

SPEKTRUMDA SERBESTLEŞME VE YENİ EĞİMLER



SEKTÖREL ARAŞTIRMA VE STRATEJİLER DAİRESİ

Hazırlayanlar:

B. Uzmanı	K. Kaya PAÇACI
T. Uzman	N. Güler ALPAY
T. Uzman	Nedim UÇAR
Mühendis	Mahmut KAZANCI

Ocak 2010, Ankara

Bu çalışmada yer alan görüşler yazarlarına aittir, Bilgi Teknolojileri ve İletiflim Kurumu görüşlerini yansıtmaz.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	1
ÇİZELGELER LİSTESİ	2
ŞEKİLLER LİSTESİ	3
KISALTMALAR	4
1. GİRİŞ	6
1.1. Elektronik Haberleşmenin Tarihsel Gelişimi	6
1.2. Sonlu Kaynak Frekans Spektrumu	8
2. SPEKTRUM İDARESİ	11
2.1. Spektrum İdaresinin Önemi	12
2.2. Spektrum İdaresinde Temel Yaklaşımlar	13
2.3. Spektrum İdaresinde Koordinasyon	16
2.4. Spektrum İdaresini Etkileyen Değişimler	18
3. SPEKTRUM İDARESİNDE REFORM	22
3.1. Spektrum İhtiyacı ve Spektrum Kıtılığı	22
3.2. Spektrum İdaresinde Yeni Eğilimler	26
3.3. Spektrum Reformu: Serbestleşme ve Spektrum Ticareti	29
3.4. Ülke Örnekleri	32
3.4.1. Yeni Zelanda	32
3.4.2. Guatemala	35
3.4.3. ABD	36
3.4.4. Avustralya	38
3.4.5. Avrupa Birliği	39
4. SONUÇ	43
KAYNAKLAR	45

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Radyo Frekans Spektrumu Bandlara göre Özellikler	9
Çizelge 3.1. Bölgelere Göre WiMax Genişband Kablosuz Erişim Band Tanımları ...	25
Çizelge 3.2. İngiltere’de Yıllara Göre Spektrum Yönetim Yaklaşım Planlaması	27

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Elektromanyetik Spektrumun Bölümleri, Radyo Frekans Spektrumu.....	8
Şekil 3.1. AB Spektrum Serbestleşmesi Yol Haritası.....	41
Şekil 3.2. İngiltere Spektrum Serbestleşmesi Yol Haritası.....	42

KISALTMALAR

Bu çalışmadaki bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltma	Açıklama
AB	Avrupa Birliği (European Union)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AM	Genlik Modülasyonu (Amplitude Modulation)
ATSC	Amerika Sayısal TV Standardı (Advanced Television Systems Committee)
CDMA	Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access)
CEPT	Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)
CR	Bilişsel Radyo (Cognitive Radio)
DECT	Sayısal Geliştirilmiş Kablosuz Telefon (Digital Enhanced Cordless Telephone)
DSL	Sayısal Kullanıcı Hattı (Digital Subscriber Line)
EBU	Avrupa Yayın Birliği (European Broadcasting Union)
ECC	Avrupa Haberleşme Komitesi (European Communications Committee)
ERO	Avrupa Radyokomünikasyon Ofisi (European Radiocommunications Office)
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute)
FCC	ABD Telekomünikasyon Otoritesi (Federal Communications Commission)
FM	Frekans Modülasyonu (Frequency Modulation)
GHz	Gigahertz (10^9 Hertz)
GSM	Mobil İletişim için Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications)
IARU	Uluslararası Amatör Radyo Birliği (International Amateur Radio Union)
IAU	Uluslararası Astronomi Birliği (International Astronomical Union)
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization)
ICT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri (Information and Communications Technologies)
IMO	Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (International Maritime Organization)
ISP	İnternet Servis Sağlayıcı (Internet Service Provider)

ITU	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union)
ITU-R	ITU Radyokomünikasyon Sektörü (ITU Radiocommunications Sector)
KHz	Kilo Hertz (10^3 Hertz)
LAN	Yerel Alan Ağı (Local Area Network)
LMDS	Yerel Çok Noktalı Dağıtım Hizmeti (Local Multipoint Distribution Service)
MHz	Mega Hertz (10^6 Hertz)
NATO	Kuzey Atlantik İttifakı (North Atlantic Treaty Organization)
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-Operation and Development)
OFCOM	İngiltere Telekomünikasyon Kurumu (Office of Communications)
RF	Radyo (Telsiz) Frekansı (Radio Frequency)
SDR	Yazılım Tanımlı Radyo (Software Defined Radio)
TV	Televizyon
UHF	Aşırı Yüksek Frekans (Ultra High Frequency)
UMTS	Küresel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System)
VHF	Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency)
WRC	Dünya Radyokomünikasyon Konferansı (World Radiocommunications Conference)

1. GİRİŞ

1.1. Elektronik Haberleşmenin Tarihsel Gelişimi

İnsanoğlunun sürekli var olan iletişim ihtiyacı doğrultusunda bugüne kadar değişik yapıda birçok haberleşme sistemi gerçekleştirilmiştir. Bilinen ilk haberleşme sistemi, yardım çağırmak ve bir olayı bildirmek için ateşin kullanılmasıyla MÖ 8. yüzyılda Yunanlılar tarafından kullanılmıştır. Bu sistemde alıcı ile verici arasında önceden kararlaştırılan sadece bir işaret gönderilebilmiştir. MÖ 4üncü yüzyılda haberleşme yapılacak yerler arasındaki uzaklık, tekrarlayıcı birimler kullanılarak arttırılmış ve MÖ 150 yıllarında optik işaretler kodlanarak daha çeşitli bilgi iletimi yapılmıştır. Elektriksel açıdan haberleşmenin temeli; Amerikalı bilim adamı Prof. Joseph Henry'nin elektromanyetik indüksiyonu gerçekleştirip elektriksel sinyali iletmeyi başarmasından (1831) sonra, 1844 yılında Amerikalı mucit Samuel MORSE tarafından telgrafın ve 1876 yılında İskoç asıllı Amerikalı mucit Aleksander Graham BELL tarafından telefonun icadına dayanmaktadır. Telefonun icadından sonra 9 Ekim 1876'da, diyafram, iletken çubuklar ve asit kullanılarak oluşturulan ilk kablolu telefon düzeneği ile ses iletiminde ulaşılan en uzak mesafe 2 mil olarak kaydedilmiştir [1].

