T.C.

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu

SPEKTRUM YÖNETİMİ: ULUSAL GÜVENLİK BAĞLAMINDA ÜLKEMİZDEKİ KARASAL YAYINCILIK SPEKTRUMUNUN YÖNETİMİ

ÜST KURUL UZMANLIK TEZİ

Ahmet GEVRİ

ANKARA

OCAK / 2019

T.C.

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu

SPEKTRUM YÖNETİMİ: ULUSAL GÜVENLİK BAĞLAMINDA ÜLKEMİZDEKİ KARASAL YAYINCILIK SPEKTRUMUNUN YÖNETİMİ

ÜST KURUL UZMANLIK TEZİ

Ahmet GEVRİ

DANIŞMAN

ÜST KURUL UZMANI Ali SARI

ANKARA

OCAK / 2019

RADYO VE TELEVİZYON ÜST KURULU BAŞKANLIĞINA

Bu çalışma, Tez Değerlendirme Komisyonu tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı	İmza

Başkan : Doç. Dr. Hamit ERSOY
Üst Kurul Üyesi

Üye : Hikmet İNCE
Üst Kurul Başkan Yardımcısı

Üye : İlker ILGIN
Üst Kurul Başkan Yardımcısı

Üye : Dr. Yaşar UĞURLU
İzleme ve Değerlendirme Dai. Bşk. V.

Üye : Ali SARI
Üst Kurul Uzmanı

ONAY
... / ... / 2019

Ebubekir ŞAHİN
Üst Kurul Başkanı

TEZ TESLİM TUTANAĞI VE DOĞRULUK BEYANI

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Uzman Yardımcılığı Giriş ve Yeterlik Sınavları ile Uzmanlığa Atanma, Yetiştirilme, Görev, Yetki ve Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmeliğin 19 uncu maddesinin 4 üncü fıkrasına istinaden çıkartılan Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Tez Hazırlama Yönergesi'ne uygun olarak hazırlamış olduğum uzmanlık tezi ilişikte sunulmuştur.

Bu uzmanlık tezindeki bütün bilgileri akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplayıp sunduğumu; ayrıca, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

… / … / 2019
Ahmet GEVRİ
Üst Kurul Uzman Yardımcısı
Uzmanlık Tezinin Adı: Spektrum Yönetimi: Ulusal Güvenlik Bağlamında Ülkemizdeki Karasal Yayıncılık Spektrumunun Yönetimi

EK:

1- Tez (2 Adet)
2- CD (1 Adet)

Tezi Teslim Alan
Daire Başkanı

... / … / 2019

TEŞEKKÜR

"Spektrum Yönetimi: Ulusal Güvenlik Bağlamında Ülkemizdeki Karasal Yayıncılık Spektrumunun Yönetimi" isimli bu tezin hazırlanması süreci ile ilişkili olarak Sayın Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Başkanı ile Üyelerine, yoğun çalışma temposuna rağmen desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Ali SARI'ya, bilgi ve tecrübesini paylaşan Sayın Hüseyin ÖZGÜN'e, tezin düzeltme sürecinde emeği geçen Sayın Melike YİĞİT'e ve değerli mesai arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ..... **ii**
İÇİNDEKİLER ..... **iii**
KISALTMALAR ..... **vi**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xi**
GRAFİKLER LİSTESİ ..... **xiii**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiv**
GİRİŞ **1**
Tezin Amacı 4
Tezin Önemi 4
Tezin Yönetmi 5
Veri Toplama ve Analiz Teknikleri 5
Tezin Kapsam ve Sınırlılıkları 6
BİRİNCİ BÖLÜM **7**
SPEKTRUM YÖNETİMİ **7**
1.1. SPEKTRUMUN YÖNETİMİNİN AMAÇ VE HEDEFLERİ 8
1.2. SPEKTRUM MÜHENDİSLİĞİ 11
1.2.1.Taşıyıcı Frekans 14
1.2.2.Radyo Dalgası Yayılım Modeli 25
1.2.3.Bant Genişliği 31
1.2.4.Verici Frekans Toleransı 35
1.2.5.Verici Gücü Hesaplaması 35
1.2.6.İntermodülasyon Ürünleri 40
1.2.7.Enterferans Analizi 42
1.2.8.Koruma Oranları 46
1.2.9.Gürültü Seviyeleri 55
1.2.10.Spektrumun İzlenmesi 57
1.3.SPEKTRUM YÖNETİMİNDE ULUSLARARASI UYGULAMALAR 57
1.3.1.Spektrum Yönetiminde Temel Yaklaşımlar ve Tahsis Yöntemleri 58

1.3.1.1.İlk Gelen Servis Verir Yöntemi 62
1.3.1.2.Güzellik Yarışması Yöntemi 62
1.3.1.3.Kura (Lottery) Yöntemi 63
1.3.1.4.Karşılaştırmalı Teklif Yöntemi 64
1.3.2.Spektrumun Ekonomik Değeri 66
1.3.3.Spektrum İhaleleri 67
1.3.3.1.Artan Fiyat İhaleleri (İngiliz İhalesi) 70
1.3.3.2.Azalan Fiyat İhaleleri (Hollanda İhalesi) 71
1.3.3.3.Birinci Fiyat Kapalı Zarf İhaleleri 72
1.3.3.4.İkinci Fiyat Kapalı Zarf İhaleleri (Vickrey İhalesi) 73
1.3.3.5.Eş Zamanlı İhaleler 74
1.3.3.6.Ardışık İhaleler 74
1.3.4.Spektrum Ticareti 75
1.3.5.Uluslararası Koordinasyon 77
1.3.6.Spektrum Yönetiminde Yeni Bakış Açıları 78
1.4.ÜLEKMİZDE SPEKTRUM YÖNETİMİ 81
İKİNCİ BÖLÜM 83
KARASAL YAYINCILIK SPEKTRUMUNUN YÖNETİMİ 83
2.1.KARASAL YAYINCILIK NEDİR? 83
2.1.1.Analog Yayıncılık 84
2.1.1.1.NTSC (National Television System Committee) 86
2.1.1.2.PAL (Phase Alternation Line) 87
2.1.1.3.SECAM (Séquentiel Couleur Àvec Mémoire) 87
2.1.2.Sayısal Yayıncılık 88
2.2.ÜLKEMİZDE KARASAL YAYINCILIK BANDININ YÖNETİMİ 91
2.2.1.Türkiye Karasal Sayısal Televizyon Ulusal Frekans Planı 92
2.3.SAYISAL PAY (DIGITAL DIVIDEND) 98

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 100
ULUSAL GÜVENLİK BAĞLAMINDA YAYIN İLETİM ORTAMLARI VE SPEKTRUM YÖNETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 100
3.1.ULUSAL GÜVENLİK KAVRAMI 102
3.2.ULUSAL GÜVENLİK VE SPEKTRUM YÖNETİMİ 107
3.3.ULUSAL GÜVENLİK VE MEDYA 109
3.4.15 TEMMUZ KALKIŞMASININ ENGELLEMESİNDE MEDYANIN ROLÜ 113
3.5.YAYIN İLETİM ORTAMLARININ ULUSAL GÜVENLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 116
3.5.1.Ulusal Güvenlik Açısından Medya Hizmeti İletim Ortamlarının Değerlendirilmesi 119
3.5.1.1.Uydu Ortamından Yayıncılık 119
3.5.1.2.Kablolu Ortamdan Yayıncılık 124
3.5.1.3.İnternet Ortamından Yayıncılık 133
3.5.1.4.Karasal Ortamdan Yayıncılık 141
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 146
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 146
Öneriler 149
KAYNAKÇA 152
ÖZET 159
ABSTRACT 161
ÖZGEÇMİŞ 163

KISALTMALAR

APT	Asya- Pasifik Telekomünikasyon Birliği (Asia-Pasific Telecommunity)
ASK	Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (Amplitude Shift Keying)
BER	Bit Hata Oranı (Bit Error Ratio)
Bkz.	Bakınız
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CATV	Topluluk Anteni Televizyonu (Community Antenna TV)
CDMA	Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access)
CENELEC	Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique)
CEPT	Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Birliği (European Conference of Postal and Telecommunication Administrations)
CITEL	Amerika Bölgesi Telekomünikasyon Komisyonu (Commission for Inter- American Telecommunications)
COFDM	Kodlu Dikgen Frekans Uzayı Çoklama (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
CR	Bilişsel Radyo (Cognitive Radio)
C/N	Taşıyıcı Gürültü Oranı (Carrier to Noise Ratio)
CVBS	Ses ve Boşluklu Karmaşık Video (Composite Video with Balanking and Sound)
DAB	Sayısal Ses Yayını (Digital Audio Broadcasting)
DRM	Digital Radio Mondiale
DVB	Sayısal Video Yayını (Digital Video Boradcasting)
DVB-T	Karasal Sayısal Video Yayını (Digital Video Broadcasting-Terrestrial)
dB	Desibel
dBi	İzotropik Referans Anten Kazancı

EBU	Avrupa Yayın Birliği (European Broadcasting Union)
E.R.P	Etkin Yayılım Gücü (Effective Radiated Power)
E.I.R.P	Etkin İzotropik Yayılım Gücü (Effective İsotropic Radiated Power)
E.M.R.P	Etkin Monopol Yayılım Gücü (Effective Monopol Radiated Power)
EHF	Ekstra Yüksek Frekans (Extremely High Frequency)
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi (European Telecommunications Standard Institute)
FDR	Frekansa Bağımlı Red Değeri (Frequency Dependent Rejection)
FD	Frekans Mesafe Ayırımı (Frequency Distance)
FDM	Frekans Bölmeli Çoklama
FFT	Hızlı Fourier Dönüşüm (Fast Fourier Transform)
FM	Frekans Modülasyonu (Frequency Modulation)
GM	Genlik Modülasyonu
GSMH	Gayrı Safi Milli Hasıla
HD	Yüksek Çözünürlük (High Definition)
HEVC	Yüksek Verimlilikli Video Kodlama (High Efficiency Video Coding)
HF	Yüksek Frekans (High Frequency)
HFC	Fiberoptik-Koaksiyel Melez (Hybrid Fiber Coaxial)
Hz	Hertz
IBOC	In Band on Channel
IoT	Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
IPTV	İnternet Protokol Televizyonu (Internet Protocol Television)

ISDB	Sayısal Video Yayıncılığı Standardı (Integrated Services Digital Broadcasting) - Japonya
ISDB-T$_{SB}$	Entegre Karasal Sayısal Ses Yayın Hizmetleri (Integrated Services Digital Broadcasting)
ITU	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union)
ITU-RR	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Telsiz Tüzüğü (ITU Radio Regulation Articles)
k	Boltzman Sabiti
LAN	Yerel Veri İletişim Ağı (Local Area Network)
LF	Düşük Frekans (Low Frequency)
LNB	Low Noise Block Converter
LoS	Görüş Açısı Yayılım (Line of Sight)
MF	Orta Frekans (Medium Frequency)
MFN	Çoklu Frekans Ağı (Multi Frequency Network)
MPEG	Hareketli Resimler Uzmanları Grubu (Moving Pictures Experts Group)
NTSC	National Television System Committee
PAL	Phase Alternating Line
PAM	Darbe Genlik Modülasyonu (Pulse Amplitude Modulation)
PM	Faz Modülasyonu (Phase Modulation)
PWM	Darbe Genişlik Modülasyonu (Pulse Width Modulation)
PDM	Darbe Süresi Modülasyonu (Pulse Duration Modulation)
PPM	Darbe Konum Modülasyonu (Pulse Position Modulation)
PCM	Darbe Kod Modülasyonu (Pulse Code Modulation)
PSK	Faz Kaydırmalı Anahtarlama (Phase Shift Keying)

QPSK	Dikgen Faz Kaydırmalı Anahtarlama (Quadrature Pahse Shift Keying)
QEF	Yarı Hatasız Resim Kalitesi (Quasi-Error-Free)
QAM	Dikgen Genlik Modülasyonu (Quadrature Amplitude Modulation)
RTÜK	Radyo ve Televizyon Üst Kurulu
SECAM	Séquentiel Couleur a Mémoire
SCM	Öznel Karşılaştırma Metodu (Subjective Comparison Method)
SD	Standart Çözünürlük (Standard Definition)
SDR	Yazılım Tanımlı Radyo (Software Defined Radio)
SFN	Tek Frekans Ağı (Single Frequency Network)
SFP	Öznel Bozulma Noktası (Subjective Failure Point)
SHF	Süper Yüksek Frekans (Super High Frequency)
T_0	Mutlak Sıcaklık
TDM	Zaman Bölmeli Çoklama
T-DMB	Karasal Multimedya Yayın Standardı (Terrestrial Multimedia Broadcasting)-Çin
TRT	Türkiye Radyo ve Televizyon Kurumu
TSK	Türk Silahlı Kuvvetleri
UHF	Aşırı Yüksek Frekans (Ultra High Frequency)
UWB	Ultra Genişbant (Ultra Wideband)
VLF	Çok Düşük Frekans (Very Low Frequency)
VoD	İsteğe Bağlı Video İçerği (Video on Demand)
VHF	Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency)

Vtepe-tepe	Sinüs Sinyalinin Pozitif ve Negatif Yönlerdeki Tepeleri Arasındaki Voltaj Farkı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Elektromanyetik Spektrumun Bölümleri, Radyo Spektrumu 7
Şekil 1.2 Radyo Haberleşmesi Temel Blok Şeması 12
Şekil 1.3 Analog ve Sayısal Sinyal Karşılaştırması 13
Şekil 1.4 Modülasyon Türleri 15
Şekil 1.5 PSK Kipleme Çıkış Vektörleri ve QPSK Sinyal Değişimi 18
Şekil 1.6 QAM Kipleme Blok Şeması 20
Şekil 1.7 QAM Kiplenmiş Sinyalin Çıkış Vektörleri, QAM Kiplenmiş Sinyalin Zamana Göre Değişimi 21
Şekil 1.8 Karasal İletim Ortamındaki Çok Yollu Alış Senaryosu 23
Şekil 1.9 Sinyallerin Üst üste Gelmesi Durumları 24
Şekil 1.10 Tw=Ts Durumunda Değerlendirme Penceresi ve Sembollerin Göreceli Durumu 25
Şekil 1.11 Elektrik Alan ve Manyetik Alan Değişim Vektörleri 26
Şekil 1.12 Radyo Dalgaları İletim Ortamları 26
Şekil 1.13 Temel Radyo Linklerinin Yayılım Yolları 30
Şekil 1.14 Bant Genişliği 31
Şekil 1.15 Gerekli Bant Genişliği, İşgal Edilen Bant Genişliği 33
Şekil 1.16 İzotropik Anten Yayılım Deseni 37
Şekil 1.17 Yarım Dalga Dipol Anten 37
Şekil 1.18 İstenmeyen Emisyon Alanları 40
Şekil 1.19 Harmonik Emisyonlar 41
Şekil 1.20 Öznel Karşılaştırma Metodu Test Düzeni 48
Şekil 1.21 Sayısal Yayın Koruma Oranı Ölçüm Test Düzeneği 51
Şekil 1.22 FM Koruma Oranı Ölçüm Düzeneği 54
Şekil 2.1 Analog Televizyon Standartlarının Kullanımının Dünya Genelindeki Dağılımı 86
Şekil 2.2 Karasal Sayısal Televizyon Standartlarının Kullanımı 90
Şekil 2.3 Karasal Alış Kanalları 94
Şekil 2.4 RRC-06 Konferansında Belirlenen Ülkemize Ait Frekans Alanları 95
Şekil 3.1 Uydu Yayın Dağıtım Süreci 119

Şekil 3.2 "Branch and Tree" Mimarisi 126
Şekil 3.3 "Branch and Tree" Sistemi Ana Dağıtım Merkezi Sinyal Akış Blok Diagramı 127
Şekil 3.4 "Branch and Tree" Sistemi Analog Kanal Kapasitesi 128
Şekil 3.5 Fiber Optik-Koaksiyel Melez (HFC) Sistem Mimarisi 130
Şekil 3.6 HFC Sistemlerindeki Bant Kapasitesi 131
Şekil 3.7 HFC Ana Dağıtım Merkezi Sinyal Akış Diyagramı 131
Şekil 3.8 IPTV Altyapısının Çalışma Yöntemi 136
Şekil 3.9 IPTV Altyapı Bileşenleri 137
Şekil 3.10 Karasal Yayın İletim Blok Şeması 141

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.1 Genlik Modülasyonu Grafiksel Gösterimi 16
Grafik 1.2 Faz ve Frekans Modülasyonu Grafiksel Gösterimi 16
Grafik 1.3 Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (ASK) 17
Grafik 1.4 Frekans Kaydırmalı Anahtarlama (FSK) 17
Grafik 1.5 Faz Kaydırmalı Anahtarlama (PSK) 18
Grafik 1.6 Darbe Genlik Modülasyonu 19
Grafik 1.7 Frekans Bölmeli Çoklama (FDM) 22
Grafik 1.8 Zaman Bölmeli Çoklama (TDM) 22
Grafik 1.9 Fa –Frekans (10^4-10^8 Hz aralığı) Grafiği 56
Grafik 1.10 Fa –Frekans (10^8-10^{11} aralığı) Grafiği 56
Grafik 3.1 Atmosfer Tabakaları 120
Grafik 3.2 Genişbant Abone Sayılarındaki Değişim 134

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Çeşitli Frekans Bantları İçin Yayılım Karakteristikleri ve Kullanım Alanları 27
Tablo 1.2 Radyo ve Televizyon Yayınları İçin Gerekli Bant Genişliği Hesaplama Formülleri 33
Tablo 1.3 DVB-T 8 MHz Sistemler İçin Minimum Alan Şiddeti Değerleri 39
Tablo 1.4 Analog Sistemler İçin Minimum Alan Şiddeti Değerleri 40
Tablo 1.5 Band-Dışı ve Sahte Emisyon Alanları Sınır Hesaplaması 41
Tablo 1.6 Öznel Karşılaştırma Metodunda Kullanılan Bazı Terimler ve Değerler .. 48
Tablo 1.7 Genlik Modülasyonlu TV İstasyonları İçin Korunma Oranları 49
Tablo 1.8 FM Radyo Yayınları Koruma Oranları 55
Tablo 1.9 Ulusal Kaynakların Karşılaştırılması 66
Tablo 2.1 Karasal Yayın Alış Kanalları İçin C/N Oranları 95
Tablo 2.2 DVB-T2 parametreleri 97
Tablo 2.3 Planlamada Belirlenen Alan Şiddeti Değerleri 97
Tablo 3.1 Sinyal Bozulmaları, Fiziksel Nedenleri ve Öncelikli Sistemler 121
Tablo 3.2 IPTV Bant Genişliği Gereksinimleri 138

GİRİŞ

Haberleşme sistemlerinin yaygınlaşmaya başlaması ve insanların haberleşme sistemlerine rağbet etmesiyle birlikte sınırlı bir kaynak olan spektrumun yönetilmesi meselesi ortaya çıkmıştır. Spektrumun haberleşme sistemlerinde kullanılması önceleri analog sistemler yardımıyla gerçekleştirilirken teknolojinin gelişmesiyle birlikte haberleşmede sayısal sistemlerin kullanılması, bilgi iletiminde kaliteyi artırmasının yanı sıra spektrumun daha verimli bir şekilde kullanılmasının önünü açmıştır. Yayıncılık sektörü de bu teknolojik gelişmelerden etkilenmiştir.

Spektruma olan talebin ve buna paralel olarak spektrum kullanan servislerin artış göstermesi spektrumda sıkışıklığa neden olmuştur. Bu durum, elektromanyetik spektrumun verimli kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu gereklilik neticesinde fizik kurallarından başka kurala tabi olamayan elektromanyetik dalgaların diğer sistemleri etkilemesinin önüne geçilmesi amacıyla çeşitli idari kararlar ve teknik bir takım sınırlamalar uygulamaya konulmuştur.

Mal ve hizmet üretimi, çeşitli girdilerin kombinasyonu ile üretilen çıktılar olarak değerlendirildiğinde, spektrum da gerek haberleşme sistemleri gerekse diğer sistemlerde bir girdi olarak nitelendirilebilir. Bu tanımlama aynı zamanda spektrumun ekonomik bir değerinin olduğunu göstermektedir. Nitekim ileriki bölümlerde bahsedilen Avrupa ülkelerinde spektrum temelli sistemlerden elde edilen gelirin gayri safi milli hasılaya (GSMH) etkileri göz önünde bulundurulduğunda, spektrum yönetiminde ekonomik verimliliğin de dikkate alınması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Spektrum yönetimi, gerekli kanuni düzenlemeler de dahil olmak üzere çeşitli idari kararlar, elektromanyetik dalgaların bir takım sınırlamalara tabi tutulmasını sağlayan spektrum mühendisliği uygulamalarıyla birlikte ülkeler ile gerçekleştirilecek koordinasyon çalışmalarını içermektedir.

Bir spektrum yönetim sisteminin verimliliğinin ölçümünde objektif kriterler olmamakla birlikte genel olarak bir spektrum yönetim sisteminin verimliliği, ulusal spektrum ihtiyaçlarının ne oranda karşılandığı ve ülke insanının çıkarlarının spektrum kullanıcıları karşısında ne kadar korunduğuyla ilgilidir.

Spektrum yönetimi yaklaşımlarındaki uluslararası uygulamalar incelendiğinde, *"*düzenle ve kontrol et*"* diye de ifade edilen "idari yaklaşım", "yetkilendirmeden muaf yaklaşım" ve "pazar yaklaşımı" karşımıza çıkmaktadır. Bu yaklaşım türlerinden "İdari yaklaşım", ülkelerin genelinde zararlı girişimlere karşı etkin koruma sağlaması hususunda diğer yaklaşımlara oranla daha verimli olması sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu yaklaşımın temel yöntemsel aracı olan idari kararların çoğu zaman teknolojik gelişmeler karşısında geri kaldığı düşünülmektedir.

Yetkilendirmeden muaf yaklaşımın enterferans olması durumunda müdahalelerin karmaşaya neden olacağı düşünüldüğünden çoğunlukla etki alanı sınırlı sistemlerde kullanımı tercih edilmektedir.

Bu iki sistemin dezavantajlarının giderilmesi düşüncesiyle şartları önceden belirlenmiş olmakla birlikte spektrum kullanım haklarının devrini içeren spektrum ticaretinin de yer aldığı pazar yaklaşımı, popülaritesi artan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemde bahse konu spektrum, ihale yöntemiyle ilk sahiplerine verilirken daha sonradan ikinci el piyasası oluşturularak spektrumun değer düşümüne engel olunabileceği düşünülmektedir.

Hali hazırda bir çok ülke idari ve pazar yaklaşımının birlikte kullanıldığı, spektrumun belirli bir yetkilendirme süresi içerisinde kullanılmak kaydıyla ve açık artırma yoluyla ihale edilmek suretiyle kullanıcılara tahsis edildiği karma bir yaklaşımı benimsemektedir.

Kabul görmüş yaygın bir tanımı olmamakla birlikte tehlikelerden uzak olma durumu olarak değerlendirildiğinde güvenlik kavramı, insanoğlunun varoluşuyla eş

değer tarihe sahiptir. Geleneksel güvenlik anlayışının aksine, askeri tehditlerin yanı sıra ekonomik, kültürel ve ülke vatandaşlarının her türlü çıkarına karşı gerçekleşebilecek her türlü tehdidi güvenliğin konusu olarak değerlendiren yeni güvenlik yaklaşımı göz önünde bulundurulduğunda, yayıncılık sektörünün güvenliği, bu çalışmanın ana fikrini oluşturmaktadır. Bu kapsamda; hem askeri hem de ekonomik ve kültürel açıdan yayıncılığın ülkemizin ulusal güvenlik meselelerinden birisi olduğu düşünülmektedir.

Bu bağlamda, bu çalışmanın birinci bölümünde, fiziksel bir olgu olan elektromanyetik dalgaların teknik açıdan düzenlenmesinde önemli bir yere sahip olan spektrum mühendisliğinin temel dinamikleri, ülkeler genelinde benimsenen frekans tahsisi yöntemleri, ulusal kıt bir kaynak olan spektrumun ekonomik değeri ve ülkemizdeki spektrum yönetimi detaylı olarak incelenmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu'nun da görev alanında yer alan karasal yayıncılık spektrumunun yönetimi, ulusal karasal sayısal televizyon frekans planı ve sayısal pay uygulamalarını da içeren karasal yayıncılık spektrumunun geleceği incelenmektedir.

Tezin ana omurgasını oluşturan üçüncü bölümde, güvenlik ve ulusal güvenlik kavramları, ulusal güvenlik ile spektrum yönetimi ve ulusal güvenlik ile medya arasındaki ilişki, yaşadığımız 15 Temmuz darbe teşebbüsünün bertaraf edilmesinde medyanın rolünün yanı sıra ulusal güvenlik kapsamında yayın iletim ortamları detaylı bir şekilde değerlendirilmektedir.

Sonuç ve değerlendirme bölümünde, ulusal güvenlik açısından karasal yayıncılık bandının yönetiminin önemi, ülkemizdeki karasal ortamdan gerçekleştirilen yayıncılığın mevcut durumu hususlarında değerlendirme ve çıkarımlarda bulunulmakla birlikte ülkemizdeki karasal yayıncılık spektrumunun yönetimi üzerine çeşitli öneriler sunulmuştur.

Tezin Amacı

Bu tezin genel amacı, ulusal kıt bir kaynak olan frekans spektrumunun yönetimi konusunda uluslararası uygulamaları, yeni güvenlik anlayışı çerçevesinde yayıncılık sektörünü de bir ulusal güvenlik konusu olarak değerlendirerek ülkemiz açısından verimli olabileceği düşünülen hususlarda öneriler sunmaktır. Bu temel amaçlara ulaşmak için belirlenen ikincil amaçlar şunlardır:

- Elektromanyetik spektrumun yönetiminde önemli yer tutan teknik birtakım terimlerin açıklamasını yapmak.
- Elektromanyetik spektrumun kullanıcılara tahsisinde kullanılan uluslararası uygulamalar hakkında bilgi vermek.
- Sınırlı bir ulusal kaynak olan spektrumun yönetiminde teknik verimliliğin yanı sıra ekonomik verimliliğin de dikkate alınması gerektiği konusunda okuyucunun farkındalığını artırmak.
- Ülkemizde yaygın olarak kullanılan yayın iletim ortamlarının ulusal güvenlik açısından avantaj ve dezavantajlarını inceleyerek karasal yayıncılığın ulusal güvenlik açısından önemini vurgulamak.

Tezin Önemi

Spektrum yönetiminin teknik ve idari bileşenlerinin güncel uluslararası uygulamalar ışığında anlatımının yanı sıra spektrumun yönetiminin ulusal güvenlik bağlamında değerlendirilmesi yapılarak ülkemizdeki karasal yayıncılık spektrum yönetimine, spektrum yönetimi anlayışları ve karasal yayıncılık bantlarının yönetiminde ulusal güvenliği ilgilendiren hususlarda öneriler sunan bu çalışma, literatüre RTÜK özelinde konuya ilişkin olarak tez düzeyinde ortaya konulmuş ilk çalışma olması niteliği ile katkı sunacaktır.

Tezin Yönetmi

Bu tez çalışmasında verilerin derinlemesine incelendiği, veriler arasındaki ilişkileri ortaya koymayı amaçlayan, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya koyan nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. [1]Bu yöntemi kullanan araçtırmacılar, insanların deneyimledikleri şeyleri nasıl yorumladıklarıyla ve bunlara ne atfettikleriyle ilgilenirler. [2]

Bu bağlamda, bu çalışmada, ulusal ve uluslarası kuruluşlar tarafından kabul edilen standartlar, raporlar, dergiler, kitaplar, makaleler, tezler ve kılavuzlardan elde edilen veriler, tez çalışmasının temel ve ikincil amaçları doğrultusunda birbirini tamamlayacak ve bir bütünlük arz edecek şekilde bir araya getirilerek yorumlanmış, ülkemizdeki karasal yayıncılık spektrumunun ulusal güvenlik bağlamında teknik ve ekonomik verimlilikler dikkate alınarak yönetilmesi gerekliliği ayrıntılı bir şekilde açıklanmış ve ülkemizdeki karasal yayıncılı spektrumunun yönetimine ilişkin önerilen sunulmuştur.

Veri Toplama ve Analiz Teknikleri

Bu tez çalışmasında veri toplama tekniği olarak kaynak tarama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile güncel ve geriye dönük kaynaklar taranarak söz konusu çalışmanın tarihsel ve bilimsel gelişimi ortaya konulmaya çalışılmıştır.[3]

Kaynak tarama yöntemi, konu başlıklarının belirlenebilmesi amacıyla yapılan ön tarama ve tüm ana ve yardımcı kaynakların elde edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen detaylı tarama olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.[4]

---

[1] Ali Yıldırım, Hasan Şimşek, *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayınları, Ankara, 2005, s.39.

[2] Sharan B. Merriam, *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*, (Çev. Selahattin Turan), Nobel Yayıncılık, Ankara, 2015, s. 14.

[3] Kazım Özdamar, *Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 2003, s.71.

[4] Mehtap Yıldız, *Araştırmalarda Kaynak Tarama Yöntemleri*, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005, s.3.

Ön tarama ile konuya ilişkin daha önce gerçekleştirilen çalışmalar incelenerek konu başlıkları ve tezin kapsamı belirlenmiştir. Detaylı tarama adımı ile ITU, IEEE, EBU (European Broadcasting Union), Dünya Bankası, Dünya Ticaret Örgütü, Avrupa Komisyonu gibi uluslararası kuruluşlara ait makaleler, Anayasa Mahkemesinin karasal yayınlara ilişkin kararları, EMO (Elektrik Mühendisleri Odası) raporları ve standartlarının yanı sıra akademik veri tabanları, çevrimiçi kütüphaneler, yayımlanmış tezler ve kurumsal web siteleri taranarak güncel veriler elde edilmiştir. İlgili veriler, tezin amacı doğrultusunda bilimsel etik ve kurallara uygun olarak aktarılmıştır.

Toplanan verilerin analiz edilmesinde, çeşitli veri toplama teknikleri yardımıyla toplanan verilerin önceden belirlenen temalara göre özetlenmesi ve yorumlanmasını içeren veri analiz türü olan betimsel analiz kullanılmıştır.

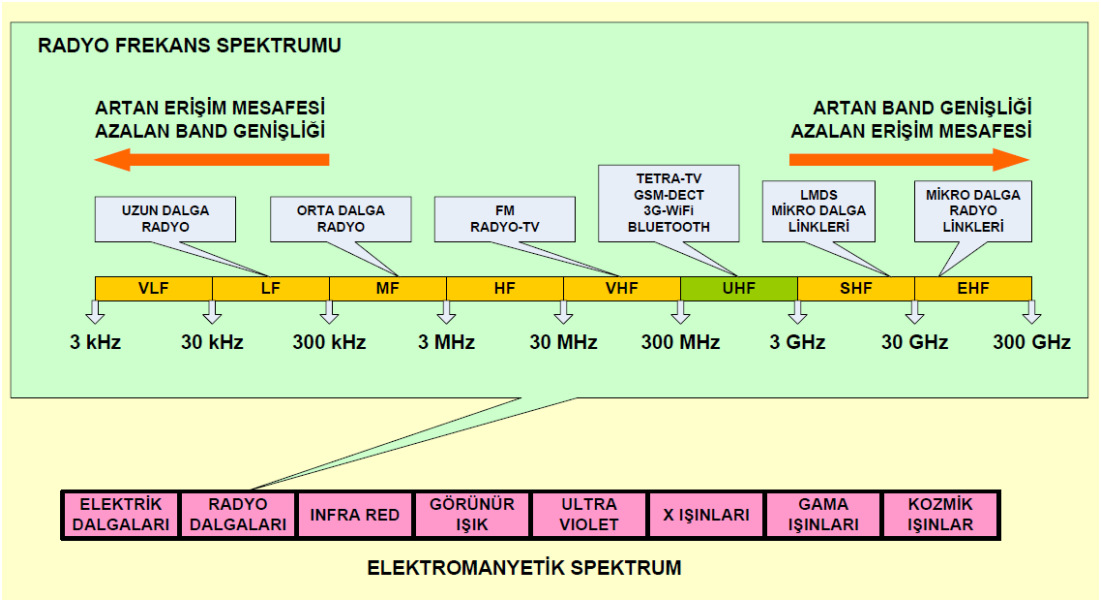
Tezin Kapsam ve Sınırlılıkları

Bu tezin konusu, sınırlı bir ulusal kaynak olan elektromanyetik spektrumun karasal yayıncılıkta kullanılan kısmının ulusal güvenlik bağlamında, teknik ve ekonomik açıdan verimli şekilde tahsisi konusunda önem arz eden uygulamaları kapsamaktadır. Spektrum yönetimin genel amaç ve yöntemlerine gerekli görüldüğü durumlarda yer verilmiştir.

Buna kapsamda hazırlanan bu tez çalışması, elektromanyetik spektrumun geniş bir frekans aralığını içermesi sebebiyle yalnızca, Radyo ve Televizyon Üst Kurulunun da görev alanında yer alan, karasal yayıncılık bantlarının yönetiminde kullanılan standartlar ve uygulamalar, ulusal güvenlik açısından yayın iletim ortamları hakkında değerlendirmeler ve ülkemizde karasal yayıncılıkta kullanılan spektrumun yönetiminde, ulusal güvenliği ilgilendiren konulara ilişkin öneriler ile sınırlandırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM
SPEKTRUM YÖNETİMİ

Spektrum, elektrik enerjisinden gama ışımasına kadar bir elektromanyetik dalganın 9 kHz ile 3000 GHz frekansları arasındaki yayılma frekansı aralıklarının tümünü içermektedir. Aralarında elektronik haberleşmede kullanılan, bir verici tarafından üretilip anten yada antenler topluğu tarafından alınabilen radyo dalgalarının da bulunduğu spektrum, görünür ışık, kızılötesi ışınlar ve tıbbı teşhislerde kullanılan X ışınlarını da kapsar. Uluslararası alanda düzenlemeler yapılması halinde 3000 GHz üzerindeki frekanslar da kullanılabilir hale gelebilecektir. Şekil 1.1'de elektromanyetik spektrumun bölümleri gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Elektromanyetik Spektrumun Bölümleri, Radyo Spektrumu[5]

Her vektörel ifadede olduğu gibi, büyüklüğün yanında yönünün, doğrultusunun ve hızının da var olması elektromanyetik dalgaların ayırt edici özelliklerindendir.

[5] Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (2010), *Spektrumda Serbestleşme ve Yeni Eğilimler*, Ankara, s.8

Elektromanyetik dalgalar, fizik kurallarına uyarak hareket etmektedirler. Bir dalganın dalga boyu (λ), hızının (v) frekansına (f) oranına eşittir ($\lambda = v/f$). Elektromanyetik dalgalar ışık hızında (c= $3x10^8$ m/s) yayıldığı kabul edildiğinden frekans ve dalga boyu bu dalgaların tanımlanmasında önemli yer tutmaktadır.

Frekans, basitçe, bir saniyede üretilen dalga sayısıdır. Hertz (Hz) birimiyle ölçülür. 1 Hz, bir saniyede üretilen bir dalga anlamına gelmektedir. Yukarıda da ifade edildiği üzere elektromanyetik dalgaların dalga boyu ile frekansı arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Yüksek frekans küçük dalga boyu, düşük frekans yüksek dalga boyu anlamına gelmektedir. Dalga boyu, aynı zamanda, bir elektromanyetik dalganın boşlukta yayılma kabiliyeti hakkında da bilgi vermektedir. Özetle; bir elektromanyetik dalga, dalga boyu arttıkça daha uzak bir mesafeye ulaşabilmektedir.

Elektromanyetik dalgalar, fiziksel sınırlara riayet etmezler. Bu sebeple, bir frekansta yayılan bir elektromanyetik dalga ile aynı frekansta başka bir dalganın girişimde bulunması, bu frekansı tanıyarak çalışan cihazların gerekli doğru bilgiyi alamamasına ve aksaklıklara neden olacağından elektromanyetik spektrumun yönetilmesi zorunludur.

Bu bölümde spektrum yönetimin amaç ve hedefleri, spektrum yönetiminde önemli rol oynayan spektrum mühendisliği, spektrum yönetimindeki uluslararası uygulamalar, ülkemizde spektrum yönetimi, uluslararası koordinasyon ve spektrum yönetiminde uygulanan yeni bakış açıları incelenecektir.

1.1. SPEKTRUMUN YÖNETİMİNİN AMAÇ VE HEDEFLERİ

Günümüzde radyo dalgaları, ulusal güvenlik, kamu güvenliği, yayıncılık, iş dünyası, endüstriyel iletişim, navigasyon, havacılık ve deniz haberleşmesi ve kişisel iletişim gibi artan sayıda servislerde kullanılmaktadır.[6]

[6] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.3-4

Teknolojik gelişmelerin yaşanması, farklı uygulamalarda spektrum kullanımına kapı aralamıştır. Spektrum kullanımındaki artan talepler, elektromanyetik spektrumun düzenlenmesi ve yönetilmesi ihtiyacını doğurmuştur.

Sınırlı ve kıt bir ulusal kaynak olan spektrumdan tam olarak faydalanılabilmesi, her ülkenin kendi radyo-iletişim sistemlerinin uygulamasını kolaylaştırması ve girişimleri en aza indirebilecek uygun spektrum yönetimi yöntemleriyle ilgilidir. Bu bağlamda, spektrumun verimli şekilde kullanılması, ulusal olarak etkin bir şekilde düzenlenmesi ve uluslararası alanda iyi koordine edilmiş olmasına bağlıdır.

Bir spektrum yönetim sisteminin etkinliği kolayca tanımlanamasa da, genel olarak, sistemin ulusal ihtiyaçları ne kadar karşıladığı ve halkın çıkarlarının radyo spektrumunu kullananlar karşısında ne kadar korunabildiğiyle ile ilgilidir.[7]

Uluslararası anlaşmalar gereği her ülke kendi elektromanyetik spektrumunu düzenleme yetkisine sahiptir. Ulusal spektrum yönetimi, coğrafi sınırlar içerisinde elektromanyetik spektrumu yönetecek yapılar, usuller ve çeşitli düzenlemelerden oluşmaktadır.[8] Ulusal spektrum yönetimi, kanunlar ve ulusal spektrum politikaları ile yakından alakalıdır. Karar alıcıların, spektrumun etkin kullanılmasını sağlarken, ekonomik ve sosyal yönden gelişimi teşvik edecek uygulamaları da göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.

Spektrum ile ilgili ulusal hedefler arasında;[9]

- Ülke ve dünya çapında, kişisel ve iş amaçlı kullanımlar için etkin telekomünikasyon hizmetlerinin sunulması,
- Altyapıların geliştirilmesi ve radyo-iletişim hizmetlerinin sağlanmasında yeniliğin teşvik edilmesi,

[7] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.3-4
[8] A.g.k.
[9] A.g.k.

- Sağlanacak servislerin, güvenlik ve savunma da dâhil olmak üzere ulusal çıkarlara hizmet etmesi,
- Yaşam ve mülkiyet hakkının korunmasına yardımcı olması,
- Suçun önlemesi ve kolluk kuvvetlerinin desteklenmesi,
- Ulaşım hizmetlerinde ulusal ve uluslararası sistemlerin desteklenmesi,
- Doğal kaynakların korunmasının teşvik edilmesi,
- Eğitim, genel ve kamuya yararlı bilgi ve kültürel faaliyetlerin yaygınlaştırılmasının sağlanması,
- Bilimsel araştırma, kaynak geliştirme ve keşiflerin teşvik edilmesi gibi hususlar yer almaktadır.

Bahsedilen hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için spektrum yönetimi sisteminin, frekans bantlarının servislere ve kullanıcılara tahsisi, kullanıcıların yetkilendirilmesi ve kaydedilmesi gibi konularda oluşturulacak standartların uygulanması hususunda etkin bir yöntem sunması gerekmektedir.[10]

Bunun yanında, bir spektrum yönetim sistemi, uzun vadeli bir ulusal spektrum planı, uzun vadeli ulusal gereksinimlerin analizi, teknolojinin gelişimi ve spektrum yönetimi kabiliyetlerine bağlı olarak gelecekteki spektrum kullanımına ilişkin yeni bakış açıları sunmalıdır. Bu bağlamda, ulusal frekans planı tablosu, kullanıcıların kendi hedeflerini belirleyebilecekleri bir çerçeve sağlayan bir planın kilit unsuru olduğu düşünülmektedir.[11]

Uzun vadeli ulusal spektrum planı, spektrum yönetimi organizasyonunun gelecekteki gereksinimleri karşılamak için atması gereken adımları belirtmesinin yanında kamu yararına yapılabilecek spektrum politikası önerilerini de içermesi gerekmektedir.[12]

[10] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.3-4
[11] A.g.k.
[12]A.g.k.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) tarafından yayınlanan Ulusal Spektrum Yönetimi El Kitabı'nda, ulusal spektrum yönetiminin temel sorumluluk ve gereklilikleri arasında: spektrum planlaması ve yönetimi, ücretlendirmeler de dâhil olmak üzere spektrum yönetiminin finansmanı, frekans bandının tahsisi, lisanstan muaf spektrum da dâhil olmak üzere frekans tahsisinin yapılması ve lisanslanması, ulusal irtibat ve danışmanlık hizmetleri, frekans koordinasyonu ve bildirimi de dâhil olmak üzere uluslararası ve bölgesel işbirliği, standartlar ve cihazların yetkilendirilmesi, spektrumun izlenmesi, denetimler ve incelemeleri içeren spektrum yönetimi uygulamaları, idari ve yasal düzenlemeler, bilgisayar otomasyonu, spektrum mühendisliği ve eğitimlerini de içeren spektrum yönetimi destek fonksiyonlarının var olması sayılmaktadır.[13]

Spektrum yönetiminde temel öge olan ulusal frekans planının hazırlanması ve uygulanması konusunda sorumlu idarelerin, teknolojik gelişmelerin yanı sıra, sosyal, ekonomik ve politik gerçeklikleri de göz önünde bulundurması gerekmektedir. Söz konusu göz önünde bulundurulması gereken konular arasında frekans hizmeti ihtiyaçları, frekansı kullananların bu hizmetlerden edineceği faydalar, yaşam güvenliği, mülkiyetin korunması ve afetlerin hafifletilmesi de dahil olmak üzere hizmetin göreli sosyal ve ekonomik önemi, yeni uygulamaların mevcut uygulamalar üzerine etkisi, güvenlik, havacılık, denizcilik ve bilimsel hizmetler için kamu gereksinimleri[14] sayılabilir.

1.2. SPEKTRUM MÜHENDİSLİĞİ

Yaygınlaşan spektrum kullanımı spektrumda sıkışıklığa neden olmaktadır. Bu kapsamda, spektrumun etkin ve verimli kullanılmasını da içeren spektrum yönetimin temel amaçlarının gerçekleştirilmesi, fizik kurallarına tabii bir olgu olan elektromanyetik dalgaların iletimindeki teknik kriterlerin iyi belirlenmiş olmasına sıkı sıkıya bağlıdır.

[13] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre, s.8
[14] A.g.k., s. 10

Temel olarak bir haberleşme sistemi, elektrik sinyali üreten bir verici, bu sinyalin havada istenilen doğrultuda yayılmasına yarayan verici anten, gönderilen bu sinyalin toplanmasını sağlayan alış anteni ve sinyali anlamlı bilgiler haline getirebilen alıcılardan oluşmaktadır. Şekil 1.2'de haberleşme sistemlerinin temel blok şeması gösterilmektedir.

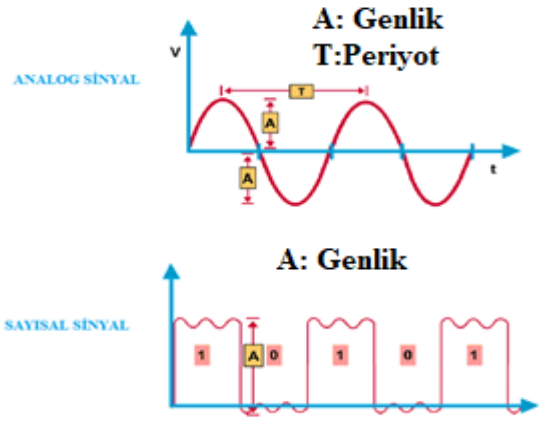


Şekil 1.2 Radyo Haberleşmesi Temel Blok Şeması

Sinyal, en geniş tanımıyla, zamana göre değişen ölçülebilir nicelik olarak ifade edilmektedir. Günlük hayatımızda sıklıkla karşılaştığımız sinyaller radyo haberleşmesinin temelini oluşturmaktadır. Radyo haberleşmesinde kullanılan sinyaller, çoğunlukla, zaman değişkenine göre değişen sinüs dalgalardır.

Elektromanyetik dalgalar, her vektörel büyüklükte olduğu gibi, yönü, doğrultusu, şiddeti ve büyüklüğü olan ölçülebilir niceliklerdir. Zamana bağlı olarak süreklilik gösteren sinyaller, analog sinyal olarak ifade edilmektedir. Bunun yanında, bir zaman aralığı içerisinde belirli sayıda değerler kümesinden oluşan sinyallere sayısal sinyal ya da ayrık sinyaller (discrete signal) denilmektedir.

Sayısal sinyaller, *Shannon Örnekleme Teoremine* göre (veya *Nyquist Oranına*), analog sinyallerden, bant genişliğinin 2 katından az olmayan aralıklarla alınan örneklemelerden oluşur. Şekil 1.3'te analog ve sayısal sinyallerin grafiksel olarak karşılaştırması gösterilmektedir.



Şekil 1.3 Analog ve Sayısal Sinyal Karşılaştırması

Spektrum yönetiminin verimli ve etkili olarak gerçekleştirilebilmesi adına verici ve alıcıların, veri iletiminde kullanılacak spektrum bandının özelliklerine göre ayarlanmış ya da belirli spektrumda çalışabilecek şekilde üretilmiş olması gerekmektedir.

Spektrum mühendisliği, haberleşme sistemlerinde kullanılacak cihazların teknik özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra aynı frekans bandında iletimi yapılacak sinyallerin birbirilerine zararlı girişimlerde bulunmasının önüne geçilmesi için alıcı ve vericilerin uyması gereken asgari teknik şartların belirlenmesidir.

Sinyalin hangi frekans bandından, hangi sinyal tekniğinde (analog ya da sayısal) ve hangi modülasyon tekniğiyle iletileceği, ne kadar güç kullanılacağı, frekans toleransının ne olacağı, bant genişliğinin ne kadar olması gerektiği, verilerin paketlenmesinde hangi sıkıştırma tekniğinin kullanılacağı ve hangi protokole göre iletiminin yapılacağının bilinmesi cihaz özelliklerinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Bu bölümde; spektrum mühendisliği alanında göz önünde bulundurulması gereken temel hususlar ile çeşitli kavram ve yöntemlere ilişkin tanımlama ve açıklamalara yer verilmektedir.

1.2.1. Taşıyıcı Frekans

Bir bilgi sinyalinin iletilmesi amacıyla modüle edilen (kiplenen) ve genellikle bilgi sinyalinin frekansından daha yüksek bir frekansa sahip olan **karakteristik frekanslara**[15] taşıyıcı frekans denir. Taşıyıcı frekans ile **atanmış frekansın**[16] aynı olması gerekmektedir. Aksi takdirde zararlı girişimler (enterferans) kaçınılmaz olacaktır. Taşıyıcı frekansın haberleşme alanındaki öneminin anlaşılabilmesi için modülasyonun (kipleme) anlaşılması gerekmektedir.

Ülkemizdeki tüm radyoların bir süreliğine aynı frekanstan yayın yaptıklarını düşünüldüğünde tüm yayınların birbirine karıştığı ve anlaşılmaz bir hal aldığı görülecektir. Radyo yayınlarının mümkün olabilecek en uzak mesafedeki insanlara sağlıklı şekilde ulaştırılabilmesi, bilgi sinyalinin ayrı kanallardan, mümkün olabilecek en az girişimle, en hızlı ve çevresel sınırlayıcılardan en az etkilenmiş halde iletilmesi ile mümkündür. Anlamlı bir bilginin (ses, görüntü vs.) tüm bu zararlı etkilerden uzak bir şekilde iletilmesi amacıyla bir taşıyıcı frekans üzerine bindirilmesi işlemine modülasyon denir.

Bir sinyalin doğru şekilde alınabilmesi için minimum alıcı anten boyu, dalga boyunun en az dörtte biri kadar olması gerekmektedir (λ/4). Örneğin, saniyede 3000 salınım yapan ışık hızındaki bir elektromanyetik dalganın sağlıklı bir şekilde alınabilmesi için:

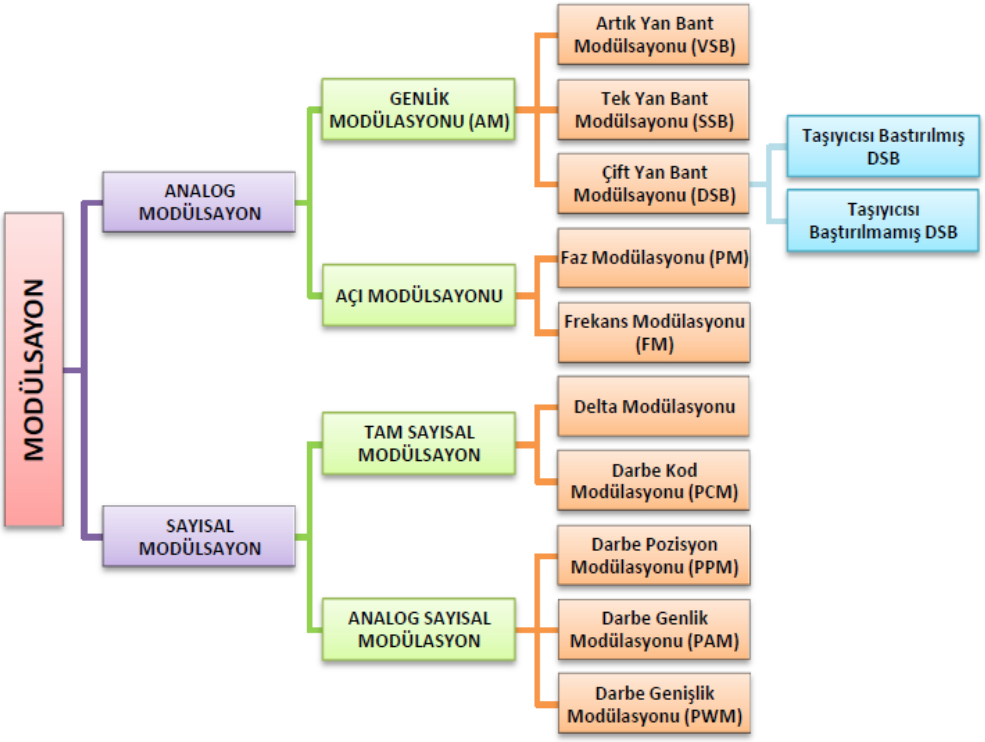
$$\lambda = \frac{c}{\mathrm{f}} = \frac{300000\left(\frac{km}{sn}\right)}{3000\left(\frac{1}{sn}\right)} = 100000 \text{ metre} ; \; l_{min=} \frac{100000}{4} = 25000\, metre$$

boyunda bir antene ihtiyaç duyulmaktadır.

