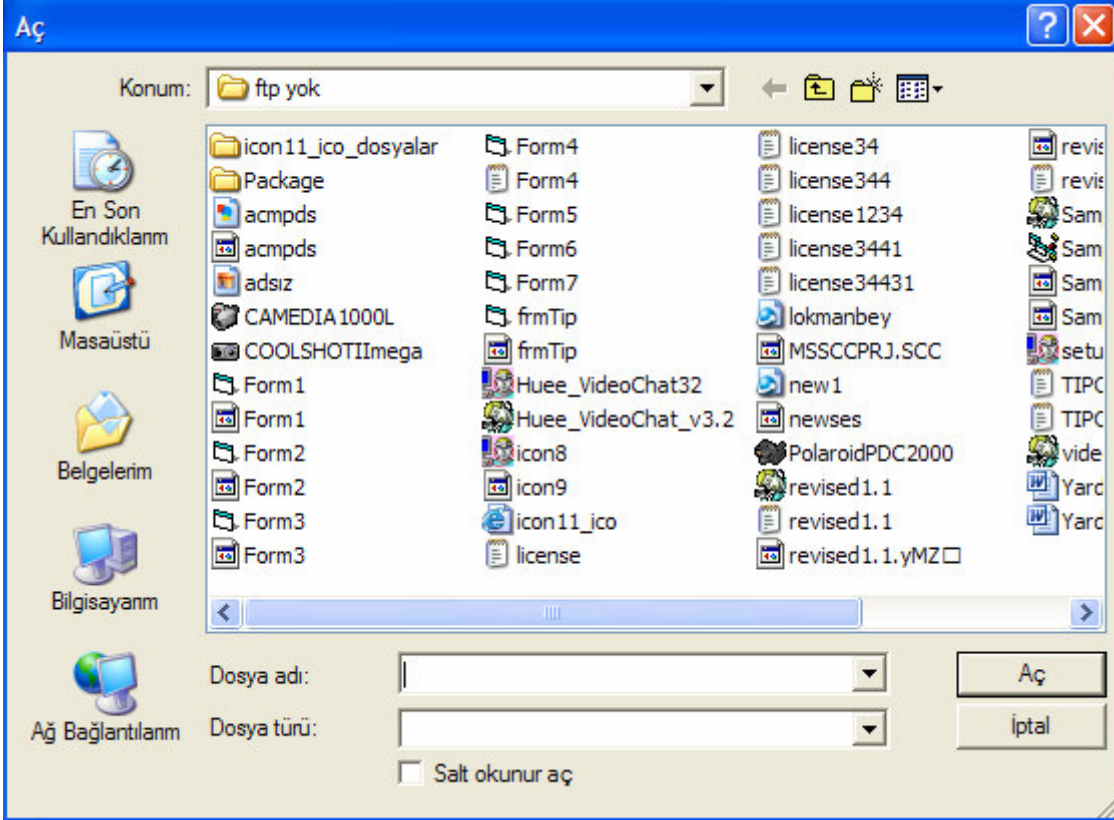
4.2.4. Dosya gönderme formu

Dosya Gönderme özelliğinin programa konmasındaki amaç ,hastaların kendileriyle ilgili dosyaları, programı kullanarak doktora ulaştırabilmeleridir. Hasta yerel sağlık ocaklarında yaptırdığı tahlillerin sonuçlarını bir doküman dosyası ya da özel bir formatta sağlık ocağından alarak doktoruna iletebilir.

Çekilen X-ray ve MR ve ultrasound grafiklerini de yine belirli bir formata dönüştürülmesi halinde doktora göndermek mümkündür. Form gönderme ve alma için iki ayrı form olarak düşünülmüştür. Dosya göndermek isteyen kişi karşı taraf dosya alma penceresini açtığı taktirde dosyayı seçip gönder tuşuna bastığı taktirde eğer bağlantı var ise dosyayı gönderebilir. Şekil 4.16.'da dosya göndermek için kullanılan form gösterilmiştir.

Şekil 4.16. Dosya gönderme formu

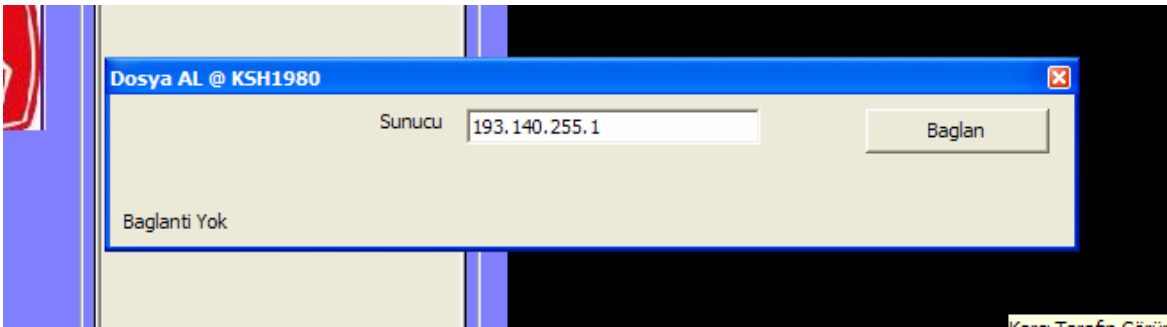
Gönderilmek istenen dosyayı seçmek için SEC tuşuna basılır. Bu tuşa basıldığı taktirde Şekil 4.17.'deki pencere ekrana gelir. Bu pencere Windows işletim sisteminin standart dosya açma penceresidir. Common Dialog ActiveX kontrolü Visual Basic programının içine gömülerek buradan sağlanan API ile bu pencerenin kullanıcının "SEC" tuşuna tıklamasıyla açılması sağlanmıştır.



Şekil 4.17. Dosya açma penceresi

Dosya seçildikten sonra aç denildiği takdirde bu dosya, dosya gönderme formundaki dosya seç metin kutusuna patikası ile birlikte yazılır, dosya karşı tarafta uygulamanın çalıştırıldığı klasöre kaydedilmek üzere gönderilir.

Dosya Alma formu ise Şekil 4.18. 'de gösterilmiştir. Bu form bir istemci olarak çalışmaktadır ve varsayılan olarak eğer programın ana formunda bir IP adresi yazılmışsa bu IP adresini otomatik olarak dosya alma penceresinde ip kutusuna aktarır.



Şekil 4.18. Dosya alma formu

4.3. Donanım Çözümü

Program bir Single Board PC'ye yüklendiği takdirde küçük boyutlu bir kutu halini alır, Program Windows 2000 ve Windows XP işletim sistemi yüklü daha küçük boyutlu bir gömülü PC yada single board PC üzerinde çalışır ama bu tür bilgisayarların fiyatı 600\$ civarındadır ve yan ürünleri ve ekranıyla birlikte yurtdışı fiyatı kargo ücretleri dahil 1000\$ civarındadır. Günümüzde laptop fiyatları ucuzlamaktadır ve laptoplar hafiflemektedir, performansları artmaktadır. Dolayısıyla bir Laptop bilgisayara programı yüklemek bir single board bilgisayara programı yüklemekten daha mantıklıdır. Winsystems adlı şirketin ürettiği gömülü bilgisayarlar ile ilgili bilgiler EK 1 'de verilmiştir.



Şekil 4.19. Windows XP yüklü bir single board PC video konferans sistemi

5. GELİŞTİRİLEN YAZILIMIN TEST EDİLMESİ

Geliştirilen yazılımın performansının değerlendirilmesi için testler yapılmıştır. Bu testler trafik çıkışı analizi testi, ITU-R BT.500-11 standardında yer alan öznel DSIS ve DSCQS video kalitesi testleri, nesnel PSNR ve SSIM testleri, ses kalitesi için MOS testi, seyirme testi ve son olarak video konferans sistemini değerlendirmek için intel firmasının video sistemleri test laboratuvarında denediği yöntem ile testler gerçekleştirilmiştir.

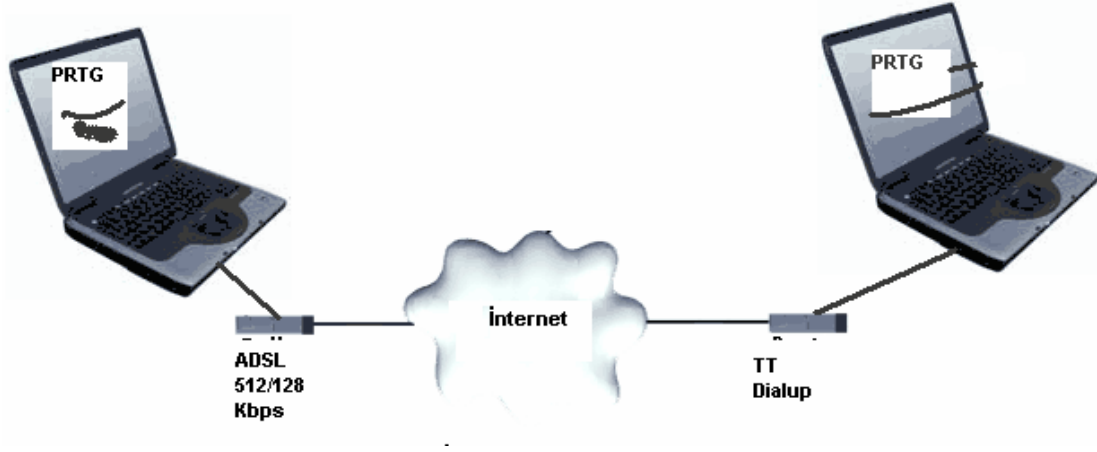
5.1. Test Yöntemleri

5.1.1. Trafik çıkışı analizi yöntemi

Trafik çıkışı analizi, bir ağda iletişim hızını belirleyen bant genişliği kaynağının ne şekilde kullanıldığına bilgisini verir. Trafik analizi internet servis sağlayıcıları tarafından kendi yönlendiricilerine ve DNS ve uygulama sunucuları gibi sunucularına sürekli olarak uyguladıkları bir yöntemdir. Bu sayede internet servis sağlayıcıları linklerinin kapasitesini görebilirler, DNS sunucularının ve uygulama sunucularının yoğunluklarını izleyebilirler.

Geliştirilen programın bant genişliği kullanımı davranışlarını izlemek için testler yapılmıştır: HUEE_VideoChat programı bu aşamada bir tarafı dialup diğer tarafı ise ADSL olan bağlantılarla, test edilmiştir. ADSL olarak 512 kbps indirme, ve 128 kbps yükleme oranına sahip bir hat kullanılmıştır. Dialup olarak ise TTNET'in 146 dialup servisi kullanılmıştır. Böyle bir düzenek kullanılarak, hem dialup hemde ADSL bağlantı için trafik davranışı grafiklerle belirlenmiştir.

Trafik analizi yapabilmek için PRTG adlı programın deneme sürümü kullanılmıştır. Bu program MRTG benzeri bir programdır. MRTG programı web sayfalarına trafik grafiklerini çizdirdiğinden ve kurulumu ve konfigürasyonu daha zahmeti olduğundan , GUI tabanlı PRTG programı tercih edilmiştir. Deney düzeneği Şekil 5.1. 'de verilmiştir.



Şekil 5.1.Trafik ölçümü

5.1.2. Video kalitesi

İletilen video'nun beklenen algılanan kalitesi kullanım amacına uygun olmalıdır. Video kalitesi ölçümü için nesnel (objective) ve öznel(subjective) yöntemler vardır. Nesnel yöntemler video kalitesini ölçmek için matematiksel algoritmalara dayanan metrikleri kullanırlar. Öznel yöntemler ise tamamen elde edilen video görüntülerinin bir grup insana gösterilerek puan vermesi sonucunda elde edilen verilere dayanır.

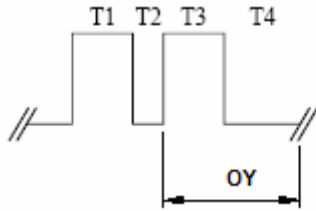
5.1.2.1. Öznel yöntemler

Öznel yöntemler insan görsel sisteminin yaptığı algılara göre değerlendirildiklerinden video kalitesi ölçümünde, insan zevkine daha yakın sonuçlar ortaya çıkar ancak bu tür öznel yöntemlerde denek sayısı olabildiğince çok seçilmelidir. Nesnel yöntemlere göre daha pahalı yöntemlerdir çünkü belirli sayıda deneye video görüntülerinin gösterilmesi gerekir. Ölçüm sonuçları da nesnel yöntemlere göre daha uzun sürede belli olur.

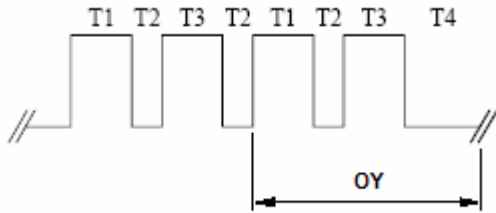
Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union) (ITU) öznel olarak video kalitesi ölçümü için standart yöntemler geliştirmiştir, bu yöntemleri ITU-T BT.500-11 adlı standardında toplamıştır. Bu standartta geçen iki yöntem bu tezin kapsamında ele alınmıştır, bunlar çift uyarımlı uyumsuzluk ölçütü

Değerlendiriciler zaman ayarlı bir anahtarla desteklenen bir değerlendirme ekranını izlerler. Zaman ayarlı anahtara giden sinyal ya direk olarak kaynaktan ya da dolaylı olarak test altındaki sistemden gelir. Değerlendiriciler bir dizi resim ve görüntüyü izlerler. Bu görüntüler öyle sıralanır ki görüntü çiftlerinden ilk görüntü kaynaktan gelir ve ikinci görüntü ise test altındaki sistemden gelir . Bir test belirli sayıda sunumu içerir. İki çeşit sunum yöntemi vardır. Bunlar I ve II olarak aşağıda açıklanmıştır. Çeşit I: Referans resim yada dizi ve test edilecek resim yada dizi sadece bir defa sunulur. Bu Şekil 5.3.' de gösterilmiştir. [57]

Çeşit II: Referans resim yada dizi ve de test resmi veya dizisi Şekil 5.4. 'deki gibi iki kere gösterilmiştir. Çeşit II , Çeşit I' e göre daha fazla zaman gerektiren bir yöntemdir, genelde daha ufak bozunumları ayırt edebilmek için kullanılır [57].



Şekil 5.3. Çeşit I sunumu



Şekil 5.4. Çeşit II sunumu

Burada

T1, 10 saniyelik referans resimin gösterildiği süre

T2, 3 saniye 200mv civarında yarı gri (analog test sistemi için)

T3, 10 saniyelik test durumu

T4 , 5 ila 11 saniyelik yarı gri görüntüdür

Resimler ve uyumsuzluklar, rasgele ve her bir oturum için farklı dizilerle sunulmalıdır. Her hangi bir durumda test resmi veya dizisi iki başarılı durumda aynı seviyede bozunumla sunulmamalıdır [57].

Bozunumların seviyesi öyle seçilmelidir ki gözlemcilerin büyük çoğunluğunun, ortalama skoru (deneyde yapılan değerlendirmelerin hepsinin son ortalaması) üçe yaklaşık olmalıdır [57].

Bu yöntemde kullanılan değerlendirme skorları şu şekildedir:

- 5 Ayırtedilemez
- 4 Ayırtedilir, ama rahatsız edici değildir
- 3 Biraz rahatsız edici
- 2 Rahatsız edici
- 1 Çok rahatsız edici

-DSCQS

ITU-T BT.500-11 numaralı standartta yer alan bir diğer öznel değerlendirme yöntemi ise DSCQS yöntemidir [57].

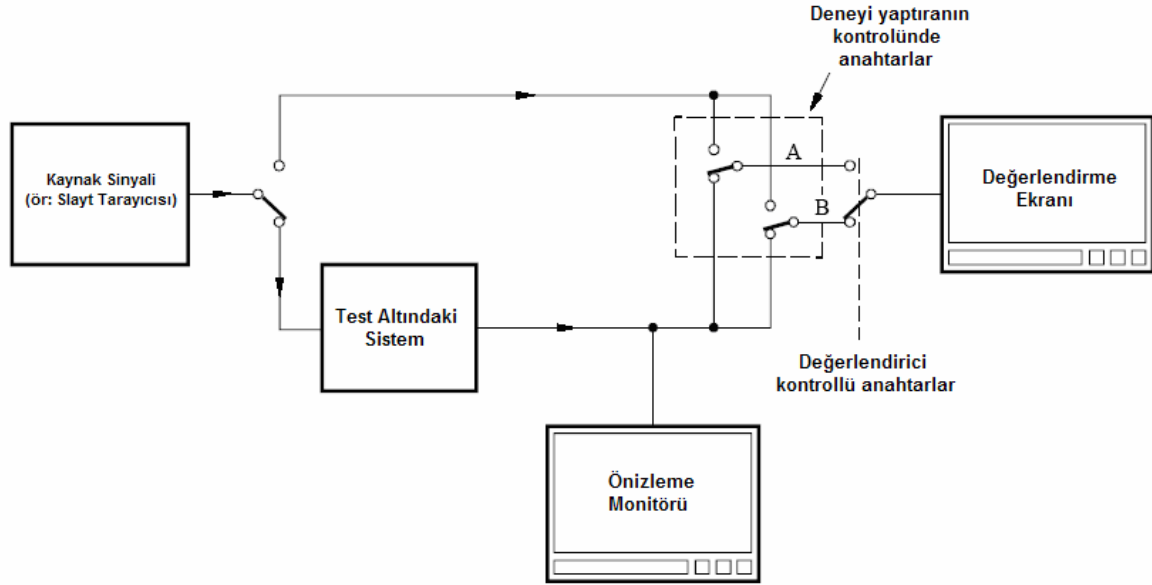
DSCQS yöntemi, tipik bir değerlendirme yeni bir sistemin veya iletim yolunun kalite üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesini içerebilir. Çift uyarımlı sürekli kalite ölçütünün (Double Stimulus Continious Quality Scale) (DSCQS), test uyarımının, test koşullarının tam aralık kalite göstermesinin mümkün olmadığı durumlarda özellikle kullanışlı olduğu düşünülmüştür. Şekil 5.5 'te DSCQS yönteminin test düzeneği görülmektedir.

Bu metod döngüsel, gözlemciye bir çift resim gösterilir. İkisi de aynı kaynaktır, ama bir tanesi gözlem altındaki işlem yoluyla ve diğeri direk olarak kaynaktan alınır. Gözlemciden her ikisinin de kalitesini belirlemesi istenir.

Yarım saate kadar süren oturumlarda , değerlendiriciye rasgele sırada, rasgele bozunumlarda tüm kombinasyonları kapsayacak şekilde resim serileri gösterilir.

Oturumların sonunda , her bir test durumu ve test kombinasyonu için ortalama değerler hesaplanır.

Bir test oturumu belirli sayıda sunumdan oluşur. Çeşit I için, değerlendirici A ve B sinyalleri arasında, kafasında kalite ölçümü oturup değerlendirme yapabilecek akılsal ölçüye gelene kadar değişiklik yapabilir.



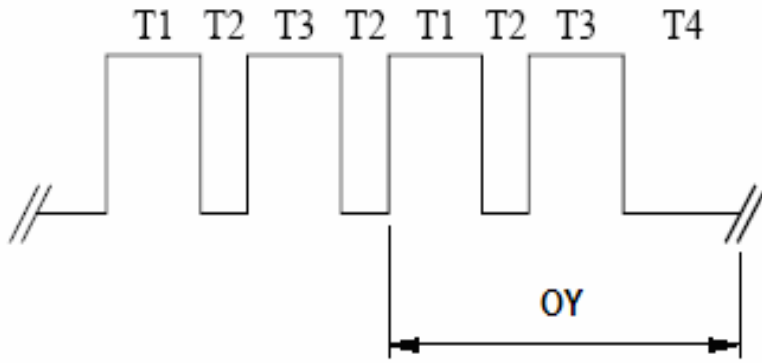
Şekil 5.5. DSCQS test düzeneği

Değerlendirici bunu iki veya üç kere 10 saniyeye varan sürelerle yapabilir. Çeşit II de aynı anda birkaç değerlendirici olduğundan, kayıt sonuçlarına göre, durum çifti değerlendiricilere eşit sürelerde bir veya daha fazla sefer gösterilerek değerlendiricinin kalite ölçümün kafasında oluşturması sağlanır. Daha sonra çift sonuçlar kaydedilirken bir veya daha fazla gösterilir. Tekrar sayısı test dizilerinin süresine göre değişir.

Durağan resimler için 3-4 saniyelik diziler ve 5 tekrar uygun olabilir. Hareket eden resimler için, 10 saniyelik iki tekrar (ikinci tekrarda oylama) uygun olabilir. Şekil 5.6.'da tavsiye edilen anahtarlama süreleri gösterilmiştir.

Çeşit I: Sadece A ile B durumu arasında anahtarlama yapan izleyici, her biri için kararını verebilecek şekilde tatmin olduğunda kararını verir. A ve B hatları direk referans resim ile veya test altındaki sistemle beslenir. Ama hangi hattın hangisinin hangi hattı beslediği deneyden deneye rasgele değişir, ama bu deneyi yapana açıklanmaz.

Çeşit II: Değerlendiricilere A ve B hatlarından çeşit I 'de olduğu gibi kararlarını vermesi için gösterilir. Kısıtlı aralıkta kalite ile bu çeşidin sonuçlarının kararlılığı hala araştırılmaktadır.



Şekil 5.6 DSCQS yönteminde tavsiye edilen anahtarlama aralığı

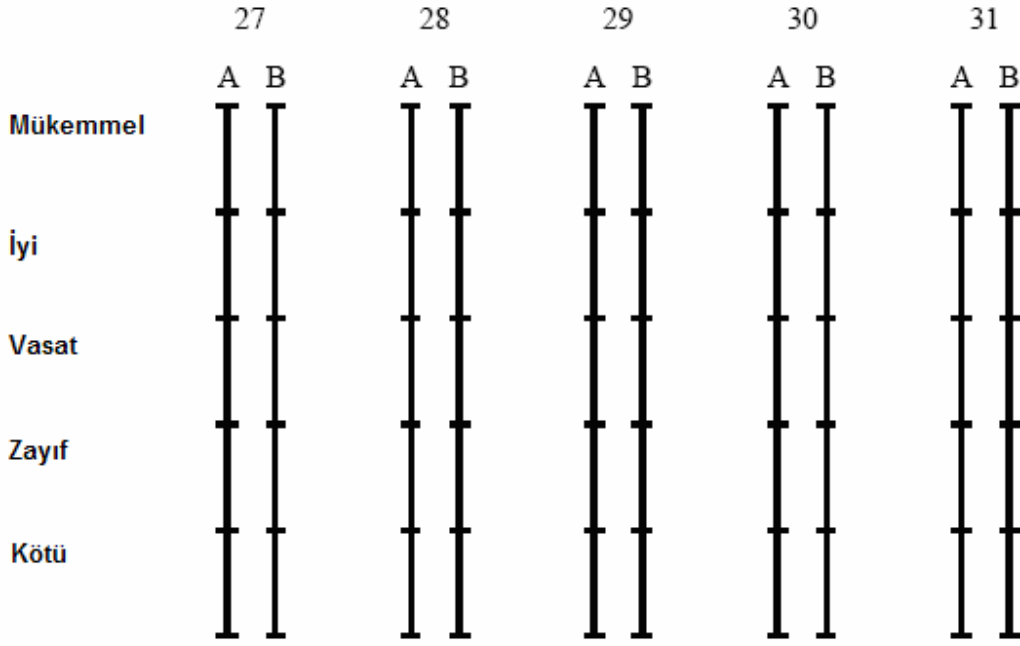
T1 = 10 saniye , A dizisi

T2 = 3 saniye , Yarı gri video görüntüsü

T3 = 10 saniye B görüntüsü

T4 = 5-11 saniye Yarı gri video görüntüsü

Ölçülendirme olarak ITU-R 5 kademeli değerlendirme ölçüsü kullanılır. Şekil 5.7.'de ITU-R 5 kademeli ve DSCQS için kullanılan ölçüt gösterilmiştir.



Şekil 5.7. DSCQS için kullanılan ITU-R 5 Kademeli ölçülendirme

DSIS ve DSCQS yöntemlerinde sonuçların değerlendirilmesi işleminde öncelikle ortalama değerler hesaplanır.

$$\bar{U}_{jkr} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_{ijkr} \quad (5.3.1)$$

Eşitlik 5.3.1 formülüyle verilen ortalama skor, N sayıda değerlendiricinin , j sayıda test durumu, r sayıda tekrar ve i skorunun fonksiyonu olarak ifade edilir.

5.1.2.2. Nesnel yöntemler

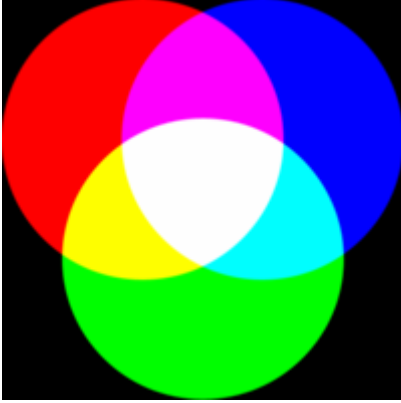
Dijital video sistemlerinin (direk yayın uydusu, dijital televizyon, Yüksek tanımlı televizyon, video konferans, teletip, internet ve hücre telefon video'su gibi), diğer sunulan rakip servislerle kıyası ,kısıtlı ağ kaynaklarının bakımı ve optimizasyonu ve sistem performanslarının ayırt edilmesi için objektif metrikler gereklidir [58].

Nesnel yöntemlerden bazıları tepe sinyal gürültü oranı PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) ,ortalama kare hatası MSE(Mean Square Error),hareket eden resim kalitesi metriği MPQM (Moving Picture Quality Metric) ve normalize video derecesi NVFM (Normalized Video Fidelity Metric), SSIM(Structural Similarity Index Metric)

dir. Bu tez kapsamında PSNR ve SSIM yöntemleriyle kalite ölçümü yapılacaktır. Nesnel yöntemlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için RGB ve YUV görüntü uzaylarının görsel olarak değinmek faydalı olacaktır.

- RGB renk uzayı

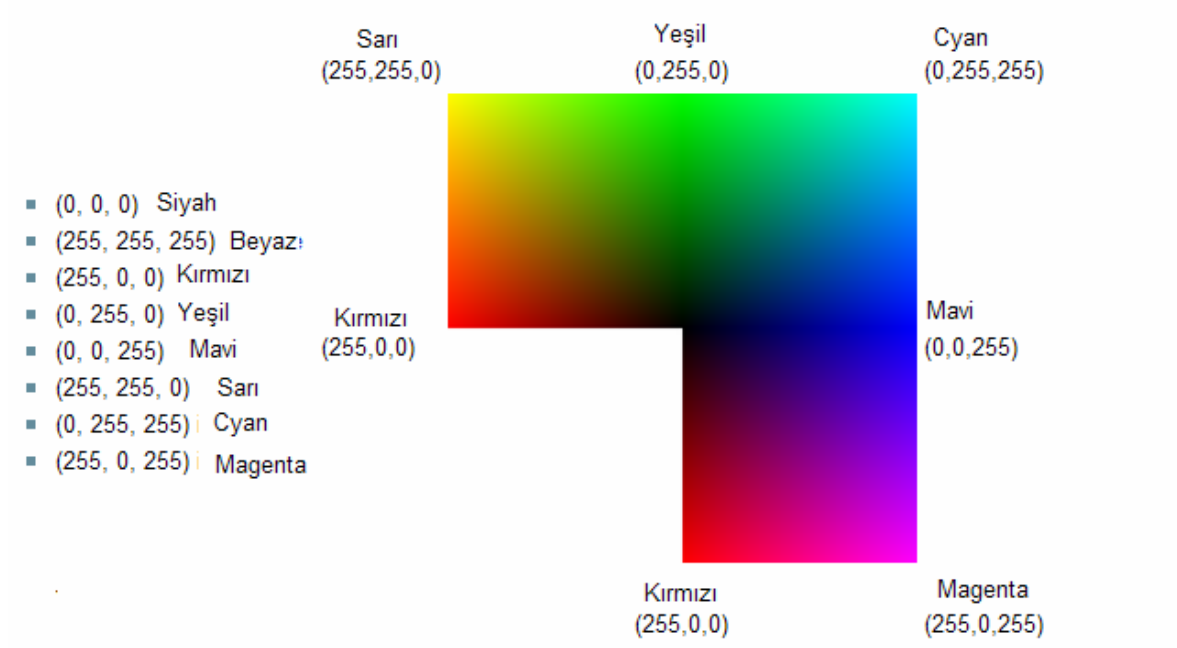
RGB renk uzayı, kırmızı, yeşil, ve mavi ışığın değişik kombinasyonlarda eklenerek diğer renkleri oluşturduğu renk uzayıdır. Bu eklemeli ışık modelinin ismi üç ana renk olan kırmızı, yeşil ve mavi'nin İngilizce baş harflerinin alınmasıyla oluşmuştur. Şekil 5.8'de RGB renk uzayında renklerin nasıl oluşturulduğu gösterilmiştir.



Şekil 5.8: Kırmızı yeşil ve maviden diğer renklerin oluşturulması

RGB renk modelinin ortak bir kullanım alanı, katod ışınlı tüplerde, likit kristal ekranlarda veya televizyon veya bir bilgisayar ekranının plazmasında kullanılmasıdır. Ekrandaki her bir piksel bilgisayarın hafızasında kırmızı, yeşil ve mavi olarak ifade edilebilmektedir. Bu değerler şiddetlere dönüştürülüp ekrana gönderilir. Bu üç rengin kombinasyonları kullanılarak siyah ile beyaz arasında bir çok renk ifade edilebilir. Bilgisayarlarda kullanılan tipik ekran donanımı her bir piksel için 24 bit (genelde bits per pixel bpp olarak bilinir). Bu 8 bitlik kırmızı, yeşil, ve mavi ye tekabül ederek 256 tane rengi mümkün kılar. Böylece 16.7 milyon renk oluşturulabilir, ama insan gözü, insanın yaşına ve gözünün hassasiyetine bağlı olarak sadece 10 milyon rengi ayırtedebilir.

RGB değerleri, 24 bpp ile ifade edildiklerinde geręek renk olarak bilinir, ve genelde 0 ile 255 arasında üç tam sayı değeri kullanılarak , kırmızı, yeşil ve mavi şiddeteri ifade edilir. Şekil 5.9.'da RGB renk uzayı ve renk haritalandırması gösterilmiştir.



Şekil 5.9 RGB renk uzayı

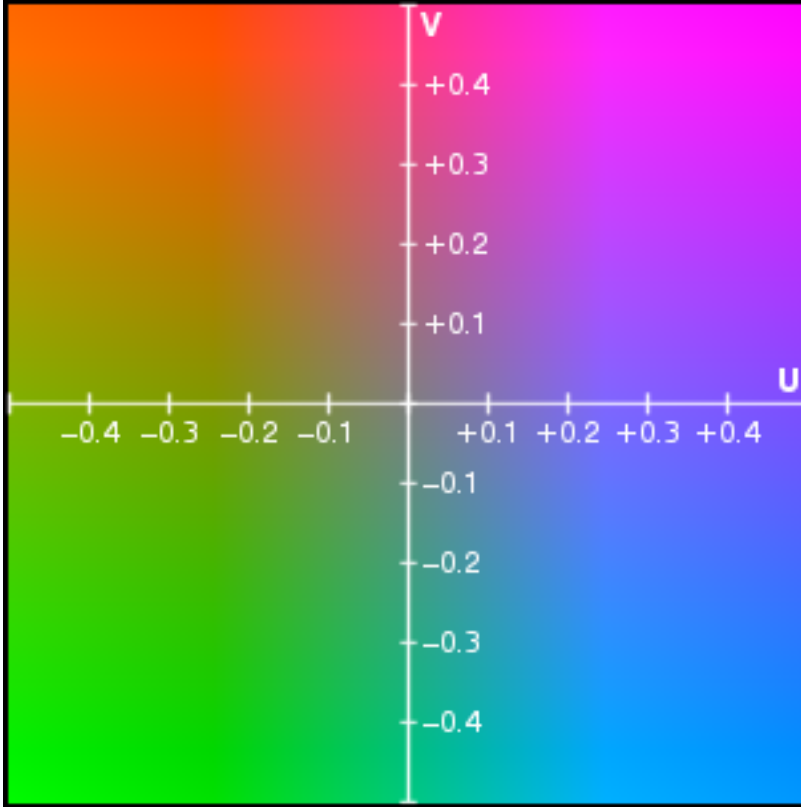
640x480 çözünürlüğünde, 24 bitlik bir görüntünün sıkıştırılmamış formatta hafızada kapladığı alan, piksel sayısının üç ile çarpılması ile bulunabilir.

$640 \times 480 \times 3 = 307200$ piksel, buradan hafızada kapladığı alan $307200 \times 3 = 921600$ byte = 900 kilobyte 'lık yer kaplar.

-YUV renk uzayı

YUV modeli, bir parlaklık (luminance) ve iki kroma (chrominance) bileşenine dayanır. Y parlaklık bileşenini temsil eder. U ve V ise renk bileşenleridir. Bileşen videolarda kullanılan (component video) YCbCr veya YPbPr bu YUV renk uzayından türer. Şekil 5.10.'da YUV uzayının renkleri nasıl temsil ettiğini göstermektedir.

YUV sinyalleri orjinal bir RGB (Kırmızı, Yeşil ve Mavi) kaynaktan türetilir. R, G, B, 'nin ağırlıklandırılmış değerleri bir araya gelerek Y sinyalini oluşturarak, o noktanın tüm parlaklığını yada luminisansını ifade eder. U sinyali ise orjinal RGB 'den mavi sinyalinin çıkarılması ve ölçeklendirilmesi ile elde edilir. V sinyali Y'den kırmızı sinyalini çıkarıp farklı bir katsayı ile ölçeklendirme ile elde edilir. Bütün bu işlemler analog bir devre ile çok kolay gerçekleştirilebilir.



Şekil 5.10 YUV renk uzayı

Aşağıdaki eşitliklerle Y, U ve V 'yi R, G ve B 'den elde edebiliriz.

Çizelge 5.1. Y,U,V 'nin RGB 'den elde edilmesi

Y	$= 0.299R + 0.587G + 0.114B$
U	$= 0.492(B - Y)$
	$= -0.147R - 0.289G + 0.436B$
V	$= 0.877(R - Y)$
	$= 0.615R - 0.515G - 0.100B$

-MSE , PSNR ve SSIM

Nesnel yöntemler arasında yer alan , ve sıkça kullanılan PSNR , MSE ile oldukça ilgilidir, MSE şu şekilde tanımlanır :

Bir sinyalin maksimum mümkün olan gücünün , bozma etkisi yapan sinyalin oranına denir. Sinyallerin bir çoğu çok geniş bir dinamik aralığa sahip olduklarından genelde PSNR logaritmik desibel ölçümünde ifade edilir. PSNR en sık resim sıkıştırmasında yeniden oluşturulan resmin kalitesinin ölçümünde kullanılır .En kolay şekilde ortalama kare hatası MSE ile tanımlanabilir, MSE mxn monokrom I ve K resimlerinden birini gürültülü kabul ederek MSE 'yi aşağıdaki gibi tanımlar [59]:

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \|I(i, j) - K(i, j)\|^2 \quad (5.3.2)$$

PSNR ise şu şekilde tanımlanır:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (5.3.3)$$

Eşitlik 5.3.3'te , MAX_I, görüntünün maksimum piksel değeridir. Eğer resimler örnek başına 8 bitlik olarak kodlanıyor ise ,bu durumda MAX_I 255 olmaktadır. Daha genel olarak eğer örnekler doğrusal olarak örnek başına B bit olarak ifade edilirse ,MAX_I bu durumda 2^B -1 olur. 3 tane RGB değeri olan renkli resimler için, PSNR 'ın tanımı MSE'nin tüm kare farkları değerlerinin toplamının görüntü boyutuna ve üçe bölümü dışındadır [59].

Genel olarak yeniden oluşturulan resimlerden 40 dB'nin üzerindeki PSNR değerleri neredeyse mükemmel olarak yorumlanır ve orijinal resimlerle aynı şekilde algılanır. Pratik video kodlama şemaları daha düşük değerlerle genelde 30-40dB arasında görüntüler oluştururlar fakat aynı ortalama PSNR değeri için

iletim hatalarından oluşan bozulmalar, video kodlamasından oluşan hatalara göre daha fazladır [16].

Objektif olarak video kalitesi ölçümünde kullanılan yöntemlerden bir tanesi de yapısal benzerlik indeks metriğidir (Structural Similarity Index Metric) (SSIM). Yapısal benzerlik metriği, insan görsel sisteminin ekran görüntüsünden yapısal bilgiyi ayırt edebilmesi yeteneğine yüksek seviyede adapte olması varsayımına dayanır. Objektif resim kalitesi başarımları araştırmaları, insan algı sisteminin algıladığı resim kalitesini otomatik olarak ölçen kalite ölçümleri tasarlamaktır [60]. Yapısal benzerlik, resim kalitesi belirleme problemine alternatif ve tümleyici bir yaklaşım sağlar [61].

bu metrik şu şekilde tanımlanır:

$\mathbf{x} = \{ x_i \mid i = 1, 2, \dots, N \}$ ve $\mathbf{y} = \{ y_i \mid i = 1, 2, \dots, N \}$ birbiriyle hizada kesikli negatif olmayan sinyal olsun (ör: iki yama (patch) de sırasıyla, kıyaslanan iki resimden, aynı uzamsal bölgeden alınmıştır) ve μ_x , σ_x^2 ve σ_{xy} , sırasıyla \mathbf{x} in ortalaması, varyansı ve \mathbf{x} ve \mathbf{y} nin koverjansı olsun. Yaklaşık olarak μ_x , ve σ_x , parlaklığın ve kontrastın bir tahminidir. σ_{xy} , x ve y nin bağımlılığını beraber olarak ölçer böylece yapısal benzerliğe bir gösterge olmuş olur [61].