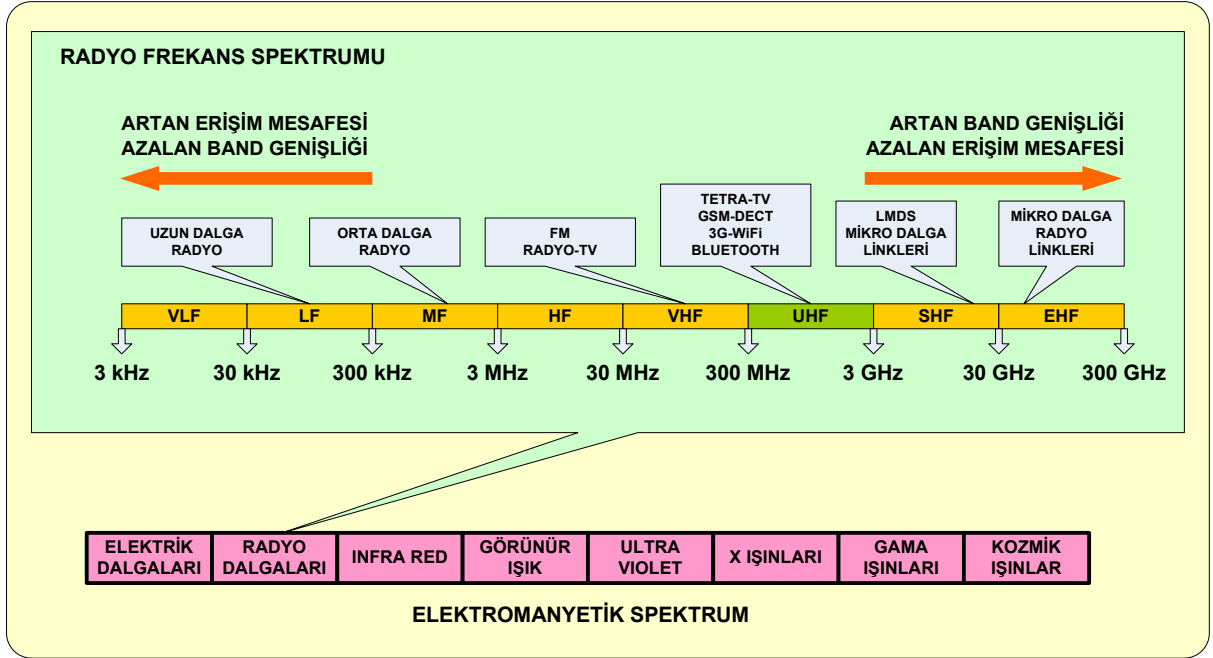
Kablosuz haberleşme alanında, 1866 yılında Amerikalı dişçi ve amatör mucit Mahlon Loomis tarafından telefonun kablosuz olarak ilk uygulaması gösterildi. İskoç fizikçi James Clerk MAXWELL tarafından 1860'lı yıllarda radyo dalgalarının varlığının ileri sürülmesinden sonra, 1886 yılında Alman fizikçi Heinrich HERTZ tarafından radyo dalgalarının varlığı; bir tel anten üzerinden elektrik akımı geçirilerek elektro manyetik emisyonun dalga formunun laboratuvarda ölçülmesiyle ispat edilmiştir. Bu ölçümde bulunan titreşim (frekans) Hertz birimi olarak anılmaya başlamış ve bundan sonra frekans saniyede titreşim şeklinde Hertz olarak ölçülür olmuştur. Radyo dalgalarının gerçek anlamda uzak mesafeye gönderilmesi İtalyan Guglielmo MARCONI tarafından 1901 yılında Atlantik Okyanusunda gerçekleştirilmiş ancak radyo dalgalarının gönderilmesi konusunda ilk patent ABD yüksek mahkemesi kararına göre Sırp ortodoks rahibin oğlu ve aynı zamanda floresan ışımada keşfeden Nikola TESLA'ya verilmiştir.

Radio dalgalarının haberleşmede kullanılması amacıyla; Sırp asıllı Amerikan mucit Nikola TESLA, Rus Aleksandr POPOV ve İtalyan Guglielmo MARCONI tarafından çalışmalar yapılmıştır. Özellikle MARCONI tarafından mors kodları kullanılarak 1895 yılında yapılan “radio dalgalarını uzak mesafeye gönderme ve kontrol etme” çalışmalarının başarılı olmasıyla, radyo haberleşmesinin ticari anlamda gelişmesinin yolu açılmıştır. Bu gelişme, daha ziyade denizcilik alanında olsa da, radyo dalgalarının haberleşme için ilk gerçek kullanımınıdır. Kanada’lı Reginald A. FESSENDEN, radyo dalgaları ile insan sesinin gönderilebileceğini 1906 yılında göstermiştir. 1907 yılında AM (Amplitude Modulation) mucidi Amerikan Lee De FOREST’in geliştirdiği radyo tütünün, 1913 yılında Amerika’lı Edwin ARMSTRON tarafından daha verimli hale getirilmesiyle büyük anten ve yükselteç gereksinimi azaltılmıştır. Daha sonra 1935 yılında Edwin ARMSTRON tarafından FM (Frequency Modulation) tekniğinin bulunması, transistor, entegre devre ve diğer yarı iletken devre elemanlarının bulunup kullanılması neticesinde haberleşme sistemlerinin daha da geliştirilmesinin yolu açılmıştır [2]. Dünyada ilk mobil haberleşme uygulamaları 1920’lere dayanmaktadır. 1973 yılında ilk mobil telefon araması Motorola tarafından gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte 1979 yılında Japonya’da mobil operatör NTT DoCoMo’nun ticari faaliyetlere başlamasına kadar hücreli mobil telefonlarla hizmet sunulmamıştır [3].

Sayısal teknolojilerin kullanılması, internet hizmetlerinin gelişmesi, hizmetler ve altyapılardaki yakınsama ve kullanıcıların mobil haberleşmeye ve bilgiye talebi sonunda; son 20 yılda mobil hizmetlerde büyük gelişmeler ve teknolojik başarılar elde edilmiştir. Bugün dünya çapında 3 milyardan fazla insan mobil şebekeleri kullanmaktadır. Dünya genelinde en yaygın teknoloji olarak %80 oranında 2G teknolojisi kullanılmakta olup, 3G sistemleri ise henüz büyüme aşamasındadır [4]. Günümüzde, önceleri kablolu altyapılarla sağlanan birçok elektronik haberleşme hizmeti, daha esnek ve dinamik bir altyapı imkânı sağlayan kablosuz altyapılar üzerinden yoğunlukla mobil olarak sunulmaktadır.

1.2. Sonlu Kaynak Frekans Spektrumu

Kablosuz sistemler üzerinden sunulan haberleşme hizmetlerinin temelini oluşturan Radyo Frekans Spektrumu; ondokuzuncu yüzyıl başlarında Jean Baptist Fourier tarafından matematiksel bir fikir olarak önerilmiş, günümüzde yayıncılıktan mobil haberleşmeye ve uydu haberleşmesine kadar bir çok ticari hizmetler ile kamu güvenliği, acil yardım gibi ticari olmayan bir çok hizmetin verildiği servislerde büyük önem kazanmıştır [5].