Anten boyunun uygulanabilir hale getirilebilmesi için sinyal frekansının artırılması ve dalga boyunun düşürülmesi gerekmektedir. Bu amacın

[15] ITU (2016), Radio Regulation Articles, ITU Cenevre, s.20
[16] Atanmış frekans: Bir vericinin çalıştığı merkez frekansı (bkz. A.g.k.)

gerçekleştirilmesi temelde bir sinyalin kendisinden daha yüksek frekanslı bir sinyal üzerine bindirilmesi işlemi olan modülasyona ile mümkündür. Modülasyon, modülasyon tekniği açısından, analog ve sayısal olmak üzere ikiye ayrılır. Farklı modülasyon türleri Şekil 1.4'te gösterilmektedir.

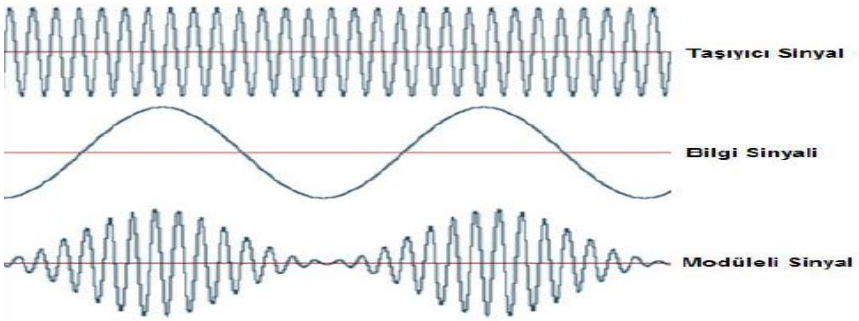


Şekil 1.4 Modülasyon Türleri[17]

Sinüsoidal bir taşıyıcı sinyalin, anlık değeri $e= E_{c\ (max)}.\sin[(2\pi f_c t)+ \Theta)]$ denklemiyle gösterilsin. Burada E_c, taşıyıcı sinyalin genliğini; f_c, taşıyıcı sinyalin frekansını; Θ'nın ise taşıyıcı sinyalin faz açısını gösterdiği düşünüldüğünde, bir bilgi sinyaline göre taşıyıcı sinyalin bu parametrelerinden birisinin diğerleri sabit kalmak koşuluyla değiştirilmesi işlemine analog modülasyon denir.[18]

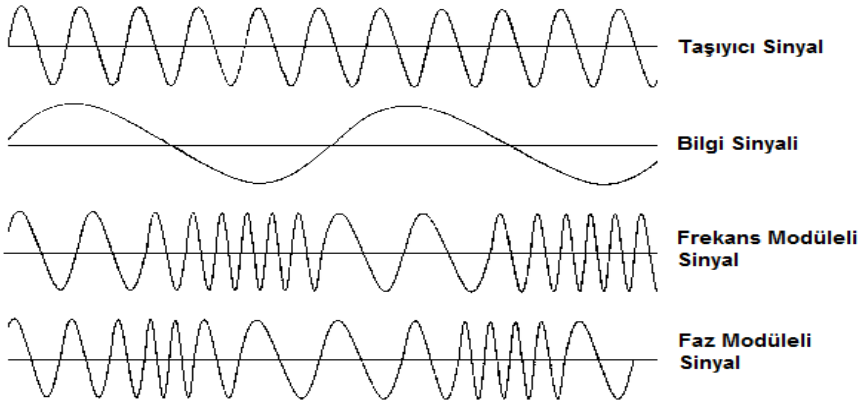
Taşıyıcı sinyalin genliğinin, frekansı ve fazı sabit kalmak şartı ile değiştirilmesine Genlik Modülasyonu (GM) denir. Grafik 1.1'de genlik modülasyonu grafiksel olarak gösterilmektedir.

[17] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Analog ve Sayısal Haberleşme, Ankara 2013, s.14
[18] A.g.k.



Grafik 1.1 Genlik Modülasyonu Grafiksel Gösterimi

Taşıyıcı sinyalin frekansının, genliği ve fazı sabit kalmak şartı ile değiştirilmesine Frekans Modülasyonu (Frequency Modulation-FM) denir. Taşıyıcı sinyalin fazının, genliği sabit kalmak şartı ile değiştirilmesine Faz Modülasyonu (Phase Modulation-PM) denir. PM'de frekans etkilenmeden faz değiştirilememektedir. Grafik 1.2'de frekans modülasyonu ve faz modülasyonu grafiksel karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir.

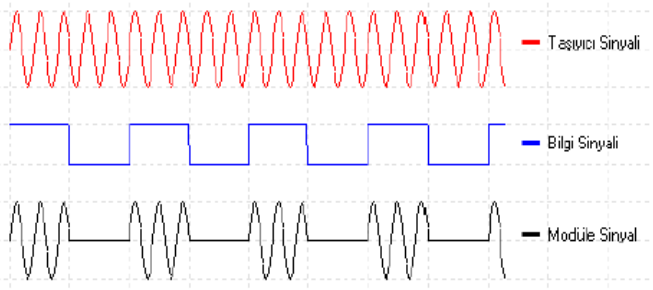


Grafik 1.2 Faz ve Frekans Modülasyonu Grafiksel Gösterimi

Taşıyıcı frekans ile taşınan bilgi, bir analog sinyal olabileceği gibi sayısal bir sinyal de olabilmektedir. Analog bir bilgi sinyalinin analog taşıyıcı frekans üzerine bindirilmesine benzer yöntemler, sayısal bir bilgi sinyalinin analog taşıyıcı frekans üzerine bindirilmesinde de kullanılmaktadır.

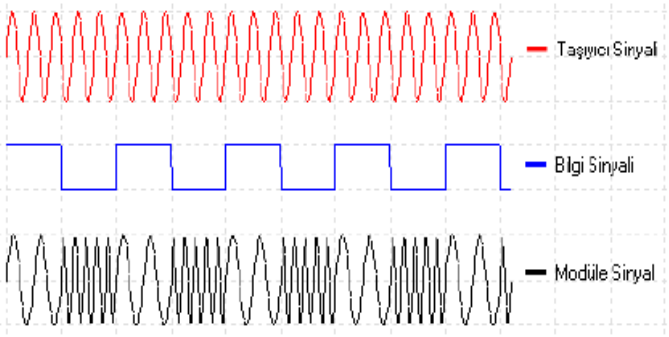
Sayısal mantıkla kodlanmış (1 ve 0'lardan oluşan) bir bilgi sinyalinin (sayısal sinyal), analog bir taşıyıcının genliği üzerine bindirilmesi tekniğine Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (Amplitude Shift Keying-ASK) denir. Genlik Modülasyonuna

benzemekle birlikte tek farkı bilgi sinyalinin sayısal bir sinyal olmasıdır. Grafik 1.3'te Genlik Kaydırmalı Anahtarlama grafiksel olarak gösterilmektedir.[19]



Grafik 1.3 Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (ASK)[20]

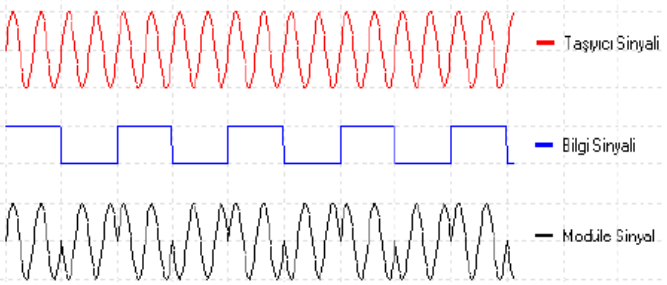
Sayısal bir bilgi sinyalinin, analog bir taşıyıcının frekansına bindirilmesine Frekans Kaydırmalı Anahtarlama (Frequency Shift Keying-FSK) denir. Frekans Modülasyonuna benzemekle birlikte tek farkı, bilginin sayısal bir sinyal olmasıdır.[21] Grafik 1.4'te Frekans Kaydırmalı Anahtarlama gösterilmektedir.



Grafik 1.4 Frekans Kaydırmalı Anahtarlama (FSK)[22]

Sayısal bir bilgi sinyalinin analog bir taşıyıcı sinyalin faz açısına bindirilmesi işlemine Faz Kaydırmalı Anahtarlama (Phase Shift Keying-PSK) denir. Faz Modülasyonuna benzemekle birlikte tek fark bilgi sinyalinin sayısal olmasıdır.[23] Bu tür kiplemelerde faz açıları bir değerden diğer değere ani olarak değiştirilmektedir. Grafik 1.5'te faz kaydırmalı anahtarlama örneği görülmektedir.

[19] ÇIBUK, Musa (2004), "*Haberleşme Sistemlerinde Kullanılan Temel Kodlama Ve Sıkıştırma Teknikleri*", Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayınlanmış Doktora Semineri, Elazığ
[20] A.g.k.
[21] A.g.k.
[22] A.g.k.
[23] A.g.k.



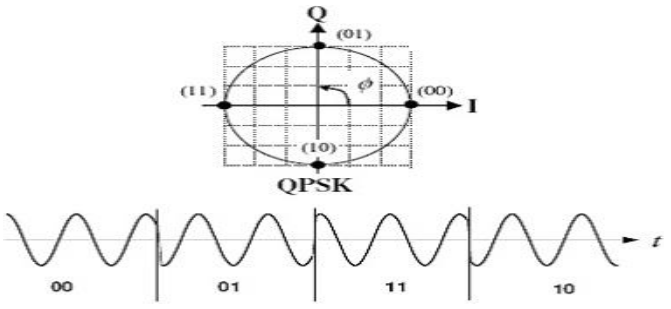
Grafik 1.5 Faz Kaydırmalı Anahtarlama (PSK)[24]

Faz kaydırmalı Anahtarlama ile modüle edilmiş bir sinyal:

$s(t) = Acos\left(\boldsymbol{\omega}t + \frac{2k\pi}{M}\right)$, k=0,1,... M-1 şeklinde gösterilebilir.

Burada M sayısı faz açısının kaç değişik değer alabileceğini göstermektedir. Faz kaydırmalı anahtarlama kiplemesi genel ifade ile "M-PSK" olarak adlandırılmaktadır. En basit faz kaydırmalı kipleme M=2 değeri için elde edilen ikili kipleme olup "Binary-PSK" olarak adlandırılmaktadır. En çok rastlanan faz kaydırmalı kipleme tekniği ise M=4 değeri için elde edilen Dikgen Faz Kaydırmalı Anahtarlama (Qaudrature Phase Shif Keying-QPSK) kiplemesidir. [25]

Bu kiplemede faz değişimleri 90°'lik açılarla gerçekleşmektedir. QPSK modülasyon tekniğinde kod çözmede meydana gelebilecek hataları ve kullanılan bant genişliğini en aza indirmek için "GRAY" kod kullanılmaktadır. Bu kodlama çeşidi her seferinde bir bitlik değişime izin verdiğinden 00,01,11 ve 10 şeklindeki 4 kelimeden oluşmaktadır.[26] Şekil 1.5'te PSK kipleme çıkış vektörleri ve QPSK sinyali gösterilmektedir.

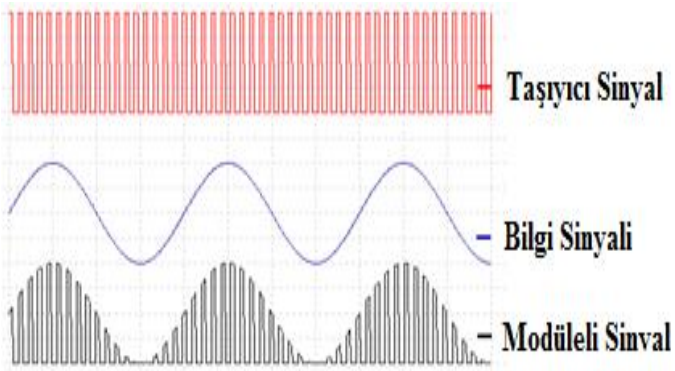


Şekil 1.5 PSK Kipleme Çıkış Vektörleri ve QPSK Sinyal Değişimi[27]

[24] ÇIBUK, Musa (2004), "*Haberleşme Sistemlerinde Kullanılan Temel Kodlama Ve Sıkıştırma Teknikleri*", Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayınlanmış Doktora Semineri, Elazığ
[25] Morgül, Avni, Sayısal Televizyon Tekniği, Papatya yayınları, İstanbul, 2011, s.211.
[26] A.g.k.
[27] A.g.k.

Sayısal haberleşme, sayısal bilgi sinyalinin, dikdörtgen veya kare dalga (darbe katranı) ile modüle edilmesi işlemine denir. Sayısal haberleşmede-analog haberleşmede olduğu gibi-bilgi sinyali, taşıyıcı sinyalin parametrelerinde değişiklik meydana getirir. Taşıyıcı darbe katranı parametrelerinin bilgi sinyaline göre değiştirilmesi işlemine darbe modülasyonu denir.[28]

Dikdörtgen veya kare dalga taşıyıcı sinyal genliğinin, bilgi sinyalinin genliğine bağlı olarak değiştirilmesine Darbe Genlik Modülasyonu (Pulse Amplitude Modulation - PAM); taşıyıcı sinyalin darbe genişliğinin bilgi sinyalinin genliğine bağlı olarak değiştirilmesine Darbe Genişlik Modülasyonu (Pulse Width Modulation-PWM) veya Darbe Süresi Modülasyonu (Pulse Duration Modulation - PDM); taşıyıcı sinyalin başlangıç konumunun bilgi sinyalinin genliğine bağlı olarak değiştirilmesine Darbe Konum Modülasyonu (Pulse Position Modulation - PPM) denir. [29] Grafik 1.6'da Darbe Genlik Modülasyonu gösterilmektedir.



Grafik 1.6 Darbe Genlik Modülasyonu

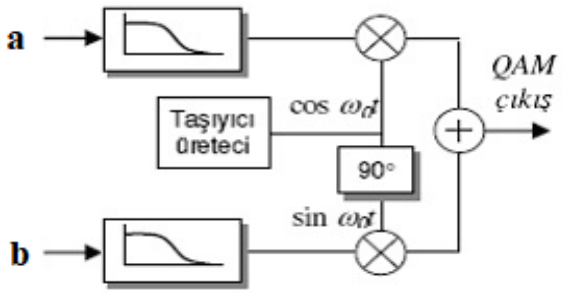
Darbe genlik modülasyonu (PAM), darbe genişlik modülasyonu (PWM) ve darbe konum modülasyonu (PPM) yöntemlerine aynı zamanda analog darbe modülasyon yöntemleri de denmektedir. PAM, PWM ve PPM yöntemlerinde modüle edilmiş sinyalin parametreleri, bilgi sinyaline bağlı olarak değişir ve bilgi sinyaline göre herhangi bir değer alabilir.[30]

[28]T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2013), Bilişim Teknolojileri, Haberleşme Teknikleri, Ankara, s.21
[29] A.g.k.
[30] A.g.k.

Bilgi sinyalinin, kodlanmış bir grup sayısal darbe (keskin genlik) tarafından temsil edilmesiyle gerçekleştirilen sayısal modülasyona Darbe Kod Modülasyonu (Pulse Code Modulation-PCM) denir. Darbe kod modülasyonu, ikili sayı sisteminde üretilmiş bir modülasyon şeklidir. [31]

Modüle edilmiş sinyal, parazit tarafından bozulmuş ise alıcının parazit sinyalini tam olarak ayırt edebilmesi imkânsız hale gelmektedir. Sinyal biçiminin sayısal olması parazit etkilerinin yok edilmesini kolaylaştırmaktadır.[32]

Daha çok sayısal kablo yayınlarında kullanılan Dikgen Genlik Modülasyonunda (Quadrature Amplitude Modulation-QAM) iki giriş sinyali bulunmaktadır. Giriş sinyallerinden birisi cos ($\omega_0 t$) şeklindeyse diğeri sin ($\omega_0 t$) şeklinde olacağından sinyal: s(t)= a cos ($\omega_0 t$)+b sin ($\omega_0 t$) şeklinde ifade edilebilmektedir. Burada a ve b katsayıları sayısal giriş kelimesini oluşturmakta olup dikgen genlik kiplemesini gerçekleştirmek için iki çarpma devresi ve bir faz kaydırıcıdan oluşan Şekil 1.6'daki devre kullanılmaktadır.[33]

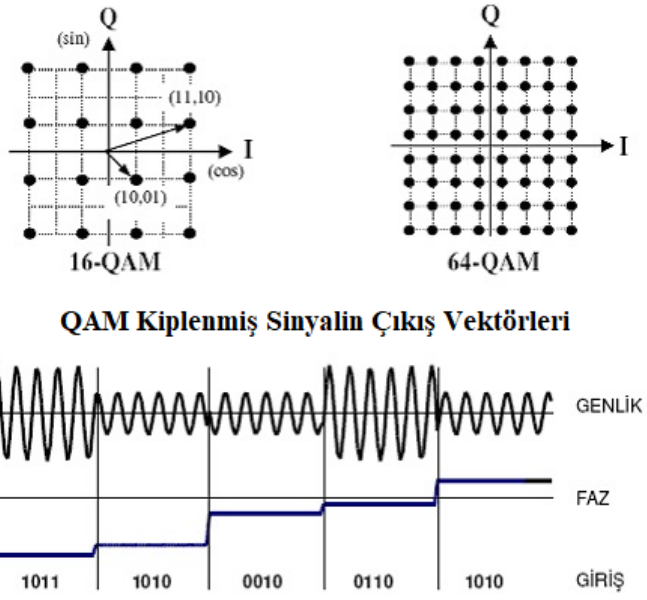


Şekil 1.6 QAM Kipleme Blok Şeması[34]

Karışmaları engellemek adına giriş sinyallerinin bir alçak geçirgen filtreden geçirilmesi gerekmektedir. 16-QAM kodlamada 16 değişik kelime söz konusu olduğundan her kelimenin 4-bit, a ve b katsayılarının ise ikişer bit uzunlukta olması gerekmektedir.[35]

[31] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2013), Bilişim Teknolojileri, Haberleşme Teknikleri, Ankara, s.21
[32] A.g.k., s.24-31
[33] Morgül, Avni, Sayısal Televizyon Tekniği, Papatya yayınları, İstanbul, 2011, s.209-210.
[34] A.g.k.
[35] A.g.k.

Alıcı tarafta sinyalin en az hata ile çözülebilmesi için elde edilecek 16 değişik vektörün birbirine eşit uzaklıkta olması gerekmektedir. Benzer şekilde, 64-QAM kodlamada, a ve b değerleri 8 farklı değer alabilmektedirler. Şekil 1.7'de 16-QAM ve 64-QAM kiplemesi için çıkış vektörleri ve QAM kiplenmiş bir sinyalin zamanla değişimi gösterilmektedir.[36]

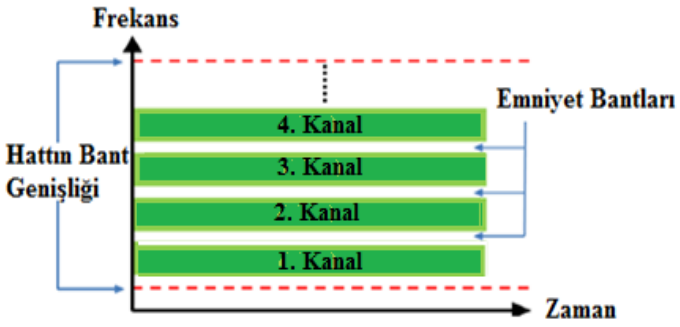


Şekil 1.7 QAM Kiplenmiş Sinyalin Çıkış Vektörleri, QAM Kiplenmiş Sinyalin Zamana Göre Değişimi[37]

Birden fazla sinyalin birleştirilerek tek bir sinyal haline getirilmesine çoklama (multiplexing) denir. Çoklama işleminin temelinde bir bilgi kanalı üzerinden birden fazla sinyalin aktarılması yer almaktadır.[38] Çoklama yönteminde iletilen sinyaller analog ya da sayısal olabilmektedir.

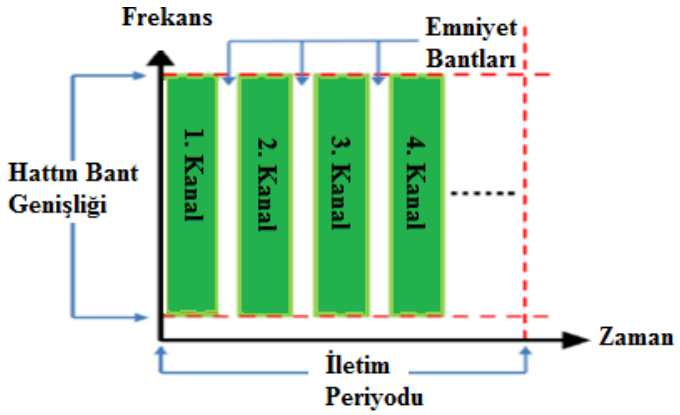
Frekans Bölmeli Çoklama (Frequency Division Multiplexing-FDM) tekniğinde bant genişliği iletilecek bilgi sinyali sayısına göre değişiklik gösterir. Grafik 1.7'de FDM tekniği gösterilmektedir.

[36] Morgül, Avni, Sayısal Televizyon Tekniği, Papatya yayınları, İstanbul, 2011, s.209-210.
[37] A.g.k.
[38] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Bilişim Teknolojileri, Haberleşme Teknikleri, Ankara 2013, s.15



Grafik 1.7 Frekans Bölmeli Çoklama (FDM)[39]

Zaman Bölmeli Çoklama (Time Division Multiplexing-TDM) tekniğinde ise, her kanala düzenli zaman aralıklarında ayrı ayrı bant genişliği tanımlanmaktadır. Bu zaman aralığında o kanala ait bilgiler aktarılmaktadır.[40] Grafik 1.8'de TDM tekniği gösterilmektedir.

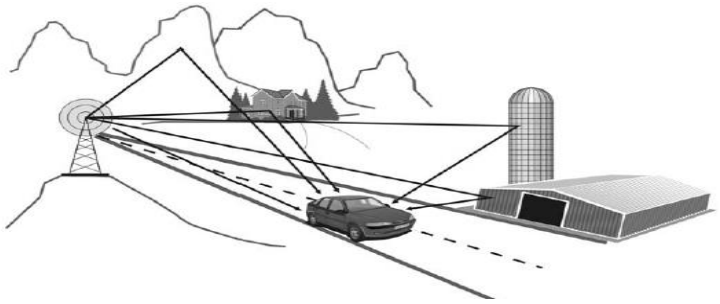


Grafik 1.8 Zaman Bölmeli Çoklama (TDM)[41]

Uydu ve kablo ortamlarının aksine, karasal ortamdan iletilen sinyaller, yeryüzü şekilleri ve binalar gibi fiziksel engellerden kaynaklanan, yansıma ve dağılmalara maruz kalabilmektedirler. Alıcı tarafında, doğrudan vericiden gelen sinyallerle birlikte bahsedilen fiziksel etkilerin sebep olduğu yansıma ve dağılmalar sonucu oluşan sinyaller de alınmakta olup bu sinyaller, doğrudan iletilen sinyallerden faklı zamanlar ve farklı açılar ile alıcıya ulaşmaktadır.[42] Karasal iletim ortamındaki çok yollu (multi path) alış senaryosu Şekil 1.8'de gösterilmiştir. Analog iletim tekniğinde bu şekilde

[39] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Bilişim Teknolojileri, Haberleşme Teknikleri, Ankara 2013, s.15
[40] A.g.k.
[41] A.g.k.
[42] Beutler, Roland (2008), *Digital Terrestrial Broadcasting Networks*, Springer Science+Business Media, LLC, Stuttgart, s.14-15

çok yönden alınan sinyaller gürültülere ve yayın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.



Şekil 1.8 Karasal İletim Ortamındaki Çok Yollu Alış Senaryosu[43]

Çok yollu yayılımdan kaynaklı sorunlara çözüm sağlanması amacıyla *Kodlu Dikgen Frekans Bölmeli Çoklama* (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing-COFDM) tekniği üretilmiştir. 1970'li yıllarda bulunmasına rağmen o yılların teknolojisinde kullanılamayan bu teknik, sayısal sinyal işleme tekniklerinin gelişmesiyle birlikte sayısal radyo ve televizyon ağı ile Kablosuz Yerel Veri İletişim Ağı (Wireless LAN) sistemlerinde başarı ile kullanılmaya başlanmıştır.[44]

Gelen veri dizisinin, çok sayıda alt taşıyıcılarla iletilmesi esasına dayanan COFDM tekniğinde, taşıyıcı frekanslar ve faz açıları uygun bir şekilde seçilerek birbirlerine dik (ortagonal) olmaları sağlanır. Bu sayede, yan yana gelen taşıyıcı frekansların birbirinin üzerine gelerek sinyallere zarar vermesinin önüne geçilmektedir. Böylece taşıyıcı frekanslar birbirine yakın seçilip frekans bandına daha fazla taşıyıcı ekleyerek spektrumun daha etkin bir şekilde kullanılmı sağlanmaktadır. Haberleşmede yaygın olarak kullanılan FDM ile OFDM arasındaki en önemli farkı bu oluşturmaktadır.[45]

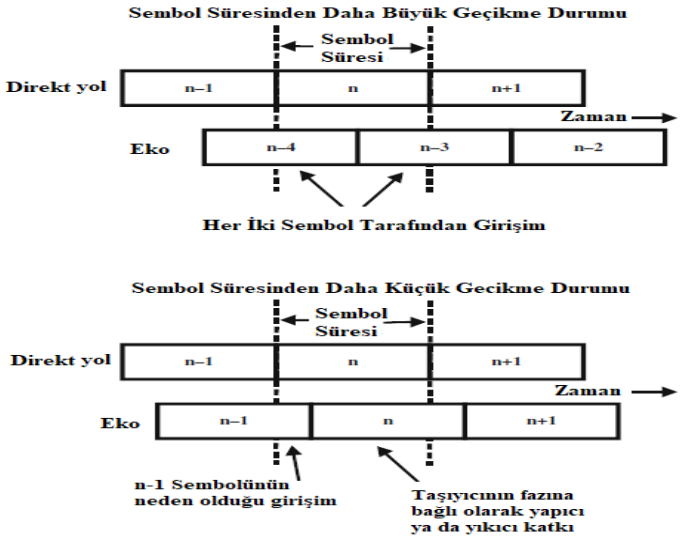
Analog iletimin aksine COFDM tekniğinde, giriş sinyali sayısallaştırılırak T_s süresinin sembolleri olarak adlandırılan uygun bir kodlamayla iletilir. Fiziksel olarak her bir sembol, genlikleri ve fazları sayısal giriş sinyaline karşılık gelecek şekilde

[43] Beutler, Roland (2008), *Digital Terrestrial Broadcasting Networks*, Springer Science+Business Media, LLC, Stuttgart, s.14-15.
[44] Morgül, Avni, Sayısal Televizyon Tekniği, Papatya yayınları, İstanbul, 2011, s.212-213.
[45] A.g.k.

ayarlanabilen bir dizi taşıyıcının üst üste bindirilmesi sonucunda elde edilmektedir. T_s süresi geçtikten sonra, giriş sinyaline göre yeni genlikler ve fazlar seçilir, bu durum yeni sembolün meydana gelmesine neden olmaktadır. Daha sonra sembol, T_s süresi için tekrar üretilir.[46]

Konunun anlaşılabilmesi adına sadece iki sinyal girdisinden oluşan basit bir senaryo düşünelim. İki sinyal arasındaki göreceli gecikmeye bağlı olarak alıcı, güçlü ya da zayıf, yapıcı ve ya bozucu bir girişime maruz kalacaktır. Bu bağlamda, iletilen bilgilerin doğru bir şekilde çözülebilmesi için alıcının, gelen sembollerle eşzamanlı olarak çalışması gerekmektedir. Şekil 1.9'da sembol süreleri ile değerlendirme penceresinin görece büyüklükleri açısından sinyallerin üst üste gelme durumları gösterilmektedir.[47]

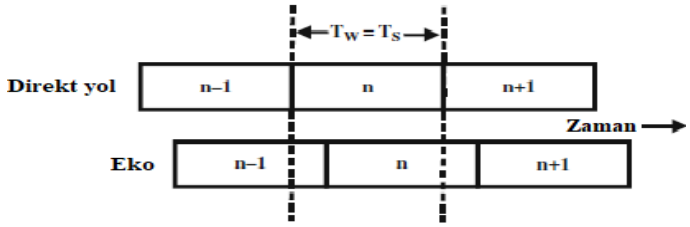
Alınan sinyalin değerlendirme penceresi (T_w) uzunluğunun bir kısmı örneklenip Hızlı Fourier Dönüşüm (Fast Fourier Transform-FFT) uygulanarak genlikler ve fazlar hesaplanır. [48] Şekil 1.10'da ölçüm penceresi ve sembollerin eşit olduğu durumlar için (T_s=T_w) sinyallerin göreceli konumu gösterilmektedir.



Şekil 1.9 Sinyallerin Üst üste Gelmesi Durumları[49]

[46]Beutler, Roland (2008), *Digital Terrestrial Broadcasting Networks*, Springer Science+Business Media, LLC, Stuttgart, s.18
[47] A.g.k.
[48] A.g.k.
[49] A.g.k.

Şekil 1.9'dan da anlaşılacağı üzere, iki sinyal arası gecikme, sembol uzunluğundan (T_s) küçük olduğu durumlarda, değerlendirme penceresi (T_w), sembol (n) ve yan sembollerden (n-1 veya n+1) katkılar içermektedir. Bunun yanında, gecikme, sembol süresinden (T_s) büyük olduğunda, gecikme ile gelen sinyal bozucu etkide bulunacağından alış kalitesi önemli ölçüde düşecektir.[50]



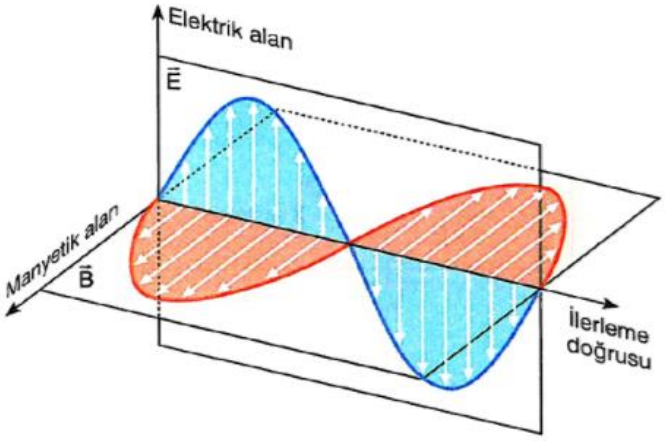
Şekil 1.10 Tw=Ts Durumunda Değerlendirme Penceresi ve Sembollerin Göreceli Durumu[51]

Sembol uzunluğu (T_s) ile değerlendirme penceresi (T_w) arasındaki fark, koruma aralığı olarak da ifade edilmektedir. Koruma aralığının yayın kalitesi açısından uygun bir değer seçilmesi gerekmektedir. Paratikte, karşılaşılabilecek en uzun gecikme süresinden daha büyük bir koruma aralığı seçmek alış kalitesini iyileştirmesinin yanında sistemin veri taşıma kapasitesini önemli ölçüde azaltacaktır.[52]

1.2.2. Radyo Dalgası Yayılım Modeli

Durgun yüklerin etrafında elektrik alan oluşmaktadır. Bunun yanında, yük taneciği sabit hızla hareket ettirildiğinde yük taneciğinin etrafında hem elektrik alan hem de manyetik alan oluşmaktadır. Elektrik alandaki değişim, manyetik alanda bir değişime neden olacağı gibi manyetik alanda meydana gelen değişim de elektrik alanda bir değişime neden olmaktadır. Elektrik alan ve manyetik alanların değişim vektörleri birbirlerine diktir. Şekil 1.11'de elektrik alan ve manyetik alan vektörlerinin birbirilerine göre konumları gösterilmektedir.

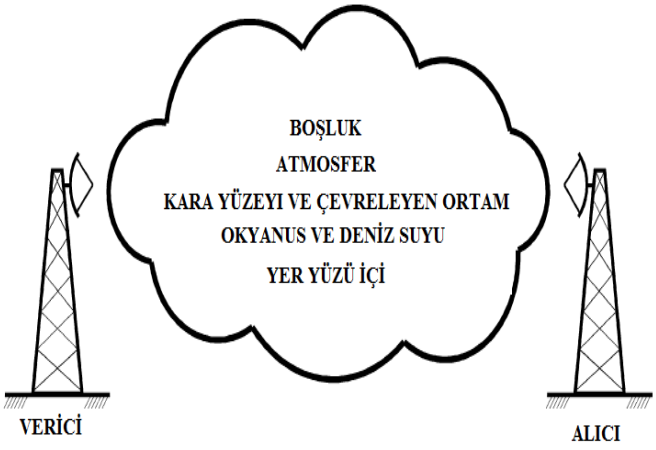
[50]Beutler, Roland (2008), *Digital Terrestrial Broadcasting Networks*, Springer Science+Business Media, LLC, Stuttgart, s.18
[51] A.g.k.
[52]A.g.k.



Şekil 1.11 Elektrik Alan ve Manyetik Alan Değişim Vektörleri

Elektromanyetik dalgalar, kılavuzlu ve ya kılavuzsuz ortamlardan iletilirler. Kılavuzlu ortamlar genelde elektromanyetik dalgaların bir kablo ya da bir iletken vasıtasıyla iletildiği ortamlardır. Kılavuzsuz ortamlar ise elektromanyetik dalgaların kablo ya da iletkenden bağımsız olarak iletildiği ortamlardır.

Radyo dalgaları genellikle boşluk, kara yüzeyi ve çevreleyen ortamlar, atmosfer, okyanus ve deniz suyu ya da yerküre içi gibi kablosuz iletim ortamlarında yayılırlar. Şekil 1.12'de elektromanyetik dalgaların yayılım ortamları gösterilmektedir.



Şekil 1.12 Radyo Dalgaları İletim Ortamları

Elektromanyetik dalgalar, kablosuz iletim kanallarından iletilirken binaların, coğrafik engellerin varlığı nedeniyle yansıma, kırılma ya da saçılma/dağılma gibi yayılım etkilerine maruz kalmaktadırlar. Bir elektromanyetik dalga kendi dalga

boyundan daha büyük nesnelerle karşılaştığında yansımaya, keskin düzensizliklere sahip bir yüzeyle karşılaştığında kırılmaya, dalga boyundan küçük nesnelerin yer aldığı ortamda yayılırken ise saçılmaya/dağılmaya uğramaktadır.

Elektromanyetik dalgaların, yeryüzü dalgası, gökyüzü dalgası, uzay dalgası, kırınım, troposferik saçılma ve doğrudan yayılım (Line of Sight Propagation-LoS) gibi karakteristiklerinin dikkate alınması iletim kayıplarının hesaplanmasına yardımcı olacaktır.[53] Tablo 1.1'de çeşitli frekans bantları için elektromanyetik dalgaların yayılım karakteristikleri ve kullanıldığı hizmetler gösterilmektedir.

Tablo 1.1 Çeşitli Frekans Bantları İçin Yayılım Karakteristikleri ve Kullanım Alanları

FREKANS BANDI	FREKANS ARALIĞI	KARAKTERİSTİK	KULLANIMI
VLF (VERY LOW FREQUENCY)	3-30 kHz	Yeryüzü Dalgası	Uzun Menzilli Radyo Navigasyonu ve Stratejik Haberleşme Sistemleri.
LF (LOW FREQUENCY)	30 -300 kHz	Yeryüzü Dalgası, Gökyüzü Dalgası	Uzun Menzilli Radyo Navigasyonu ve Stratejik Haberleşme Sistemleri.
MF (MEDIUM FREQUENCY)	0.3-3 MHz	Yeryüzü Dalgası, Gökyüzü Dalgası	Orta Menzilli Noktadan Noktaya Haberleşme Sistemleri, Yayıncılık ve Denizcilik Haberleşmesi Sistemleri.
HF (HIGH FREQUENCY)	3-30 MHz	Gökyüzü Dalgası	Uzun ve Kısa Menzilli Noktadan Noktaya Haberleşme Sistemleri, Global Yayın ve Mobil Sistemler.
VHF (VERY HIGH FREQUENCY)	30-300 MHz	Uzay Dalgası, Troposferik Saçılma, Kırınım	Kısa ve Orta Menzilli Noktadan Noktaya Haberleşme Sistemleri, Mobil, LAN, Ses ve Video Yayıncılığı, Kişisel İletişim Sistemleri.
UHF (ULTRA HIGH FREQUENCY)	0.3-3 GHz	Uzay Dalgası, Troposferik Saçılım, Kırınım, LoS	Kısa, Orta ve Uzun Menzilli Noktadan Noktaya Haberleşme Sistemleri, Mobil, LAN, Ses ve Video Yayını, Kişisel İletişim, Uydu Haberleşme Sistemleri.

[53] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.140

SHF (SUPER HIGH FREQUENCY)	3-30 GHz	LoS	Orta-Kısa Menzilli Noktadan Noktaya Haberleşme Sistemleri, Mobil, LAN, Ses ve Video Yayını, Mobil/Kişisel İletişim, Uydu Haberleşme Sistemleri.
EHF (EXTREMELY HIGH FREQUENCY)	30-300 GHz	LoS	Kısa Mesafeli, Noktadan Noktaya Haberleşme Sistemleri, Mikro Hücresel Sistemler, LAN, Kişisel İletişim ve Uydu Haberleşme Sistemleri.

Yeryüzü dalgaları, çoğunlukla, AM radyo, radyo navigasyon ve kısa dalga radyo sistemlerinde kullanılmaktadır. Yeryüzü dalgaları, 1 / mesafe² ile orantılı bir şekilde zayıflamakla birlikte yerkürenin eğriliğini takip ederek kırılmaya uğramaktadırlar. Ayrıca, bu yayılım modelinde dalgalar, 1 kHz ile yaklaşık 3 MHz frekans aralığında verimli bir dalga kılavuzu özelliği göstermektedirler. [54]

Yeryüzü dalgalarının yayılımı, görüş açısında bulunan nesnelere ya da geçtiği ortamlara bağlıdır. Örneğin çöl gibi aşırı kuru ortamlarda sinyaller 15 km yol alabilirken nemli ortamlarda bu mesafe yaklaşık 30 km'ye çıkmaktadır. Deniz ya da okyanus gibi su ortamlarında sinyalin hareket mesafesi 100 km ile 800 km arasında değişmesinin yanında ormanlar sinyalin yayılım menzilini olumsuz yönde etkilemektedir.[55]

Gökyüzü dalgaları ise, iyonosfer yansımalarını kullanmaktadırlar. İyonosfer tabakası, atmosferin üst bölgelerine (90 ila 1000 km) karşılık gelmektedir. Güneşin ultraviyole radyasyonu nedeniyle bu bölge oldukça iyonizedir. İyonosfere çarpan sinyal, frekansı ve yayılım açısına bağlı olarak bükülür ya da kırılır. [56]

[54](https://lr.ttu.ee/irm/sideseadmete_mudeldamine/Yannik_Shortwave_propagation_and_communications_systems.pdf) (19.07.2018)
[55] A.g.k.
[56] A.g.k.

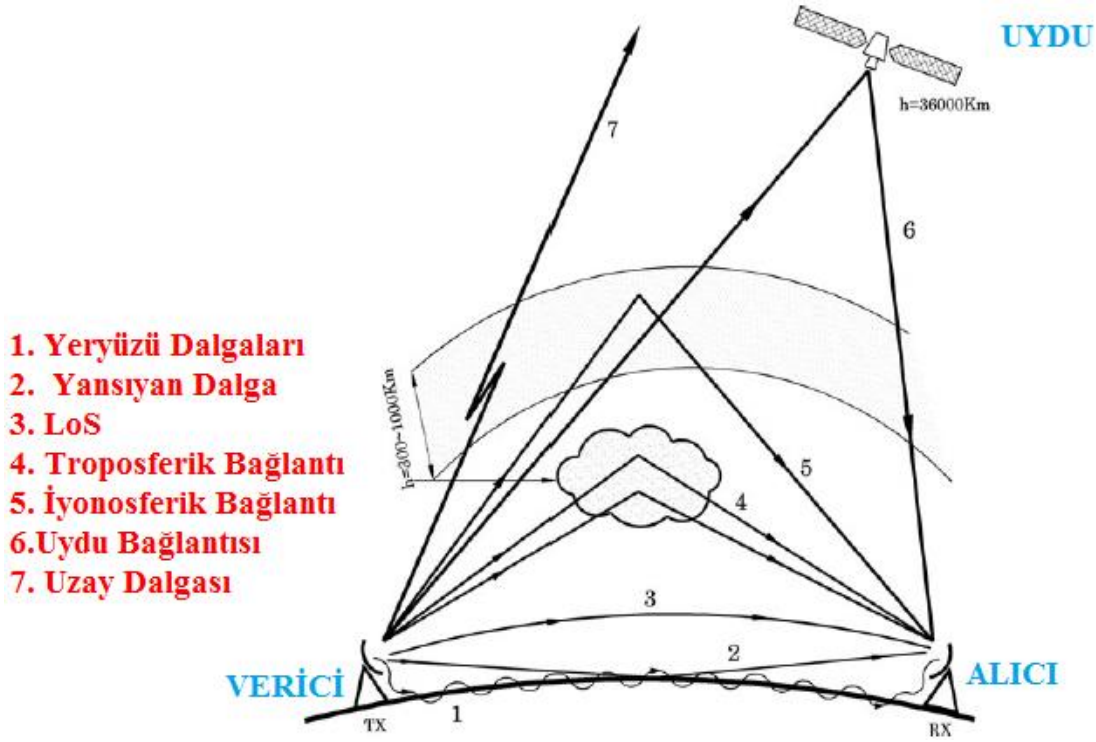
Gökyüzü dalgalarının başarılı bir şekilde iletimi iyonosferin iyonlaşma durumuna bağlıdır. İyonosfer tabakasındaki iyonlaşma, düşük ultraviyole frekansının üst iyonosfer tabakasını etkilemesinin yanında atmosferin iyonlaşması, güneş lekeleri, kozmik ışınlar ve göktaşı aktiviteleri sonucu oluşan parçacıklardan da kaynaklanabilmektedir.[57]

Yol uzunluğu ve iyonesfer koşullarına bağlı olarak farklı yayılım şekilleri meydana gelmektedir. Bu bağlamda, iyonosfer tabakasına ulaşan bir dalga, birden fazla yansımaya uğrayabileceği gibi iyonosferin E ve F katmanlarında sıkışabilir. Bu katmaların yük dağılımındaki değişimler önem arz etmektedir. Buna ek olarak,uzak mesafelere sinyal iletiminin gerçekleştirilmesi durumunda sinyal iyonosferik etkilerden dolayı saçılmaya da uğrayabilmektedir.[58]

Troposferik linkler, noktadan noktaya haberleşmede, troposfer tabakasından sapan/yansıyan ve troposferik saçılıma uğrayan elektromanyetik dalgalardan faydalanırlar. İyonosferik linkler ise, MF, HF ve ses yayıncılığında, uzun mesafeli haberleşme için iyonosfer tabakasının D,E ve F katmanlarından yansıyan dalgaları kullanmaktadır. [59]

Yansıyan dalgalar, UHF, FM yayıncılığı ve TV ağını da içeren mikrodalga radyo linklerinde yaygın olarak ana rotayla birlikte çoklu linkler üretirler. Uydu linkleri ise yer istasyonu ile arasında yaklaşık 40.000 km uzaklık bulunan iletişim uyduları ile haberleşmede kullanılmaktadır.[60] Şekil 1.13'te temel radyo linklerinin yayılım yolları gösterilmektedir.

[57](https://lr.ttu.ee/irm/sideseadmete_mudeldamine/Yannik_Shortwave_propagation_and_communications_systems.pdf) (19.07.2018)
[58] A.g.k.
[59] Ghasemi, Abdollah, Abedi, Ali, Ghasemi, Farshid (2012), Propagation Engineering in Wireless Communications, Springer International Publishing AG, ABD, s.36-37
[60] A.g.k.



Şekil 1.13 Temel Radyo Linklerinin Yayılım Yolları

LoS linkler, karasal mikrodalga sistemler ile birlikte UHF ve radar ağlarında kullanılmaktadır. Direkt olarak antenden antene yayılım modu olan görüş açısı (line-of-sight) yayılım modunda, atmosferik zayıflamalar ve yeryüzünden yansıyan dalgalardan kaynaklı enterferanslar önem arz etmektedir. Aynı anten yüksekliğine (h) sahip iki anten arasındaki en uzak mesafe $d = 3{,}57\sqrt{Kh}$ şeklinde bulunmaktadır. Burada K sabiti değeri $\frac{4}{3}$ olarak alınır. İki antenin yüksekliğinin aynı olmadığı durumlarda, birinci anten yüksekliği h_1, ikinci anten yüksekliği h_2 olarak düşünüldüğünde, iki anten arası en uzak mesafe $d = 3{,}57(\sqrt{Kh1} + \sqrt{Kh2})$ şeklinde hesaplanmaktadır.[61]

Görüldüğü üzere, elektromanyetik dalgaların yayılımında çevresel etkiler önemli rol oynamaktadır. Elektromanyetik dalgalar doğaları gereği kırınım, yansıma yada saçılmaya uğradıklarından arazi şartları, istenen veya istenmeyen sinyal seviyelerini olumlu yada olumsuz şekilde etkilemektedir.

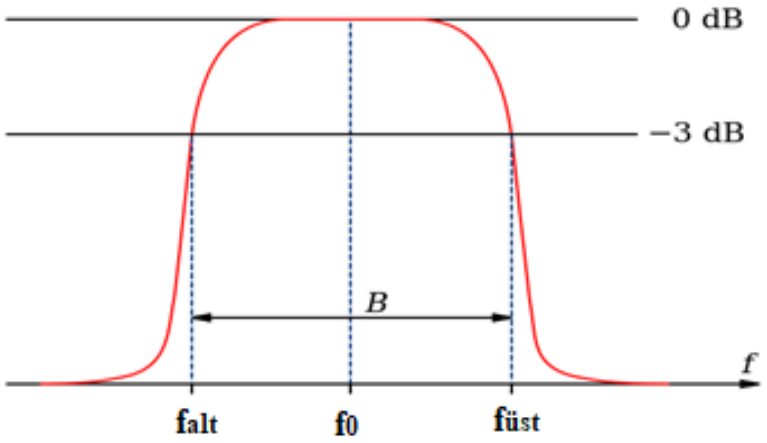
[61] Ghasemi, Abdollah, Abedi, Ali, Ghasemi, Farshid (2012), Propagation Engineering in Wireless Communications, Springer International Publishing AG, ABD, s.36-37

Elektromanyetik dalgaların yayılım kayıplarının hesaplanması sırasında arazi ve yayılım ortamı bilgilerinin mevcut olması gerekmektedir. Bu bilgiler, yayılım kaybının hesaplanmasının yanında alıcı tarafında istenen sinyal seviyesinin ya da girişim seviyesinin hesaplanmasında önemli bir yere sahiptir.

1.2.3. Bant Genişliği

Bir elektromanyetik yayılımının bant genişliği, spektrumun en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak açısından önemli role sahiptir. Genellikle bant genişliği, teknolojinin ve hizmet niteliğinin izin verdiği en düşük değerde tutularak spektrumun verimli kullanımı sağlanmaktadır.[62]

Modüle edilmiş bir taşıyıcı sinyalin elektromanyetik spektrumda işgal ettiği frekans aralığına bant genişliği denir. Şekil 1.14'te bir sinyalin bant genişliği gösterilmektedir. Bir sinyalin taşıdığı bilgi ne kadar çok olursa o kadar çok bant genişliği gerekmektedir.



Şekil 1.14 Bant Genişliği

Pratikte bant genişliği, yaygın olarak, sinyal kazancının – 3 dB'den fazla olduğu ya da bir başka ifade ile sinyaldeki bozulmanın 3 dB'den az olduğu frekans aralığı olarak da ifade edilmektedir. Bu aynı zamanda genlik kazancının %70.7'den daha fazla olduğu ya da güç kazancının, maksimum güç kazancının yarısından fazla

[62] ITU (2016), Radio Regulation Articles, ITU Cenevre, s.30

olduğu frekans aralığına karşılık gelmektedir.[63] Bu şekilde ifade edilen bant genişliğine 3 dB bant genişliği denir.

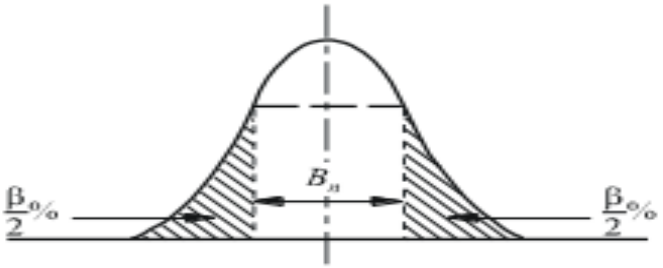
Bant genişliği belirlenirken tüm iletim sistemlerinin yanı sıra söz konusu bandı paylaşan diğer sistemler, modülasyon yöntemleri ve yayılım modelleri de dahil olmak üzere sinyallerin tüm teknik çalışma koşullarının dikkate alınması gerekmektedir. Ayrıca, bir emisyon sınıfının spektrumla ilgili özellikleri belirlenirken, ITU Telsiz Tüzüğün'ün (Radio Regulation Articles) 1.146 ve 1.147 numaralı maddelerinde de bahsedilen **gerekli bant genişliği** (necessary bandwidth) ve **işgal edilen bant genişliği** (occupied bandwidth) tanımlarının göz önünde bulundurulması faydalı olacaktır.[64]

Bir radyo iletim hattı ya da verici sistemleri tarafından iletilmek istenen sinyal ya da çoklanmış sinyallerin işgal ettiği banda **temel bant** (baseband), bu sinyallerin işgal ettiği bant genişliğine ise **temel bant bant genişliği** (baseband bandwidth) denir.[65]

Bir yayılım yönteminde, belirli şartlar altında, bir bilginin istenen oran, kalite ve hızda iletilmesini sağlamak için gerekli olan bant genişliğine **gerekli band genişliği** (necessary bandwidth) denir.[66] Şekil 1.15'te B_n ile gösterilen aralık gerekli bant genişliğini göstermektedir.

İşgal edilen bant genişliği (occupied bandwidth), gerekli bant genişliğinin alt limitinin aşağısı ve üst limitinin yukarısında olacak şekilde, yayılan ortalama güçlerin her birinin söz konusu emisyonun toplam ortalama gücünün belirlenen yüzdesinin β/2 oranına eşit olduğu noktalar arasında yer alan frekans aralığına denir. Radyoiletişim Kurulu (Radio Communication Assembly) tarafından aksi belirtilmedikçe β/2 oranı %0.5 olarak alınır.[67] Şekil 1.15'te gerekli işgal edilen bant genişliği gösterilmektedir.

[63] http://www.wikizero.co/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvQmFuZHdpZHRoXyhzaWduYWxfcHJvY2Vzc2luZyk
[64] ITU(2006) , *Rec. ITU-R SM.328-8 : Spectra And Bandwıdth Of Emıssıons*, s1
[65] A.g.k., s2
[66] ITU (2016), Radio Regulation Articles, ITU Cenevre, s.21
[67] A.g.k.



Şekil 1.15 Gerekli Bant Genişliği, İşgal Edilen Bant Genişliği

Bant genişliğinin hesaplamasının yapılabilmesi amacıyla çeşitli emisyon şekilleri ve modülasyon teknikleri için bazı formüller geliştirilmiştir. ITU Tavsiye dokümanı Rec. ITU-R SM.1138'te çeşitli emisyon türleri için bant genişliği hesaplamaları yer almaktadır. Bu çalışmanın konusu olan radyo ve televizyon sinyallerinin çeşitli modülasyon türlerindeki bazı bant genişliği hesaplama formülleri Tablo 1.2'de yer almaktadır.