Parlaklık, zıtlık ve yapı kıyaslama ölçümleri şu şekilde verilmiştir [60]:

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1} \quad (5.3.4.)$$

$$c(x, y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_2} \quad (5.3.5.)$$

$$s(x, y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3} \quad (5.3.6.)$$

Burada C_1 , C_2 , C_3 aşağıdaki gibi verilen küçük sabitlerdir.

$$C_1 = (K_1L)^2, C_2 = (K_2L)^2 \quad \text{ve} \quad C_3 = C_2/2 \quad (5.3.7.)$$

L burada piksel değerlerinin dinamik aralığıdır ($L = 255$, 8 bit/piksel gri resimler için), ve $K_1 \ll 1$ ve $K_2 \ll 1$ iki skaler sabittir. Yapısal benzerlik SSIM indeksinin x sinyaliyle y sinyali arasında oluşturduğu genel form şu şekilde tanımlanır:

$$SSIM(x, y) = [l(x, y)]^\alpha \cdot [c(x, y)]^\beta \cdot [s(x, y)]^\gamma \quad (5.3.8.)$$

Burada α , β ve γ üç bileşenin bağıl önemini tanımlayan parametrelerdir. Özel olarak $\alpha = \beta = \gamma = 1$ seçersek SSIM indeksi şu şekilde olur.

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (5.3.9.)$$

Takip eden koşulları üstteki eşitlikler sağlar.

1. Simetri: $SSIM(x, y) = SSIM(y, x)$;
2. Sınırsızlık $SSIM(x, y) \leq 1$;
3. Yegane Maksimum : $SSIM(x, y) = 1$ eğer sadece $x = y$ ise

[62] 'te önerilen evrensel resim kalitesi indeksi $C_1 = C_2 = 0$ olması durumuna tekabül eder. Bu yüzden Eşitlik 5.3.9'un özel bir durumudur. Böyle bir parametre seçiminin dezavantajı, Eşitlik 5.3.9'da paydadaki ifade sifıra yaklaştığında ölçümün kararsız olmasıdır. Bu problem, Eşitlik 5.3.7 'de sırasıyla $K_1 = 0.01$ ve $K_2 = 0.03$ alınarak başarılı bir şekilde [60] 'de çözülmüştür [61].

5.1.3. Ses kalitesi ölçümü MOS yöntemi

Telefon görüşmesi kalitesi öncelikli olarak bozunumun ve ağızdan kulağa olan gecikmenin bir fonksiyonudur. Bozunum alınan sinyal ile gönderilen sinyal arasındaki bozunum olarak ifade edilir. Ağızdan kulağa gecikme konuşmacının sözü söyledikten sonra sesin dinleyicinin kulağına gidinceye kadar geçen süredir. Kullanılan ağa göre ses görüşmesi farklı bozunumlara uğrayabilmektedir. Sonuç olarak kalite seviyesi değişik olacaktır [63].

Telefon görüşmeleri PSTN ağlar üzerinden taşınır, ve bozunumdan belirgin olarak etkilenmezler. Bu gün bir çok PSTN ağı (analog olanlar hariç) sayısaldır ve sesi G.711 formatında taşır [64]. Bu format genel olarak bozunum oluşturmaz [63]. Paket tabanlı ağlar telefon servislerini taşımak için giderek önem kazanmaya başlamıştır. Paket tabanlı telefonlaşma uzak mesafe aramalarında düşük maliyetli bir çözümdür. Gelecek nesil ağların temel amacı ses, görüntü ve veri servislerini tek bir yapıda bütünleştirmektir. NGN , PSTN'den daha esnektir, çünkü PSTN ağlar sıkı sıkıya G.711 sıkıştırmasına bağlıdır. NGN ağlarda her iki uçtaki terminallerde desteklenen herhangi bir sıkıştırma kullanılabilir. Paket tabanlı ağlarda ses sinyali taşımak, kodlama gecikmesi, paket taşınımı gecikmesi, çözme gecikmesi ve jitter (seyirme) 'dan ayırma gecikmesi gibi sebeplerle PSTN ağlara göre daha karmaşıktır [63].

Ses kalitesi ölçümlerinde amaç bir sıkıştırma veya aktarım işlemi sonrasında sesin kalitesini tek bir sayıyla ifade edebilmektir. Ölçümler öznel veya nesnel olabilir. Nesnel ölçümlerde çıkış sinyali ile sinyal gürültü oranı (signal to noise ratio) (SNR) baz alınarak karşılaştırılır. Öznel ölçümlerde ise dinleyicinin sesi nasıl algıladığına bakılır. Dinleyici sesi anlaşılabilirlik ve kısıklık, cızırtı gibi sinyal bozulmaları açısından değerlendirir. Telefon ağında ses işleme birimlerinin performansları büyük oranda mutlak sınıf değerlendirmesi (absolute category rating, ACR) yöntemiyle yapılmaktadır. Bu ölçümlerin sonucu ortalama görüş puanı (mean opinion score, MOS) olarak ifade edilir. [65] Dinleyiciler ses örneklerini dinleme kalite ölçeğine (listening quality scale) göre değerlendirir. Ölçek, mükemmeli 5 puan, iyiyi 4 puan, vasatı 3 puan, zayıfı 2 puan ve kötüyü 1 puan olarak gösterir. Bütün dinleyicilerin verdiği puanların ortalaması alınarak MOS puanı hesaplanır. [65]

Algılanan ses kalitesinin değerlendirilmesinde, E-modeli, PSQM, PSQM+, MNB, ve PESQ ve BT(British Telecom) 'un geliştirdiği PAMS yöntemleri vardır. Bu yöntemler insanlara sorularak elde edilen MOS sonuçlarını, insan faktörünü ortadan kaldırarak elde etmeye çalışırlar ve sonuçta elde ettikleri sonucu MOS değerine bir cetvel ile eşlendirirler. Bu tez kapsamında geliştirilen yazılımın ses kalitesi ölçümleri öznel MOS değerlendirmesine göre yapılmıştır.

5.1.4. Seyirme (Jitter) testi

Gecikme paket tabanlı ağlarda paketin ağ üzerinden göndericiden alıcı uca kadar geçen süreye denir. Seyirme ağ üzerinde, paket taşınmasında gecikmede oluşan değişimdir. Genelde yüksek seyirme düşük hızlı ve aşırı yüklü internet bağlantılarında oluşur. QoS kontrol mekanizmaları, mesela sınıf tabanlı kuyruklama, bant genişliği rezervasyonu veya daha yüksek bant genişlikli bağlantılarla seyirmeden kaynaklanan problemler giderilebilir. Seyirme erişim ağındaki sıkışıklık ve aşırı yüklenmelerden, kullanılan güvenlik duvarından (firewall), yönlendirme tablosu güncellemelerinden etkilenmektedir. [66] ITU-T G.107 standardında gecikme değerleri ses trafiği için 0-150 ms arasında iyi, 150 ms- 300 ms arası kabul edilebilir ve 300 ms 'den fazla ise kötüdür.

Seyirme internet üzerinden periyodik olarak iletilen ses trafiğini etkiler. Örnek olarak G.711 sıkıştırması kullanıldığı durumda 30 ms'lik gecikme ile gönderilen paketler seyirmenin sıfır olduğu durumda karşı uca 30 ms 'lik gecikme ile gelir. Seyirme arttığı durumlarda karşı uca gelecek paketlerin gecikme süresinde oluşacak anlık değişikliklerden ötürü paket kayıpları oluşabilir. Bu yüzden internet üzerinden ses uygulamalarında seyirme tamponları kullanılır . G.711 sıkıştırması kullanan bir sistem 38 ms 'lik bir seyirme 50 ms 'lik bir seyirme tamponu kullanılarak tolere edilebilir. Seyirme tamponları seyirmeye önlerken sisteme ilave bir gecikme katarlar. [63] 0-20 ms aralığındaki jitter değerleri iyi, 20-50 ms arasındaki jitter değerleri kabul edilebilir, 50 ms den fazla jitter değerleri kötüdür. Seyirme testleriyle genelde paket kayıplarında belirlenir. Ses trafiği için paket kayıpları %0 - %0.5 arası iyi, %0.5 - %2 arası kabul edilebilir ve %2 'den fazlası kötüdür.

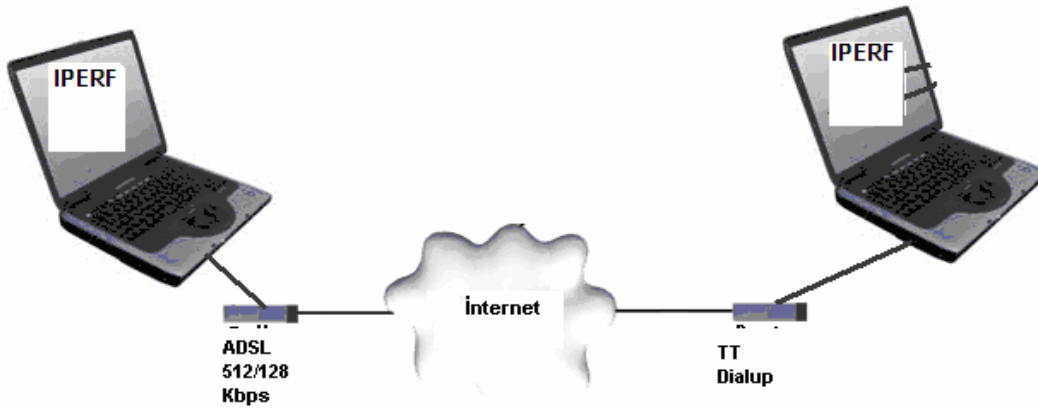
Seyirme ölçümü için değişik yöntemler vardır, bunlardan en sık kullanılanı RFC1889 da belirtilen ortalama paketten pakete gecikme değişimidir (mean packet to packet delay variation), MPDV ile gösterilir. Eğer iki başarılı paketin gecikmeleri sırasıyla t_1 ve t_2 ise ortalama paketten pakete değişim mutlak(t_2-t_1) ile verilir. Buradan MPDV bulunur [63].

$$\text{MPDV} = \text{ortalama} (\text{mutlak}(t_i - t_{i-1}))$$

Bu yaklaşım kullanılarak hesaplanan değerler tepeden tepeye seyirmesine sadece paketler alternatifli olarak erken ve geç varırsa olur. Örnek olarak, eğer paketler ,erken, erken, geç, geç şeklinde gelirse o zaman rapor edilen değer erken, geç, erken, geç dizisinin yarısı olur. RTCP (RFC 1889) bu ortalamanın yaklaşğını şu şekilde ifade eder [63].

$$\text{Beklenen ortalama } J_i = (15 \cdot J_{i-1} + \text{mutlak}(t_i - t_{i-1}))/16$$

Seyirme ölçümleri RFC 1889 'un MPDV yöntemini kullanan, iperf adlı bedava programla yapılmıştır. İperf programı Illinois üniversitesinde geliştirilmiş bir yazılımdır ve ağ performansı optimizasyonunda ve seyirme ölçümünde sıklıkla kullanılan bir programdır. Bu programla ilgili daha fazla bilgi (<http://dast.nlanr.net/projects/>) sayfasından elde edilebilir. Test düzeneği Şekil 5.11. 'de gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Seyirme analizi test düzeneği

Bir tarafı dialup diğer tarafı ADSL olan internet bağlantısı ve iki adet laptop ve bunların üzerinde çalışan iperf programı ile test düzeneği kurulmuştur.

5.1.5. Finger- Davis video konferans kalitesi ölçüm tekniği

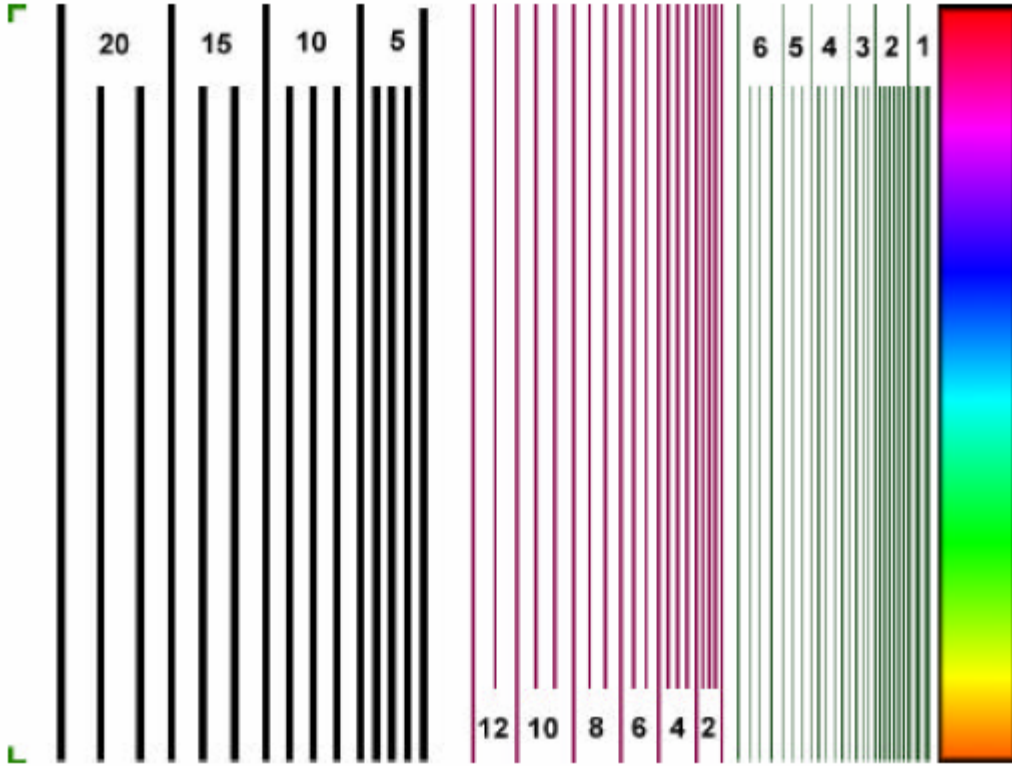
Video Konferans performansını değerlendirirken Intel'de Video Sistemleri test laboratuvarında uzun seneler çalışmış Roger Finger ve Wainhouse Research Center'da alışan Andrew W Davis'in geliştirdikleri test yöntemi de denenmiştir. Bu test metodunun kullanılmasındaki amaç bu test yönteminin tekrarlanabilir biçimde değişik video konferans sistemlerini test etmede de kolaylıkla kullanabilmek, kalite ölçümünde kullanılan sistemi test yönteminde kullanılabilecek ve CPU'ya yük getirecek matematiksel işlemlerden korumak, hem PC tabanlı hemde PC tabanlı olmayan sistemlere uygulayabilmektir . Detaylar [67] 'de vardır.

5.1.5.1. Objektif yöntemler

- ereve Sayısı: Video konferans esnasında saniyede istemciye gelen çerçevelerin sayısıdır, tek başına video konferansın kalitesini belirlememekle birlikte quantatif yöntemlerden birisidir. ereve sayısı azaldığında video görüntüsündeki akıcılık da azalır, özellikle bant genişliği kısıtlı olan dialup bağlantılı internet erişimlerinde ereve sayısı düşüktür [67].
- Doğrusallık: İstemciye gelmeyen çerçevelerin oluşturduğu bir fonksiyondur. Video konferanstaki ereve oranı (ereve Oran) normal film ve video lardan farklıdır. Çünkü normal film ve videolarda ereve oranı sabitken, video konferansta bu ereve oranı iletişimde kullanılan ağ yapısına göre değişebilir. Ayrıca video konferansta ereve oranı, çekilen nesnenin görüntüsünün hareketine, arka planda bulunan nesnelerin durumuna ve bir sonraki çerçevenin bir öncekinden ne kadar farklı olduğuna göre değişir. Genelde en fazla ereve oranı hareket etmeyen bir objenin görüntüsünün çekilmesiyle oluşturulur ki bu da anlamlı bir metrik sayılmaz [67].

- Gecikme: Video ve Audio sinyalini göndermek için gereken zamandır. Eğer bir yönde gecikme 500 ms yi aşarşa video konferans esnasında konuşma da rahatsız edici bir durum oluşur [67].
- Dudak Senkronizasyonu: Video konferans esnasında ses ve video sinyallerinin senkron halde gelmesidir, bir çok video konferans sisteminde ses ve görüntü birbirinden ayrı kodlanıp ağ üzerinden gönderilir, ve alıcı uçta yeniden oluşturulur. Dudak senkronizasyonu bir video konferans esnasında hem pozitif hemde negatif yönde ve lineerliğe göre alıcı uçta kaç çerçeve gösterildiğine göre değişebilir. Genelde video ve ses arasındaki 50ms lik bir farkı profesyonel müzikçiler dışında pek fark eden olmaz [67].
- Video Çözünürlüğü: Sabit bir test görüntüsü kullanılarak alıcı uçta elde edilen görüntüde birbirine çok yakın çizilmiş çizgilerin ayırt edilebilirliği gözlenerek değerlendirilir, burada kullanılan test görüntüsü önceden oluşturulmuş bir görüntü olduğundan kamera çözünürlüğü ve kalitesi gibi faktörler sonuca etki etkimeyecektir, böylece sadece kullanılan video sıkıştırmanın etkisi gözlemlenmiş olacaktır [67].

Bu testte kullanılacak test görüntüsü aşağıdaki Şekil 5.12. 'de verilmiştir. Buna göre alıcı uçta alınan resimlerde soldan sağa doğru siyah çizgiler arasındaki beyaz çizgilerin görünüp görünmediğine bakılır, rakamlar her bir çizgi arasında kaç tane beyaz piksel olduğunu gösterir. Daha sonra gözlemci mor renkli çizgilere aynı şekilde bakar bunlar daha incedir fakat yine eşit genişlikte yerleştirilmiştir, ve son olarak ta yeşil çizgilerle aynı gözlemler yapılır ki bunlar sadece 1 piksel ara ile yerleştirilmiştir .



Şekil 5.12. Çözünürlük test görüntüsü

Eğer sonuçlar her bir çizgi grubunda değişirse en kötü(en büyük) rakamlı sonuçları alırsınız. Görüntü renk netliği, orijinal görüntü ile alıcı uçta elde edilen görüntü arasındaki görüntü renk kıyasının yapılmasıyla değerlendirilir bunun için de yine yukarıdaki test görüntüsü kullanılır. Test görüntüsünün en sağ tarafında bulunan renk paletine bakılarak bu kıyas yapılır, böylece kullanılan video sıkıştırmanın renkleri nasıl sunduğuna bakılır. Genel olarak bazı renk değerlerinin atılması bazı video sıkıştırmanın özelliğidir. Burada spektrumda renk tayfına bakarız. İdeal olarak bir gradient şeklinde renkler düzgün bir biçimde akmalıdır.

5.1.5.2. Subjektif yöntemler

Nicel yöntemlere ilave olarak ,öznel yöntemlerin kullanılmasının da video konferans kalitesini kıyaslamada faydalıdır. Bunun için gönderilen resimlerde parkalık, matlık, ve kontrast ayarlarıyla oynanarak göze en hoş gelecek şekilde resim ayarlanır bu resimde bir insan yüzü ve arka plan vardır. Daha sonra aşağıdaki faktörlere dikkat edilir:

-Video artifact (Sonradan oluşan nesnelere)

Bunun için insan yüzü ve çevresindeki nesnelere bakılır. Özellikle insanın omuzları ve başının etrafındaki makro hücrelere, renk lekelerine, görüntü bozulmalarına, veya gözden kaçan alanlara bakılır.

-Sharpness(Keskinlik)

İdeal olarak bakıldığında, video görüntüsündeki şahsın omuz çizgilerini, saçlarını, gözlerini keskin bir biçimde görebilmeliyiz. Video görüntülerinde bulanıklık olmamalıdır.

-Kontrast, parlaklık ve renk doyumu

Sıkıştırma ve açma işlemlerinin uygulanması sonucunda görüntüde bozulmalar olabilir. Bu işlemlerin parlaklık, zıtlık, renk doyumuna etkisine ve görüntünün cansız veya soluk olup olmadığına bakılmalıdır.

-Renk derinliği

Bunun için resimdeki şahsın yüzüne ve arka plandaki renklere bakılır. Test görüntüsü olarak kullanılan resimle renk bantlarının kıyaslaması yapılır.

-Kararlılık

Görüntü kararlı olmalıdır. Videoda sonradan oluşan nesnelere bağlı olarak herhangi bir hareketlilik, TV interlace (birbirine geçen), jitter, veya video gürültüsü (karlanma) olmamalıdır. resim zamanla parlamamalı veya deformasyon bulunmamalıdır.

-Arka plan netliği

Video görüntüsündeki şahsın arka planının da güzel gözükmesi önemlidir. Arka planda bulunan nesnelere şekil olarak gözle iyi bir şekilde seçilebilmelidir.

-Ses kalitesi

Ses kalitesi için de video 'da olduğu gibi çok geçerli metrikler yoktur, ama ses için süregelen bir yöntem vardır bu da MOS (Mean Opinion Score) denilen ve birçok insana sorularak yapılan standart bir değerlendirmedir. Video konferans sırasında ses kalitesini etkileyen çeşitli sebepler vardır, bunlardan bir tanesi sesi sıkıştırıp göndermek için kullanılan ses sıkıştırmasıdır. İdeal sıkıştırma düşük bant genişliklerinde bile en geniş spektrumu sağlayabilen sıkıştırmadır. Ses kalitesi ayrıca kullanılan mikrofon ve speakerlara da son derece bağımlıdır. Özellikle açık olarak kullanılan mikrofon ve hoparlör çözümleri için (headset olmayan), yankı önleme sistemlerinin olması önerilir [67].

Bu test için referans test görüntüsü, aynı çerçeve ardışıl olarak eklenerek 5 saniyelik sıkıştırılmamış bir *.avi dosyası oluşturulmuştur. Bir tarafı dialup diğer tarafı ADSL olan bir test düzeneği ile oluşturulan avi dosyası geliştirilen yazılıma konulan video gönderme özelliği ile internet üzerinden bir bilgisayardan diğerine, sıkıştırma oranı değiştirilerek gönderilmiştir ve karşı tarafta kayıt edilen video çerçeveleri print screen ile sıkıştırılmamış *.bmp dosyaları olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen görüntülerle orijinal görüntü kıyaslanmıştır.

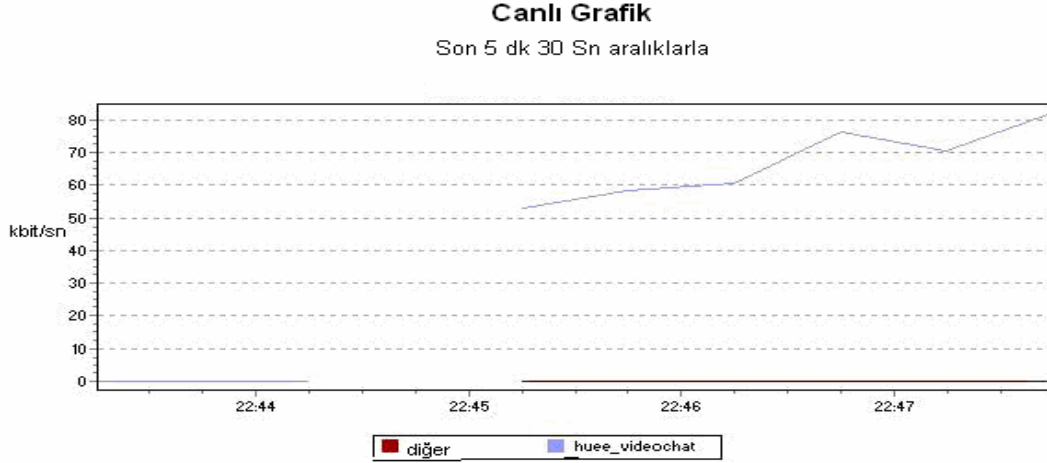
5.2 Testler

5.2.1. Trafik çıkışı analizi test sonuçları

- ADSL tarafta %100 RGB ve ses yokken

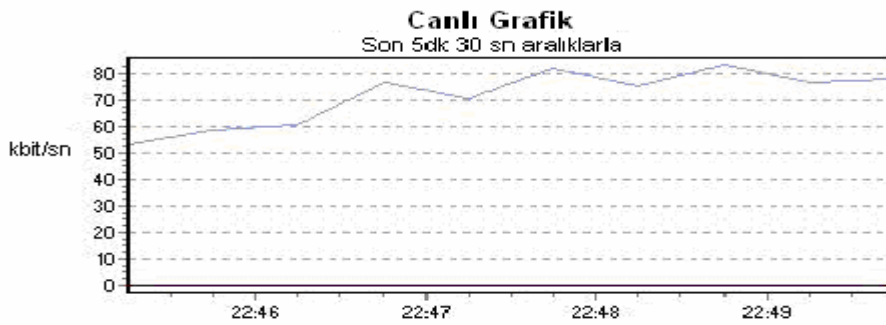
Program %100 RGB kodlaması ve ses yokken ADSL taraftan çıkan paketlerin trafiğini gösteren trafik Şekil 5.13 'te verilmiştir. Trafik kamera açılıp karşı taraftaki dialup bilgisayar ile bağlantı gerçekleştikten sonra giderek artmaya

başlamıştır ve 82 kbps civarında bir trafik oluşturmuştur. Bu esnada dialup tarafında alınan görüntüler oldukça akıcıdır ve kalitelidir. Resim çözünürlüğü 320x240 dır.



Şekil 5.13. ADSL tarafında %100 RGB , ses yokken ve kamera sabitken

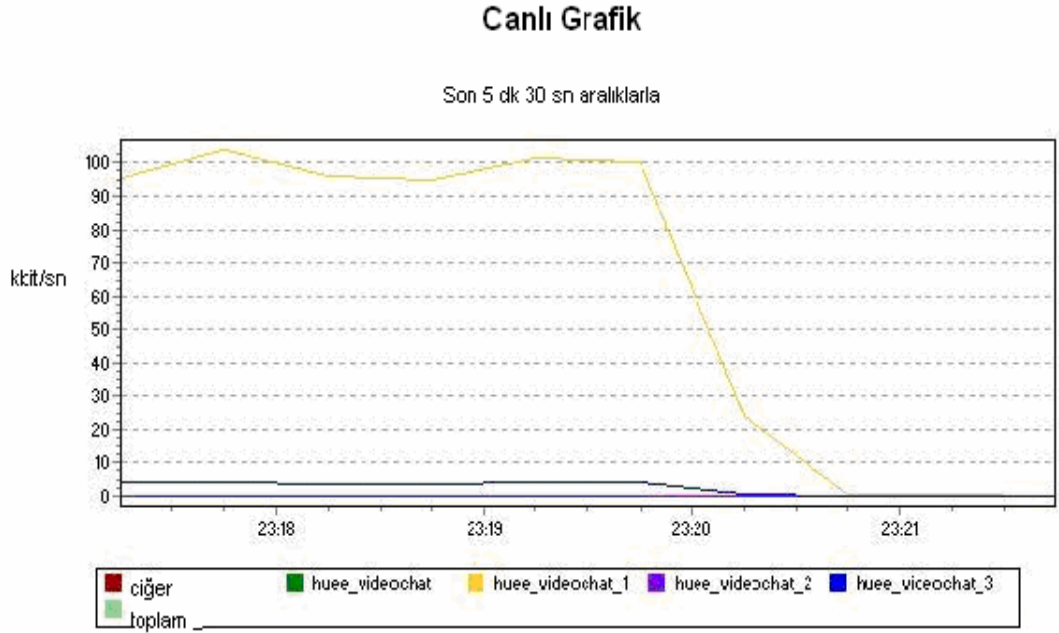
Şekil 5.14. 'te yine aynı şekilde ADSL tarafında elde edilen 2 dakika sonraki trafiktir. Burada inişler çıkışlar olmuştur. Çünkü be esnada kamera hareket ettirilmektedir.



Şekil 5.14. ADSL tarafında %100 RGB, ses yokken, kamera hareketli iken

- ADSL tarafta GSM 6.1 ses ve %100 bit oranı ve RGB

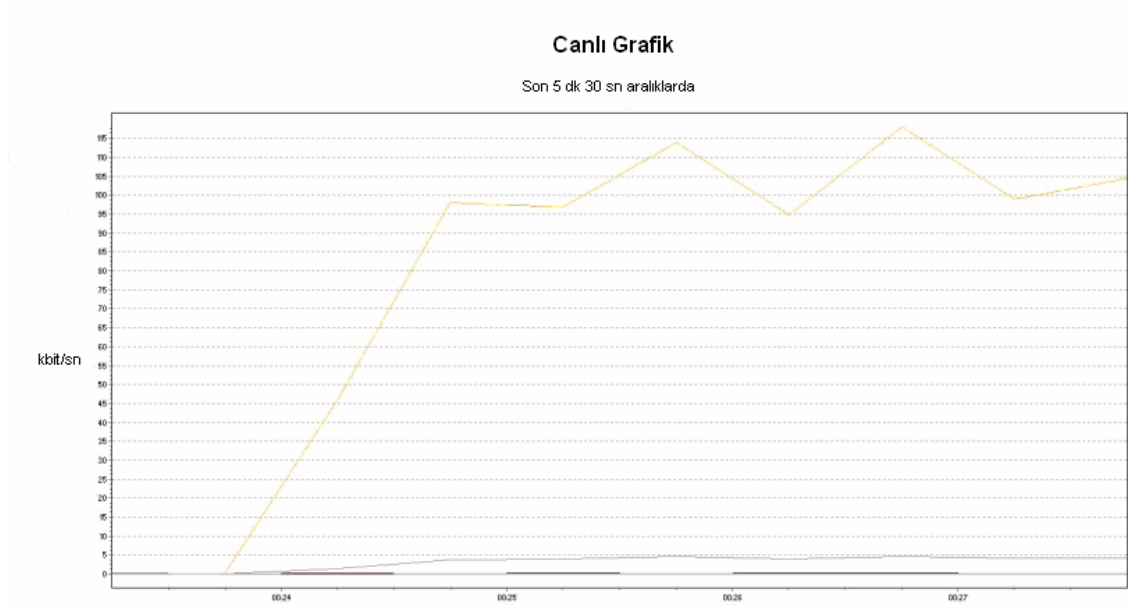
ADSL tarafında GSM 6.1 'de aktif edildiği zaman ADSL tarafından çıkan trafik Şekil 5.15.'te gösterilmiştir. Yaklaşık olarak 100 kbps civarında seyretmiştir. Bu esnada görüntü dialup tarafında oldukça akıcı sayılır fakat ses anlaşılmazdır. Sesin dialup tarafında anlaşılabilmesi için kamera kapatılmıştır ve bu grafik eğrisinin inişe geçtiği noktadan anlaşılmaktadır. Kamera kapalı iken dialup tarafında ses oldukça net ve iyi duyulabilmektedir. Grafik eğrisinin ikinci kere inişe geçtiği noktada ise ses de kapatılmıştır ve dolayısıyla tüketilen bant genişliği belirli bir süreden sonra sıfıra düşmüştür, mor renk ile gösterilen eğri ise sunucu ve istemci arasında gerçekleşen kontrol sinyalleşmesinin oluşturduğu trafiktir. Resim çözünürlüğü 320x240 tır.



Şekil 5.15.'te ADSL tarafta GSM 6.1 ses ve %100 bit oranı ve RGB

- ADSL tarafta GSM 6.1 ses ve %40 bit oranı ve GTCC Kodlaması

Şekil 5.16.'daki grafik ise aynı 320x240 çözünürlüğü ,%40 sıkıştırma oranı ve GTCC kullanılarak elde edilmiştir. Bu durumdayken bant tüketimi 110 kbps civarında seyretmiştir. Ses dialup, tarafında anlaşılırdır, görüntü kalitesi eskiye nazaran kötüdür fakat yine de anlaşılır ve akıcıdır. Grafikteki inişler ve çıkışlar kameranın sürekli hareket ettirilmesinden kaynaklanmıştır.



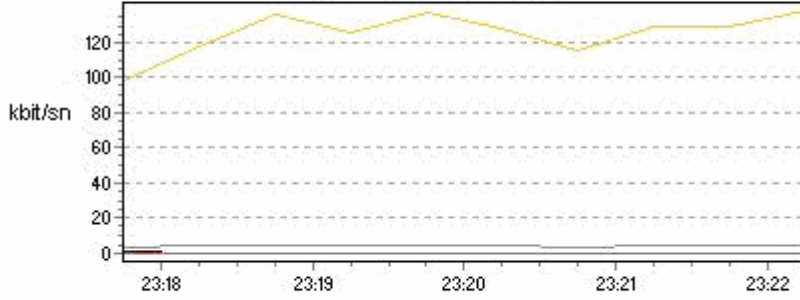
Şekil 5.16. ADSL tarafta GSM 6.1 Ses ve %40 bit oranı ve GTCC Kodlaması

- ADSL tarafında GSM 6.1 ses ve %40 bit oranı ve RGB kodlaması

Şekil 5.17. 'teki grafik ADSL çıkışında ve % 40 bit oranı ve RGB Kodlaması varken elde edilmiştir. Bu durumdayken dialup tarafında görüntü akıcı, ses ise ara sıra kesiklidir. GTCC kodlaması yapıldığında aynı bit oranında, dialup tarafında ses daha iyidir ve çok daha az kesintilidir.

Canlı Grafik

Son 5 dk 30 sn aralıklarda



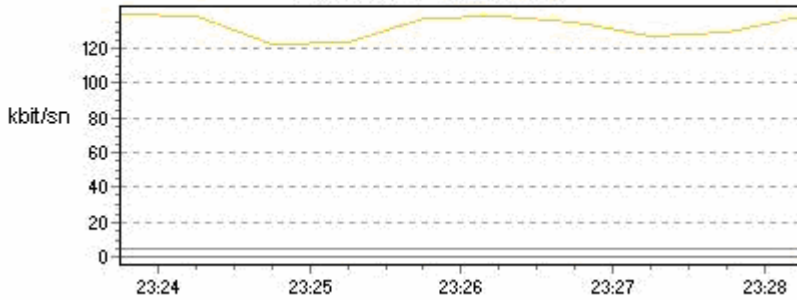
Şekil 5.17. ADSL tarafında GSM 6.1 Ses ve %40 bit oranı ve RGB

- ADSL tarafında GSM 6.1 Ses %100 bit oranı, GTCC 160x120 çözünürlük

Çözünürlük 160x120 'ye düşürülüp GTCC kodlaması yapıldığında ve GSM 6.1 ses kodlaması kullanıldığında, dialup tarafında akıcı bir görüntü ve anlaşılır bir ses vardır. Şekil 5.18. 'de görüldüğü gibi bant genişliği tüketimi ADSL'in maksimum yüklemesi olan 128 kbps civarında seyretmektedir. Dialup ise bu gönderilen verinin maksimum 53 kbps 'lık kısmını alabilmektedir.

Canlı Grafik

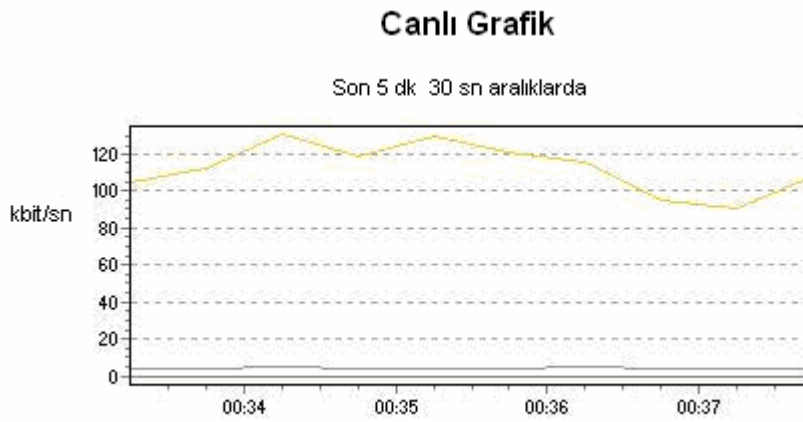
son 5 dk 30 sn aralıklarla



Şekil 5.18. ADSL tarafında GSM 6.1 Ses %100 bit oranı, GTCC 160x120

- ADSL tarafında Microsoft G.723 ses ve %100 bit oranı ve RGB

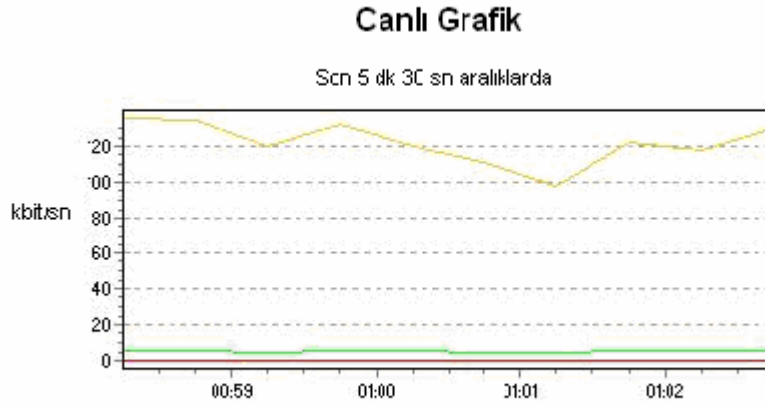
ADSL tarafında 320x240 çözünürlük RGB renk kodlaması ve Microsoft G.723 ses kodlaması kullanıldığında, dialup tarafta elde edilen görüntü oldukça akıcı fakat ses kesiklidir. Şekil 5.19.'da ki grafikte eğrinin 100 kbps' nin altına düştüğü noktalarda kameranın gözü birkaç saniye el ile kapanarak durgun siyah bir çerçevenin karşı tarafa gitmesi sağlanmıştır. Bu durumda dialup tarafa sesin daha anlaşılır gittiği gözlenmiştir.