Şekil 1.1. Elektromanyetik Spektrumun Bölümleri, Radyo Frekans Spektrumu

Teknik anlamda Radyo Frekans Spektrumu, Elektromanyetik Spektrumun Radyo Dalgalarını içeren bölümüdür (Şekil 1.1). Radyo frekans spektrumunun sınırları gönderilebilen sinyalin frekansı ile tanımlı olup genellikle bu sınırlar, 9 KHz (Kilohertz) ile 300 GHz (Gigahertz) şeklindedir. Radyo Frekans spektrumunun temel karakteristiği radyo dalgalarının yayılma özelliği ve sinyalin taşıyabildiği bilgi miktarıdır. Genel olarak, sinyalin frekansı yükseldikçe erişeceği mesafe azalırken, taşıyabileceği bilgi kapasitesi artmaktadır. Bu fiziksel özellik; yapılacak radyo haberleşmesi için hangi frekans bandının uygun olacağını belirlemekle birlikte

(Çizelge 1.1), spektrumun bu özelliklerini makul seviyede karşılayan bölümünün (özellikle geniş bir hizmet çeşitliliğine uygun olan UHF bandı) diğer bandlara göre daha yoğun olan talebinin nedenini de açıklamaktadır [6].

Çizelge 1.1. Radyo Frekans Spektrumu Bandlara göre Özellikler

FrekansBandı	Yayılm	Kullanım	Band Genişliği
VLf 3-30 Hz	Dünya-İyonosfer Dalga Klavuzu, 1.000 Km	Uzun mesafe radyo seyrüsefer, Denizaltı haberleşmesi	Çok dar
LF 30-300 KHz	Yer-Gökyüzü Dalgası, 1.000Km	Uzun mesafe radyo seyrüsefer	Çok dar
MF 300-3000 KHz	Yer-Gökyüzü Dalgası, 2-3.000 Km	Orta ve Uzun mesafe radyo seyrüsefer	Orta
HF 3-30 MHz	Gökyüzü Dalgası, Dünya çapında	Yayıncılık ve noktadan noktaya haberleşme	Geniş
VHF 30-300 MHz	Görüş hattı Uzay Dalgaları ve biraz ötesi, 2-300 Km	Ses-Görüntü Yayıncılık, Kısa mesafe mobil darband haberleşme, WAN	Çok geniş
UHF 300-3000 MHz	Görüş hattı Uzay Dalgaları ve çok az ötesi, < 100 Km	Kısa mesafe mobil haberleşme, (Ses Görüntü) Yayıncılık, Kişisel haberleşme, WAN	Çok geniş
SHF 3-30 GHz	Boşluk Dalgası 30-2.000 Km	Genişband karasal linkler, Yayıncılık, Kişisel haberleşme, Uydu haberleşmesi, WAN	Çok geniş
EHF 30-300 GHz	Boşluk Dalgası 20-2.000 Km	Genişband karasal linkler, Noktadan noktaya haberleşme, Kişisel haberleşme, Uydu haberleşmesi	Çok geniş

Kaynak: [6]

Radyo (kablosuz) haberleşmesi, başladığı 1901 yılından itibaren, ilk dönemlerde elektromanyetik spektrumu yöneten ulusal ve uluslararası kuruluşların olmaması nedeniyle regüle edilmeden herhangi bir frekans bandı üzerinden yapılabiliyordu. Ancak, zamanla telsiz haberleşmesinin yaygınlaşması neticesinde aynı anda yayında olan veya komşu frekanslardaki sinyallerin birbiri üzerinde zararlı girişime (enterferans) sebebiyet verdiği anlaşılacak şekilde telsiz haberleşmesinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için spektrum kaynağının regüle edilmesinin gerektiği anlaşılmiştir [5].

Benzer şekilde, 14 Nisan 1912 tarihinde Titanic transatlantiğinin batması üzerine, tehlike çağrısı yapılan sinyallerin bölgede yakın seyreden gemilerce alıcı cihazlarının gece vakti kapatılması nedeniyle alınamadığının anlaşılması sonucunda; çıkarılan 1912 tarihli telsiz kanunu ile ABD’de spektrum kullanımı regüle edilmeye başlanmıştır

ve lisanslı kullanıcıların, tehlike sinyallerine öncelik vererek ve enterferansa (zararlı girişim) neden olmaksızın ancak izin verilen belirli frekanslarda çalışmalarına müsaade edilmiştir. ABD’de daha sonra çıkarılan 1927 tarihli telsiz kanunu ile Radyo Frekans Komisyonu kurulmuş ve spektrum bu komisyon tarafından ulusal bir kaynak olarak idare edilmeye başlanmıştır [2].

Genel anlamda Radyo Frekans spektrumuna erişim ve spektrumun kullanımı, komşu frekans bandlarındaki çeşitli kullanıcılardan oluşabilecek potansiyel enterferanstan korunmak maksadıyla mümkün olduğu oranda regüle edilmeye çalışılmıştır. Son dönemde, spektrumun regüle edilmesinde teorik ve pratik olarak bir çok yenilik görülmüştür. Ülkelerin spektrum idarelerinin geçmişteki ve günümüzdeki spektrum düzenleme pratiklerinin, yeni teknolojilerin ve servislerin faydalarının görülmesi ve gelişmesinde geçikmeye neden olduğu veya spektrumdaki sıkışıklıkla birlikte fiyatların yapay olarak artmasına neden olduğu konusunda yaygın bir görüş birliği mevcuttur. Sonuçta teknolojik gelişmeler ve spektruma olan talebin yoğun olarak artması karşısında spektrum yönetiminin klasik idari yaklaşımları ve pazar odaklı daha esnek düzenleme yaklaşımları arasında iyi bir denge kurulmasının kaçınılmaz hale geldiği söylenebilir. Bir başka ifade ile ülkelerin spektrum idareleri talebi sürekli artan spektrumun etkin ve verimli bir şekilde kullanımını sağlamak amacıyla spektrumun tahsis edilmiş veya kullanılmayan kısmını tekrar gözden geçirerek yeni yönetim yaklaşımlarını ve uygulamalarını geliştirme ihtiyacındadırlar.

2. SPEKTRUM İDARESİ

Spektrumun etkin yönetimi ülkeler için ekonomik açıdan önemlidir. Özellikle altyapılarda ve servislerdeki yakınsamanın sonucu ses, data ve medya servislerini birleştiren kablosuz teknolojileri düşünüldüğünde bu önem açıkça hissedilir. Hızlı teknolojik yenilikler; insanların bilgiye ve mobil haberleşmeye olan ilgisi sonucu spektruma artan yoğun talep ile etkin spektrum politikaları ve servislerin genişleyerek yaygınlaşmasını, pazara giriş bariyerlerinin azalmasını ve yeni gelişmeleri tetiklemektedir. Teknoloji ve pazar odaklı bu gelişmeler, ülkelerin frekans idarelerine spektrumun yönetimi için önemli yeni seçenekler sunarken; teknolojik gelişmelere ve çoklu uygulamalara cevap verecek şekilde talebi karşılayan spektrumu sunmalarını da zorlamaktadır. Diğer taraftan ülkelerin regülatörleri, spektrumun regülasyonunda; acil yardım servislerinin olduğu kadar, profesyonellerden bilimsel ve askeri spektrum kullanıcılarına kadar bir çok kullanıcının ihtiyaçlarını da dikkate alarak enterferanstan arındırılmış şekilde etkin kullanım ve sürdürülebilir rekabetin bulunduğu bir pazar yapısını da sağlamalıdır [5].