Tablo 1.2 Radyo ve Televizyon Yayınları İçin Gerekli Bant Genişliği Hesaplama Formülleri [68] [69]

Emisyon Tanımları	**Gerekli Bant Genişliği**	
	Formül	**Örnek Hesaplama**
Genlik Modülasyonu		
Ses Yayını		
Ses Yayını, Çift Yanbant	**B_n=2M** M istenen kaliteye bağlı olarak 4000 ile 10000 arasında değişebilir.	Konuşma ve müzik **M**=4000 **Bant Genişliği** =8000 Hz = 8kHz
Ses Yayını, Tek Yanbant, Azaltılmış Taşıyıcı (Tek Kanal)	**B_n=M** M istenen kaliteye bağlı olarak 4000 ile 10000 arasında değişebilir.	Konuşma ve müzik **M**=4000 **Bant Genişliği:** 4000 Hz= 4kHz

[68] ITU (2010), *Rec. ITU-R SM.1138-2: Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions,*s.1-8

[69] **B_n**: Gerekli Bant Genişliği, **D**: Tepe sapması, **K**: Emisyona göre değişen ve izin verilen sinyal bozulmasına bağlı olan genel bir sayısal sabit, **M**: Maksimum modülasyon frekansı.

Ses Yayını, Tek Yanbant, Bastırılmış Taşıyıcı	**B_n=M-(En Düşük Modülasyon Frekansı)** M istenen kaliteye bağlı olarak 4000 ile 10000 arasında değişebilir.	Konuşma ve müzik **M**=4500 **En Düşük Modülasyon Frekansı**: 50 Hz **Bant Genişliği**: 4500 Hz-50 Hz = 4450 Hz =4.45 kHz
Televizyon		
Televizyon, Görüntü ve Ses	Yaygın olarak kullanılan televizyon sistemlerinin bant genişliği için ilgili ITU-R belgelerine başvurun.	**Satır Sayısı**: 625 **Nominal Video Bant Genişliği**: 5 MHz **Video Taşıyıcısıyla İlgili Ses Taşıyıcısı**: 5.5 MHz **Toplam Görüntü Bant Genişliği** : 6.25 MHz **Koruma bantları dahil FM ses bant genişliği**: 750 kHz **RF Kanal Bant Genişliği**: 7 MHz
Frekans Modülasyonu		
Ses Yayını (Mono)	**B_n=2M+2DK** K=1 (tipik değeri)	Mono **D** = 75 000 Hz **M** = 15 000 **Bant Genişliği**: 180 000 Hz = 180 kHz
Bileşik Emisyonlar		
Telefon Alt Taşıyıcısıyla Çoklanmış Ses Yayını (Stereo)	**B_n=2M+2DK** K=1 (tipik değeri)	Pilot ton sistemi; **M** = 75 000 **D** = 75 000 Hz **Bant Genişliği**: 300 000 Hz = 300 kHz

1.2.4. Verici Frekans Toleransı

Frekans toleransı, ITU-RR'nin 1.151'nci maddesinde, atanan frekansta gerçekleşen bir emisyonun işgal ettiği frekans bandı ile bu emisyonun merkez frekansı arasındaki izin verilen maksimum sapma ya da referans frekanstaki bir emisyon ile bu emisyonun karakteristik frekansı arasındaki izin verilen maksimum sapma olarak tanımlanmaktadır.[70]

Frekans spektrumunun ekin bir şekilde kullanılmasında önemli bir husus da istikrarsız kullanımdan kaynaklı spektrum kayıplarının gerekli bant genişliğinden küçük olmasının sağlanmasıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, frekans toleransının temsili bant genişliğinin ±% 1'i kadar olması spektrum ekonomisi açısından kabul edilebilir görülmektedir.[71]

1.2.5. Verici Gücü Hesaplaması

Verici gücü, ITU Telsiz Tüzüğü'nün birinci maddesinde tepe zarf gücü (peak envelope power), ortalama güç (mean power), ya da taşıyıcı güç (carrier power) olarak ifade edilmektedir.

Yine aynı maddede bir vericinin tepe zarf gücü (peak envelope power), normal çalışma koşullarında alınan modüle edilmiş bir sinyal paketinin tepe noktasında, bir radyo frekans devri süresinde bir verici tarafından anten iletim hattına verilen ortalama güç olarak; ortalama güç (mean power), normal çalışma koşullarında alınan modülasyondaki en düşük frekansa kıyasla yeterince uzun zaman aralığında verici tarafından anten iletim hattına verilen ortalama güç olarak; taşıyıcı güç (carrier power) ise modülasyonsuz koşullarda bir frekans devri süresince verici tarafından anten iletim hattına verilen ortalama güç olarak tanımlanmaktadır.[72]

[70] ITU (2016), Radio Regulation Articles, ITU Cenevre, s.31
[71] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.133
[72] ITU (2016), Radio Regulation Articles, ITU Cenevre, s.22

Emisyon tiplerine göre farklı isimlerle adlandırılsa da bir vericinin gücü daha sade bir ifade ile bir vericiden bir alıcıya iletilmek istenen bilginin taşınması için kullanılan ortalama güçtür.

Verimli bir spektrum kullanımı açısından, bir bilginin taşınmak istenen alanda diğer vericilerle girişime neden olmayacak şekilde iletilmesi için mümkün olan en düşük verici gücü değerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Verici gücü hesaplamalarında genellikle **etkin yayılım gücü** (effective radiated power-E.R.P) değeri kullanılmaktadır. ITU-RR'nin 1.161,1.162 ve 1.163 numaralı maddelerinde **eşdeğer izotropik yayılım gücü** (equivalent isotropically radiated power-E.I.R.P), verilen yönde izotropik antene bağlı anten kazancı ile verici gücü çarpımı olarak; etkin yayılım gücü (E.R.P), verilen yönde yarım dalga dipol anten kazancı ile verici gücünün çarpımı olarak; etkin **monopol yayılım gücü** (effective monopol radiated power-E.M.R.P) ise verilen yönde kısa dikey anten (monopol anten) kazancı ile verici gücünün çarpımı olarak tanımlanmaktadır.[73]

Verici gücü hesaplamalarında göz önünde bulundurulması gereken bir diğer konu ise anten kazancıdır. Antenler, haberleşme alanında vericiden çıkan bir sinyalin istenilen yönde iletilmesini ve alıcı tarafında ise bir vericiden gelen sinyalin toplanarak alıcıya iletilmesini yarayan iletken yada iletkenler bütünüdür.

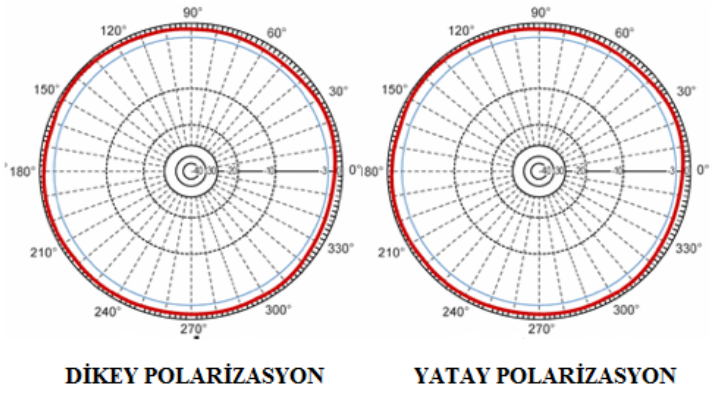
Elektromanyetik teoride bir antenin güç kazancı yada sade ifadeyle kazancı çıkış gücünün giriş gücüne oranı şeklinde ifade edilir. Bir verici antende kazanç, verici antene giren sinyal gücünün istenen yönde iletilme verimini göstermektedir. Benzer durum alıcı antenleri için de geçerlidir.

Anten kazançları, belirlenen referans antene bağlı olarak değişiklik göstermektediler. Genellikle referans anten, gerçekte fiziksel olarak var olmayan,

[73] ITU (2016), Radio Regulation Articles, ITU Cenevre, s.32

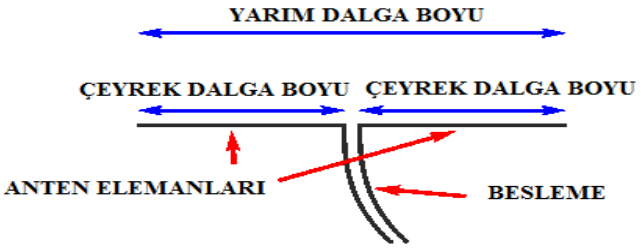
gücünü her yöne düzgün bir şekilde yaydığı varsayılan ideal bir anten olarak izotropik antenler kullanılmaktadır.

İzotrpik antenler, küresel düzlem alanlarında 1 dB (desibel) kazanç elde ederek %100 verim elde edilen antenlerdir. Anten kazancı çoğu zaman dBi cinsinden veya izotropik desibel cinsinden belirtilir. Şekil 1.16'da bir izotropik antenin yayılım deseni gösterilmektedir.



Şekil 1.16 İzotropik Anten Yayılım Deseni

Genellikle birbirine paralel dalga boyunun dörtte biri oranında iki elemandan oluşan,empedansın en düşük seviyeye düştüğü merkezden beslenen antenlere yarım dalga dipol anten denir. Şekil 1.17'de yarım dalga dipol anten örneği görülmektedir.



Şekil 1.17 Yarım Dalga Dipol Anten

Toprak levhası adı verilen bir iletken plaka üzerine genellikle dik olarak ve iletken plaka ile elektriksel temas ettirilmeden yerleştirilen çeyrek dalgaboyunda (λ/4) düz bir metal çubuktan oluşan antenlere monopol anten denir.

Bu bilgiler ışığında E.R.P, verici çıkış gücü ile iletim hattı ve tüm iletim hattı bileşenleri de dahil olmak üzere tüm yarım dalga dipol anten sisteminin kazancının çarpımı yoluyla bulunmaktadır.

$$(E.R.P = Verici\ Çıkış\ Gücü\ x\ Sistem\ Kazancı).$$

Sistem kazancı ve kayıplar çoğunlukla desibel cinsinden ifade edildiğinden hesaplamalar desibel cinsinden yapılmaktadır. Ve E.R.P, genellikle gücün miliwatt referans alınan desibel değeri karşılığı olan dBm üzerinden ifade edilir. Bu sebeple E.R.P hesaplaması aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

$$E.R.P(dBm) = Verici\ Çıkış\ Gücü\ (dBm) + Sistem\ Kazancı\ (dBm)$$

Sistem kazancı ise tüm iletim hattı kayıplarına anten kazancının eklenmesiyle elde edilmektedir:

$$(Sistem\ Kazancı = İletim\ Hattı\ kaybı + Anten\ kazancı).$$

E.I.R.P, E.R.P'nin 1.64 katına eşittir. (E.I.R.P (w) = 1.64 x E.R.P(w)). Bu bağıtının desibel türünden karşılığı (E.I.R.P (dBw) = E.R.P (dBw) + 2.15dB) şeklinde olmaktadır.[74]

En düşük verici gücünün hesaplanması, yayın yapılacak ağların kapsama alanlarının bilinmesi ile de yakından ilgilidir. Kapsama alanı içerisindeki alış noktalarında yayının sağlıklı bir şekilde alınması, alıcı anten girişinde ölçülen minimum alan şiddeti ve üzerindeki değerlerde mümkün olmaktadır. Minimum alan şiddetinin bilinmesi, aynı zamanda, sinyallerin zararlı girişimlerden korunması konusunda da önem arz etmektedir.

Bu bağlamda, minimmum alan şiddeti (E_{min})[75];

$$E_{min}=\varphi_{min}+120+ 10 \log (120\pi)= \varphi_{min}+145{,}8$$

[74] http://www.wikizero.co/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRWZmZWN0aXZlX3JhZGlhdGVkX3Bvd2Vy

[75] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*, s.60

eşitliği yardımıyla elde edilmektedir. Alış tarafındaki minimum güç akısı yoğunluğu (Power Flux Density) olarak ifade edilen φ_{min} (dB(W/m^2) , alıcı girişindeki minimum giriş gücünden ($P_{s\ min}$), etkin anten genişliği (A_a) ve besleyici kayıplarının (L_f) çıkarılmasıyla elde edilmektedir:

$$\varphi_{min}\ (dB(W/m^2) = P_{s\ min}(dBW) - A_a(dBm^2) - L_f\ (dB)$$

Alıcı girişindeki minimum giriş gücü $P_{s\ min}$(dBW) ise, alıcı girişindeki gürültü gücü P_n (dBW) ile C/N (dB) oranı değerlerinin toplamına eşittir:

$$P_{s\ min} = C/N + Pn$$

$$P_n = F + 10 \log (k\ T_0\ B)$$

Burada, F (dB), alıcı gürültü desenini; k, Boltzmann sabitini (k = 1.38 x 10^{-23} (J/K)); T_0 ,mutlak sıcaklığı (T_0=290 ^oK) ifade etmektedir.

Çeşitli modülasyon türlerindeki DVB-T sinyalleri için minimum alan şiddeti değerleri Tablo 1.3'te, analog sistemler için VHF ve UHF bantlarında kırsal ve şehirlerdeki belirlenen minimum alan şiddetleri Tablo 1.4'te gösterilmektedir.

Tablo 1.3 DVB-T 8 MHz Sistemler İçin Minimum Alan Şiddeti Değerleri[76]

Frekans	200			550			700		
Sistem değişken koruma aralığı 1/4	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3
Alıcı gürültü deseni (F (dB))	5	5	5	7	7	7	7	7	7
Alıcı C/N oranı (dB)	8	14	20	8	14	20	8	14	20
Besleyici Kaybı (L_f (dB))	3	3	3	3	3	3	5	5	5
Anten Kazancı (G (dB))	5	5	5	10	10	10	12	12	12
Sabit alış için minimum alan şiddeti değeri (E_{min}(dBµV/m))	27	33	39	33	39	45	35	41	47

[76] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*,s.52

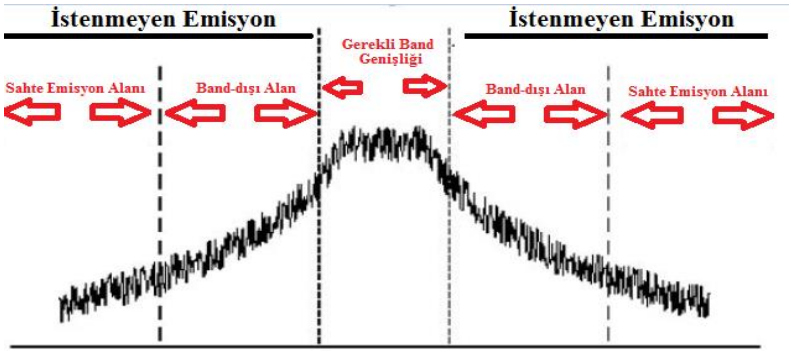
Tablo 1.4 Analog Sistemler İçin Minimum Alan Şiddeti Değerleri[77]

Televizyon	**VHF I**	**VHF III**	**UHF IV**	**UHF V**
Şehir	48 dBµV/m	55 dBµV/m	65 dBµV/m	70 dBµV/m
Kırsal	46 dBµV/m	49 dBµV/m	58 dBµV/m	64 dBµV/m
Radyo	**Mono**		**Stereo**	
Kırsal	48 dBµV/m		54 dBµV/m	
Şehir	60 dBµV/m		66 dBµV/m	
Büyük Şehir	70 dBµV/m		74 dBµV/m	

1.2.6. İntermodülasyon Ürünleri

Modülasyon işleminden kaynaklanan ve gerekli band genişliğinin hemen dışındaki frekansta meydana gelen emisyonlar **band-dışı emisyon** (out-of-band emission) olarak ifade edilmektedir.[78]

Gerekli band genişliği dışındaki frekans yada frekanslardaki bilginin iletimini etkilemeden, seviyesi azaltılabilen emisyonlar ise *sahte emisyon (spurious emission)* olarak ifade edilmektedir. Sahte emisyonlar, harmonik ve parazit yayılımları, intermodülasyon ve frekans dönüşüm ürünlerini içermektedir. Şekil 1.18'de bir sinyalin gerekli bant genişliği ve istenmeyen emisyon alanları gösterilmektedir.[79]



Şekil 1.18 İstenmeyen Emisyon Alanları

Merkez frekans ve sahte emisyon alan sınırı arasındaki normal ayırım, gerekli bant genişliğinin % 250'si kadardır. Başka bir ifade ile bu ayrım, gerekli band

[77] Bilkent Üniversitesi-İSYAM (2006), *Karasal Analog Radyo ve Tv Servislerinde Verici Planlaması,*s.5-6
[78] ITU (2016), Radio Regulation Articles, ITU Cenevre, s.20
[79] A.g.k., s.20

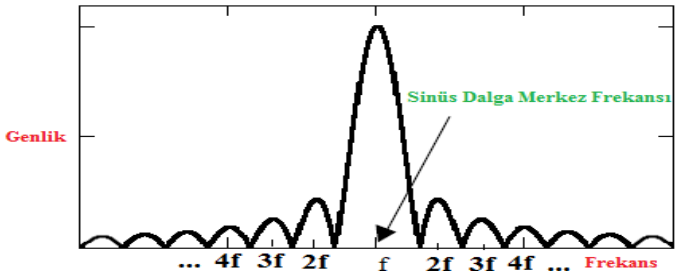
genişliğinin 2.5 katı kadardır. Ancak, gerekli bant genişliğinin (B_N), alt eşik değerden (B_L) daha düşük olduğu durumlarda sınır değeri, 2.5 B_L kadardır. Bunun aksine, gerekli bant genişliğinin üst eşik değeri (B_U) geçtiği durumlarda, sınır değeri, 1.5 B_N+B_U değerine sahip olacak şekilde düşük oranda artmaktadır.[80] Tablo 1.5'te bant dışı ve sahte emisyon alan sınırı hesaplama yöntemleri gösterilmektedir.

Tablo 1.5 Band-Dışı ve Sahte Emisyon Alanları Sınır Hesaplaması[81]

Emisyon Türü	Gerekli Bant Genişliği (B_N)	Merkez frekans ve sahte emisyon sınırı arasındaki frekans ayırımı
Dar Bant Durumu	<B_L	2.5 B_L
Normal Durum	B_L'dan B_U'ya	2.5 B_N
Geniş Bant Durumu	>B_U	1.5 B_N+B_U

ITU'nun "Sahte Emisyon Alanlarındaki İstenmeyen Emisyonlar" başlıklı tavsiye dokümanında (ITU-R SM.329-10) harmonik yayılımlar, merkez frekanslarının tam katları olan frekanslarda meydana gelen sahte emisyonlar olarak tanımlanmaktadır.

Neredeyse tüm sinyaller merkez frekanslarındaki enerjiye ek olarak harmonik frekanslarda da enerji içerirler. Bir sinyaldeki tüm enerji merkez frekansta bulunuyorsa, o sinyal mükemmel bir sinüs sinyali olarak değerlendirilmektedir. Sinyal mükemmel bir sinüs sinyali değilse harmonik yayılımlarının içinde bir miktar enerji barındırmaktadırlar. Şekil 1.19'da bir sinüs dalgasının harmonik yayılımları gösterilmektedir.



Şekil 1.19 Harmonik Emisyonlar

[80] ITU (2001-2002), *Rec. ITU-R SM.1539-1: Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329*, s.1-6
[81] A.g.k.

İntermodülasyon ürünleri, iki ya da daha fazla sinyalin doğrusal olmayan (non-linear) cihazlarda karşılaşmasıyla oluşmaktadırlar. f1, f2 ve f3 sırasıyla üç vericinin taşıyıcı frekansları olmak üzere, üçüncü dereceden intermodülasyon frekansları (2f1 ± f2) ve (f1 ± f2 ± f3) şeklinde ifade edilmektedir. Tek bir verici için intermodülasyon ürünleri genellikle yan bantlardaki intermodülasyonlar nedeniyle ortaya çıkmakta olup bu ürünler genellikle komşu kanallara düşmektedir.[82]

En önemli intermodülasyon ürünleri üçüncü ya da daha yüksek tek sayılı sıralarda yer alan modülasyon ürünleri olmakla birlikte bu ürünler, istenen sinyalin frekans spektrumuna yakın olduklarından filtrelemeyle azaltmak zorlaşmaktadır.[83]

Ortaya çıkan sahte yayılım sinyalinin büyüklüğü enterfere eden vericinin gücüne, anten bağlantı kaybına, vericinin frekans seçiciliği hariç tutulduğunda, mağdur vericinin çıkışında ölçülen harici bir kaynaktan gelen parazit sinyalin gücünün intermodülasyon ürününe oranına (dönüşüm kaybı), verici çıkış devresi ve antenin frekans seçiciliğine bağlıdır.[84]

1.2.7. Enterferans Analizi

Spektrumun verimli bir şekilde kullanımında bir diğer önemli husus, çevresel faktörlerin ve sistem parametrelerinin verimli şekilde analiz edilerek enterefans (parazit) alanının küçültülmesidir.

Enterferans, sistem performansını ve spektrum verimliliğini düşürdüğünden planlama parametrelerinin, lisanslanan servislerin, radyo sistemlerinin ve kullanılan frekansların diğer kullanıcıların yayınlarını etkilemeyecek şekilde belirlenmesi gerektiği hususu göz önünde bulundurulması gerekmektedir.[85]

[82] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.136
[83] A.g.k.
[84] A.g.k.
[85] A.g.k. s.146

Enterferanstan korunmak adına, merkez frekansı tanımları, taşıyıcı frekans ayrımları, frekans kararlılığı, kullanılan analog ya da sayısal modülasyon yöntemlerini de içeren emisyon türleri, vericilerin ya da taşıyıcıların güç seviyeleri, belirlenen band genişliği içerisinde her kanal için öngörülen eşdeğer izotropik yayılım güçleri (E.I.R.P) ve band dışı emisyon seviyeleri gibi konuların dikkate alınması gerekmektedir. Bunlara ek olarak, etkin anten yüksekliği, anten desenleri (pattern) gibi anten özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir.[86]

Eş-kanal, yan kanal duyarsızlaştırma ve intermodülasyon gibi dört çeşit enterferans tipi olmakla birlikte bunlardan ilk üçü tek bir denklem ile açıklanabilmektedir.

Temel olarak, alıcıdaki enterferans seviyesi, etkileyen (parazit) verici gücü (P_t); alıcı yönündeki parazit antenin kazancının dB_i cinsinden değeri (G_t); alıcı antenin parazit yayın yönündeki kazancının dBi cinsinden değeri (G_r); bir verici sisteminin eşdeğer izotropik verici gücünün izotropik alıcı antenden elde edilen güce oranı olan[87], parazit ve alıcı arasındaki bir d mesafesi için temel kaybı ifade eden temel iletim kaybı (L_b) ve parazit ayarlı frekans ile alıcı ayarlı frekans arasındaki fark (Δf) fonksiyonunu (Frequency Dependent Rejection-FDR) içeren bir denklem şeklinde yazılabilmektedir.

$$I = \mathrm{Pt} + \mathrm{Gt} + \mathrm{Gr} - \mathrm{Lb} - \mathrm{FDR}(\Delta \mathrm{f})$$

Çoklu kaynaktan kaynaklanan parazite ilişkin olarak bir diğer genel özellik ise toplam parazit gücünün her bir kaynaktan gelen girişim güçlerinin toplamına eşit olmasıdır (örneğin k adet enterfere edici kaynak olması durumunda) :

$$I = I1 + I2 + \cdots Ik$$

Temel iletim kaybı (L_b), gerçek antenlerin yerine aynı polarizasyona sahip izotropik antenler koyulduğu, yayılım yolunun korunduğu ve antenlere yakın engellerin etkisinin göz ardı edildiği durumlardaki iletim kayıplarıdır.[88]

[86] A.g.k. s.146
[87] ITU(2016), *Rec. ITU-R P.341-6: The concept of transmission loss for radio links*,s.3
[88] A.g.k.

Kabul edilebilir parazit seviyesinin hesaplanmasında, istenmeyen bir verici yayılımında alıcı seçiciliği eğrisinin ürettiği reddin bir ölçüsü olan frekansa bağımlı red (Frequency Dependent Rejection-FDR) değeri ve etkilenen bir verici ile girişime (enterferans) neden olan vericilerin frekansları arasındaki farkın bir fonksiyonu olan gerekli minimum mesafe ayrımının ölçü değeri (Frequency-Distance-FD) önemli yer tutmaktadır.

Radyo vericilerinin frekans-mesafe ayrımı (FD) hesaplanırken sırasıyla, alıcı tarafındaki istenen sinyal gücü ve spektrum dağılımı; alıcı tarafındaki parazit sinyali ve gürültü gücü ile spektrum dağılımı; çeşitli frekanslar ve mesafeler için istenen, parazit sinyal ve alıcı karakterler arasındaki karşılıklı etkileri; bu verilerden istenen servis seviyesi ve gerekli servis olasılığını sağlayacak frekans veya mesafe ayrımının derecesi bulunur, ardından uygun bir yayılım modeli belirlenir.[89]

Frekansa bağlı red değerinin frekans farkı cinsinden (Δf) fonksiyonu olan FDR, P(f), parazit frekansın güç yoğunluğu; H(f), alıcıdaki frekans karşılığının parazit verici frekansı (f_t) ve alıcı frekansı (f_r) arasındaki fark fonksiyonu ($\Delta f = f_t - f_r$) olmak üzere;

$$FDR(\Delta f) = 10 \log \frac{\int_0^\infty P(f).df}{\int_0^\infty P(f)|H(f+\Delta f)|\text{^}2.\text{df}}$$ dB denklemi kullanılarak hesaplanır.[90]

Yukarıda ifade edildiği üzere, enterferans hesaplamaları aynı frekansı kullanan iki vericiden kaynaklı eş-kanal ve yakın frekanslardan gelen komşu-kanal enterferansları, duyarsızlaştırma ve intermodülasyon olmak üzere dört tip enterferans çeşidine göre yapılmaktadır.

Eş-kanal (co-channel) enterferansları, aynı frekansta çalışan vericilerden kaynaklandığından parazit vericiden gelen sinyal ve istenen sinyal üst üste biner, bu durumda FDR sıfıra eşittir. Eş-kanal enterferansının seviyesi alıcının eş-kanaldan gelen parazit sinyali reddetme (filtreleme) karakteristiğine bağlıdır.

[89] ITU (2008), *Rec. ITU-R SM.337-6: Frequency and distance separations* s.-3-7
[90] A.g.k.,s.4-7

Diğer bir enterferans çeşidi olan yan kanal (adjacent channel) enterferansında, enterferans ya komşu bir kanalda çalışan vericiden ya da bir vericiden gelen *sahte emisyon*lardan (spurious emission) kaynaklanmaktadır. Yine bu tip enterferansların seviyesi alıcının komşu kanaldan ya da sahte emisyonlardan gelen parazitleri filtreleme kabiliyetine bağlıdır.

Duyarsızlaşmadan kaynaklı enterferans ise alıcıya yakın bir konumda çalışan bir parazit vericinin olması durumunda gerçekleşmektedir. Parazit sinyal yeterince güçlüyse alıcıyı frekans doygunluk (saturasyon) seviyesine ulaştırır ve istenen sinyallerin alınmasına engel olur. Bu tip parazitlerden korunma adına uygulanan yaygın yöntemler arasında, filtrelerin kurulması, istasyonların yeniden konumlandırılması ve enterferans neden olan istasyonun aşırı verici gücünün azaltılması yer almaktadır.[91]

Bir önceki bölümde detaylıca bahsedilen intermodülasyon ürünlerinden kaynaklı enterferansların gerçekleşmesi ihtimali ise etkilenen vericide yer alan anten devresindeki zayıflamaya, vericideki intermodülasyon dönüşüm kayıplarına, eş-kanal koruma oranına, parazit vericinin çıkış terminalindeki sinyal gücüne, alıcı ve verici arasındaki yoldan kaynaklanan intermodülasyon ürünlerinin zayıflamasına bağlıdır.[92]

Enterferans hesaplamaları, çoğunlukla bir sonraki bölümde daha detaylı ele alınacak olan belirlenmiş koruma oranları (protection ratio) üzerinden yapılmaktadır. Koruma oranının dB cinsinden değeri α , istenen sinyalin dBW cinsinden değeri P_d, parazit sinyalin dBW cinsinden değeri P_i ile ifade edilecek olursa;

$$\mathrm{Pd(dBW)} - \mathrm{Pi(dBW)} \geq \alpha\mathrm{(dB)}$$

Eşitliğini sağlayan parazit sinyal seviyeleri tolere edilebilir olarak görülmektedir.[93]

[91] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.148
[92] A.g.k.
[93] ITU (2008), *Rec. ITU-R SM.337-6: Frequency and distance separations* s.-4-7

1.2.8. Koruma Oranları

Koruma oranı, ITU-RR'nin 1.170. maddesinde "İstenen koşullardaki belirli alış kalitesinde, alıcı çıkışında elde edilecek istenen sinyalin (wanted signal) alıcı girişinde ölçülen istenmeyen sinyale oranının desibel cinsinden minimum değeri olarak tanımlanmaktadır. Bir başka ifade ile koruma oranı alıcı girişinde istenen sinyal gücünün istenmeyen (parazit) sinyal gücüne oranının en düşük desibel cinsinden değerine denir.

Koruma oranları, korunmak istenen servisinin belirlenen alış kalitesine bağlıdır ve çeşitli hesaplamalar ve ölçümlere dayanılarak belirlenmektedir. Belirlenen koruma oranı değerleri tek bir kaynaktan üretilen parazite uygulanır. Aksi belirtilmedikçe koruma oranları troposferik parazitlere uygulanır. Enterferans, zamanın yalnızca %1-10 aralığı gibi küçük bir kısmında gerçekleşmesi durumunda tolere edilebilir kabul edilmektedir. [94]

İstenen sinyal, analog karasal televizyon sinyali ise, görüntü sinyali için koruma oranı ve ses sinyali için koruma oranı olmak üzere iki ya da daha fazla koruma oranı değeri dikkate alınmalı ve istenen sinyali en zorlayıcı değer, koruma oranı olarak kullanılmalıdır. Analog karasal görüntü sinyali için koruma oranının hesaplanmasında sinüs dalga paraziti referans alınan öznel karşılaştırma metodu (Subjective Comparison Method- SCM) kullanılmaktadır.[95]

Bu öznel karşılaştırma yöntemi, bir analog televizyon kanalına istenmeyen herhangi bir sayısal veya analog iletim sisteminden gelen parazitlerin için uygun görülmektedir.

[94] ITU (2004), *Rec. ITU-R BT.655-7: Radio-frequency protection ratios for AM vestigial sideband terrestrial television systems interfered with by unwanted analogue vision signals and their associated sound signals*, s.2
[95] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*, s.4

Koruma oranlarının belirlenmesinde troposferik parazitler için 3.derece, sürekli parazitler için 4.derece olmak üzere iki sabit bozulma türü önem arz etmektedir. Şekil 1.20'de sinüs dalga referans parazitli öznel karşılaştırma metodu için bir test düzeni yer almaktadır.

Bu düzenekte, istenen video, TV vericisi ve test edilen TV alıcısı olmak üzere alttaki üç blok istenen video sinyalinin izlediği yolu göstermektedir. Referans video paraziti basit bir sinüs sinyalidir. Sinüs dalga jeneratörünün genliği, troposferik ve sürekli girişim değerleri arasında değiştirilebilmekte olup istenen sinyal yoluna istenmeyen girişim eklenmektedir.

Parazitin yoğunluğu gözlemciler tarafından kontrol edilen bir zayıflatıcı yardımıyla ayarlanabilmektedir. Parazit, TV ekranındaki karışan resimleri karşılaştırarak referans sinüs dalga parazitiyle aynı bozulma derecesini üretecek şekilde ayarlanmaktadır.

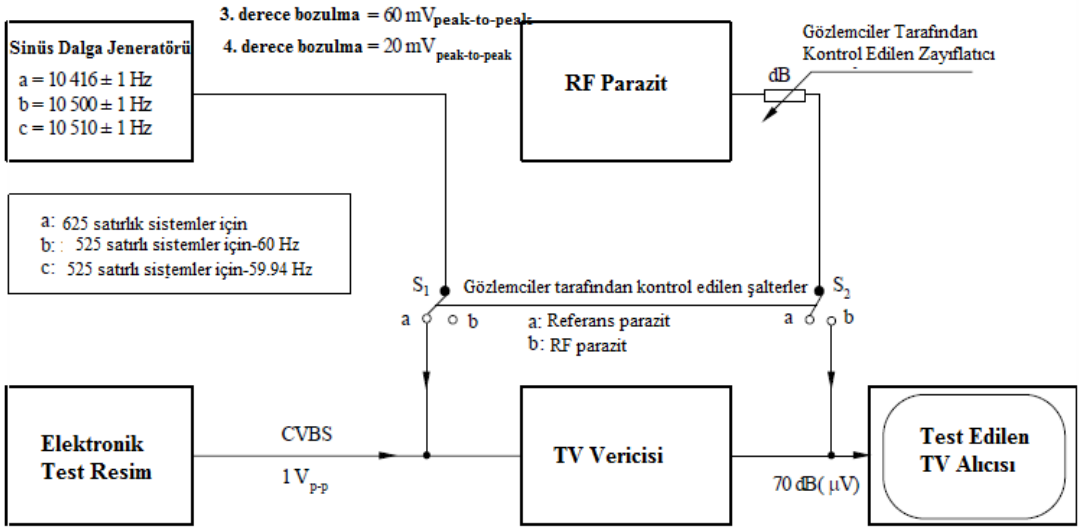
Koruma oranı, alıcı girişindeki istenen ve istenmeyen sinyal seviyeleri arasındaki farktır. Test düzeneği, zayıflatma kutusunda gösterilen dB'deki değer doğrudan koruma oranını verecek şekilde ayarlanabilmektedir.[96]

Verilen video temel bant referans parazitinin bozulma derecesi analog televizyon sistemi, modülasyon polaritesi, artık taşıyıcı vb. gibi modülasyon parametrelerinden bağımsızdır.

Sinüs dalga referans paraziti, 625 satırlı sitemler için 10 416 Hz, 525 satırlı 60 Hz sistemler için 10 500 Hz, 525 satrılı 59.94 Hz sistemler için 10 510 Hz sabit frekansa ve 700 mVtepe-tepe siyah-beyaz seviyesine ya da 1 Vtepe-tepe CVBS (Ses

[96] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*, s.114-115

ve Boşluklu Karmaşık Video-Composite Video with Balanking and Sound) seviyesine göre 60 mVtepe-tepe ya da 20 mVtepe-tepe genlik değerine sahiptir. [97]



Şekil 1.20 Öznel Karşılaştırma Metodu Test Düzeni

Bu genlikler 2/3 satır offsetinde sırasıyla 30 dB ve 40dB koruma oranlarına karşılık gelir ve sinüs dalga jeneratörünün kararlılığı +/- 1 Hz aralığında olması gerkmektedir.[98]Öznel karşılaştırma metodunda kullanılan bazı terimler ve bu terimler ve değerler Tablo 1.6'da gösterilmektedir.

Tablo 1.6 Öznel Karşılaştırma Metodunda Kullanılan Bazı Terimler ve Değerler[99]

Bozulma Seviyesi	3.Seviye	4. Seviye
Parazit (Girişim) Tipi	Troposferik	Sürekli
Zaman Toleransı	Zamanın %1-5 aralığında gerçekleşen enterferans	Zamanın % 50'sinde gerçekleşen enterferans
Öznel Bozulma	Hafif Rahatsız Edici	Algılanabilir fakat rahatsız edici değil
Referans Parazit (mVtepe-tepe)	60	20
Koruma Oranı (dB)	30	40

[97] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*, s.114-115
[98] A.g.k.
[99] A.g.k., s.116

Ülkemizde de karasal analog televizyon yayıncılığında kullanılan VHF I,III ve UHF IV, V bandlarındaki ITU-R BT.655-7 tavsiye dokümanında yer alan genlik modülasyonlu televizyon istasyonlarındaki eş-kanal, alt yan ve üst yan kanal ve sahte emisyon (spurious emission) kanalları için troposferik ve sürekli girişim koruma oranları Tablo 1.7'de verilmektedir.

Tablo 1.7 Genlik Modülasyonlu TV İstasyonları İçin Korunma Oranları

	VHF		UHF	
	Sürekli Girişim (dB)	Troposferik Girişim (dB)	Sürekli Girişim (dB)	Troposferik Girişim (dB)
Eş Kanal	52	45	52	45
Alt Yan Kanal	1	-9	1	-9
Üst Yan Kanal	-2	-12	-2	-12
Sahte Emisyon			6	-1

Tablo 1.7'den de anlaşılacağı üzere analog televizyon yayını planlamasında kullanılan koruma oranları, girişimin (enterferansın) troposferik ya da sürekli oluşuna göre değişiklik göstermektedir. Potansiyel enterferans kaynağının zamanla belirgin bir şekilde değişmediği durumlarda enterferansın sürekli olduğu, potensiyel enterferansın uzun mesafe yayılım etkileri ya da diğer aralıklı gerçekleşme koşulları dikkate alındığında doğada sürekli gerçekleşmediği durumlarda enterferansın troposferik olduğu söylenmektedir.[100]

Bir başka ifade ile; enterferansa neden olan vericinin, 1kW referans alınarak hesaplanan öngörülen alan şiddetinin (dBμV/m), zamanın %50'sinden fazlasında, hedef alanın %50'sini aşan konumlarda ölçüldüğü durumlardaki enterferans, sürekli enterferans; enterferansa neden olan vericinin, 1kW referans alınarak hesaplanan öngörülen alan şiddetinin (dBμV/m), zamanın %t'sinden fazlasında, hedef alanın %50'sini aşan konumlarda ölçüldüğü durumlardaki enterferans, troposferik enterferans olarak ifade edilmektedir.

[100] Avustralya Düzenleyici Otoritesi, Canberra Mart 2005, s.16

P, enterferansa neden olan vericini E.R.P değeri (dB(1kW)); A, koruma oranı; $E_{s,}$ sürekli enterferans durumundaki rahatsız edici alan şiddeti (nuisance field strength); $E_{t,}$ troposferik enterferans durumundaki rahatsız edici alan şiddeti olarak düşünüldüğünde enterferansa neden olan vericinin sürekli ve troposferik enterferans durumlarına göre rahatsız edici alan şiddeti aşağıdaki gibi hesaplanmakta olup sürekli enterferans durumundaki koruma oranı, **sürekli enterferans rahatsız edici alan şiddeti**nin **troposferik enterferans rahatsız edici alan şiddeti**nden büyük olduğu (E_s>E_t) durumda uygulanabilmektedir. [101]

$$E_s = E(50,50) + P + A$$

$$E_t = E(50,t) + P + A$$

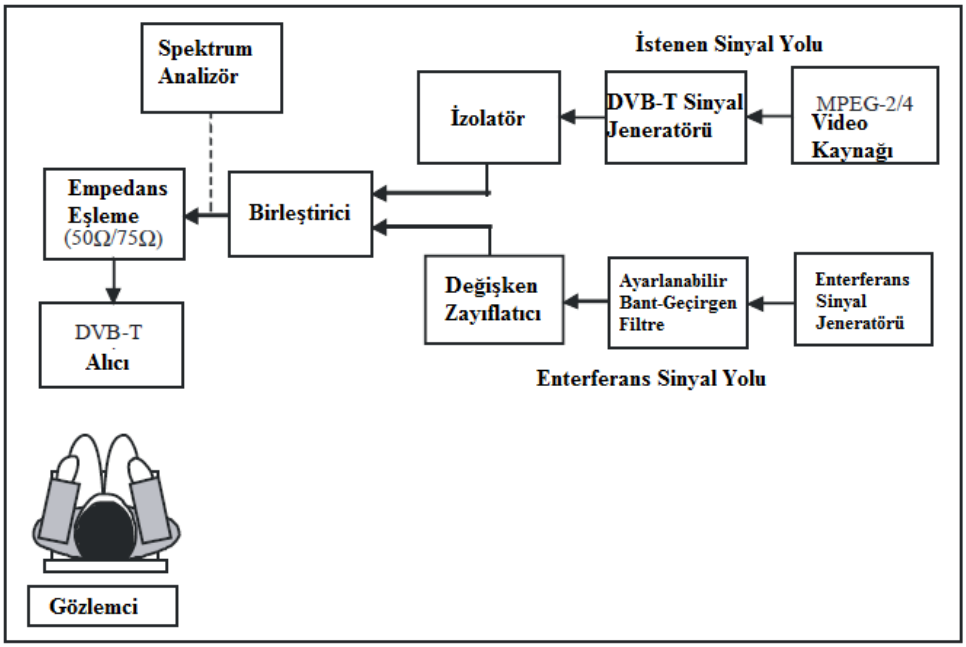
Sayısal televizyon yayınları için koruma oranlarının tespitinde kullanılan metot analog yayınlardaki koruma oranlarının tespitinde kullanılan metoda benzerlik göstermektedir. Şekil 1.21'de sayısal yayın için koruma oranının tespitinde kullanılan bir test düzeni görülmektedir.

Üstteki üç kutucuk, izolatör, DVB-T sinyal jeneratörü ve video kaynağından oluşan istenen sinyal yolunu, alttaki üç kutucuk ise, değişken zayıflatıcı, ayarlanabilir bant geçirgen filtre ve enterferans sinyali jeneratöründen oluşan enterfere edici sinyal yolunu göstermektedir.

RF sinyal jeneratörlerinin çoğu tüm frekans aralıkları boyunca dahili bir ayarlanabilir RF kanal filtresinin kullanımını yasaklayan geniş bir frekans aralığına sahip olmasına rağmen burada, birleştirici ile sinyal jeneratörü arasına konulan bant geçiren filtrenin kullanım amacı, enterferans üreten sinyal jeneratörüden meydana gelebilecek gürültüyü filtreleyerek sinyalin istenen girişim sinyali değerine ayarlanmasını sağlamaktır.[102]

[101] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*, s.117-118
[102] ITU(2017), *Rep. ITU-R BT.2215-7: Measurements of protection ratios and overload thresholds for broadcast TV receivers*, s.5

Üretilen enterferans sinyalinin gücü artırıldıkça ortaya çıkan gürültü seviyesi artacağından, sinyal jeneratörü çıkışında ihmal edilemeyen geniş-bant gürültüsü meydana gelebilmektedir. Bu gürültü, filtre yardımıyla azaltılamazsa gerçek koruma oranlarını ölçmek imkansız olacağı için enterferans sinyali üreten jeneratör çıkışına bu filtrenin konulması gerekmektedir.[103]



Şekil 1.21 Sayısal Yayın Koruma Oranı Ölçüm Test Düzeneği

DVB-T sistemi için koruma oranları ile ilgili ilk çalışmalar, Reed-Solomon kod çözme işleminden önce, iç ve dış kodlar arasında ölçülen 2 x10^{-4} hedef Bit Hata Oranına (Bit Error Rate-BER) dayanmakta idi. Bu değer, gürültü benzeri girişimler olması durumunda 10^{-11}'den küçük Bit Hata Oranına sahip yarı hatasız (Quasi-Error-Free-QEF) resim kalitesi elde edilmek üzere belirlenmiştir.[104]

Evde kullanılan alıcılarda Bit Hata Oranının ölçülmesi mümkün olamayacağından koruma oranlarının belirlenmesinde Öznel Bozulma Noktası (Subjective Failure Point-SFP) adı verilen bir yöntem teklif edilmiştir. Bu yöntem, 20 sn'lik ortalama bir gözlem süresinde resimde birden fazla hata görülmediği durumdaki

[103] ITU(2017), *Rep. ITU-R BT.2215-7: Measurements of protection ratios and overload thresholds for broadcast TV receivers*, s.5
[104] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*, s.117-118

resim kalitesine karşılık gelmektedir. SFP yönteminde istenen ve istenmeyen sinyal seviyelerinin ayarlanması, genellikle 0.1 dB'lik küçük adımlarla gerçekleştirilmektedir. $2x10^{-4}$ Bit Hata Oranlı QEF metodu kullanılarak bulunan koruma oranı değeri ile SFP metodu kullanılarak bulunan koruma oranı değeri arasındaki fark 1dB'den az olmaktadır.[105]

Koruma oranı ölçümlerinde kalite kriteri, TV ekranında hatasız bir resim için bir sınır değeri bulunmasıdır. İstenen DVB-T sinyali için RF koruma oranı, alıcı girişinde SFP yöntemiyle belirlenerek bir sonraki tamsayı değerine yuvarlanan istenen sinyal değerinin istenmeyen sinyal değerine oranıdır. Sayısal sistemler için koruma oranı bir dizi sinyal seviyesi kullanılarak yapılan ölçümlere dayanmaktadır.[106]

Ülkemizde karasal yayıncılıkta belirlenen DVB-T standartlarına göre koruma oranları eş kanaldan (co-channel) enterferans olması durumunda 20dB, yan ve sahte emisyon kanallarından enterferans olması durumunda -30dB olarak belirlenmiştir. Kanalların üst üste gelmesi (overlapping) durumunda meydana gelebilecek enterferanslardan korunma oranı ise K.O= K.O (eş kanal) + 10 $\log_{10}$ (BO/BW) formülü kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada K.O, koruma oranını, K.O (eş kanal), eş kanal koruma oranını, BO, iki DVB-T sinyalinin üst üste gelen bant genişliğini, BW ise istenen bant genişliğini ifade etmektedir. Koruma oranının -30dB'den küçük çıkması durumunda -30 dB koruma oranı dikkate alınması gerekmektedir.[107] Bununla birlikte, bir sayısal yayının bir analog yayın tarafından enterfere edilmesi durumunda, eş kanal koruma oranı 3dB, alt yan kanal koruma oranı -35dB, üst yan kaanl koruma oranı -38 dB ve sahte emisyon durumunda ise koruma -46 dB olarak belirlenmiştir.[108]Sayısal yayıncılıkta belirlenen koruma oranları hem troposferik hem de sürekli enterferanslara uygulanır.

[105] ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*, s.117-118
[106] A.g.k.
[107] https://www.rtuk.gov.tr/sayisal-tv-yayinciligi/3895/2003/dvb-t-frekans-planlamasi.html
[108] https://www.rtuk.gov.tr/sayisal-tv-yayinciligi/3895/2003/dvb-t-frekans-planlamasi.html

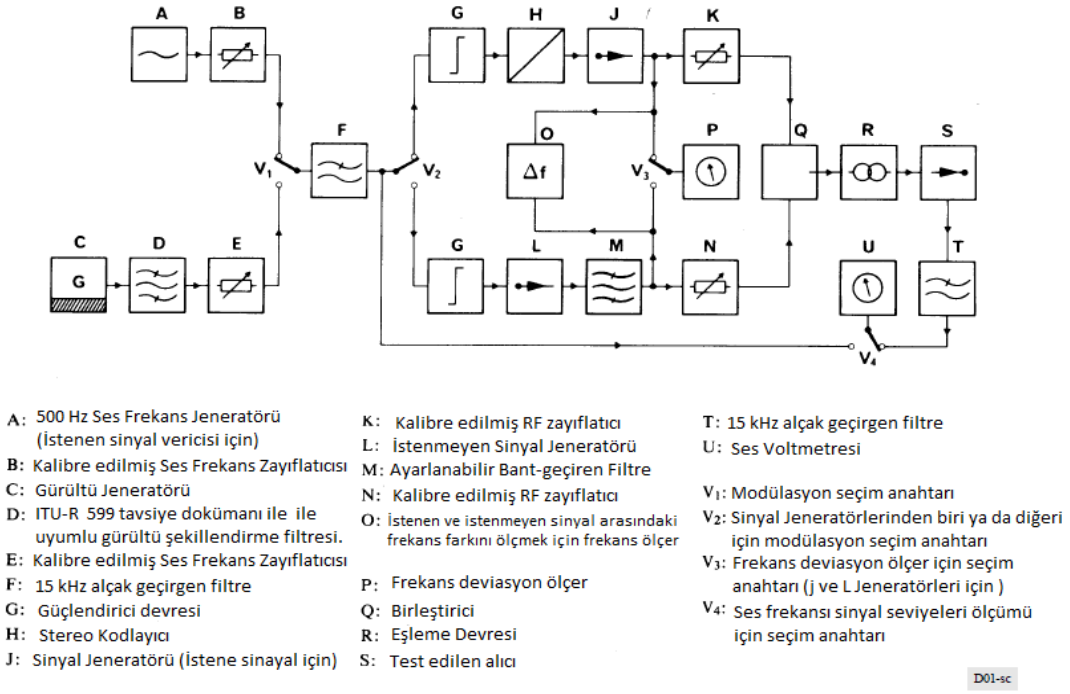
FM radyo yayınlarında belirlenen koruma oranlarında kullanılan nesnel yöntem esas olarak belirlenen frekans sapmalarında, detayları ITU-R BS.559 tavsiye dokümanında belirtilen standardize renklendirilmiş gürültü sinyali ile modüle edilmiş enterferansa neden olan verici ve istenen sinyali üreten vericinin yer aldığı çift sinyal metodu kullanılmaktadır. Enterferans etkisi, alıcının ses frekans çıkışında uluslararası standartlarda bir ses voltmetresi (psophometre) ile ölçülmektedir. Ses sinyali sinyal-girişim oranı hesaplanırken kullanılan referans değer, enterferansa neden olan verici kapalı ve istenen verici 500 Hz ton ile modüle edilmiş haldeyken alıcının ses frekansı çıkışında aynı ses voltmetresi ile ölçülen değerdir. Standartlaştırılmış renkli gürültünün gerekli bant genişliğinin ötesinde spektrum, 15 kHz'lik bir kesme frekansına ve 60 dB / oktav'lık bir eğimine sahip bir alçak geçiren filtre ile sınırlandırılması gerekmektedir.[109]

Şekil 1.22'de FM radyo yayınları için koruma oranlarının belirlenmesinde kullanılan ölçüm düzeneği görülmektedir. İstenmeyen vericinin, sahte emisyonlardan nispeten korunmuş olması önem arz etmektedir. Bu nedenle, yaklaşık 300 kHz'lik 3 dB bant genişliğine sahip ayarlanabilir bir bant geçiren filtre, sinyal jeneratörünü takip eder. İki sinyal jeneratörünün çıkış aşamaları arasındaki herhangi bir etkileşimi önlemek için dikkatli olunması gerekmektedir.[110]

Ölçümün doğruluğu, özellikle enterferansa neden olan vericinin, sinyal jeneratörünün hangi frekans sapma hassasiyetine ayarlandığıyla alakalıdır. Referans seviyesinin belirlenmesinde istenen verici500 Hz sinüs ton kullanan ton jeneratörü A yardımıyla modüle edilir. B zayıflatıcısı stereofonik işlemler dahil olmak üzere ± 75 kHz frekans sapması elde etme üzere ayarlanır. Ağırlık ağ filtresinin kapatılmasıyla gürültü ölçer U'da okunan değer referans seviyesini gösterir. Kalan ölçümler sırasında aranan verici modüle edilmemiştir. Stereofonik çalışmada, sadece pilot tonu iletilmelidir. İstenmeyen verici L,daha sonra ses frekansı üreteci A'dan elde edilen 500 Hz sinüs ton ile modüle edilir. Zayıflatıcı B ± 32 kHz'lik bir sapma elde etmek için

[109] ITU (1986),*Rec. ITU-R BS.641: Determination of radio-frequency protection ratios for frequency-modulated sound broadcasting,* s.2
[110] A.g.k., s.3

ayarlanır. Çünkü Sıkıştırılmamış normal bir ses yayını programı, istenmeyen vericiyi ± 32 kHz'lik bir frekans sapması kullanılarak standartlaştırılmış renkli gürültü sinyaliyle modüle ederek simüle edilir. Gürültü ağırlıklı ağ kapalıyken, güçlendiriciden önce istenmeyen vericinin girişindeki ses frekansı seviyesi artık gürültü voltmetresi U ile ölçülür. Ardından, bir gürültü sinyali olan C + D sinüs tonu değiştirir ve zayıflatıcı E, gürültü voltmetresinde, daha önceki aynı tepe değeri elde etmek için ayarlanır. (Yarı) tepe değeri sapma bu durumda ± 32 kHz'e eşittir.