Şekil 5.19. ADSL tarafında Microsoft G.723 ses ve %100 bit oranı ve RGB

- ADSL tarafında Microsoft G.723 ses ve %60 bit oranı ve GTCC

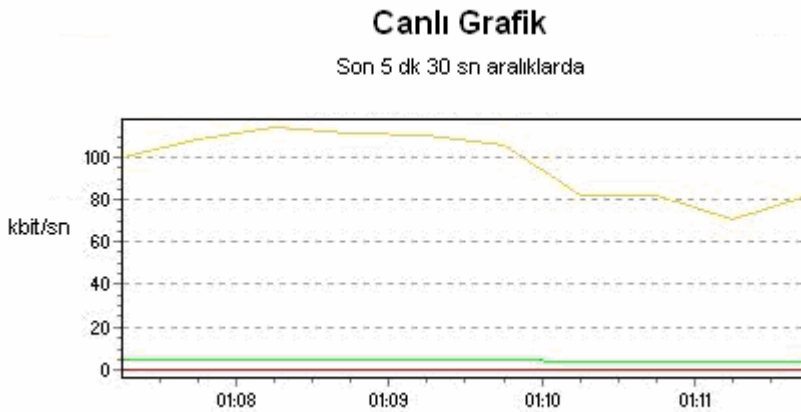
320x240 çözünürlük ve GTCC kodlaması ve %60 bit oranıyla sıkıştırma yapıldığında Microsoft ses sıkıştırması ile birlikte elde edilen grafik Şekil 5.20.'deki gibidir. Bu durumda dialup tarafta elde edilen ses anlaşılabilir ve görüntü akıcıdır, bant genişliği tüketimi 120 kbps civarındadır.



Şekil 5.20. ADSL tarafında Microsoft G.723 ses ve %60 bit oranı ve GTCC

- ADSL tarafında Microsoft G.723 ses ve %20 bit oranı ve GTCC

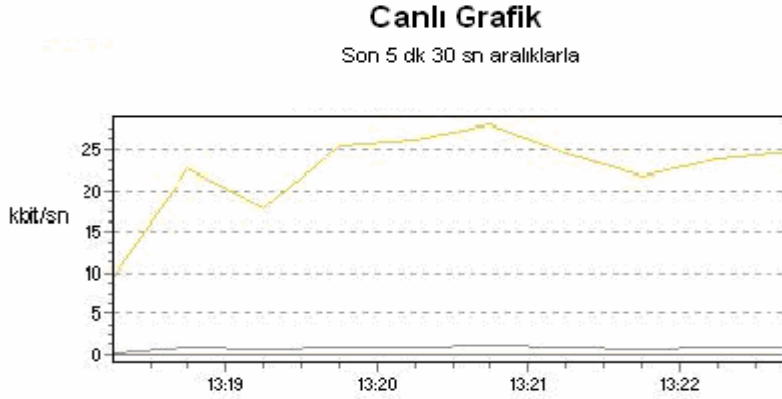
320x240 çözünürlük ve GTCC kodlaması ve %20 bit oranı yapıldığında, bant tüketimi 100 kbps ile 80 kbps arasında değişmektedir. Bu durumda dialup tarafında ses anlaşılır görüntü ise akıcıdır, resim kalitesi %20 oranındadır . Elde edilen grafik Şekil 5.21.'deki gibidir.



Şekil 5.21. ADSL tarafında Microsoft G.723 ses ve %20 bit oranı ve GTCC

- Dialup tarafında sadece GSM 6.1 ses

Bu aşamada ise dialup tarafındaki sunucudan gönderilen veri paketlerinin trafiği incelenmiştir. Dialup tarafında upload ve download sınırlı olduğundan öncelikle kamera kapatılıp sadece ses gönderilmiştir. Şekil 5.22'deki grafik elde edilmiştir. Sadece ses gönderildiğinde görüntü bit oranı %0 'dır

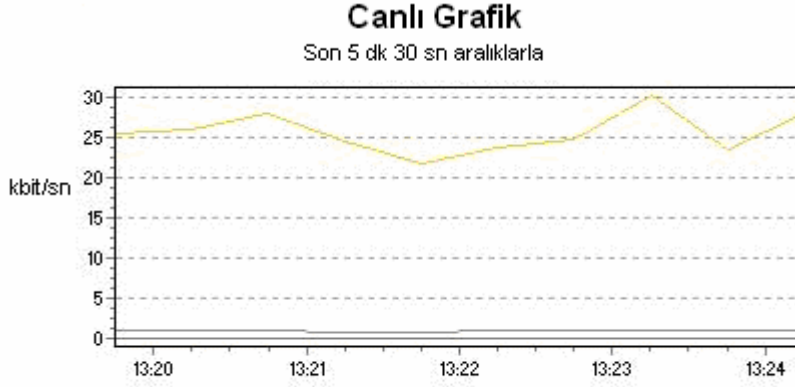


Şekil 5.22. Dialup tarafında sadece GSM 6.1 ses

Hem ADSL hemde dialup tarafında ses gönderme ve alma açık olduğu durumda ve GSM 6.1 ses kodlaması seçildiğinde, dialup tarafından çıkan paketlerin kullandığı bant genişliği yukarıdaki grafiktedir. Buna göre yaklaşık 28 kbps ile 22 kbps civarında seyretmiştir. Dialup tarafından gönderilen ses ADSL tarafında gayet net duyulmuştur. Aynı şekilde ADSL tarafından gelen seste dialup tarafında gayet net duyulmuştur.

- Dialup tarafında sadece RGB 320x240 video

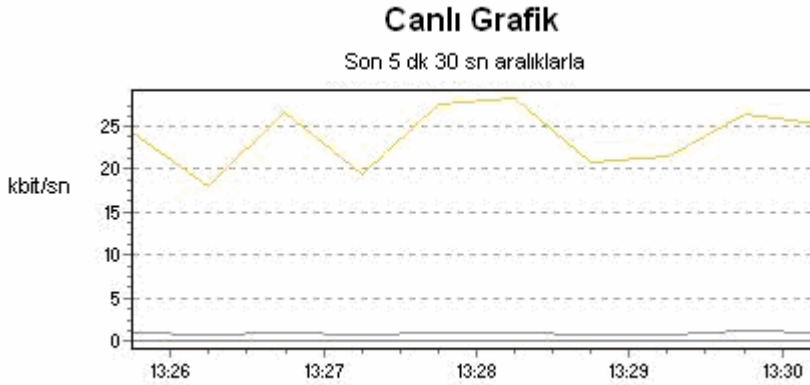
Dialup tarafında sadece kamera açılıp ses aktif edilmediğinde tüketilen bant genişliğini göstermektedir. ADSL tarafında alınan görüntüler akıcıdır fakat ADSL den dialup tarafına gönderilen resimler kadar akıcı değildir çünkü upload sınırlıdır. Elde edilen grafik Şekil 5.23.'deki gibidir. Bit oranı %100 ile yapılmıştır.



Şekil 5.23. Dialup tarafında sadece RGB 320x240 video

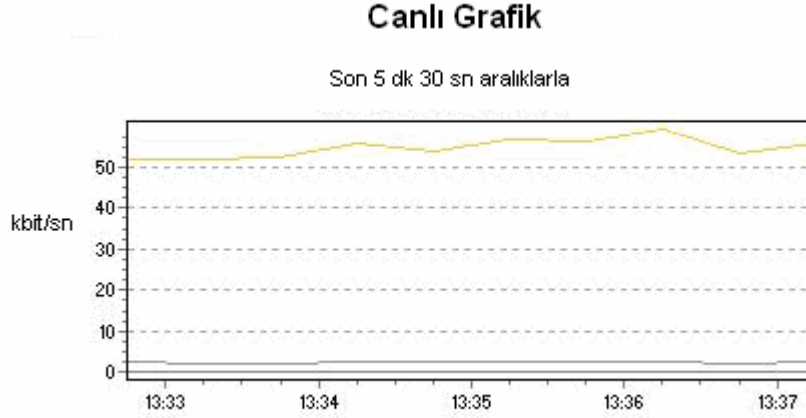
- Dialup tarafında GTCC kodlama %40 bit oranı ve 320x240 çözünürlük ve GSM 6.1 ses

Dialup tarafında kameradan alınan resimler GTCC formatında oluşturulduğunda % 40 bit oranı kullanıldığında ve GSM 6.1 ses kodlaması kullanıldığında ise Şekil 5.24'deki grafik elde edilmiştir, ADSL tarafında elde edilen ses anlaşılır, görüntü akıcıdır.



Şekil 5.24. GTCC , %40 bit oranı,320x240 Çözünürlük ve GSM 6.1 Ses

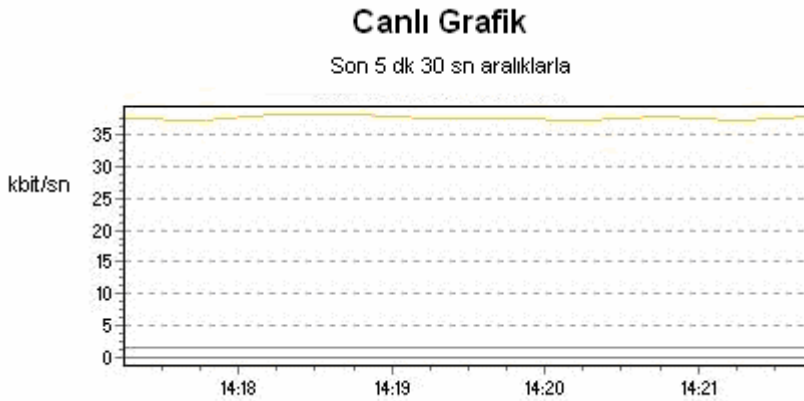
Dialup tarafında ADSL tarafından gönderilen aynı format ve ayarlardaki resim ve ses bilgisinin dialupa gelen paket trafiğini gösteren grafik ise Şekil 5.25, buna göre dialup hat 53 kbps civarında indirme yapabilmektedir ve gelen ses anlaşılabilir görüntü akıcıdır, bit oranı % 40'tır.



Şekil 5.25. Dialup tarafında elde edilen grafik

- RGB 320x240 çözünürlük ve %100 bit oranı ve GSM 6.1 ses

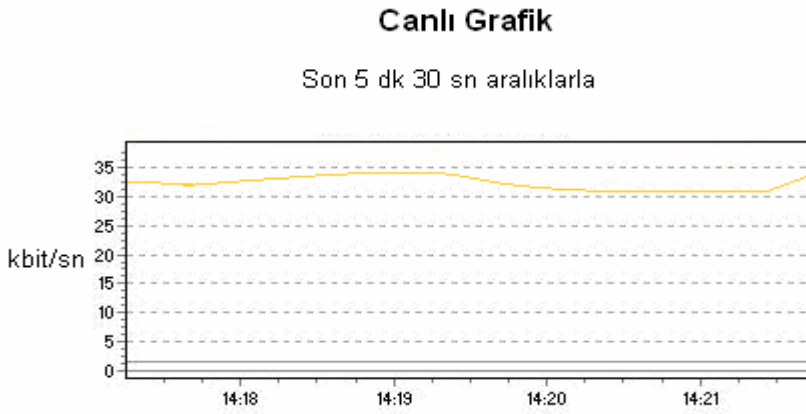
Bu sefer dialup tarafında 320x240'lık çözünürlük %100 bit oranı ve RGB renk kodlaması kullanılmıştır. Şekil 5.26.'daki grafikten görüleceği üzere yükleme trafiği teorik olarak 33 kbps olan dialup upload trafiğinden yaklaşık 3 kbps fazladır buda 36 kbps' a denk gelir. ADSL tarafta elde edilen görüntüler akıcı sayılır fakat ses anlaşılmaz ve kesiklidir. Bunun nedeni dialup hattın yükleme hızının aynı anda hem kaliteli görüntü hem de kaliteli ses göndermeye yeterli olmayışından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.26 RGB 320x240 Çözünürlük ve %100 bit oranı ve GSM 6.1 Ses

- **RGB 320x240 çözünürlük %20 bit oranı ve GSM 6.1 ses kodlaması**

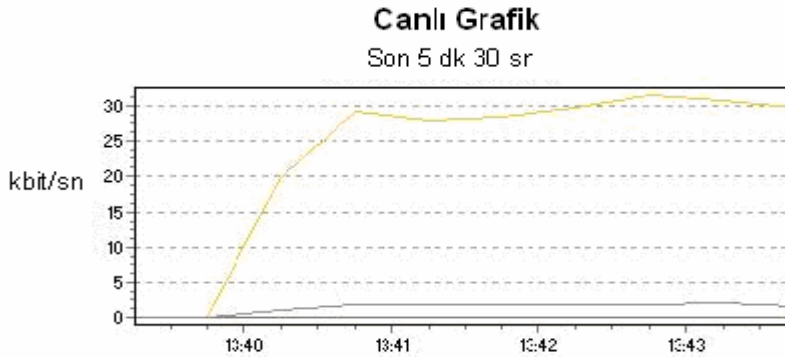
Görüntü kalitesini kaydırma çubuğuyla %20 oranına düşürünce elde edilen grafik Şekil 5.27.' de görüldüğü gibidir, yine 35 kbps yükleme seviyelerindedir. ADSL tarafında elde edilen ses daha anlaşılırdır fakat kesintiler olmaktadır, resim kalitesi %20 'dir.



Şekil 5.27. RGB 320x240 çözünürlük %20 bit oranı ve GSM 6.1 ses kodlaması

- **Dialup tarafında GSM 6.1 çift yönlü ses**

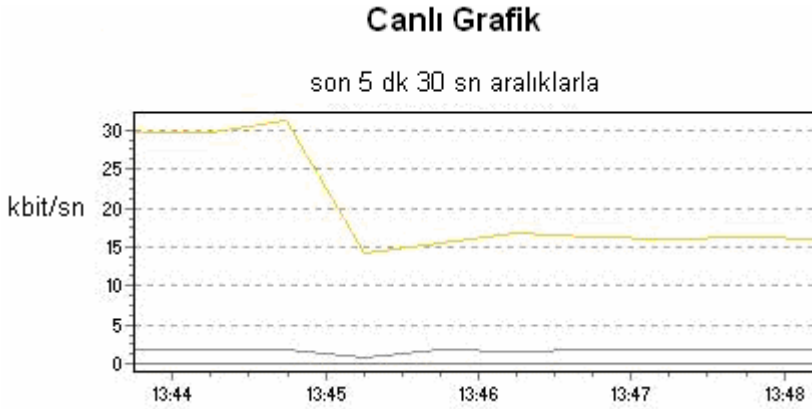
Her iki tarafta da ses oldukça anlaşılırdır ve kesinti yoktur. Ses için net bir görüşme gerçekleşmiştir. Elde edilen grafik Şekil 5.28 'deki gibidir.



Şekil 5.28 Dialup tarafında GSM 6.1 çift yönlü ses

- Dialup tarafında GSM 6.1 'den Microsoft G.723.1'e geçiş

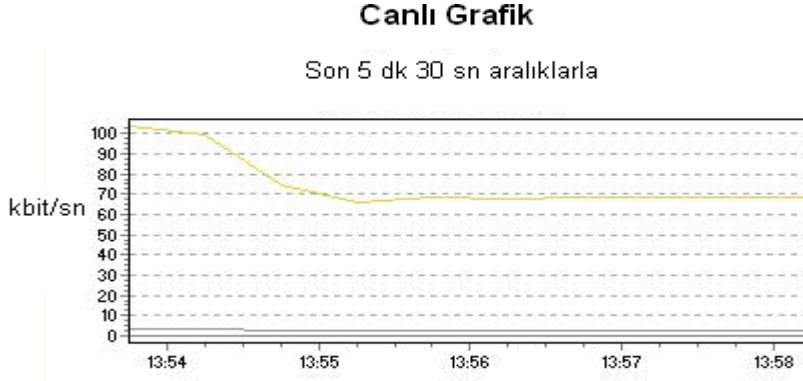
Ses kodlaması her iki uçta da GSM 6.1 'den Microsoft G.723.1'e geçtiğinde tüketilen bant genişliği Şekil 5.29.' da görüldüğü gibi 15 kbps civarına düşmektedir. Bu esnada her iki uçta da yani hem ADSL tarafında hem de dialup tarafında gayet net bir ses görüşmesi sağlanabilmektedir.



Şekil 5.29. Dialup tarafında GSM 6.1 'den Microsoft G.723.1'e geçiş

- ADSL tarafında u-law kodlaması

U-Law kodlaması ile ses kodlandığı taktirde ADSL tarafında yukarıdaki grafik elde edilir, yaklaşık olarak 70 kbits 'lık bir bant genişliği tutar ,dialup tarafında ses çok net duyulmaz. Sadece ses gönderilmesi durumunda dialup'ın performansına göre anlaşılır olabilir. Dialup tarafında bu kodlama yapıldığında ise ADSL tarafındaki ses dialup tarafında alınan sese göre daha kesiklidir. Elde edilen grafik Şekil 5.30. da verilmiştir.



Şekil 5.30. ADSL tarafında U-Law kodlaması

- Sonuç

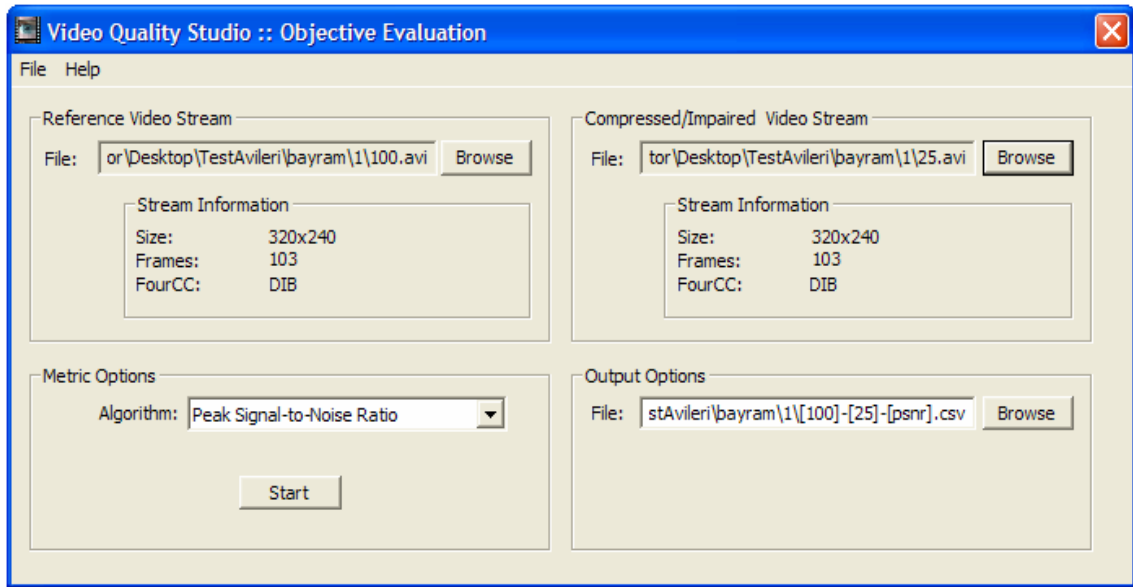
ADSL bağlantısı Video konferans için çevirmeli bağlantıya göre daha uygundur. Testlerde ADSL tarafındaki yükleme hızının dialup'a göre daha yüksek olması sonucunda dialup'a akıcı bir video ve anlaşılır bir ses birlikte gönderilebilir bunun için video kameranın GTCC kodlamasının RGB'ye göre daha iyi sonuç verdiği tanınmıştır. Dialup tarafından ADSL tarafına da GSM 6.1 ve Microsoft G.723 kodlamaları kullanılarak net bir ses göndermek mümkündür. Yalnız bunun için dialup tarafında oluşturulan görüntülerin bit oranlarının daha düşük ve yaklaşık olarak %20 oranlarında seçilmesi gereklidir çünkü dialup bağlantının yükleme (upload) hızı 33 kbps ile sınırlıdır, fakat yine de net bir şekilde ses ve daha düşük kalitede resim kalitesiyle birlikte bir video konferans gerçekleştirmek mümkündür. Her iki tarafın ADSL olması durumunda her iki tarafta da upload hızları daha yüksek olacağından çok daha güzel bir video konferans gerçekleştirmek mümkündür. Dialup kullanıcıları kaydırma çubuğunu ayarlayarak ses kalitesini arttırarak resim kalitesini düşürebilirler. Ayrıca çözünürlük ayarı ile oynayarak da bunu yapabilirler. RGB yerine GTCC kullanılması durumunda daha iyi performans almak mümkündür. GTCC (Grand Tech Camera Codec) Grand Tech şirketinin geliştirdiği bir video sıkıştırmasıdır ve ticari olduğundan bu konuda çok fazla bilgi verilmemektedir.

5.2.2. Nesnel görüntü kalitesi testleri

Video Quality Studio programı kullanılarak, nesnel görüntü kalitesi testleri olan PSNR ve SSIM yöntemleri ile testler yapılmıştır. Sonuçlar ilgili bölümlerde verilmiştir.

5.2.2.1. PSNR test sonuçları

Video Quality Studio programı kullanılarak gerçekleştirilen kalite ölçümünde, orijinal video görüntüsü, %50'lik, %25'lik, %10'luk ve %5'lik bit oranlarıyla sıkıştırılan video görüntüleri ile kıyaslanmıştır. Video görüntülerini test edebilmek için Video Quality Studio programı açılır, program açıldığında Şekil 5.31. 'deki pencere ekrana gelir bu pencerede PSNR, SSIM yöntemlerinden birisi seçilir. Bu aşamada PSNR seçilmiştir. PSNR yöntemi seçildikten sonra, bir adet referans videosu seçilir. Bu sıkıştırılmamış orijinal videodur. Bundan sonra kıyas için %50, %25, %10 ve %5 bit oranlarıyla sıkıştırılmış video görüntüleri seçilir ve start düğmesine basılır.

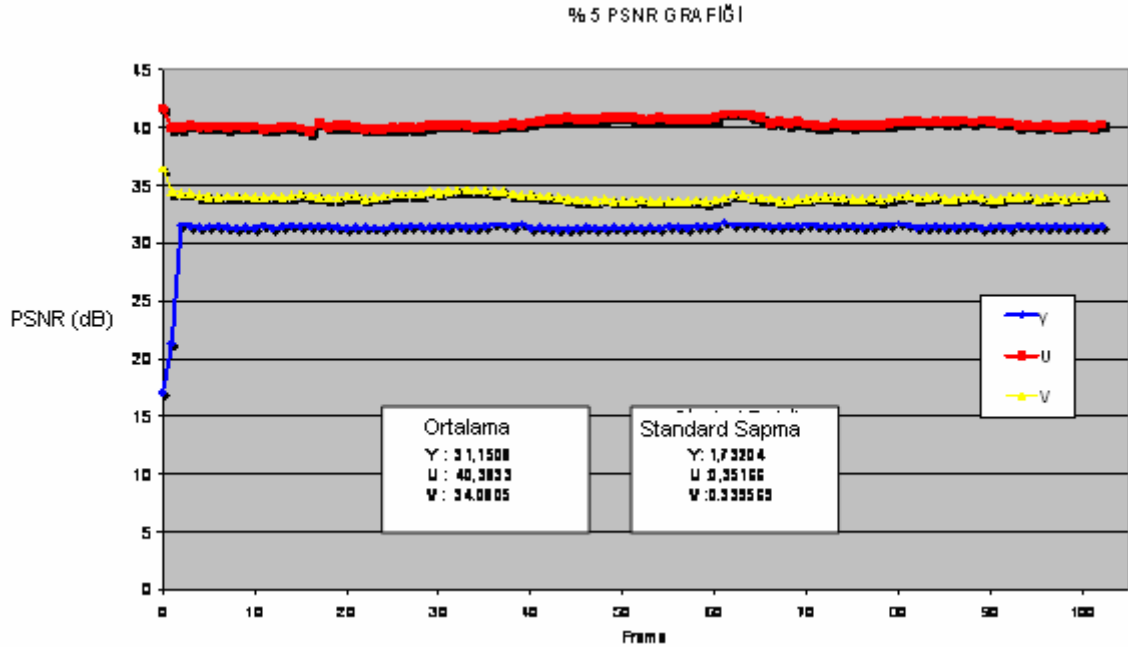


Şekil 5.31. Video quality studio penceresi

Start tuşuna basmadan önce, test sonuçlarının hangi dosyaya yazılacağı File Output Options kısmından seçilir. Start tuşuna basınca sonuçlar bir Excel formatında seçilen dosyanın içine işlenir.

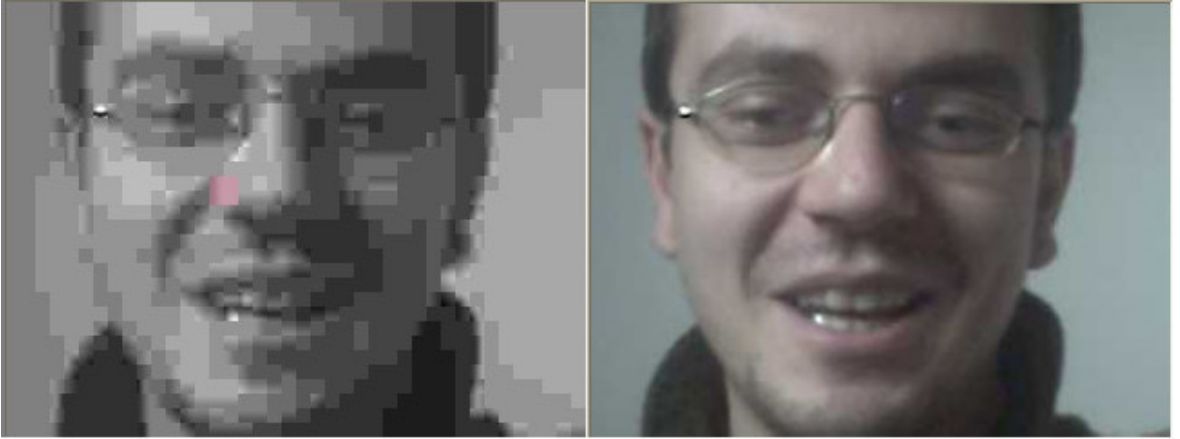
- PSNR ile orijinal ile %5 'lik videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile %5 'lik bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.32.'deki grafik çizdirilmiştir. Grafikten görülüyor ki en çok zayıflayan sinyal Y bileşeni yani parlaklık bileşenidir. Parlaklık bileşeni insan görsel sisteminin resim kalitesini algılamasında kroma bileşenleri olan U ve V 'den daha fazla etkiye sahiptir. Orijinal ve %5'lik bit oranı ile sıkıştırılıp gönderilen ve tekrardan oluşturulan video dizileri çerçeve çerçeve incelendiğinde ilk çerçevelerin birbirini tutmadığı fakat bu durumun ikinci çerçeveden sonra düzeldiği gözlenmiştir. Bu ilk çerçevedeki kaymadan ötürü YUV görüntü uzayında Y ile gösterilen parlaklık bileşeni birinci çerçevede 17 dB gibi oldukça düşük bir değer çıkmıştır fakat ikinci çerçeveden sonra her iki video dizisi de senkron hale gelmiştir.



Şekil 5.32. %5 'lik videonun PSNR sonuçları

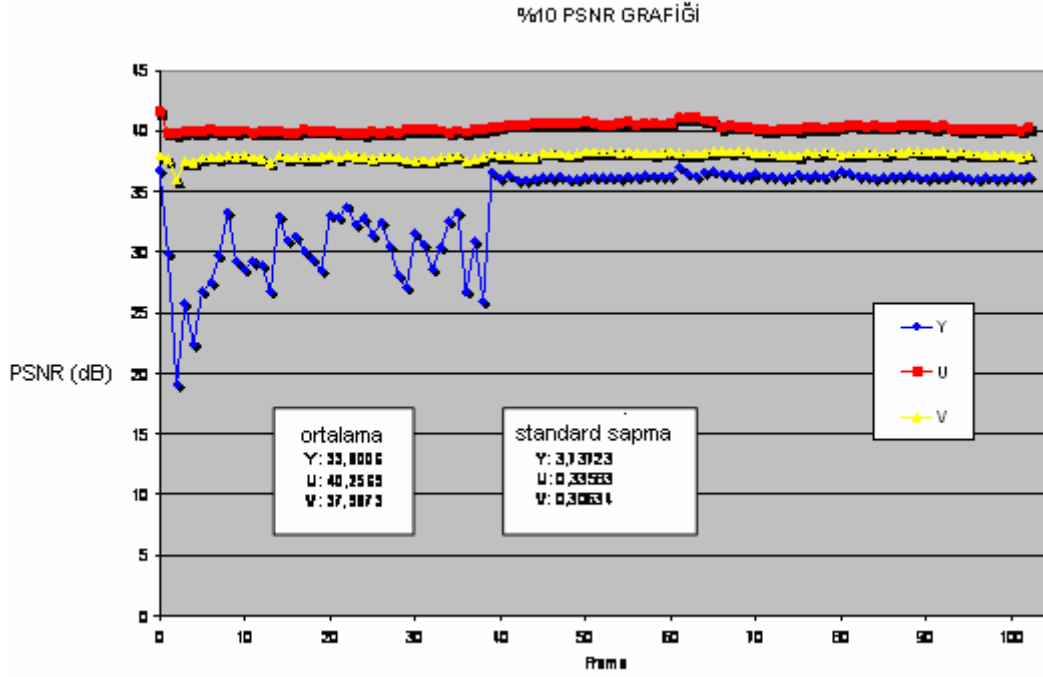
Parlaklık bileşeni Y, insan görsel sisteminin algılamasına en yakın olan bileşendir, dolayısıyla insan gözü bu Y bileşenindeki değişiklikleri çok kolay fark eder. Bu Y bileşeninin ortalama 31 dB olarak çıkması, %5'lik video dizisinin gerçekte kötü kaliteli bir görüntü olduğunun göstergesidir. Diğer taraftan video sıkıştırmasının V bileşeni de yaklaşık olarak 34 dB kadardır. Bu yüzden V bileşeni ile ilgili renklerin kullanılan sıkıştırma algoritmasından ötürü bozunuma uğraması beklenmektedir. U bileşeni 40 dB 'nin üzerinde olduğundan YUV uzayında koordinat eksenine göre dördüncü bölgedeki renkler haricinde aşırı bozunum olacaktır. Turkuaz (Cyan) rengi az bozunuma uğrayan bölgededir. Orijinal ve %5 bit oranı ile kodlanmış resimler Şekil 5.33. te verilmiştir. Sol taraftaki çerçeve %5'lik bit oranını, sağdaki çerçeve ise orijinal video çerçevesini göstermektedir.



Şekil 5.33. %5 bit oranıyla sıkıştırılan çerçeve ve orijinal video çerçevesi

- PSNR ile orijinal %10 'luk videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile %10 'luk bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.34.' teki grafik çizdirilmiştir.



Şekil 5.34. %10 'luk videonun PSNR sonuçları

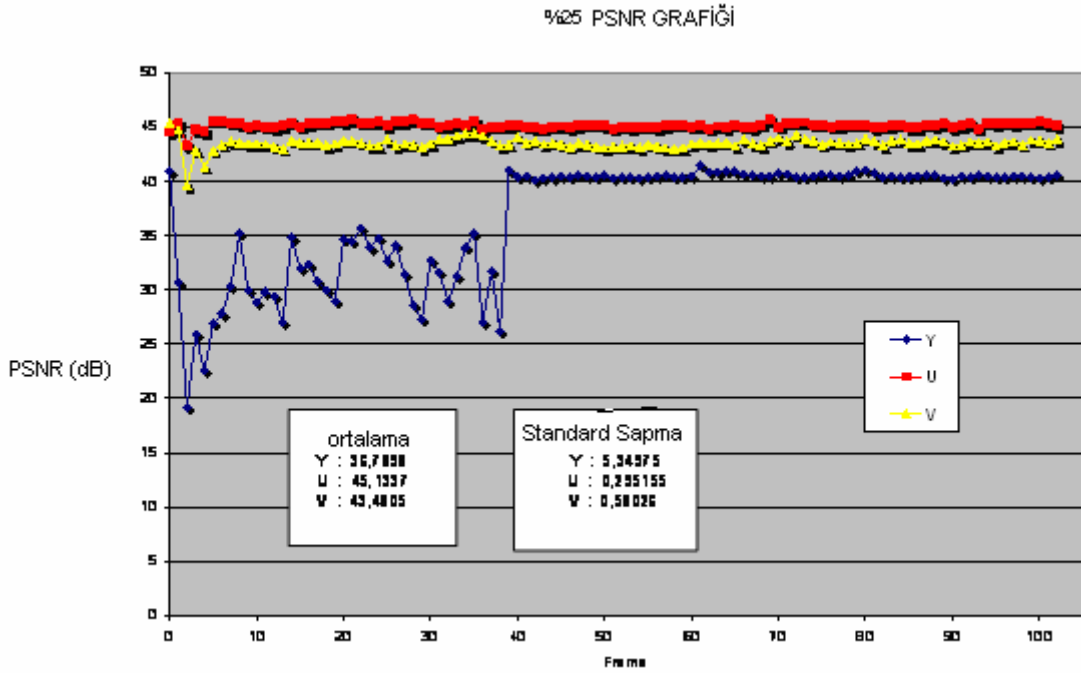
PSNR grafiğinde Y parlaklık bileşeni 39. çerçeveye kadar inişli çıkışlı değerler almıştır, bunun sebebi ağ üzerinden gönderilen sıkıştırılmış video dizisi ile orijinal video dizisi arasında senkronizasyon ancak 39. çerçevede sağlanmıştır. Bu noktadan önceki çerçevelerde sıkıştırılan video dizisinde bir anlık çerçeve kaybı olmuştur ve bir çerçevelik kayıptan ötürü çerçeveler birbiriyle çerçeve numarasına göre aynı olmadığından grafikte Y parlaklık bileşeni ancak 39. çerçeve ile birlikte durağan konuma geçmiş ve 37 dB seviyelerinde seyretmiştir. U bileşeni 40 dB civarında değerler almıştır ancak V bileşeni renklerde gözle görülür bozunumların yaşanmaya başladığı 40 dB seviyesinin altında olup 35 dB civarında seyretmiştir en az etkilenen renklerden bir tanesi mavinin bir tonu olan turkuaz olması beklenir. Şekil 5.35. 'te %10 'luk bit oranı ile kodlanan video çerçevesi ile orijinal video çerçevesi bir arada verilmiştir.



Şekil : 5.35.'te %10 bit oranı ile kodlanmış çerçeve ve orijinal çerçeve

- PSNR ile orijinal %25 'lik videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile %25 'lik bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.36.'daki grafik çizdirilmiştir.



Şekil 5.36. %25 'lik bit oranıyla kodlanan videonun PSNR sonuçları

Y bileşeninin PSNR değeri 39. çerçeveye kadar salınımlı bir grafik sergilemiştir. Bunun nedeni sıkıştırılıp gönderilen video çerçevelerinden bir tanesi karşı tarafa ulaşmamıştır dolayısıyla kaydedilen video dizisi ile orijinal video dizisinin aynı

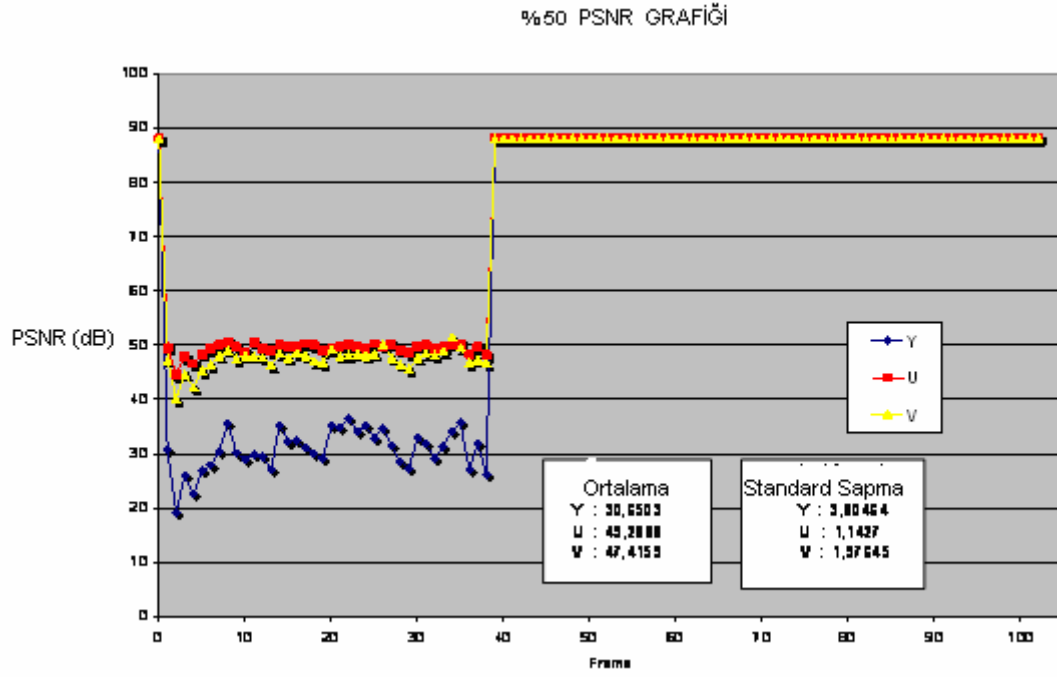
numaralı çerçeveleri 39. çerçeveye kadar farklı seyretmiştir, bu da doğal olarak çerçeve çerçeve fark analizi yapan PSNR değerini etkilemiştir. U ve V bileşenlerinin etkilenmemesinin nedeni renk bilgisini taşımaları ve ufak çerçeve farklılıklarındaki renk bilgilerinin hemen hemen aynı olmasından kaynaklanmaktadır. 39. çerçeve ile birlikte parlaklık bileşeni Y 40 dB civarında seyretmiştir dolayısıyla görüntüde göze çok net olarak makro bloklarda bir bozunum beklenmez. V bileşeni 42 dB civarında değerler almıştır. V ekseninin pozitif kısmında yer alan kırmızı renk tonlarında hafif bir bozunum beklenebilir. U bileşeninin 45 dB civarında seyretmesi sonucunda diğer renklerde göze batacak renk bozuklukları olmaz. Şekil 5.37. 'de %25 'lik bit oranı ile kodlanan video çerçeveleri ile orijinal video çerçeveleri bir arada verilmiştir.