Teknolojik gelişmeler, pazar ve kullanıcı etkileri nedeniyle dünya ülkelerinde spektrum düzenlemesinde; spektrumun daha etkin ve esnek kullanımına imkan verecek yöntemler üzerinde durulmakta ve genellikle spektrum idaresinde reform olarak nitelenen bu gayretler spektrumun serbestleşmesi (spectrum liberalisation) ile spektrum ticareti (spectrum trading) şeklinde, son yıllarda Dünya'da ve Avrupa'da fazlaca konuşulmakta olan iki ana başlıkta yoğunlaşmaktadır.

Genel literatür anlamı olarak, spektrumun serbestleşmesi; spektrum kullanımında gereksiz kısıtlamaların ve sınırlamaların azaltılması veya kaldırılması ile spektrum kullanımının teknoloji ve hizmetten bağımsız hale gelmesini, spektrum ticareti; spektrumun etkin ve esnek kullanımı yöntemlerinden birisi olarak spektrum kullanım haklarının kullanıcılar arasında transferini içeren kavramlar şeklinde kullanılmaktadır. Spektrum reformunun ilk uygulamalarını başlatan ülkeler Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Avustralya, Guatemala, Kanada ve Yeni Zelanda'dır [5].

2.1. Spektrum İdaresinin Önemi

Kıt kaynak olan Frekans Spektrumunun idaresi; spektrumun teknik yöntem ve yaklaşımlara göre kullanıcılara veya hizmetlere, yerel ve uluslararası koordinasyonlar çerçevesinde tahsis edilmesi ve enterferanssız sağlıklı bir şekilde kullanımının sağlanması anlamındadır. Frekans Spektrumunun ilk dönemlerde oldukça basit olan idaresi; teknolojiye gelişmeler, spektruma olan talebin artması ve telsiz haberleşmesinin her geçen gün daha yaygınlaşmasıyla birlikte daha karmaşık hale gelmiş ve spektrumun önemi artarak daha etkin kullanımı ve idaresi kaçınılmaz olmuştur [7]. Spektrum yönetim faaliyetleri; spektrum kaynağının kullanım bazında planlanması, spektrumun bu planlamaya göre yetkilendirilecek kullanımlara tahsisi, yapılan tahsislerin izin verilen kriterlere göre kullanılmasını sağlamak için denetimlerin yapılması, yetkilendirme gerektirmeyen tahsisleride içeren teknik kriterlerin belirlenmesi, uluslararası koordinasyonlar ve spektrum idaresini ilgilendiren yeni gelişmeleri takip edilmesi gibi birçok faaliyetten oluşmaktadır [8].

Spektrum idaresinin temel amacı; sağlıklı kullanımı engelleyen enterferansı önleyerek mümkün olduğunca fazla kullanıcı tarafından kullanımına imkan tanınacak şekilde, spektrumun kullanımından maksimum faydanın sağlanmasıdır Bu amaca ulaşılması için; spektrum kaynağının maksimum kapasitede ve enterferanssız kullanımını ifade eden teknik anlamda olduğu gibi genel olarak ülkelerin kalkınması ve büyümesini ifade eden ekonomik anlamda da etkin ve verimli bir şekilde kullanımının iyi bir planlama ile sağlanması gerekmektedir. Zararlı seviyedeki enterferansı önleyerek ve komşu kanal kullanımlar arasında mümkün olduğunca gereksiz boşluklardan kaçınarak mevcut ve muhtemel katma değerli tüm spektrum uygulamalarına fırsat verilmesi ile maksimum seviyede kullanımın sağlanması, spektrum kullanımında teknik etkinliğin esasıdır [9].

Spektrum paylaşımının sağlanmasıyla; yoğun kullanılmamasına rağmen kullanımı çok önemli olan veya uygulanması muhtemelen çok maliyetli olan hizmetlerin yoğun kullanımlı diğer hizmetlerle aynı spektrum bölümünü paylaşması sonucu, spektrum kullanımında atıl kapasitenin önüne geçilebilmektedir. Spektrumun paylaşımı olarak

bilinen bu uygulama, günümüzün en önemli problemi olan spektrum kıtlığını gidermede önemli bir yöntemdir. Diğer taraftan sayısal teknolojiler, sinyal sıkıştırma teknikleri ve depolama kapasitesi gibi yeni teknolojik gelişmelerinde, tek başına esas amaç olmasada, teknik etkinliğin artmasında ve spektrumun daha ekonomik kullanımında önemi büyüktür. Günümüzde, spektruma talep ve idaresinin önemi nedeniyle, ülkelerin spektrum idareleri hem teknik hem de ekonomik açıdan düzenleme yaklaşımlarının ihtiyaca cevap verecek şekilde reformu ile daha esnek idari yaklaşımlar üzerinde durmaktadır [10].

2.2. Spektrum İdaresinde Temel Yaklaşımlar

Spektrum idarelerinin, kıt kaynak için daha esnek düzenleme yaklaşımının amacı; kıt kaynak olan spektrumun daha etkin kullanımını sağlamak şeklinde ifade edilebilir. Bu yaklaşım, ilgili kurumsal düzenlemelerin yanında, düzenlenen spektrumun kullanım lisansı şartlarına, frekans tahsis kurallarına ve spektrum kullanım haklarının koşullarına yansıtılmalıdır. Teknolojik gelişmeler ışığında talep gören yeni hizmetler için spektrumun daha etkin kullanım koşulları; örneğin spektrumun yeniden tahsisi veya transferinin mümkün olması gibi, geleneksel idare tarzına göre reform ya da serbestleşme olarak nitelendirilebilecek, kullanımda minimum kısıtlamayı içermelidir. Spektrum kullanıcıları için idari masrafların mümkün olduğunca düşük olmasının sağlanması da önemlidir. Bu şartların sağlanması sadece spektrumun düzenlenmesi açısından değil, frekans kullanım haklarının en uygun olan tarafından herhangi bir noktada ve zamanında elde edilmesini sağlayacak şekilde olması yönüyle de önem arzeder. Örneğin; kamu yayıncılığı ve askeri kullanımlar için yeterli frekansın olması, önceden tahmin edilen maliyetlerin düzenlenmesi ve rekabet politikası, yakın frekansları kullanan kullanıcılardan kaynaklanan enterferans nedeniyle frekansın sağlıklı kullanılamaması gibi konular önemlidir.

Diğer taraftan, uluslararası kurallar ve anlaşmalar, bölgeler itibarıyla bölgesel kuruluşlar, örneğin Avrupa için CEPT veya Avrupa Birliği (AB) gibi bölgesel kuruluşlardan çıkan kararların da dikkate alınması gerekmektedir. Böyle kuruluşların, GSM için olduğu gibi, harmonize frekans kullanım kararları sonucu ülkelerde

sunulabilecek servis limitleri zorlanır. Örneğin “uluslararası mobil dolaşım” gibi daha etkin kullanım sonucunu sağlayacak koordinasyon, ülkelerdeki farklı uygulamalar nedeniyle oluşabilecek maliyetlerin azaltılması yanında uluslararası uygulamaların kapısını da açabilir. Birbiri ile bağlantılı ve karmaşık olan tüm bu başlıklar; etkili bir frekans idaresi için dikkate alınması gereken hususlardır.