Şekil 1.22 FM Koruma Oranı Ölçüm Düzeneği

Zayıflatıcı K vasıtasıyla, istenen verici J'nin radyo frekansı, alıcı giriş aşamalarında doğrusal olmayan etkilerden kaçınmak için mümkün olduğu kadar düşük tutulur. Ancak, seviye, istenmeyen sinyal kapalıyken, ses frekansı sinyal-girişim oranının en az 56 dB olacağı şekilde olmalıdır. İstenmeyen vericinin çıkışındaki zayıflatıcı N, alıcı S'nin ses frekans çıkışında 50 dB'lik bir ses frekansı sinyal-girişim oranının elde edilmesi için ayarlanır. Bu durumda, gürültü voltmetresi U'daki ağırlıklandırma ağı devreye sokulmalıdır. İstenilen ve istenmeyen vericilerin radyo frekansı seviyeleri arasındaki oran, gerekli olan istenen/istenmeyen sinyal oranıdır. Ölçüm istenen ve istenmeyen vericiler arasında 0 ila 400 kHz arasında değişen kanal

aralıkları için gerçekleştirilir.[111] Tablo 1.8'de FM radyo yayınları için kullanılan troposferik ve sürekli enterferans koruam oranları verilmektedir.

Tablo 1.8 FM Radyo Yayınları Koruma Oranları

	Mono		Stereo	
	Sürekli Enerferans	**Troposferik Enterferans**	**Sürekli Enerferans**	**Troposferik Enterferans**
Eş Kanal	36 dB	28 dB	45 dB	37 dB
Yan Kanal (100 kHz)	12 dB	12 dB	33 dB	25 dB
Yan Kanal (200 kHz)	6 dB	6 dB	7 dB	7 dB

1.2.9. Gürültü Seviyeleri

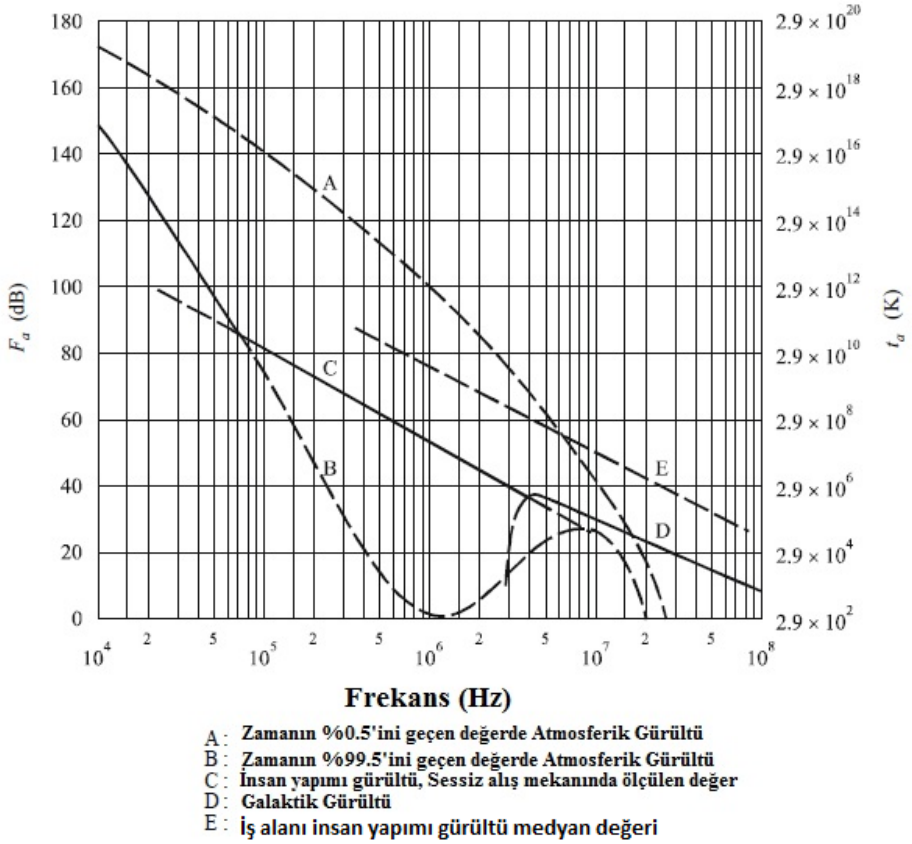
Atmosferik gürültü, galaktik gürültü, gökyüzü gürültüsü ve insan yapımı gürültü gibi dış gürültüler bir radyo iletişim sisteminin çalışmasını olumsuz yönde etkilemektedir. ITU-R P.372 Tavsiye Dokümanında 0,1 Hz ila 100 GHz frekans aralığında doğal ve insan kaynaklı gürültü kaynaklarından (istenmeyen sinyaller hariç) karasal alıcı sahalarında beklenebilecek minimum dış gürültü belirtilmektedir.

Harici gürültü şekli, $F_a = 10 \log f_a$, Grafik 1.9 ve 1.10'daki farklı frekans bantları için bir eğri ile gösterilmektedir. Diğer ilgili gürültüler kesikli çizgi ile gösterilmektedir. f_a, dış gürültü faktörü, f_r, alıcı gürültü faktörü, l_c, anten devre kaybı, l_t, iletim kaybı, t_0, 288 kelvin olarak alınan referans sıcaklığı, t_c, antenin ve yakındaki zeminin gerçek sıcaklığı, t_t, iletim hattı sıcaklığı olmak üzere genel gürültü faktörü, f:

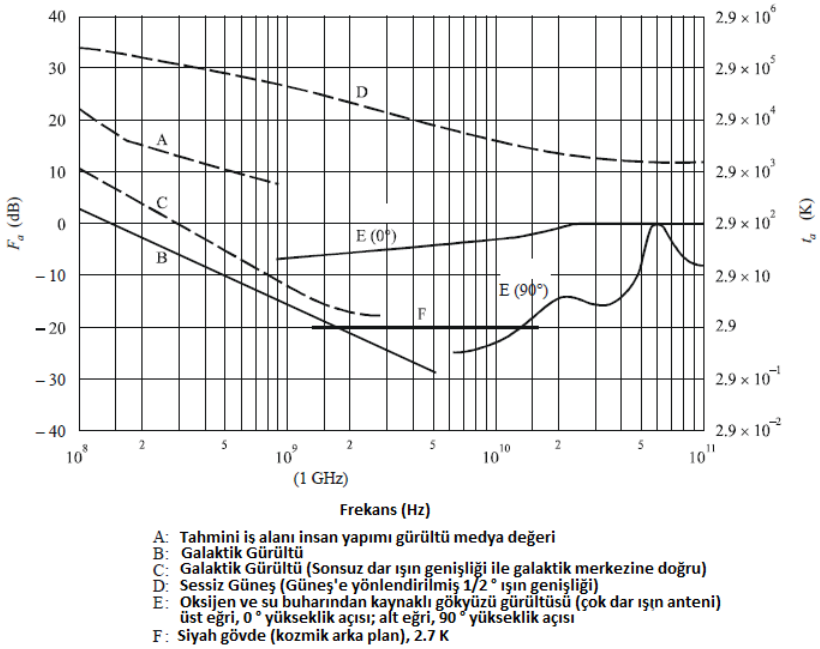
$$f = f_a + (l_c - 1)(t_c/t_0) + l_c\,(l_t - 1)\,(t_c/t_0) + l_c l_t\,(f_r - 1)$$

denklemi kullanılarak bulunur.[112]

[111] ITU (1986),*Rec. ITU-R BS.641: Determination of radio-frequency protection ratios for frequency-modulated sound broadcasting*, s.4
[112] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.168



Grafik 1.9 Fa –Frekans (10^4-10^8 Hz aralığı) Grafiği



Grafik 1.10 Fa –Frekans (10^8-10^{11} aralığı) Grafiği

1.2.10. Spektrumun İzlenmesi

Spektrum kullanımının haberleşme sistemlerinde kullanımının artması neticesinde ülke ekonomisinde tuttuğu yer gün geçtikçe artmaktadır. Buna paralel olarak, spektrum yönetiminin ekonomi bileşenlerinin de önemini artırmaktadır. Bu yaklaşım açısından değerlendirildiğinde, spektrum yönetiminde teknik, idari ve ekonomik verimliliğin sağlanması ve spektrum servislerinin enterferanstan bağımısız koşullarda hizmet vermesini sağlayacak tedbirlerin alınması önem arz etmektedir. [113]

Bu bağlamda, teorik açıdan planlaması ve tahsisi yapılan spektrumun izlenmesi yoluyla yasadışı vericilerin belirlenmesi, tahsis edilen bantların belirlenen kurallar çerçevesinde kullanılıp kullanılmadığı hususlarının tespit edilerek frekans spektrumunun verimli kullanımı sağlanmaktadır.

Spektrum izleme faaliyetleri içerisinde kanal ve bant kapasitesi ölçümleri yapılarak kanalların kullanımı hakkında istatiksel veriler elde edilmektedir. Elde edilen veriler, spektrum yönetimi araç ve yönetemlerinin etkinliğinin anlaşılmasını sağlamakla birlikte spektrum izleme faaliyetleri, teorik açıdan öngörülememiş durumların tespitine de olanak sağlamaktadır.[114]

1.3.SPEKTRUM YÖNETİMİNDE ULUSLARARASI UYGULAMALAR

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte ülkelerin iletişim sistemleri alt yapısı ve ekonomileri de bu alanlara uyum sağlayabilecek şekilde gelişmektedir. Süregelen teknolojik gelişmeler, yeni spektrum uygulamalarının önünü açmış olup bu durum, spektrumun verimli bir şekilde kullanılması ve yönetimi hususunu ortaya çıkarmaktadır.

[113] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, ITU Cenevre,s.103
[114] TUENA-Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Proje Ofisi (1998), *Frekans Spektrum Yönetimi ve Türkiye*, s.20

Her ülkenin spektrum kaynağından tam olarak yararlanabilme kabiliyeti, radyo sistemlerinin uygulamasını kolaylaştıran ve bu sistemlerin uyumlu çalışmalarını sağlayan spektrum yönetici otoritelerinin varlığına bağlıdır. [115]

Her geçen gün özellikle kentsel alanlarda, spektrum talebi artmaktadır. Bu durum, arz talep arasında bir dengesizliğe neden olmaktadır. İktisat teorisine göre, talep arzı aşmaya başladığında bir fiyat sisteminin uygulanması gerekmektedir. Bu bağlamda, frekans spektrumu kıt bir kaynak olduğundan, yönetimiyle ilgili kararlar alırken ekonomik bakış açılarının da dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle ulusal spektrum yönetimini geliştirmek için ekonomik yöntemler de dahil olmak üzere mevcut tüm araçlara ihtiyaç duyulmaktadır.[116]

Bu bölümde, spektrum yönetiminin idari, ekonomik ve uluslararası koordinasyon gerektiren yönlerinden, spektrum yönetiminde kullanılan temel yaklaşımlardan, frekans tahsisi ve lisanslama konusunda en çok başvurulan ihale yöntemi ve kullanılan ihale teknikleri ile birlikte spektrum yönetiminde dünya üzerinde gelişen yeni bakış açılarından bahsedilmektedir.

1.3.1. Spektrum Yönetiminde Temel Yaklaşımlar ve Tahsis Yöntemleri

İletişim teknolojilerinin gelişmesi ve telsiz haberleşmesinin yaygınlaşmasından önce, elektromanyetik spektrumunun yönetimi için daha basit yöntemler kullanılmakta idi. Ancak elektromanyetik spektrumun, ticari işletmeler ve evlerdeki kullanımlarının yanı sıra kamu güvenliği ve acil durum haberleşmesi, hava trafik kontrolü, radar sistemleri, yayıncılık sistemleri, bilimsel araştırmalar, tıbbi cihazlar vb. alanlarda kullanımının artması ve iletişim teknolojilerinde meydana gelişmeler sonucunda spektrum yönetimi daha karmaşık bir hal almıştır.

[115] ITU(2016), *Rep. ITU-R SM.2012-5: Economic aspects of spectrum management*, s.10
[116] A.g.k.

Hem tükenmemesi hem de petrol ve su kaynakları gibi depolanamaması sebebiyle sıra dışı bir kaynak olan elektromanyetik spektrumda, kullanım artışına bağlı olarak, tıkanmalar meydana gelebilmektedir. Bu tıkanıklığın giderilmesi, kıt spektrum kaynağı sebebiyle kullanıcılar arasında tahkimin zor olduğu durumlardan kaçınılması adına spektrum yönetimi büyük önem arz etmektedir.[117]

Spektrumun verimli kullanımı, iktisadi açıdan, hükümet veya diğer kamu otoriteleri tarafından sağlanan kamu çıktılarının değerlemesi de dahil olmak üzere mevcut spektrumdan üretilen çıktı değerlemelerinin maksimize edilmesi anlamına gelmektedir. [118]

Teknik açıdan spektrumun verimli kullanımı ise tüm mevcut spektrumun mümkün olan en iyi şekilde kullanılmasını ifade etmektedir. Bu bağlamda, doluluk ve veri oranı olmak üzere iki teknik verimlilik ölçüsünden bahsedilebilir. Örneğin, zaman, belirli bir süre zarfında, spektrumun ne oranda kullanıldığının ölçülmesi açısından; veri oranları ise belirli bir spektrum kapasitesinden ne kadar veri ve bilginin iletilebileceğinin tespiti açısından teknik bir verimlilik ölçümü olarak kullanılabilir.[119]

Genel olarak spektrum yönetimi, spektrumdan sorumlu idare tarafından yetkilendirme yoluyla frekans tahsisinin sağlandığı **idari yaklaşım**; kısa mesafeli kullanımlar için (Hastanelerde kullanılan cihazlar, mikrodalga fırınları, uzaktan kumandalı kontrol cihazları, güvenlik sistemleri, Bluetooth, RFID gibi) yetkilendirme yapılmadan kullanımların sağlandığı **yetkilendirmeden muaf yaklaşım** ve enterferans kontrolünün sıkı şekilde takip edilebildiği idari yaklaşım ile enterferansa açık kullanımlara sebebiyet veren yetkilendirmeden muaf yaklaşımların yeni teknolojilerin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan spektrum ihtiyacını karşılayamaması ve taleplere karşı yavaş kalması sebebiyle Ronald H. Coase tarafından 1959 yılında

[117] The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, InfoDev, and The International Telecommunication Union (2011) ,*Telecommunication Regulation Handbook,* s.95
[118] A.g.k.
[119] A.g.k.

ileri sürülen “spektrum için bir pazar oluşturulması” fikrinin temelini oluşturduğu **pazar yaklaşımı** olmak üzere üç tür spektrum yönetimi yaklaşımı bulunmaktadır.

Her bir yaklaşımın birbirine göre farklı avantaj ya da dezavantajları bulunmaktadır. Bu yaklaşımların söz konusu frekans bantlarında kullanımının uygunluğu ve iletişim altyapılarındaki farklılıklar nedeniyle ülkeler bu yaklaşımları karma olarak veya yaklaşımlardan birisinin benimsenmesi yoluyla uygulamaktadırlar.

Geleneksel olarak tüm dünya ülkelerince uygulanan,düzenle ve kontrol et yaklaşımı olarak da ifade edilen idari yaklaşımda, yetkilendirmenin süresi, yetkilendirmenin teknik sınırlamaları, kullanılacak teknolojiler ve uygulama alanları spektrumdan sorumlu düzenleyici otorite tarafından belirlenmektedir. Sorumlı idare, ITU’nun belirlediği gereksinimler doğrultusunda planlama işlemlerini yapar ve her türlü denetim ve müdahale yetkisini kullanmaktadır. Bu sayde zararlı girişimler, diğer yaklaşımlara oranla, daha az görülmekte olup bu durum, idari yaklaşımı diğer yaklaşımlar karşısında avantajlı duruma getirmektedir.

Bununla birlikte idari yaklaşımda, tahsis işlemi gerçekleştirildikten sonra frekans spektrumunda boşluklar olabileceğinden spektrumun verimli kullanılamamasının yanında idari işlemlerin yavaş kalması, tüm şartların idare tarafından belirlenmesinin yetkilendirilmiş kullanıcıların yeni hizmetler sunmasına engel teşkil etmesi ve yeni teknolojilerin pazara girmesinin gecikmesine neden olması gibi dezavantajların var olduğu görülmektedir.

Kullanılacak bant ve frekansa uygun teknolojinin kullanılması dışında herhangi bir kısıtlaması bulunmayan yetkilendirmeden muaf yaklaşım, genellikle günlük kullanım, tıbbi cihazlar ve endüstriyel uygulamalarca kullanılan spektrumun tahsislerinde uygulanmaktadır. Yoğun spektrum kullanımı zararlı girişimlere neden olacağından enterferans olması durumunda diğer sistemleri en az etkileyecek frekans bantlarının tahsisinde bu yaklaşım benimsenmektedir.

İdari yaklaşımın teknolojik fırsatlara cevap verememesi ve çoğunlukla yavaş işleyen mekanizmalara sahip olması, yetkilendirmeden muaf yaklaşımın ise zararlı girişimlere neden olabileceğinden sınırlı bir bant aralığında kullanılıyor olması sebebiyle bu yaklaşımların, spektrum yönetimin temel amaçlarından olan spektrumun etkin ve verimli kullanımı konusunda yeterli olmadığı görülmektedir. Bu görüş doğrultusunda ortaya çıkan pazar yaklaşımında, spektrum ihaleleri ve spektrum ticareti yoluyla spektrumun serbestleştirilmesi yöntemi öne çıkmaktadır.

Spektrum ihaleleri, henüz tahsisi yapılmamış olan spektrumun pazara sunulmasında kullanılmaktadır. Spektrum ihalelerinde, spektrumun değeri doğrudan pazar tarafından belirlenmektedir. İhale sonucunda tahsis gerçekleştirildikten sonra spektrumun değerinin muhafaza edilmesi konusunda zorluklarla karşılaşıldığından lisans süresi içerisinde spektrum kullanım haklarının ikinci el pazarda transfer edilmesine olanak sağlayan spektrum ticareti ile kullanım hakları devredilebilmektedir. Bu sayede spektrumun tahsisinden sonra ortaya çıkan spektrum değerinin korunması sorunu, ikinci el piyasasının oluşturulmasıyla, pazar tarafından düzenlenmiş olmaktadır.

ITU-RR'nin 18 inci maddesinde de ifade edildiği üzere ülkelerin yetkili idarelerince yetkilendirilmemiş/lisanslanmamış kişi ya da kurumların spektrumu kullanmalarına izin verilmemektedir. Bu yönerge maddesi uyarınca spektrum kullanımı izne tabi kılınmıştır. Bu sebeple tahsisler, yetkilendirme/lisans iptali ya da yenilenmesi, yetkilendirmeden muaf frekans bantlarının belirlenmesi gibi işlemlerin tümünün ilgili düzenleyici otorite kontrolünde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Spektrum yönetimi yaklaşımlarıyla bağlantılı olarak spektrum kullanım haklarının belirlenmesi ve kullanıcıların yetkilendirilmesi süreçlerinde, farklı ihtiyaçların karşılanmasına yönelik farklı yetkilendirme yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu bağlamda, dünya genelinde, pazar yaklaşımında yer almayan **ilk gelen servis verir (first come-first served)**, **güzellik yarışması (beauty contest),**

kura (lottery) ve pazar endeksli olan ***açık artırma (auction)*** olmak üzere dört çeşit yetkilendirme yöntemi uygulanmaktadır.

1.3.1.1. İlk Gelen Servis Verir Yöntemi

Bu yöntemde, tamamlanmış uygun spektrum yönetimi fonksiyonları ve spektrumun müsait olması durumunda, başvuru şartlarını sağlayan başvuru sahiplerine başvuru sırası göz önünde bulundurularak frekansların tahsis edilmektedir.[120] Bu yöntem, spektrum kıtlığının olmadığı, ilgili idarenin işlem ücretlerini düşük tutarak hızlı işlem yapmak istediği durumlarda uygulanmaktadır.

1.3.1.2. Güzellik Yarışması Yöntemi

Bu yöntem, çoğunlukla yayıncılık ya da kamu mobil sistemlerine erişim sağlanabilmesi adına sınırlı miktardaki spektrumun kullanımı konusunda başvurucuların yetkilendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntem spektrum kullanım hakkı için, daha sonra sorumlu idare tarafından değerlendirilmek üzere, genellikle nüfus kapsaması, hizmet kalitesi, uygulama hızı ve operatörün iş planına ilişkin bilgileri içeren tekliflerini sunan başvurucular içinden en uygunun seçilmesi işlemine dayanmaktadır. Örneğin, yayıncılık bandı için uygulanan güzellik yarışması yönteminde, sorumlu idare tarafından belirlenen kriterleri karşılamak üzere başvuranlarca hazırlanan tekliflerde çocuk programlarının saat sayısı, eğitsel programların süresi ve haber programları hakkında bilgiler yer alabilir.[121]

Bu yöntemde,başvuru sahiplerinden hiçbirisi belirlenen kriterlere uygun değilse idarenin başvurucular arasından birisini yetkilendirme gibi bir zorunluluğu bulunmamaktadır.[122]

[120] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, Cenevre,s.188
[121] A.g.k.,s188
[122] Ag.k.,s.188

Güzellik yarışması yönteminin adil ve şeffaf olarak uygulanabilmesi için düzenleyici ve denetleyici kurumun, başvuranların teknik ve mali özellikleri, kapsama alanı, yeni hizmet ve teknolojilerin sektöre girişinin desteklenmesi, kurulum hızı, spektrumun verimli kullanımı, pazardaki rekabete katkısı gibi konularla ilgili bir çok değerlendirme kriterini ve bunların nesnel şekilde değerlendirilmesini sağlayacak yöntemi önceden belirlemesi gerekmektedir. Bu yöntemde yetkilendirme ücreti ihale yönteminden daha düşük olacağından lisans sahibi kullanıcılar, yatırım yapmaya ekonomik açıdan daha müsaittirler.

Bu yöntemin, sorumlu idare tarafından belirlenen kriterler yoluyla başvuranların güçlü ve zayıf taraflarına dikkat çekilmesi, ihale usulüne göre daha hızlı yöntem olması ve sektörel yatırımları destekleyici yönlerinin olması gibi avantajlarının yanı sıra, şeffaflık kriterlerinin sağlanamaması, başvuru sahiplerinin kazanmak için gereksiz teknik ve kalite vaatleri vermeye zorlanması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

1.3.1.3. Kura (Lottery) Yöntemi

Bu yöntem, çok sayıda başvurucu arasından rastgelelik usulüne göre yapılan seçme işlemiyle yetkilendirmenin gerçekleştirilmesi usulüne dayanmaktadır. Basit, hızlı ve şeffaf bir yöntem olan kura yönteminde tahsis edilen spektruma gerçek değerini gösteremeyen birisine de spektrum tahsisi gerçekleşebilmektedir.[123]

Başvuranların araştırılması ve herhangi öznel değerlendirme veya karara ihtiyaç duyulmadığından bu yöntemin uygulaması sırasında hukuki engellemelerle (mahkeme kararlarıyla işlemin durdurulması gibi) karşılaşılma ihtimali çok azdır.[124]

[123] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, Cenevre,s.189
[124] A.g.k.

Spektrum tahsisi kura ile yapıldığından, kuraya katılım için herhangi bir giriş ücreti alınmaması durumunda spektrumun ücretsiz bir şekilde tahsisi gerçekleşir. Bu bağlamda, spektrumun değer kaybından kaçınmak, başvuru sayısını azaltmak, başvuranlar içerisinden kazananların gerekli hizmetleri sağlayabileceğinden emin olmak adına ilgili idare kuraya katılım ücreti ya da başka giriş kriterleri belirleyebilmektedir.[125]

1.3.1.4. Karşılaştırmalı Teklif Yöntemi

Bu yöntemde, spektrumun ücretsiz olarak ya da idare tarafından belirlenen bir ücret karşılığında tahsisi yerine, başvuru sahipleri, sorumlu idare tarafından belirlenen kriterleri yerine getirmenin yanı sıra söz konusu frekanslar için bir ücret teklifinde de bulunmaları gerekmektedir. Böylece başvuru sahipleri, spektrumun değerini kendileri belirlemiş olurlar. Başvuru sahiplerinin spektrum değerlemelerini sunması spektrumun değeri hakkında sınırlı bulgular sağlar. Başvuru sahiplerinin teklifleri içerisinde sorumlu idarenin belirlediği kriterlerin sağlanması adına yapılan fiyatlandırmalar da yer alabileceğinden spektrumun gerçek pazar değerini göstermeyebilir.[126]

İhale prosedüründe de olduğu gibi, karşılaştırmalı teklif vermenin avantajı, lisans sahibinin niteliklerinin hesaba katılarak spektrumun değerinin belirlenmesidir.[127] Bu yöntemde, sunulan tüm teklifler sorumlu idare tarafından incelenir. Bununla birlikte sorumlu idarenin başvurulardan birisine lisans verme yükümlülüğü yoktur. Mevcut lisans sayısı ile başvuru yapanların sayısı eşitse, idare tarafından belirlenen kriterlerin karşılanması ve en iyi maddi değerlenin sunulması durumunda değerlendirme süreci daha basit hale getirilebilir. Aksi takdirde, çoğu durumda değerlendirme süreci daha karmaşıktır. Çünkü maddi değerleme teklifin sadece bir kısmıdır ve en yüksek meblağı verenin lisansa hak kazanacağı garanti edilemez. Parasal unsurların sunulması özellikle mali planların daha kapsamlı

[125] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, Cenevre,s.189
[126] A.g.k.
[127] A.g.k.

incelenmesini gerektirdiğinden karşılaştırmalı tekliflerde ihale sürecinde olduğu gibi zaman alıcıdır ve yoğun çalışma gerektirebilir.[128]

İhale ve karşılaştırmalı teklif yöntemlerine benzer özellikler taşıyan açık artırma (auction) yönteminde parasal olarak en yüksek değeri veren başvuru sahibinin söz konusu lisansı alması işlemine dayanmaktadır. Bu şekilde spektrumun değeri tamamen piyasa erkleri tarafından belirlenir ve kazanan başvuru sahibine yetkilendirme verilmektedir.

Açık artırma basitçe bir fiyat teklifiyle yapılabilir. Bununla birlikte sorumlu idare tarafından açık artırmada yer almak isteyenler için açık artırmaya katılma kriterleri de belirlenebilir. Sorumlu idare açık artırmanın başlangıç fiyatını belirleyebilir.[129]

Açık artırma yöntemi, kazanan adayları kullanım haklarını hızlı bir şekilde kullanma ve kullanımlarını en üst seviyeye çıkarma yönünde teşvik ederek spektrumun etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir. Açık artırma yönteminde, kazananların hizmet başlangıcında mali bir yük altına sokulduğu gibi çekinceler ifade edilse de teklif sahipleri nakit akışlarından ve iyi bir iş planlarının olduğundan emin olarak teklifte bulunmalıdır. [130]

Açık artırmalar, geleneksel ihale süreçleri veya karşılaştırmalı tekliflere kıyasla, spektrumun tahsisinde hızlı ve verimli olabilir. Bununla birlikte özellikle, ihalelerin işleyişi, idareyi tayin eden yönetimin lehine olan kayırmacılık ve yolsuzluk ihtimalini azalttığı düşünülmektedir.[131] İhale yöntemleriyle ilgili daha detaylı bilgiler "1.3.3. Spektrum İhaleleri" bölümünde yer almaktadır.

[128] ITU (2005), National Spectrum Menagement Handbook, Cenevre,s.189
[129] A.g.k.,s.194
[130] A.g.k.,s.194
[131] A.g.k.,s.194

1.3.2. Spektrumun Ekonomik Değeri

Mal ve hizmet üretimi, temel olarak, çeşitli girdilerin kombinasyonu kullanılarak üretilen çıktılar olarak ifade edilmektedir. Bu girdiler, geleneksel olarak, emek, sermaye donanımı ve arazi olarak sayılabilir. Spektrum, ister iletişim sistemleri ister diğer uygulamalar için olsun, birçok hizmete girdi olarak kullanılır. İletişim hizmetleri, dar veya geniş bantlı mobil telekomünikasyon, yayıncılık, hava ve deniz haberleşmeleri ve savunma veya acil servisler gibi kamusal iletişim de dahil olmak üzere çok çeşitli formları kapsamaktadır. [132]

Bununla birlikte değişen ve gelişen teknolojilerin spektrumda kullanımının önünün açık olması spektrumun yenilebilir bir kaynak olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. Petrol ve su kaynaklarının aksine ileride kullanım ve satışını sağlamak adına spektrum depolanamaz ve ihraç edilemez ancak bunun yanında spektrum ticareti yapılabilir bir kaynaktır. Arazi, petrol, su ve spektrum kaynaklarının karşılaştırılması Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 1.9 Ulusal Kaynakların Karşılaştırılması[133]

	Spektrum	Arazi	Petrol Rezervi	Su
Kaynak Çeşitlendirilebilir mi?	Evet	Evet	Sınırlı	Sınırlı
Kıt Bir Kaynak Mı?	Evet	Evet	Evet	Evet
Verimli Kullanım Sağlanabilir mi?	Evet	Evet	Evet	Hayır
Yenilenebilir mi?	Evet	Sınırlı	Hayır	Evet
Depolanabilir mi?	Hayır	Hayır	Evet	Evet
İhraç edilebilir mi?	Hayır	Hayır	Evet	Evet
Ticareti Yapılabilir mi?	Evet	Evet	Evet	Evet

Spektrum tabanlı hizmetlerin kullanımının artmasıyla birlikte spektrumun ekonomik değeri hakkındaki farkındalık artmaya başlamış ve bu aynı zamanda spektrumun hem teknik açıdan hem de ekonomik açıdan verimli olarak kullanılması gerektiği düşüncesini perçinlemiştir. Spektrumun ekonomik açıdan verimli olarak kullanımının ne kadar önemli olduğu spektrum tabanlı hizmetlerin Gayri Safi Milli Hasılaya (GSMH)'ya sağladığı katkısından görülmektedir. 2006 yılı rakamlarına göre

[132] ICT Regulation Toolkit (2010), *Module 5: Radio Spectrum Menagement*, s.7
[133] A.g.k.

spektrum tabanlı hizmetlerden elde edilen gelir, Avrupa ülkeleri genelinde, 200 milyar avroyu aşan miktar ile GSMH'nin %2.5'ini oluşturmaktadır. [134]

Son yapılan çalışmalar, önemli bir girdi olarak spektrum kullanımının ekonomik etkisini göstermeye çalışmaktadır. Nitekim bir grup ekonomist tarafından (Waverman, Meschi ve Fuss gibi) gelişmekte olan ülke örnekleri üzerinde yapılan çalışmada cep telefonu kullanımı dağılımındaki artışın GSMH'da önemli derecede artışa eşlik ettiği değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışmada tüm örnekleme dönemi boyunca mobil dağılımdaki %10'luk bir farkın yıllık büyüme oranlarındaki % 0.6'lık fark ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, mobil iletişim ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı değerlendirmek üzere Dünya Bankası ekonomistleri tarafından yapılan uzun süreli (1980-2006 yılları arasında) çalışma sonuçlarından elde edilen, mobil penterasyondaki 10 puanlık artışın GSMH'nin gelişmiş ülkelerde 0.6'lık; gelişmekte olan ülkelerde 0.8 puanlık artış yarattığına ilişkin sonuçlarla da tutarlılık göstermektedir.[135]

Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde, spektrum kullanımının günden güne artış göstermesine paralel olarak kıt bir ulusal kaynak olan frekans spektrumundan elde edilen gelir de artış göstermektedir. Elde edilen gelirin ülke ekonomisine katkısı gün geçtikçe artmaya başladığı ve önemli bir girdi haline geldiği görülmektedir.

1.3.3. Spektrum İhaleleri

İhale kelimesinin kökeni Latince'de arttırmak anlamına gelen "augēre" kelimesine dayanmaktadır. Türk Dil Kurumu Sözlüğünde ihale kelimesi, satılması planlanan eşyanın, almaya istekli olanlar arasından en uygun şartları yüklenmeyi kabul edene verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. İktisadi bir kavram olarak ise ihale, mal ve hizmetlerin, açık ve rekabetçi bir ortamda eksiltme veya artırma yöntemleriyle,

[134] Avrupa Komisyonu, Haziran 2006, COM (2006) 334, The Review of the UE Regulatory Framework for electronic communications Networks and Services, Brüksel
[135] ICT Regulation Toolkit (2010), *Module 5: Radio Spectrum Menagement*, s.8

almak isteyenler arasından en uygun teklifte bulunana verilmesi işlemini ifade etmektedir.[136]

Mübadele konusu olacak malın fiyatının sabit ya da rayiç bedeller doğrultusunda saptanabilme özelliğinin bulunmadığı durumlarda fiyatın belirlenmesi optimal noktadan sapmalara neden olabilmektedir. İşte tam bu noktada ihale, alıcı ve satıcılar için en uygun ortamın oluşup fiyatın iki taraf için de makul kabul edilebilecek bir seviyede belirlenebilmesi işlevini görmektedir. Sonuç olarak bir mal satışı veya hizmet ifasına yönelik sözleşme kurulması aşamasında tarafların birbirlerine karşı yükümlülüklerinin belirlenmesi yöntemlerinden birisi olan ihale, kıt kaynakların dağıtımında rekabet esaslı bir fiyat belirleme yöntemidir. Teknik bir anlatımla iktisat teorisi açısından ihale, arz ve talebi eşitleyen bir mekanizma olarak görülmektedir.[137]

İhalelerde dağıtım kuralı *(allocation rule)* ve ödeme kuralı *(payment rule)* şeklinde iki ana kuralın olduğundan bahsedilebilir: Dağıtım kuralı, ihaleyi kimin kazanacağı ile ilgilidir. Örneğin artan fiyat ihalelerinde en yüksek fiyatı veren katılımcı ihaleyi kazanmakta; azalan fiyat ihalelerinde ise en düşük teklif sahibi ihalenin galibi olmaktadır. Ödeme kuralı ise, kazanan katılımcının ne kadar ödeme yapacağını belirlemektir. Öyle ki, katılımcılardan her zaman kendi tekliflerini ödemeleri istenmemekte, bazı ihale türlerinde rakiplerinin teklifleri oyuncuların ödemeleri gereken miktar olabilmektedir. [138]

Popüler ihaleler, kendi içlerinde çeşitli başlıklar altında toplanabilir. Emek, ihalelerin gruplanmasında ilk ayrım olarak tek nesneli ihaleler ve çok nesneli ihaleler ayrımını yapmaktadır. Bu ayrıma göre bazı ihalelerde tek bir nesne ihale edilirken, bazı ihalelerde ise birden fazla homojen ya da birbirine benzer nesne ihale

[136] Şahin, Serdar (2016), Türkiye'de Kamu İhale Usullerinin Değerlendirilmesi Ve Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi İle Karşılaştırmalı Analizi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı, Yayımlanmış Doktora Tezi, Ankara.
[137] A.g.k.
[138] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi:3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

edilmektedir. Tek nesneli ihalelere örnek olarak günlük hayatta sıkça karşımıza çıkan antika eşyaların ihaleleri verilebilir. Çok nesneli ihaleler ise daha çok kamu ya da özel sektörde çeşitli ürün ya da hizmetlerin ihalesinde kullanılmaktadır. Örneğin, telekomünikasyon piyasasındaki frekans ihaleleri bu tarz ihalelerdendir, zira yalnızca bir adet frekans/lisans değil, birden fazla eş ya da birbirinin benzeri lisans ihale edilmektedir. Çok nesneli ihaleler de kendi içlerinde eş zamanlı ve ardışık ihaleler olarak ikiye ayrılabilir.[139]

Tek nesneli ihaleler, ikinci bir eşi olmayan nesnelerin ya da eşi olsa bile bu nesnelerden söz konusu ihalede yalnızca bir tanesinin tahsis edildiği ihalelerdir. Tek nesneli ihaleler, kendi içlerinde kapalı ve açık ihaleler olarak ikiye ayrılmaktadır. Açık ihalelerde katılımcılar ihale süresince tekliflerini sözlü olarak bildirmektedir. Kapalı ihalelerde ise teklifler yazılı olarak verilmektedir. Açık ihaleler kendi aralarında artan fiyat (İngiliz İhalesi) ve azalan fiyat ihaleleri (Hollanda İhalesi) olarak ikiye ayrılırken, kapalı ihaleler ilk fiyat ve ikinci fiyat kapalı zarf ihaleleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. [140]

İhaleler tasarlanırken hesaba katılan bir başka ayrım ise ihale konusu nesnenin miktarına göre yapılan ayrımdır. Bu ayrıma göre, ihaleler yukarıda anlatıldığı gibi tek bir nesne için yapılabildiği gibi, birden fazla homojen ya da birbirine benzer nesne için de yapılabilmektedir. Birden fazla benzer nesne için yapılan ihalelere örnek olarak hazine bonoları ya da telekomünikasyon endüstrisindeki frekans ihaleleri verilebilir.[141]

Çok nesneli ihaleler incelenirken tek nesneli ihale kuralları değişmemekte; yalnızca kurallar bu kez tek nesne için değil, birden fazla nesne için incelenmektedir. Bu bakımdan kurallar ve ihale yöntemleri tek nesneli ihalelere benzerlik göstermekle

[139] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
[140] A.g.k.
[141] A.g.k.

beraber, yegâne farklılık birden fazla nesne için yapılan ihalelerin zamanlamasında ortaya çıkmaktadır.[142]

Spektrumun ihale edilmesi fikri ilk olarak Rolnald Coase tarafından ortaya atılmıştır. 1990 yılının başlarından itibaren Yeni Zelanda ve Avustralya tarafından spektrum ihalesi ilk kez uygulamaya konulmuştur.

1.3.3.1.Artan Fiyat İhaleleri (İngiliz İhalesi)

Bilinen en eski ve en bilinen artan fiyat ihalesi yöntemi, literatürde İngiliz ihalesi olarak da ifade edilmektedir[143]. Artan fiyat ihalelerinde fiyat, belli bir muhammen bedelden (bazen bu bedel "0" da olabilmektedir) başlar ve fiyat katılımcılar tarafından sürekli artırılır. İhalede yalnızca bir katılımcı kalana kadar fiyat artırımı devam etmektedir. Son kalan katılımcı ihaleye konu malın sahibi olurken (dağıtım kuralı), son yaptığı teklif tutarını ödemektedir (ödeme kuralı). Bu ihale yönteminde katılımcıların hâkim stratejisi; fiyat, nesne için biçtikleri değere gelene kadar ihalede kalmak ve bu değeri geçtiği anda ihaleden ayrılmaktır.[144]

İhaleyi yapan tarafından değerlendirildiğinde, başarılı bir ihale için katılımcılar arasındaki rekabet önemlidir. Yapılan her fiyat teklifi sürekli olarak bir sonraki fiyatı tetikler. İhaleye konu nesnenin maddi değerlemesi sürecinde, tekliflere ilişkin tahminler ve ihale esnasında verilen teklifler göz önünde bulundurularak yapılmaktadır.[145]

---

[142] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

[143] Türkiye Sermaya Piyasası Aracı Kuruluşlar Birliği (2008), Sermaye Piyasasında Gündem, Sayı:71, İstanbul, s.7-18

[144] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

[145] Türkiye Sermaya Piyasası Aracı Kuruluşlar Birliği, Sermaye Piyasasında Gündem, Yıl:2008,Sayı:71, İstanbul, s.7-18

Bu ihale yöntemi, katılımcılar, tüm ihale süreci boyunca yapılan en iyi teklif hakkında bilgi sahibi olduklarından diğer ihale yöntemlerine göre daha şeffaf bir yöntem olmasına rağmen katılımcıların kendi aralarında anlaşarak fiyatı düşük tutma riskini barındırmaktadır.[146]

Artan fiyat ihalelerinin, katılımcılar tarafından teklif sunulmadan fiyatın sürekli olarak artırıldığı, katılımcıların ihaleye konu nesneyi almak istememesi durumunda ihaleden ayrılıp daha sonra ihaleye katılımlarına izin verilmeyen "Japon İhalesi" olarak adlandırılan bir türü de bulunmaktadır.[147]

1.3.3.2.Azalan Fiyat İhaleleri (Hollanda İhalesi)

Artan fiyat ihalelerinin tam tersi bir uygulama olan bir başka geleneksel yöntem ise azalan fiyat ihaleleridir. Hollanda'da geleneksel olarak çiçeklerin bu yolla satılmasından dolayı "Dutch" ihalesi olarak da isimlendirilmektedir. Bu ihale yönteminde; satıcı, oldukça yüksek bir fiyattan ihaleyi başlatmakta ve katılımcılardan bir tanesi "benim" diye bağırana kadar fiyatı belli aralıklarla azaltmaktadır (dağıtım kuralı). Kazanan katılımcının ödemesi gereken fiyat ise satıcının durdurulduğu fiyat olarak belirlenmektedir (ödeme kuralı).[148]

Bu yöntemde; katılımcıların hâkim stratejisi, kendi değerlemelerinden daha düşük bir fiyat vermektir. Verecekleri teklifi ne ölçüde düşürecekleri ise ihaledeki toplam oyuncu sayısı ile ilintili olarak değişecektir. Bunun sebebi, ihaledeki katılımcı sayısı arttıkça ihalenin her an kendisi dışındaki teklif verenlerden bir tanesi tarafından sonlandırabileceği riskinin de arttığını fark eden katılımcının, ihaleye konu nesneye bir an önce sahip olmak için değerlemesine en yakın teklifi verecek olmasıdır. Örneğin

[146] Türkiye Sermaya Piyasası Aracı Kuruluşlar Birliği, Sermaye Piyasasında Gündem, Yıl:2008,Sayı:71, İstanbul, s.7-18

[147] Klemperer, P. (2004), Auctions: Theory and Practice, Princeton University Press, Princeton

[148] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ihalede yalnızca bir tane rakibi olan katılımcının, fiyatın kendi değerlemesinin altına düştüğü noktadan sonra daha da beklemesi halinde aldığı risk kendisi dışında sadece bir katılımcının ihaleyi durdurabilecek olmasıdır. Fakat kendisi dışında örneğin 10 tane daha katılımıcının olduğu durumda aldığı risk daha büyüktür. Bu sebepten, katılımcılar ihaleyi bir an önce sonlandırma yolunda daha hızlı davranacaktır.[149] Yaygın olarak kullanılmayan bu ihale yöntemi, genellikle çabuk bozulabilecek nesnelerin satışında kullanılmaktadır.[150]

1.3.3.3.Birinci Fiyat Kapalı Zarf İhaleleri

Açık ihalelerle birlikte kapalı ihale yöntemleri de günümüzde talep görmektedir. Bu yöntemlerden, ilk fiyat kapalı zarf ihalesinde, katılımcılar birbirlerinin tekliflerini bilmeden, kendi tekliflerini kapalı zarflara koyarak ihale yöneticisine sunmaktadırlar. Yapılan tüm teklifler, ihaleyi düzenleyenler tarafından teslim alındıktan sonra katılımcılara duyurulmaktadır. Kural olarak, en yüksek teklifi veren katılımcı ihaleyi kazanmakta (dağıtım kuralı) ve kendi teklifini ödemektedir (ödeme kuralı). Hâkim stratejiler bakımından ise bu ihale yöntemi azalan fiyat ihalelerine benzemektedir.[151] Her iki ihale yönteminde de, katılımcıların vereceği teklif konusunda ihale sonuna kadar bir açıklama yapılmamakta ve yapılan teklifler değiştirilememektedir.[152]

Bu ihale yöntemi ile artan fiyat ihlaleleri arasındaki en belirgin fark, katılımcıların ihaleye konu nesneye sahip olabilmek için tek bir teklif yapabilmesi ve rakiplerinin tekliflerini görerek kendi rakamlarının revize edememeleridir.[153] Yaygın olarak; birinci

[149] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
[150] Klemperer, P. (2004), Auctions: Theory and Practice, Princeton University Press, Princeton
[151] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
[152] Türkiye Sermaya Piyasası Aracı Kuruluşlar Birliği, Sermaye Piyasasında Gündem, Yıl:2008,Sayı:71, İstanbul, s.7-18
[153] A.g.k.

fiyat kapalı zarf ihalesi yöntemi, mal ve hizmet alımlarında, maden haklarının ve kıymetli evrakın satışlarında kullanılmaktadır.[154]

1.3.3.4.İkinci Fiyat Kapalı Zarf İhaleleri (Vickrey İhalesi)

Bu ihale yöntemi, birinci fiyat kapalı zarf ihalesi ile aynı dağıtım kuralına sahip olmakla birlikte kazanan katılımcı kendi teklifini değil ikinci en yüksek teklifi ödemektedir. Bu ihale türü 1961 yılında yayımlanan ve bu alanda halen geçerliliğini koruyan "*Counterspeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders"* isimli eserinden dolayı William Vickrey'in ismiyle *Vickrey* ihalesi olarak da anılmaktadır.[155]

Artan fiyat ihalesi yöntemi ile aynı teklif metoduna sahip olan bu yöntemde, her ne kadar artan fiyat ihalesinde olduğu gibi ihale süresince diğer katılımcıların teklifleri katılımcıların karar fonksiyonlarına dahil edilmese de, hâkim stratejiler benzerlik göstermektedir. Buna göre; teklif verenler için, kendi değerlemeleri oranında teklifler sunmak hâkim stratejidir. Söz konusu bu benzerlik, sadece kişisel değer ihaleleri içindir. Katılımcıların ihaleye konu nesne için değerlemelerinin diğer tekliflere nazaran yeniden şekillendiği ortak değer ihalelerinde teklif metodları farklılaşmaktadır.[156]

Vickrey ihaleleri ile ilgili önemli hususlardan da bu ihalelerde, kendi değerlemesi oranında teklif vermenin hâkim strateji olması nedeniyle katılımcıların, diğer teklif verenlerin değerlemeleri hakkında araştırma yapmalarına gerek kalmaması ve ihaleyi mutlak surette ihaleye konu nesneye en fazla değeri veren oyuncunun kazanacak olmasıdır. Bu durum ihalenin verimliliğini en üst seviyeye çıkaracaktır.[157]

Katılımcılar, kendi teklif edecekleri rakamın en üst rakam, ödeyecekleri rakamın ikinci en yüksek rakam olduğunu bilerek teklif vereceklerinden diğer katılımcıları fiyat

[154] Klemperer, P. (2004), Auctions: Theory and Practice, Princeton University Press, Princeton
[155]Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
[156] A.g.k.
[157] A.g.k.

artırma konusunda teşvik edecektir. Diğer kapalı ihale yöntemlerinde olduğu gibi, teklifler kapalı zarflar yoluyla iletileceğinden ihale sırasında diğer katılımcıların teklifleri konusunda bilgi edinilmesi mümkün değildir.[158]

1.3.3.5.Eş Zamanlı İhaleler

Birden fazla nesnenin aynı anda satıldığı (çok nesneli) bu ihale yönteminde katılımcılar, farklı nesneler için tekliflerini eş zamanlı olarak düzenleyiciye sunmaktadır. Nesnenin kime gideceği ise ihalenin dağıtım kuralına göre belirlenmektedir.[159]

Eş zamanlı ihaleler için en güzel örnek, haberleşme sektöründeki frekans tahsis ihaleleridir. Bu ihalelerde birden fazla sayıda birbirine benzer nitelikte frekans aralığı ihale edilmekte; katılımcılar her bir aralık için eş zamanlı olarak tekliflerini ihale başkanına sunmaktadır. İhale sonunda her aralık, örneğin ona en yüksek teklifi veren katılımcıya gitmektedir.[160]

1.3.3.6.Ardışık İhaleler

Ardışık ihaleler, eş zamanlı ihalelerde olduğu gibi birden fazla homojen ya da benzer nitelikteki ihaleye konu nesnenin satımı için kullanılmaktadır. Ancak bir nesnenin ihalesi bitmeden diğer nesne ihale edilmemektedir. Başka bir ifade ile, nesneler ayrı ayrı ve sırayla ihale edilmektedir. Örneğin, eş zamanlı ihalelerde olduğu gibi, telekomünikasyon endüstrisindeki frekans ihaleleri de bu şekilde gerçekleştirilmektedir. Söz konusu lisansların ihalesi bazen yukarıdaki gibi eş zamanlı olabilmekte, bazen de lisansların ardı ardına satılması tercih edilmektedir.[161]

---

[158] Türkiye Sermaya Piyasası Aracı Kuruluşlar Birliği, Sermaye Piyasasında Gündem, Yıl:2008,Sayı:71, İstanbul, s.7-18

[159] Astarlığlu, Melih (2008), İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

[160] A.g.k.

[161] A.g.k.

Ardışık ihale yöntemi, katılımcıların ihaleye konu homojen ürünlerin tamamına değil, bir kısmına talip olduklarında uygulanan bir yöntemdir. İhale yönetimi açısından basit olması sebebiyle diğer yöntemlere nazaran avantaj sağlamaktadır. Katılımcı açısından, ihaleye konu nesnenin hangi parçasının kim tarafından alındığı ve geriye kalan parçaların hangisi olduğu bilinmektedir.[162]

Bir ürünün satışı gerçekleştikten sonra diğerinin satışına geçilen bu yöntemde genellikle, satışı gerçekleşen ürünün fiyatı bir sonraki ihalenin muhammen bedeli olarak belirlenmektedir.[163]

Bu yöntem, homojen olmayan ürünlerin satışında kullanılması durumunda, söz konusu bir ürünün muhammen bedeli, öcekinden farklı bir ürünün satış bedeli olacağından katılımcılar açısından dezavantaj oluşturacaktır.[164]

1.3.4. Spektrum Ticareti

Spektrum ticareti, spektrumun kullanım haklarının ve ilişkili yükümlülüklerinin, belirli bir fiyat karşılığı, piyasaya dayalı bir değişim yoluyla bir kullanıcıdan diğerine aktarılabileceği bir mekanizmadır. Spektrumun yeniden tahsisinin aksine, spektrum ticaretinde, spektrum kullanma hakkı, mevcut kullanıcı tarafından gönüllü olarak aktarılır ve tamamı ya da kısmi kullanım hakları, söz konusu spektrum kısmının yeni sahibi tarafından ödenen ücret karşılığında kullanılır. [165]

Bu bağlamda, Avrupa Komisyonu tarafından kullanım haklarının devri ile ilgili yöntemler;[166]

Satış: Kullanım hakkının sahipliğinin başka bir tarafa devredilmesi,

[162]Türkiye Sermaya Piyasası Aracı Kuruluşlar Birliği, *Sermaye Piyasasında Gündem*, Yıl:2008,Sayı:71, İstanbul, s.7-18
[163] A.g.k.
[164] A.g.k.
[165] ICT Regulation Toolkit (2010), *Module 5: Radio Spectrum Menagement,s.16*
[166] Ag.k.