Şekil 5.37. %25' lik bit oranı ile kodlanan çerçeve ve orijinal çerçeve

- PSNR ile orijinal %50 'lik videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile %50 'lik bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.38.'deki grafik çizdirilmiştir.



Şekil 5.38. %50'lik bit oranıyla kodlanan video'nun PSNR sonuçları

Grafikten Y parkalık bileşeninin PSNR değerinin 40. çerçeveye kadar salınımlı bir eğri çizdiği görülmektedir bunun sebebi 40. çerçeveye kadar sıkıştırılan çerçeve dizisi ile orijinal çerçeve dizisinin senkron olmamasından kaynaklanmaktadır. 40. çerçeve ile birlikte her iki çerçeve dizisi senkron hale gelir dolayısıyla Y bileşeninin PSNR değeri 88 dB civarında sabitlenir. Grafik video quality studio programı ile oluşturulurken elde edilen Excel tablosunda 40. çerçeveden sonra PSNR değerleri sonsuz olarak çıkmıştır. PSNR değeri hesaplamada kullanılan program virgülden sonra 4 hane hassasiyet ile PSNR değerleri hesaplandığından , MSE değerinin 0,0001 den daha küçük olması gerekir. MSE 0,0001 alınarak en kötü ihtimalle PSNR değerinin yaklaşık olarak 88 dB civarında seyretmesi beklenmektedir. Tüm Y, U, V, bileşenleri 40 dB eşiğinin çok çok üzerinde olduğundan ve eşit seviyede seyrettiğinden %50 bit oranı ile sıkıştırılmış çerçeveler ile orijinal çerçeveler arasında gözle görülmeyecek bir benzerlik vardır ve neredeyse resimler birbirinin aynısıdır denilebilir. Şekil 5.39.'da % 50 bit oranı ile sıkıştırılan çerçeveler ile orijinal video çerçeveleri bir arada verilmiştir.



Şekil 5.39. %50 lik bit oranı ile kodlanan çerçeve ve orijinal video çerçevesi

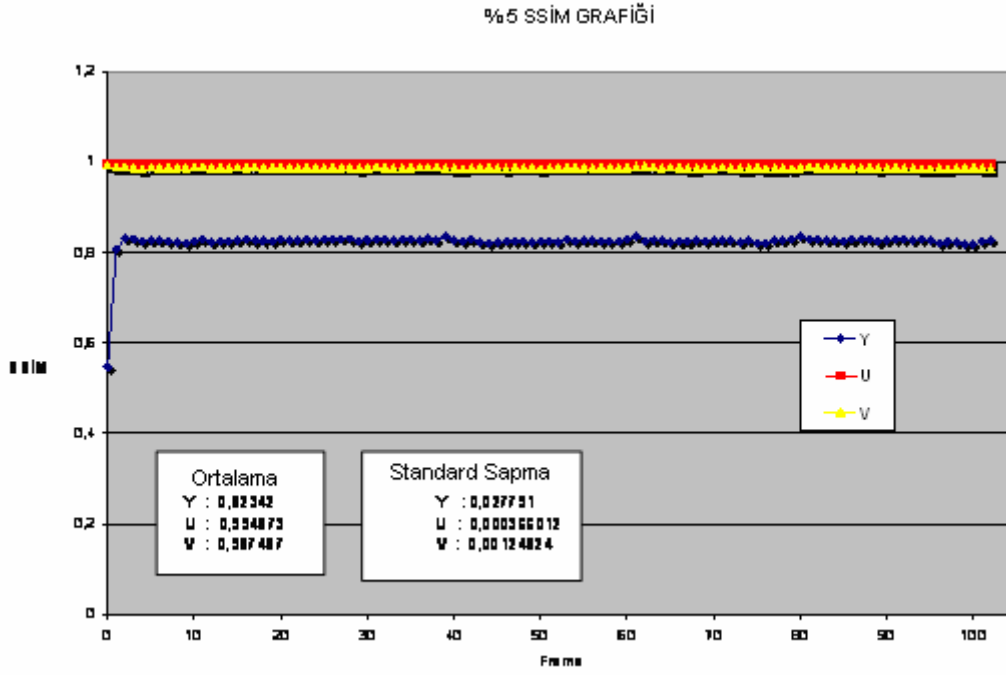
PSNR sonuçlarına göre %50 lik bit oranı ile kodlanan çerçeveler ile orijinal çerçeveler arasında gözle görülür fark olmaması beklenmektedir. Resimler karşılaştırıldığında bu görülmektedir. Sol taraftaki çerçeve ile sağ taraftaki çerçeve birbirinin aynısı gibi gözükmemektedir.

5.2.2.2. SSIM test sonuçları

Video Quality Studio programı kullanılarak gerçekleştirilen kalite ölçümünde, %100 'lük orijinal video görüntüsü, %50'lik, %25'lik, %10'luk ve %5'lik bit oranlarıyla sıkıştırılan video görüntüleri ile kıyaslanmıştır.

-SSIM ile orijinal % 5 'lik videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile %5 'lik bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.40.'taki grafik çizdirilmiştir.



Şekil 5.40. %5'lik bit oranıyla kodlanan videonun SSİM sonuçları

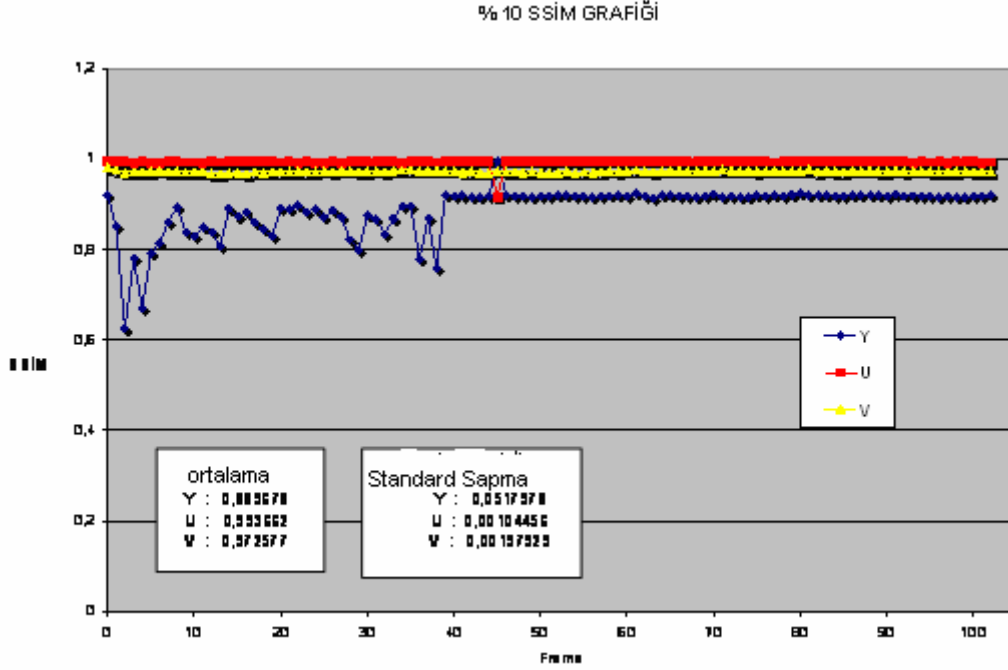
SSİM grafiğinde 1. çerçevede parlaklık bileşeni Y 'nin değeri yaklaşık 0,55 gibi çok düşük bir değer çıkmıştır bunun sebebi %5'lik sıkıştırılmış video dizisi ile orijinal video dizisinin ilk çerçevelerinin farklı olmasındandır, 1. çerçeveden sonra bu durum düzelmiştir ve Y bileşeni 0,8 gibi bir değer civarında seyretmiştir. Parlaklık bileşeninin 0,8 gibi düşük bir değer alması yeniden oluşturulan görüntünün kalite açısından düşük olduğunun göstergesidir ve makro bloklar belirgin bir şekilde görülebilir. V ve U bileşenleri 1 olmasına rağmen y bileşenindeki düşüklükten ötürü YUV uzayında kullanılan renk katsayıları ölçüsünde renklere belirgin bozulmalar olacaktır.

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B \quad (5.3.10.)$$

İle verildiğinden en az mavi renginde bozunum olması beklenmektedir, en fazla bozunum kırmızı ve yeşil tonlarında beklenmektedir. V ve U katsayıları 1 civarında çıkmıştır dolayısıyla onların renk katsayılarından ötürü renklerin durumunu etkileyen bir durum söz konusu değildir.

-SSIM ile orijinal %10 'luk videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile %10 'luk bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.41'deki grafik çizdirilmiştir.

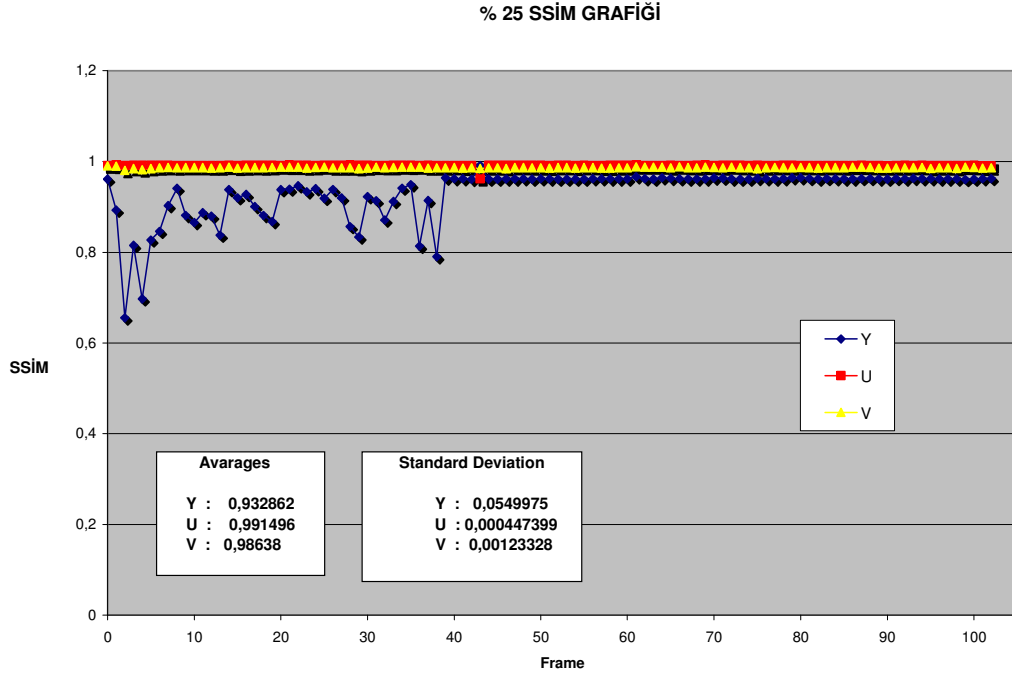


Şekil 5.41. %10'luk bit oranıyla kodlanan video'nun SSIM sonuçları

%10 'luk bit oranı ile kodlanan çerçeve dizisi ile orijinal çerçeve dizisi 39. çerçeveye kadar birbirine aynı olmadığından grafikte Y parlaklık bileşeni 39. çerçeveye kadar salınımlı bir davranış göstermiştir. 39. çerçeve ile birlikte 0,85 civarında değerler almıştır. %5 lik değerlerle kıyaslandığında yapısal olarak makro bloklarda daha az bir bozunum vardır ama yine de yeterli kalitede resim değildir. U ve V bileşenleri birbirine yakın ve 1 civarındadır. Ancak Y bileşeninin 0,85 civarında olması nedeniyle renklerde bozunum vardır en az etkilenen mavi tonu bulunan renklerdir.

-SSIM ile orijinal %25 'lik videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile % 25 'lik bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.42. 'deki grafik çizdirilmiştir.

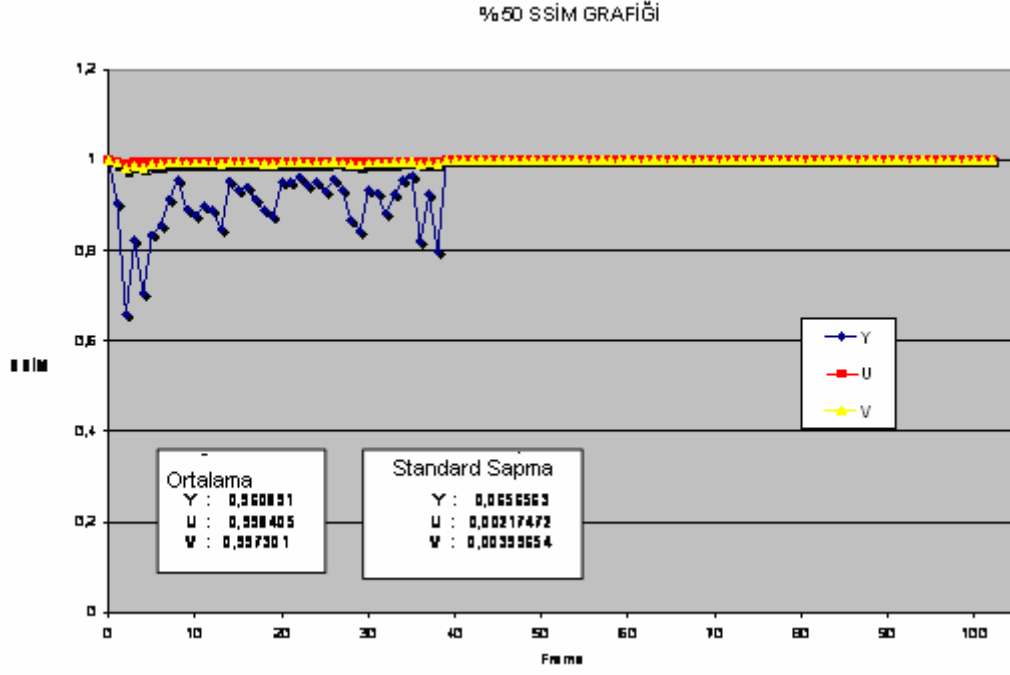


Şekil 5.42. %25'lik bit oranıyla kodlanan video'nun SSİM sonuçları

% 25 'lik video dizisi 39. çerçeve ile senkron hale gelmiştir. Bu andan sonra Y parlaklık bileşeni 1'e çok yakın değerler almıştır ama hala 1'in altında olduğundan orijinal resimlerle olan fark az da olsa görülebilir, renklerde de çok fazla bozunum olması beklenmemektedir.

-SSİM ile orijinal %50 'lik videonun kıyaslanması

Bu aşamada orijinal video görüntüsü ile %50 'lik bit oranına sahip video görüntüsü kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Şekil 5.43.'teki grafik çizdirilmiştir.



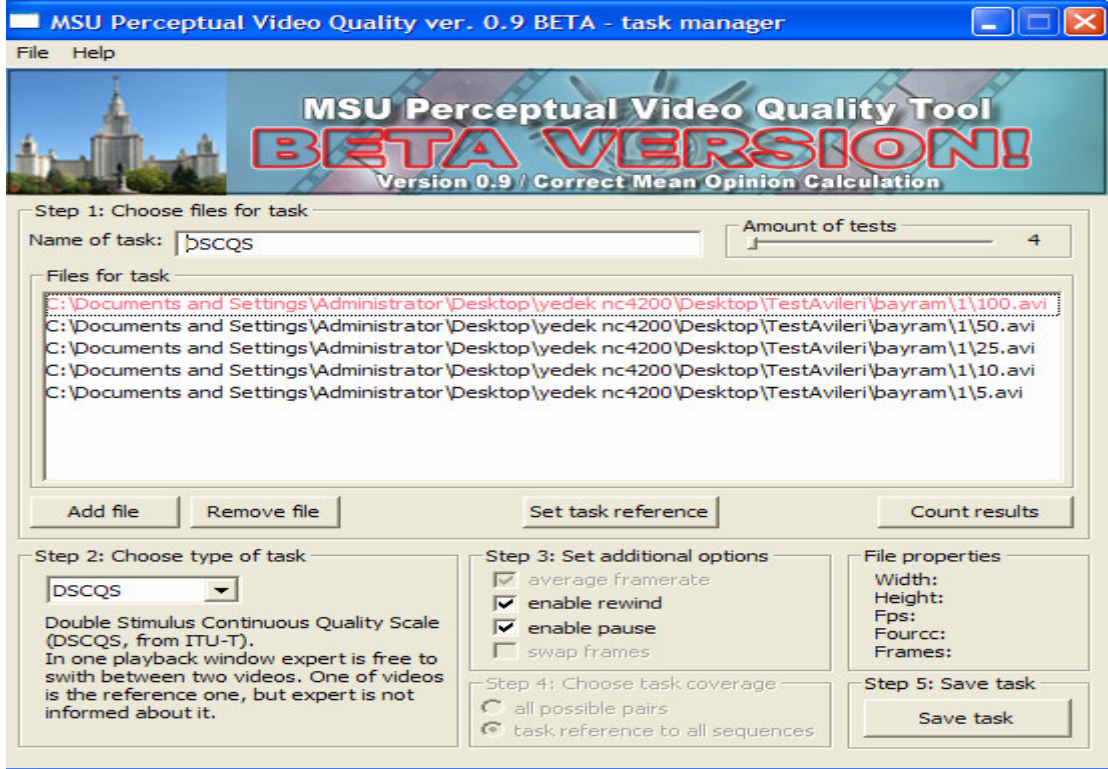
Şekil 5.43. %50'lik bit oranıyla kodlanan video'nun SSİM sonuçları

%50 'lik bit oranı ile sıkıştırılmış video dizisi , 40. çerçeve ile birlikte orijinal video ile senkron hale gelmiştir. 40. çerçeve ile birlikte tüm Y, U, V bileşenleri 1 civarında değerler almıştır bu yüzden görüntü yapısal benzerlik olarak orijinal ile aynıdır. Renklerde bozunum son derece az olabilir. İki resim gözle kıyaslandığında orijinalinden ayırt etmek imkansızdır denilebilir.

5.2.3. Öznel görüntü kalitesi testleri

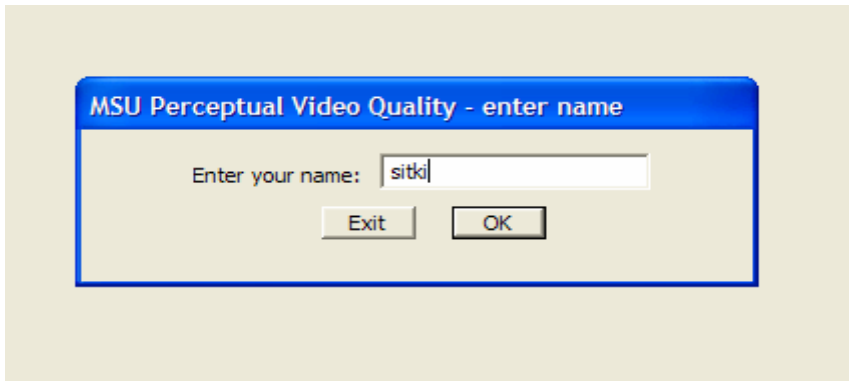
Öznel yöntemlerin yapılabilmesi için MSU perceptual video quality player ve taskmanager programları kullanılmıştır. Programı kullanırken öncelikle task manager (görev yöneticisi) açılmalıdır. Task manager açılarak bir task oluşturulur. Şekil 5.44. 'te task manager penceresi gösterilmiştir. Bu pencerede öncelikle task için bir ad verilir ve daha sonra kalite ölçümü için bir adet referans video ve kıyaslanacak diğer videolar bu Task içine dahil edilir. Videolar Task'e dahil edildikten sonra sıra hangi metodla öznel değerlendirme yapılacağına karar verilir. Bu MSU programı DSCQS, DSIS ,SAMVIQ, MSUCQE, SCACJ yöntemleriyle

ölçüm yapmaya izin vermektedir. Bu tez kapsamında DSIS ve DSCQS ölçüm yöntemleri uygulanmıştır.



Şekil 5.44. MSU video kalitesi görev yöneticisi

Ölçüm yöntemi de belirlendikten sonra Task kaydedilir ve MSU Video Quality Player (video kalitesi oynatıcısı) açılır. MSU Video Quality Player açıldığında Şekil 5.45. 'deki pencere ekrana gelir ve değerlendiricinin adını girmesi istenir.



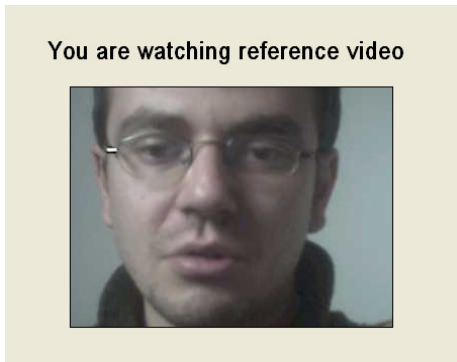
Şekil 5.45. MSU video kalitesi oynatıcısı

Değerlendirici ismi girildikten sonra Task Manager ile hazırlanan bir Task seçilir, bu seçildikten sonra, test yönergeleri değerlendiriciye ekranda gösterilir. Test

yönergelerini okuyan değerlendirici seçilen Task hazırlanırken seçilen yöntemeye göre videoları değerlendirmeye başlar. Test sonucunda elde edilen veriler her değerlendirici için ayrı bir Excel dosyasının içine yazılır. Daha sonra tüm değerlendiriciler değerlendirmelerini tamamladıktan sonra , Task Manager'dan ilgili task açılarak count results butonuna basılarak ortalama test skorları bulunmuş olur. Bu skor hesaplanırken ITU-R BT.500-11 standardında yazan değerlendirme yöntemi kullanılmıştır.

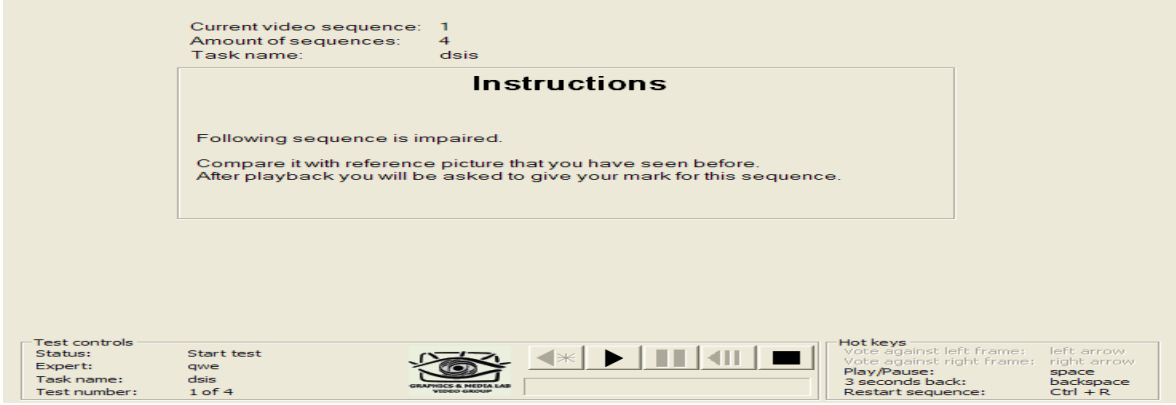
5.2.3.1. DSIS yöntemi

Bu testi yapmadan önce bir referans videosu kaydedilmiştir. Kaydedilen bu video video konferans sırasında olabilecek gerçekçi bir videodur. Yani bir insanın omzundan yukarısı gözükmektedir. Bu test videosu daha sonra geliştirilen video konferans programı ile her iki tarafı ADSL 512 Kbps indirme (download) ve 128 Kbps yükleme (upload) hızına sahip iki adet 1.73 GHz işlemci ve 512 MB RAM'e sahip dizüstü bilgisayarlar ile %50, %25, %10, %5 bit oranlarında karşıya gönderilmiş ve karşı taraftaki program vasıtasıyla sabit diske kaydedilmiştir. Elde edilen görüntüler MSU Perceptual Video Quality programında DSIS yöntemine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme için Türk Telekomda çalışan 12 tane Elektrik-Elektronik mühendisi ve 3 tane Bilgisayar mühendisine ve Maliye Bakanlığı' nda çalışan 4 tane Bilgisayar mühendisi ve 1 tane Elektronik Mühendisine, toplamda 20 tane mühendise videoları değerlendirmeleri için rica edilmiştir. Değerlendirme sırasında Şekil 5.46. 'daki pencere ekrana gelir. Bu ilk pencerede sıkıştırılmamış referans videosu izlenir.



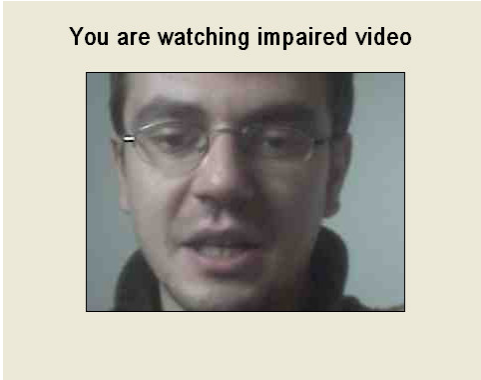
Şekil 5.46. DSIS referans video görüntüsü

Bu referans videosu izlendikten sonra, değerlendirme yapmak için rasgele olarak Task içine dahil edilen sıkıştırılmış videolardan birisi izlenir. Sıkıştırılmış video izlenmeden önce Şekil 5.47. 'deki gibi talimatlar gösterilir. Talimatlarda birazdan bozunuma uğramış video'nun seyredileceği ve bunun hemen ardından oylama yapılacağı bildirilmektedir.



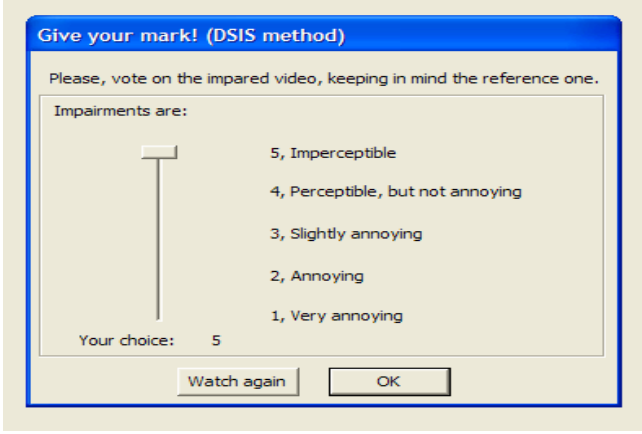
Şekil 5.47. DSIS yönteminde referans görüntüden sonra talimatlar

Talimatlar okunduktan sonra oynatma tuşuna basılarak sıkıştırılmış video görüntüsü izlenir. Şekil 5.48.'deki pencere ekrana gelir.



Şekil 5.48. DSIS , bozunuma uğramış video penceresi

Bozunuma uğramış video görüntüsü de izlendikten sonra oy vermesi için değerlendiriciye ITU-R BT.500-11 'de belirtilen 5 kademeli değerlendirme penceresi açılır. Bu pencere Şekil 5.49' da gösterilmiştir.



Şekil 5.49. ITU-R da belirtilen, DSIS için 5 kademeli ölçüt

20 tane mühendise yaptırılan denemeler sonucunda, elde edilen sonuçlar Çizelge 5.2' de verilmiştir. Değerlendiricilerin büyük çoğunluğu %50 bit oranı ile kodlanan çerçevelere 5 puan vermiştir. %25 'lik video çerçevelerine algısal olarak %50'lik çerçevelerle hemen hemen aynı kalitedeymiş gibi değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.2. DSIS değerlendirmesi sonuçları

	50%	25%	10%	5%
Ali	5	5	2	1
Ali Emre	5	4	2	1
Çağlar	5	5	1	1
Duygu	4	4	2	1
Duygu B	4	4	1	1
Emre Mül	5	5	2	2
Erdem	5	5	3	1
Ergün	5	4	1	1
Erhan	5	5	1	1
Gökhan	5	5	3	1
Hakan	5	5	2	1
İbrahim	5	5	2	1
İshak	5	5	3	1
Lokman	5	5	2	1
Serdar	5	5	3	1
Sıtkı	5	4	2	1
Tülin	5	5	5	1
Ülkü	5	5	1	1
Yüksel	5	5	3	1
Zeynep	5	5	2	1

Değerlendirme sonuçları (ITU-R 500.11 standardına göre) :

%100 'lük referans videosu baz alınarak elde edilen sonuçlar

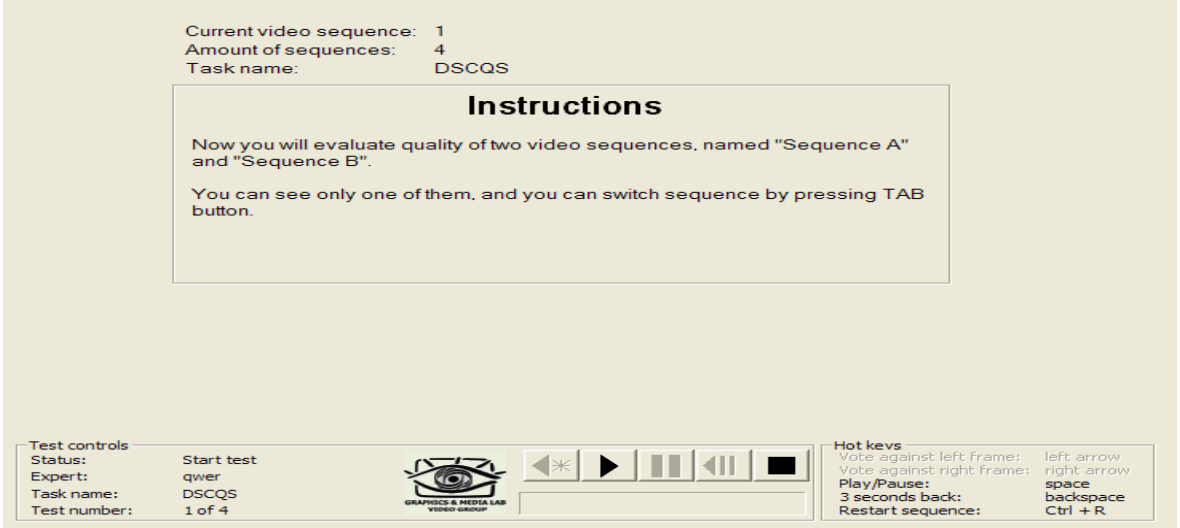
%50 'lik bit oranıyla sıkıştırılan video	9,63	9,22	10,03
%25 'lik bit oranıyla sıkıştırılan video	9,50	9,05	9,95
%10 'luk bit oranıyla sıkıştırılan video	2,88	1,79	3,96
%5 'lik bit oranıyla sıkıştırılan video	0,13	-0,12	0,37

-Sonuç

DSIS yöntemine göre orijinal video ile %50 'lik bit oranı ile sıkıştırılan video görüntüleri hemen hemen birbirine denk olarak kabul edilmiştir ve aralarındaki fark kolay bir şekilde ayırt edilememiştir. %25 'lik video görüntüleri ise yine kaliteli fakat dikkatli bakıldığında orijinalinden daha rahat ayırt edilebilen görüntüler olarak değerlendirilmiştir. Bit oranı %10'a düştüğünde artık gözle çok net görülebilen ayrımlar meydana gelmiştir . %5 'lik bit oranında ise artık video görüntüleri tamamen rahatsız edici görüntüler olarak değerlendirilmiştir.

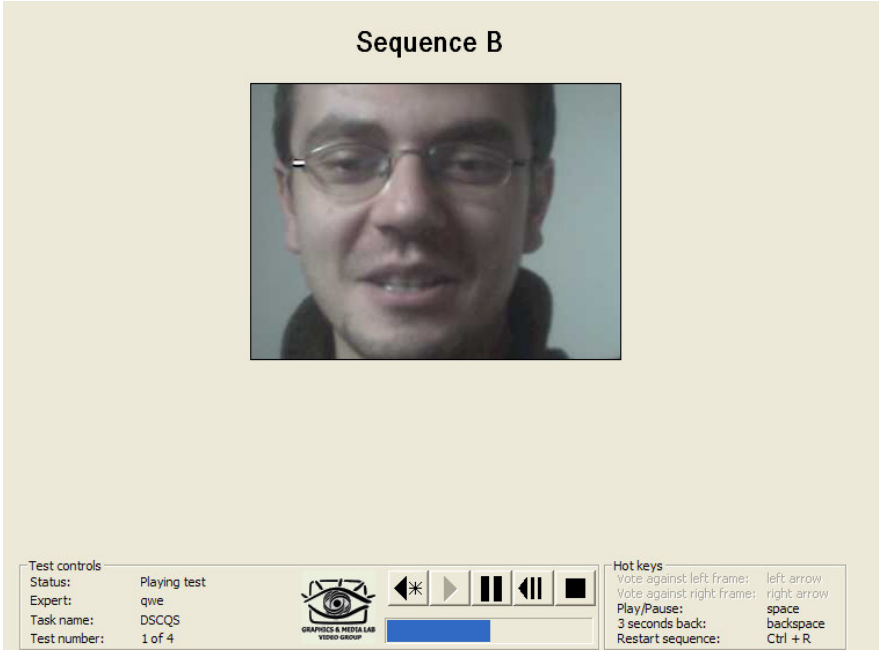
5.2.3.2 DSCQS yöntemi

Bu test DSIS yönteminde de kullanılmış olan referans videosu ile yapılmıştır. Değerlendirme için Türk Telekomda çalışan 12 tane Elektrik-Elektronik mühendisi ve 3 tane Bilgisayar mühendisine ve Maliye Bakanlığı' nda çalışan 4 tane Bilgisayar mühendisi ve 1 tane Elektronik Mühendisine, toplamda 20 tane mühendise videoları değerlendirmeleri için rica edilmiştir. Değerlendirme sırasında Şekil 5.50 'deki pencere ekrana gelir, bu pencerede DSCQS yöntemi ile değerlendirme yapabilmek için talimatlar yazar.