Genel olarak spektrumun idaresi; ülkelerdeki düzenleyici otoriteler tarafından yetkilendirme yoluyla belirlenen kullanıcılara, frekansların tahsis edilmesini kapsar. “İdari” veya bazı literatürde “Düzenle ve Kontrol Et” yaklaşımı olarak isimlendirilen bu idare yaklaşımında; spektrum kullanımı otoritenin belirlediği kurallara bağlı olup, genellikle yetkilendirme belgesinde bölge, cihaz ve güç seviyesi gibi frekansın kullanımına ilişkin kurallar olarak belirtilir. “İdari” yaklaşımın dışında, spektrumda bantlar planlanırken, bazı kullanımlar için özellikle kısa mesafeli erişimler (Hastanelerde kullanılan cihazlar, mikrodalga fırınları, uzaktan kumandalı kontrol cihazları, güvenlik sistemleri, Bluetooth, RFID gibi) için yetkilendirme yapılmadan kullanım yaklaşımı benimsenmiştir. Serbest kullanım da denilen bu yaklaşımda yetkilendirme yapılmadan, enterferansa açık olarak, belirlenmiş frekans bandlarının kullanılması mümkündür. Enterferans kontrolünün yeterince yapıldığı **İdari** yaklaşım ile enterferansa açık **serbest kullanım** yaklaşımları ülkelerde geleneksel hale gelmiş yaklaşımlar olarak yeni teknolojik gelişmeler nedeniyle artan spektrum ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmıştır. Bu nedenle, spektrum idareleri spektrum ticaretine ve spektrum kullanımının serbestleşmesine imkan veren yeni yaklaşımlara yönelmişlerdir. Bu yaklaşımlardan 1991 Ekonomi Nobel ödüllü Ronald H. Coase tarafından 1959 yılında ileri sürülen “spektrum için bir pazar oluşturulması” fikrine ilgi yoğunlaşmıştır. Böylece “**İdari, Serbest Kullanım ve Pazar Yaklaşımı**” şeklinde isimlendirilebilecek spektrum idaresi temel yaklaşımlarının birbirine göre farklı tarafları nedeniyle, herbir yaklaşıma daha uygun frekans bandları olabileceği gibi bu yaklaşımlar ülkelerin haberleşme altyapılarındaki farklılıklar nedeniyle karma veya tek olarak daha yoğun kullanılabilir [11].

İdari yaklaşım (Düzenle ve Kontrol Et): Bu yaklaşımda ulusal regülasyon otoritesi teknolojiler ve servisler olarak spektrum kullanımının nasıl yapılacağını tam olarak

belirler. Aynı zamanda ulusal otorite, kimin hangi süreyle kullanacağını ve kullanım hakkının geri alınmasının koşulları gibi daha ileri şartları da belirler. Tüm şartları ulusal otorite belirlediğinden bu modelin yaklaşımı sınırlayıcı model yaklaşımı olup, başlangıçta frekansı kimin kullanacağını kararı genellikle güzellik yarışması yöntemiyle olur. Bu yaklaşım ulusal otoriteler tarafından kullanılan en yaygın modeldir [12].

İdari yaklaşıma göre; Uluslararası Telekomünikasyon Birliğinin (International Telecommunication Union-ITU) radyokomünikasyon konferanslarında kabul edilen global ve bölgesel bazda spektrum kullanımına dair kararlara (allocation) uygun şekilde hazırlanan bölgesel frekans tahsis planları (allotment) esas alınarak, ülkelerin frekans idareleri tarafından ilave koşullarla kendi ulusal frekans planları hazırlanır. Bu ulusal frekans planı çerçevesinde frekans tahsisi (assignment) yapılır. İdari yaklaşımda; denetimle birlikte bilginin tek elde tutulmasından ve spektrum idaresinin ülkenin frekans otoritesi tarafından tek elden yönetilmesinden dolayı enterferansla mücadelede güçlü bir yaklaşımdır [13].

Serbest kullanım: Bu yaklaşımda yetkilendirme olmaksızın uygun olan yerlerde bir frekans bandı birden çok kullanıcı tarafından paylaşılabilir. Kullanılacak bant ve frekansa uygun servis ve teknolojinin dışında, kullanıcılar için lisans şartları gibi bir kısıtlama yoktur. Bu tip yaklaşım daha ziyade Bluetooth, TV kumandası veya Yerel Alan ağı (Local Area Network-LAN) gibi kısa mesafe düşük güçlü uygulamalarda kullanılmaktadır. Büyük yatırım miktarları nedeniyle uzunca geri dönüş süresi isteyen iş modellerinde özel kullanım hakkı uygun olabilmekte, aksi takdirde büyük bir enterferans riski yanında önemli kapasite sorunu da yaşanmaktadır. Spektrum kullanımında hareketlilik sağlayan serbest kullanım yaklaşımı, zararlı elektromanyetik girişime (enterferans) neden olma ihtimalinden dolayı, bu ihtimalin en az seviyede olacağı frekans bandlarında kullanılmaktadır [13].

Pazar Yaklaşımı: Dünya ekonomilerinde 1980'li yılların başlarından itibaren görülmeye başlanan serbestleşmenin etkileri sonucunda spektrum yönetiminde de pazar yaklaşımları öne çıkmaya başlamıştır. Günümüzde teknolojiye hızlı gelişme,

elektronik haberleşme altyapılarında ve hizmetlerindeki yakınsama, kablolu teknolojilerin kablosuz teknolojilerle yer değiştirmesi ve bu suretle yeni haberleşme hizmetlerinin ortaya çıkması, spektrumu daha kıymetli bir kaynak haline getirmiştir. Spektrumun artan değeri ve yoğun talebine karşılık ülkelerin mevcut spektrum idarelerinin, esnek olmayan yapısından dolayı gelişmelere ayak uydurmakta zorlandığı görülmüştür [14].

Bu durum, spektrumun daha etkin bir şekilde kullanımını sağlamak için, ülkeleri yeni spektrum idaresi yaklaşımı arayışına itmiştir. Bunlardan pazar yaklaşımında; spektruma daha hızlı erişim, spektrumun daha hızlı el değiştirmesi ile bu süreçlerin pazar tarafından yönlendirilmesi amaçlanmakta ve bu sayede spektrum kullanımında etkinliğin sağlanacağına inanılmaktadır [5].