Geri alma: Bir kullanım hakkının ileride belirlenmiş bir tarihte geri alınması şartıyla başka bir tarafa satılması,

Kiralama: Sahip olunan yükümlülükler de dahil olmak üzere mülkiyetin ilk sahibinde kalması şartıyla kullanım hakkının belirli bir süre için başka bir tarafa devredilmesi,

Mortgage: Kullanım hakkı, bir konut için ipotek gösterme gibi, kredi teminatı olarak kullanılması,

şeklinde belirlenmiştir.

Spektrum ticaretinde, ticaret kuralları geçerlidir. Ticareti yapılan bir ürünün, eski kullanıcıya nazaran, yeni kullanıcıda yeni bir değere sahip olduğu ve yeni kullanıcının edinilen üründen daha büyük fayda sağlayacağı düşünülen durumda ticaret gerçekleşmektedir. Bu sebeple, spektrum ticaretinin, spektrumun daha verimli bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. [167]

Spektrum ticareti rejiminin amaçlarından birisi de işlem maliyetlerinin düşürülmesidir. İşlem maliyetlerinin yüksek olması durumundan spektrum ticaretinden bir verim elde edilemeyecektir. [168]

Sonuç olarak spektrum ticaretindeki amaç hızlı ve ucuz bir mekanizma kurup kullanım haklarının devrini kolaylaştırmaktır. Alıcı ya da satıcı irrasyonel davranmaz veya işlemi yanlış değerlendirmez ise spektrum ticaretinin daha yüksek ekonomik verime katkıda bulunduğu ve spektrumun gerçek fırsat maliyetini ortaya çıkararak saydamlığı artırdığı varsayılabilmektedir.[169]

Ayrıca spektrum ticaretinin, lisanslı kullanıcıların sayısının mevcut durumdan daha hızlı bir şekilde artması, piyasaya yeni gireceklerin spektrumdan daha kolay bir şekilde faydalanması, ticaretin spektrum kullanım hakları konusunda kapsamlı bir şekilde serbestleşmesiyle birleştirildiği durumlarda, yeni teknolojilere yatırımın

[167] ICT Regulation Toolkit (2010), *Module 5: Radio Spectrum Menagement,s.16*
[168] A.g.k.
[169] A.g.k.

önünün açılması ve piyasa rekabetinin artırılması gibi hususlarda sektöre dolaylı olarak katkıda bulunacağı düşünülmektedir. [170]

Spektrum ticareti uygulamalarında karşılaşılan temel mekanizmalar aşağıdaki gibidir;

1) **İkili Görüşme:** Kullanım hakkının hususunda satıcı ve alıcı, düzenleyici otoritenin belirlediği hiçbir şarta tabii olmadan doğrudan şartları müzakere eder.
2) **İhale:** Kurallar düzenleyici otorite tarafından belirlendikten ve belirli bir ihale türü seçildikten sonra alıcılar teklif vermek suretiyle spektrumun kullanım haklarını elde eder.
3) **Aracılık Kurumu (Kavramı):** Alıcı ve satıcılar, kendi rızalarıyla, kullanım haklarını devredeceği sözleşme şartlarını müzakere eder.
4) **Takas:** Kullanım hakkı devri, kullanıcılar tarafından belirlenen özel kurallara göre borsaya benzer bir ticari işlem platformda gerçekleşir.

Bu mekanizmaların bir kaçının kombinasyon halinde kullanılması söz konusu olabilmektedir. Örneğin, ihale yoluyla ilk tahsis gerçekleştirildikten sonra ticarete konu olan spektrumun kullanım hakkı, borsa benzeri platformlarda listelenerek ikili görüşme veya aracılar gibi kolaylaştırıcı mekanizmalar vasıtasıyla kullanıcılar arasında transfer edilebilmektedir.[171]

1.3.5. Uluslararası Koordinasyon

Spektrumun ulusal sınırlara riayet etmeyen yapısı sebebiyle özellikle komşu ülkeleri içeren uluslararası koordinasyon, spektrum yönetimi açısından önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle elektromanyetik spektrumun kullanımı açısından ülkelerin spektrum yönetiminden sorumlu idarelerinin dikkate alması gereken uluslararası birtakım yükümlülükler bulunmaktadır.

[170] ICT Regulation Toolkit (2010), *Module 5: Radio Spectrum Menagement,s.16*
[171] A.g.k.

Spektrum kullanımına ilişkin uluslararası koordinasyon, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) gibi uluslararası kuruluşlar bünyesinde ya da Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Birliği (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations–CEPT), Amerika Bölgesi Telekomünikasyon Komisyonu (Commission for Inter-American Telecommunications-CITEL), Asya-Pasifik Telekomünikasyon Birliği (Asia-Pasific Telecommunity-APT) gibi bölgesel kuruluşlar nezdinde komşu ülkeler ile yapılmaktadır.

Bu koordinasyonlar, ITU tarafından belirlenen genel çerçeveye ve bölgesel kuruluşların belirlediği detaylara göre ülkelerin ihtiyaç duyduğu düzenlemeler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda, komşu ülkeler ile yapılacak koordinasyonlar sağlıklı spektrum kullanımı için önem arz etmektedir.

1.3.6. Spektrum Yönetiminde Yeni Bakış Açıları

Dünya genelinde spektrum kullanımında meydana gelen artış nedeniyle spektrum yönetimi gün geçtikçe artmaktadır. Bunun yanında, gelişen teknolojiyle birlikte spektruma olan talebin artması ve haberleşme sistemlerinin yakınsaması neticesinde spektrumdan sorumlu idareler, spektrumun daha verimli kullanılması adına yeni spektrum paylaşım modelleri konusunda araştırmaya yönelmişlerdir. Bu bağlamda, spektrum tahsisinde geleneksel bir yöntem olan idari yaklaşımın gelişen teknolojiye uyum sağlama konusunda yavaş ve spektrumun verimli kullanımında yetersiz kalması nedeniyle son yıllarda, spektrumun tahsinde piyasa dinamiklerinin hakim olduğu pazar yaklaşımına eğilim artmıştır.[172]

Spektrumun tahsis yöntemi, sağlanan servislerde kullanılan teknoloji, frekans bantlarının uygunluk durumu ve ülkelerin iletişim altyapılarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ulusal ölçekte sunulan hizmetlerde idari yaklaşım benisenirken, dar kapsama alanlı ve enterferans olasılığı az olan sistemlerde ise genellikle pazar

[172] ITU(2004), *Radio Spectrum Management for a Converging World, Background Paper, RSM/07*, Cenevre.

yaklaşımı uygulanmaktadır. Bununla birlikte, enterferans olasılığının az olabileceği sistemlerde yetkilendirmeden muaf yaklaışımın da uygulandığı görülmektedir.

Spektrum kullanımın yaygınlaşması ve spektrum kullanıcılarının artması sebebiyle spektrum kullanım haklarının tahsisinde, serbestleşme eğilimleri olarak da bilinen spektrum ticareti, spektrum kullanım haklarının kiralanması ve yetkilendirmeden muaf yaklaşımın yanı sıra dinamik spektrum erişimi, ultra genişbant (Ultra Wideband-UWB) yöntemi, örgüsel ağlar (mesh networks), yazılım tanımlı radyo (Software Defined Radio-SDR), bilişsel radyo (Cognitive Radio-CR) ve akıllı antenler gibi yeni teknolojilerden de yararlanılmaktadır.

Spektrum tabanlı tekniklerden olan UWB tekniği, çok düşük spektral güç yoğunluğuna sahip ikincil kullanıcılar ile yüksek güçteki birincil kullanıcıların bir arada spektrumu kullanması mantığını içermektedir. Başka bir ifade ile UWB, kısa mesafe kullanımlarında, yüksek miktarda bilginin geniş bir spektrum bandından düşük bir güçle ile iletilmesi yöntemidir.[173] Bu yöntemde iletilmek istenen bilgi, diğer hizmetlerle paylaşılan frekans bandından yaklaşık 500 MHz'den büyük bant genişliğindeki sinyaller[174] ile gönderilir. Sinyaller, paylaşılan banttaki birincil kullanıcıları etkilememesi için düşük emisyon seviyelerinde gönderildiğinden UWB sistemler daha çok bina içi ya da kısa mesafeli sistemlerde kullanılmaktadır.[175]

Spektrum tabanlı tekniklerden bir diğeri ise Dağınık Spektrum tekniğidir. Bu teknikte sinyal, orjinal sinyalin 200 katı kadar bant genişliği ile yayılmaktadır. Dağınık spektrum vericisi sinyalleri geniş frekans aralığında; Doğrudan Sıralı Dağınık Spektrum (Direct Sequence Spread Spectrum), Frekans Atlamalı Dağınık Spektrum

[173] https://whatis.techtarget.com/definition/ultra-wideband (23.10.2018)
[174] ITU tanımlamalarına göre 500 MHz'den az olmayan veya merkez frekansının %20'sini aşan bant genişliklerinde sinyal iletimin gerçekleştirildiği tekniktir.
[175]ICT Regulation Toolkit (Module 5), *Radio Spectrum Management:Striking a Balance Between Market Flexibility and Regulation (http://www.ictregulationtoolkit.org/toolkit/5)*

(Frequency Hopping Spread Spectrum) veya Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access- CDMA) tekniklerini kullanarak gönderir.[176]

Yukarıda bahsi geçen iki tekniğe Spektrum Kaplama Tekniği (Spectrum Overlay Technique) de denilmektedir. Bu tekniklerde spektruma erişim pasif ve dinamik olmak üzere iki şekilde erişim sağlanır. Amatör servislerin kullanımı gibi pasif erişimlerde spektrumun boş olması istenmektedir. Aktif erişimlerle ilgili net bir yöntem olmamakla birlikte esnek spektrum yönetimi yaklaşımları ve spektrum ticareti ile de ilişkili olması sebebiyle spektrumdan sorumlu idareler bu konu üzerinde çalışmalarını yürütmeye devam etmektedirler.

Bir diğer yöntem olan Dinamik Spektrum Erişimi tekniğinde, kullanılacak spektrum coğrafik olarak ya da zaman dilimlerine bölünmek suretiyle tanımlanmaktadır. Bu bağlamda kullanıcıya, kullanılacak banta uygun olacak şekilde, gerektiğinde frekans bandını ve sinyal gücünü değişitirmesi şartıyla spektrumun belirli bir bölümü için tanımlı bir zamanda ve ya coğrafyada kullanılmak üzere erişim izni verilmektedir. Bu yöntemde kullanılan Yazılım Tanımlı Radyo uygulamalarında önceleri donanım vasıtasıyla sağlanan teknik özellikler yazılım aracılığıyla sağlanmakta olup spektrumun daha yoğun ve etkin kullanımına olanak sağladığından esnek spektrum yönetimi yaklaşımına uyum sağlamaktadır. Bu yöntemde uygulanan bir diğer teknik ise Bilişsel Radyodur (CR). Bilişsel radyo, genişbantta çevreyi taramak suretiyle kullanılmayan spektrum bölgesini bularak, spektrumun o bölgesine uygun modülasyon ve kodlama tekniklerini uygulayabilecek kabiliyettedir. Kullanıcı açısından bakıldığında, kalabalık bölgelerde spektrumun boş bölgesini bularak haberleşme imkanı sunan bir alıcı, haberleşme cihazı olarak tercih edilebilmektedir.[177]

[176] Adı geçen tekniklerin detayları için bkz. ICT Regulation Toolkit (Module 5), *Radio Spectrum Management:Striking a Balance Between Market Flexibility and Regulation (http://www.ictregulationtoolkit.org/toolkit/5)*

[177] ICT Regulation Toolkit (Module 5), *Radio Spectrum Management:Striking a Balance Between Market Flexibility and Regulation (http://www.ictregulationtoolkit.org/toolkit/5)*

3. jenerasyon mobil hücresel sistemler (IMT 2000) ve 2.5 jenerasyon sistemler (GSM-EDGE) gibi çeşitli sistemlerde performansın önemli ölçüde yükselmesini sağlaması yönüyle akıllı anten uygulamaları ve teknolojisi son yıllarda oldukça geniş uygulama alanı bulmuş ve ilgi çekmiştir. Yeni bir teknik olmayan akıllı anten tekniği, uygulamaya özel entegre devrelerin, genel amaçlı işlemcilerin ve sayısal sinyal işlemcilerinin gelişmesi ile maliyet açısıdan uygun duruma geçmiştir. [178]

1.4. ÜLKEMİZDE SPEKTRUM YÖNETİMİ

Ülkemizde 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu ile frekans planlama, spektrum yönetimi ve "Milli Frekans Planı" hazırlama yetkisi, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumuna (BTK) verilmiştir. Milli Frekans Planının hazırlanmasında ITU, IMO, ICAO, AB ve CEPT gibi uluslararası kuruluşların kararları dikkate alınmaktadır. Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) ile Radyo ve Televizyon Üst Kurulu'na (RTÜK) ayrılan frekanslar üzerinde planlama yetkisi yine bu kanun ile ilgili kuruluşlara devredilmiş olup söz konusu frekansların uluslararası koordinasyonlarının yapılması işlemleri BTK tarafından gerçekleştirilmektedir.

Radyo ve televizyon yayınlarına ilişkin ilgili kanununda belirtilen hükümler saklı kalmak kaydıyla, spektrum yönetimi kapsamında temel ilke ve esasları, Millî Frekans Planının hazırlanması ve güncellenmesini, frekans tahsisi ile ulusal ve uluslararası koordinasyonu ve tescilini, tahsis edilen frekansların geri alınması ve yeniden tahsisi ile ilgili usul ve esasların belirlenmesi amacıyla Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından Spektrum Yönetimi Yönetmeliği çıkarılmıştır.

Ülkemizde spektrum yönetiminin omurgasını idari yönetim yaklaşımı oluşturmakla birlikte belirlenen bazı frekans bantlarında yetkilendirmeden muaf yaklaşım uygulanmaktadır. Bir diğer yönetim yaklaşımı olan pazar yaklaşımı ise kıt bir kaynak olan spektrumun sınırlı sayıda kullanıcıya tahsisinde etkin şekilde

[178] ICT Regulation Toolkit (Module 5), *Radio Spectrum Management:Striking a Balance Between Market Flexibility and Regulation (http://www.ictregulationtoolkit.org/toolkit/5)*

kullanılan açık artırma ihale usulüyle uygulanmaktadır. Bununla birlikte, pazar yaklaşımının bir diğer unsuru olan spektrum ticareti konusu Elektronik Haberleşme Kanununda yasal bir zemine kavuşturulmuştur.

Ülkemizde yetkilendirmeden muaf yaklaşıma ilişkin uygulamalar, uzaktan kumanda, kablosuz mikrofon, tıbbi cihazlar, kısa mesafeli ses ve veri iletimi sağlayan cihazlar gibi uygulamalar ile sınırlıdır.

Elektronik Haberleşme Kanunun 36 ncı maddesi kapsamında Radyo ve Televizyon Üst Kuruluna tahsis edilen yayıncılık spektrumunun yönetimine ilişkin olarak 6112 sayılı Radyo Ve Televizyonların Kuruluş Ve Yayın Hizmetleri Hakkında Kanun ile televizyon kanal ve radyo frekans planlama yetkisi Radyo ve Televizyon Üst Kuruluna verilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM
KARASAL YAYINCILIK SPEKTRUMUNUN YÖNETİMİ

Bu bölümde, karasal yayıncılıktaki iki temel iletim yöntemi olan analog ve sayısal yayıncılık yöntemleriyle birlikte ülkemizde karasal yayıncılık bandının yönetimi, karasal sayısal ulusal frekans planı parametreleri ve yayıncılık spektrumunun geleceği incelenecektir.

2.1. KARASAL YAYINCILIK NEDİR?

Karasal yayın, yeryüzünde yer alan verici sistemlerinden elektromanyetik dalgaların alıcı sistemlere iletildiği yayın şekli olarak ifade edilmektedir. "Karasal" ifadesi daha çok Avrupa ülkelerinde kullanılmakla birlikte, "karasal yayın" ifadesinin bir diğer kullanım şeklinin ise "havadan yayın" olduğu görülmektedir. "Karasal" ifadesi genellikle bu tip yayının uydu, kablo vb. yayın ortamlarından iletiminden ayırmak için kullanılmaktadır.

Bununla birlikte; 6112 sayılı Kanunun "Tanımlar" başlıklı 3 üncü maddesinde bahsi geçen karasal ortam, *"yayın hizmetinin karasal verici sistemleri vasıtasıyla alıcılara iletildiği ortam"* olarak ifade etmektedir.

Yayıncılıkta karasal uydu ve kablo ortamlarında kullanılan, analog ve sayısal olmak üzere iki modülasyon tekniği bulunmaktadır. Bu bölümde bahsedilecek olan analog ve sayısal yayıncılık, karasal ortamdan yapılan yayınların iletiminde kullanılan modülasyon tekniğini ifade etmektedir.

2.1.1. Analog Yayıncılık

Zamana bağlı olarak süreklilik gösteren sinyallere analog sinyal dendiği daha önceki bölümlerde ifade edilmişti. Analog yayın ise, bir bilgi sinyalinin analog taşıyıcı sinyaller ile istenilen yere iletilmesi olarak tarif edilebilir. Nitekim 6112 sayılı Kanunun "Tanımlar" başlıklı 3 üncü maddesinde analog yayın, "*analog modülasyon tekniği kullanılarak kablo, uydu, karasal ve benzeri ortamlardan yapılan yayın hizmetleri"* şeklinde tanımlanmaktadır.

Karasal ortamdan yapılan yayınlar, iletilen yayınların içeriğine göre radyo ve televizyon yayıncılığı olmak üzere iki farklı gruba ayrılabilir. Karasal ortamdan iletilen analog radyo yayınlarında FM modülasyon tekniği kullanılırken, karasal ortamdan iletilen analog televizyon yayınları iletilirken video sinyalleri genlik modülasyonu kullanılarak, ses sinyali ise frekans modülasyonu kullanılarak iletilir.

Analog televizyon yayınında iletilen sinyaller belirli bir frekans aralığında sonsuz değer içeren sürekli dalgalar (analog sinyal) ile iletilmektedir. Analog televizyonlarda, video iletimi çeşitli voltaj seviyelerinde gerçekleştirilmektedir. Örneğin siyah beyaz bir video sinyalinde tam *siyah için 0 Volt, beyaz 0.7 Volt*[179] voltaj seviyeleri arasında sinyaller gönderilmektedir.

Analog yayınların belirli bir frekans aralığında sonsuz sayıda değer içeren bilgilerin iletilebilmesine olanak sağlamasının yanı sıra bu bilgilerin iletilmesinde büyük bant genişliklerinin kullanılıyor olması analog yayınlar için dezavantaj olarak değerlendirilebilecek bir durumdur. Buna ek olarak; analog sinyallerin dışarıdan bozulmaya açık olması, analog sinyaller için bir diğer olumsuz durum olarak ifade edilebilir.

[179] Alper Gedik, *Yeni İletişim Teknolojilerinden Yüksek Tanımlamalı (HD) Yayın Sistemleri ve Odyovizüel Veri Transferindeki Pratikleşme*, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2009, s.11.

Analog televizyon yayıncılığında VHF (174-230 MHz) ve UHF (470-790 MHz) frekans aralıklarında, VHF için 7 MHz'lik; UHF için 8 MHz'lik kanal genişlikleri kullanılmaktadır. Ayrıca, analog yayıncılık için Band I olarak adlandırılan 47-69 MHz frekans aralığı da kullanılmaktadır.

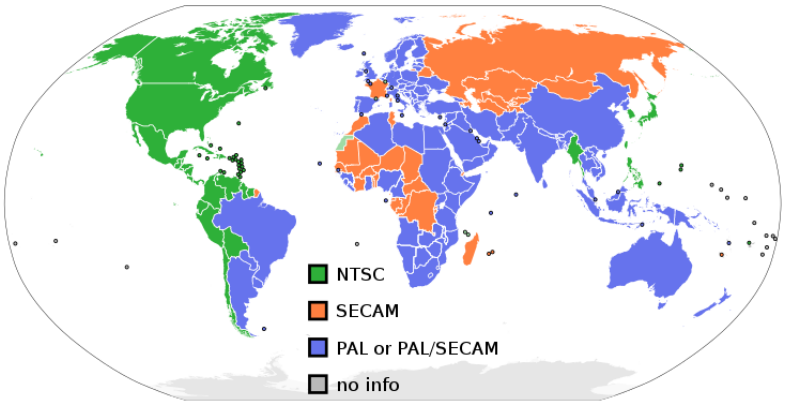
Bir televizyon yayının iletilmesinde, iletilecek görüntünün elektriksel işaretlere dönüştürülmesi için öncelikle küçük parçalara bölünmesi gerekmektedir. Bu parçacıklara piksel ya da benek de denilmektedir. Bir resmin nxm parçacığa bölündüğü düşünülürse görüntünün iletilmesinde ilk akla gelen yöntem tüm beneklerin elektriksel olarak kablolar vasıtasıyla iletilmesi gelmekle birlikte bu yöntem kullanışlı değildir. Bunun yerine görüntünün tek bir hattan ard arda gönderilmesi yöntemi pratikte kullanılmaktadır. Bu yönteme tarama (scanning) denir. Tüm tarama yöntemlerinde tarama işlemi ekranın sol üst köşesinden başlayıp soldan sağa ve yukarıdan aşağıya devam eder. Sol kenardan başlayıp sağ kenara kadar ulaşan bir taramaya satır denir. Bir görüntüdeki satır sayısının belirlenmesinde çözünürlük ve iletilmek istenen detaylar önemli rol oynamaktadır. Eğer resmin detayları satır kalınlığından (veya benek boyundan) küçük ise bu detaylar kaybolacaktır.[180]

Dünya üzerinde iki analog televizyon standardı vardır. Bunlardan biri 50 Hz. kare hızına sahip sistemler, diğeri ise 60 Hz. kare hızına sahip 525 satırlı sistemlerdir.

Renkli televizyonun icadıyla birlikte birçok ülkenin kendine has analog televizyon standardı ortaya çıkmıştır. Bu sayede yayıncılar kendi sinyallerini NTSC (National Television System Committee), PAL (Phase Alternating Line) veya SECAM (Séquentiel Couleur a Mémoire) analog kodlama sistemine göre şifreleyip bunu bir UHF veya VHF taşıyıcı üzerine bindirerek iletimini gerçekleştirirler. Şekil 2.1'de analog televizyon standardının dünya üzerinde kullanımı gösterilmektedir.

.

[180] Morgül, Avni (2011), Sayısal Televizyon Tekniği, İstanbul, s.44-45.



Şekil 2.1 Analog Televizyon Standartlarının Kullanımının Dünya Genelindeki Dağılımı

2.1.1.1. NTSC (National Television System Committee)

Amerikan NCB ve RBA şirketleri tarafından 1941 yılında siyah beyaz televizyonlar için üretilen analog televizyon standardı NTSC, renkli televizyonların hayatımızda yer almasıyla birlikte 1953 yılında renkli televizyonlara uyumlu hale getirilmiştir. NTSC standarının çeşitli sürümleri geliştirilmiş olsa da tüm sürümler 525 satır ve saniyede 30 kare görüntü hızına sahiptir.[181]

Bu standart, diğer analog standartlarında olduğu gibi, üç ana renk olan kırmızı, yeşil ve mavinin çeşitli oranlarda karıştırılarak diğer renklerin elde edilmesi prensibine dayanan RGB yöntemini kullanmaktadır. Bu yöntem kullanılarak elde edilen renk bilgisi alıcıya kompozit olarak gönderilir. Bu renk bilgileri alıcı tarafından çözülerek ekrana yansıtılır.[182]

ABD tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen özellikle Kuzey ve Güney Amerika ülkelerinin neredeyse tamamında, Uzakdoğu ülkeleri (Japonya, Tayvan, Güney Kore, Bruma vb.) ve birkaç pasifik ülkesinde NTSC standardının yoğun olarak

[181] Musa Akar, *Sayısal Televizyon Yayıncılığında Sıkıştırma Teknolojileri Ve Uygulamaları*, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu, 2017, s. 9.
[182] MEGEP, *Radyo-Televizyon Yapım ve Yayıncılığı: Televizyon Yayıncılığının Temelleri*, MEB Yayınları, Ankara, 2006, s.11.

kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, Japonya tarafından kullanılan NTSC standardı NTSC-J olarak adlandırılmaktadır.[183]

2.1.1.2. PAL (Phase Alternation Line)

Bu standart, 1962 yılında Almanya'da geliştirilmiştir. Dünya genelinde en çok kullanılan analog yayın standardıdır. Farklı sürümleri gerçekleştirilmiş dahi olsa dünya genelinde 625 satırlı ve saniyede 25 kare gösterime sahip sürümü yaygın olarak kullanılmaktadır.

PAL standardı, NTSC standardında iletim sırasında ortam değişikliklerden kaynaklanan kalite düşüklüklerinin azaltılması amaçlanarak üretilmiştir. İlk kez Almanya'da ortaya çıkarılan bu analog televizyon yayın standardının patenti Telefunken tarafından alınmış ve bu standart 1963 yılından itibaren EBU üyesi ülkeler tarafından benimsenmeye başlanmıştır. Ülkemiz de dahil olmak üzere birçok Avrupa ülkesi tarafından uzun yıllar analog televizyon yayın standardı olarak kullanılmıştır.

2.1.1.3. SECAM (Séquentiel Couleur Àvec Mémoire)

NTSC standardı temel alınarak 1956 yılında Fransa'da geliştirilen SECAM standardı Avrupa'nın ilk renkli televizyon standardıdır. 625 satırlı ve 25 kare görüntü hızına sahip olan bu standardın farklı sürümleri de ortaya çıkmış olmasına rağmen bu değerler yaygın olarak kabul görmüştür. SECAM; PAL ve NTSC standartları kadar yaygın kullanılmamakla birlikte, SECAM-L, SECAM-B/G, SECAM-D/K, SECAM-K olmak üzere 4 farklı sürümü bulunmaktadır.

[183]http://www.wikizeroo.net/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvTlRQw (20.07.2018)

2.1.2. Sayısal Yayıncılık

Belirli bir zaman aralığı içerisinde, belirli sayıda değerler kümesinden oluşan sinyallere ayrık (discrete) ya da sayısal sinyaller dendiği daha önceki bölümlerde ifade edilmektedir. Bu bilgiler ışığında sayısal yayın, bir bilgi sinyalinin sayısal taşıyıcı sinyaller ile istenilen yere iletilmesi olarak tarif edilmektedir. Nitekim 6112 sayılı Kanunda da ifade edildiği üzere iletilmek istenen yayının sayısal modülasyon tekniği kullanılarak istenilen yere iletilmesi yöntemine sayısal yayıncılık denmektedir.

Analog yayınların coğrafi faktörler vb. ortamlardaki olumsuzluklardan etkilenmesi, iletim sırasında enterferansa açık olması, kopyalama sırasında yaşanan bilgi kayıpları gibi dezavantajları sebebiyle yayıncılıkta sayısal teknolojilerin kullanımı artmaya başlamıştır.

Sayısal yayıncılık alanındaki çalışmaların temeli 1990 yılında atılmıştır. Spectre adı altında yapılan çalışmalarda sayısallaştırılmış görüntülerin iletimi için gerekli bant genişliğinin bazı sıkıştırma yöntemleri kullanılarak oldukça düşürülebileceği gösterilmiştir. Bu çalışmalardan sonra Avrupa'da sistem üreticileri biraraya gelerek ortak standartlar ve üretilecek cihazlar konusunda çalışmalara başlamıştır.[184]

Yayıncılıkta sayısal teknolojinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte analog yayıncılığa göre daha kaliteli ses ve görüntü ve video kalitesi elde edilmeye başlanmıştır. Bununla birlikte televizyon yayıncılığında sayısal teknolojinin kullanılması sayesinde tek yönlü televizyon yayıncılığı yerini iki yönlü etkileşimli yayıncılığa bırakmıştır.

[184] Alper Gedik, *Yeni İletişim Teknolojilerinden Yüksek Tanımlamalı (HD) Yayın Sistemleri ve Odyovizüel Veri Transferindeki Pratikleşme*, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2009, s.27.

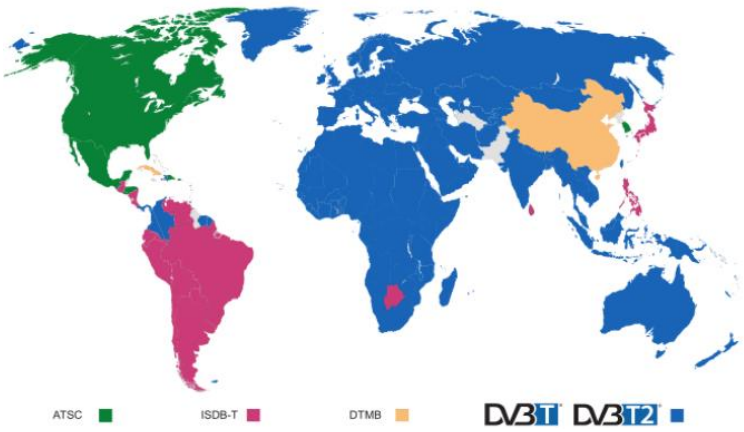
Analog görüntü ve sesler, manyetik ortamlardan ciddi şekilde etkilenirken, sayısal görüntü, ses ve videolar manyetik etkilerden neredeyse hiç etkilenmemektedir. Sayısal teknolojilerin kullanılmaya başlamasıyla birlikte sayısal yayınların iletiminde analog yayınlara oranlara daha az kapasite kullanımının gerçekleştirilmesinin yanı sıra, daha az güç kullanımı ile daha geniş alanların kapsaması sağlandığından, elektromanyetik kirlilikten korunmaya da yardımcı olmaktadır.

Sayısal radyo yayıncılığı dünyanın muhtelif yerlerinde DRM, DAB[185], IBOC[186] ve ISDB-T_{SB}[187] gibi farklı sayısal radyo sistemleri aracılığıyla devam etmektedir.[188] Ancak FM radyo bandının ses yayıncılığı için yeterli kalitede ses yayınına müsaade etmesi sebebiyle dünya üzerinde analog FM radyo yayıncılığı popülerliğini halen devam ettirmektedir. Yayıncılığa rağbetin artması ve FM bandının bu popülerliğini sürdürmesi ülke idarelerini FM bandında sayısal çözümler üretmeye itmiş bunun sonucunda Amerika Birleşik Devletlerinde FM bandında kullanıma sunulan "HD radyo" sayısal radyo tekniğinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sistemde; analog FM yayıncılığı devam ederken aynı band üzerinde sayısal radyo yayıncılığına imkân sağlanmaktadır.

Karasal sayısal televizyon yayıncılığına ilişkin ilk çalışmalar 1993 yılında İsviçre'nin Bonn kentinde, DVB (Digital Video Broadcasting – Sayısal Televizyon Yayıncılığı) çatısı altında başlamış olup, bugün itibariyle bu organizasyona 30'dan fazla ülke ve 270'den fazla sektörden katılımcı katkıda bulunmaktadır. DVB organizasyonun geliştirmiş olduğu standartlar açık olup, Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi (European Telecommunications Standard Institute-ETSI), Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique-CENELEC) ve Avrupa Yayın Birliği (European Broadcasting Union-EBU) gibi pek çok organizasyon tarafından da kabul edilmektedir.[189]

[185] Daha çok Avrupa ülkelerince kullanılan ses yayın standardı.
[186] Amerika Birleşik Devletlerince HD radyo standardı olarak kullanılmaktadır.
[187] Japonya ve Uzakdoğu ülkelerince sayısal radyo yayıncılığında kullanılan standart.
[188] ITU (2008),Rep. ITU-R BT.2140:*Transition from analogue to digital terrestrial broadcasting*,s.20
[189] Yasin Yiğit, Sayısal Karasal Televizyon Yayıncılığının Planlanmasına İlişkin Kriterler, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu, 2012, s. 1.

Karasal sayısal televizyon yayıncılığında dünyanın farklı bölgelerinde farklı standartlar kullanılmaktadır. Türkiye, Afrika'nın büyük bir bölümü, Avrupa, Rusya ve Hindistan gibi ülkelerde DVB-T/T2; Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Güney Kore'de ATSC; Japonya'da ve birçok Güney Amerika ülkesinde ISDB-T; Çin'de ise T-DMB standardı kullanılmaktadır.[190] Şekil 2.2'de dünya üzerinde sayısal karasal televizyon yayın sistemlerinin ülkelere göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 2.2 Karasal Sayısal Televizyon Standartlarının Kullanımı[191]

Televizyon yayıncılığı alanında çok hızlı gelişmeler olmakla birlikte her geçen gün yeni teknolojiler yayıncılık dünyasına kazandırılmaktadır. Karasal sayısal televizyon yayıncılığı, izleyicilere daha kaliteli yayın ve etkileşimli yeni hizmetler sunmakta ve günümüzde analog yayıncılığın yerine sayısal yayıncılık tercih edilmektedir. Karasal sayısal televizyon yayınlarında bir UHF kanalından MPEG-4 sıkıştırma tekniği ile 3 yüksek çözünürlüklü (HD) ve 2 standart çözünürlüklü (SD) program veya 11 SD program iletilebilirken, Yüksek Verimlilikli Video Kodlama (High Efficiency Video Coding, HEVC) sıkıştırma tekniğine göre 8-9 HD veya 20 SD program iletebilmektedir. Ayrıca, Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planında kullanılan Tek Frekans Ağı (Single Frequency Network, SFN) teknolojisi ile, ağ içindeki tüm vericiler, aynı program içeriğini, aynı frekans kanalından, aynı zamanda, geniş kapsama alanlarına iletebilirler. Böylece, analog

[190] Ulaş Birgör ve Ümit Karaca, Karasal Sayısal Yayın (Dijital TV), TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 2007, s. 1.
[191] https://www.dvb.org/news/worldwide (01/03/2016)

yayınların aksine, birbiri üzerine gelen sinyaller bozucu değil yapıcı etki oluşturmaktadır. [192]

Türkiye'de bilindiği üzere RTÜK tarafından DVB-T2, karasal sayısal yayıncılığın standardı olarak belirlenmiştir. KARTEF (Karasal Sayısal Televizyon Frekans Planı) projesi kapsamında bu standarda uygun olarak Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Frekans Planı hazırlanmıştır.[193]

2.2.ÜLKEMİZDE KARASAL YAYINCILIK BANDININ YÖNETİMİ

2008 yılında yürürlüğe giren 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu ile karasal ortamdan yapılan radyo ve televisyon yayınları için frekans planlama yetkisi Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'ndan alınarak, Radyo ve Televizyon Üst Kuruluna verilmiştir. 03/03/2011 tarihinde yürürlüğe giren 6112 sayılı Radyo ve Televizyonların Kuruluş ve Yayın Hizmetleri Hakkında Kanun'un Geçici 4üncü Maddesinin 5inci fıkrasında yer alan "Frekans planları ve uygulama takvimi bu Kanunun yayımı tarihinden itibaren bir yıl içinde hazırlanır." Hükümü kapsamında çerçevesinde Radyo ve Televizyon Üst Kurulu bünyesinde karasal ortamdan sayısal televizyon yayınları için frekans planlama çalışmalarına başlanmış ve RTÜK ile GATE Elektronik San. Ve Tic. A.Ş. arasında 02/06/2011 tarihinde sözleşme imzalanarak Karasal Radyo ve Televizyon Elektronik Frekans Düzenleme Sistemi (KARTEF) Projesi hayata geçirilmiştir. Proje çalışmaları, Bilkent Üniversitesi bünyesinde faaliyetlerini sürdüren İSYAM ile Fransız ATDI firması ve RTÜK işbirliği ile gerçekleştirilmiştir.[194] Bu proje kapsamında, kapsama alanı, enterferans analizleri ve simülasyonlar yapılmış, frekans tahsisinin tescili ve uluslararası koordinasyon gibi hususlarda çalışmalar yapılmıştır.[195]

[192] RTÜK (2012), *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. 1.
[193] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix.
[194] Yasin Yiğit, Sayısal Karasal Televizyon Yayıncılığının Planlanmasına İlişkin Kriterler, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu, 2012, s. 1.
[195] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix.

2.2.1. Türkiye Karasal Sayısal Televizyon Ulusal Frekans Planı

Karasal sayısal televizyon frekans planı hazırlanırken medya hizmet salayıcı kuruluşlar ile yapılan görüşmeler neticesinde tespit edilen verici noktaları coğrafi ve nüfus kapsamaları, arazi bilgileri, yerleşim yerlerine yakınlık gibi hususlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu bağlamda gücü 5W-12.5W arasında değişen 359 adet, gücü 20W-100W arasında değişen 438 adet ve gücü 100 W ve üzeri 155 adet olmak üzere 952 adet verici noktası belirlenmiştir.[196]

Bunun yanında RTÜK tarafından karasal sayısal televizyon yayın standardı olarak kabul edilen Karasal Karasal Sayısal Televizyon (Digital Terrestrial Video Broadcasting Second Generation- DVB-T2) standardı göz önünde bulundurularak yapılan planlama çalışmaları yayıncılık bandı olarak da ifade edilen VHF III (174-216 MHz) ve UHF IV/V (470-790 MHz) bantlarını içerecek şekilde gerçekleştirilmiştir.[197] Ancak WRC-15 kararları gereğince 700 MHz bandı mobil sistemlere ayrıldığından hali hazırda 470-690 MHz aralığı yayıncılığa kullanılabilir durumdadır.

Analog televizyon yayıncılığında UHF bandında bir kanal için 8 MHz'lik bant genişliği,VHF bandında bir kanal için 7 MHz bant genişliği kullanılırken DVB- T2'nin sunduğu teknik imkanlar sayesinde UHF bandındaki 8 MHz'lik bir kanaldan ortalama 10-12 arası değişen rakamlarda SD kalitede televizyon yayını ya da 3-4 arası değişen rakanlarda HD kalitede televizyon yayını sunulabilmektedir. Bu durum, önceleri 8 MHz bant genişliğine sahip bir televizyon kanalından bir televizyon yayını iletilirken DVB-T2'nin sunduğu olanaklar sayesinde 8 MHz bant genişliğine sahip bir kanaldan birden çok televizyon yayını iletilebilmesine olanak sağlamaktadır. [198]

Karasal sayısal yayın standardı DVB-T2 modülasyon yöntemi olarak QPSK, 16-QAM, 64-QAM ve DVB birinci nesil standardından farklı olarak 256-QAM

[196] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix
[197] A.g.k.
[198] A.g.k.

modülasyon tekniklerine izin vermektedir.[199] Karasal Sayısal Televizyon Ulusal Frekans Planı,taşınabilir bina içi ve taşınabilir bına dışı yayın alış tipine göre yapıldığından bu iki alış tipine de uygun olması sebebiyle 64-QAM modülasyon tekniği benimsenmiştir.[200]

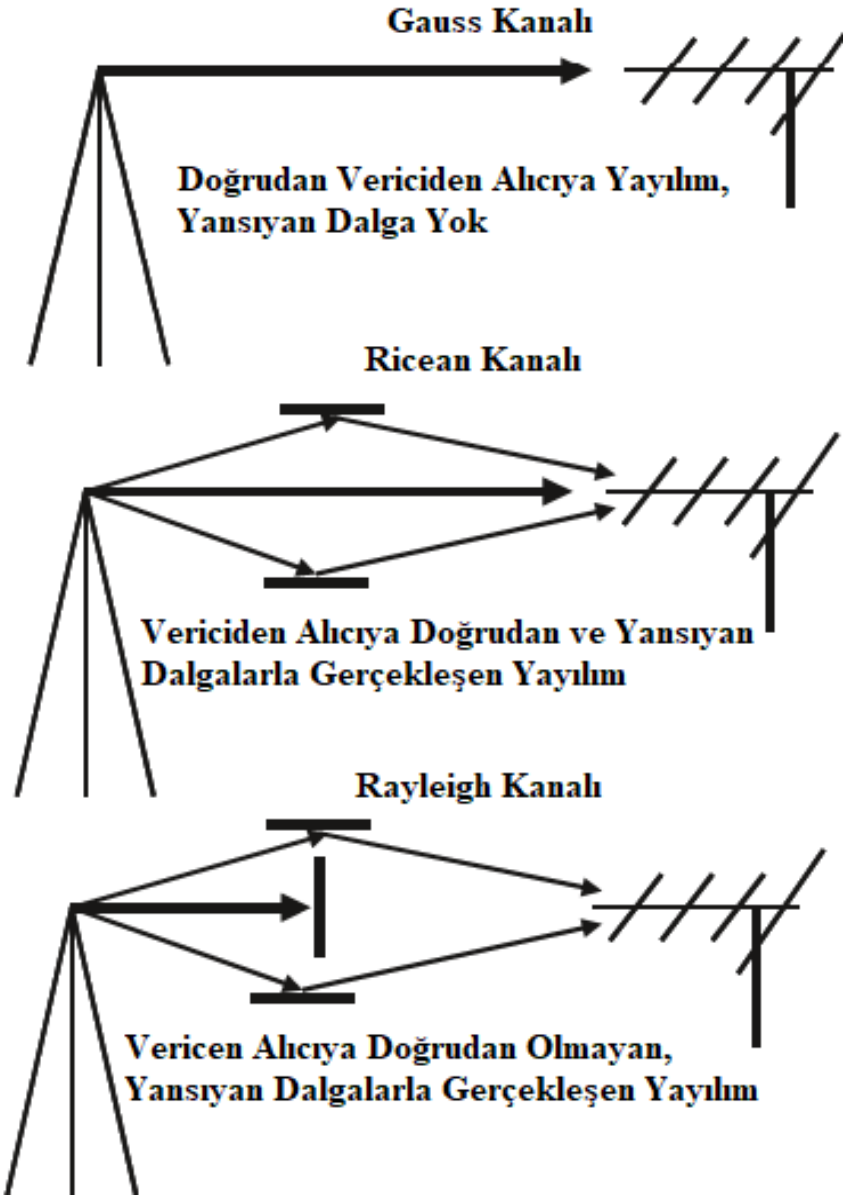
DVB-T2 standardı, FFT boyutu olarak da ifade edilen, 1k, 2k, 4k, 8k, 16k ve 32k iletim modlarının kullanımına olanak sağlamaktadır.[201] Nominal bir FFT boyutu, temel periyot T'nin döngülerindeki aktif sembol süresi T_S'ye eşittir.[202] Karasal Sayısal Televiyon Ulusal Frekans Planı'nda SFN tekniğinin verimli bir şekilde uygulanmasına olanak sağladığından bu FFT boyutlarından 32k iletim modu tercih edilmiştir.[203]

C/N oranı, iletim sistemlerinin gürültü ve enterferans karşısındaki sağlamlık karakterini göstermektedir. Bu oran, gürültü ve enterferansın sınırlandırıldığı kanallarda bir sinyalin alınması için gerekli sinyal seviyesinin tespitinde kullanılmaktadır. Karasal yayınların alımında, Gauss kanalı, Ricean kanalı ve Rayleigh kanalı olmak üzere üç ana alış kanalı bulunmaktadır.[204] Gauss kanalı, sinyalin bir vericiden alıcıya doğrudan iletiminin gerçekleştiği kanaldır. Ricean kanalı, sinyalin bir vericiden alıcıya doğrudan ve yansıyarak iletildiği kanallardır.Rayleigh kanalı ise sinyalin bir vericiden alıcıya sadece yansıyarak iletildiği kanaldır. Şekil 2.3'te karasal alış kanalları yer almaktadır.[205]Bu kanalların herbiri alıcı açısından alış kalitesinin nasıl olması gerektiği konusunda bilgi veren C/N oranına ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda C/N oranı planlama açısından önem arz etmektedir.

Bununla birlikte, DVB-T2 standardında 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6 olmak üzere 6 tip kod oranı yer almaktadır. Bu koruma oranlarından 1/2 olanı ile en iyi koruma

[199] ITU (2014), *Rep. ITU-R BT.2254-2: Frequency and network planning aspects of DVB-T2*,s.8
[200] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix
[201] ITU (2014), *Rep. ITU-R BT.2254-2: Frequency and network planning aspects of DVB-T2*,s.7
[202] European Telecommunications Standards Institute-ETSI (2015), *ETSI EN 302 755:Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure cannel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)*, s11
[203] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix
[204] ITU (2014), *Rep. ITU-R BT.2254-2: Frequency and network planning aspects of DVB-T2*,s.8
[205] Fischer, Walter (2009), *Digital Video and Audio Broadcasting Technology*, Munich, s.402

sağlanmakla birlikte bu koruma oranında veri taşıma kapasitesi düşüktür. Diğer yandan, 5/6 koruma oranı ile daha çok veri taşınabilirken düşük koruma sağlanmaktadır. Bu bağlamda, Karasal Sayısal Televizyon Ulusal Frekans Planında 2/3 kod oranı kullanılmaktadır.[206]



Şekil 2.3 Karasal Alış Kanalları

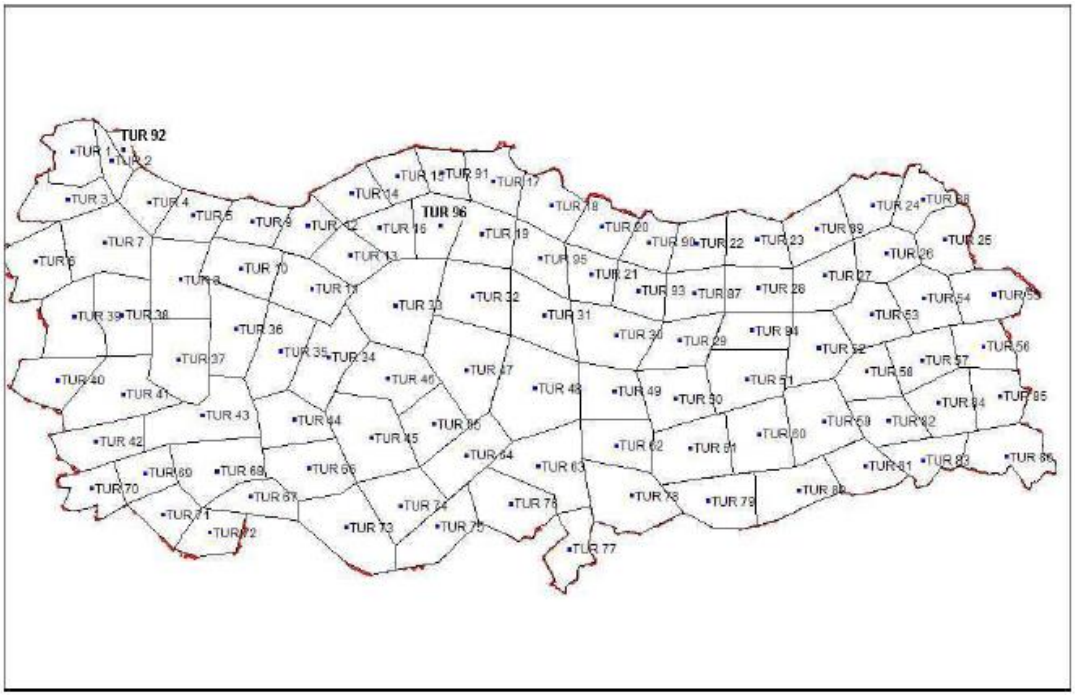
Bu bilgiler ışığında, 2/3 kod oranına sahip 64-QAM sinyallerde Gauss Kanalı, Ricean Kanalı ve Rayleigh Kanalı için C/N oranları Tablo 2.1'de yer almaktadır.

[206] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix

Tablo 2.1 Karasal Yayın Alış Kanalları İçin C/N Oranları[207]

Modülasyon Türü	Kod Oranı	C/N Oranı (dB)
64-QAM	2/3	Gauss Kanalı için: 13,5
64-QAM	2/3	Ricean Kanalı için : 13,8
64-QAM	2/3	Rayleigh Kanalı için 15,6

Sade bir ifade ile SFN, aynı içeriğin aynı ağ içerisinde yer alan tüm vericiler tarafından eş zamanlı olarak aynı frekanstan kapsama alanına ilettiği yöntem olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda, hazırlanan frekans planında en yakın vericinin frekansının referans alındığı SFN yapısı tercih edilmektedir. SFN'in aksine, birbirinden bağımsız vericilerden oluşan Çoklu Frekans Ağları (Multi Frequency Network-MFN) ağları, coğrafi şartların SFN kullanımına uygun olmadığı yerlerde tercih edilmektedir. Bu bağlamda, RRC-06 anlaşmasının sonuç kararları doğrultusunda, RRC-06 konferansında ülkemiz için belirlenen 96 frekans alanına tahsis edilen kanallar mümkün olduğunca o alanda SFN oluşturacak şekilde planlanmaktadır.Şekil 2.4'te RRC-06 konferansında ülkemiz için belirlenen 96 frekans alanı görülmektedir.[208]



Şekil 2.4 RRC-06 Konferansında Belirlenen Ülkemize Ait Frekans Alanları

[207] ITU (2014), *Rep. ITU-R BT.2254-2: Frequency and network planning aspects of DVB-T2*,s.113
[208] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix

Planlamada dikkate aılınan bir diğer husus ise güvenlik aralığıdır (guard interval). Güvenlik aralığı, faydalı semboller arasına koyulan süredir. Söz konusu bu aralık arttıkça veri kapasitesi düşmektedir. Bunun aksine güvenlik aralığı süresi düştükçe veri kapasitesi artmaktadır. Ayrıca bu süre doğrudan SFN alanının genişliği ile ilgilidir. [209]Geniş SFN alanları için uzun güvenlik aralığına ihtiyaç duyulmaktadır.[210]

DVB-T2 standardında 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 19/128 ve 19/256 güvenlik aralığı mevcuttur. [211] Bu süreler, yararlı sembol sürelerinin 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 19/128 ve 19/256 oranlarına tekabül etmekle birlikte 1/16 ve 19/256 güvenlik aralığı yaygın şekilde kullanılmaktadır. 8 MHz'lik kanaldaki 32k FFT boyutundaki bir sinyal için 19/256 güvenlik aralığı (266 µs-80 km) geniş SFN alanlarına olanak sağladığı ve daha fazla veri taşınmasına yardımcı olduğundan planda da benimsenmektedir.[212]

Pilot sinyaller, net bilgi içermeyen ancak kanal tahmini, kanal eşitleme, ve senkronizasyon gibi aktarım amaçlarına hizmet eden taşıyıcılardır. DVB-T2 standardında PP1'den PP8'e olmak üzere 8 farklı pilot paterni bulunmaktadır.[213] Kanalın Doppler performansı, semboller arası girişim ve taşınabilir bina dışı alış şartları dikkate alınarak PP4 pilot patterninin kullanılması planlanmaktadır.[214]

Bahsi geçen tüm parametreler dikkate alındığında kanal iletim kapasitesi 27 Mbit/s olmaktadır. Bahsi geçen plan parametreleri Tablo 2.2'te yer almaktadır.