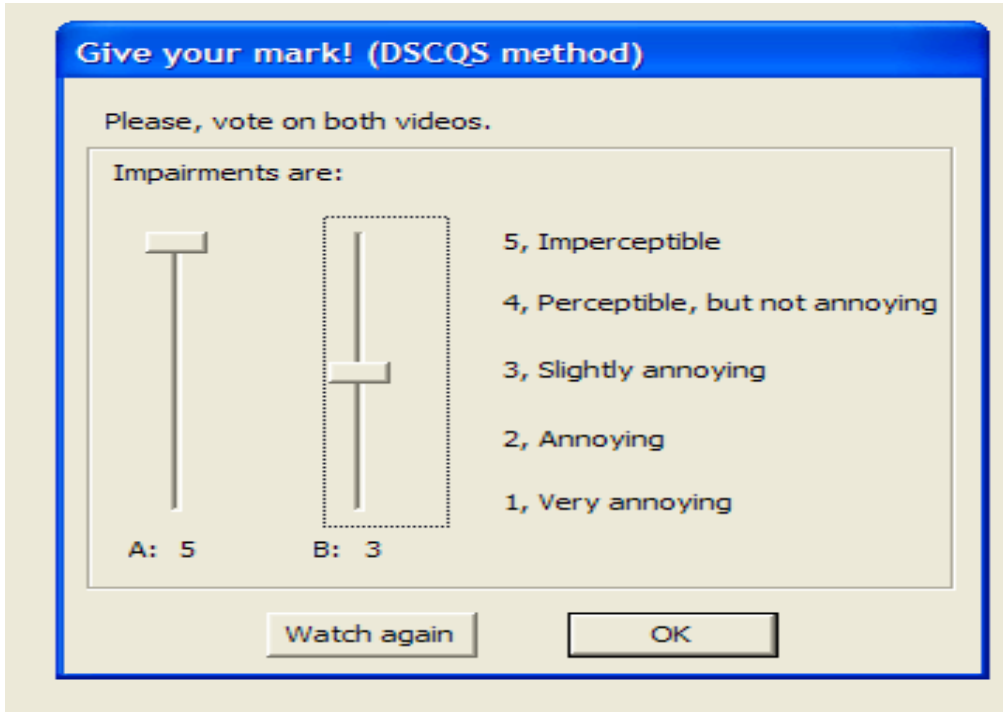
Şekil 5.50. DSCQS talimatları

Bu ekrandan sonra değerlendiriciye iki adet rasgele görüntü sunulur bunlardan bir tanesi referans görüntüdür, referans görüntü A veya B dizisi olabilir bu tamamen rasgele program tarafından seçilir bu Şekil 5.51.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.51. DSCQS yönteminde A ve B dizilerinin gösterildiği ekran

DSCQS yönteminde, ITU-R standardında belirtildiği gibi değerlendiriciye seyrettiği görüntüyü A yada B dizisine değiştirebilmesi için bir anahtar konulmuştur. Böylece istediği zaman A yada B dizisini seyredip kararını kafasında oluşturabilecektir. Kullanılan MSU perceptual video quality programında “boşluk” tuşuna basarak A ile B dizisi arasında gidilip gelinebilir. A ve B dizileri anahtarlanma suretiyle eş zamanlı olarak seyredildikten sonra Şekil 5.52. 'deki pencere ekrana gelir ve değerlendiriciye ITU-R standardında belirtilen şekilde A ve B dizileri için 5 dereceli bir ölçek gösterilir, eğer değerlendirici kararını vermemişse A ve B dizilerini aynı şekilde eş zamanlı olarak tekrar izleyebilir.



Şekil 5.52. DSCQS için değerlendirme ölçütü

Değerlendiricilerin tamamı değerlendirmelerini yaptıktan sonra, task manager vasıtasıyla DSCQS yöntemine göre sonuçların oluşturulması sağlanır. MSU perceptual video quality manager programı verilen oyları değerlendirerek sonuçları bir dosyaya çıkarır. Bu dosyaya bakarak oluşturulan 20 tane mühendisin yaptığı değerlendirmelerin sonuçları Çizelge 5.3.' de verilmiştir.

Çizelge 5.3. DSCQS değerlendirme sonuçları

Ali Emre	25% 5	100% 5	100% 5	50% 5	100% 5	10% 4	100% 5	5% 2
Duygu	100% 5	10% 3	100% 5	50% 5	100% 5	5% 1	100% 5	25% 4
Duygu b	100% 5	10% 4	100% 5	5% 1	25% 5	100% 5	100% 5	50% 5
Emre mü	100% 5	10% 3	100% 5	25% 4	5% 1	100% 5	100% 5	50% 5
Erdem	100% 5	5% 1	100% 5	10% 4	25% 5	100% 5	50% 5	100% 5
Erhan	100% 5	25% 5	5% 1	100% 5	50% 5	100% 5	100% 5	10% 2
Gökhan	100% 5	50% 5	5% 1	100% 5	100% 5	10% 4	100% 5	25% 5
Lokman	100% 5	25% 5	100% 5	5% 1	50% 5	100% 5	100% 5	10% 3
Serdar	25% 5	100% 5	100% 5	5% 1	50% 5	100% 5	100% 5	10% 4
Sıtkı	100% 5	5% 1	25% 5	100% 5	10% 3	100% 5	100% 5	50% 5
Ülkü	100% 5	5% 1	100% 5	50% 5	100% 5	25% 4	10% 5	100% 2
Zeynep	25% 5	100% 5	100% 5	5% 1	100% 5	10% 3	50% 5	100% 5
Ergün	10% 3	100% 5	50% 5	100% 5	25% 5	100% 5	100% 5	5% 1
İshak	10% 3	100% 5	100% 5	50% 5	25% 5	100% 5	100% 5	5% 1
İbrahim	100% 5	5% 2	100% 5	50% 5	10% 4	100% 5	100% 5	25% 5
Çağlar	100% 5	10% 4	100% 5	25% 5	100% 5	50% 5	5% 1	100% 4
Ali	5% 1	100% 5	100% 5	25% 5	100% 5	50% 5	100% 5	10% 4
Tülin	50% 5	100% 5	5% 1	100% 5	10% 2	100% 5	100% 5	25% 5
Yüksel	100% 5	5% 1	25% 5	100% 5	50% 5	100% 5	100% 5	10% 3
Turgay	5% 1	100% 5	100% 5	10% 3	100% 5	50% 5	100% 5	25% 4

Bu sonuçlardan ITU-R hesaplamalarına göre hesaplanan değerler şu şekildedir:

ITU-T averaged mark,ITU-T left confidence border,ITU-T right confidence border,

%100 'lük Video	6,72	6,54	6,94
%50 'lik Video	5.00	5.00	5.00
%25 'lik Video	4.75	4.53	4.97
%10 'lik Video	3.19	2.51	3.86
%5 'lik Video	0.19	-0.01	0.39

-Sonuç

Değerlendiricilerin verdiği puanlara bakıldığında, %50 'lik bit oranı ile sıkıştırılmış video görüntüleri ile %100 'lük referans video görüntüleri hemen hemen aynı kalitede algılanmıştır. Yani %50 'lik bit oranı ile gönderilen videolar resim kalitesi açısından orijinal video görüntüsünün bulunduğu video ile insan gözünün ayırtedemeyeceği şekilde benzerdir.

%25 'lik sıkıştırma oranı ile gönderilen video görüntüleri ise genelde değerlendiricilerden 5 puan almıştır ama bazı hassas gözlü değerlendiriciler 4 puan vermişlerdir. Bu %25 'lik video görüntülerinin hemen hemen %50 'lik video'nun kalitesinde olduğunu ve orijinal videodan ancak çok hassas bir şekilde bakılınca ayırtedilebildiğinin göstergesidir.

%10'luk sıkıştırma oranı ile gönderilen video görüntüleri ise değerlendiricilerden ITU hesaplamasına göre kabul edilebilir oy almıştır. Görüntü kalitesi gözü rahatsız etmeyecek seviyededir.

%5'lik sıkıştırma oranı ile gönderilen video görüntüleri tüm değerlendiriciler tarafından kabul edilmez kalitede görüntü olarak ifade edilmiştir. Görüntüde bozulmalar oldukça fazladır. Detaylar net olarak seçilememektedir.

5.2.4 MOS Ses Testi

Ses testinde kullanılmak üzere sesli bir test videosu oluşturulmuştur. Bu video dosyası test için eklenen video gönderme özelliği ile bir tarafı ADSL diğer tarafı dialup olan bağlantıyla karşı tarafa gönderilmiş ve alıcı uçta ses kalitesini etkilememek için sıkıştırılmamış formatta kaydedilmiştir. Deney yazılımında bulunan üç ses sıkıştırması ve değişik görüntü bit oranlarıyla denenmiştir, elde edilen wav dosyaları Türk Telekomda çalışan 20 tane mühendise MOS değerlendirmesi yapması için dinletilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. G.711 kodlaması dialup tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri

G.711 Sıkıştırma Oranı	MOS 100%	MOS 50%	MOS 25%	MOS 10%	MOS 5%	MOS 0%
Ali Emre	1	1	2	3	4	4
Duygu	1	1	2	3	4	4
Duygu b	1	1	1	3	3	4
Emre mü	1	1	2	3	4	4
Erdem	1	1	2	3	4	3
Erhan	1	1	2	3	4	4
Gökhan	1	1	2	3	3	4
Lokman	1	1	2	3	4	4
Serdar	1	1	2	3	4	3
Sıtkı	1	1	2	2	4	4
Ülkü	1	1	2	3	3	4
Zeynep	1	1	2	3	3	4
Ergün	1	1	2	3	4	4
İshak	1	1	2	3	4	4
İbrahim	1	1	2	3	4	3
Hakan	1	1	2	3	4	3
Özgür	1	1	2	3	4	4
Ahmet	1	1	2	3	3	4
Yavuz	1	1	2	3	3	4
Dirsehan	1	1	2	2	3	4
Ortalama	1	1	1,95	2,9	3,65	3,8
Standart Sapma	0	0	0,223607	0,307794	0,48936	0,410391

G.711 ses kodlaması %5 'lik görüntü kalitesinde ve kamera kapalıyken sadece ses gönderildiğinde en iyi sonucu vermiştir. Bunun nedeni alıcı ucun dialup olması ve bant genişliğinin hem görüntü hemde sesi iyi kalitede alamamasından kaynaklanmaktadır. Değerlendiricilerin büyük bir çoğunluğu G.711 ses

kodlamasının G.723.1 ve GSM 6.10'a göre daha gürültüsüz ve hişirtisiz olduğunu söylemişlerdir. MOS sonuçlarına bakıldığında kamera kapalıyken ADSL tarafından dialup tarafına gönderilen ses paketleri iyiye yakın 3.8 ortalama MOS sonucunu almıştır. %5 görüntü kalitesinde video içinde bant genişliği tüketildiğinden ses kalitesini 3.65 değerine çekmiştir. %10'luk görüntü kalitesinde ses vasatın altındadır. %25 'lik görüntü kalitesinde artık dialup tarafı kötünün biraz altında bir MOS değeri vermiştir. %50 ve %100 'lük görüntü kalitelerinde ses gelmemeye başlamıştır. Dolayısıyla ses kalitesi çok kötü olmuştur.

Ses sıkıştırması olarak aynı düzenekte G.723.1 kullanılması durumunda ise elde edilen sonuçlar Çizelge 5.5.' de verildiği gibi olmuştur.

Çizelge 5.5. G723.1 için dialup tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri

G.723.1	MOS	MOS	MOS	MOS	MOS	MOS
Görüntü Kalitesi	100%	50%	25%	10%	5%	0%
Ali Emre	3	4	4	4	4	4
Duygu	3	4	4	4	4	4
Duygu b	3	4	4	4	4	4
Emre mü	2	4	4	4	4	4
Erdem	3	4	3	4	4	4
Erhan	3	3	4	3	4	4
Gökhan	2	3	4	4	4	4
Lokman	3	4	4	4	4	4
Serdar	3	3	4	4	4	4
Sıtkı	2	3	3	4	4	4
Ülkü	3	4	4	4	4	4
Zeynep	3	4	4	4	4	4
Ergün	3	4	4	4	4	4
İshak	2	4	3	4	4	3
İbrahim	3	4	3	4	4	4
Hakan	3	3	4	3	4	4
Özgür	3	4	4	4	3	4
Ahmet	3	4	4	4	4	4
Yavuz	3	4	4	3	4	4
Dirsehan	4	4	4	4	4	4
Ortalama	2,85	3,75	3,8	3,85	3,95	3,95
Standart Sapma	0,640723	0,444262	0,410391	0,366348	0,223607	0,223607

G.723.1 sıkıştırması kullanılması durumunda elde edilen ses dosyaları dinleyicilere dinletildiğinde, dinleyicilerin görüşü G.711 'e göre arka planda biraz gürültü olduğu

ama dosyada geçen konuşmanın daha net duyulduğu şeklinde olmuştur. Elde edilen değerlendirmelerden G.723.1 için verilen ortalama MOS değerleri %100 görüntü kalitesinde, MOS sonucu 2.85 olmuştur bu vasat'ın biraz altında bir değerdir. Görüntü kalitesi %50 yapıldığında ise ortalama MOS değeri 3.75 'lik değeriyle iyi seviyelerine yaklaşmıştır. Görüntü kalitesi %5 ve görüntü gönderilmeyenken ses kalitesi MOS değeri olarak 3.95 'ye ulaşmıştır.

Ses sıkıştırması olarak GSM 6.10 kullanılması durumunda ise dinleyiciler arka planda G.723.1 'e göre daha fazla hissettiğini söylemişlerdir. Ses kalitesi için yaptıkları değerlendirme Çizelge 5.6' da verilmiştir.

Çizelge 5.6 GSM 6.1 dialup tarafında elde edilen seslerin MOS değerlendirmeleri

GSM	MOS	MOS	MOS	MOS	MOS	MOS	MOS
6.10	100%	50%	25%	10%	5%	0%	
Ali Emre	3	3	4	3	4	4	4
Duygu	3	3	3	4	4	4	4
Duygu b	3	3	4	4	4	4	4
Emre mü	3	4	3	3	4	4	4
Erdem	3	4	3	4	3	3	3
Erhan	4	3	3	4	4	4	4
Gökhan	3	3	3	3	3	3	4
Lokman	3	3	3	4	3	4	4
Serdar	3	3	4	4	4	3	3
Sıtkı	3	3	3	4	4	4	4
Ülkü	3	3	3	4	3	3	3
Zeynep	3	2	3	4	4	4	4
Ergün	3	3	3	3	4	4	4
İshak	3	3	3	3	4	4	4
İbrahim	3	3	4	4	4	3	3
Hakan	3	3	3	3	4	3	3
Özgür	3	4	3	4	3	4	4
Ahmet	3	3	4	4	3	4	4
Yavuz	3	3	3	3	4	4	4
Dirsehan	4	4	3	3	4	4	4
Ortalama	3,1	3,15	3,25	3,6	3,7	3,75	
Standart Sapma	0,307794	0,48936	0,444262	0,502625	0,470162	0,444262	

GSM 6.1 ses sıkıştırması kullanıldığında MOS değerlendirmeleri G.723.1 'e göre daha düşük çıkmıştır bunun sebebi GSM 6.10 kullanıldığında arka plandaki

hışırtıların daha fazla olmasının kaynaklanmaktadır. Elde edilen sonuçlar MOS sonucu olarak 3 olan orta seviyesi ile 4 olan iyi seviyesi arasında çıkmıştır.

Deneyler her iki tarafı ADSL 512/128 Kbps olan bağlantıyla denendiğinde elde edilen sonuçlar ise çıkmıştır.

Çizelge 5.7. G.711 için ADSL tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri

G.711 Görüntü Kalitesi	MOS 100%	MOS 50%	MOS 25%	MOS 10%	MOS 5%	MOS 0%
Ali Emre	2	2	2	3	4	4
Duygu	2	2	2	3	4	4
Duygu b	1	2	3	3	3	3
Emre mü	2	2	3	3	4	4
Erdem	2	2	2	3	4	3
Erhan	1	1	2	3	4	4
Gökhan	1	2	3	3	3	4
Lokman	2	2	2	3	4	4
Serdar	2	2	3	3	4	3
Sıtkı	2	2	2	2	4	4
Ülkü	2	2	3	3	3	4
Zeynep	2	2	3	3	4	4
Ergün	2	2	3	3	4	4
İshak	1	2	3	3	4	4
İbrahim	2	2	2	3	3	4
Hakan	1	1	3	3	4	3
Özgür	2	2	3	3	4	4
Ahmet	2	2	2	3	4	4
Yavuz	2	2	2	3	3	4
Dirsehan	2	2	2	2	3	4
Ortalama	1,75	1,9	2,5	2,9	3,7	3,8
Standart Sapma	0,444262	0,307794	0,512989	0,307794	0,470162	0,410391

ADSL ile yapılan deneyde elde edilen ses dosyaları aynı kişilere değerlendirmek üzere sunulduğunda G.711 için MOS değerlerinin %100 , %50 ve %25 'lik görüntü kalitelerinde arttığı ancak bu noktadan sonra pek değişmediği ve iyi seviyesi olan 4 değerine yaklaştığı anlaşılmaktadır. Genel itibariyle ADSL 'in yükleme (upload) hızı 128 Kbps seviyesine çıkabildiğinden ses ve video göndermeye dialup bağlantıya göre daha elverişlidir sonuçlar bunu göstermektedir.

G.723.1 sıkıştırması kullanıldığında elde edilen test sonuçları Çizelge 5.8. 'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. G.723.1 için ADSL tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri

	MOS	MOS		MOS	MOS		MOS	MOS
G723.1	100%	50%		25%	10%		5%	0%
Ali Emre	3	4		4	4		4	4
Duygu	3	4		4	4		4	4
Duygu b	3	4		4	4		4	4
Emre mü	2	4		4	4		4	4
Erdem	3	3		3	4		4	4
Erhan	3	3		3	3		3	3
Gökhan	2	3		4	4		4	4
Lokman	3	4		4	4		4	4
Serdar	3	3		4	4		4	4
Sıtkı	2	3		3	4		4	4
Ülkü	3	4		4	4		4	4
Zeynep	3	4		4	4		4	4
Ergün	3	4		4	4		4	4
İshak	2	4		4	4		4	4
İbrahim	3	4		3	4		4	4
Hakan	3	4		4	4		4	4
Özgür	3	4		4	4		4	4
Ahmet	3	4		4	4		4	4
Yavuz	3	4		4	4		4	4
Dirsehan	4	4		4	4		4	4
Ortalama	2,85	3,75		3,8	3,95		3,95	3,95
Standart S	0,48936	0,444262		0,410391	0,223607		0,223607	0,223607

G.723 sıkıştırması her iki tarafı ADSL olan bağlantıda kullanıldığında MOS ortalama değerleri çizelgedeki gibi elde edilmiştir. Dinleyiciler % 100 lük görüntü kalitesinde 2.85 'lik MOS ortalama değeri vermişlerdir. Görüntü kalitesi %50 yapıldığında ise MOS ortalaması 3.7 olmuştur ve ses kalitesi artmıştır. %10, %5 ve sadece ses gönderildiğinde 3.95 'lik bir MOS değeri elde edilmiştir. Bu en düşük görüntü kalitesinde elde edilen üç sonuçtan diyebiliriz ki bant genişliği problemi olmadığından G.723.1 en iyi ses düzeyine gelebilmiştir. Bir tarafı ADSL bir tarafı dialup olan test düzeneğinde son iki sonuçta bunu doğrulamaktadır çünkü elde edilen sonuçlar aynı çıkmıştır.

Ses sıkıştırması olarak GSM 6.1 kullanıldığında elde edilen MOS değerleri çizelge 5.9 'da verilmiştir.

Çizelge 5.9 GSM 6.10 için ADSL tarafında elde edilen seslerin MOS değerleri

GSM 6.10 Görüntü Kalitesi	MOS 100%	MOS 50%	MOS 25%	MOS 10%	MOS 5%	MOS 0%
Ali Emre	3	3	4	4	4	4
Duygu	3	3	3	3	4	4
Duygu b	3	3	3	4	4	4
Emre mü	4	4	4	4	4	4
Erdem	3	3	3	4	4	4
Erhan	3	3	3	3	3	4
Gökhan	3	3	3	3	3	3
Lokman	4	4	4	4	4	4
Serdar	3	3	3	3	3	4
Sıtkı	3	3	3	4	4	4
Ülkü	3	3	3	4	4	4
Zeynep	3	3	3	4	4	4
Ergün	3	3	3	3	4	4
İshak	3	4	4	4	4	4
İbrahim	3	3	4	4	4	4
Hakan	3	3	3	3	3	3
Özgür	3	3	3	3	3	4
Ahmet	3	3	4	4	4	4
Yavuz	3	3	3	3	4	4
Dirsehan	4	4	4	4	4	4
Ortalama	3,15	3,2	3,35	3,6	3,75	3,9
Standart S	0,366348	0,410391	0,48936	0,502625	0,444262	0,307794

GSM 6.10 sıkıştırması ile test tekrarlandığında elde edilen MOS değerleri çizelgedeki gibi elde edilmiştir. GSM 6.10 da hışırtı G.723.1 'e göre daha fazla olduğundan verdikleri puanlar neticesinde oluşan MOS ortalama değerleri G.723.1 'e göre daha düşük çıkmıştır. G.723.1 bit oranı ve performans düşünüldüğünde yapılan ses kalitesi deneylerinde en iyi performansı göstermiştir denilebilir. G.711 yeterli bant genişliği olduğunda en kaliteli çözümdür ancak şu anki mevcut bant genişliklerinde hem ses hem de görüntü kalitesinin iyi olması istendiğinde başarılı bir çözüm olmamaktadır. GSM 6.10 sıkıştırması da vasat ile iyi arasında

performans göstermiştir bunda en önemli etken görüşme esnasında arka plandaki hışırtıların olmasından kaynaklanmaktadır.

5.2.5. Seyirme (jitter) testi

Seyirme testinde kullanılan ses sıkıştırılmalarının seyirme (jitter) faktörleri bir tarafı dialup diğer tarafı ADSL olan bağlantı üzerinde simule edilerek test edilmiştir. Bunun için iperf adlı program kullanılmıştır.

Bir ses sıkıştırmasının bant genişliği gereksinimi şu şekilde bulunur

Toplam paket boyutu = (L2 Başlığı) + (IP/UDP/RTP başlığı) + (Ses bilgisi)

Paket/saniye = (Sıkıştırma bit oranı) / (Ses bilgisi boyutu)

Bantgenişliği = toplam paket boyutu * paket/saniye

Seyirme testinde öncelikle G.711 ses kodlamasının paket anahtarlamalı ağlar üzerinden iletimi simule edilmiştir. G.711 172 bytelık paketler kullanır bunlardan 160 byte'lık kısmı ses bilgisi (payload) olan kısımdır ve 40 byte IP+ UDP+RTP başlık bilgisi vardır. G.711 'de saniyede 50 paket gönderilir ((50 datagram * 160 byte/datagram) / 1 saniye) * 8 bit/byte =64 kb/s yapar. 160 Byte + 40 Byte = 200 Byte yapar.

Bu amaçla G.711 sesi gönderdiği düşünülen sunucu tarafında iperf komut satırında aşağıdaki satır yazılmıştır.

```
İperf -i 0.5 -s -u -l 200B -w 400B -n 50
```

Burada -i saniye aralığı -s sunucu modunda çalışmayı, -u UDP protokolü kullanmayı, -l datagram boyutunu -n kaç adet paket gönderileceğini ve -t ise ne kadar süre çalışılacağını gösterir.

İstemci tarafında ise aşağıdaki komut çalıştırılmıştır

```
İperf -c 85.102.168.89 -b 53 k -l 200B -w 400B
```

Burada -c istemci olarak çalıştığını, -b bant genişliğini ki bu ADSL için 512 k ve dialup için 53 k maksimum elverişli bant genişliğidir. -l ise paket boyutunu gösterir.

Bu komutlar önce dialup tarafı istemci ADSL tarafı sunucu olarak sonra da bunun tam tersi yapılarak seyirme ölçülmüştür. ADSL tarafı sunucu ve dialup tarafı istemci olarak çalıştırıldığında elde edilen sonuçlar Şekil 5.53. deki gibidir. Dialup tarafı sunucu ve ADSL tarafı istemci yapıldığında ise elde edilen sonuçlar Şekil 5.54. deki gibidir. Elde edilen sonuçlardan ADSL tarafınından dialup tarafına gönderilen paketlerin daha az jitter ile karşıya gittiği gözlenmiştir. Bu durum G.711 ses yayını yapıldığında dialup tarafında alınan ve kaydedilen ses kalitesi ADSL tarafında alınan ses kalitesinden daha iyi olacak anlamına gelmektedir.

```
C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\ip tahsis>iperf -i 0.5 -s -u -w
400B -l 200B -n 50

Server listening on UDP port 5001
Receiving 200 byte datagrams
UDP buffer size: 400 Byte

-----
[1932] local 88.224.99.30 port 5001 connected with 195.175.142.26 port 4401
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0- 0.5 sec   2.93 KBytes   48.0 Kbits/sec  9.609 ms    1818584176/ 16 (1
1e+010%)
[1932] 0.5- 1.0 sec   3.13 KBytes   51.2 Kbits/sec  6.302 ms    0/ 16 (0%)
[1932] 1.0- 1.5 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  4.507 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 1.5- 2.0 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  6.682 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 2.0- 2.5 sec   2.93 KBytes   48.0 Kbits/sec  4.270 ms    1/ 16 (6.3%)
[1932] 2.5- 3.0 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  6.549 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 3.0- 3.5 sec   3.13 KBytes   51.2 Kbits/sec  4.554 ms    0/ 16 (0%)
[1932] 3.5- 4.0 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  7.543 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 4.0- 4.5 sec   3.13 KBytes   51.2 Kbits/sec  3.729 ms    0/ 16 (0%)
[1932] 4.5- 5.0 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  8.382 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 5.0- 5.5 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  5.508 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 5.5- 6.0 sec   3.13 KBytes   51.2 Kbits/sec  8.776 ms    0/ 16 (0%)
[1932] 6.0- 6.5 sec   3.13 KBytes   51.2 Kbits/sec  6.216 ms    0/ 16 (0%)
[1932] 6.5- 7.0 sec   2.93 KBytes   48.0 Kbits/sec  7.117 ms    1/ 16 (6.3%)
[1932] 7.0- 7.5 sec   3.52 KBytes   57.6 Kbits/sec  5.649 ms    0/ 18 (0%)
[1932] 7.5- 8.0 sec   2.73 KBytes   44.8 Kbits/sec  4.577 ms    2/ 16 (13%)
[1932] 8.0- 8.5 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  6.072 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 8.5- 9.0 sec   2.93 KBytes   48.0 Kbits/sec  3.542 ms    1/ 16 (6.3%)
[1932] 9.0- 9.5 sec   3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  6.758 ms    0/ 17 (0%)
[1932] 9.5-10.0 sec  3.32 KBytes   54.4 Kbits/sec  3.620 ms    0/ 17 (0%)
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0-10.1 sec  63.9 KBytes   52.0 Kbits/sec  3.328 ms    6/ 333 (1.8%)
```

Şekil 5.53 ADSL tarafı sunucu olduğunda G.711 için jitter

ADSL tarafı sunucu olduğunda paket jitter 3.542 ile 8.382 ms arasında değişmiştir, 20 ms 'ye kadar olan jitter değerleri iyidir, paket kayıpları ise %1.8 dir bu da kabul edilebilir seviye olan % 0.5 -% 2 aralığındadır.

```

-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 200 byte datagrams
UDP buffer size: 400 Byte
-----
[1932] local 195.175.142.94 port 5001 connected with 88.224.99.30 port 3274
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0- 0.5 sec   5.08 KBytes   83.2 kbts/sec  22.478 ms   1953384805/ 26 (7
.5e+009%)
[1932] 0.5- 1.0 sec   4.30 KBytes   70.4 kbts/sec  26.986 ms   0/ 22 (0%)
[1932] 1.0- 1.5 sec   5.47 KBytes   89.6 kbts/sec  22.614 ms   0/ 28 (0%)
[1932] 1.5- 2.0 sec   4.88 KBytes   80.0 kbts/sec  25.504 ms   0/ 25 (0%)
[1932] 2.0- 2.5 sec   5.08 KBytes   83.2 kbts/sec  30.913 ms   0/ 26 (0%)
[1932] 2.5- 3.0 sec   4.69 KBytes   76.8 kbts/sec  26.500 ms   0/ 24 (0%)
[1932] 3.0- 3.5 sec   5.08 KBytes   83.2 kbts/sec  25.670 ms   0/ 26 (0%)
[1932] 3.5- 4.0 sec   4.88 KBytes   80.0 kbts/sec  26.844 ms   0/ 25 (0%)
[1932] 4.0- 4.5 sec   4.88 KBytes   80.0 kbts/sec  27.703 ms   0/ 25 (0%)
[1932] 4.5- 5.0 sec   4.69 KBytes   76.8 kbts/sec  26.274 ms   0/ 24 (0%)
[1932] 5.0- 5.5 sec   5.08 KBytes   83.2 kbts/sec  25.543 ms   0/ 26 (0%)
[1932] 5.5- 6.0 sec   3.71 KBytes   60.8 kbts/sec  23.015 ms   0/ 19 (0%)
[1932] 6.0- 6.5 sec   6.05 KBytes   99.2 kbts/sec  29.005 ms   0/ 31 (0%)
[1932] 6.5- 7.0 sec   4.88 KBytes   80.0 kbts/sec  27.564 ms   0/ 25 (0%)
[1932] 7.0- 7.5 sec   4.88 KBytes   80.0 kbts/sec  25.942 ms   0/ 25 (0%)
[1932] 7.5- 8.0 sec   4.88 KBytes   80.0 kbts/sec  26.686 ms   0/ 25 (0%)
[1932] 8.0- 8.5 sec   5.08 KBytes   83.2 kbts/sec  24.439 ms   0/ 26 (0%)
[1932] 8.5- 9.0 sec   4.69 KBytes   76.8 kbts/sec  25.686 ms   0/ 24 (0%)
[1932] 9.0- 9.5 sec   5.08 KBytes   83.2 kbts/sec  26.122 ms   0/ 26 (0%)
[1932] 9.5-10.0 sec  4.69 KBytes   76.8 kbts/sec  28.311 ms   0/ 24 (0%)
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0-10.1 sec  98.8 KBytes   80.4 kbts/sec  27.526 ms   0/ 506 (0%)
recvfrom failed: Interrupted function call.
C:\Documents and Settings\CASPER\Desktop>

```

Şekil 5.54. Dialup tarafı sunucu olduğunda G.711 için jitter

Şekil 5.54'e göre dialup tarafı sunucu olduğunda elde edilen jitter değerleri 30.913 ms ile 22.614 ms aralığındadır ve bu jitter değerleri kötü sayılır ama paket kaybının sıfır olması dolayısıyla birbirini dengelemiştir.

G.723.1 ses sıkıştırması içinde benzer bir ölçüm yapmak mümkündür. G.723.1 ses bilgisi (payload) 24 Byte ve (IP + UDP + RTP) 40 byte alınırsa bu durumda toplam 64 Byte yapar 30 ms'lik ses bilgisi süresi olduğundan ve saniyede 34 paket gönderildiğinden 60 saniyede $60 \times 34 = 2040$ paket gönderilir.

Bant genişliği = (64 Byte) * 8 bit/Byte * 34 paket/ saniye = 17.48 Kbps

Bu durumda sunucu tarafında yazılan komut aşağıdaki gibidir.

iperf -i 0.5 -s -u -l 64B -w 128B -n 34

istemci tarafında yazılan komut

iperf -c 85.102.168.89 -b 53 k -l 64B -w 128B

ADSL tarafı sunucu olduğunda elde edilen sonuçlar Şekil 5.55'de verilmiştir.

```

-----
[1932] local 88.224.99.30 port 5001 connected with 195.175.142.26 port 4376
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0- 0.5 sec  2.94 KBytes  48.1 kbits/sec  13.168 ms  1936026733/ 51 (3
.8e+009%)
[1932] 0.5- 1.0 sec  3.13 KBytes  51.2 kbits/sec  11.495 ms   3/   53 (5.7%)
[1932] 1.0- 1.5 sec  2.88 KBytes  47.1 kbits/sec  10.719 ms   1/   47 (2.1%)
[1932] 1.5- 2.0 sec  3.13 KBytes  51.2 kbits/sec  11.906 ms   7/   57 (12%)
[1932] 1.5- 2.0 sec  3 datagrams received out-of-order
[1932] 2.0- 2.5 sec  3.06 KBytes  50.2 kbits/sec  11.123 ms   0/   49 (0%)
[1932] 2.0- 2.5 sec  1 datagrams received out-of-order
[1932] 2.5- 3.0 sec  3.31 KBytes  54.3 kbits/sec  10.358 ms   1/   54 (1.9%)
[1932] 3.0- 3.5 sec  3.25 KBytes  53.2 kbits/sec  9.697 ms    0/   52 (0%)
[1932] 3.5- 4.0 sec  2.75 KBytes  45.1 kbits/sec  11.372 ms   6/   50 (12%)
[1932] 3.5- 4.0 sec  2 datagrams received out-of-order
[1932] 4.0- 4.5 sec  3.31 KBytes  54.3 kbits/sec  9.703 ms   1/   54 (1.9%)
[1932] 4.0- 4.5 sec  1 datagrams received out-of-order
[1932] 4.5- 5.0 sec  3.06 KBytes  50.2 kbits/sec  10.814 ms   2/   51 (3.9%)
[1932] 5.0- 5.5 sec  3.06 KBytes  50.2 kbits/sec  10.315 ms   0/   49 (0%)
[1932] 5.5- 6.0 sec  3.25 KBytes  53.2 kbits/sec  10.235 ms   2/   54 (3.7%)
[1932] 5.5- 6.0 sec  1 datagrams received out-of-order
[1932] 6.0- 6.5 sec  2.94 KBytes  48.1 kbits/sec  12.012 ms   5/   52 (9.6%)
[1932] 6.5- 7.0 sec  2.81 KBytes  46.1 kbits/sec  17.937 ms   7/   51 (14%)
[1932] 6.5- 7.0 sec  1 datagrams received out-of-order
[1932] 7.0- 7.5 sec  3.13 KBytes  51.2 kbits/sec  9.285 ms   1/   52 (1.9%)
[1932] 7.5- 8.0 sec  3.06 KBytes  50.2 kbits/sec  10.948 ms   1/   50 (2%)
[1932] 7.5- 8.0 sec  2 datagrams received out-of-order
[1932] 8.0- 8.5 sec  3.00 KBytes  49.2 kbits/sec  9.875 ms   6/   54 (11%)
[1932] 8.0- 8.5 sec  1 datagrams received out-of-order
[1932] 8.5- 9.0 sec  3.06 KBytes  50.2 kbits/sec  9.328 ms   1/   50 (2%)
[1932] 8.5- 9.0 sec  1 datagrams received out-of-order
[1932] 9.0- 9.5 sec  3.06 KBytes  50.2 kbits/sec  10.442 ms   4/   53 (7.5%)
[1932] 9.0- 9.5 sec  1 datagrams received out-of-order
[1932] 9.5-10.0 sec  3.25 KBytes  53.2 kbits/sec  9.224 ms   0/   52 (0%)
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0-10.0 sec  61.6 KBytes  50.4 kbits/sec  9.977 ms   52/ 1037 (5%)
[1932] 0.0-10.0 sec  14 datagrams received out-of-order

```

Şekil 5.55. ADSL tarafı sunucu olduğunda G.723.1 jitter

ADSL tarafı G.723.1 paketlerini gönderdiğinde yani sunucu olduğunda, jitter süreleri 13.168 ms ile 9.224 ms arasında değişmiştir. Bu değerler kabul edilebilir 20 ms – 50 ms aralığındadır.

Dialup tarafı sunucu olduğunda ise elde edilen sonuçlar şekil 5.56'da verilmiştir.

Bu sonuçlara göre G.723.1 için jitter değerleri 16.008 ms ile 8.988 ms aralığındadır ve paket kaybı yoktur bu durumda G.723.1 için ADSL tarafında alınan sesin dialup tarafında alınan sestten daha iyi olduğunu söylemek mümkündür.

```

-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 64 byte datagrams
UDP buffer size: 128 Byte
-----
[1932] local 195.175.142.94 port 5001 connected with 88.224.99.30 port 3276
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0- 0.5 sec    2.19 KBytes    35.8 Kbits/sec  19.650 ms   994922307/ 35 (2.8e+009%)
[1932] 0.5- 1.0 sec    3.75 KBytes    61.4 Kbits/sec  15.048 ms    0/ 60 (0%)
[1932] 1.0- 1.5 sec    3.56 KBytes    58.4 Kbits/sec  14.635 ms    0/ 57 (0%)
[1932] 1.5- 2.0 sec    3.13 KBytes    51.2 Kbits/sec  16.008 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 2.0- 2.5 sec    3.06 KBytes    50.2 Kbits/sec  15.950 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 2.5- 3.0 sec    3.25 KBytes    53.2 Kbits/sec  15.728 ms    0/ 52 (0%)
[1932] 3.0- 3.5 sec    3.13 KBytes    51.2 Kbits/sec  12.789 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 3.5- 4.0 sec    3.06 KBytes    50.2 Kbits/sec  15.145 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 4.0- 4.5 sec    3.25 KBytes    53.2 Kbits/sec  12.720 ms    0/ 52 (0%)
[1932] 4.5- 5.0 sec    3.06 KBytes    50.2 Kbits/sec  12.602 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 5.0- 5.5 sec    3.06 KBytes    50.2 Kbits/sec  13.981 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 5.5- 6.0 sec    3.19 KBytes    52.2 Kbits/sec  11.767 ms    0/ 51 (0%)
[1932] 6.0- 6.5 sec    3.25 KBytes    53.2 Kbits/sec  13.144 ms    0/ 52 (0%)
[1932] 6.5- 7.0 sec    3.06 KBytes    50.2 Kbits/sec  14.501 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 7.0- 7.5 sec    3.13 KBytes    51.2 Kbits/sec  14.438 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 7.5- 8.0 sec    3.06 KBytes    50.2 Kbits/sec  12.755 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 8.0- 8.5 sec    3.13 KBytes    51.2 Kbits/sec  13.584 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 8.5- 9.0 sec    3.13 KBytes    51.2 Kbits/sec  10.772 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 9.0- 9.5 sec    3.31 KBytes    54.3 Kbits/sec   8.988 ms    0/ 53 (0%)
[1932] 9.5-10.0 sec   3.13 KBytes    51.2 Kbits/sec  12.195 ms    0/ 50 (0%)
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0-10.0 sec   63.0 KBytes    51.5 Kbits/sec  14.130 ms    0/ 1008 (0%)
recvfrom failed: Interrupted function call.
C:\Documents and Settings\CASPER\Desktop>

```

Şekil 5.56. Dialup tarafı sunucu olduğunda G723.1 için jitter

GSM 6.10 sıkıştırması kullanıldığında 13Kbps lik bit oranıyla ses bilgisi kodlanır. Her bir paket 32.5 Byte'tan oluşur 40 Byte da başlık bilgisinden gelir dolayısıyla yaklaşık olarak 73 Byte olur. 50 paket/saniye oranında iletim gerçekleştiğinden bu durumda GSM 6.10 için sunucu tarafında ve istemci tarafında yazılması gereken iperf komutları aşağıdaki gibi olmalıdır.