Pazar yaklaşımında; spektrum müzayedeleri ve spektrum ticareti ile spektrumun serbestleşmesi temel yöntemleri karşımıza çıkmaktadır. Spektrum kullanım haklarının bir lisans kapsamında veya doğrudan açık arttırma usulü ile kullanıcılara tahsis edilmesi olan spektrum müzayedeleri, tahsisi yapılmamış spektrumun pazara sunumu için geleneksel olarak birçok ülke tarafından kullanılmaktadır. Spektrum ticareti ile spektruma erişimin kontrolü pazar tarafından yapılmaktadır. Bu yaklaşımda, öncelikle özel spektrum kullanım haklarının açık bir şekilde tanımlanması gerekir. Bu aşamadan sonra pazar şartlarının etkileri devreye girer. Önce spektrumun temel tahsisi gerçekleşir, sonra spektrum ticareti mekanizması ile kullanım hakları transfer edilebilir. Bundan sonrası tamamen pazar koşullarına dayalı ticari bir karar olarak; yani kime transfer yapacağı, hangi teknikle hangi servisin sunulacağına karar vermek, kullanıcıya aittir [13].

2.3. Spektrum İdaresinde Koordinasyon

Spektrumun sınır tanımayan doğası nedeniyle uluslararası ve bölgesel koordinasyon, spektrum idaresinde önemli yer tutmaktadır. Dolayısıyla, spektrum kullanımı ve idaresinde ülkelerin frekans otoritelerinin dikkate alması gereken uluslararası ve bölgesel bazı yükümlülükler bulunmaktadır. Spektrum kullanımına ilişkin uluslararası

koordinasyon Birleşmiş Milletlerin uzmanlık kuruluşu olan; Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunications Union-ITU) ile 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-Pacific Telecommunity-APT) gibi bölgesel kuruluşlar ve sınır ülkeleri ile yapılmaktadır. Bu koordinasyonlar genel olarak başta ITU tarafından belirlenen makro plana ve temel çerçeveye göre bölgesel kuruluşların detaylandırması ile ülkelerin ihtiyaç duyduğu düzenlemelere dönüştürülerek yapılmaktadır. Ayrıca sınır ülkeleri ile yapılacak koordinasyonlar sağlıklı spektrum kullanımı için önemlidir.

ITU; 20 Avrupa ülkesinin bir araya gelerek 1865 yılında kurdukları ve 2009 yılı itibarıyla 191 üye ülke ile 700 civarında sektör üyesi bulunan, Birleşmiş Milletler çatısı altında görev yapan uluslararası bir uzmanlık kuruluşudur. Uluslararası frekans koordinasyonu ile yönetimi, telekomünikasyon standardizasyonu ve telekomünikasyon alanında kalkınma konularında faaliyet göstermektedir. ITU'nun bütün üye devletler için bağlayıcılığı olan düzenlemeleri; temel belge Yasa (Constitution) ve tamamlayıcısı Sözleşme (Convention) hükümleri ile uluslararası telekomünikasyonu düzenleyen tüzükleri olan Telsiz Tüzüğü (Radio Regulations/ITU-RR) ve Uluslararası Telekomünikasyon Tüzüğüdür (International Telecommunication Regulations-ITR) [15]. ITU'da radyokomünikasyon ile ilgili konular ITU-Radyokomünikasyon Sektörü (ITU-R) tarafından çalışılmakta olup, 3 ya da 4 yılda bir düzenlenen Dünya Radyokomünikasyon Konferansları (World Radiocommunications Conference-WRC) ile Telsiz Tüzüğü hakkında genel ihtiyaç ve üye ülke talepleri görüşülerek bütün üye devletler için bağlayıcı kararlar alınmaktadır [5]. Kablosuz hizmetlerin sunulacağı frekans bantları ve ülke idarelerinin uygulayacağı düzenlemeler için genel çerçeve ile spektrumun uluslararası kullanımı; güç seviyeleri, band genişliği, frekans kanallarının bölümleri ve tahsislerin enterferanstan korunma koşulları şeklinde, ayrıntıya girmeden genel hatları ile ITU-RR'da belirlenmekte ve diğer ayrıntılar bölgesel kuruluşlar ile ülkelerin ulusal idareleri tarafından belirlenmektedir [5,16].

Uluslararası spektrum kullanımı açısından, ITU ve bölgesel kuruluşların dışında belirli spektrum hizmetlerinin kullanımında etkiye sahip birçok uluslararası organizasyon vardır. Örneğin Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization-ICAO) hava trafik kontrol amaçları için, hava araçlarında radyokomünikasyon hizmetleri ve cihaz kullanımı konusunda teknik özellikleri belirler. Benzer şekilde, Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (International Maritime Organization-IMO), deniz araçlarında güvenlikle ilgili deniz radyokomünikasyon hizmetleri ve cihazlarının teknik özelliklerini belirler. Radyokomünikasyonda düzenleme ve standardizasyon konusunda doğrudan olmasada dolaylı olarak etkili olan Dünya Meteoroloji Organizasyonu (World Meteorological Organization-WMO), Uluslararası Amatör Radyo Birliği (International Amateur Radio Union-IARU), Uluslararası Astronomi Birliği (International Astronomical Union-IAU), Kuzey Atlantik İttifakı (North Atlantic Treaty Organization-NATO), Avrupa Yayın Birliği (European Broadcasting Union-EBU) gibi başka uluslararası organizasyonlar vardır [17]. Aslında bu organizasyonlar, ülkelerde telsiz cihazı kullanımında lisanslandırma ve ücretlendirme gibi ya da genel anlamda yetkilendirme için doğrudan etkili olmayıp belirli frekans bandlarında özel amaçlar için özel tiplerde cihazlar kullanılmasında teknik standartlar ve tavsiyeler anlamında etkilidir. Uluslararası anlaşmaların spektrum kullanımı ile ilgili getirdiği, örneğin Nato kaynaklı olarak bazı frekans bandlarının kullanımında serbestleşmeye izin verilmemesi gibi, kullanım koşulları ve spektrum haklarının transferi kapsamında bazı kısıtlamalar görülebilmektedir [18].

2.4. Spektrum İdaresini Etkileyen Değişimler

Elektronik haberleşmede uzun zamandan beri dikkatlice planlanmış profesyonel uygulamalar ile devlet kurumları, askeriye ve diğer kamu kuruluşları gibi kurumsal kullanıcılarca kullanılan radyokomünikasyon dünyası, ilk kez 1980'li yıllarda 1inci nesil mobil telefon ağları sunulduğunda ciddi bir halk desteği almıştır. Bu tarihten itibaren, büyük cazip yatırımlar ve çekici uygulamalarla, hızlı kazanılan abonelerle ve teknolojik gelişmelerle radyokomünikasyon bölümü elektronik haberleşme endüstrisinde görünür şekilde öne çıkmaya başlamıştır. Büyük kullanıcı gruplarının aşırı ilgisi, geniş kabul görmesi ve mobil teknolojinin hızla ilerlemesi sonucu küçük

kullanıcı terminalleri ile sayısal servislerin geniş bir kısmında gittikçe artan uygulamalar sağlanmıştır.