[209] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix
[210] ITU (2014), *Rep. ITU-R BT.2254-2: Frequency and network planning aspects of DVB-T2*,s.25
[211] A.g.k.,s.8
[212] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix
[213] ITU (2014), *Rep. ITU-R BT.2254-2: Frequency and network planning aspects of DVB-T2*,s.23
[214] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix

Tablo 2.2 DVB-T2 parametreleri[215]

İletim Modu	32k
Güvenlik Aralığı	19/256 (266 µs)
Kodlama Oranı	2/3
Modülasyon Tipi	64-QAM
Pilot paterni	PP4
Kanal Kapasitesi	27 Mbit/s (3 HD ve 2 SD veya 11 SD)

Bir noktanın kapsama alanı içinde olup olmadığı değerlendirilirken, o noktadaki yapıcı etkide bulunan SFN vericilerinin meydana getirdiği toplam elektrik alan şiddetinin belirlenen minimum elektrik alan şiddeti değerinden büyük olup olmadığına, o noktadaki yapıcı etkide bulunan toplam elektrik alan şiddeti değeri ile enterferansa neden olan vericilerin toplam elektrik alan şiddeti arasındaki farkın koruma oranından büyük olup olmadığına bakılmaktadır. Bu bağlamda, Tablo 2.3'te yer alan minimum elektrik alan şiddeti değerleri ve 1.2.8 Koruma Oranları bölümünde bahsedilen sayısal yayınlar için koruma oranı değerlerinin kullanılması planlanmaktadır.[216]

Tablo 2.3 Planlamada Belirlenen Alan Şiddeti Değerleri[217]

Alış tipi	**Medyan alan şiddeti değerleri**	**200 MHz (VHF III)**	**500 MHz (UHF IV)**	**700 MHz (UHF V)**
Sabit alış (Fixed)	E_{med} (dBµV/m)	41	46	49
Taşınabilir bina dışı alış (PO)	E_{med} (dBµV/m)	54	56	59
Taşınabilir bina içi alış (PI)	E_{med} (dBµV/m)	71	73	76

[215] RTÜK, *Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı*, 2012, s. i-ix
[216] A.g.k.
[217] A.g.k.

2.3. SAYISAL PAY (DIGITAL DIVIDEND)

Dijital sıkıştırma tekniklerinin sayısal televizyon sistemlerinde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, 6,7,8 MHz'lik bir kanaldan yalnızca bir yayın iletilebilen analog sistemler, aynı kanallardan birden çok yayın iletebilen sayısal televizyon sistemlerine yerini bırakmıştır. Bu durum, genel spektrum kullanımını azaltmaktadır. Analog iletim sistemlerinden sayısal iletim sistemlerine geçişle birlikte potansiyel olarak kullanım dışı olarak tanımlanabilen bu frekanslara Sayısal Pay denmektedir.[218]

Sayısal pay, 174 MHz - 230 MHz frekans bandı ile 470MHz -862 MHz frekans bantlarını içeren yayıncılık bantlarını kapsamaktadır. Bu bağlamda, analog televizyon sistemlerini kapatan ülkelerde boşalacak frekansların hangi servislerde kullanılacağı hususunda ülke idarelerinin alacağı kararlarla birlikte uluslararası kararlar da etkili olabilmektedir. [219]

Sayısal yayıncılığa geçildikten sonra meydana çıkan frekans bantları, karasal yayıncılık, mobil hizmetler, mobil yayıncılık ya da yardımcı haberleşme sistemleri gibi servislerde kullanılmaktadır.[220]

RRC-06 konferansı sırasında 470-862 MHz bandı, her ülkenin frekans alanları için spektruma eşit erişimin sağlanması adına tahsis edilmiştir. [221] Analog yayıncılık için tahsis edilen bu bant kapsama alanı ve daha fazla veri taşınması bakımından önem arz etmektedir. Bu bağlamda, bir çok ülkede 694 MHz ile 790 MHz (UHF 49-60. Kanallar) ve 790 MHz ile 862 MHz (UHF 61-69. Kanallar) bant aralıkları, mobil haberleşme servislerine tahsis edilmektedir.[222]

---

[218] http://www.itu.int/net/itunews/issues/2010/01/27.aspx (26.10.2018)
[219] Şakir AĞIRBAŞLI, *Sayısal Yayıncılık Teknolojilerindeki Gelişmeler Ve Frekans Spektrumu Kullanımı*, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu, 2017, s. 35-41
[220] A.g.k.
[221] Beutler, Roland (2012), *The Digital Dividend of Terrestrial Broadcasting*, Springer Science+Business Media, LLC, Stuttgart, s.75-78
[222] Şakir AĞIRBAŞLI, *Sayısal Yayıncılık Teknolojilerindeki Gelişmeler Ve Frekans Spektrumu Kullanımı*, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu, 2017, s. 35-41

Türkiye, WRC - 2012 toplantısında 16 Haizran 2015'ten itibaren geçerli olmak kaydıyla 790-862 MHz bandını birinci öncelikli olarak mobil hizmetlere tahsisini kabul etmiş ve RTÜK bu bandı yetkilendirme ihalesi için BTK'ya devretmiştir. Bunun yanında, WRC-15 toplantısında, 470-790 MHz bandının 1. Bölge ülkelerinde birinci öncelikli olarak mobil servislerine tahsis edilmesi kararlaştırılmıştır.[223]

[223] RTÜK, *WRC-2015 Yurtdışı Faaliyet Raporu*, 2015, s. 1-6.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ULUSAL GÜVENLİK BAĞLAMINDA YAYIN İLETİM ORTAMLARI VE SPEKTRUM YÖNETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Güvenlik kavramı sürekli olarak kullanılmasına rağmen herkesçe kabul görmüş net bir tanımı bulunmamaktadır. Bununla birlikte farklı alanlar için farklı anlamlar içermesine karşın sürekli değişen ve zamanın şartlarına göre genişleyen bir anlam yoğunluğuna sahip bir kavram olarak hayatımızdaki yerini almaktadır.

Pek çok tanımı yer almasına karşın basitçe "tehlikelerden uzak ya da korunuyor olma durumu" olarak ifade edildiğinde güvenlik kavramının ortaya çıkışı insanoğlunun var oluşuyla eş bir tarihi geçmişe sahiptir. Türk Dil Kurumunca "toplum yaşamında yasal düzenin aksamadan yürütülmesi, kişilerin korkusuzca yaşayabilmesi durumu, emniyet" olarak tarif edilen güvenlik kavramının ortaya çıkışı toplumsal yapının yanı sıra ekonomik durumlara, hukuk ve suç algısına, genel ahlaka paralel gelişen toplumsal dönüşümlerle şüphesiz bağlantı içerisindedir.

Güvenliğin nasıl sağlanacağı, neyin güvenliğinin sağlanacağı, güvenliği kimin sağlayacağı, hangi alanda güvenliğin sağlanacağı ve güvenliği bozan unsurların konusu ise tartışılagelen bir konu olarak gündemini korumaktadır. Tüm bu tartışılan konular kişiden kişiye, toplumdan topluma ve ülkeden ülkeye ve içinde yaşanılan zamanın tehdit unsurlarına göre farklılıklar arz etmektedir.

Bu bölümde; ulusal güvenlik kavramı, yayın ortamlarının ulusal güvenlik açısından değerlendirilmesi ve 15 Temmuz darbe teşebbüsü bağlamında medyanın ulusal güvenlik açısından önemi değerlendirilmektedir.

3.1. ULUSAL GÜVENLİK KAVRAMI

Genel kabul görmüş bir tanımı olmamasına karşın temelde tehlikelerden uzak ve emniyette olma durumu olarak tarif edilebilecek olursa güvenlik kavramının ortaya çıkışı insanın var oluş tarihi ile eşdeğer bir tarihsel geçmişe sahip olmaktadır. Güvenlik kavramının uluslararası düzlemde kabul görmüş bir tanımının olmaması bu alanda yapılan çalışmaların yetersiz olmasının bir sonucu olarak değil, bu kavramın toplumların dünya görüşüne göre değişik anlamlar ihtiva ediyor oluşuyla alakalıdır.

Güvenlik kavramının tanımı yapılırken birçok etkenin göz önünde bulundurulması ve değişen şartlara göre güncellenebilir olması bu kavram için her dönem geçerli bir tanım yapılmasının önünde bir engel olarak durmaktadır.

Güvende olmama durumu bir tehdidin var olduğuna işaret etmektedir. Bu bakımdan güvenlik kavramı ile tehdit arasında doğrudan bir ilişki olduğu söylenebilir. Tehditler, bir bakımdan yaşanmış hadiselere dayanmakta iken diğer bakımlardan ise tahminlere ve zaman içerisinde gelişen algılara da dayanabilmektedir. Bu bağlamda tehditlerin belirlenmesinde objektif kıstasların yanı sıra öznel kıstasların da etkili olduğundan söz edilebilir. Objektif güvenlik, bir tehlikenin var olmadığını, öznel güvenlik ise şüphelenilecek bir tehlikenin olmadığına inanma durumunu ifade etmektedir.[224]

Konunun netleşmesi adına güvenlik tanımlamalarında son derece önemli olan tehdit ve tehlike kavramlarına da değinmek gerekmektedir. Tehdit, güvenlik sorunu oluşturabilecek ya da olumsuz sonuçlara neden olabilecek her türlü girişim olay yada etkendir. Tehlike ise herhangi bir öznenin fiziksel varlığına, değerlerine yada önemli olarak arz ettiklerine yönelik algıladığı istenmeyen ve zarar verme potansiyeli olan durum olarak nitelenmektedir. Tehditler, özelliklerine göre kısa orta uzun vadeli, dolaylı doğrudan ülkesel-bölgesel-küresel, düşük yoğunluklu, hayatî, askeri, siyasi,

[224] Sancak, Kadir, *Güvenlik Kavramı Etrafındaki Tartışmalar ve Uluslararası Güvenliğin Dönüşümü*, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, s.124-125

ekonomik gibi farklı şekillerde tanımlanabilmekle birlikte bu kavramlar bir algı üzerine kurulu olduğundan uluslararası konjonktüre göre değişiklik gösterebilmektedir.[225]

İnsanlar güvenliklerini tehlike altına sokabilecek her türlü tehdidi ortadan kaldırma için ellerinden geleni yapma eğilimindedirler. Sözkonusu durumun toplumun temel yapı taşlarından olan insan için olduğu kadar devletler için de aynı nispette geçerli olduğu aşikardır. Bu hususun ispatı ise Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nun 1987 yılında düzenlenen Silahsızlanma ve Kalkınma Konferansı'nda kavramın tanımı yapılırken söylenen "güvenlik, tüm uluslar için başta gelen bir önceliktir…" ifadesinin vurgulanmış olmasıdır.[226]

Uluslararası ilişkilerde temel görüşlerden birisi olarak kabul edilen realist görüşe göre devletler uluslararası ilişkilerin temel aktörü olmakla birlikte devletlerin güvenliklerini sağlayacak bir otoritenin var olmaması sebebiyle devletlerarası ilişkinin anarşik bir yapı ihtiva ettiği ve bu sebeple her devletin kendi güvenliğini sağlama yükümlülüğünün yine kendisine ait olduğu ifade edilmektedir. Güvenliği ağırlıklı olarak askeri unsurları ilgilendiren bir konu olarak ele alan bu görüşe göre uluslararası politika gündemlerini güvenlik konuları oluşturmaktadır.

Uluslararası ilişkilerden bir diğer temel görüş ise idealizmdir. Bu görüşe göre, realist görüşün aksine, insan özü itibariyle barış yanlısı bir varlık olmakla birlikte gerekli adımlar atıldığı takdirde savaşların önüne geçilebilecektir. Bununla birlikte totaliter rejime sahip devletlerin savaşa meyilli olduğu, demokratik rejimlerin ise barış yanlısı olduğu görüşü hakimdir. Buna ek olarak, devletler arasında kurulacak ticari ilişkilerin karşılıklı ekonomik bir bağlılık oluşturacağı ve bu ilişkilen bozulmasının ekonomik olarak ciddi bir kayba neden olacağı düşünüleceğinden savaş yanlısı eylemlerden kaçınılacağı fikri bu görüşün argümanlarını oluşturmaktadır.

[225] Çıtak, Emre (2017), Güvenlik ve İstihbarat, Yeniyüzyıl Yayınları, İstanbul, s.35
[226] Sancak, Kadir, *Güvenlik Kavramı Etrafındaki Tartışmalar ve Uluslararası Güvenliğin Dönüşümü,* Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, s.124-125

Güvenlik düşüncesinin kapsamı tarih boyunca toplumların tehdit algılarına, yaşanan tecrübelerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin ilk çağlardaki insanın barınma ve vahşi hayvanlardan korunma gibi güvenlik algısı var iken Orta Çağ'da derebeylerin nüfuzlarını yitirme korkusu bir güvenlik kaygısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ya da Orta Asya'daki Türkler için olumsuz hava koşuları ve kıtlık bir güvenlik kaygısı oluştururken, günümüzde askeri tehditlerin yanı sıra siber saldırılar, Kuzey Avrupa ülkelerinde buzulların erimesiyle birlikte deniz seviyesinin yükselmesi, uyuşturucunun yaygınlaşması ve terör örgütleri gibi hususların bir güvenlik meselesi olarak görülmektedir. Bu bağlamda güvenlik kavramının tarihi, sadece savaşların değil toplumların güvenlik algılarının da tarihi olarak değerlendirilebilir.

Uluslararası ilişkiler disiplinin de incelendiğinde Vestfalya Anlaşmasıyla[227] birlikte uluslararası ilişkilerde meydana gelen değişimler güvenlik algısının oluşmasına büyük katkı sağlamıştır. Egemen devlet anlayışının gelişmeye başlamasıyla, tehdit ve tehlikelerin devletlerin egemenliğine yönelik olduğu görüşü genel kabul görüş ve uzun bir süre güvenliğin temelinde devlet varolmuştur. Ulusal güvenlik kavramı da ulusun kendisinden öte devletle özdeşleştirilmiştir.[228]

Güvenlik çalışmalarındaki gündemin genişlemesi konusu Soğuk Savaş yıllarının yumuşama dönemine denk gelmektedir. Bu dönem sonrasındaki yıllarda uluslararası ilişkiler düzleminde meydana gelen gelişmeler, güvenlik çalışmalarının kapsamında çeşitliliğe neden olmuştur. Askeri güvenlik önlemlerinin yanı sıra tehdit çeşitliliğinin artış göstermesiyle birlikte uluslararası ilişkilerin gündemindeki tehdit tanımı sürekli değişiklik gösteren dinamik bir hal alamaya başlamıştır.

Geleneksel güvenlik anlayışı, askerî güvenlik açısından tek meşru gönderge nesnesi olarak devleti öne çıkaran bir düşünce etrafında oluşturulmuştur.[229] Bu açıdan

[227] Günümüzde var olan uluslararası sistemin bu anlaşma sonucunda ortaya çıktığını savunanlar kadar bu durumun aksini savunanlar da vardır.
[228] Çıtak, Emre (2017), *Güvenlik ve İstihbarat*, Yeniyüzyıl Yayınları, İstanbul, s.29
[229] Barry Buzan vd.(1998), ***Security: A New Framework For Analysis***, Lynne Rienner Publishers, London, s. 52.

değerlendirildiğinde geleneksel güvenlik anlayışının ana konusu devletler arası çekişme ve rekabetle ilgili olarak askeri tehditlerdir. Geleneksel güvenlik anlayışına göre ulusal güvenlik için en önemli unsur ülke sınırlarının diğer devletlerin muhtemel saldırılarından korunmasıdır. Zira bu amacın gerçekleştirilememesi durumunda diğer amaçların gerçekleştirilemeyeceği ifade edilmektedir.

Geleneksel güvenlik anlayışı, tehditlerin doğası, tehditlerin kökeni, tehditlere verilecek karşılık, güvenliğin sağlanması konusunda kimin yetkili olacağı ve güvenliği sağlanacak temel değerlerin neler olduğu gibi hususların değerlendirildiği beş temel boyuttan oluşmaktadır.[230]

Geleneksel güvenlik yaklaşımına göre uluslararası ilişkilerin yapısı Soğuk Savaş döneminin sona ermesiyle birlikte kökten bir değişim geçirmediği için güvenlik kavramının yeniden tanımlanması ve kapsamının yeniden değerlendirilmesi konusunda önemli bir ihtiyaca gerek duyulmamaktadır.

Yeni güvenlik yaklaşımını savunanlara göre, uluslararası sistemde bir değer değişimi süreci yaşanmaktadır ve bu yeni değerler manzumesinin hem bireysel düzeyde hem de uluslararası düzeyde ulus devlet merkeziyetçiliğinin yerini aldığı iddia edilmektedir. Buna göre askeri güç devletlerin güvenliği için tek kaynak olmamakla birlikte askeri tehditler devletlerin ve bireylerin karşı karşıya kaldığı tek tehlike değildir. Bu sebeple askeri olmayan durumlar da devletleri ve bireylerin güvenliğini tehdit edebilmektedir.

Haberleşme ve bilgi teknolojileri alanında meydana gelen gelişmeler, ülkeler için askeri tehditlerin yanında askeri olmayan tehditlerin de ortaya çıkmasına ve tehlike kaynaklarının çeşitlenmesi ve muğlaklaşmasına neden olmuş, bu durum ülkelerin güvenlik algısı ve güvenlik politikalarını temelden etkilemiş ve askeri

[230] Benjamin Miller (2001), "The Concept of Security: Should it be Redefined?", *The Journal of Strategic Studies*, Cilt: 24, Sayı: 2, s. 16-17.

tedbirleri de içine alan ancak daha geniş kapsamlı bir güvenlik anlayışının öne çıkmasına neden olmuştur.

Pek çok uzmana göre; ulusal güvenlik çoğu politikanın anlatılması, açıklanması ve meşrulaştırılması için kilit bir öneme sahiptir fakat kavram tam olarak net değildir. Ulusal güvenlik kavramının devlet ve devlet kurumlarını mı dikkate aldığı yoksa tüm ulusu mü gözönünde bulundurduğu konusunda bir sonuca varılamamış olmasından kaynaklı olarak bu kavramın tanımında bir belirsizlik yer almaktadır.[231]

Kavram, II. Dünya Savaşı'ndan sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmıştır. Başlangıçta askeri güç odaklı olmakla birlikte, şu anda, ulusun askeri olmayan güvenliğine ya da ekonomik güvenliğine ve ulusal toplum tarafından benimsenen değerlere etki eden geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Ulusal güvenliği, hem Soğuk Savaş döneminde hem de sonrasındaki dönemlerde devletin ve kurumlarının güvenliği ile eş anlamda kullananların yanı sıra, bireyin, toplumun ya da topyekûn bir ulusun güvenliği olarak algılayan büyük bir kitle de mevcuttur.[232]

Ulusal güvenlik, büyük ölçüde ulusal çıkarla aynı doğrultuda düşünülmektedir.[233] Bu bağlamda değerlendirilirse, ulusal güvenlik politikalarının öncelikli hedeflerinin, milli hedefler ve refah seviyesi olduğunu söylemek mümkün olabilir.

Ulusal güvenlik kavramının tanımlanması ve yaygınlaştırılması adına öteki, diğerleri ya da düşman gibi kavramların varlığına ve geniş kitlelere kabul ettirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. [234]

---

[231] Camilleri, J.A.(1994), *Security Old Dilemmas and New Cahallenges in the post-Cold War Environment,*GeoJournal, s.136

[232] Çıtak, Emre (2017), Güvenlik ve İstihbarat, Yeniyüzyıl Yayınları, İstanbul, s.41

[233] Wolfers, A.(1962), *Discord and Collaboration : Essay on International Politics*, Baltimore: The Johns Hopkins Press, s.482-484

[234] Çıtak, Emre (2017), *Güvenlik ve İstihbarat*, Yeniyüzyıl Yayınları, İstanbul, s.42

Bununla birlikte ulusal güvenlik pek çok boyutu bünyesinde bulunduran, sadece askeri temelde düşünülmesi durumunda yanıltıcı olabilecek bir kavramdır. Ulusal güvenlik; ekonomi, siyaset, ideolojik ve jeopolitik temelli çalışmaların da dikkate alınması ile belirlenmesi gereken bir kavramdır.

Ulusal güvenliğin sadece askeri bir tanımlama içerisine sokulması durumu devletlerin sadece askeri tehlikelere yoğunlaşması sonucunda diğer tehditleri görmezden gelebilme ihtimali sebebiyle tehlikeli ve yanıltıcı bir tutumdur. Bu durum topyekûn ülke güvenliğinin tehlikeye atılması anlamına da gelebilir.[235]

Ulusal güvenliğin sağlanabilmesi adına, ekonomik güvenlik, enerji güvenliği, çevre güvenliği vb. konuların da dikkate alınması gerekmektedir. Güvenlik tehditleri yalnızca diğer ulus devletler gibi konvansiyonel düşmanları değil, aynı zamanda şiddet içeren devlet dışı aktörleri, narkotik kartelleri, çok uluslu şirketleri ve sivil toplum kuruluşlarını da içine almaktadır. Bazı yetkililer, doğal afetleri ve ağır çevresel zararlara neden olan olayları da bu kategoriye dâhil etmektedirler.

3.2. ULUSAL GÜVENLİK VE SPEKTRUM YÖNETİMİ

Varlığının keşfedilmesiyle birlikte, ilk etapta deniz haberleşmesinde kullanılmaya başlanan elektromanyetik dalgalar, hayatımızdaki her alanda varlığını artırmaya devam etmektedir.

Elektromanyetik dalgalar kullanılarak üretilen servisler ve uygulamaların kullanımı günden güne artış göstermektedir. Ses ve video akış yayınlarına olanak sağlayan akıllı cihazların kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, 2020 itibariyle kadar 23 kat daha fazla trafiğin var olacağı beklenmektedir. Nesnelerin interneti (IoT) de

[235] A.g.k.

dahil olmak üzere makineler arası bağlantılı cihazlar, 2020 yılı itibariyle tüm bağlantıların yüzde yirmi beşinden fazlasını oluşturması beklenmektedir.[236]

Elektromanyetik spektrum yalnızca ülkelerin ticari olarak kablosuz iletişim sektöründe ya da geniş bant teknolojileri kullanılan servislerinde kullanılmamaktadır. Aynı zamanda ülkelerdeki ulusal güvenliği ilgilendiren alanlarda da kullanımı günden güne artarak ülke ekonomilerine etkileri de artmaktadır.

Ekonomiye olan katkıları neticesinde elektromanyetik spektrum, ulusal egemenlik konusu altında bir kaynak olarak görülmeye başlanmıştır. Bununla birlikte, askeri sistemlerde elektromanyetik frekansların kullanımının yaygınlaşmaya başlamasıyla birlikte elektromanyetik spektrum ulusal güvenlik açısından önemli bir paya sahip olmuştur.

Daha önceki bölümlerde detaylı olarak bahsedildiği üzere spektrum yönetimi, operasyonel, mühendislik ve idari prosedürler yoluyla elektromanyetik spektrumun kullanımının planlanması, koordine edilmesi ve yönetilmesi işlemlerinin bütünüdür. Spektrum yönetiminin amacı temelde, elektronik sistemlerin zararlı girişimlere maruz kalmadan işlevlerini yerine getirilmesinin sağlanmasıdır. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun (BTK) resmi internet sitesinde spektrum yönetiminin kapsamı, uluslararası düzenlemeler ışığında Milli Frekans Planı'nın hazırlanması ve yayınlanması, spektrumun etkin bir şekilde tahsisi ve yasal düzenlemeler kapsamında temiz bir iletişim için frekans spektrumun denetlenmesi şeklinde belirlenmiştir.[237]

Elektromanyetik spektrumun savunma sanayisinde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, askeri iletişim sistemlerinin, sivil ve askeri havacılık sistemlerinin zararlı girişimlerden mümkün olduğunca korunması gerekmektedir.

---

[236]Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021 White Paper(**https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html)**

[237] Bkz. https://www.btk.gov.tr/spektrum_yonetimi

Bunun gerçekleştirilebilmesi için etkin bir frekans yönetiminin gerçekleşmesi ve askeri kullanım için ayrılan frekans bantlarının etkin bir şekilde korunması gerekmektedir. Buna ek olarak; elektronik sistemlerin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte sivil havacılık haberleşmesi, deniz haberleşmesi, enerji sistemlerinin korunmasında kullanılan frekans bazlı iletişim sistemlerinin korunması, bilgi güvenliğinin sağlanması gibi elektromanyetik frekans kullanılan alanlarda güvenliğin sağlanabilmesi, zararlı girişimlerden korunması adına spektrumunun yönetilmesi büyük önem arz etmektedir.

3.3. ULUSAL GÜVENLİK VE MEDYA

Küreselleşmenin hayatımıza getirdiği bir çok farklılık bulunmaktadır. Bunlardan biri de güvenlik anlayışında yaşanan değişimlerdir. Nitekim küreselleşme ile bilirlikte güvelik tanımı ve kapsamında değişikler meydana gelmiştir. Bu tanım ve kapsam değişikliklerin neticesinde güvenlik kavramı ile farklı disiplinler etkileşimde bulunmaya başlamış ve güvenlik konusu disiplinlerarası bir mesele halini almaya başlamıştır. Bağlamda değerlendirilecek olursa, güvenlik ve medya arasındaki ilişki büyük bir öneme sahiptir.

Devletin yapılanmasıyla ilgili entelektüel tartışmaların çoğunda, bir ülkede demokrasinin teminatı olarak tek elde toplanmaması gereken üç güç (yasama, yürütme ve yargı) olduğundan bahsedilmektedir. Ancak medyanın siyasal ve toplumsal hayatı daha yakından etkilemesiyle "dördüncü güç" kavramı bilimsel literatürde kullanılmaya başlanmıştır.[238]

Medyanın dördüncü güç olarak adlandırılması toplumda ne denli etkili olduğunu göstermektedir. Zira günümüzde medya insanların üzerinde en etkili aktörlerden biridir. İnsanların hayata bakış perspektiflerini şekillendiren, farklı konularda nasıl düşüneceklerini belirleyen, günlük alışkanlarında dahi büyük rol

[238] Tirab Abbkar TİRAB (2017), *Küreselleşme Asrında Ulusal Güvenlik Perspektifinden Medya-Güvenlik İlişkisi ve Topluma Yansımaları,* Güvenlik Stratejileri Dergisi, Yıl:13 Sayı:26, s.118

oynayan medya organlarının bu anlamda bir bütün olarak toplumun üzerinde göz ardı edilemeyecek bir etkisi mevcuttur.[239]

Toplumlar üzerinde bu denli etkili olan medyanın tanımı hakkında günümüze kadar fikir birliği sağlanamamıştır. Bu doğrultuda konunun uzmanları, tanımdan ziyade medyanın rolünü ve toplumun farklı kısımları üzerindeki etkisini gözler önünde sererek ve muhtelif yönlerini açıklayarak medyayla ilintili genel bir kavram ortaya koyabilmiştir.

McCombs ve Shaw 1972'de temellerini attıkları gündem belirleme kuramı ile medyanın ön plana çıkardığı konuların kamuoyu gündemini oluşturduğunu tespit ettiler. Evreleri sıralı bir şekilde gelmemekle birlikte gündem belirleme kuramı tarihsel süreçte beş evreye ayrılmıştır. Bunlar birinci aşama, ikinci aşama, yönelim ihtiyacı, öne çıkarma ve medya arası gündem belirleme şeklindedir. Kuramın birinci aşaması her zaman nesne üzerinde yoğunlaşmış ve belirginlik konusunun medyadan kamuoyuna doğru aktarıldığı kısmı ile ilgilenmişti. Bu nesneler politika, markalar, sorunlar olabilmektedir.[240]

İlerleyen dönemlerde yapılan çalışmalarda medyada gündem belirmenin ikinci aşamasının olduğu, ilk aşamada gündem belirlemenin nesne üzerine yoğunlaştığı, ikinci aşamasında ise nesne üzerine ne söylendiği üzerine yoğunlaştığı üzerine durulmuştur.[241] İkinci aşamada, nesnenin medyada atfedilme şekli ve atfın kamuoyu üzerindeki etkisi ön plandadır.[242] Sonuç olarak birinci aşama gündem belirlemede ne düşünmemiz gerektiğini ifade ederken ikinci aşama gündem belirleme ise nasıl düşünmemiz gerektiğini belirler.

---

[239] Tirab Abbkar TİRAB (2017), *Küreselleşme Asrında Ulusal Güvenlik Perspektifinden Medya-Güvenlik İlişkisi ve Topluma Yansımaları,* Güvenlik Stratejileri Dergisi, Yıl:13 Sayı:26,s.118

[240] Lee, G. (2005). Agenda setting effects in the digital age: Uses and effects of online media. Doktora tezi, The University of Texas at Austin, United States.

[241] McCombs, M. (2005). A look at agenda-setting: Past, present and future. Journalism Studies, 6(4), 543-557.

[242] Lee, G. (2005). Agenda setting effects in the digital age: Uses and effects of online media. Doktora tezi, The University of Texas at Austin, United States

Gündem belirleme üzerine yapılan çalışmalar ilerledikçe araştırmacılar, gündem belirlemenin hangi koşullarda belirli bireyler üzerinde etkili olduğu hususunu araştırmaya yönelmişler, insanların bilgi arayışında oluşlarının nedeni ve bazı insanların diğerlerine oranla gündem belirleme etkilerine daha açık olmalarını anlamak için psikolojik bir açıklama olarak tanımlanabilecek olan yönelim ihtiyacını ve insanların bilgi edinmelerinin arkasında yatan motivasyonu araştırmaktadırlar. Araştırmacılar ayrıca yönelim ihtiyacı arttıkça gündem belirleme etkisinin yükseldiğini de tespit ettiler.[243]

Medyanın "bazı noktaları abartırken bazılarını ise görmezden gelmek" suretiyle belli bir konuyu ön olana çıkarıp imaj yaratma süreci olarak tanımlanan "öne çıkarma" ise gündem belirlemenin dördüncü aşaması olarak karşımıza çıkmaktadır.[244]

Yapılan çalışmalar medya kuruluşlarının birbirlerinin gündemini etkileyerek medya arası gündem yaratabildiğini ortaya koymuştur. [245] McCombs ve diğerleri medya arası gündem belirlemeyi bir medya kuruluşunun diğeri üzerindeki etkisi olarak tanımlamıştır.[246]

Teknolojik gelişmelerin hız kazandığı ve insan hayatının her alanına nüfuz etmeye başlamasıyla birlikte her alanda olduğu gibi güvenlik ve suç kavramları üzerinde büyük değişikliklere neden olmuştur. Geleneksel güvenlik anlayışında daha belirgin ve nispeten basit olan güvenlik tehditleri ve tehlike tanımlamaları, yazılı görsel-işitsel medya araçlarının hayatımıza dahil olmasıyla birlikte daha karmaşık bir hal almıştır.

---

[243] Melek, Gizem ve Toker Huriye (2017), *Şiddet, Demokrasi ve Terör Bağlamında Ana Akım Medyanın Analizi: 15 Temmuz Darbe Girişimi, Erciyes İletişim Dergisi "akademia", s.223*

[244] Severin, W. J. ve Tankard, J. W. (2001). Communication theories: Origins, methods, and uses in the mass media. New York: Addison Wesley Longman.

[245] Roberts, M., Wanta, W. ve Dzwo, T. (2002). Agenda Setting and Issue Salience Online. Communication Research, 29(4), 452-465.

[246] McCombs, M., Lopez-Escobar, E. ve Llamas, J. P. (2000). Setting the agenda of attributes in the 1996 Spanish general election. Journal of Communication, 50, 77-92.

Güvenlik ile medya arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmaların azlığının yanı sıra, konuyu ele alan entelektüel tartışmaların çoğunda medya ile güvenlik arasındaki ilişkiyi ifade etmek üzere "medya güvenliği" ve "güvenlik medyası" kavramları kullanılmaktadır.[247]

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere, güvenlik, birey, toplum ve devletler için vazgeçilmez öneme sahip bir kavramdır. Nitekim hükümetlerin ve devletlerin gerçekleştirmeleri gereken amaç; bireylerin ve toplumların siyasi, ekonomik ve sosyal açıdan istikrarlı, verimli ve güvenli bir ortamda yaşamalarını sağlayacak psikolojik ve fiziki güvenlik sentezini oluşturmaktır. İşte bu bağlamda, devletlerin güvenliği tüm boyut ve alanlarıyla sağlayabilmeleri için "güvenlik medyası" kavramını öncelemeleri gerekmektedir.[248]

Güvenlik medyası, "medyadaki gelişmiş teknolojik imkân ve yöntemleri kullanarak toplumun kültürel ve etnik yapısı ile toplumsal değerlerini göz önünde bulundurarak ülkenin ulusal ve uluslararası güvenliği doğrultusunda, insanlara güvenlikle ilintili hak, görev ve sorumlulukları, güvenliğin sağlanmasına ilişkin bilgiler, suç ve suçluluk kavramlarına dair doğru bilgi veren, konuları ele alan medyadır" şeklinde tanımlanabilir.[249]

Güvenlik medyasını önemli kılan diğer özelliklerden biri de, güvenlik ile medya arasındaki bağı koruyan bir alan olmasından kaynaklanmaktadır. Zira sözkonusu bu bağın ortadan kalkması, toplumu bilgilendirme ve aydınlatma konusundaki en önemli faktörlerden birinden yoksun bırakacaktır. Böyle bir durum, güvenlik ve güvenlikle ilintili konulardan uzak ve bilgisiz bir toplum oluşmasına neden olacaktır. Böyle bir toplumun endişe, psikolojik istikrarsızlık ve korkularla

[247] Baraka Bin Zamil Al-Hawshan, Al-Eilam Al-Amnni va Al-Amn Al-Eilami, Naif University for Security Sciences Yayınları, Riyadh, 2004, s. 11.
[248] Tirab Abbkar TİRAB (2017), Küreselleşme Asrında Ulusal Güvenlik Perspektifinden Medya-Güvenlik İlişkisi ve Topluma Yansımaları, Güvenlik Stratejileri Dergisi, Yıl:13 Sayı:26, s.122
[249] A.g.k.,s122

boğulması beklenmektedir. Bunun aksine, güvenlik medyasına önem vermek, toplumun geleneksel evreden daha çağdaş evreye geçişini sağlayacaktır.[250]

Güvenlik medyasının temel amaçları şöyledir[251]:

1. Vatandaşları bilgilendirme ve aydınlatma amaçlı kampanyalarla toplumda istikrar ve güvenliğin önemi hakkında sosyal farkındalığı geliştirmek,

2. Vatandaşlara, hayatlarının şimdiki hâlini ve geleceğini ilgilendiren güvenlik konuları hakkında gerekli bilgiler sunmak,

3. Güvenlik birimleri ile vatandaşlar arasındaki ilişkileri güçlendirmek,

4. Güvenlik personeline kendi alanlarında yaşanan gelişmeleri yakından takip etme imkânı sunmak,

5. Yeni yöntemlerle işlenen suçlar hakkında vatandaşlara bilgi vererek aynı yöntemlerle sözkonusu suçun kurbanları olmalarını engellemektir.

3.4. 15 TEMMUZ KALKIŞMASININ ENGELLEMESİNDE MEDYANIN ROLÜ

Toplumsal olaylar sırasında; kullanılacak medyanın kendisinin seçimi kadar, iletilecek mesajların hazırlanması da ayrı bir öneme sahiptir. Alman General Ludendorff'un I. Dünya Savaşı sırasında söylediği "Artık savaşlar silahla, topla ve tüfekle değil sözcüklerle yapılmaktadır. Sözcükleri en iyi ve en etkili şekilde kim kullanırsa savaşı da onlar kazanacaktır." ifadesinin ne derece önemli olduğu kolaylıkla idrak edilebilir.[252]

[250] Ahmed Abdülaziz Al-Asfar, Asbab Taati Al-Mukhatdirat Fi Al-Mojtama Al-Arabi, Markaz Al-Buhoos va Al-Dirasat, Naif University for Security Sciences, Riyadh, 2012, s. 85.
[251] Tirab Abbkar TİRAB (2017), Küreselleşme Asrında Ulusal Güvenlik Perspektifinden Medya-Güvenlik İlişkisi ve Topluma Yansımaları, Güvenlik Stratejileri Dergisi, Yıl:13 Sayı:26, s.124
[252] Marquis, A. G. (1978). Words as Weapons: Propaganda in Britain and Germany during the First World War. Journal of Contemporary History, 467-498.

Toplumu ilgilendiren olaylar ve darbe teşebbüslerinin hayata geçirilmesinde medya önemli bir yere sahip olduğundan bu tip olaylara kalkışanların öncelikli planı medyanın kontrol edilmesi olmuştur. Ülkemizde yaşanan 27 Mayıs 1960, 12 Eylül 1980 ve 28 Şubat 1997 tarihlerinde gerçekleşen askeri darbe örnekleri incelendiğinde, mesajların kamuoyuna iletilmesi, kitlelerin kontrol altına alınması ve idaresinde medya önemli bir araç işlevi görmüştür. Söz konusu darbelerin planlayıcılarının gerçekleştirmeye çalıştığı ilk iş radyo ve televizyon yayınlarını ele geçirmek olmuştur.[253]

Darbe kalkışmalarının amacına ulaşması için medyanın ele geçirilmesi gerektiği gibi darbelerin engellenebilmesi için de medyanın kontrolünün darbecilere teslim edilmemesi gerektiği ülkemiz insanlarınca tecrübe edilmiş bir gerçektir.

Ülkemizin yaklaşık bir asırlık tarihi içerisinde sekiz darbe teşebbüsü gerçekleştirilmiş ve çeşitli gerekçelerle uygulamaya geçirilen bu teşebbüslerin başaralı olması için tek kanallı yayınların olduğu yıllarda TRT'nin ele geçirilmiş olması yeterliydi. Ancak iletişim teknolojilerinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte özel televizyon yayıncılığına geçiş ve sosyal medyanın kullanımının yaygınlaşması ile birlikte bu durum eskisi kadar kolay değildir. Nitekim; bahsi geçen olumlu değişim, 15 Temmuz 2016 tarihinde yaşadığımız darbe teşebbüsünde gözlemlenebilmektedir.

15 Temmuz 2016 gecesi Boğaz köprüsünün askerler tarafından kapatılması, Ankara'da silah seslerinin duyulması ve her iki şehirde de jetlerin alçak uçuş yapmaya başlamasıyla birlikte kesin bir kanaate ulaşamasa da bir darbe kalkışmasının olabileceği düşüncesi yoğunluğunu artırmıştır. Bu süre zarfı içerisinde ülkemizdeki televizyon kanalları söz konusu durumu çözümlemeye çalışırken saat 23.00'da A Haber ve NTV'nin canlı yayınlarına bağlanan Başbakan Binali YILDIRIM tarafından

[253] Devran, Yusuf ve Özcan, Ömer Faruk (2016), *15 Temmuz Darbe Girişimi: Gelenekselden Yeniye Medya Araçlarının Kullanımı, Online Academic Journal of Information Technology* (**http://www.ajit-e.org/?menu=pages&p=details_of_article&id=239**)

bunun TSK içerisinde ana emir komuta zinciri olmaksızın yürütülen kanunsuz bir kalkışma olduğunu ifade etmiştir. [254]

Saatler 00.03'ü gösterdiğinde bir grup FETÖ mensubu askerlerce TRT'nin işgali ve akabinde TRT'de okunan "darbe bildirisiyle" Türk halkı durumun vahametini düşünmeye başlamış ve medyanın anında haber verme gücünün vatandaşlar üzerinde bıraktığı travmatik etki söz konusu olmuştur.[255]

Diğer taraftan, yayınlarına devam eden ulusal kanallarda söz konusu kalkışmaya yönelik olarak yetkili makamlarca yapılan çağrılar, TRT'de okunan bildirinin etkisini azaltmış ve halkın üzerinde pozitif ektiye neden olmuştur. Yine 15 Temmuz gecesinde Cumhurbaşkanı R.Tayyip ERDOĞAN'ın CNN Türk canlı yayınına "*facetime*" uygulaması aracılığıyla bağlanarak Türk halkına çağrısı Türk halkına ulaştırılmıştır. Bununla birlikte, NTV, sürecin en hararetli anlarında siyasetçileri ve üst düzey askeri yetkilileri canlı yayınına bağlayarak konuşmalarına yer vermiştir. Siyasetçiler, 15 Temmuz gecesi darbe karşıtı ve milli irade vurgulu mesajlarını NTV canlı yayınlarından vatandaşlara iletmiş ve toplumsal bilincin oluşmasına katkı sunmuşlardır.[256]

TRT ekranlarından okunan darbe bildirisinin yeterince etkili olmadığının farkına varan darbeci askerler tarafından Türksat Gölbaşı yerleşkesi bombalamak suretiyle uydu yayınlarını kesmeyi hedeflemişlerdir. Bununla birlikte, yayınlarına devam etmekte olan CNN Türk, Kanal D, A Haber gibi kanallara baskınlar yaparak yayınları durdurmak istemişlerse de başarılı olunamamıştır.[257]

---

[254] TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ (2017), *Fethullahçı Terör Örgütünün (Fetö/Pdy) 15 Temmuz 2016 Tarihli Darbe Girişimi İle Bu Terör Örgütünün Faaliyetlerinin Tüm Yönleriyle Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu*, s.395

[255] A.g.k

[256] A.g.k.

[257] Bkz. A.g.k.

Söz konusu bu örnekler değerlendirildiğinde, medya ile ulusal güvenlik arasında sıkı bir ilişki olduğu, ulusal, bölgesel, yerel[258] tüm yayıncıların doğal afet, darbe teşebbüsü, toplumsal olayların gerçekleşmesi durumunda ulusal güvenliğin sağlanması, toplumun bilgilendirilmesi ve hain teşebbüslerin akamete uğratılmasında önemli bir role sahip olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda, ulusal, bölgesel ve yerel yayınlarda çoğulculuğun sağlanması, milli güvenlik konusunda daha sorumlu bir yayın politikası geliştirilmesi konusunda medya hizmet sağlayıcıların teşvik edilmesi, halkın olağanüstü durumlarda kesintisiz bir şekilde bilgilendirilmesinin sağlanması adına, yayınların yedeklenmesi de dahil olmak üzere, iletiminde karşılaşılabilecek her türlü olumsuzlukların önlenmesi konusunda gerekli çalışmaların yapılması ve önlemlerin alınması gerekmektedir.

3.5. YAYIN İLETİM ORTAMLARININ ULUSAL GÜVENLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ülkemizde 1927 yılında radyo yayınlarının başlamasıyla birlikte hayatımızda gün geçtikçe önemi artan medya hizmetleri ilerleyen teknolojiye ayak uydurmaya başlamış ve sürekli güncel teknolojilerin entegre edilmeye çalışıldığı olmuştur. Medya hizmetleri bugün de bu özelliğini devam ettirmektedir.

9 Temmuz 1952 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından Maçka Maden Fakültesi binasından ilk televizyon yayınlarının gerçekleştirilmesiyle birlikte televizyon yayınlarının gerçekleştirilmesi sonrasında birlikte 31 Ocak 1968'de Türkiye Radyo ve Televizyon Kurumu (TRT) tarafından Ankara'da ilk siyah beyaz televizyon yayını gerçekleştirilmiştir. 1974 yılında televizyon yayınları Türkiye yüzölçümünün %28'ine, nüfusun %55'ine ulaşır hale gelmiştir. 1977 yılına

[258] Bu kavramlar 6112 sayılı Radyo ve Televizyonların Kuruluş Ve Yayın Hizmetleri Hakkında Kanun'da açıklandıkları halleriyle geçerlir.

gelindiğinde ise televizyon yayınları Türkiye yüzölçümünün %60'ına, nüfusun %81'ine ulaşır hale gelmiştir.[259]

Televizyon yayınlarının hayatımıza girmesiyle birlikte, radyo yayınları ikinci plana düşse de 90'lı yılların başlangıcından itibaren özel yayıncıların artmaya başlamasıyla birlikte radyo eski popülerliğini kazanmaya başlamıştır. Özel yayınların artış göstermesi televizyon yayıncılığının da popülerliğini giderek artırmıştır.

Televizyon yayınlarının yeni ortaya çıkmaya başladığı yıllarda görüntü delikli bir disk yardımıyla elde ediliyordu. Görüntü kalitesinin istenen seviyede olmaması ve mekanik sistemlerdeki hantallıklar sebebiyle daha sonraları katot ışınlı tüp teknolojisine geçilmiştir. Katot ışınlı tüp teknolojisinin gelişimiyle birlikte analog televizyon yayıncılığı, önemli ölçüde ivme kazanmıştır.[260]

Gelişen teknoloji ile birlikte, yayıncılık alanında yeni teknolojiler kullanılmaya başlamış, 80'li yıllardan itibaren geline uydu teknolojisi ile birlikte dünya üzerinde yayıncılık alanında köklü değişikliklere neden olmuştur. Bu kapsamda Türkiye İntelsat ve Eutelsat gibi uydu işletmecilerine üye olmuş ve 1984 yılında yurt dışına İntelsat uydusu üzerinden ilk uydu yayını gerçekleştirilmiş ve 1986 yılı itibariyle tüm Türkiye geneline uydu yayını iletilmeye başlamış akabinde TÜRKSAT projesi başlatılmıştır.[261]

Radyo ve televizyon yayıncılığında, uydu teknolojisi kullanılmaya başlansa da karasal yayıncılık popülerliğini devam ettirmiştir. Sayısal teknoloji de meydana gelen gelişmeler, tüm haberleşme alanında etkisini göstermeye başlamış ve analog iletim teknikleri yerini sayısal iletim tekniklerine bırakmaya başlamıştır. Bunun neticesinde ortaya çıkan karasal sayısal televizyon yayıncılığı karasal yayınlarda kullanılmaya başlanmıştır.

[259] RTÜK (2014), *Radyo Ve Televizyon Yayıncılığı Sektör Raporu,* s.8-16
[260] Mustafa Karaoğlu, Dünya'da ve Türkiye'de Sayısal Karasal TV Yayıncılığı (DVB-T & DVB-T2), Radyo ve Televizyon Üst Kurulu, 2011, s. 4.
[261] A.g.k.

Birçok analog veya sayısal yayını tek bir merkezde bir araya toplayarak, çeşitli işlemlere tabii tutulduktan sonra fiber optik ya da koaksiyel kablolar vasıtasıyla son kullanıcıya ulaştırılmasını sağlayan kablo yayıncılığı[262], analog televizyon yayıncılığının kullanıldığı dönemlerde de kullanımı olan bir yayın iletim türü olarak günümüzde de tercih edilen bir yayın tekniğidir.

Sayısal teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte, bu teknolojinin getirdiği olanaklar sayesinde internet tabanlı yayınlar ortaya çıkmıştır. Tüm bu yayınların belirli bir kalite ile izleyicilere ulaştırılması adına çeşitli standartlar belirlenmiştir. Karasal ortamdan iletilen yayınlar için DVB-T, kablo ortamından iletilen yayınlar için DVB-C ve uydu ortamından iletilen yayınlar DVB-S standartları Avrupa kıtasında tercih edilen standartlardır. Bunların yanında ATSC ve ISDB gibi daha çok Uzak Doğu ve Amerika kıtasında kullanılan sayısal yayın standartları da yer almaktadır.

Sayısal yayın tekniklerin de meydana gelen gelişme radyo yayıncılığının da sayısal teknoloji yardımıyla iletilmesine olanak sağlamış, bu kapsamda DAB, DAB+, DRM,DRM+ gibi sayısal radyo standartları ortaya çıkmış olmasına rağmen FM radyo yayıncılığında halen analog yayıncılık tercih edilmeye devam etmektedir.

Radyo ve televizyon yayınları, karasal, uydu, kablo ve internet olmak üzere bugün birçok teknoloji kullanılarak iletilmektedir. Her bir ortam için kullanılan elektromanyetik dalgaların yayılım karakteristiğine ve yöntemine bağlı olarak çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu bölümde yayın iletim ortamlarının yayın sürekliliği ve güvenliği açısından, ulusal güvenliği ilgilendiren hususlarda, değerlendirmesi yapılacaktır.

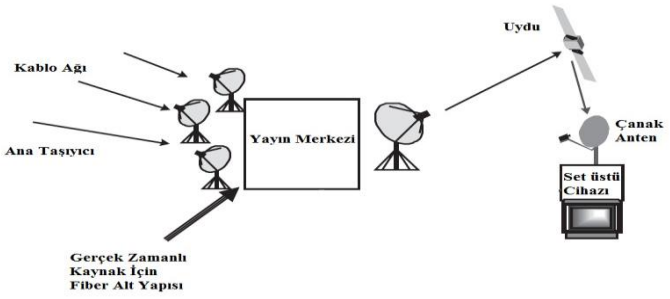
[262] Cüneyt Korkut, Yeni İletişim Teknolojilerinin Televizyon Yayıncılık Sistemlerinde Kullanımı: Atatürk Üniversitesi Televizyonu Örneği, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2013, Erzurum, s.22.

3.5.1. Ulusal Güvenlik Açısından Medya Hizmeti İletim Ortamlarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde, medya hizmetlerinin uydu, kablo, internet ve karasal ortamlardan iletilme yöntemleri, bu ortamların avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte ulusal güvenliği ilgilendiren yönleri değerlendirilmektedir.

3.5.1.1. Uydu Ortamından Yayıncılık

Uydu yayınlarının iletilmesi için, uydu haberleşmesinde olduğu gibi, yer istasyonu ve uydu istasyonuna ihtiyaç vardır. Medya hizmet sağlayıcılar[263] tarafından sunulan yayın hizmetleri[264], uydu linkleri ya da kablo hattı üzerinden platform işletmelerinin yayın iletim sistemlerine ya da doğrudan Türksat'ın yayın merkezine iletilir. Belirlenen paket frekanslara ayarlanarak uydu üzerinden alıcılara dağıtımı sağlanır. Çanak antenlere *uydudan gelen sinyali güçlendiren ve güçlendirilmiş sinyalin frekansını dijital uydu alıcısına uygun frekansa indiren*[265] LNB (Low Noise Block Convertor) yardımıyla yayın hizmetlerine erişim sağlanır. Şekil 3.1'de bir yayın hizmetinin set üstü cihazlara kadar izlediği yol gösterilmektedir.

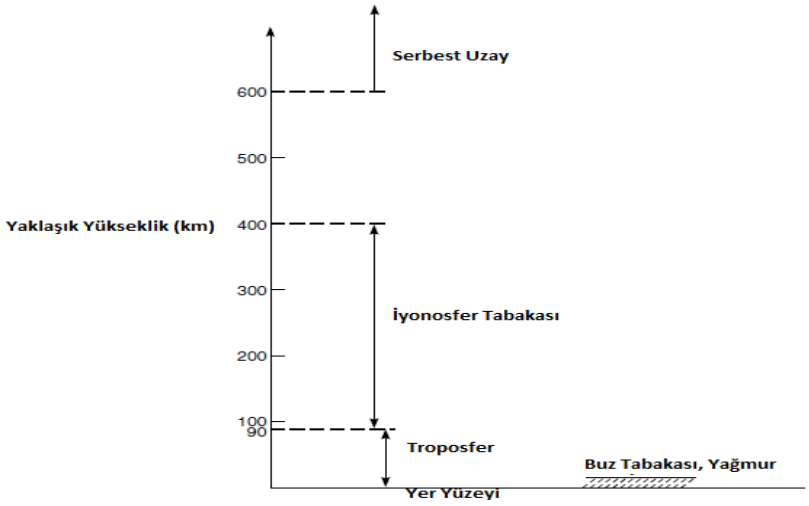


Şekil 3.1 Uydu Yayın Dağıtım Süreci

[263] 6112 sayılı Radyo ve Televizyonların Kuruluş Ve Yayın Hizmetleri Hakkında Kanun'un 3 ncü maddesi.
[264] A.g.k
[265] https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/uydu-terimleri (29.06.2018)

Ağustos 2015 itibariyle 42^0 doğu boylamı üzerinde yerleşik bulunan Türksat 2A, Türksat 3A ve Türksat 4A uyduları üzerinden Ankara Türksat Teleport Merkezinden 21 adet, Almanya' dan 1 adet ve Kıbrıs'tan 1 adet olmak üzere toplam 23 adet sayısal paket yayını yapılmaktadır.[266]

Uydu haberleşme sistemleri, noktadan noktaya olduğu gibi tek bir noktadan çok noktaya sinyal gönderebilmeye olanak sağladığından geniş bir kapsama alanı sunmaktadır. Uydu üzerinden iletilen yayınlar, gerekli anten ayarlamaları yapıldığı takdirde mekana bağlı kalınmaksızın uydunun kapsama alanı içerisindeki herhangi bir bölgeden alınabilmektedir. Bu sayede tek bir uydu yardımıyla ülke geneline karasal altyapıdan bağımsız olarak yayın yapılabilmektedir. Bununla birlikte, sayısal yayın teknolojilerinin gelişmesi sayesinde yayın kalitesinde artış sağlanmış ve izleyicilerin daha kaliteli yayınlara ulaşmasına imkan sağlanmıştır.