İperf -i -s -u -l 73B -w 146B -n 50

İperf -c 88.224.99.30 -b 53k -l 73B -w 146B

ADSL tarafı sunucu olduğunda Şekil 5.57'deki ve dialup tarafı sunucu olduğunda Şekil 5.58 'deki sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlardan jitter değerinin ADSL tarafı sunucu olduğunda 8.144 ms ile 14.744 ms arasında değiştiği ve paket kaybının ise %3.6 olduğu gözlenmiştir. Dialup tarafı için ise jitter değerleri 9.338 ms ile 17.655 ms aralığında ve paket kaybı ise % 0.099 dur, bu sonuçlara göre GSM 6.10 için ADSL tarafında elde edilen ses kalitesi daha iyidir.

```

[1932] local 88.224.99.30 port 5001 connected with 195.175.142.94 port 4825
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0- 0.5 sec   3.14 KBytes   51.4 Kbits/sec 10.297 ms 1413566464/ 44 (
.2e+009%)
[1932] 0.5- 1.0 sec   3.28 KBytes   53.7 Kbits/sec 8.561 ms    0/ 46 (0%)
[1932] 0.5- 1.0 sec   1 datagrams   received out-of-order
[1932] 1.0- 1.5 sec   3.07 KBytes   50.2 Kbits/sec 13.512 ms    3/ 46 (6.5%)
[1932] 1.0- 1.5 sec   2 datagrams   received out-of-order
[1932] 1.5- 2.0 sec   3.21 KBytes   52.6 Kbits/sec 9.726 ms    0/ 45 (0%)
[1932] 1.5- 2.0 sec   1 datagrams   received out-of-order
[1932] 2.0- 2.5 sec   3.14 KBytes   51.4 Kbits/sec 8.773 ms    0/ 44 (0%)
[1932] 2.0- 2.5 sec   1 datagrams   received out-of-order
[1932] 2.5- 3.0 sec   3.14 KBytes   51.4 Kbits/sec 8.945 ms    3/ 47 (6.4%)
[1932] 2.5- 3.0 sec   3 datagrams   received out-of-order
[1932] 3.0- 3.5 sec   3.21 KBytes   52.6 Kbits/sec 10.347 ms    0/ 45 (0%)
[1932] 3.0- 3.5 sec   1 datagrams   received out-of-order
[1932] 3.5- 4.0 sec   2.92 KBytes   47.9 Kbits/sec 9.296 ms    4/ 45 (8.9%)
[1932] 3.5- 4.0 sec   2 datagrams   received out-of-order
[1932] 4.0- 4.5 sec   3.35 KBytes   54.9 Kbits/sec 8.495 ms    0/ 47 (0%)
[1932] 4.5- 5.0 sec   2.92 KBytes   47.9 Kbits/sec 12.366 ms    3/ 44 (6.8%)
[1932] 5.0- 5.5 sec   3.21 KBytes   52.6 Kbits/sec 11.551 ms    1/ 46 (2.2%)
[1932] 5.0- 5.5 sec   1 datagrams   received out-of-order
[1932] 5.5- 6.0 sec   2.85 KBytes   46.7 Kbits/sec 13.262 ms    5/ 45 (11%)
[1932] 5.5- 6.0 sec   3 datagrams   received out-of-order
[1932] 6.0- 6.5 sec   3.07 KBytes   50.2 Kbits/sec 9.699 ms    1/ 44 (2.3%)
[1932] 6.5- 7.0 sec   3.07 KBytes   50.2 Kbits/sec 12.388 ms    4/ 47 (8.5%)
[1932] 6.5- 7.0 sec   2 datagrams   received out-of-order
[1932] 7.0- 7.5 sec   3.14 KBytes   51.4 Kbits/sec 8.144 ms    0/ 44 (0%)
[1932] 7.0- 7.5 sec   2 datagrams   received out-of-order
[1932] 7.5- 8.0 sec   3.07 KBytes   50.2 Kbits/sec 14.744 ms    4/ 47 (8.5%)
[1932] 8.0- 8.5 sec   3.21 KBytes   52.6 Kbits/sec 11.936 ms    1/ 46 (2.2%)
[1932] 8.0- 8.5 sec   1 datagrams   received out-of-order
[1932] 8.5- 9.0 sec   3.14 KBytes   51.4 Kbits/sec 9.371 ms    -1/ 43 (-2.3%)
[1932] 8.5- 9.0 sec   1 datagrams   received out-of-order
[1932] 9.0- 9.5 sec   2.92 KBytes   47.9 Kbits/sec 8.567 ms    5/ 46 (11%)
[1932] 9.0- 9.5 sec   2 datagrams   received out-of-order
[1932] 9.5-10.0 sec   3.35 KBytes   54.9 Kbits/sec 8.548 ms    0/ 47 (0%)
[1932] 9.5-10.0 sec   1 datagrams   received out-of-order
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0-10.0 sec 62.4 KBytes   51.0 Kbits/sec 8.715 ms   33/ 909 (3.6%)

```

Şekil 5.57. ADSL tarafı sunucu olduğunda GSM 6.10 için jitter

```

Server listening on UDP port 5001
Receiving 73 byte datagrams
UDP buffer size: 146 Byte
-----
[1932] local 195.175.142.94 port 5001 connected with 88.224.99.30 port 3275
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0- 0.5 sec   3.71 KBytes   60.7 Kbits/sec 11.857 ms 775636045/ 52 (1.
5e+009%)
[1932] 0.5- 1.0 sec   2.35 KBytes   38.5 Kbits/sec 14.749 ms    0/ 33 (0%)
[1932] 1.0- 1.5 sec   4.56 KBytes   74.8 Kbits/sec 13.282 ms    1/ 65 (1.5%)
[1932] 1.5- 2.0 sec   3.21 KBytes   52.6 Kbits/sec 16.278 ms    0/ 45 (0%)
[1932] 2.0- 2.5 sec   4.06 KBytes   66.6 Kbits/sec 13.171 ms    0/ 57 (0%)
[1932] 2.5- 3.0 sec   3.64 KBytes   59.6 Kbits/sec 10.615 ms    0/ 51 (0%)
[1932] 3.0- 3.5 sec   3.49 KBytes   57.2 Kbits/sec 17.655 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 3.5- 4.0 sec   3.71 KBytes   60.7 Kbits/sec 13.869 ms    0/ 52 (0%)
[1932] 4.0- 4.5 sec   3.56 KBytes   58.4 Kbits/sec 11.155 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 4.5- 5.0 sec   3.56 KBytes   58.4 Kbits/sec 9.528 ms     0/ 50 (0%)
[1932] 5.0- 5.5 sec   3.64 KBytes   59.6 Kbits/sec 10.647 ms    0/ 51 (0%)
[1932] 5.5- 6.0 sec   3.49 KBytes   57.2 Kbits/sec 12.925 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 6.0- 6.5 sec   3.64 KBytes   59.6 Kbits/sec 13.122 ms    0/ 51 (0%)
[1932] 6.5- 7.0 sec   3.28 KBytes   53.7 Kbits/sec 9.338 ms     0/ 46 (0%)
[1932] 7.0- 7.5 sec   3.85 KBytes   63.1 Kbits/sec 11.402 ms    0/ 54 (0%)
[1932] 7.5- 8.0 sec   3.56 KBytes   58.4 Kbits/sec 11.470 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 8.0- 8.5 sec   3.64 KBytes   59.6 Kbits/sec 11.382 ms    0/ 51 (0%)
[1932] 8.5- 9.0 sec   3.49 KBytes   57.2 Kbits/sec 11.113 ms    0/ 49 (0%)
[1932] 9.0- 9.5 sec   3.56 KBytes   58.4 Kbits/sec 12.975 ms    0/ 50 (0%)
[1932] 9.5-10.0 sec   3.64 KBytes   59.6 Kbits/sec 13.693 ms    0/ 51 (0%)
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[1932] 0.0-10.0 sec 72.0 KBytes   58.7 Kbits/sec 14.827 ms    1/ 1011 (0.099%)

recvfrom failed: Interrupted function call.
C:\Documents and Settings\CASPER\Desktop>

```

Şekil 5.58. Dialup tarafı sunucu olduğunda GSM 6.10 için jitter

5.2.6. İntelin video konferans test yönteminin sonuçları

Deneyler Dialup, ADSL ve Ethernet Ortamı kullanılarak yapılmıştır. Bu aşamada Bölüm 5.1.5.'de verilen yöneme göre çerçeve sayısı, doğrusalık, video çözünürlüğü, gecikme, dudak senkronizasyonu testleri yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

5.2.6.1 Çerçeve sayısı

Çerçeve sayısını bulmak için test avileri oluşturulmuş ve video konferans programına ilaveler konularak programın bir avi dosyasını açıp gönderebilmesi ve gelen video çerçevelerini kaydedebilmesi özelliği eklenmiştir. Çerçeve ölçümü için oluşturulan video dosyalarının çerçeveleri numaralanmıştır. Oluşturulan video test avileri 320x240 çözünürlüktedir. Şekil 5.59.'da örnek bir çerçeve gösterilmiştir.



Şekil 5.59. 10 Numaralı video çerçevesi

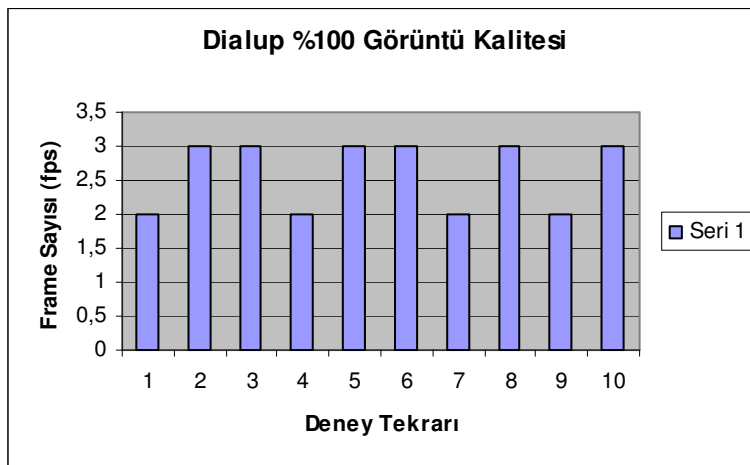
Kullanılan çerçeve grubu ise Şekil 5.60.'da verilmiştir.



Şekil 5.60. Çerçeve testinde kullanılan çerçeveler

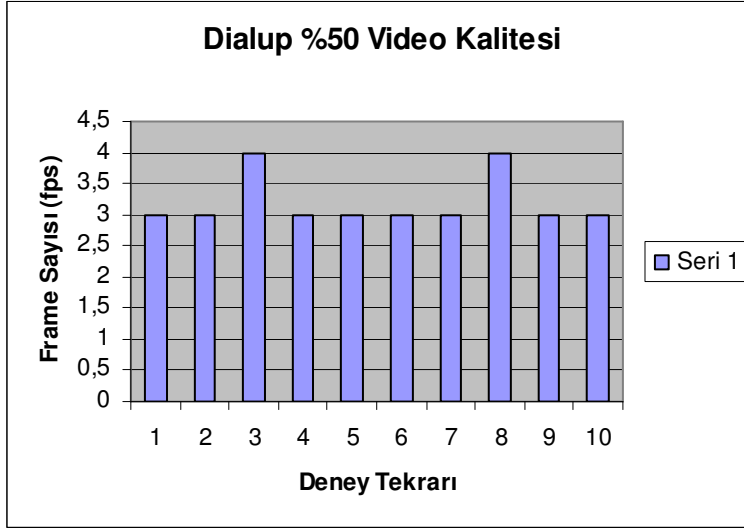
-Dialup test sonuçları

Dialup testi internet kullanımının en yoğun olduğu 16:00-18:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Buna göre dialup testler sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 5.61.de verilmiştir



Şekil 5.61. 100% Görüntü kalitesi durumu

Görüntü kalitesi biraz düşürülürse elde edilen sonuçlar ise Şekil 5.62. 'de verilmiştir.

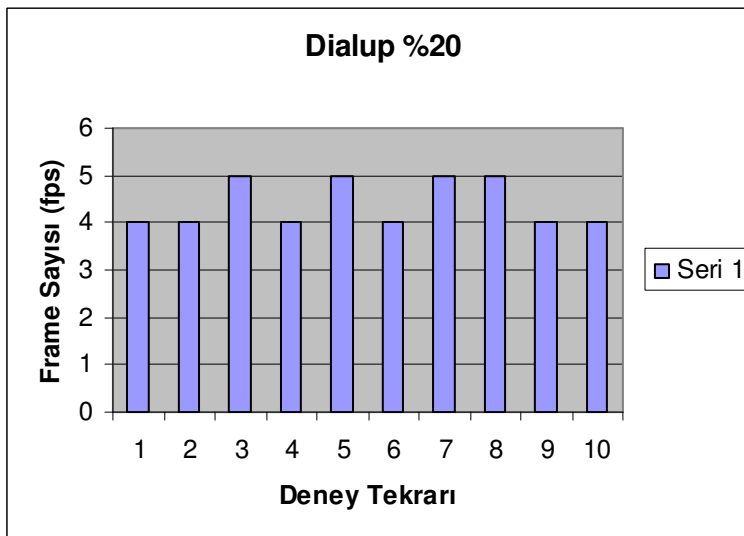


Şekil 5.62. %50 görüntü kalitesi durumu

Ortalama çerçeve sayısı=3.2 fps

Standart Sapma=0.421637

Görüntü kalitesi %20 yapıldığında ise Şekil 5.63.'deki sonuçlar elde edilmiştir.

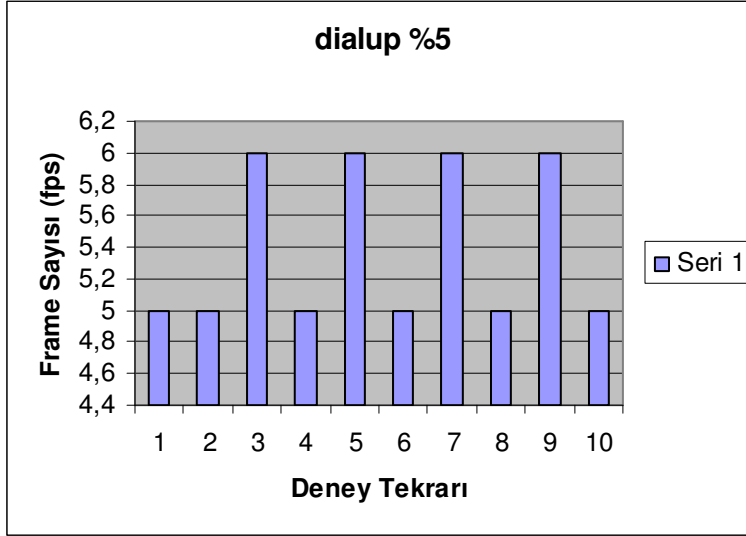


Şekil 5.63: %20 görüntü kalitesi durumu

Ortalama çerçeve sayısı = 4.4fps

Standart Sapma = 0.516398

Görüntü kalitesi iyice düşürülüp %5 yapıldığında ise şekil 5.64.'deki sonuçlar elde edilmiştir



Şekil 5.64. %5 Görüntü kalitesi durumu

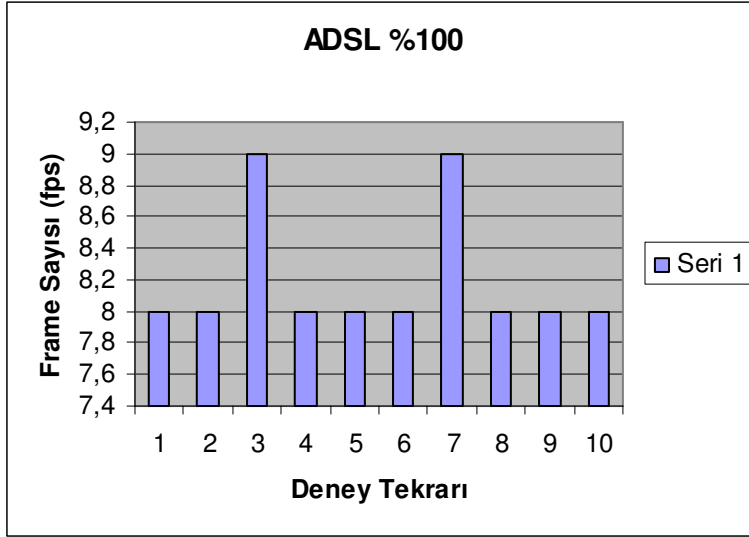
Görüntü kalitesi düşürüldükçe saniyedeki çerçeve sayısı artmış ve dolayısıyla hareket de artmıştır, ayrıca ses kalitesi de artmıştır.

Ortalama çerçeve sayısı = 5.4 fps

Standart Sapma = 0.516398

-ADSL test sonuçları

Bu test için her iki tarafı da ADSL 512/128 kbps olan hatlar kullanılmıştır.

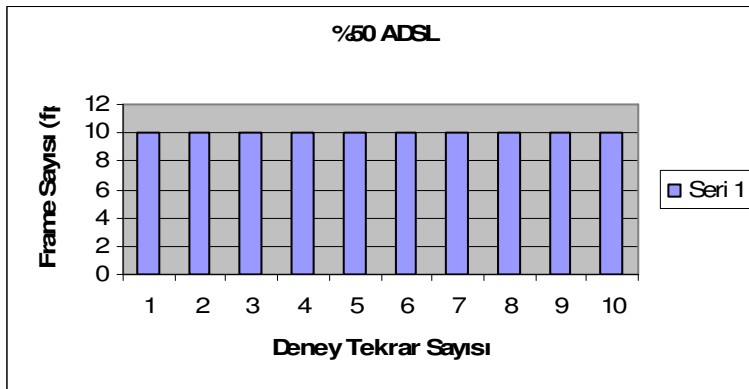


Şekil 5.65. %100 görüntü kalitesi

Görüntü akıcıdır, seste nadiren gidip gelmeler olmaktadır.

Ortalama çerçeve sayısı = 8.2 fps

Standart Sapma = 0.421637



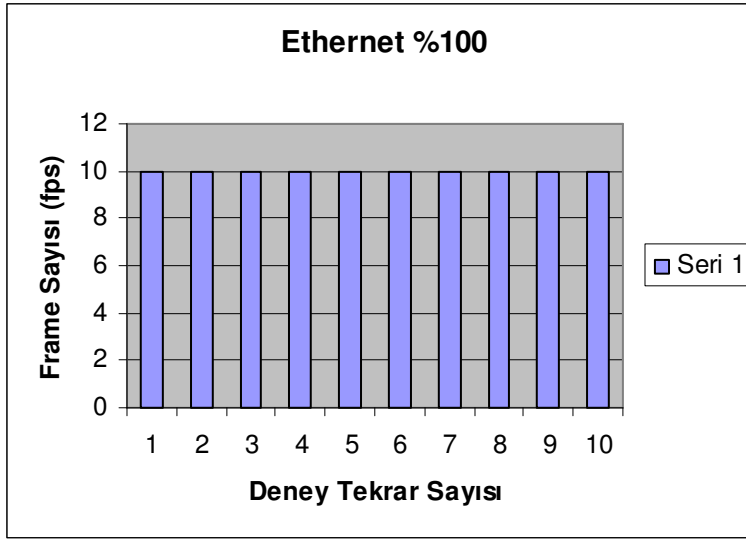
Şekil 5.66. %50 Görüntü Kalitesi

Ortalama çerçeve sayısı = 10 fps

Standart Sapma = 0

Görüntü kalitesi %100 ile neredeyse aynıdır, seste kesilmeler yoktur net ve anlaşılır duyulabilmektedir.

-Ethernet test sonuçları



Şekil 5.67. %100 Görüntü Kalitesi

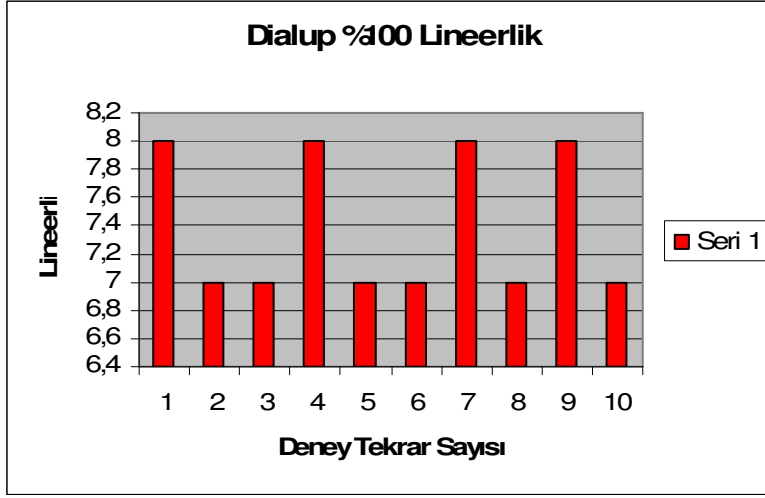
Ortalama çerçeve sayısı = 10

Standart Sapma = 0

5.2.6.2. Doğrusallık

Gelmeyen çerçevelerin sayısına bağılı olan lineerlik ise yapılan teslerde şu şekilde bulunmuştur.

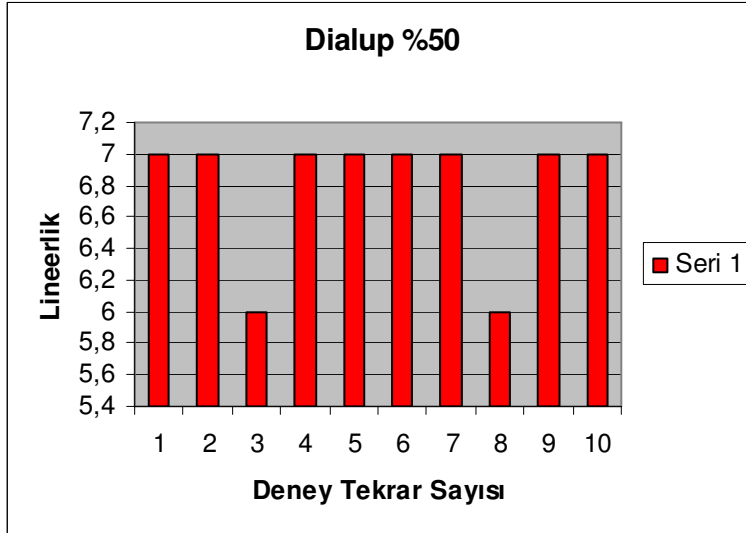
-Dialup test sonuçları



Şekil 5.68. Dialup %100 görüntü kalitesi

Doğrusallık: 7.4

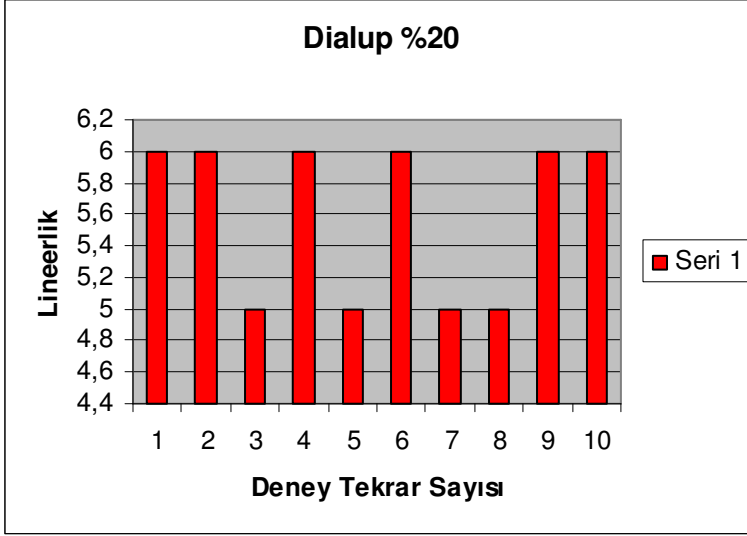
Standart Sapma: 0.516398



Şekil 5.69. Dialup %50 görüntü kalitesi

Doğrusallık: 6.8

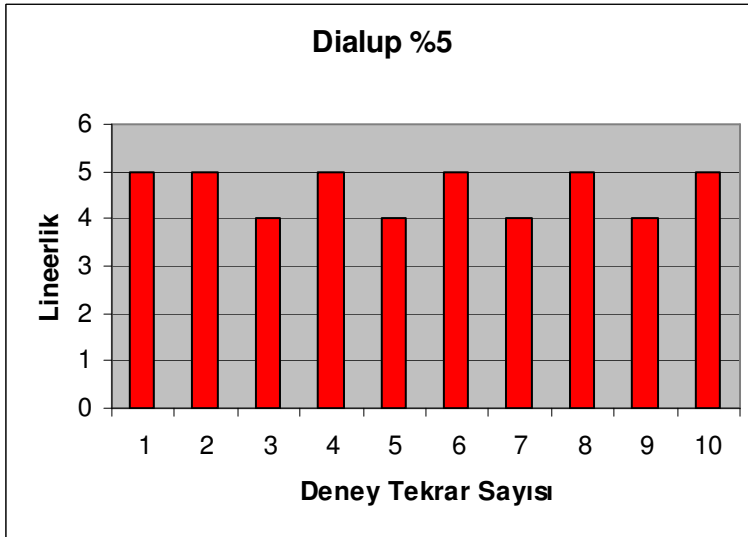
Standart Sapma: 0.421637



Şekil 5.70. Dialup %20 görüntü kalitesi

Doğrusallık: 5.6

Standart Sapma:0.516398

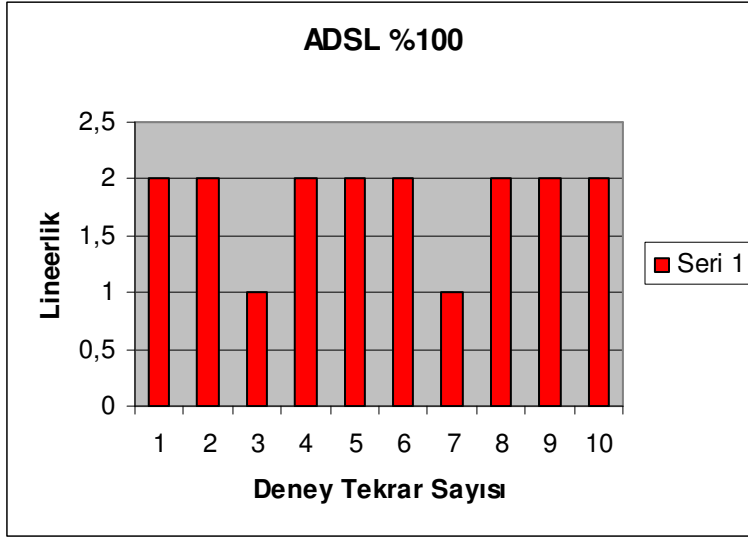


Şekil 5.71. Dialup %5 görüntü kalitesi

Doğrusallık: 4.6

Standart Sapma:0.516398

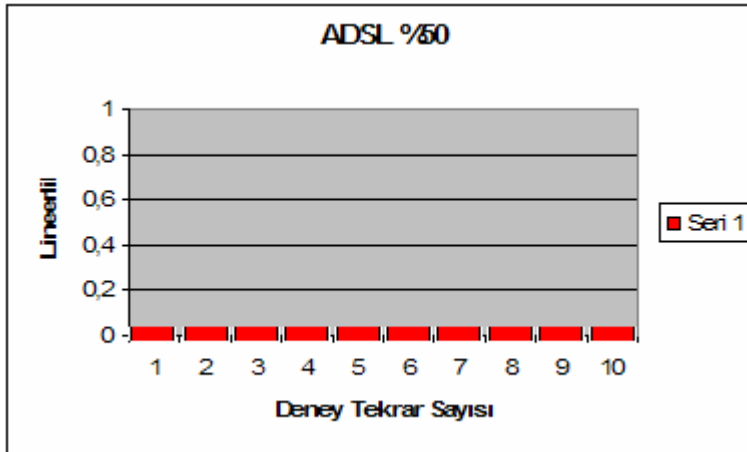
-ADSL test sonuçları



Şekil 5.72. ADSL %100 görüntü kalitesi

Doğrusallık: 1.8

Standart Sapma: 0.421637

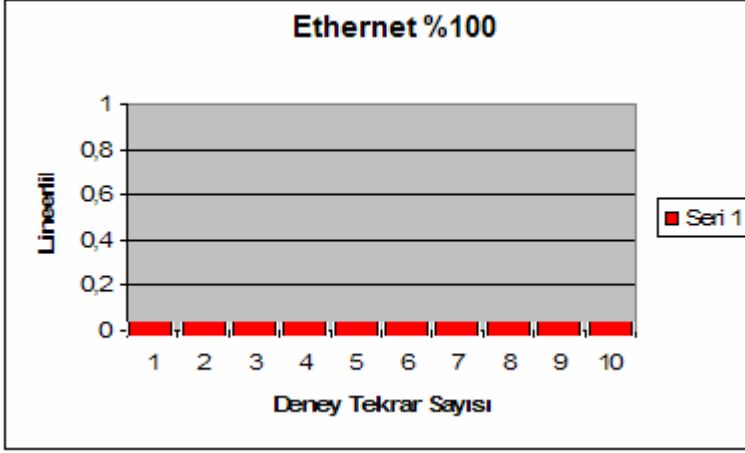


Şekil 5.73. ADSL %50 görüntü kalitesi

Doğrusallık: 0

Standart sapma: 0

-Ethernet ortamı test sonuçları



Şekil 5.74. Ethernet %100 görüntü kalitesi

Doğrusallık: 0

Standart Sapma: 0

5.2.6.3. Gecikme

Ses paketlerinin ağda uçtan uca gecikmesi karşılıklı, dialup-dialup, dialup-ADSL, ve ADSL-ADSL bağlantılarla ölçülmüştür bunun için ping komutu kullanılmıştır. Seyirme testindeki gibi G723.1 ses sıkıştırması için 64Byte, GSM 6.10 sıkıştırması için 73 Byte, ve G.711 kodlaması için 200 Bytelık paketler gönderilmiştir. Elde edilen ping yanıtlarının yarısı alınarak gidiş geliş süresi RTT (Round Trip Time) bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.10.'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Uçtan uca paket gecikme değerleri

GECİKME	Dialup-Dialup	Dialup-ADSL	ADSL-ADSL
G.711	223 ms	119 ms	33 ms
GSM 6.10	194 ms	91 ms	24 ms
G.723.1	173 ms	90 ms	22 ms

Bu gecikme değerlerinden G.711 ses sıkıştırmasının ADSL- ADSL bağlantısında kullanılması durumunda 33 ms 'lik bir gecikmeyle ses paketlerinin karşı tarafa iletildiğini anlıyoruz. Bundan başka G.711 kodlaması 30 ms 'lik aralıklarla paketleri gönderdiğinden ağ iletimi ile birlikte yaklaşık 63 ms'lik bir gecikme meydana gelir. Bu gecikme, dialup-dialup bağlantısında 253 ms ve dialup-ADSL bağlantısında 149 ms civarındadır. Ancak dialup bağlantıda çok sayıda paket için ping yankı isteğinden cevap dönmemiştir. u da paket kayıplarının olduğunun göstergesidir ve seste kesilmelere sebep olacaktır ancak gecikme değeri 500 ms'lik eşiğin altındadır.

G.723.1 için ise ADSL-ADSL bağlantısı 30 ms lik bekleme süresiyle birlikte 52 ms civarında çıkmıştır bu sonuç oldukça iyidir. Dialup-Dialup ve Dialup-ADSL bağlantıları içinde gecikme süreleri en iyi çıkan sıkıştırıcıdır.

GSM 6.10 için sonuçlar G.723.1 'e yakın çıkmıştır, ancak GSM 6.10 için paket gönderme aralıkları 20 ms olduğundan, olası gecikme değerleri ADSL-ADSL için 44 ms, dialup-ADSL için 111 ms ve dialup-dialup bağlantı için 214 ms dir.

5.2.6.4. Dudak senkronizasyonu

Dudak senkronizasyonu, ses ile dudak görüntülerinin uyuşmasıdır. Bunu test etmek amacıyla dialup ,ADSL ve Ethernet bağlantıları kullanılmıştır, buna göre ethernette 640x480 ve 320x160 çözünürlükte %100 görüntü kalitesinde dudak senkronizasyonu sağlanmıştır. ADSL 'de ise %50 görüntü kalitesi ,ve 320x240 çözünürlükte sesle dudak senkronize olmuştur. Dialup bağlantılarda ise görüntü çözünürlüğü 160x120 çözünürlük ve %20 görüntü kalitesinde dudak ve ses senkronizasyonu sağlanmıştır.

5.2.6.5. Video çözünürlüğü

Bu test dialup bağlantıda yapılmıştır ve test görüntüsü olarak Şekil 5.12. 'de gösterilen test görüntüsü kullanılmıştır, video chat programının kullanıcı arabirimi üzerinde görüntü kalitesi ayarlamak için kullanılan ve aslında sıkıştırmanın bit oranını ayarlayan kaydırma çubuğunun yüzde değeri değiştirilerek dialup uca gönderilen resimlerin kalitesinin değişimi gözlenmiştir. Bu deneyde elde edilen yeniden oluşturulan görüntüler ve orijinal görüntünün kıyası EK 2'de verilmiştir. Bu testin değerlendirilmesinde daha önce belirtilen yöntem ile sonuçlar değerlendiriliyor. Buna göre %100 resim kalitesinde siyah çizgi gruplarından ,5 inchlik ,mor çizgilerde 2 inchlik ve yeşil çizgilerde 1 inchlik aralıktaki çizgiler ayırt edilebiliyor. Diğer görüntü kalitelerinde elde edilen resimler orijinal resimle kıyaslamak için yanyana verilmiştir.

5.2.6.6. Görüntü renk netliği

Görüntü renk netliğinin sıkıştırma oranıyla nasıl değiştiğini görmek için yine elde ettiğimiz yukarıdaki test görüntülerine bakarak hangi renklerde keskin bir değişim ve bozulma olduğunu görebiliriz. Bu şu anlama gelmektedir: kullanılan sıkıştırma algoritması o renkleri kodlarken bozunum yapmaktadır. Bu renk tayfındaki bozunumları görebilmek için orijinal görüntü ile yeniden elde edilen test görüntüsünün yan yana konulmuştur. Test sonuçlarına göre renk tayfının yukarisından başlayarak elde sonuçlar şöyledir:

%85 bit oranı = Kırmızı rengin bozulmaya başladığı nokta

%70 bit oranı = Pembe rengin bozulmaya başladığı nokta

%25 bit oranı = Mavi rengin bozulmaya başladığı nokta

%20 bit oranı = Camgöbeği rengin bozulmaya başladığı nokta

%15 bit oranı = Yeşil rengin bozulmaya başladığı nokta

%10 bit oranı = Sarı rengin bozulmaya başladığı nokta

%5 bit oranı = Turuncu rengin bozulmaya başladığı nokta

5.2.6.7. Subjektif yöntemler

Video görüntüsündeki kişinin omuzlarına arka plana ve insan yüzüne bakılarak yapılan subjektif değerlendirmedir. Buna göre aşağıdaki resme bakarak resimdeki kişinin görüntüsünün %100 görüntü kalitesinde kodlandıktan sonra elde edilen sıkıştırılmış bir video çerçevesinin görüntüsü aşağıda verilmiştir, kişinin yüzü net çıkmıştır omuz çizgileri net olarak ayırt edilebiliyordur arka planda mavi bir dolap olduğu gözüküyordur.



Şekil 5.75. %100 Görüntü kalitesi

Görüntü kalitesini %50 yapınca oluşturulan bir görüntü ise aşağıda verilmiştir.



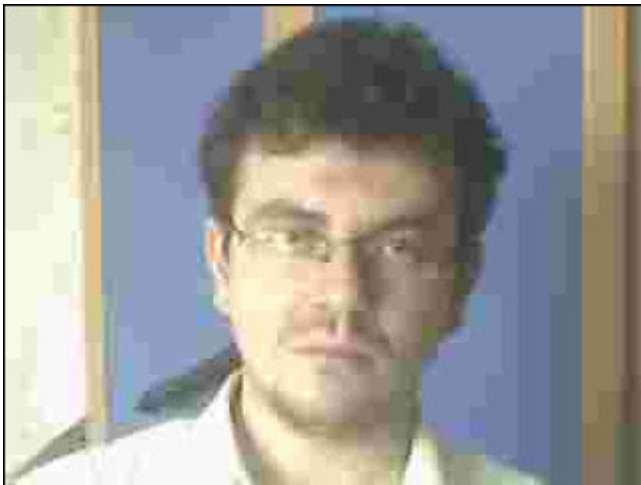
Şekil 5.76. %50 Görüntü kalitesi

Görüntü kalitesini %50 yapınca hala yüz net bir şekilde görülmektedir, omuz çizgisi belirgindir, arkada mavi dolabın renginde belirgin bir değişiklik yoktur.