Son yıllarda gerileme olmasına rağmen, genel olarak son on yılda radyokomünikasyon pazarı canlı ve dinamik bir pazar olmuş ve bu durumun uzun süre devam edeceği beklenmiştir. Yaşanan değişimler sonucunda spektruma olan talep artmış ve bu değişimlerin arkasındaki itici etkenler belirginleştikçe spektrum idaresinin reform stratejisi geliştirmek için önemli adımları da belirginleşmeye başlamıştır. Radyokomünikasyon pazarında değişimlerin sürmesini sağlayan bazı etkenlerin ulusal düzeyde muhtemel sonuçlarının değerlendirilmesi ve değişimlerin kabul edilmesi için senaryo yönetimi gibi bazı modern yönetim teknikleri uygulanmaktadır [17].

Kurumsal ve yasal değişimler: Radyokomünikasyon pazarında son değişimlerin önemli itici faktörlerinden birisi kurumsal ve yasal yapıdır. Radyokomünikasyon, önceleri hayli kısıtlı kamu hizmetlerinde ana operatör olan devlete ait PTT tekeli altında yönetilmiştir. 1990'lı yıllardan itibaren birçok ülkede PTT'lerin özelleştirilmesiyle radyokomünikasyon pazarının serbestleşmesi açısından önemli değişimler yaşanmış ve bu değişimler sonucu birçok özel radyokomünikasyon operatörünün ortaya çıkması ile kamu hizmetlerinde bir patlama yaşanmıştır. 1990'lı yıllardan itibaren PTT'lerin özelleştirilmesi sonrası yeni düzenlemelerle telekomünikasyon ve radyokomünikasyon kanunları ve telekomünikasyon yasama organları bütünüyle revize edilmiştir. Bu revizyonlarda genel olarak telekomünikasyonun yönetimi için bağımsız Milli Düzenleyici İdareler (NRA) şeklinde yeni bir düzenleyici yapı kurmak ve serbestleşen pazarda verimli işlev sağlamak hedeflenilmiş ve telekomünikasyon pazarında, serbestleşmenin her geçen gün artmasıyla, kendi kendini düzenleyen pazara doğru değişimler gözlenmiştir [17].

Teknolojik değişimler: Birinci nesil mobil ağlar ile telsiz haberleşmesinde hücreli teknolojinin kullanıma başlanmasından itibaren telsiz haberleşmesi, sınırlı sayıda insan ve servis tipindeki teknolojiden kitle pazar teknolojisine doğru değişime uğramıştır. Bu değişim; teknolojik ilerlemenin sürekliliğinden dolayı, bu alanda birçok

buluş, araştırma ve gelişme getirmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, standardizasyon faaliyetleride yapılmış, kitle uygulamalarının gelişmesine bir başka itici güç sağlamıştır. Buna iyi bir örnek, 1990 yılında ETSI tarafından geliştirilen GSM standardının başarısıdır. Teknolojik değişimleri kendi başlarına tahmin etmek zordur ama yeni gelişen teknolojilerin ticari uygulamaları için zaman dilimini tahmin etmek daha da zor görünmektedir (örneğin UMTS/IMT-2000 standardının ticari uygulamasının başlamasındaki gecikmeler). Bu, özellikle spektrum yönetimine büyük baskı getirir. Çünkü spektrumun uygunluğu genellikle talep edilir ve yeni teknolojilerin gelişmesinde yatırım için gerekli garanti gibi görünür. Aynı zamanda spektrumun ilerisi için boşaltılması, yeni teknolojinin daha sonra gelmesi veya hiç gelmemesi durumunda verimsizliğe neden olabilir. Bu durum, gelecekteki spektrum idaresi kararlarında esneklik ihtiyacını bir kez daha pekiştirir. Örneğin spektrum tıkanıklığına çözüm olarak gündeme gelen, Yazılım Tanımlı Radyo (Software Defined Radio) olarak bilinen teknolojik yenilik tam anlamıyla geliştirildiğinde temel spektrum idaresinin kabul ve kurallarında önemli değişikliklere neden olabilir. Bu konsept; bir teknik servis vasıtası ile veya ağdan otomatik olarak alınacak talimatlarla, işletim sistemi yazılımında yapılacak basit bir ayarla farklı ağ teknolojisi ve farklı parametrelerle, farklı frekans bandında çalışabilecek şekilde yeniden ayarlanabilir telsiz cihazlarını hedefler. Böyle cihazlar bir kez geliştirildiğinde, halen çok sınırlı esnekliğe sahip telsiz cihazlarının işletim sistemine bağlı olarak yapılan özellikle spektrumun yeniden düzenlenmesine yönelik olarak, bu günün spektrum idaresi tartışmalarının çoğunu hafifletebilecektir [17].

Pazar sorunları: Radyokomünikasyon, yukarıda değinildiği gibi, son yıllarda pazara dayalı serbest piyasa ekonomisi ortamında gelişmektedir. Bu gelişmenin etkileri, radyokomünikasyon sektörünün günlük uygulaması üzerindeki eğilimlerde ve pazar hareketlerinde görülür. Bu gün kablosuz teknolojiler alanında ve servislerdeki bir çok gelişme, son kullanıcıların talebiyle ve sektörün kendisi tarafından ivme kazanmıştır. Kablosuz haberleşmenin halkın günlük hayatının bir parçası olmaya başlamasından itibaren, birçok toplumsal gelişmelere bağlı olarak, artan talebi tahmin etmek de gittikçe zorlaşmaktadır. Bundan dolayı telsiz teknolojisi artık kullanıcıların temel yapısındaki ve davranış profilindeki değişiklikleri takip etme eğilimi göstermektedir.

Üreticilerin; SMS kullanımındaki artış, internette gezinme, müzik dosyası iletimi, multimedya kullanımı gibi özel uygulamalara olan eğilimi ve el terminallerinin parametrelerine şekline ve boyutlarına etki eden moda eğilimlerini takip ederek uymaya gayret etmeleride aynı sebeptir. Radyokomünikasyon milli ekonomilerde güçlü bir makro ekonomik kuvvet olmuştur. Bundan dolayı endüstriye yönelik değişimler, örneğin spektrumun yeniden düzenlenmesi nedeniyle özel bir radyokomünikasyon servisinin iptali, makro ekonomik sorunlara bağlı olan işsizlik, endüstride büyüme ve faiz düşüşü gibi nedenlerle, kolayca ya da zor olabilir [17].

Yakınsama: Yakınsama; son kullanıcıya aynı terminalden mümkün olduğunca geniş servis ve uygulamanın sunumu için telekomünikasyon ve bilgi teknolojileri altyapı ve servislerinin içiçe geçerek birbirine yaklaşması şeklinde geniş bir anlamı içerir. Örneğin, telekomünikasyon servisi olarak kamu telefon imkanlarının, yayıncılık olarak radyo ve TV programlarının ve bilgi teknolojisi olarak uzaktan kumanda imkanlarının tümü bir terminalden (multimedya) idare edilebilir. Teknolojik bakışla, yakınsama ile; telefon hattı, TV radyo yayın kanalı, bilgisayarla ağa erişim gibi geleneksel hizmet bazlı bağlantılar, esnek bir şekilde ayarlanabilen bant genişliğinin şeffaf bit (ikili sayı) akımı ile yer değiştirmiş olacaktır. Modern telekomünikasyon ağlarında, ağ sonlanma noktaları arasındaki böyle şeffaf bit iletim akışları henüz gerçekleşmekte iken, çoğu birbirinden ayrık kablosuz erişim teknolojileri, son kullanıcı ve ağ sonlanma noktası itibarıyla böyle bir yapıya tam olarak uygun değildir [17].