Grafik 3.1 Atmosfer Tabakaları[267]

Uydu sistemleri geniş bir kapsama alanı, yüksek kalitede yayın iletim olanakları, geniş bir bant genişliği sunmasına rağmen uydu haberleşmesinin doğası gereği bazı dezavantajlara sahip olduğu görülmektedir.

[266]https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/hizmetler/teleport-hizmetleri/teleport-ve-tv-yayin-hizmetleri (29.06.2018)
[267] Dennis Roddy (2001), Satellite Communications, McGraw-Hill Companies, inc.,USA, s.92

Yer istasyonundan uyduya gönderilen sinyaller iyonosfer tabakası da dahil olmak üzere dünyanın atmosferini geçmesi gerekmektedir. Grafik 3.1'de uyduya gönderilen sinyallerin aldığı yol grafiksel olarak gösterilmektedir.

Uydu sinyallerinin aldığı yol dikkate alındığında, sinyallerin atmosferik gazlar tarafından soğurulması neticesinde bozulmaya uğrama ihtimalleri artmaktadır. Hava olayları da atmosferik kayıplara neden olmaktadır. Buna ek olarak, atmosferin en üst tabakası olan iyonosferde yer alan elektronlar, sinyal seviyesinde dalgalanmalara neden olabilmektedir. İyonosferdeki serbest elektronlar düzgün bir dağılıma sahip olmadığından sinyalin iyonosferdeki seyahati sırasında meydana gelebilecek dalgalanmalar yalnızca istatistiksel veriler ışığında çözüme kavuşturulabilmektedir.[268] Tablo 3.1'de uydu sistemlerindeki sinyal yayılımlarına ilişkin dikkate alınması gereken kayıplar gösterilmektedir.

Tablo 3.1 Sinyal Bozulmaları, Fiziksel Nedenleri ve Öncelikli Sistemler

Yayılım Bozulmaları	Fiziksel Neden	Ana Öncelik
Zayıflama ve gökyüzü gürültüsü artışı	Atmosferik gazlar, bulutlar, Yağmur	10 GHz. üzeri frekanslar
Sinyal depolarizasyonu	Yağmur, buz kristalleri	Sistemlere bağlı olarak C ve Ku bantlarındaki çift Polarizasyonlar
Kırılma, atmosferik çoklu yol	Atmosferik gazlar	Düşük yükseklik açılarında iletişim ve izleme sistemleri
Sinyal parlamaları	Troposferik ve iyonosferik kırılma dalgalanmaları	Troposferik kırılmalar için 10 GHz. üzeri frekanslar ve düşük yükseklik açıları İyonosferik kırılmalar için 10 GHz. altı frekanslar
Çok yollu yansıma, tıkanıklık	Yer yüzeyi, yer yüzü üzerindeki cisimler	Mobil uydu sistemleri
Sistem içi girişimler	Kınım, dağılma	Çoğunlukla C bant, yağmur kaynaklı dağılım yüksek frekanslarda önemli olabilir.

[268] Dennis Roddy (2001), Satellite Communications, McGraw-Hill Companies, inc.,USA, s.92

Uyduya gönderilen sinyallerin alıcı sistemlere iletim sırasında yaklaşık olarak 80.000 km yol aldığı düşünüldüğünde, ışık hızında ($3x10^5$ km/sn.) hareket eden elektromanyetik dalgalar, saniyenin dörtte biri oranında gecikmeye uğrarlar. Bu kapsamda; sinyal gecikmeleri uydu sistemleri açısından bir dezavantaj olarak görülmektedir.

Uyduların dünyadan uzakta bir yörüngede konumlandırılmış olması olası bir arıza durumunda, arızanın giderilmesi konusunda ciddi problemlere neden olmaktadır. Bunların yanında bir uydunun fiziksel ömrünün 12 ile 15 yıl arasında olması sebebiyle uydu iletişiminin kesintiye uğramaması amacıyla yeni uydulara ihtiyaç duyulması ve olası arıza durumlarında iletişimin devamlı olabilmesi adına yedek sistemlerin yerleştirilmesinden kaynaklı yüksek yatırım maliyetleri, fırlatma sırasında karşılaşılabilecek sorunlar uydu haberleşme sistemlerini karasal sistemlere nazaran dezavantajlı duruma getirmektedir.

Uydu üzerine yapılan çalışmalarda kaydedilen ilerlemeler, uzaya gönderilen uyduların sayısında bir artışa neden olmuştur. Uzaya gönderilen uyduların sayısının artışı ömrünü tamamlayan uyduların varlığı, uzay çöpü meselesini de gündeme getirmektedir. Atmosfere gönderilen uydular ve uzay araçları beklenin üzerinde hız büyüklüklerine ulaşmaktadır. Bu sebeple milimetrik parçalar dahi yüksek hızdan kaynaklı yüksek tahribat gücüne sahip duruma gelmektedir. Hâlihazırda yörüngede bir santimetreden büyük 750 binden fazla parçacığın var olduğu, bu parçaların olası bir zincirleme çarpışma sonucu bir uyduyu bile yok edebilecek tahribata neden olabileceği düşünüldüğünde, ilerleyen yıllarda ulusal ve uluslararası güvenliği tehdit edecek boyutta bir tehlikeyle karşı karşıya olduğumuz görülmektedir.[269]

Yörüngeye yerleştirilen uyduların, yörüngede kalabilmesi adına düzenli aralıklarla izlenmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu durum, yeryüzünde uyduların kontrol ve izlenmesi görevini üstlenen bir ana kumanda merkezine ihtiyacı

[269] http://tr.euronews.com/2017/04/21/uzay-coplugu-temizlenmezse-tehlike-daha-da-buyuyecek (30.06.2018)

doğurmaktadır. Ülkemizde uydu kontrolü ana kumanda merkezi 406 sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu kapsamında kurulan Türksat A.Ş'nin Gölbaşı yerleşkesinde yer almaktadır. Ulusal güvenlik açısından, bu merkezlerin iletişiminin sürekliliği önem arz etmektedir. Nitekim 15 Temmuz darbe teşebbüsünün gerçekleştiği gece darbecilerin yayın iletişimini kesmek amacıyla Türksat'ın Gölbaşı yerleşkesine yaptığı saldırı meselenin ulusal güvenlik açısından önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Söz konusu gecede darbeciler tarafından Türksat iletim sistemlerine yapılan helikopter saldırısının ardından[270] bir grup darbeci Türksat çalışanlarının başına silah dayayarak darbe bildirisinin okunduğu TRT yayınları hariç tüm ulusal medya hizmet sağlayıcıların yayınlarını kesmelerini istemiş ancak teknik personelin oyalamaları neticesinde zaman kazanılarak darbecilerin emellerine ulaşmasının önüne geçilmiştir.[271] Tüksat'ın Gölbaşı yerleşkesi güvenlik güçlerince kontrol altına alındıktan sonra darbe bildirisinin okunduğu TRT yayınları kesilerek kalkışmanın başarıya ulaşmaması adına halkta psikolojik bir üstünlük sağlanmış, TRT'nin halk ve güvenlik güçlerince savunulması ve darbecilerden temizlenmesi neticesinde, TRT'nin uydu yayınlarının iletimine devam edilmesi sağlanmıştır.[272]

Yukarıda bahsi geçen bilgiler ışığında ve ulusal güvenlik açısından değerlendirildiğinde her ne kadar uydu sistemlerinin gelişmesi haberleşme ve yayıncılık sektörünün ilerlemesine katkı sağlasa da yayın güvenliğinin ve devamlılığının sağlanması açısından yayıncılara karasal sistemler üzerinden yedekleme zorunluğunun getirilmesi ve güvenlik güçleriyle kooridineli bir alanda yedek bir uydu yeryüzü istasyonun kurulmasının ulusal güvenlik açısından bir zorunluluk olduğu düşünülmektedir.

[270] TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ (2017), Fethullahçı Terör Örgütünün (Fetö/Pdy) 15 Temmuz 2016 Tarihli Darbe Girişimi İle Bu Terör Örgütünün Faaliyetlerinin Tüm Yönleriyle Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu, s.325

[271] https://www.aksam.com.tr/guncel/iste-o-kahraman/haber-540907 (30.06.2018)

[272] TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ (2017), Fethullahçı Terör Örgütünün (Fetö/Pdy) 15 Temmuz 2016 Tarihli Darbe Girişimi İle Bu Terör Örgütünün Faaliyetlerinin Tüm Yönleriyle Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu, s.466

3.5.1.2. Kablolu Ortamdan Yayıncılık

Kablo yayıncılığı, analog veya sayısal yayın yapan birçok yerli ve yabancı kanalı tek merkezde toplayarak, burada çeşitli işlemlerin ardından fiber optik veya koaksiyel kablolar aracılığıyla kullanıcılara taşıyan bir sistemdir.[273]

1947 yılında ABD'de Philadelphia'nın kuzeybatısında yaklaşık 80 mil mesafede olan, Appalachian dağları ile çevrili Mahanoy kentinde Philadelphia televizyon istasyonlarından sinyal alınamadığı için televizyon seti satamayan iş adamı John Walson tarafından dağın tepesine bir anten yerleştirip elektrik direklerini kullanarak satış mağazasındaki televizyona tel çekmek suretiyle ilk kablolu yayın sistemini geliştirmiştir. Walson'un mağazasının vitrinindeki televizyon yayını gören kişilerin televizyon seti sipariş etmeleri ile kablolu televizyon yayını popülerlik kazanmıştır. 1949 yılında Walson çiftli kurşun anten telini koaksiyel kablolarla değiştirmiştir. 1952 yılında New York istasyonlarından getirilen yayınlar sayesinde Mahanoylulara daha çok kanal imkanı sunulmuştur. Aynı dönemde Panther Valley TV adlı şirketinin tepeye kurduğu antenden kasabaya sinyal taşımasıyla ilk kablolu yayın alt yapısı kurulmuştur. Önceleri topluluk anteni televizyonu CATV (Community Antenna TV) olarak adlandırılan bu sistemler kablo teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte kablo tv adını almıştır.[274]

Ülkemizde ilk kablo TV hizmeti 1988 yılında Ankara'nın Çankaya ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, ilk kablo tv şebekesi 1991 yılında Türk Telekom tarafından yaptırılmış ve işletilmiştir. [275]

[273] Cüneyt Korkut, Yeni İletişim Teknolojilerinin Televizyon Yayıncılık Sistemlerinde Kullanımı: Atatürk Üniversitesi Televizyonu Örneği, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2013, Erzurum, s.22.
[274] Ruhsar Kazak (1991),*Kablolu Tv Sistemlerine Genel Bir Bakış,*TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası:Elektrik Mühendisliği Dergisi:Sayı:382, s.227
[275] TELKODER(2016),*Türkiye'nin İletişimde İkinci Baharı - Kablo TV Şebekesi,*İstanbul

İlk ticari şebekeler, İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya, Bursa gibi yani gelir düzeyi yüksek şehirlerde Siemens, Ericsson, Teletaş ve Ere gibi firmalar tarafından kurulmuştur. Söz konusu şebekeler, zamanın teknolojilerinin el verdiği ölçüde koaksiyel kablolardan oluşan, tek yönlü 450 Mhz bant genişliğine sahip şebekeler olmakla birlikte iletim kayıpları şebekler üzerinde yer alan güçlendiriciler sayesinde gerçekleştirilmekteydi. Fiber optik kablo teknolojisinin gelişmesiyle birlikte iletim hatları fiber optik-koaksiyel melez (HFC-Hybrid Fiber Coaxial) şebekeler halini aldı. Türk Telekom tarafından uygulanan "gelir paylaşım" modeli ile 1998 yılından itibaren kablo tv altyapısı genişletilmeye başlanmış bu süre içerisinde bant genişliği kapasitesi 450 MHz'den 550 Mhz'e daha sonraları ise 862 Mhz'e çıkarılmıştır.[276]

Tipik bir kablo tv şebekesi, anten sistemleri, ana dağıtım merkezi (headend), ana dağıtım hattı, iletim hattı ve ev içi dağıtım hatlarından oluşmaktadır.

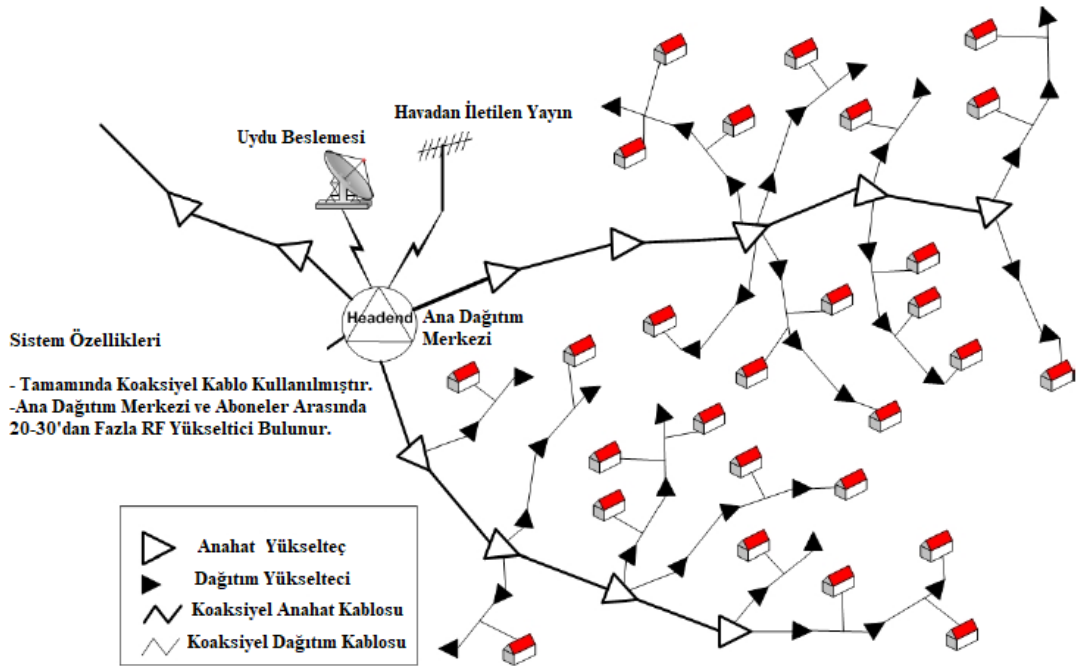
Uygun antenler kullanılarak alınan yayınlar, ana dağıtım merkezlerinde bir takım işlemlerden geçirilerek kullanıcılara dağıtılırlar. Dağıtım sistemlerinde kullanılan kablo teknolojilerine göre kablo televizon mimarisi değişiklik göstermektedir.

Kablolu televizyon yayıncılığın başlarında, durum izleme sistemleri ya da mimari fazlalık olmaksızın tek yönlü bir eğlence ortamına imkan sağlayan "Branch and Tree" sistemleri kullanılırken, 1990'lı yılların sonu 2000'li yılların başlarında meydana gelen gelimeler neticesinde çoğu şehirde fiber optik-koaksiyel melez (HFC) sistemler kullanılmaya başlanmıştır. [277] Şekil 3.2'de bir "Branch and Tree" sisteminin mimari yapısı gösterilmiştir.

Kablolu televizyon yayıncılığının ilk uygulamaları, tepelere yerleştirilen merkezi antenler yardımıyla havadan alınan sinyaller, sinyalleri havadan alamayan

[276] TELKODER(2016),*Türkiye'nin İletişimde İkinci Baharı - Kablo TV Şebekesi,*İstanbul
[277] Columbia Telecommunications Corporation (2001), Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems, Columbia/Maryland,s.11

evlere taşınarak başlanmıştır. Daha sonraki yıllarda uydudan alınan sinyallerinin de kablo ortamı üzerinden taşınmaya başlanmasıyla birlikte kablo ortamı bir yayın iletim ortamı haline gelmiştir.



Şekil 3.2 "Branch and Tree" Mimarisi[278]

Ana dağıtım merkezleri (Headend), "Branch and Tree" sistemlerinin merkezini oluşturmaktadır. Ana dağıtım merkezleri, yayın alış ve kontrol merkezi olarak görev yapmaktadır. Anahat (trunk cable) kablolarıyla televizyon sinyalleri ana dağıtım merkezlerinden en uzak yerlerdeki servis alanlarına taşınır.

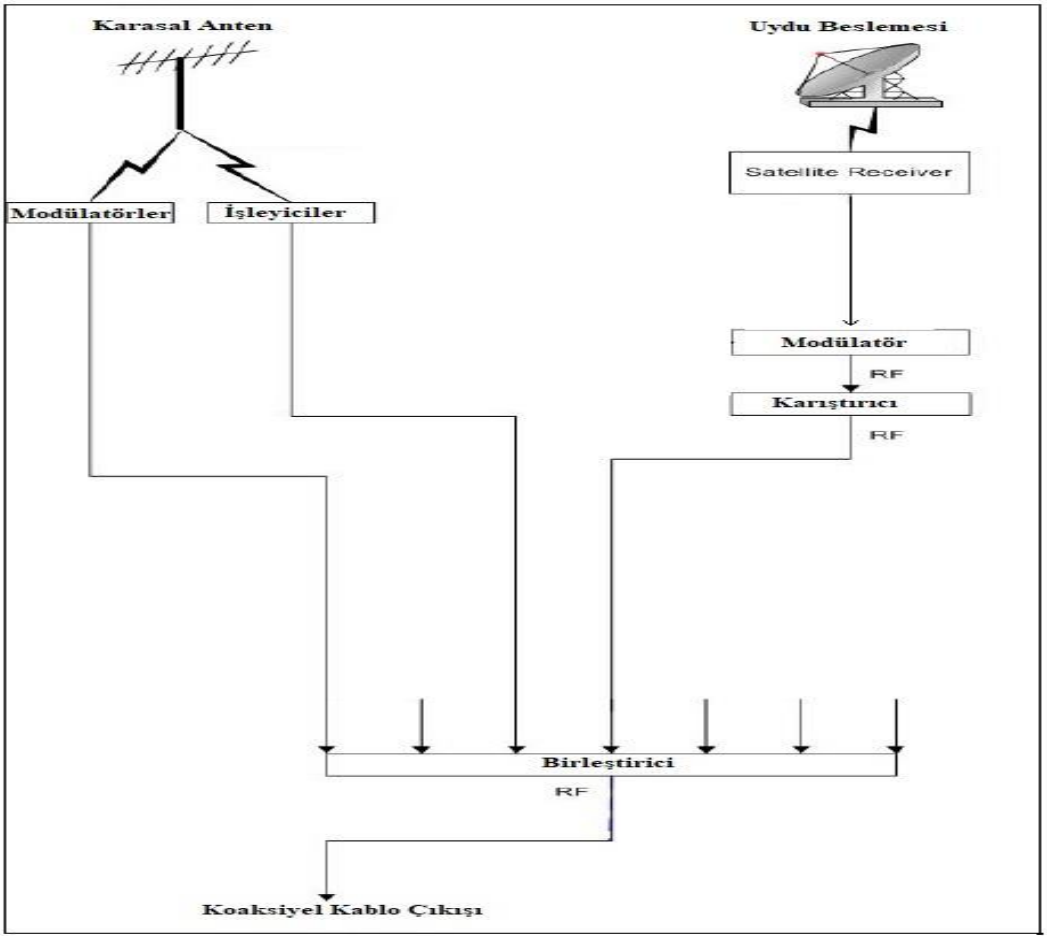
"Branch and Tree" sistemlerde sinyaller, yerel kanallar için karasal yayın antenleri ve uzak yayınlar için uydu çanak antenleri olmak üzere iki çeşit anten sistemleriyle alınırlar. Yerel kanallar, yayınlarını bazen ana dağıtım merkezlerine direkt olarak fiber optik kablolar yardımıyla iletirler.

Karasal sistemlerden elde edilen televizyon sinyalleri, ana merkezden kablolara iletilmek için hazırlanmak üzere bir dizi sinyal işleyicilerden geçirilmeden

[278] Columbia Telecommunications Corporation (2001), Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems, Columbia/Maryland,s.C-2

önce sinyal seviyeleri yükselteçler (amplifier) yardımıyla yükseltilir. Modülatörler yardımıyla RF sinyali kablo üzerinden iletime uygun hale getirilir.

Uydu sistemlerinden elde edilen sinyaller ise daha karmaşık bir işlme tabi tutulurlar. Güçleri artırılan sinyallerin frekansları, kablo iletiminde yüksek frekanslardaki sinyallerdeki kayıpların fazla olması sebebiyle, 950 - 1450 MHz aralığındaki bir değere düşürülür. Şekil 3.3'te tipik bir "Branch and Tree" sisteminin Ana dağıtım merkezi sinyal akışı gösterilmektedir.



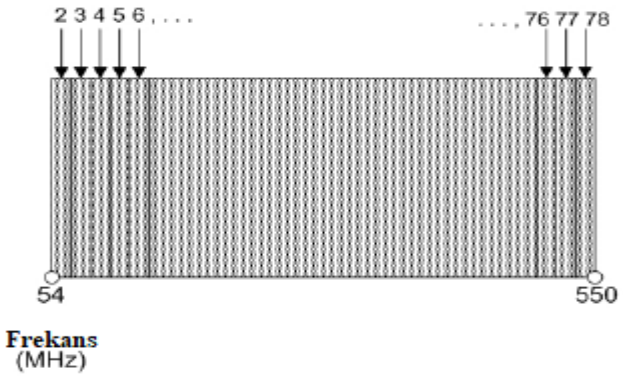
Şekil 3.3 "Branch and Tree" Sistemi Ana Dağıtım Merkezi Sinyal Akış Blok Diagramı

"Branch and Tree" sistemlerde sinyaller son kullanıcıya koaksiyel kablolar ile iletilir. Koaksiyel kablo kullanılan sistemlerde sinyal seviyeleri ana dağıtım merkezinden son kullanıcıya ulaşana kadar belirli aralıklarla yükseltilmesi gerekmektedir. Sinyal gücü, yükselticiler (amplifier) yardımıyla yükseltilir. Yükselticiler, sinyal seviyesinin yükseltilmesine yardımcı olduğu gibi aynı zamanda

sinyallerde istenmeyen gürültülere ve bozulmalara neden olabilir. Bu bakımdan yükselticiler, sistemler için potansiyel arıza noktaları olabilir. Ana dağıtım merkezinden en uzak noktada bulunan son kullanıcıya ulaşana kadar bir sinyal, yaklaşık 15 ile 40 yükselticinin seri bağlı olduğu anahatlar üzerinden iletilir. Tek bir koaksiyel kablo ile sinyalin iletilebileceği alan, anahat üzerinde seri ya da kaskad olarak bağlantılanmış olan yükselticilerin sayısına bağlıdır.[279]

"Branch and Tree" sistemlerde, ana dağıtım noktasında en yakın konumda bulunan kullanıcılar en iyi sinyali alırlar. Sinyaller, yükseltici zincirinden ve koaksiyel kablolardan geçerken sinyal seviyesinde kademeli olarak azalma meydana getireceğinden daha geniş alana yönelik hizmet vermek isteyen kablo servis sağlayıcılarının çok sayıda ana dağıtım merkezi ya da bağlantı noktası inşa etmeleri gerekir.

"Branch and Tree" sistemi; tek yönlü analog televizyon sinyallerini destekleyen, yaklaşık olarak 40 ile 75 televizyon kanalına karşılık gelmekte olan 330 ile 550 MHz arasında değişen bant kapasitesine sahiptir. Şekil 3.4'te "Branch and Tree" sisteminin analog kanal kapasitesi gösterilmektedir.



Şekil 3.4 "Branch and Tree" Sistemi Analog Kanal Kapasitesi

[279] Columbia Telecommunications Corporation (2001), Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems, Columbia/Maryland, s.C-2-C-3

"Branch and Tree" sistemi incelendiğinde çeşitli teknik sınırlılıklara sahip olduğu görülecektir. Servis verilen ağ alanının genişliğine bağlı olarak bu sistemde çok sayıda arıza noktası bulunur. Büyük bir kablo sisteminde bir anahat kablosu binlerce aboneye hizmet verebileceğinden anahat yükselteçlerinde meydana gelebilecek olası arızalar neticesinde tüketiciler açısında servis kesinitisi yaşanması söz konusu olacaktır. Bu sistemin koruması ve bakımı hem maliyetli hem de kapsamlı bir iş yüküne neden olacaktır. Çünkü her bir yükselteçin diğer yükselteçlere göre kontrol edilmesi ve ayarlanması gerekmektedir.

Bahsi geçen teknik sınırlılıkların yanında, tüm koaksiyel kablo sistemleri, ödeme işlemleri ve telemetri dışında, sistemin akış yönündeki sistem gürültüsü ve kapasite eksikliği sebebiyle iki yönlü hizmetleri sunamazlar.

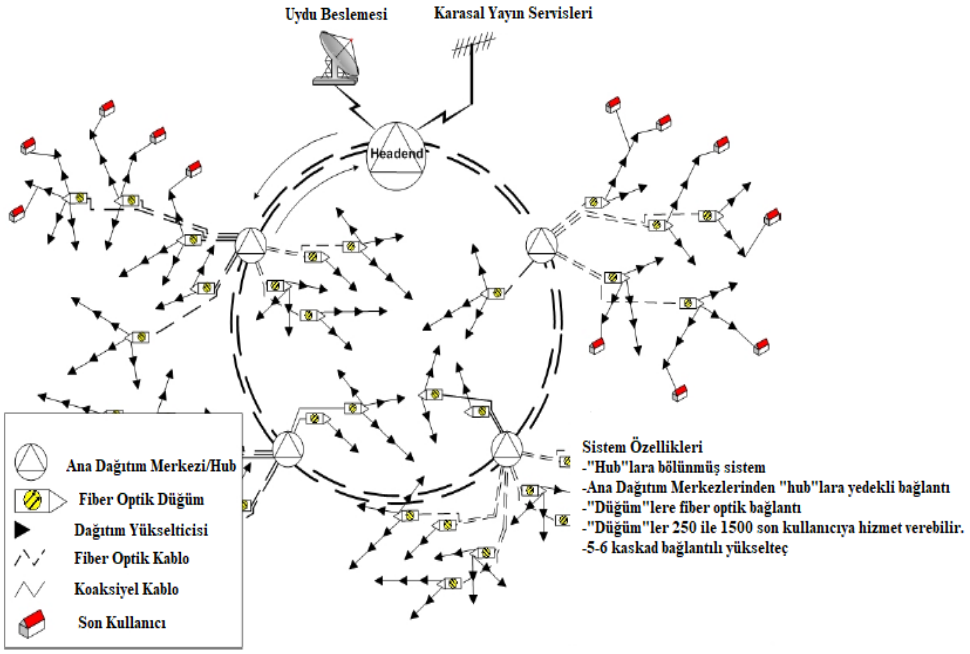
1990 yılının ortalarından itibaren kullanılmaya başlanan fiber optik-koaksiyel melez (HFC) sistemlerin mimaride kullanılmasıyla birlikte komşu koaksiyel kablolarla ve diğer ana dağıtım merkezlerine bağlantı fiber optik kablolar ile sağlanmaktadır.[280] Bu sistemde ana dağıtım merkezinden lazer vericiler yardımıyla ışığa dönüştürülen RF sinyalleri"hub"lara oradan da her mahallede bulunan "düğüm"lere kadar sinyal fiber optik kablolar ile getirilir. Daha sonra "düğüm"lerde yer alan dönüştürücülerle ile fiber optik sinyaller koaksiyel kablolardan iletilmek üzere RF sinyaline çevirilir. Şekil 3.5'te fiber optik-koaksiyel melez (HFC) sistemi mimarisi gösterilmektedir.

Sinyaller, ana dağıtım merkezlerinden "hub"lara, ara bağlantılarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklı sistem kesintilerinden kaçınmak amacıyla, iki ayrı iletim yoluyla gönderilir.

[280] Columbia Telecommunications Corporation (2001), Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems, Columbia/Maryland,s.D-1

Yükseltici sayısı azaldıkça sinyal bozulması yaşanması ihtimali ve potansiyel arıza noktaları azalmaktadır. HFC sistemlerinde ana dağıtım merkezinden son kullanıcıya gelene kadar sekiz ya da daha az sayıda yükselticiye ihtiyaç duyulmaktadır.

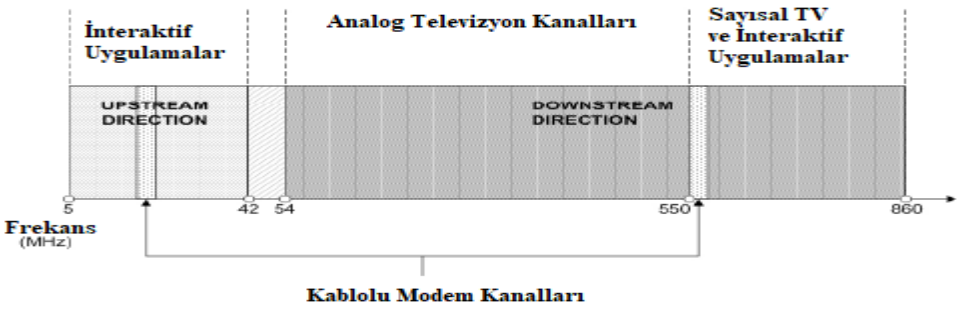
Bir HFC sistemi tipik olarak çeşitli analog ve dijital video servisleri, iki yönlü etkileşimli verileri ve telefonu desteklemek için kullanılan 750 ila 860 MHz kapasiteye sahip olabilir.[281]



Şekil 3.5 Fiber Optik-Koaksiyel Melez (HFC) Sistem Mimarisi[282]

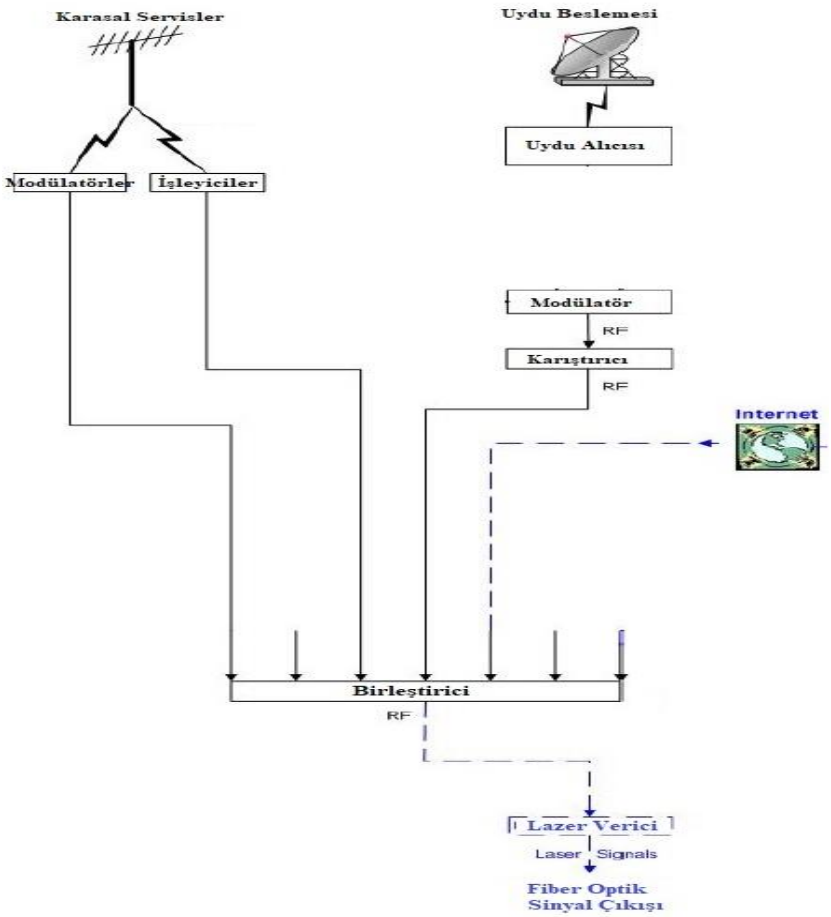
Ana dağıtım merkezinden son kullanıcıya iletilen sinyaller için 800 MHz'den fazla bant genişliği kullanılabildiği gibi kullanıcıdan ana dağıtım merkezine gönderilen bilgiler 5 ile 40 MHz arasıdanki bantta 35 MHz'den düşük etkin bant genişliği kullanılarak iletilebilir. Şekil 3.6'da HFC sistemlerinde kullanılabilecek bant tahsisi gösterilmektedir.

[281] Columbia Telecommunications Corporation (2001), Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems, Columbia/Maryland,s.D-2
[282] A.g.k.,s.D-1



Şekil 3.6 HFC Sistemlerindeki Bant Kapasitesi

HFC sistemlerinde ana dağıtım merkezlerinin yapısı "Branch and Tree" sistemininkine benzer olmakla birlikte, yüksek hızlı internet ve telefon altyapısı gibi iki yönlü servislere imkan tanıyan yapılara da sahiptir. Şekil 3.7'de bir HFC sisteminde ana dağıtım merkezlerinin sinyal akış diyagramı yer almaktadır.



Şekil 3.7 HFC Ana Dağıtım Merkezi Sinyal Akış Diyagramı[283]

[283] Columbia Telecommunications Corporation (2001), Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems, Columbia/Maryland,s.D-4

HFC mimarisi kullanılan kablo şebekelerinde koaksiyel kablolara nazaran, daha geniş bant kapasitesi kullanımına olanak sağlaması, her muhiti "düğüm"lere ayırarak her bir kullanıcı için mevcut kapasitenin artırılmasına olanak sağlanması, yükselticilerin (amplifiers) sayılarının azaltılarak sistemin gürültü seviyesinin azaltılması, daha yüksek güvenirlikli ve maliyet açısından daha uygun bakım ve onarım imkanı sağlaması, koaksiyel kablolar yerine fiber kablolar kullanılarak, sistemin istenmeyen elektromanyetik girişimlere duyarlılığının azaltılmasının sağlanması gibi avantajları bulunmaktadır. Bunlara ek olarak, HFC sistemler çift yönlü iletişime olanak sağlayan yapısı sayesinde hat üzerinde meydana gelebilecek arızaların ve kesintilerin izlenmesine izin vermektedir.

HFC sistemlerinin yukarıda bahsedilen avantajlarının yanında, yayınları kablo hattının ortak bölümlerinden alan kullanıcıların bilgilerinin korunması amacıyla şifrelenmesi ve sinyallerin karıştırılması meselesi güvenliğin sağlanması meselesini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bu mimari, kablo televizyonu alt yapısıyla internet altyapısının da birbirinden ayrılmasını zorlaştırmaktadır.

Her bir kullanıcıya daha fazla bant genişliğinin sağlanabilmesi için ek fiber şebekelere ve terminal elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. En yüksek sayıda bölünmeler gerçekleştirilmiş olsa dahi HFC mimarisi, kullanıcı başına 40 Mbps'lik sabit bir kapasite sınırı ile karşılaşacaktır.[284]

Kablolu yayıncılık, havadan ya da doğrudan uydudan alınan yayınlara nazaran daha istikrarlı yayınlar sunmaktadır. Kablolu yayınlar, kablo şebekesi üzerinde meydana gelebilecek arızalar haricinde hava durumundan ya da atmosferik olaylardan etkilenmeden daha sağlıklı yayın alışı sağlamaktadır.[285]

[284] Columbia Telecommunications Corporation (2001), Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems, Columbia/Maryland,s.13

[285] http://ezinearticles.com/?Advantages-and-Disadvantages-of-Cable-TV&id=6480986 (20.07.2018)

Kablolu yayın servisleri çoğu zaman, internet ve telefon gibi diğer servislerin de tek bir paket üzerinden sunulmasıyla kullanıcıya ekonomik avantajlar sağlayabilmektedir. Ancak bu durum kullanıcı mahremiyeti konusunda ciddi güvenlik sorunlarına neden olabilmektedir.[286]

Bununla birlikte, kablolu yayıncılığın maliyetli altyapısı sebebiyle, bazı bölgelerde kablolu yayıncıların tekelleşmesine neden olabilmektedir.

Kablolu yayıncılık ulusal güvenlik kapsamında incelendiğinde, kablolu sistemlerin bir iletim ortamı olarak kullanılması, medya hizmet sağlayıcıların uydu üzerinden aldıkları yayınları ana dağıtım merkezlerinden kullanıcılara ulaştırdıkları düşünüldüğünde Uydu Yayıncılığı bölümünde bahsedilen güvenlik problemleriyle karşılaşılması olası bir durum olacaktır.

Bu bağlamda, yayın devamlılığı ve güvenliğinin sağlanması adına, yayın hizmetlerinin stüdyo merkezlerinden ana dağıtım merkezlerine kadar iletimini sağlamak üzere kablolu sistemlerin yedekli yapıların kurulumu son derece önem arz etmektedir. Ancak bu durum, şebeke kurulum maliyetlerini artıracağından abone ücretlerinin de artmasına neden olacaktır.

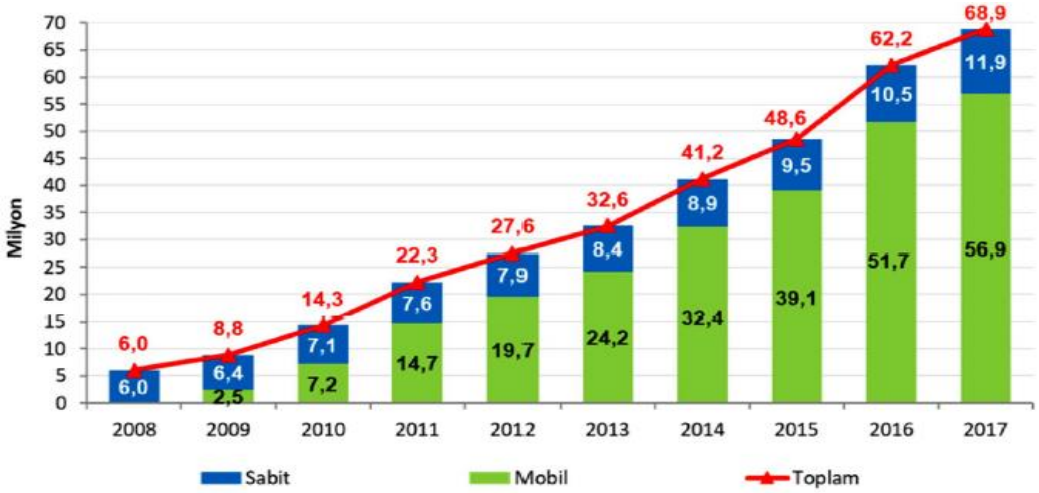
3.5.1.3. İnternet Ortamından Yayıncılık

Dünya üzerinde internet kullanımın artması yayıncılık hizmetleri ile haberleşme sektörünün yakınsamasına neden olmuştur. Bunun sonucunda, internet ortamı üzerinden medya hizmetlerinin iletilmesi giderek popülaritesini artan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnternet kullanımı dünya üzerindeki artışa paralel olarak ülkemizde de artış göstermektedir. 2008 yılında 6 milyon genişbant abone sayısı mevcutken BTK'nın

[286] http://ezinearticles.com/?Advantages-and-Disadvantages-of-Cable-TV&id=6480986 (20.07.2018)

2017 yılı dördüncü çeyrek verilene göre genişbant abone sayısı 68.8 milyona ulaşmıştır. Bununla birlikte toplam internet abone sayısında bir önceki yıla göre %10,6 oranında artış gerçekleşmiştir.[287] Grafik 3.2'de 2008 yılından 2017 yılı son çeyreğine kadar genişbant abonelerindeki değişim gösterilmektedir.



Grafik 3.2 Genişbant Abone Sayılarındaki Değişim[288]

İnternet hizmetlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte geleneksel yöntemlerle sunulması mümkün olmayan birçok yeni hizmet, internet ortamı üzerinden sağlanabilir hale gelmiştir.

Genişbant kullanımının yaygınlaşması, internet hızının artması ve sayısal teknolojilerin gelişmesi ve yakınsayan hizmetlerde meydana gelen artışlar sonucunda kullanıcıların yayın hizmetlerinden beklentilerinde artış meydana gelmiş, bunun sonucunda kablo tv hizmetlerine benzer genişbant hatları üzerinden set üstü cihazlara iletilen IPTV (Internet Protocol TV) hizmetleri ortaya çıkmıştır.

IPTV hizmetlerinde meydana gelen artışla birlikte, geleneksel olan bir yayın merkezinden gerçekleşen yayınların alınmasına yarayan televizyonlar, sadece yayın

[287] Bilgi Teknolojiler ve İletişim Kurumu, *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Üç Aylık Pazar Verileri Raporu - 2017 Yılı 4. Çeyrek,* s.51
[288] Bilgi Teknolojiler ve İletişim Kurumu, *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Üç Aylık Pazar Verileri Raporu - 2017 Yılı 4. Çeyrek,* s.51

alan cihaz olmaktan uzaklaşmış, etkileşimli ve çok fonksiyonlu bir cihaz halini almıştır.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) tarafından televizyon/video/ses/metin/grafik/verinin IP tabanlı şebekeler üzerinden belirli bir hizmet kalitesinde, güvenlikte ve güvenilirlikte etkileşimli olarak taşınması olarak tanımlanan IPTV'de internet dolaşımında yer alan videolardan farklı olarak, IP adresleri ve konum bilgileri hizmet sağlayıcılar tarafından bilinmektedir.[289] IPTV içeriğini ileten ağ paketlerinin önceliklendirilmesi ve multicast teknolojisinin kullanımı ile hem kalite garantisini hem de deneyim kalitesini sunabilmektedir. IPTV sisteminde, sadece izlenilmek istenilen içerik, set-üstü cihazına ulaştırılmaktadır. Bu durum, izleyici tarafından net olarak hangi içeriğin izlendiğininin bilinebilmesine ve buna bağlı olarak etkileşimli bir yapının kurulabilmesine olanak sağlamaktadır.[290]

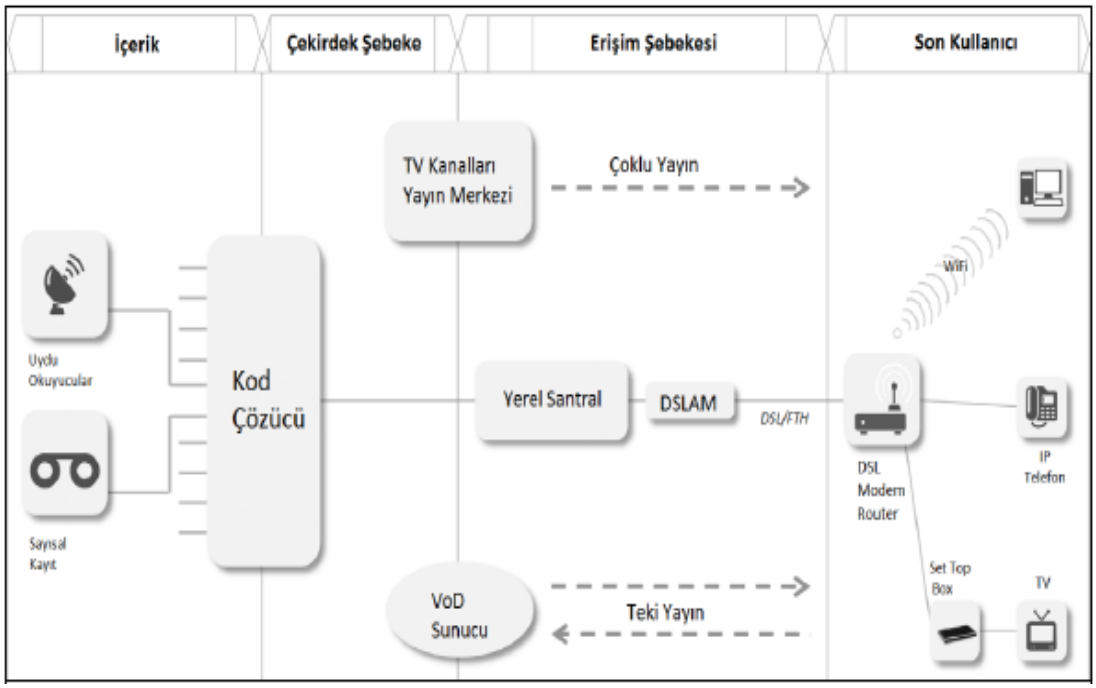
IPTV'de medya hizmetleri, yayın merkezlerinde IP paketlerine dönüştürülür ve genişbant altyapısı üzerindena kullanıcıya ulaştırılır. Kullanıcı tarafından modem vb. cihazların yanında ağdan gelen IP paketlerinin ekranda izlenmesini sağlayan set üstü cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır.[291]

IPTV, karasal, kablo ve uydu gibi geleneksel yayıncılık şekillerinden servis kalitesi, etkileşimlilik, kanal iletimi, içerik akışı ve izleyici kontrolü gibi bazı noktalarda ayrılmaktadır. Geleneksel yayın iletim yöntemlerinde medya hizmetleri izleyiciye doğrudan iletilirken IPTV, isteğe bağlı içeriklerin de (VoD-Video on Demand) iletilmesine imkan sağlamaktadır. [292]

[289] Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (2013), *IPTV Hizmetlerine İlişkin Uluslararası Uygulamalar ve Türkiye için Öneriler*,s.4
[290]Çalışır, İbrahim (2016), *İnternet Protokolü Televizyon (IPTV) Hizmetinin Yaygınlaşma(ma) Nedenleri: Dünya'da ve Türkiye'de Oyuncuların Çözümlemesi*, İlef Dergisi, s.34
[291] Bilgi Teknolojiler0i ve İletişim Kurumu (2013), IPTV Hizmetlerine İlişkin Uluslararası Uygulamalar ve Türkiye için Öneriler,s.12
[292] Çalışır, İbrahim (2016), *İnternet Protokolü Televizyon (IPTV) Hizmetinin Yaygınlaşma(ma) Nedenleri: Dünya'da ve Türkiye'de Oyuncuların Çözümlemesi*, İlef Dergisi, s.36

Bunların yanında, karasal yayın sistemlerinde izleyicilerin sisteme bağlanması kontrolsüz gerçekleştirilirken uydu ve kablo ortamından alınan yayın hizmetlerinde izleyicinin sisteme bağlanmasında sınırlı bir kontrol vardır. Sayısal hakların yönetimi sistemi (Digital Right Management-DRM) kullanılan IPTV'lerde sıkı bir izleyici kontrolü bulunmaktadır. [293]

IPTV, çoklu yayın ve tekli yayın olmak üzere iki tip teknoloji üzerinden sunulabilmektedir. Çoklu yayında, yayın sunucusu her bir yayın kanalı için sadece tek video dağıtımı gerçekleştirirken; tekli yayın kapsamında sunucu her bir izleyici için bir video dağıtımı yapmaktadır. Dolayısıyla, tekli yayında ihtiyaç duyulan bant genişliği çoklu yayına göre çok fazla artmaktadır.[294] Şekil 38'de IPTV altyapısının çalışma yöntemi gösterilmektedir.



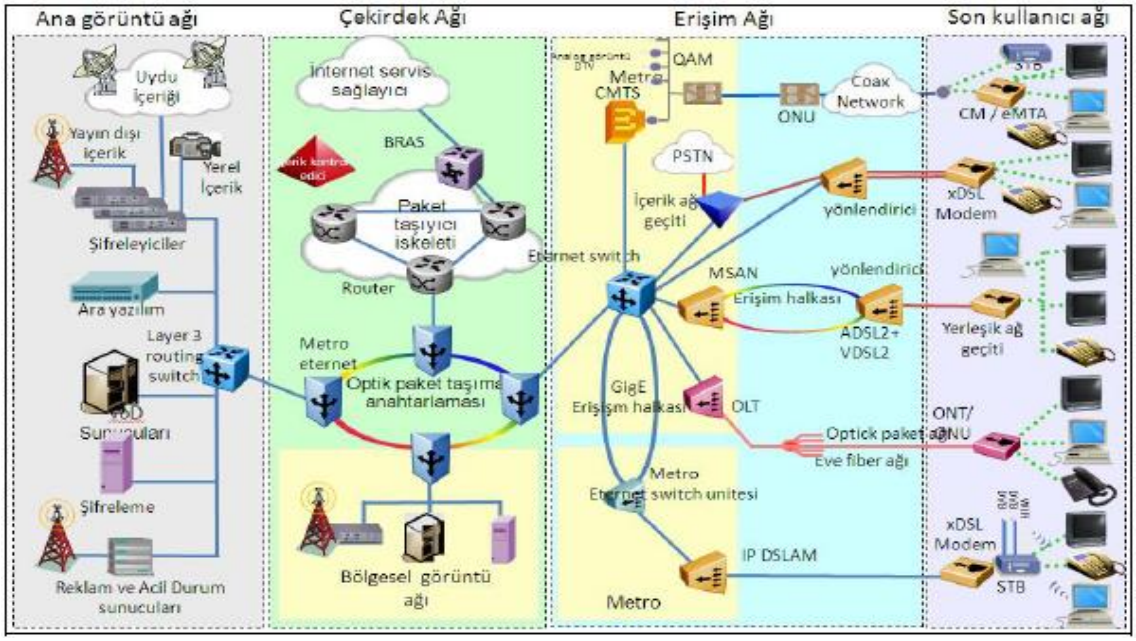
Kaynak: Cullen International

Şekil 3.8 IPTV Altyapısının Çalışma Yöntemi

[293] Çalışır, İbrahim (2016), *İnternet Protokolü Televizyon (IPTV) Hizmetinin Yaygınlaşma(ma) Nedenleri: Dünya'da ve Türkiye'de Oyuncuların Çözümlemesi*, İlef Dergisi, s.36

[294] Fredebeul-Krein, M. ve Steingröver, M., (2013), "Wholesale broadband access to IPTV in an NGA environment: How to deal with it from a regulatory perspective?", Telecommunications Policy.

IPTV hizmetinin sunulmasında kullanılan erişim şebekeleri genellikle yüksek hızlı DSL (ADSL2+, VDSL), Metro Ethernet ve eve kadar fiber (Fiber To The Home-FTTH) gibi şebekelerdir. Ayrıca diğer bazı seçenekler de mevcuttur. Örneğin bazı hizmet sağlayıcılar saha dolabına kadar fiber (Fiber To The Curb- FTTC) ve DSL teknolojilerini birlikte kullanmaktadırlar.[295] Şekil 3.9'da IPTV altyapı bileşenleri görülmektedir.