Şekil 5.77. %20 Görüntü kalitesi

Görüntü kalitesi %20 lere düşürüldüğünde ise yüzde çok belirgin bozulmalar olmamakla birlikte hafif detay farkları ortaya çıkmaktadır. Omuz çizgisi üzerinde hafif bulantılar ortaya çıkmıştır. Arkadaki mavi renkli dolapta da bazı hücrelerde bulanıklıklar vardır, fakat yine de kabul edilebilir bir görüntü vardır ortada.



Şekil 5.78. %10 Görüntü kalitesi

Görüntü kalitesi %10 'a çekilince artık yüzdeki bozulmalar artmaktadır. Göz belirginliği iyice azalmıştır ve omuz çizgisi üzerindeki hücrelerde bozunum ve bulantılar artmıştır. Arkadaki mavi renkli dolapta gölgeli bir dalgalanma vardır ve kare hücreler belirgin olarak görülmektedir.



Şekil 5.79. %5 Görüntü kalitesi

%5 lik bit oranlarında artık kişinin yüzündeki bozulma son derece fazladır. Gözler belirginliğini kaybetmiştir, omuz çizgisi iyice bozulmuştur. Kişinin yüzündeki detaylar kaybolmuştur, kişinin burnu ve ağzı ayırt edilemez gözükmemektedir. Arka plandaki dolapta renk farklılıkları ve gölgeler büyük ve belirgin kare hücrelerle gösterilmektedir .

-Ses kalitesi

Video Konferans sırasında kullanılan ses kalitesi , her iki tarafı da dialup olan bir linkte net bir şekilde görüşmeye olanak verecek kalitededir, yalnız dialup linklerde hem görüntü hem ses kullanılması durumunda görüntü kalitesinin sesin net gidecek şekilde ayarlanması gereklidir, özellikle dialup linklerde GSM 6.1 ve Microsoft G.723 Codeci kullanmak daha iyi performans sağlamaktadır. Ses kalitesi ile ilgili MOS testleri ses testleri kısmında zaten yapılmıştır.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu tez kapsamında ülkemizde teletıp uygulamalarında kullanılacak internet üzerinden görüntülü, sesli, ve metin haberleşmesine olanak veren tamamen Türkçe kullanıcı arayüzlü bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılıma kullanıcıyı kolay kullanım için yönlendiren mesajlar eklenmiştir. Sonradan eklenen bir diğer özellik ise “Kontrol” adlı nickname (kodadı) ile sohbet kutusuna bağlanıldığında karşı taraftaki bilgisayarın kamerasını kontrol edebilmeye olanak veren ve bunu Türkçe komutlarla yapan program modülüdür. Geliştirilen yazılımın tek kartlı bilgisayarlara yüklenmesiyle hacimsel olarak daha küçük boyutlu bir sistem oluşturmak mümkündür ancak dizüstü bilgisayarların ucuzlaması ve yaygınlaşması bu tür uygulamalar için ideal bir donanım çözümü olarak gözükmektedir.

Yazılım geliştirme sürecinde video ve ses iletişimi için J7Tech şirketinin geliştirdiği activex bileşenleri kullanılmıştır, bu kütüphanenin sunduğu hazır fonksiyonlar ile alt seviyede program yazmaya gerek kalmamıştır ancak kütüphanenin RTP raporları oluşturamaması nedeniyle jitter analizi, ses sıkıştırılmalarının paket yapıları iperf adlı program vasıtasıyla modellenerek yapılabilmektedir.

Program Türkiye genelinde yaygınlaşan ADSL ile dialupa göre daha iyi çalışacağı ,ses kalitesi, video kalitesi, jitter analizi, ve intel video sistemleri test laboratuvarının geliştirdiği yöntem ile yapılan testlerin sonuçlarından anlaşılmaktadır.

Geliştirilen program başarılı bir şekilde dialup, ADSL, ve diğer IP ağlarda denenmiştir. Kontrol özelliği sayesinde hasta kullanmayı hiç bilmesede dahi doktor uzaktan hastanın kamerasını açabilir ve görüntü çözünürlüğünü ayarlayabilir. Ayarlanabilir görüntü kalitesi sayesinde gerektiğinde sese gerektiğinde görüntüye önem verilebilir. Ses sıkıştırılmaları olarak GSM 6.10, G723.1, G.711 sıkıştırılmaları kullanılmaktadır. Yapılan MOS deneyleri sonucunda her üç sıkıştırma da ADSL 512 /128 Kbps 'lik bağlantılarda ve dialup bağlantılarda MOS değeri olarak 3'ün üzerinde değerler verebilmektedir.

Yapılan seyirme (jitter) testleri sonucunda ADSL erişimi kullanan bir bilgisayarın paketleri daha az seyirme ile karşı tarafa ilettiği gözlenmiştir. Dialup tarafın sunucu olması durumunda ise seyirme miktarı artmaktadır. Seyirme değerlerinin genelde

ITU-T standartlarında yer alan değerlere göre kabul edilir seviyelerde olduğu gözlenmiştir.

Programın görüntü kalitesi, nesnel yöntemler olan PSNR, SSIM ve öznel yöntemler olan ITU-R standardında verilen DSIS ve DSCQS yöntemleri ile test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sıkıştırma bit oranı %50 yapıldığında elde edilen resim ile orijinal resim ayırdilemeyecek şekilde benzerdir. %25 'lik bit oranı ile kodlanan resimler ise test sonuçlarına göre oldukça iyi kalitede çıkmıştır. Bu durumda bant genişliğinin %100 görüntü kalitesinde kaliteli sese izin vermediği durumlarda görüntü kalitesi %50 ve hatta %25 yapılarak sesin MOS değeri olarak 3'ün üzerinde olması ve görüntünün PSNR değerinin 40 dB 'nin üzerinde olması sağlanabilir.

Yazılım son olarak Intel video sistemleri test laboratuvarında video konferans sistemlerini test etmek için kullanılmış bir yöntemle de test edilmiştir. Bu yöntemle göre çözünürlük kalitesi, doğrusallık (lineerlik), çerçeve sayısı, gecikme ve ilgili öznel yöntemlerle test edilmiştir. Çözünürlük testlerine göre %50 görüntü kalitesinde siyah çubuklardan 5 piksel aralıklı olanlar, mor çubuklardan 2 piksel aralıklı olanlar ve yeşillerden 1 piksel aralıklı olanlar ayırt edilebilmiş, ve renk tayfında kırmızı ve pembe renklerde biraz bozunum dışında başka bir bozunum gözlenmemiştir. %25 'lik video görüntüleri içinde piksel değerleri aynı çıkmış ancak renk tayfındaki bozunum cam göbeğine de yansımıştır. En çok bozunum %10 sınırından sonra başlamış hem çubuklar hemde renkler çok fazla bozunuma uğramıştır. Çerçeve sayısı testlerinde her iki ucu ADSL olan bağlantıda %50 görüntü kalitesinde saniyede 10 çerçeve alınabilmektedir. Bu iyi bir sonuçtur.

Programda dahil edilen yazılı mesajlaşma kutusu sayesinde dar bantlı dialup internet erişimlerinde ses yerine görüntüye önem verilirken, yazılı olarak haberleşme de devam ettirilebilmektedir. Bu yazılı mesajlaşma en basit şifreleme algoritması olan "Caesar" algoritmasıyla şifrelenmiştir.

Chat kutusuna "Kontrol" kod adı ile bağlanıldığında karşı tarafın kamerasını açmak kapamak ve görüntü kalitesini değiştirmek mümkündür. Bu sayede bilgisayarla daha az tanışık olan hastaların bilgisayarlarını uzaktan doktorun kontrol etmesi mümkündür.

ADSL internet bağlantısı ülkemizde telefon abonelerinin %85 ine şu an teknik açıdan verilebilmesi mümkün olduğundan ve gün geçtikçe yaygınlaştığından program için erişim yöntemi olarak seçilmesi dialup bağlantıya göre daha uygun gözükmektedir.

Programa veritabanına bağlantı özelliği ve gerekli arayüzler yapılarak bir hastane veri tabanına bağlantı kurulması yoluyla hasta bilgilerine ulaşım sağlanabilir. Programda metin haberleşmesi için DES, Blowfish, RSA gibi daha güçlü şifreleme algoritmaları kullanılabilir. Programda kullanılan G.711 ses sıkıştırması tek taraflı ses olarak gönderildiği takdirde yeterli bir bant genişliğiyle (ADSL 512 /128) Kbps, bir elektronik stetoskop kullanılarak kalp sesleri gönderilebilir ancak stetoskoplar için özel olarak kullanılan daha iyi performanslı bir sıkıştırma seçilmesi daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak sağlar.

EKLER DİZİNİ

EK 1. Gömülü Bilgisayar Sistemleri

EK 2. Finger-Davis Çözünürlük Test Sonuçları

EK 1. GÖMÜLÜ BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ

WinSystems® Windows® XP Embedded Quick Start Kits

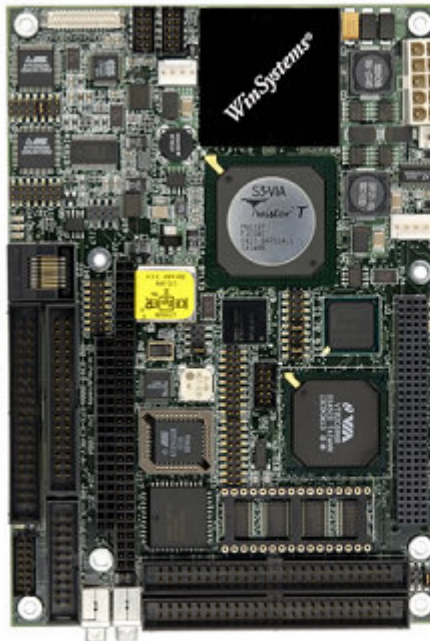
FEATURES

- Designed to expedite the learning curve involved in deploying Windows® XP Embedded on a WinSystems® Single Board Computer or PC/104 CPU board
- Same Binary Code as Windows XP® Professional in a componentized form
- Componentized design allows you to deploy only those functions that your application requires
- Compatible with all programs written for Windows® 2000 and Windows XP® Professional
- Costs less than the desktop Windows XP Professional License
- Includes features specifically designed for embedded applications
- Can boot from CompactFlash
- Demonstrates 'Hibernate Once / Resume Many' (HORM) fast boot feature
- Includes cloning features that allow one image to be installed on multiple systems without System Identification (SID) conflicts



EPIC 733 MHz P3 with COM, ENET, USB2 and Video - EPX-C3

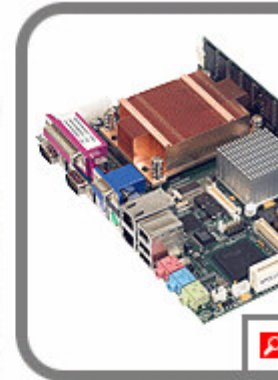
- VIA 733 MHz low power C3 processor
- PC-compatible supports Linux, Windows CE and XP embedded, plus other x86-compatible RTOS
- EPIC-compliant board
- 32 to 512MB of system PC133 SDRAM supported in a 144-pin SODIMM socket
- Socket for up to 1GB bootable DiskOnChip® or 512KB SRAM or 1MB EPROM
- Type I and II Compact Flash (CF) cards supported
- PC-compatible supports Linux, Windows CE.NET and XPe, plus other x86-compatible RTOS
- High resolution video controller supports
 - Color panels supported with up to 36-bits/pixel
 - Supports resolutions up to 1920 x 1440
 - Simultaneous CRT and LCD operation
 - Backlight power supported
 - 4X AGP local bus for high speed operation
 - 110 MHz LVDS interface
- 10/100 Mbps Intel PCI Ethernet controller
- 4 RS-232 serial ports with FIFO, COM1 &



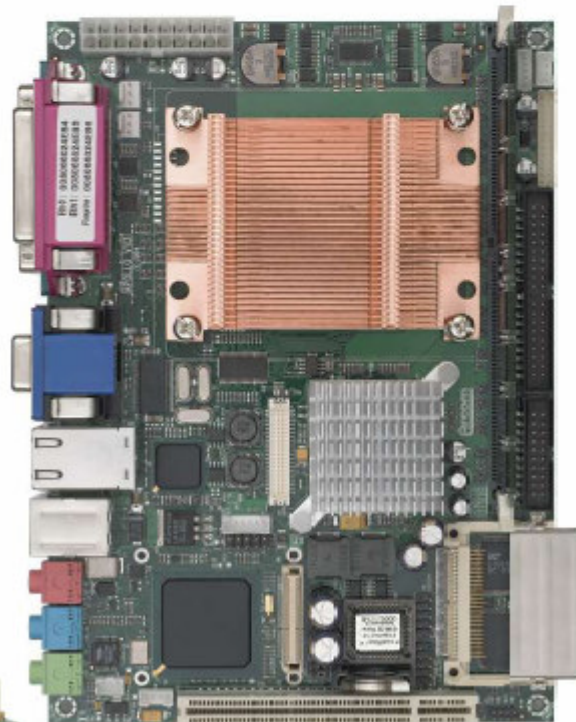
APOLLO

EBX format Intel® Pentium® M / Celeron M based embedded PC

The APOLLO uses the Intel® Pentium® M processor to offer the best combination of high performance computing features with the lowest power dissipation. This single board computer can be fitted with the Intel® Pentium® M or Intel® Celeron M processors with speed options from 600MHz to 2.1GHz. The combination of Enhanced Intel SpeedStep® Technology and the Intel 855GME/ICH4 chipset ensures that the board is ideal for compact systems with restricted ventilation and can be used to create very high performance fan-less systems. All these features are incorporated onto an industry standard EBX board with standard connectors for many of the I/O connections.

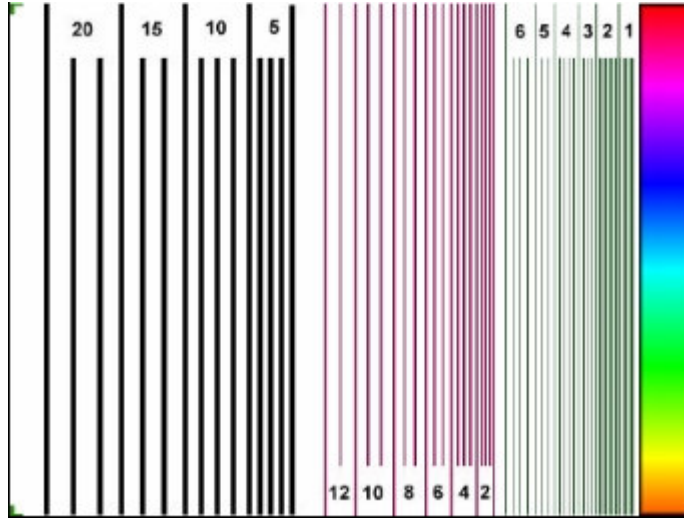


- Up to 1024MB PC2700 DDR DIMM memory
- Video (Integrated Intel Extreme Graphics 2)
 - VGA CRT interface - 2048 x 1536 @ 75Hz
 - LVDS interface (single/dual channel) - 1600 x 1200 @ 60Hz
 - Dual video controller - allows for two independent video displays
 - Extra LVDS, CRT, DVI and TVout also available via additional module
- Audio
 - AC97 CODEC with support for six channel 5.1 surround sound
 - SPDIF (Sony/Philips Digital Interface) compressed digital output to optical transmitter
- Dual 10/100baseT Ethernet ports (option for 1000baseT Gigabit Ethernet)
- Six USB 2.0 channels
- Two IEEE1394a-2000 Firewire Ports (100/200/400Mbps)
- PCI Rev 2.2 Expansion (with support for 3 PCI master cards via a riser card)
- IDE ATA hard drive port (Ultra ATA100/66/33, PIO)
- CompactFlash (CF+) Ver 2.0 Type III socket for memory and I/O cards
- Printer, mouse, keyboard and floppy drive ports (Slimline floppy via flat flex connector)
- Four Serial ports 2 x RS-232, 1 x RS-232/485, 1 x RS-232/422/485
- Auxiliary connector for LCD character display, GPIO, LED drivers and SMBus
- Integrated Security Features:
 - Unique ID, tamper detection circuitry
 - Trusted platform module (factory build option) using Atmel AT97SC3201.
Provides hardware based authentication of platform trust level, a secure store for private keys and an inbuilt encryption engine (compliant to TCPA/TCG Spec 1.1)
- User definable jumpers
- Phoenix BIOS
 - Boot from HDD, FDD, CDROM, CompactFlash, Ethernet or USB device

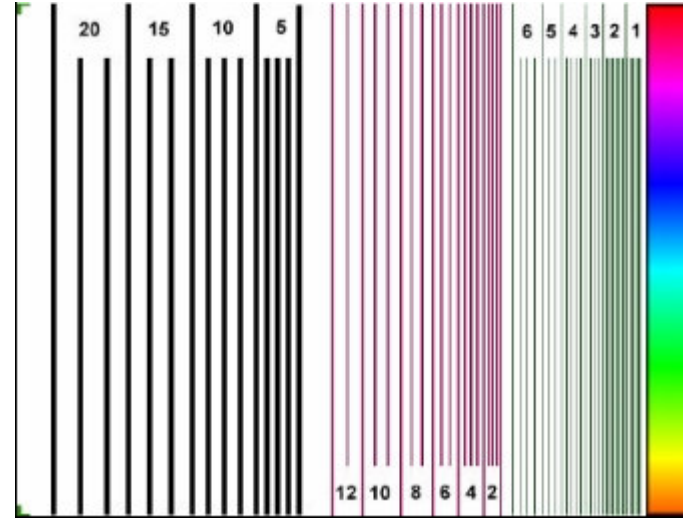


EK 2. FINGER –DAVIS ÇÖZÜNÜRLÜK TESTİ SONUÇLARI

Test Karşılaştırma Görüntüsü

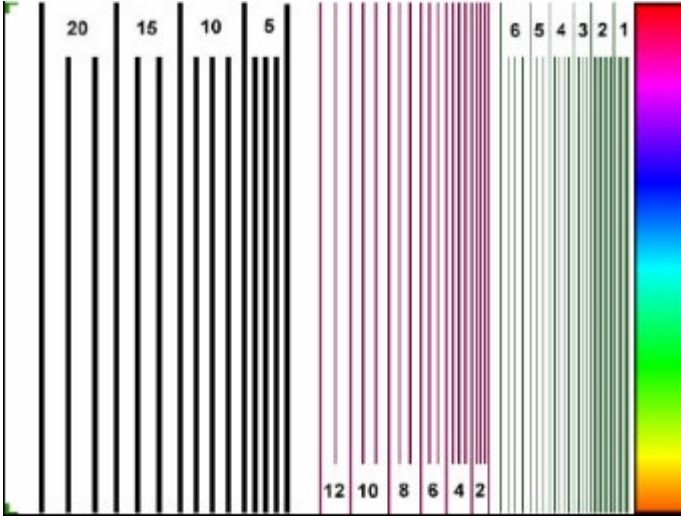


% 100 Görüntü Kalitesi

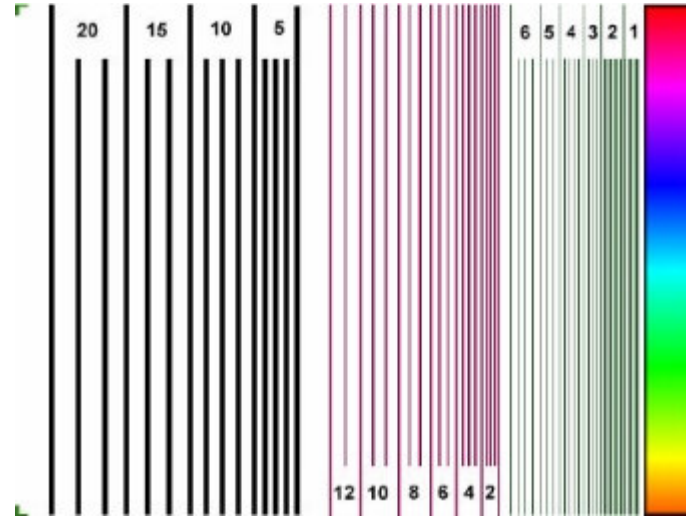


%100 Görüntü kalitesinde yeniden elde edilen görüntü

Test Karşılaştırma Görüntüsü

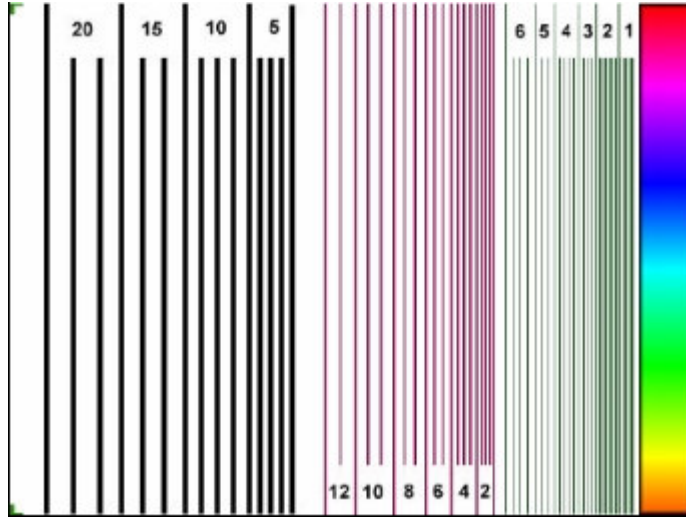


% 95 Görüntü Kalitesi

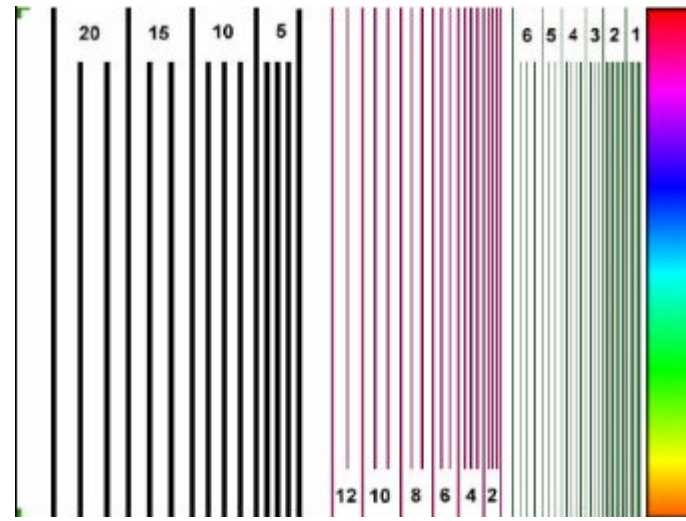


%95 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor 2, Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

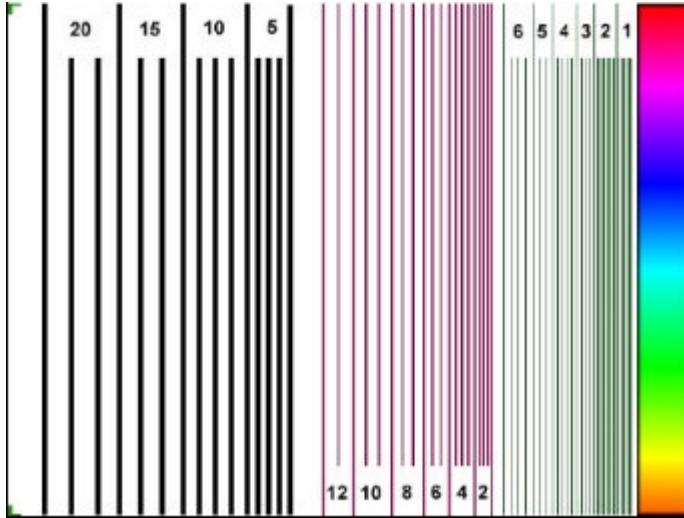


% 90 Görüntü Kalitesi

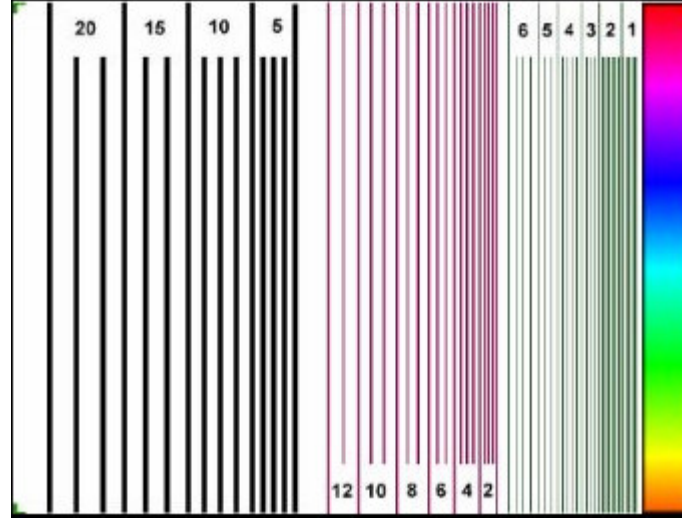


%90 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

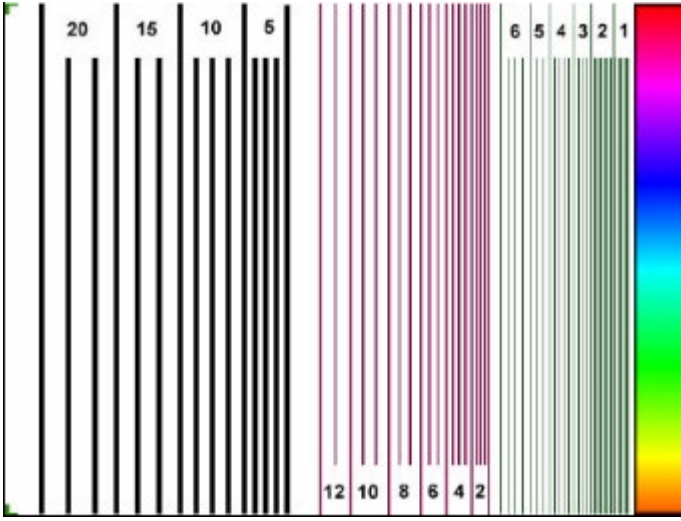


% 85 Görüntü Kalitesi

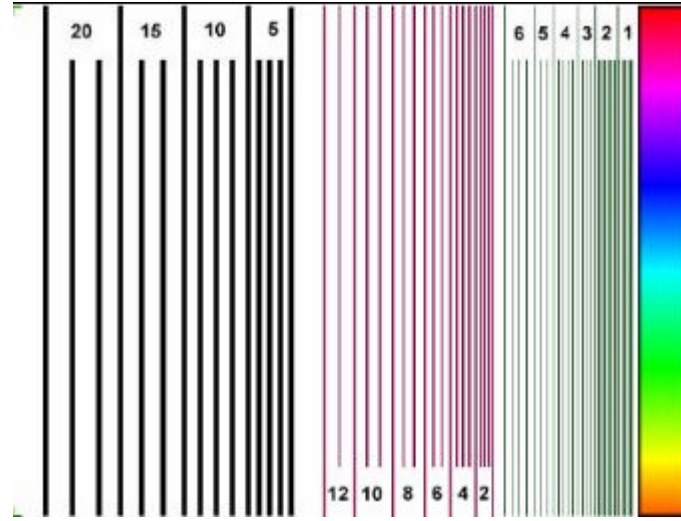


%85 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

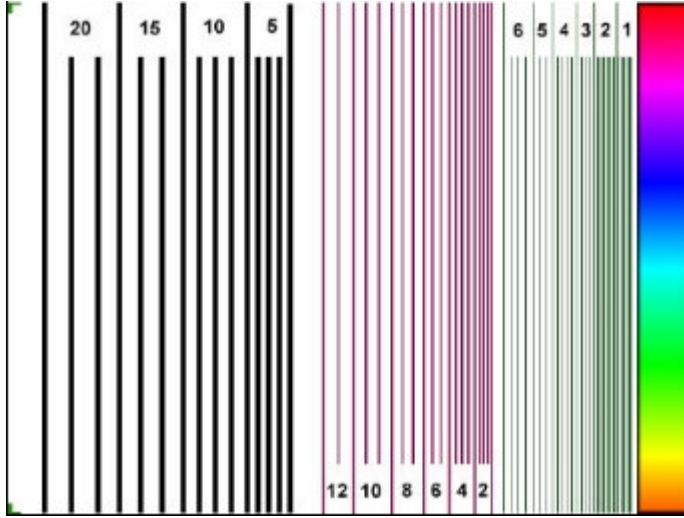


% 80 Görüntü Kalitesi

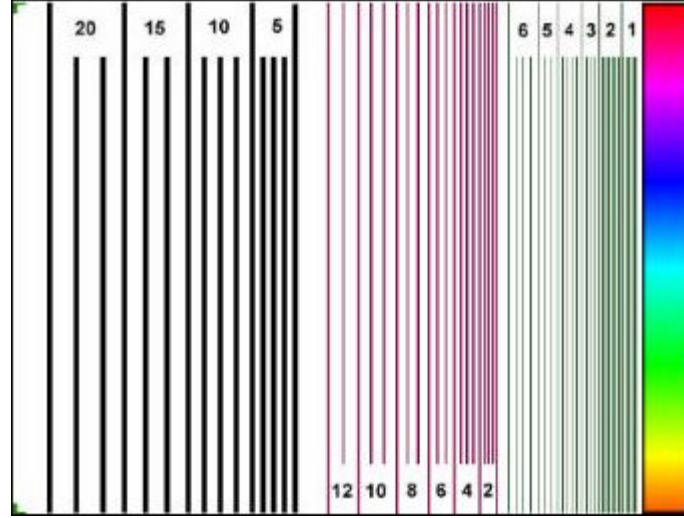


%80 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

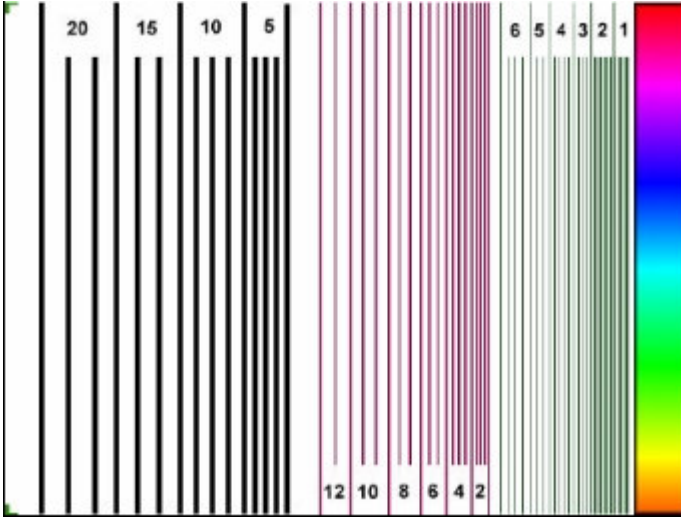


% 75 Görüntü Kalitesi

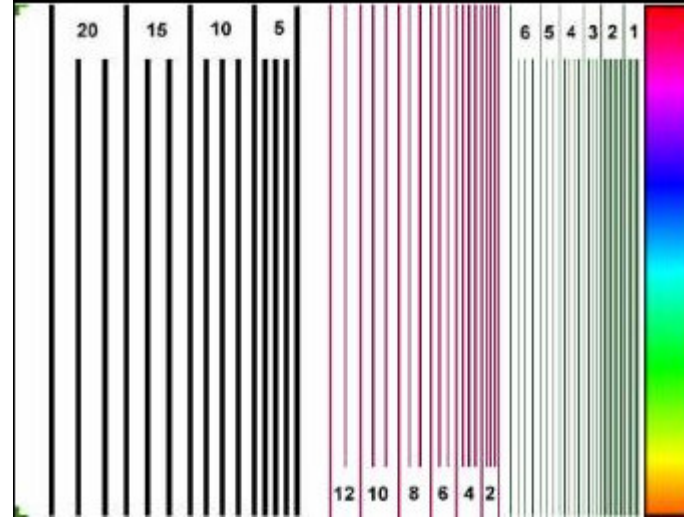


% 75 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

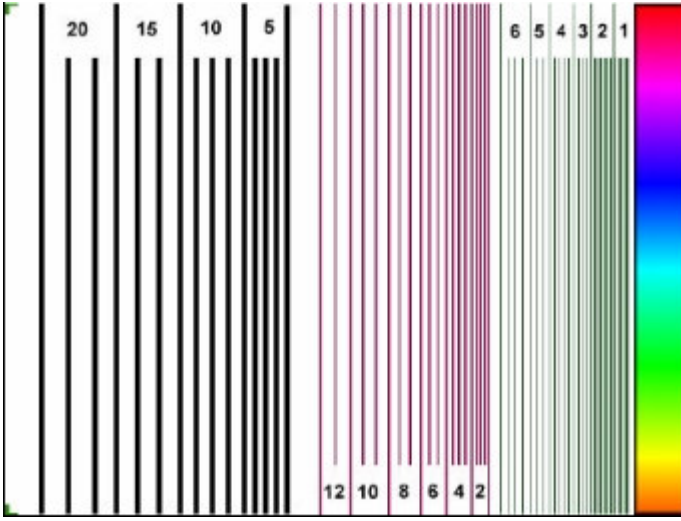


% 70 Görüntü Kalitesi

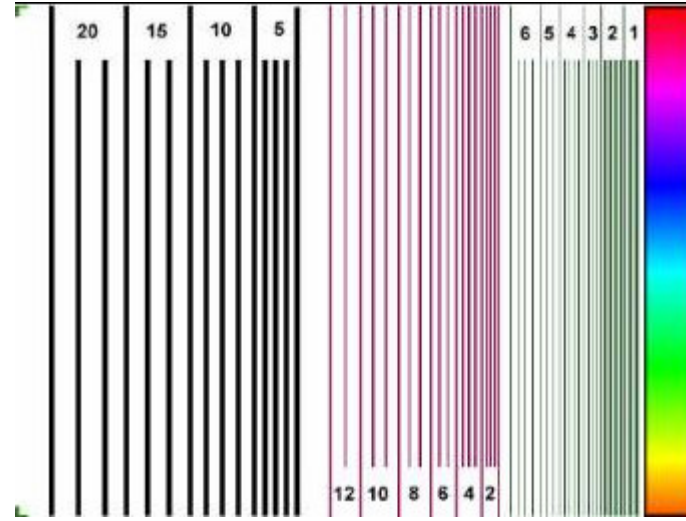


% 70 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor2, Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

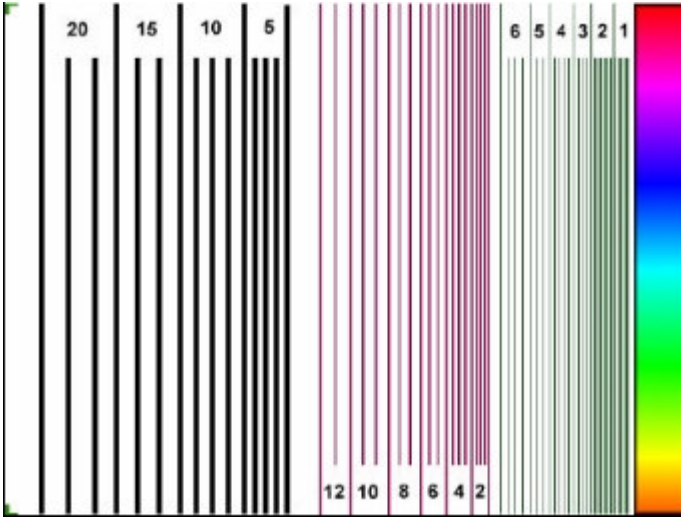


% 65 Görüntü Kalitesi

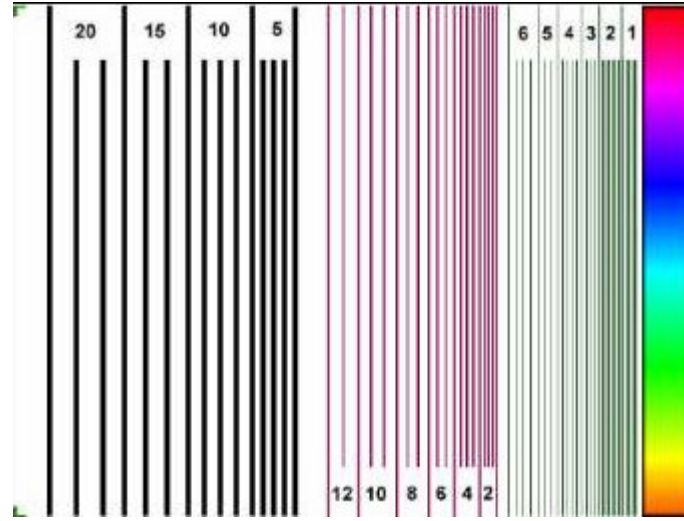


% 65 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor2, Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