Şekil 3.9 IPTV Altyapı Bileşenleri[296]

IPTV altyapısında ihtiyaç duyulan bant genişliği, yayın hizmetinin kodlanma tekniği ve servis için kullanılan bant genişliği ile doğru orantılıdır. Tablo 3.2'de IPTV için bant genişliği gereksinimleri gösterilmektedir. IPTV altyapısı üzerinden iletilecek olan SD (Standart Definition) yayınlar için MPEG2 kodlama türünde 5 Mbps'lik bant genişliğine ihtiyaç duyulurken MPEG4 kodlama tekniğinde 2 Mbps'lik bant genişliğine ihtiyaç duyulmaktadır. HD (High Definition) yayınlar için MPEG2 kodlama türünde 16-20 Mbps arasında bant genişliği ihtiyacı bulunurken MPEG4 kodlama tekniği kullanılan yayınlarda 6-8 Mbps'lik bant genişliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte isteğe bağlı hizmetlerin (VoD) iletimi için MPEG2

[295] Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (2013), IPTV Hizmetlerine İlişkin Uluslararası Uygulamalar ve Türkiye için Öneriler,s.12
[296] A.g.k.,s.9

ile kodlanmış videolar için 5 Mbps'lik bant genişliğine ihtiyaç duıyulurken MPEG4 ile kodlanmış videolar için 2 Mbps'lik bant genişliğine ihtiyaç duyulmaktadır.[297]

Tablo 3.2 IPTV Bant Genişliği Gereksinimleri[298]

Yayın Tekniği	Bant Genişliği Gereksinimi (Mbps)	
	MPEG2 Kodlama Tekniği	MPEG4 Kodlama Tekniği
HD Yayınlar	16-20	6-8
SD Yayınlar	5	2
İsteğe Bağlı Yayınlar	5	2

IPTV'nin içerik özelliklerine göre yapılandırılabilen sınırsız kanal kapasitesi sunma kabiliyeti, yayın alanında özelleştirilmiş içerik sağlayabilmesi ve bölgesel olarak özelleştirilebilmesi, isteğe bağlı hizmetler sunabilmesi, ses, e-posta, caller ID gibi etkileşimli hizmetleri TV üzerinden sunabilmesi, görüntü kaydı (Private Video Recording-PVR) özelliği sağlayabilmesi, taşınabilir olması gibi[299] avantajlarının yanı sıra sinyallerin iletimi sırasında meydana gelebilecek gecikmeler, internet protokolünün yüzde yüz güvenilir bir ortam olmamasından kaynaklı güvenlik problemleri, yüksek bant genişliği kullanımı, ani hız düşümlerine mahal vermeyecek kaliteli bir altyapı ihtiyacı bulunması gibi dezavantajları olduğu görülmektedir.[300]

İnternet teknolojilerinin gelişmesi ve internet hızında meydana gelen artışla birlikte internet kullanıcılarının beklentileri de artmıştır. Özellikle sosyal paylaşım platformlarının kullanımındaki artış ve kullanıcılar arasındaki etkileşimlerin artması internet üzerinden talep edilen hizmetlerin çeşitliliğinde artışa neden olmuştur. Bu artış internet üzerinden video paylaşım hizmetlerine de yansımıştır.

Videoya artan talep sonucunda ortaya çıkan hizmet çeşitlerinden birisi de internet TV'dir. Televizyon yayıncılığının ötesinde bir hizmet olan internet TV, zaman ve mekandan bağımsız olarak ses ve görüntünün, kamuya açık internet bağlantısı

[297] Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (2013), IPTV Hizmetlerine İlişkin Uluslararası Uygulamalar ve Türkiye için Öneriler,s.10
[298] A.g.k.
[299] Telekomünikasyon Kurumu (2008), *IP Tabanlı Hizmetler : VoIP ve IPTV*,s.30-31
[300] Bilgi Teknolojiler0i ve İletişim Kurumu (2013), IPTV Hizmetlerine İlişkin Uluslararası Uygulamalar ve Türkiye için Öneriler,s.8

üzerinden doğrudan son kullanıcıya gönderilmesidir. İnternet Tv'de video kalitesi internet bant genişliği ile bağlantılıdır.[301]

En yalın haliyle internet televizyonu, kullanıcıların internet arayüzlerini kullanarak video içeriklerine ulaşmasıdır. İnternet bağlantısını destekleyen herhangi bir cihazdan (PC, akıllı telefon, akıllı TV'ler, tablet vs.) internet TV hizmetlerine erişim mümkündür.

Yayınlama, yayından kaldırma ve içerik görüntüleme haklarının platform yöneticilerinin elinde olduğu, Youtube, DailyMotion, Vimeo, İzlesene gibi video paylaşım platformlarının aksine internet TV'de yayın kontrolü yayın sahibine aittir[302]

Uydu, kablo ya da havadan yayın sistemleri gibi gelenek sistemler yerine yayın hizmetinin özel yönetilebilir genişbant altyapısı üzerinden iletildiği IPTV ile kamuya açık internet üzerinden kullanıcıya ulaştırılan internet TV servis kalitesi konusunda ayrışmaktadır. IPTV'de kapalı bir ağ üzerinden abonenin ihtiyacı olan bant genişliği ve servis kalitesi garanti edilirken internet TV'de, geleneksel yayın iletim sistemlerinde olduğu gibi, servis kalitesi garanti edilmez. Servis kalitesi kullanıcının sahip olduğu intenet bağlantı hızına bağlıdır.

İnternetin hayatımızın bir parçası haline gelmesiyle birlikte yeni güvenlik riskleri de ortaya çıkmıştır. Özellikle sosyal paylaşım platformlarının kullanımın artması bilgi güvenliği ve internet üzerindeki mahremiyetin sağlanması sorununu da beraberinde getirmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri Yerel Mahkemesi'nde açılan bir davaya göre sosyal paylaşım sitesi olan Facebook, kullanıcı veri profili çıkarmak üzere, sistematik

[301] Uluoğlakçı Cem (2012),*Medya Ekonomisinden İş Modeline: Yeni Yayıncılık Ekolojileri*, Uzmanlık Tezi, RTÜK, Ankara, s.89

[302] Bilgi Teknolojiler0i ve İletişim Kurumu (2013), IPTV Hizmetlerine İlişkin Uluslararası Uygulamalar ve Türkiye için Öneriler,s.16

olarak mesajlara müdahale etmek ve kullanıcıların haberleri olmadan URL'leri taramakta ve bu bilgileri reklam şirketleri ve pazarlamacılarla paylaşmakla suçlanmaktadır. Nitekim Tüketici, takipçi, seçmen davranışlarını inceleyerek iş dünyası ve siyasi partilere hizmet sunan bir veri analiz şirketi olan Cambridge Analytica adlı şirketin özel mesajlara erişim yetkisinin olduğu sosyal paylaşım sitesi olan Facebook yetkililerince doğrulanmıştır. Yani Facebook, kullanıcıların özel mesajlarının üçüncü şahıslarca incelemesine izin vermiştir.[303]

İnternet bağlantısına sahip tüm cihazların potansiyel saldırı riski altına yer alması, internet güvenliği çalışmalarının gelişmesine paralel olarak siber suçların da gelişim göstermesi bilgi güvenliği ve mahremiyetin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Tüm küresel kitle-pazar teknolojilerinde olduğu gibi internet TV video akışlarında (video stream) hackerlar, spam gönderenler ve suç unsuru içeren işlemler gizli bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu teknolojilerin kullanıldığı yerler içerisinde IP'nin güvenliğini sağlamak diğerlerine göre daha zordur. IP sahtekarlıkları gelir akışını ciddi şekilde aksatabilmektedir. Bu bağlamda, alınacak güvenlik önlemlerinin içerik performansını etkilememesi gerekir. Nasıl ücretli yollardan geçiş kapılarında trafik yavaşlayıp bazı durumlarda neredeyse durma noktasına geliyorsa, internet video akışlarının gerçekleştiği güvenlik kapılarından akış gerçekleşirken olası içerik performans düşümleri gözlenebilmektedir. Bununla birlikte alınacak her bir güvenlik önlemi ek bir maliyet gerektireceğinden içerik sağlayıcılar, IP sızma riskini içerik güvenliğinin maliyetine karşı tartmaları ve uygun güvenlik maliyet dengesini yakalamaları gerekmektedir. [304]

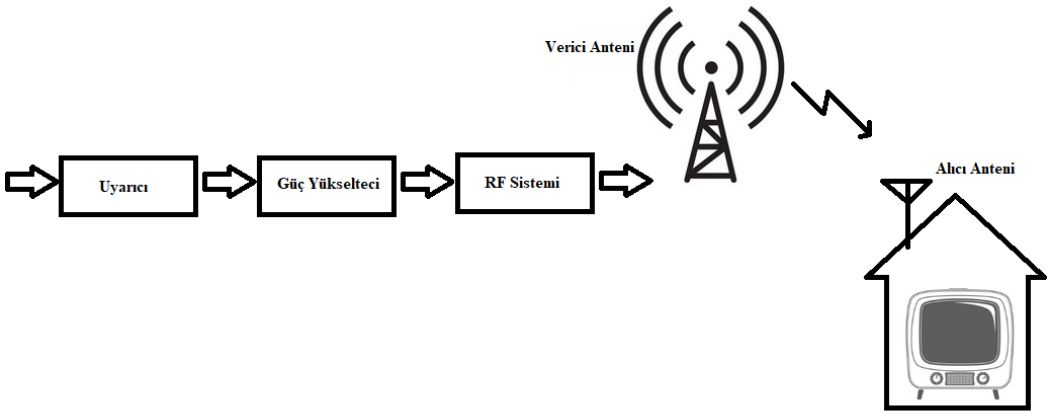
Ülkemizin yetkili makamlarınca internet güvenliği ya da bir başka ifade ile siber güvenliğin bir ulusal güvenlik meselesi olarak görülmesi konunun ulusal güvenlik açısından önemini pekiştirmektedir.[305]

[303] https://www.bbc.com/turkce/haberler-43715580 (09.07.2018)
[304]http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/Featured-Articles/Streaming-security-scares-64424.aspx (09.07.2018)
[305]http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/siber-guvenlik-ulusal-guvenliktir-40662702 (09.07.2018)

3.5.1.4. Karasal Ortamdan Yayıncılık

Radyo ve televizyonların bu denli ilerlemesinin başlangıcında karasal iletim yöntemleri yer almaktadır. Karasal yayının gerçekleşebilmesi için gerekli cihaz ve antenler yardımıyla uygun yerleşkelere verici sistemleri inşa edilir. Dinleyici ya da izleyicinin yayınları alabilmesi için uygun yüksekliğe yerleştirilmiş bir alıcı antenin, verici antenin bulunduğu yöne doğru ayarlanması gerekmektedir.

Karasal yayın iletim sistemlerinde başlıca bir uyarıcı, güç yükselteci, ilgili iletim hattında kullanılan bir verici anteni, bir çok alış noktasında sinyallerin alınmasını sağlayan alıcı anteni ve alıcı sistemleri yer almaktadır. Alıcı ve verici sistemler arasında havadan iletim yolu (over-the-air path) kullanılmaktadır. Şekil 3.10'da tipik bir karasal yayın iletimini gösteren blok şema yer almaktadır.



Şekil 3.10 Karasal Yayın İletim Blok Şeması

Karasal iletim sistemlerine giren sinyal, bir RF taşıyıcı yardımıyla modüle edilmiş bir temel bant sinyalidir. Analog bir sistemde, temel bant sinyali video ve ses sinyallerini içeren kompozit bir sinyaledir. Görüntü ve ses sinyalleri ayrık ise görüntü ve ses taşıyıcılar tarafından ayrı ayrı modüle edilmiş sinyaller güç yükseltecine girer. Ortak bir güç yükselteci kullanılacaksa, modüle edilmiş sinyaller uyarıcıda

birleştirildikten sonra güç yükseltecine girer ve iletim hattının geri kalanında birleştirilmiş sinyal olarak yollarına devam ederler.[306]

Sayısal sistemler söz konusu olduğunda, sinyal gücünün yükseltilmesi süreci analog sinyallerdekine benzerlik göstermektedir. Modüle edilmiş tek bir temel bant sinyali verici sistemlerinde yükseltildikten sonra anten yardımıyla havada yayıldıktan sonra alıcı sistemler tarafından alınır. Sayısal sistemlerde temel bant sinyali, çeşitli verilerin yanı sıra ses ve video içeriklerini içeren kompozit bir sayısal sinyaldir. Bu sistemde kullanılan sinyal sayısal bir sinyal olduğundan verici ile kullanılan uyarıcı da (exciter) analog iletim sistemlerinden farklıdır. Bununla birlikte, güç ölçümü, ayarlama işlemleri, kontrol ve performans ölçümü, dönüştürücüler, güç yükselticileri iletim hatları ve antenler gibi daha ince farklar olmasına rağmen sayısal sistemlerin geri kalanı temel olarak analog sistemlere benzerlik göstermektedir.[307]

Yirminci yüzyılın son yıllarında, karasal yayıncılık yayın hizmetinin diğer dağıtım yolları üzerindeki üstünlüğünü kaybetmeye başlamıştır. Kablolu ve uydu ortamlarından yayıncılık bir çok ülkede karasal ortamdan iletilen yayınların önüne geçmiştir. Bununla birlikte internet üzerinden ses ve video içeriği tüketimi artmıştır.[308]

Karasal ortamlardan gerçekleştirilen analog yayınlar iki temel sorundan kaynaklı olarak baskı altında kalmıştır. Bunlardan ilki, CD'ler gibi sayısal teknolojilerin gelişmesiyle birlikte izleyici ve dinleyicilerin yüksel kalitede ses ve görüntü talebinde artış meydana gelmiş, bu talep analog karasal yayın sistemleriyle çoğu zaman karşılanamamıştır. Diğer önemli sorun ise, analog televizyon yayınlarında spektrum kullanımının fazla olması sebebiyle spektrumda kıtlık meydana gelmeye başlamış ve spektrumun verimli olarak kullanılması hususu ortaya çıkmıştır.[309] Tüm bu sorunlar, öncelikli hedefi kıt bir ulusal kaynak olan spektrumun verimli bir şekilde

[306] Gerald W. Collins, PE (2001), *Fundamentals of Digital Television Transmission,* John Wiley & Sons, Inc., New York, s.1
[307] A.g.k
[308]R.Beutler (2012), *The Digital Dividend of Terrestrial Broadcasting*, Springer Science+Business Media, LLC 2012,s.3
[309] A.g.k

kullanılarak yüksek iletim kalitesinde yeterli sayıda servise imkân tanıyan geniş bir veri kapasitesine sahip olan sayısal sistemlerinin nedenleri arasında yer almaktadır.[310] Analog ve sayısal karasal yayınlar, "2.1. Karasal Yayıncılık Nedir?" bölümünde detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Karasal yayınlar halen ana dağıtım platformları arasında yer almaktadır. Aşağıda karasal yayınların avantajları maddeler halinde verilmektedir: [311]

- Karasal yayın platformları, izleyici/dinleyici kitlelerine doğrusal medya hizmetlerinin (linear media services) iletilmesi için optimize edilmiş olması, özellikle sayısal yayıncılık teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte sınırlı ulusal bir kaynak olan spektrumun verimli bir şekilde kullanımına olanak sağlaması, medya hizmet sağlayıcılar ve izleyiciler/dinleyiciler açısından yayın hizmetleri iletim faaliyetlerinin ekonomik açıdan makul olması, alış cihazlarının kolayca erişilebilir ve düşük maliyette olması sebebiyle herkes tarafından medya hizmetlerine kolayca erişim inkanı sunması, yayıncılılar açısından düşük yatırım maliyetlerinin olması sebebiyle verimli bir iletim ortamı olarak görülmektedir.
- Çatı üstü sabit alış, taşınabilir ev içi ve ev dışı alış haricinde sayısal yayın teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte mobil alış gibi servis alım kabiliyetlerine sahip olması, ulusal, bölgesel ve yerel kapsama alanı gibi istenen hizmet alanına yönelik esneklik sunması, sayısal teknolojilerin gelişmesiyle birlikte geleneksel doğrusal medya hizmetlerinden isteğe bağlı hizmetlere kadar bir dizi hizmete imkan tanıması, şifreli yayınlara olduğu kadar havadan ücretsiz yayına imkan sağlaması nedeniyle uygulamada esneklik sağlayan bir dağıtım platformudur.
- Karasal yayın platformları, eş zamanlı dinleyici ve izleyici sayısından bağımsız ve tüm kapsama alanı içerisinde tanımlanmış ve garanti edilmiş hizmet kalitesine sunar.

[310] R. Beutler (2008), *Digital Terrestrial Broadcasting Networks*, Springer Science+Business Media, LLC,s.11
[311] EBU (2010), *EBU Position Paper: Terrestrial Broadcasting in Europe*, Geneva,s.7-9

- Avrupa ülkelerinde sayısal geçisin tamamlanmasıyla birlikte izleyici sayısı sürekli artan karasal yayın platformları; üreticiler, yayıncılar ve düzenleyici otoriteler tarafından yaygın olarak desteklenmesinin yanında diğer platformlara alternatif teşkil etmesi, radyo ve televizyon şirketlerinin pazar konumlarını korurken markalarını geliştirmelerine olanak sağlaması nedeniyle kitle-pazar platformunu temsil etmektedir.

Yukarıda bahsedilen avantajların yanında, karasal yayıncılık platformları, ücretsiz havadan yayına imkân sağlaması, makul bir maliyet karşılığı nerdeyse eksiksiz bir kapsama alanı sağlamaya imkân sunması, açık ve geliştirilebilir standartlar kullanılması nedeniyle kamu yayıncılığı açısından önemli bir yer tutmaktadır.[312]

Bugün uydu iletim teknolojilerinin gelişmesi sayesinde diğer yayın platformlarında olduğu gibi karasal yayıncılık platformlarında yayınların ülke genelinde dağıtımı uydu linkleri aracılığıyla yapılmaktadır. Uydu-karasal hibrit sistem olarak da adlandırılan bu dağıtım yönteminde, ulusal ve bölgesel medya hizmet sağlayıcılar, iletmek istedikleri yayınlarını uydu linkleri ile uyduya gönderip karasal verici istasyonlarından alış sağlayıp güçlendirerek antenler yardımıyla yayınların kapsama alanı içerisinde iletimi gerçekleşmektedir. "3.5.1.1. Uydu Ortamından Yayıncılık" başlıklı bölümde bahsedilen ulusal güvenlik açısından risk değerlendirilmesi uydu-karasal hibrit iletim sistemleri için de geçerli durumdadır.

Ulusal güvenlik açısından değerlendirildiğinde, en son yaşanan 15 Temmuz darbe teşebbüsünde de tecrübe edildiği üzere, olağanüstü hallerde halkın iletişiminin sağlanması büyük önem arz etmektedir. Bu bakımdan ulusal, bölgesel ve yerel yayıncılığa olanak sağlayan karasal yayıncılık platformlarından yayın iletiminde, yüksek maliyetlere sebebiyet verse bile, yayın devamlılığı ve olağanüstü hallerde halkın görsel işitsel bilgi kaynaklarının sürekliliğinin sağlanması adına yayın merkezlerinden verici tesislerine fiberoptik kablolar vasıtasıyla yedek sistemlerle iletilmesi önem arz etmektedir.

[312] EBU (2010), *EBU Position Paper: Terrestrial Broadcasting in Europe*, Geneva,s.7-9

Bunların yanında, ulusal güvenliği ilgilendiren durumlarla karşılaşılması durumunda yerel ve bölgesel çapta halkın gerekli önemleri alması ve bilgilendirilmesi konusunda bilinçlendirilmesi açısından bölgesel ve yerel yayınların desteklenmesinin ulusal güvenlik açısından yüksek öneme haiz olduğu değerlendirilmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Elektromanyetik dalgalar, fizik kurallarından başka kurala uymayan doğaları gereği, ülke sınırları da dahil fiziksel sınırlara riayet etmezler. Bu sebeple herhangi bir frekansta yayılım gösteren bir elektromanyetik dalganın aynı frekansta söz konusu frekansı tanıyarak çalışan başka bir cihazın doğru bilgi alarak çalışmasına engel olacak zararlı girişimlerin önlenebilmesi açısından spektrumun yönetimi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bunun yanında, yeni teknolojilerin kullanılmaya başlanmasıyla ülkelerin iletişim sistemleri altyapılarında önemli gelişmeler meydana gelmesi, özellikle kentsel alanlardaki spektruma olan talebin artması spektrumun hem teknik açıdan hem de ekonomik açıdan verimli olarak kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Spektrumun verimli bir şekilde kullanılması, ulusal olarak iyi şekilde düzenlenmiş olması ve uluslararası alanda iyi bir koordinasyon sürecine tabi tutulmasıyla yakından ilgilidir.

Spektrum yönetiminin, elektromanyetik dalgaların doğasından kaynaklanan teknik; tahsis metotlarını ve ekonomik verimlilik unsurlarını içeren idari yöntemler olmak üzere temelde iki bileşeni bulunmaktadır. Bu tez kapsamında, spektrum yönetiminin ulusal güvenliği ilgilendirildiği düşünülen konular da spektrum yönetiminin bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir.

Genel olarak spektrum yönetiminde, spektrumdan sorumlu idare tarafından kullanıcıların yetkilendirmesi yoluyla frekans tahsisinin sağlandığı idari yaklaşım, kısa mesafeli kullanımlar için yetkilendirme yapılmadan kullanımların sağlandığı

yetkilendirmeden muaf yaklaşım ve pazar yaklaşımı olmak üzere üç tür spektrum yönetimi yaklaşımı bulunmaktadır. Bu yaklaşımlarla bağlantılı olarak, ilk gelen servis verir (first come-first served), güzellik yarışması (beauty contest), çok sayıda kura (lottery) açık artırma (auction) olmak üzere dört yetkilendirme yöntemi bulunmaktadır. Hali hazırda ülkeler, kuralları önceden sorumlu idarelerce belirlenmiş olmak şartıyla spektrumun ihale edilerek kullanıcılara tahsis edildiği karma bir yaklaşımı benimsemektedir.

Askeri tehditleri yegâne tehdit unsuru olarak gören geleneksel güvenlik yaklaşımlarının aksine, askeri olmayan unsurları da güvenlik kavramı içerisinde ele alan yeni güvenlik yaklaşımının yaygınlaşması ve küreselleşmenin hayatımıza girmesi neticesinde güvenlik kavramının kapsam ve tanımındaki değişimler sonucu güvenlik disiplinler arası bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda, kitle iletişim araçlarının kullanımının artması, özellikle görsel işitsel medyanın hayatımıza tuttuğu yerin genişlemeye başlamasıyla birlikte, literatüre dördüncü güç[313] olarak girmeye başlayan medya da ulusal güvenliği ilgilendiren konular arasında yer almaktadır.

Bu bakımdan, ulusal güvenliği ilgilendiren durumlarla karşılaşılması halinde toplumun bilgilendirilmesinde halen en yaygın kitle iletişim türü olan, radyo ve televizyonlar büyük öneme sahiptir.

Tek bir merkezden kontrol edilen uydu ortamındaki yayınlara, toplu halde müdahale edilmesi, karasal ortamdan yapılan yayınlara müdahale edilmesinden daha kolaydır. Bu durum, acil durumlarda yayınların devamlılığının sağlanması açısından yayın ortamlarının çeşitlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Ulusal güvenlik açısından, karasal yayıncılık, yerel ve bölgesel yayınlara olanak sağlaması sebebiyle, olağanüstü hallerde ulusal yayıncıların diğer ortamlardaki

[313] Tirab Abbkar TİRAB (2017), *Küreselleşme Asrında Ulusal Güvenlik Perspektifinden Medya-Güvenlik İlişkisi ve Topluma Yansımaları,* Güvenlik Stratejileri Dergisi, Yıl:13 Sayı:26, s.118

yayınların kesilmesi durumunda bölgesel ve yerel televizyon yayınları sayesinde bölge halkına bilgi akışı devam edilebilmesine olanak sağlayacaktır.

Ülkemizdeki televizyon yayınları incelendiğinde, 2018 yılı itibariyle, ülkemizde ulusal yayın yapan 15, bölgesel yayın yapan 12, yerel yayını yapan 175 adet medya hizmet sağlayıcı kuruluş yer almaktadır. Buna ek olarak, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri başta olmak üzere stratejik öneme sahip il merkezlerinde ulusal yayıncı tamamının yayında olmadığı görülmektedir.

Yalnızca Konya ilinde yayın yapan 1 adet, Ankara ve Yozgat illerinde yayın yapan 1 adet olmak üzere İç Anadolu Bölgesinde 2, İzmir ve Uşak illerinde olmak üzere Ege Bölgesinde 1 adet, Karadeniz Bölgesinde yalnızca Rize ve Artvin illerinde yayın yapan 1 adet, yalnıza Kocaeli ve Bursa illerinde yayın yapan 1 adet, yalnızca Tekirdağ ve Edirne illerinde yayın yapan 1 adet, yalnızca Sakarya ve Kocaeli illerinde yayın yapan 1 adet olmak üzere Marmara bölgesinde 3 adet, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yalnızca Gaziantep ilinde yayın yapan 1 adet ve Yalnızca Erzurum ili olmak üzere Doğu Anadolu Bölgesinde 1 adet bölgesel televizyon yayını yapan medya hizmet sağlayıcı bulunmaktadır.

Bunun yanında, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde, Batman il merkezinde 1 adet, Diyarbakır il ve ilçelerinde yayın yapan 4 adet, Iğdır il merkezinde 1 adet, Mardin il merkezinde 1 adet, Siirt il merkezinde 1 adet, Mardin il merkezinde 1 adet yerel televizyon yayını bulunmakla birlikte, Bingöl, Bitlis, Hakkari, Kilis, Şırnak ve Tunceli illerinde yerel televizyon yayını bulunmamaktadır.

Ülkemizdeki radyo yayınları incelendiğinde, 2018 yılı itibariyle, Sadece 5 adet ulusal radyo (R1) yayıncısının yaklaşık olarak tüm il merkezlerinde yayın yapmakta olduğu, 30'dan fazla il merkezinde yayını olan ulusal radyo (R1) yayıncı sayısının sadece 14 olduğu, 2 tane ulusal radyo (R1) yayıncısının sadece 2 il merkezinde yayında olduğu, Tunceli ve Ardahan il merkezlerinde 3 adet, Hakkâri ve Şırnak il merkezlerinde 4 adet, Iğdır il merkezinde 5 adet, Batman, Ağrı, Bitlis, Kars ve Muş il

merkezlerinde 6 adet olmak üzere özellikle Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerindeki il merkezlerinde ulusal radyo (R1) yayıncı sayısının çok düşük olduğu, bölgesel yayın yapan 77 adet yayıncılardan 56 adedinin tek bir ile yönelik olarak yerel ölçekte yayın yapmakta olduğu görülmektedir.

Buna ek olarak, ülke genelinde toplam 778 adet yerel yayıncıdan, 495 adedinin il merkezlerinde yayın yapmakta olduğu, 283 adedinin ilçe merkezlerinde yayın yapmakta olduğu, en çok yerel yayıncı sayısının Ankara ve İstanbul il merkezlerinde ve 30'ar adet olduğu, Bitlis, Ardahan ve Iğdır gibi doğu illerinde sadece 1 adet yerel yayıncının bulunduğu, Hakkâri, Gümüşhane ve Şırnak il merkezlerinde hiç yerel yayıncının bulunmadığı görülmektedir.

Öneriler

Yukarıda bahsedilen değerlendirmeler ve mevcut durum göz önünde bulundurulduğunda:

- Uydu ortamı gibi tek bir merkezden kontrolü sağlanan sistemlere müdahale daha kolay sağlanacağından bu merkezlerin güvenliğinin artırılması ve ana kumanda merkezinin yedeklenmesi gerektiği,
- Bugün, kablolu yayıncılık ve karasal yayıncılıkta ana dağıtım ortamı olarak yaygın olarak kullanılan uydu sistemlerinin, ulusal güvenlik bağlamında yayın devamlılığının sağlanabilmesi açısından güncel kablo alt yapısı ve karasal sistemler üzerinden yedeklenmesinin teşvik edilmesi gerektiği,
- Ulusal güvenlik bağlamında, yayın devamlılığına olanak sağlaması açısından uydu ve kablolu yayın ortamlarına alternatif olması, bölgesel ve yerel yayınlara olanak sağlaması, bölgesel ve yerel yayınlar için diğer ortamlara nazaran ucuz ve daha güvenilir olması sebebiyle karasal ortamdan yapılan yayınlar devam etmesi gerektiği,

- Birçok açıdan demokrasinin işleyişi için hayati öneme haiz[314], Anayasa'nın 26 ncı ve 28 nci maddelerinde güvence altına alınan, 6112 sayılı Radyo ve Televizyonların Kuruluş ve Yayın Hizmetleri Hakkında Kanun'nun 37 nci maddesinin birinci fıkrasının a) bendinde Üst Kurul'un da görev ve yetkileri arasında sayılan ifade ve haber alma özgürlüklerinin sağlaması bakımından, Anayasa Mahkemesinin muhtelif medya hizmet sağlayıcı kuruluşların bireysel başvuruları sonucunda verdiği kararlarda da ifade edildiği üzere[315], yaklaşık olarak yirmi dört yıldır frekans tahsisinin kanun hükümlerince gerçekleştirilememesi neticesinde meydana gelen yapısal sorunun çözülmesi ve spektruma erişim konusundaki engellerin kaldırılması gerektiği,
- İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Adana, Antalya, Mersin, Kayseri gibi büyük şehirlerdeki yüksek spektrum talebi nedeniyle spektrumda 6112 sayılı Kanun'un Geçici 4 üncü maddesi kapsamında yayın yapan kuruluşlardan kaynaklı bir sıkışıklık olduğu, bu durumun, bu kanunun da tahsis yöntemi olarak belirlediği, ihale yöntemi kullanılarak spektrum tahsisinin teknik ve ekonomik açıdan en verimli şekilde gerçekleştirilebileceği,
- İhaleye katılım ve lisanslama konularındaki evrak yükünün azaltılması gerektiği,
- Ulusal güvenlik açısından, ülke güvenliğinde stratejik öneme haiz yerler başta olmak üzere ulusal ölçekte yayın yapan medya hizmet sağlayıcıların en azından tüm il merkezlerinde yayın yapmalarının zorunlu tutulması gerektiği, bu bağlamda 6112 sayılı Kanun'un 3 ncü maddesinde yer alan "*Ulusal yayın: Ülke nüfusunun asgarî yüzde yetmişine ve Üst Kurulca belirlenen yerleşim yerlerine karasal ortamdan ulaştırılan yayın hizmetini… ifade eder*." tanımının bu amacın gerçekleştirilmesi konusunda yeterli olduğu, bu tanım çerçevesinde gerçekleşecek olan ulusal yayınların en kısa sürede hayata geçirilmesi gerektiği,
- Yerel ve bölgesel ekonomik faaliyetlere sağlayacağı katkılar düşünüldüğünde ülke ekonomisi açısından önem arz ettiği düşünülen karasal yayın ortamından yerel ve bölgesel yayınların teşvik edilmesi gerektiği,

[314] http://anayasa.gov.tr/icsayfalar/basin/kararlarailiskinbasinduyurulari/bireyselbasvuru/detay/145.html (29.07.2018)
[315] A.g.k.

- Tekelleşmenin önüne geçilebilmesi adına, her coğrafi bölge için en az iki adet olmak üzere bölgesel yayıncı planının yapılması gerektiği,
- Ulusal güvenliği ilgilendiren durumlarla karşılaşılması halinde toplumun doğru bilgilendirilebilmesi için medya hizmet sağlayıcı kuruluşlara periyodik olarak ulusal güvenliği ilgilendiren durumlarla karşılaşılması halinde yapılacakların anlatılması adına çeşitli seminerler düzenlenmesi gerektiği,
- Spektrum yönetiminde önemli bir husus olan lisanslamadaki hantallığın giderilmesi için spektrum yönetiminin amaç ve hedeflerinden birisi olan yeniliğin ve yeni teknolojilerin teşviği doğrultusunda yayın ortamları ve tekniğine bağlı kalınmaksızın, radyo, televizyon ve isteğe bağlı yayın hizmetleri olmak üzere üç tip lisanslama yapılarak, çeşitli yayın ortamlarında yayınlarını sürdürmek isteyen medya hizmet sağlayıcıların yetki ücretleri karşılığında yetkilendirilmesi konusunda düzenleme yapılması gerektiği,
- Güncel teknolojiler göz önünde bulundurularak belirlenecek yayın tekniklerine göre belirlenen azami bant kapasiteleri doğrultusunda, yayın tekniği sınırlamasından bağımsız bir şekilde tahsisin gerçekleştirilmesi gerektiği,
- Spektrum yönetiminde bir diğer önemli husus olan spektrum izlemesinin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için ülke sathına yayılacak şekilde bir izleme sisteminin kurulması ya da var olan sistemlere entegre olunması gerektiği,
- Spektrum izlemesine yardımcı olması ve spektrum izlemesini kolaylaştırması amacıyla sertifikasyon ve bilgi sisteminin kurulması gerektiği

düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Ahmed Abdülaziz Al-Asfar (2012), *Asbab Taati Al-Mukhatdirat Fi Al-Mojtama Al-Arabi, Markaz Al-Buhoos va Al-Dirasat,* Naif University for Security Sciences, Riyadh.

Astarlıoğlu, Melih (2008), *İhale Piyasalarında Rekabetin Sağlanması Ve Korunması, Vaka Analizi: 3. Kuşak Frekans Dağıtım İhaleleri*, İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hukuk Yüksek Lisans Programı (Ekonomi Hukuku), Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Avrupa Komisyonu, Haziran 2006, COM (2006) 334, *The Review of the UE Regulatory Framework for electronic communications Networks and Services,* Brüksel

Avustralya Düzenleyici Otoritesi, Canberra Mart 2005

Baraka Bin Zamil Al-Hawshan (2004), *Al-Eilam Al-Amnni va Al-Amn Al-Eilami*, Naif University for Security Sciences Yayınları, Riyadh.

Barry Buzan vd.(1998), Security: *A New Framework For Analysis, Lynne Rienner Publishers,* London

Benjamin Miller (2001), *"The Concept of Security: Should it be Redefined?", The Journal of Strategic Studies*, Cilt: 24, Sayı: 2

Beutler, Roland (2008), *Digital Terrestrial Broadcasting Networks, Springer Science+Business Media,* LLC, Stuttgart

Beutler, Roland (2012), *The Digital Dividend of Terrestrial Broadcasting, Springer Science+Business Media,* LLC, Stuttgart

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (2010), *Spektrumda Serbestleşme ve Yeni Eğilimler,* Ankara, s.8

Bilgi Teknolojiler ve İletişim Kurumu, *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Üç Aylık Pazar Verıleri Raporu - 2017 Yılı 4. Çeyrek*

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (2013), *IPTV Hizmetlerine İlişkin Uluslararası Uygulamalar ve Türkiye için Öneriler*

Bilkent Üniversitesi-İSYAM (2006), *Karasal Analog Radyo ve Tv Servislerinde Verici Planlaması*

Camilleri, J.A.(1994), *Security Old Dilemmas and New Cahallenges in the post-Cold War Environment,*GeoJournal

Cisco Visual Networking Index: *Global Mobile Data Traffic Forecast Update,2016–2021WhitePaper*

Columbia Telecommunications Corporation (2001), *Technological Analysis of Open Access and Cable Television Systems*, Columbia/Maryland

Cüneyt Korkut, *Yeni İletişim Teknolojilerinin Televizyon Yayıncılık Sistemlerinde Kullanımı: Atatürk Üniversitesi Televizyonu Örneği*, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, 2013, Erzurum

Çalışır, İbrahim (2016), *İnternet Protokolü Televizyon (IPTV) Hizmetinin Yaygınlaşma(ma) Nedenleri: Dünya'da ve Türkiye'de Oyuncuların Çözümlemesi*, İlef Dergisi

ÇIBUK, Musa (2004), *"Haberleşme Sistemlerinde Kullanılan Temel Kodlama Ve Sıkıştırma Teknikleri"*, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elazığ

Çıtak, Emre (2017), *Güvenlik ve İstihbarat*, Yeniyüzyıl Yayınları, İstanbul

Devran, Yusuf ve Özcan, Ömer Faruk (2016), *15 Temmuz Darbe Girişimi: Gelenekselden Yeniye Medya Araçlarının Kullanımı, Online Academic Journal of Information Technology*

Dennis Roddy (2001), *Satellite Communications*, McGraw-Hill Companies, inc.,USA, s.92

European Telecommunications Standards Institute-ETSI (2015), *ETSI EN 302 755:Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure cannel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)*

Fischer, Walter (2009), *Digital Video and Audio Broadcasting Technology*, Munich

Gedik,Alper, *Yeni İletişim Teknolojilerinden Yüksek Tanımlamalı (HD) Yayın Sistemleri ve Odyovizüel Veri Transferindeki Pratikleşme*, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2009

Gerald W. Collins, PE (2001), *Fundamentals of Digital Television Transmission*, John Wiley & Sons, Inc., New York

Ghasemi, Abdollah, Abedi, Ali, Ghasemi, Farshid (2012), *Propagation Engineering in Wireless Communications*, Springer International Publishing AG, ABD

ICT Regulation Toolkit (2010), *Module 5: Radio Spectrum Menagement*

ITU (2005), *National Spectrum Menagement Handbook*, ITU Cenevre

ITU (2016), *Radio Regulation Articles*, ITU Cenevre

ITU(2006) , *Rec. ITU-R SM.328-8 : Spectra And Bandwıdth Of Emıssıons*

ITU (2010), *Rec. ITU-R SM.1138-2: Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions*

ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*

ITU (2001-2002), *Rec. ITU-R SM.1539-1: Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329*

ITU(2016), *Rec. ITU-R P.341-6: The concept of transmission loss for radio links*

ITU (2008), *Rec. ITU-R SM.337-6: Frequency and distance separations*

ITU (2004), *Rec. ITU-R BT.655-7: Radio-frequency protection ratios for AM vestigial sideband terrestrial television systems interfered with by unwanted analogue vision signals and their associated sound signals*

ITU (2017), *Rec. ITU-R BT.1368-13: Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*

ITU(2017), *Rep. ITU-R BT.2215-7: Measurements of protection ratios and overload thresholds for broadcast TV receivers*

ITU (1986),*Rec. ITU-R BS.641: Determination of radio-frequency protection ratios for frequency-modulated sound broadcasting*

ITU(2016), *Rep. ITU-R SM.2012-5:* Economic aspects of spectrum management

ITU (2008),*Rep. ITU-R BT.2140:Transition from analogue to digital terrestrial broadcasting*

ITU (2014), *Rep. ITU-R BT.2254-2: Frequency and network planning aspects of DVB-T2*

Kazım Özdamar, *Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 2003

Klemperer, P. (2004), *Auctions: Theory and Practice*, Princeton University Press, Princeton

Lee, G. (2005). *Agenda setting effects in the digital age: Uses and effects of online media*,Doktora tezi, The University of Texas at Austin, United States.

Marquis, A. G. (1978), *Words as Weapons: Propaganda in Britain and Germany during the First World War. Journal of Contemporary History*

McCombs, M. (2005). *A look at agenda-setting: Past, present and future*. Journalism Studies,6(4), 543-557.

McCombs, M., Lopez-Escobar, E. ve Llamas, J. P. (2000), *Setting the agenda of attributes in the 1996 Spanish general election, Journal of Communication*

MEGEP, *Radyo-Televizyon Yapım ve Yayıncılığı: Televizyon Yayıncılığının Temelleri*, MEB Yayınları, Ankara, 2006

Melek, Gizem ve Toker Huriye (2017), *Şiddet, Demokrasi ve Terör Bağlamında Ana Akım Medyanın Analizi: 15 Temmuz Darbe Girişimi*, Erciyes İletişim Dergisi "akademia"

Mehtap Yıldız, *Araştırmalarda Kaynak Tarama Yöntemleri*, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005

Musa Akar (2017), *Sayısal Televizyon Yayıncılığında Sıkıştırma Teknolojileri Ve Uygulamaları*, Uzmanlık Tezi, RTÜK, Ankara

Mustafa Karaoğlu (2011), *Dünya'da ve Türkiye'de Sayısal Karasal TV Yayıncılığı (DVB-T & DVB-T2)*, Uzmanlık Tezi, RTÜK, Ankara

Morgül, Avni, Sayısal Televizyon Tekniği, Papatya yayınları, İstanbul, 2011.

Radio Spectrum Management for a Converging World, Background Paper, RSM/07 Feb. 2004, ITU, Geneva.

RTÜK (2014), Radyo Ve Televizyon Yayıncılığı Sektör Raporu

RTÜK (2012), Türkiye Karasal Sayısal Televizyon (DVB-T2) Ulusal Frekans Planı, 2012

RTÜK (2015), WRC-2015 Yurtdışı Faaliyet Raporu.

Ruhsar Kazak (1991),Kablolu Tv Sistemlerine Genel Bir Bakış,TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası:Elektrik Mühendisliği Dergisi:Sayı:382

Roberts, M., Wanta, W. ve Dzwo, T. (2002),*Agenda Setting and Issue Salience Online*,Communication Research, 29(4).

Sancak, Kadir, Güvenlik Kavramı Etrafındaki Tartışmalar ve Uluslararası Güvenliğin Dönüşümü, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi

Severin, W. J. ve Tankard, J. W. (2001). Communication theories: Origins, methods, and uses in the mass media. New York: Addison Wesley Longman.

Şahin, Serdar (2016), Türkiye'de Kamu İhale Usullerinin Değerlendirilmesi Ve Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi İle Karşılaştırmalı Analizi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı, Yayımlanmış Doktora Tezi, Ankara.

Şakir AĞIRBAŞLI (2017), Sayısal Yayıncılık Teknolojilerindeki Gelişmeler Ve Frekans Spektrumu Kullanımı, Uzmanlık Tezi, RTÜK, Ankara

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Analog ve Sayısal Haberleşme, Ankara 2013

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2013), Bilişim Teknolojileri, Haberleşme Teknikleri, Ankara

TELKODER(2016),*Türkiye'nin İletişimde İkinci Baharı* - Kablo TV Şebekesi,İstanbul

The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, InfoDev, and The International Telecommunication Union (2011),Telecommunication Regulation Handbook

Tirab Abbkar TİRAB (2017), Küreselleşme Asrında Ulusal Güvenlik Perspektifinden Medya-Güvenlik İlişkisi ve Topluma Yansımaları, Güvenlik Stratejileri Dergisi, Yıl:13 Sayı:26

TUENA-Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Proje Ofisi (1998), *Frekans Spektrum Yönetimi ve Türkiye*

Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşlar Birliği (2008), Sermaye Piyasasında Gündem, Sayı:71, İstanbul

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ (2017), *Fethullahçı Terör Örgütünün (Fetö/Pdy) 15 Temmuz 2016 Tarihli Darbe Girişimi İle Bu Terör Örgütünün Faaliyetlerinin Tüm Yönleriyle Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu,*Ankara

Telekomünikasyon Kurumu (2008), *IP Tabanlı Hizmetler : VoIP ve IPTV*,s.30-31

Ulaş Birgör ve Ümit Karaca, Karasal Sayısal Yayın (Dijital TV), TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 2007

Uluoğlakçı Cem (2012),Medya Ekonomisinden İş Modeline: Yeni Yayıncılık Ekolojileri, Uzmanlık Tezi, RTÜK, Ankara

Wolfers, A.(1962), Discord and Collaboration : Essay on International Politics, Baltimore: The Johns Hopkins Press

Yiğit,Yasin (2012), Sayısal Karasal Televizyon Yayıncılığının Planlanmasına İlişkin Kriterler, Uzmanlık Tezi, RTÜK, Ankara.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

https://lr.ttu.ee/irm/sideseadmete_mudeldamine/Yannik_Shortwave_propagation_and_communications_systems.pdf (19.07.2018)

http://www.wikizeroo.net/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvTlRTQw (20.07.2018)

http://www.wikizero.co/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvQmFuZHdpZHRoXyhzaWduYWxfcHJvY2Vzc2luZyk

http://www.wikizero.co/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRWZmZWN0aXZlX3JhZGlhdGVkX3Bvd2Vy

https://www.rtuk.gov.tr/sayisal-tv-yayinciligi/3895/2003/dvb-t-frekans-planlamasi.html

https://whatis.techtarget.com/definition/ultra-wideband (23.10.2018)

https://www.dvb.org/news/worldwide

http://ezinearticles.com/?Advantages-and-Disadvantages-of-Cable-TV&id=6480986

http://www.itu.int/net/itunews/issues/2010/01/27.aspx (26.10.2018)

https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html

https://www.btk.gov.tr/spektrum_yonetimi

https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/uydu-terimleri

https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/hizmetler/teleport-hizmetleri/teleport-ve-tv-yayin-hizmetleri (29.06.2018)

http://tr.euronews.com/2017/04/21/uzay-coplugu-temizlenmezse-tehlike-daha-da-buyuyecek (30.06.2018)

https://www.aksam.com.tr/guncel/iste-o-kahraman/haber-540907 (30.06.2018)

http://www.emo.org.tr/yayinlar/dergi_goster.php?kodu=205&dergi=1

https://telkoder.org.tr/wpcontent/uploads/2017/10/T%C3%BCrkiye%E2%80%99nin-%C4%B0leti%C5%9Fimde-%C4%B0kinci Bahar%C4%B1.compressed.pdf

Fredebeul-Krein, M. ve Steingröver, M., (2013), "*Wholesale broadband access to IPTV in an NGA environment: How to deal with it from a regulatory perspective?", Telecommunications Policy*.

https://www.bbc.com/turkce/haberler-43715580 (09.07.2018)

http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/Featured-Articles/Streaming-security-scares-64424.aspx (09.07.2018)

http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/siber-guvenlik-ulusal-guvenliktir-40662702 (09.07.2018)

http://anayasa.gov.tr/icsayfalar/basin/kararlarailiskinbasinduyurulari/bireyselbasvuru/detay/145.html (29.07.2018)

http://www.ajit-e.org/?menu=pages&p=details_of_article&id=239

ÖZET

Spektrum kullanan servislerde meydana gelen artış ve spektruma olan talebin artması elektromanyetik spektrumun yönetilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda, fiziksel bir fenomen olan elektromanyetik dalgaların uyması gereken teknik sınırlamaların yanı sıra spektrumun kullanıcılara tahsisinde uygulanan bir takım idari yöntemler gelişmiştir.

Güvenlik kavramı, insanoğlunun varlığını devam ettirebilmesi açısından önem arz etmektedir. Güvenlik, insan teklerinin varlığını devam ettirebilmesinde olduğu kadar toplumlar ve devletlerin varlığını devam ettirebilmesi açısından da büyük öneme sahiptir. Tarihsel süreç içerisinde devletlerin tehdit algılarına bağlı olarak çeşitli güvenlik anlayışları ortaya çıkmıştır. Geleneksel güvenlik anlayışında tehditler ağırlıklı olarak askeri tehditler şeklinde değerlendirillse de Soğuk Savaş yıllarından itibaren devletlerin güvenlik anlayışları, askeri tehditlerin yanında ülke çıkarlarını tehdit eden her türlü unsurun tehdit unsuru olarak görüldüğü yeni güvenlik anlayışına doğru evrilmiştir. Bu kapsamda, medya sektörü de ulusal güvenliği ilgilendiren konular arasında yerini almaktadır.

"Spektrum Yönetimi: Ulusal Güvenlik Bağlamında Ülkemizdeki Karasal Yayıncılık Spektrumunun Yönetimi" başlıklı bu çalışmada, spektrum yönetiminin teknik ve idari yönlerinin incelenmesinin yanı sıra ulusal güvenliğin bir parçası olarak kabul edilen medya sektöründe yayınların iletiminde kullanılan ortamlar ulusal güvenlik açısından değerlendirilmiş ve ülkemizdeki karasal yayıncılık spektrumunun yönetimi konusunda önerilerde bulunulmuştur. Bu doğrultuda, yaşanan 15 Temmuz darbe girişimi ve diğer örnekler göz önüne alındığında ulusal güvenliği ilgilendiren durumlarla karşılaşılması halinde toplumun bilgilendirilmesinde sürekliliğin sağlanması açısından yayın ortamlarının çeşitlendirilmesi ve yayın iletim sistemlerinin karasal sistemlerle yedeklenmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

Bu tez çalışmasında spektrum yönetiminde uluslararası düzlemde spektrumdan sorumlu idarelerin güncel uygulamaları incelenerek ulusal güvenliği ilgilendiren konularda Radyo ve Televizyon Üst Kurulu için verimli olabilecek önerilerin sunulması hedeflenmektedir.

AŞİV Kayıt Bilgileri

Tezin Adı	Spektrum Yönetimi: Ulusal Güvenlik Bağlamında Ülkemizdeki Karasal Yayıncılık Spektrumunun Yönetimi
Tezin Yazarı	Ahmet GEVRİ
Tezin Danışmanı	Ali SARI
Tezin Konumu	Uzmanlık Tezi
Tezin Tarihi	Ekim 2018
Tezin Alanı	Yayıncılık
Tezin Yeri	RTÜK – ANKARA

Anahtar Kelimeler Spektrum Yönetimi, Spektrum Mühendisliği, Radyo Dalgası Yayılım Modelleri, Bant Genişliği, Verici Gücü, Enterferans Analizi, Koruma Oranı, Karasal Yayın, Analog Yayın, Sayısal Karasal Televizyon Yayını, Sayısal Pay, Uydu Yayıncılığı, Kablolu Yayımcılık, İnternet TV, IPTV, İnternet Ortamından Yayıncılık, Ulusal Güvenlik, Ulusal Güvenlik ve Medya, 15 Temmuz Darbe Girişimi

ABSTRACT

The increase in the services used in the spectrum and the increase in the demand for the spectrum revealed the necessity to manage the electromagnetic spectrum. In this context, in addition to the technical limitations required by the electromagnetic waves, which are a physical phenomenon, a number of administrative methods have been developed in the allocation of the spectrum to the users.

The concept of security is important in terms of maintaining human existence. Security is of great importance for the continuation of the existence of human singles as well as for the continuation of the existence of societies and states. In the historical process, various security concepts emerged due to the threat perceptions of the states. While the threats in the traditional security approach were predominantly considered as military threats, from the Cold War onwards, the states' security concept has evolved into a new security concept, which is seen as a threat to all the elements that threaten the interests of the country. In this context, the media sector is one of the issues concerning national security.

In this study entitled “Spectrum Management: Management of Terrestrial Broadcasting Spectrum in the Context of National Security”, the technical and administrative aspects of spectrum management are examined. In addition, the media used in the transmission of broadcasts are considered in terms of national security. Then, some recommendations on the management of terrestrial broadcasting spectrum in our country were made. In this respect, considering the July 15 coup attempt and other examples, it is considered that diversification of broadcasting environments and back-up of broadcast transmission systems should be backed up with terrestrial systems in order to ensure continuity in informing the society if situations concerning national security are encountered.

In this thesis study, it is aimed to present the applications that can be efficient for the Radio and Television Supreme Council on the issues related to national security by examining the current applications of the administrations responsible for the spectrum in the international arena in spectrum management.

Key Words: Spectrum Management, Spectrum Engineering, Radio Wave Propagation Models, Bandwidth, Transmitter Power, Interference Analysis, Protection Ratio, Terrestrial Broadcasting, Analogue Broadcastin, Digital Terrestrial Television Broadcasting, Digital Dividend, Satellite Broadcasting, Cable Broadcasting, Internet TV, IPTV, Internet Broadcasting, National Security, National Security and Media, July 15 Coup Attempt.

ÖZGEÇMİŞ

09.07.1990 tarihinde Suudi Arabistan'ın Medine Şehrine doğan Ahmet GEVRİ, ilköğretimi Kahramanmaraş İlköğretim Okulunda, ortaöğretimini ise Kahramanmaraş Anadolu Öğretmen Lisesinde tamamladı. 2008-2014 yılları arasında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimi aldı. 15 Mayıs 2015 tarihinde Radyo ve Televizyon Üst Kurulunda Üst Kurul Uzman Yardımcısı olarak göreve başlamış olup halen göreve devam etmektedir. Sayısal yayıncılık, spektrum yönetimi ve frekans planlama konularında çok sayıda eğitim ve seminere katılmış olan Ahmet GEVRİ iyi derecede İngilizce bilmektedir.