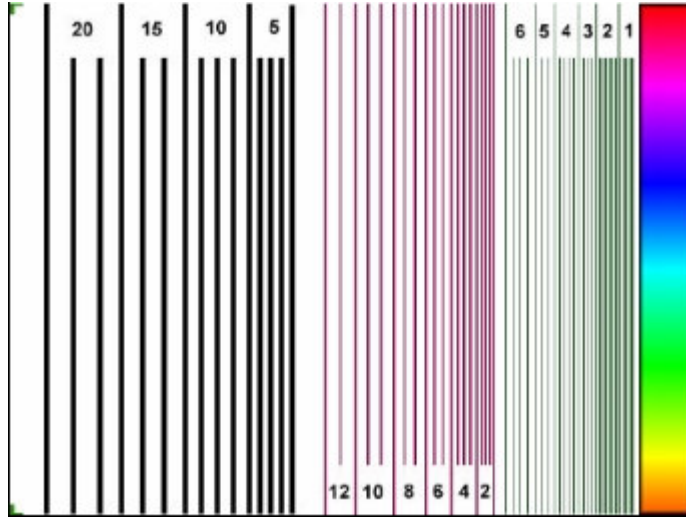


% 60 Görüntü Kalitesi

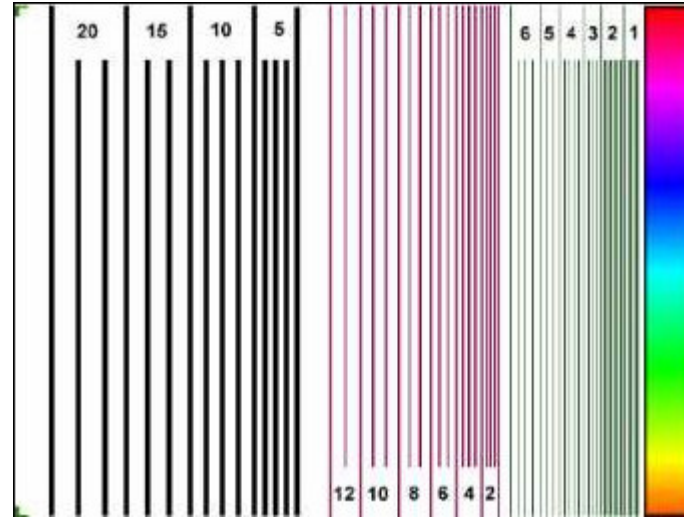


% 60 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

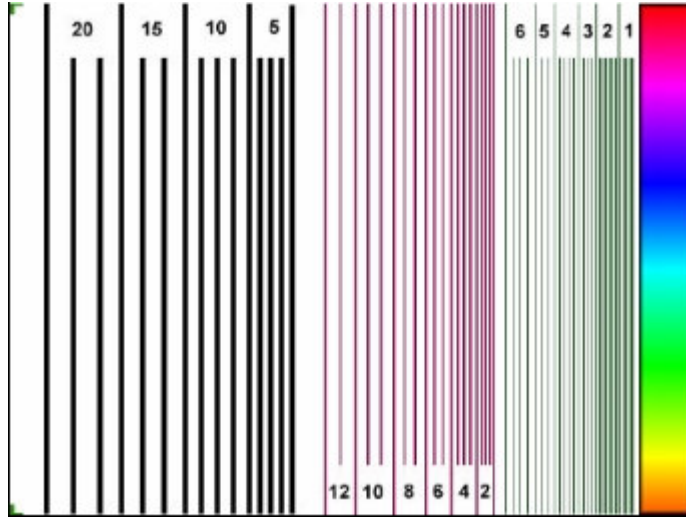


% 55 Görüntü Kalitesi

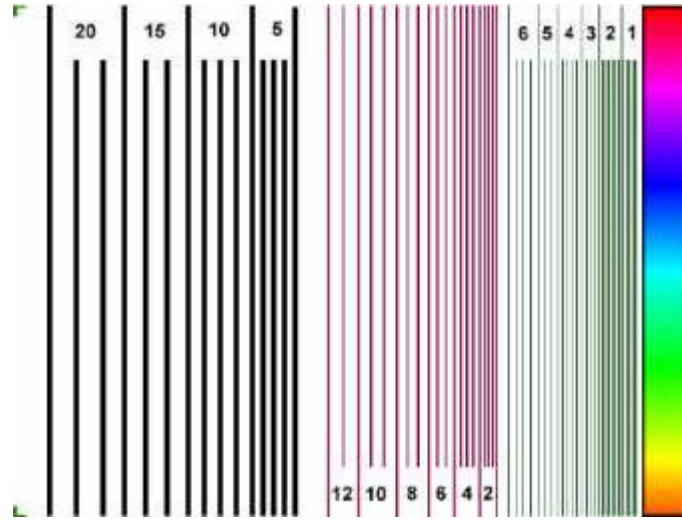


% 55 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor2, Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

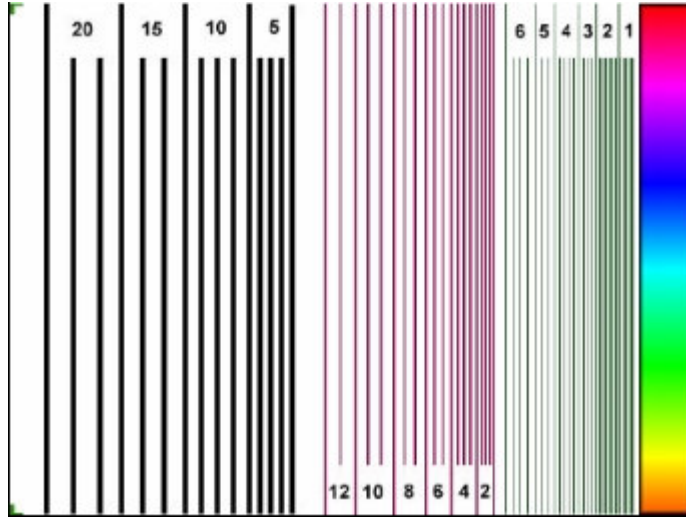


% 50 Görüntü Kalitesi

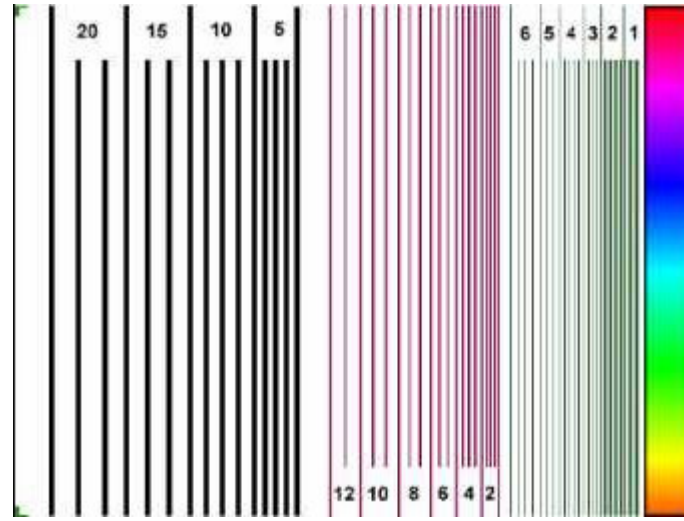


% 50 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

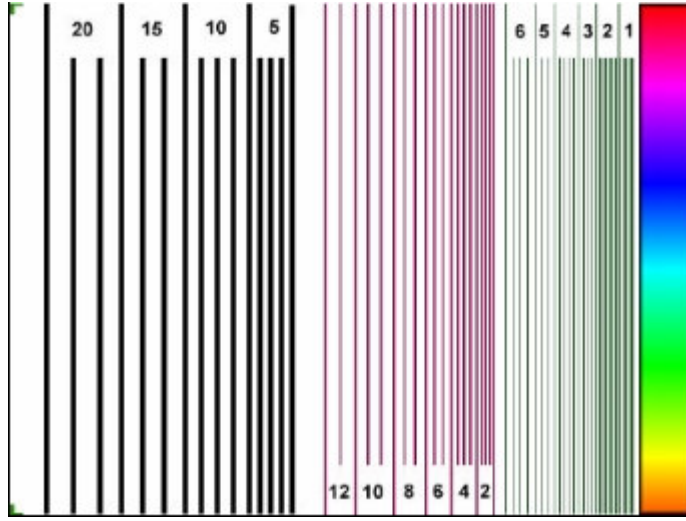


% 45 Görüntü Kalitesi

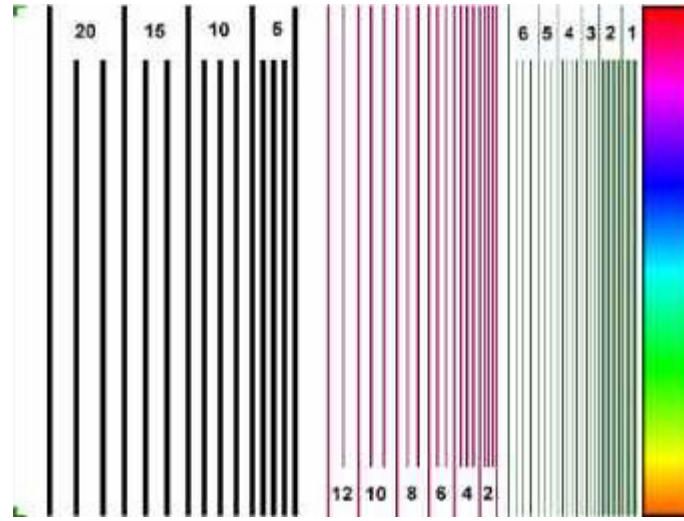


% 45 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

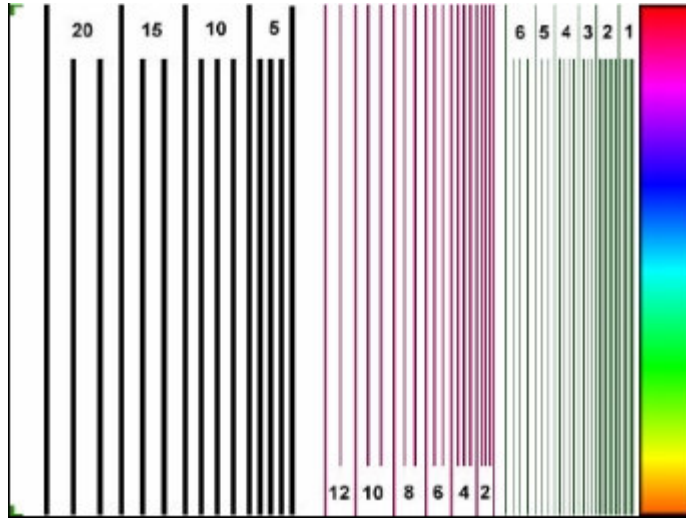


% 40 Görüntü Kalitesi

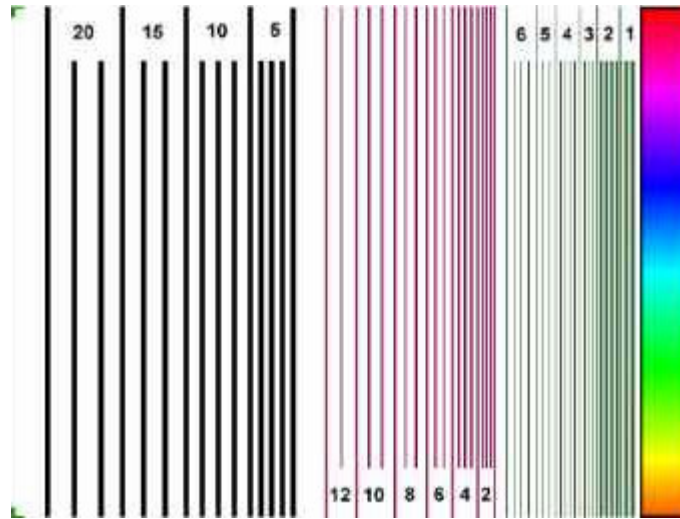


% 40 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor2, Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

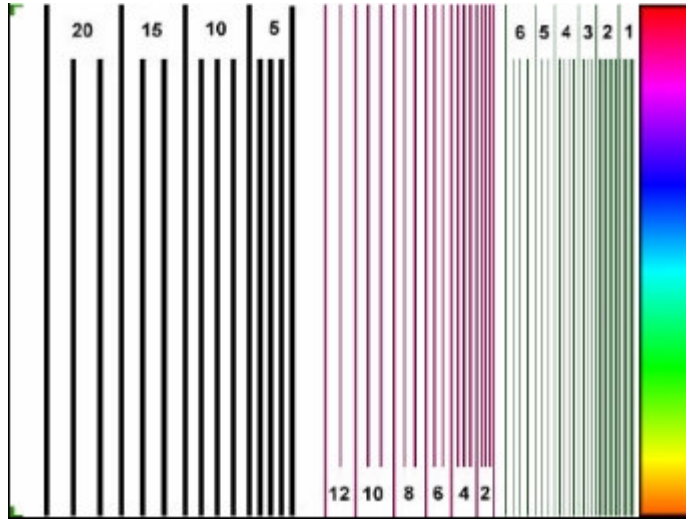


% 35 Görüntü Kalitesi

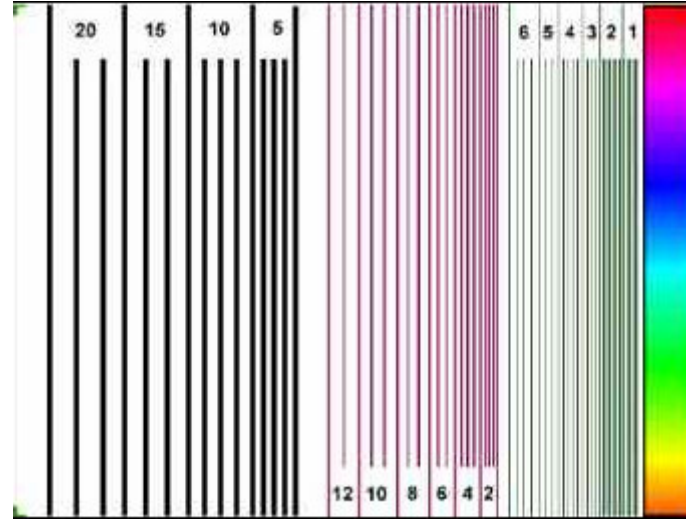


% 35 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

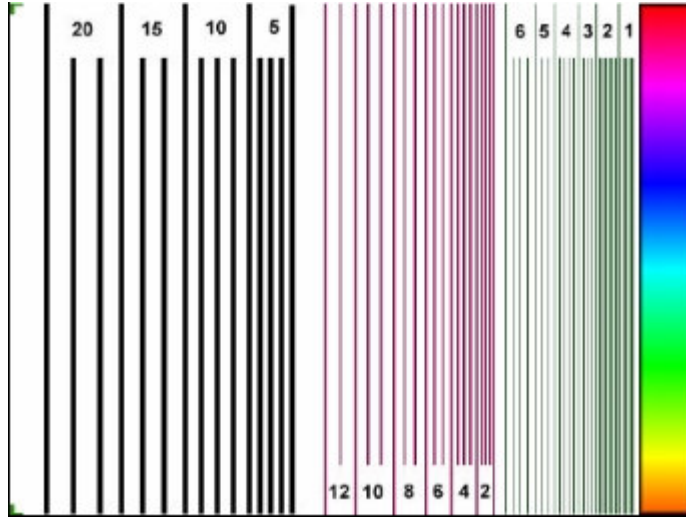


% 30 Görüntü Kalitesi

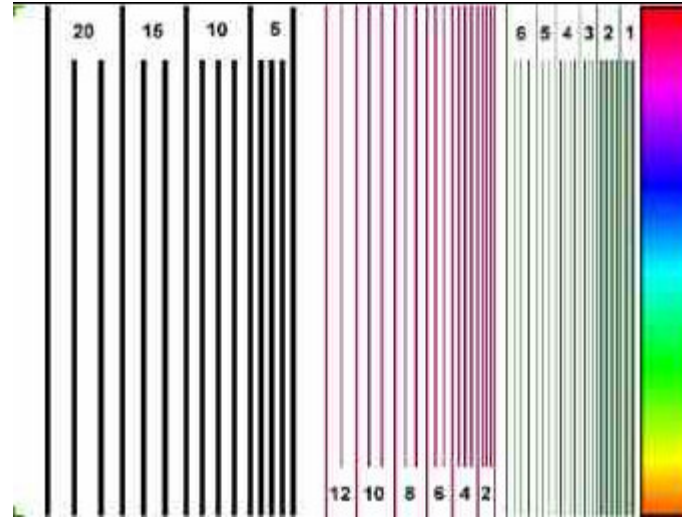


% 30 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor2, Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

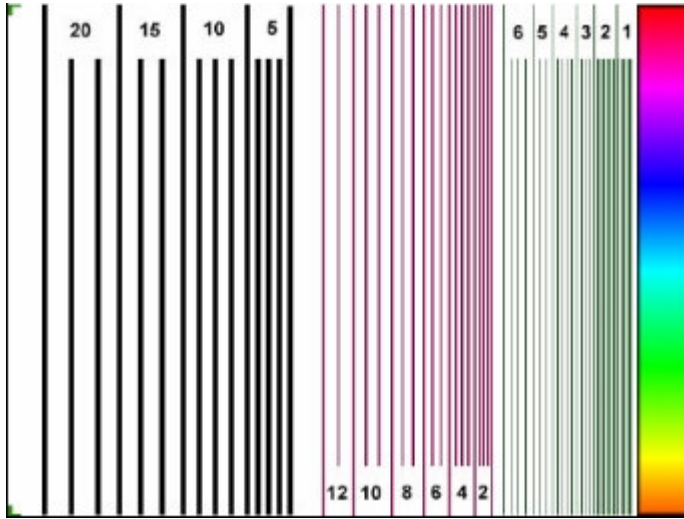


% 25 Görüntü Kalitesi

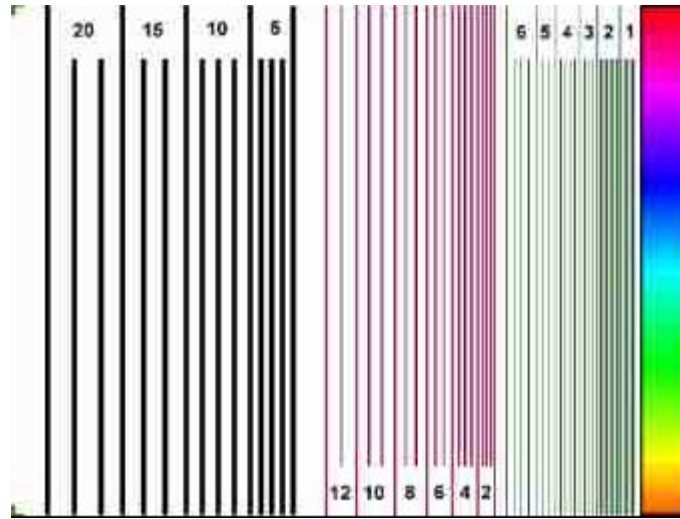


% 25 görüntü kalitesi Siyah 5,Mor2,Yeşil 1

Test Karşılaştırma Görüntüsü

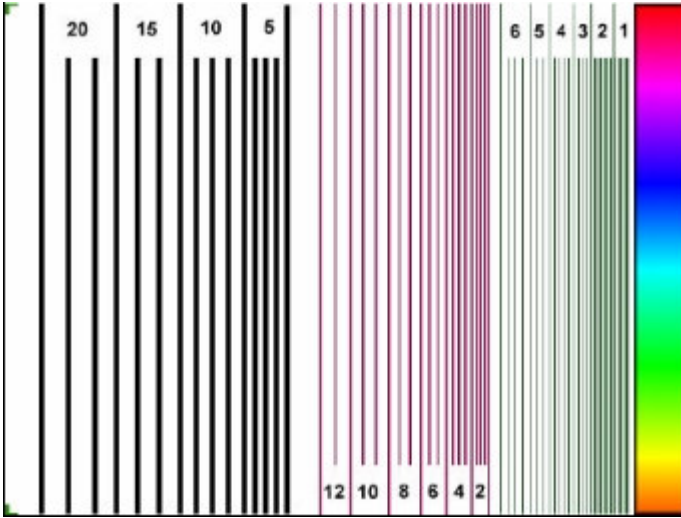


% 20 Görüntü Kalitesi

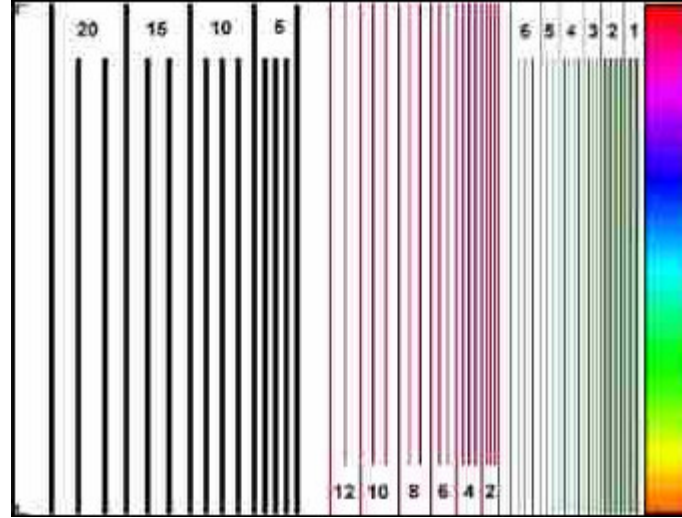


% 20 görüntü kalitesi Siyah 5 ,Mor 2, Yeşil 2

Test Karşılaştırma Görüntüsü

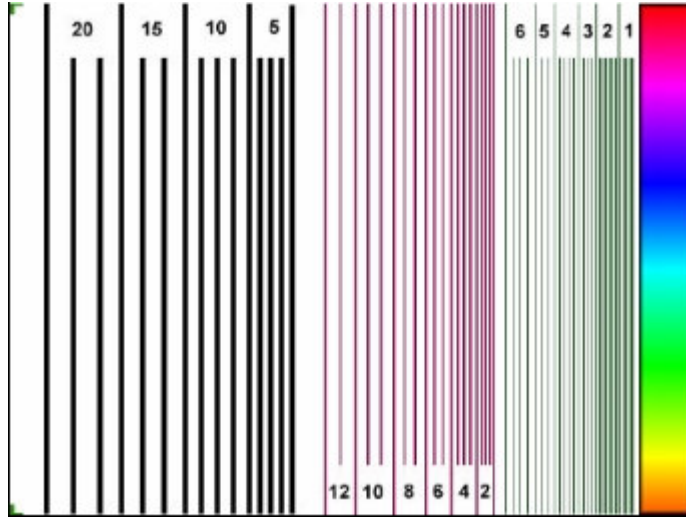


% 15 Görüntü Kalitesi

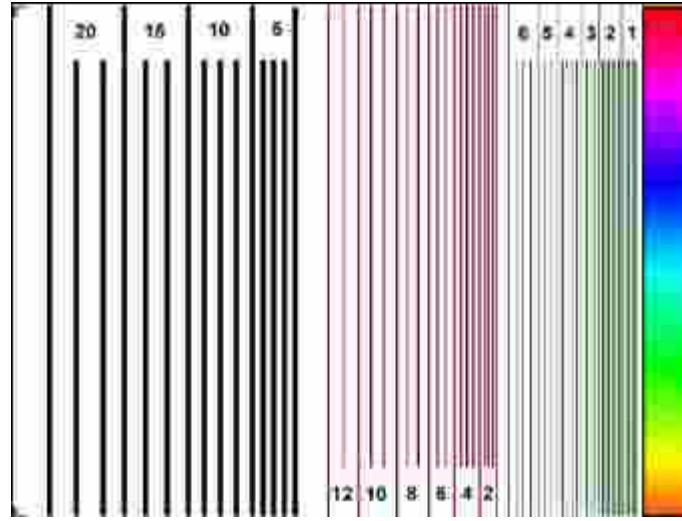


% 15 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor 2, Yeşil 3

Test Karşılaştırma Görüntüsü

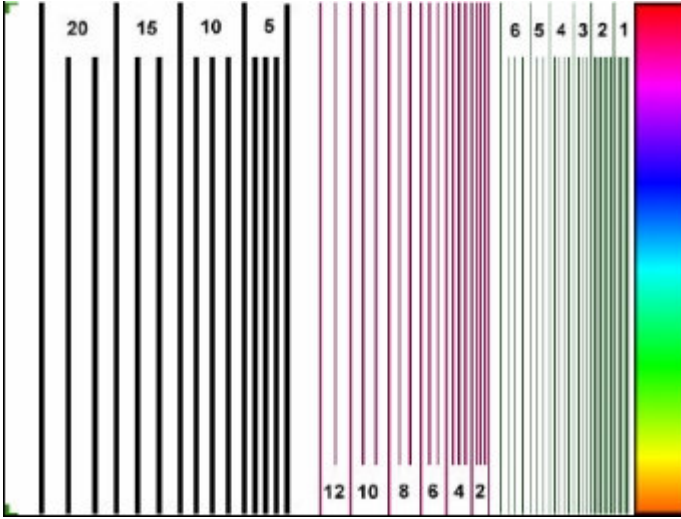


% 10 Görüntü Kalitesi

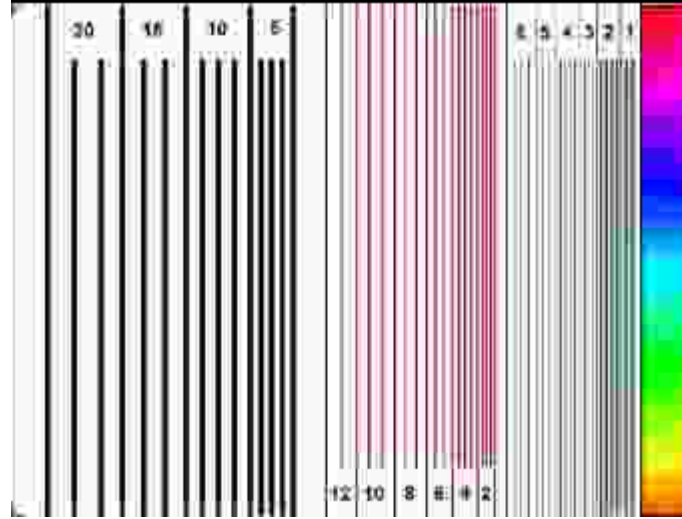


% 10 görüntü kalitesi Siyah 5 ,Mor 4, Yeşil 5

Test Karşılaştırma Görüntüsü



% 5 Görüntü Kalitesi



% 5 görüntü kalitesi Siyah 5, Mor 6 ,Yeşil 6

7. KAYNAKLAR

- [1] “University of Arkansas Telemedicine Program” <http://rhp.uams.edu/telehealth/tele1.asp>
- [2] Pyramid Research “IPTV key to telco success” http://www.tekrati.com/T2/Analyst_Research/ResearchAnnouncementsDetails.asp?Newsid=6247
- [3] “Tasmus Projesi” Nortel, Netaş,
http://www.netas.com.tr/tekno_TASMUS.html
- [4] “Arizona Üniversitesi Telesaglık programı” <http://www.telemedicine.arizona.edu/updates/page1.htm>
- [5] DoD DVa joint venture , Pacific Hui , The Japan Telemedicine Project
http://www.pacifichui.org/projects/whitepapers/JTP_20020618.pdf
- [6] L. Versweyeweld “Spanish Teleconsultation pilot in Extremadura” <http://www.hoise.com/vmw/02/articles/vmw/LV-VM-07-02-8.html>, Virtual Medical Worlds, Olivenza 30 May 2002
- [7] Enabling Live Internet Broadcasting Using an Application Endpoint Architecture Yang-hua Chu CMU-CS-05-133 May 9, 2005 carnegie mellon university
- [8] Microsoft IPTV, www.microsoft.com/tv/default.msp
- [9] May 7, 2001 University Learning Resources Distance Learning Prepared by: W. Douglas Trabert Marlene Fleischer
- [10] Development of Remote Laboratory Experimentation through Internet S.H. Chen, R. Chen, V. Ramakrishnan, S.Y. Hu, Y. Zhuang, C.C. Ko, Ben M. Chen Department of Electrical Engineering National University of Singapore ,May 1999
- [11] Amitava Dutta-Roy, “Networks for Homes,” IEEE Spectrum, December 1999, pp. 26 – 39.
- [12] Turcan, Ross Lee Graham, Eduard IISLAB “Peering Smart homes”, IDA, Linköping University, Sweden Edutu@ida.liu.se, rosgr@ida.liu.se
Proceedings of the First International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2P.01)
0-7695-1503-7/02 © 2002 IEEE

- [13] S.Bann et all, Robotics in Surgery, J Am Coll Surg, Vol.196, No.5, May 2003.
- [14] Wikipedia, "ITU-T Recommendation G.711" - (STD.ITU-T RECMN G.711-ENGL 1989), <http://en.wikipedia.org/wiki/G.711>
- [15] K, Lehtonen, "Digital Signal Processing and Filtering" T-61.246 3(14) 2003, Finland Nokia,
- [16] H. Genel "Efficient and Robust Real-time video transmission over Internet", Msc Thesis ,Metu Computer Engineering Department September 2001)
- [17] Video Conferencing Cook Book, www.videnet.gatech.edu/cookbook/
- [18] A. Kantarcı "MPEG-1 Videoların İnternet ortamında iletilmesi ve gösterilmesi üzerine bir çalışma", Ege Üniversitesi , Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Doktora Tezi 2002
- [19] Steinmetz R., K. Nahrstadt, "Multimedia Fundamentals", Prentice Hall, 2002
- [20] C. Manning "Introduction to Digital Video Coding and Block Matching Algorithms", <http://atlantis.ucc.ie/dvideo/dv.html>
- [21] B. G. Haskell, P. G. Howard, Y. A. LeCun, A. Puri, J. Ostermann, M. R. Civanlar, L. Rabiner, L.Bottou ve P. Haffner "Image and Video Coding Emerging Standards and Beyond" IEEE Transaction on Circuit and Systems for Video Technology, Vol 8. No.7 , Nov 1998
- [22] A.S Tosun "Video Compression MPEG-4 and Beyond" <http://www.cis.ohiostate.edu/~jain/cis788-99/compression/>
- [23] Antilla I, "Transferring real-time video on the internet", Prodeedings of the HUT interworking Seminar, May 1997
- [24] "There is now H264" <http://www.h263l.com/>
- [25] ITU-T Rec. H.264 / ISO/IEC 11496-10, "Advanced Video Coding", Final Committee Draft, Document JVTE022, September 2002
- [26] ISO/IEC 2002 "Health informatics interop of telehealth systems",ISO/IEC TC 215/SC N 304 2002-12-04, secreteriat ANSI
- [27] GÜLKESEN, K. H. ve OYSUL, K., "2000'li Yılların Türkiye'sinde Sağlıkta Bilgi Stratejileri", Tıp Bilişim Derneği, 2000.

- [28] FIELD, M. J., "Telemed: A Guide to Assessing Telecommunications for Health Care", Editor; Committee on Evaluating Clinical Applications of Telemed., Institute of Medicine, 1996.
- [29] Mu. Kd. Yuzb Ruhi Gönüllü "Teletıp konusunda bir Makale" 2002 Kara Harp Okulu, Öğretim Elemanı, ÇG. Üyesi.
- [30] BROWN, N., "A Brief History of Telemedicine", Telemedicine Information Exchange (TIE), 1995
- [31] LARKIN, M., "Telemedicine Finds Its Place in The Real World". Lancet., 1997.
- [32] GRIGSBY, J., "Telehealth: A Cutting Edge Medical Tool for the 21 st Century". FDCH Cogressional Testimony, 09/07/2000
- [33] <http://www.ucsd.edu.do/v3/craie/documentos.htm>
- [34] KLEIN, S. ve MANNING, W., "The Health Law Resource", The Journal of the Healthcare Information and Manegment System Society, 1995.
- [35] ÖZTÜRK, C., "Tıp Alanında İnternet", Biomedical Engineering and Science Institute, Türkiye İnternet Konferansı, 1995.
- [36] JERANT A., SCHLACHTA, L., EPPERLY, T. D., "Back to the Future, The Telemedicine House Call", American Academy of Family Physicians, Family Practice Management, 1998.
- [37] GÜLKESEN, K. H. ve OYSUL, K., "2000'li Yılların Türkiye'sinde Sağlıkta Bilgi Stratejileri", Tıp Bilişim Derneği, 2000."Hospital Home Health", TV maker to offer telephone service, 2001.
- [38] ÖZTÜRK, C., "Tıp Alanında İnternet", Biomedical Engineering and Science Institute, Türkiye İnternet Konferansı, 1995.
- [39] ENDEAN, E. D., MALLON, L. I., MINION, D.J., KWOLEK, C. J., SCHWARCZ, T. H., "Telemedicine in Vascular Surgery: Does it Work?", American Surgeon, 2001.
- [40] MANGAN, K. S., "University Medical Centers Expand Reach with Telemedicine", Chronic of Higher Education, 2001.
- [41] ALLEN,D., BOWERSOX, J. ve JONES, G.G., "Current Status of Telesurgery" Telemed Today Magazine, www.telemedtoday.com/articlearchive/articles/telesurgery.htm, 1997.

- [42] S. Gullien , M. T. Arredondo, v. Trvaer, J. M. Garcia, and C. Fernandez “Multimedia Telehomecare system using standart tv set”, IEEE transactions on Biomedical Engineering, Vol 49 NO.12 December 2002
- [43] M. A. Valero and M. T. Arredondo, “A home televisit service based on interactive television and cable networks. European Society for Engineering and Telemedicine,” in Proc. ESEM, Barcelona, Spain, 1999.
- [44] V. Traver and S. Guillén, “Telemedicine service provision in a campus environment,” in Proc. Int. Symp. Telemedicine , Gothenburg, Sweden, 2000.
- [45] E. A. Miller, “Telemedicine and doctor–patient communication: An analytical survey of the literature”, Journal of Telemedicine and Telecare 2001
- [46] ATTRACT Project HC2004. (2001, Apr.) Deliverable D6.2 results from demonstration phase. Last time visited Oct. 16, 2001. [Online]. Available: <http://bet.upv.es/attract/>
- [47] International Space University, “Telemedicine in the 21st century: Opportunities for citizens, society and industry,” in Proc. Workshop, Strasbourg,1999.
- [48] C. Lau, J. E. Cabral, Jr., D. R. Haynor, and Y. Kim, “Telemedicine,” in Handbook of Medical Imaging, Y. Kim and S. Horri, Eds. Bellingham, WA: SPIE, 2000, vol. 3, pp. 305–331.
- [49] Christopher Lau, R. Sean Churchill, Janice Kim, Frederick A. Matsen, III, and Yongmin Kim*, Fellow, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 49, NO. 12, December 2002
- [50] P.A. Heidenreich, C. M. Ruggerio, and B. M. Massie, “Effect of a home monitoring system on hospitalization and resource use for patients with heart failure,” Amer. Heart J., pp. 633–640, 1999.
- [51] R.Welz, Y. Ligier, and O. Ratib, “Design of a cooperative teleradiology system,” Telemed. J., vol. 1, pp. 195–201, 1995. survey on the literature,” J. Telemed. Telecare, vol. 7, pp. 1–17,2001.
- [52] R. Bellazi, S. Montani, A. Riva, and M. Stefanelli, “Web-based telemedicine systems for home-care: Technical issues and experiences,” Comput. Methods Programs Biomed., vol. 64, pp. 175–187,2001

- [53] O. Gibson, P. McSharry, P. Hayton, A. Farmer, A. Neil, L. Taresenko "A Mobile Phone Telemedicine System for the Self Management of Type 1 Diabetes" Oxford University Department of Engineering , 2005
- [54] Dr. K.Hakan Gülkesen, Yrd. Doç Dr. Kaan Oysul, Tıp Bilişimi Derneği Çalışma Grubu [http:// www.sbs2000.org/pages/index.php?id=37&sayfa=2](http://www.sbs2000.org/pages/index.php?id=37&sayfa=2)
- [55] 5th Annual Conference of the Canadian Society of Telehealth
- [56] Voice over MPLS , compared to voice over other packet transport Technologies david wright ,university of ottawa , IEEE communications magazine , November 2002
- [57] The ITU Radiocommunication Assembly, "Rec. ITU-R BT.500-11" ,2002
- [58] "Video quality research" http://www.its.blrdoc.gov/tpr/2004/its_t/video.pdf
- [59] "Peak signal to noise ratio" <http://en.wikipedia.org/wiki/PSNR>
- [60] Wang A.C Bovik, H R. Sheikh E.P simoncelli "image quality assesement" IEEE transactions image processing vol 13, jan 2004
- [61] Multi-scale structural similarity for image quality assesement zhou wang, Eero P. Invited Paper, IEEE Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Nov. 2003
- [62] Z.wang and bovik " a universal image quality index" IEEE transactions image processing vol 11 pp 81-84, 2004
- [63] Danny De Vleeschauwer, Jan Janssen "Voice Performance over Packet-Based Networks" ALCATEL, 2004
- [64] ITU-T recomendation series G, Transmission systems media digital sytems and networks http://www.itu.int/publications/main_publ/itut.html
- [65] ITU-T Recomendation P.800 , Methods for subjective determination of voice quality
- [66] ITU Study period 12 delayed contribution, "Proposal for jitter modelling and measurement" Geneva, 2003
http://www.telchemy.com/reference/ITUSG12_JitterAnalysis.pdf
- [67] Measuring Video Quality in Videoconferencing Systems By Roger Finger, Intel Corporation, and Andrew W. Davis, Wainhouse Research ,2000

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sıtkı HOŞHAN

Doğum Yeri : Batman

Doğum Tarihi : 18.01.1980

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu :

Lise : 1991-1998 Atatürk Anadolu Lisesi , Ankara

Lisans : 1998-2003 Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi:

2003-2005 Sistem Çözümleyici ve Programcısı
T.C. Maliye Bakanlığı Muhasebat Genel Müdürlüğü
Bilgi İşlem Merkezi, Ankara

2005 - Telekom Uzman Yardımcısı
Türk Telekom A.Ş. Genel Müdürlüğü
Bilişim Ağları Dairesi Başkanlığı
IP Uygulamaları Müdürlüğü, Ankara