Radyo spektrumu geleneksel olarak radyo ve TV yayıncılık, mobil, sabit gibi belirli servislere tahsis edilmiş ve bu özel servisler üzerlerinde; tek yönlü geniş bant radyo-TV ağları, çift yönlü darbant mobil ağlar, bit akış parametreleri ile açıkça tanımlı sabit bağlantılar gibi özel kullanımları olan kablosuz ağlar geliştirilmiştir. Belirli ağlarda/uygulamalarda spektrum kullanımının bugünkü profili; kanal genişliği, dubleks kurulum gibi parametreleri hala gösterir. Bu yüzden yakınsama ile spektrum yöneticilerinde; belirli servislerde spektrum tahsis ilkelerini gözden geçirmek ve halihazırdaki spektrum kullanımını şeffaf uygulama-bağımsız bağlantı için uygun hale gelecek şekilde yeniden düzenlemek gibi iki önemli gayretin görülmesi beklenmektedir [17].

3. SPEKTRUM İDARESİNDE REFORM

3.1. Spektrum İhtiyacı ve Spektrum Kıtlığı

Spektruma ilgi arttıkça, frekans bantlarının özellikle yoğun yerleşim merkezlerinde daha dolu hale gelmesi, ülkelerin spektrum idarecilerini frekansın paylaşımlı kullanılması konusunda; bant içi paylaşımı da içeren idari yaklaşım, kiralama ve spektrum ticaretini içeren lisanslama yaklaşımları ve düşük güçlü cihazlar veya ultra genişbant ve çok modlu cihazlarında içeren ileri kablosuz teknolojiler ile kombine halde lisanssız serbest kullanım yaklaşımları gibi çeşitli yaklaşımları kullanmaya zorlamaktadır. Spektrumun bir ülkede veya bir bölgedeki kıtlığı, ülkelerin veya bölgelerin kendi özelliklerine göre ve yerleşim bölgelerinin yoğunluğuna göre ülkeden ülkeye değişim gösterebilir [19].

Tüm coğrafi bölgelerde ICT (Information and Communications Technologies-Bilgi ve İletişim Teknolojileri) servislerinden mümkün olduğunca fazla insanın yararlanmasının sağlanması ve böylece sayısal bölünmenin önlenmesi ITU'nun önemli hedeflerindedir. Genişbant kablosuz erişim teknolojisi dünyanın bu anlamda bağlanması için yenilikçi bir çözümdür. ITU'nun bu hedefi spektrum kaynaklarının daha etkin idaresi ile tamamlanabilir [19].

Spektrum kıtlığının çözümü halihazırdaki operatörler ve kullanıcıların katılımı ile çözülecek olup, kullanıcıların etkin frekans kullanımının sağlanması için özendirici etkiler ve lisanssız kullanılan spektrumun azaltılmasında olduğu gibi kullanımdaki engellerin ve kısıtlamaların mümkün olduğunca azaltılması gereklidir. Kıtlık veya tıkanıklık, sahil bölgelerinde deniz servisleri gibi bazı servis tiplerinin özel coğrafi bölgelerde kullanım için tahsis edilmesinin sonucunda olabilir. Örneğin İngiltere'de Ofcom tarafından 2004 yılında spektrum kullanımı için yapılan çalışmada; daha fazla paylaşım potansiyeli ve lisanssız bantların kullanımı analiz edilmiş ve sonuçta özel lisanssız bantların optimum kullanımdan daha az kullanıldığı anlaşılmıştır.

Yeni servislere ilgi: Dünya genelinde mobil kablosuz servislere son yıllardaki ilgi öyle artmıştır ki; dünya mobil telefon abone sayısı şu anda toplam sabit telefon abone sayısını geçmiştir. Telekomünikasyon servislerindeki yeniden düzenleme ile özelleştirme ve serbestleşmenin pozitif etkileri sonucu artan rekabet özellikle mobil ve ISP (Internet Service Provider-İnternet Servis Sağlayıcı) sektörlerinde fiyatların düşmesine neden olmuştur. Servislere ilgi değiştikçe, bazı servisleri daha yüksek frekanslara değiştirmek ve böylece spektrumun yeni servislere daha uyumlu hale gelmesi için yeniden tahsisi/reformu arzu edilir olabilir. Böyle bir durumda spektrumun yeniden tahsisi spektrum regülatörlerinin karşılaşılabileceği en büyük şanslardan birisi olur. Zira frekans bir amaç için kullanılıyorken farklı bir kullanıma yeniden tahsisi belkide on yılı bulacak sıkıntılı bir süreci ifade eder [17].

İdari Kıtılık: Halen kullanılan spektrumun yeniden düzenlenmesi, ulusal ve uluslararası tahsislerin değişmesini de içeren şekilde spektrum kullanımının tanımı kapsamındaki idari işlemler uzun ve karmaşıktır. Kullanıcılar arasındaki anlaşmazlıkların çözümü için forumlar, anlaşmazlık mekanizmaları kullanılması genellikle masraflı ve zaman alıcıdır. Bunlar birleşince de regülatör etkili kıtlık yoğun katılığa sebep olur. Avrupa Komisyonunun düşüncesine göre; yeni kablosuz servislerin uygulanması ve yeni teknolojiler, belli spektrum bantlarının zorlama ile tanımlanmış servislere rezervasyonu ve spektrumun sıkı kullanım şartları ile birleşerek spektrum kullanımına gittikçe artan haksız sıkı bir kısıtlama getirmektedir. Özel sivil ve ticari kullanımlar için spektrumun hükümet tarafından yeniden düzenlenmesi/tahsisi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için halen önemli bir problem olmaktadır. Spektrumun önemli bir kısmı hükümetlerin resmi kullanımına, askeri amaçlara ve diğer kamu haberleşme sistemlerine ayrılmış olup, bu oran ülkelere göre spektrumun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Örneğin İngiltere’de, 2005 yılı bağımsız denetim raporuna göre; spektrumun 15GHz’den aşağı bölümü için spektrumun resmi amaçla kullanım oranı neredeyse %50’yi bulmaktadır. Kıtlık, paydaşların spektruma erişimle ilgili konuları çözme gayretlerindeki gecikme ve hatta isteksizlikleri nedeniyle de olabilir. Bu durum mobil pazarlara yeni girecek oyuncular için bir problem teşkil eder. Regülatörlerin, bir grubun yararına olacak şekilde, spektrumu düzenleyen kararları nedeniyle oluşan kıtlıkla ilgili bir çok örnek mevcuttur. İdari kıtlığı giderme gayretleri olarak, spektrum

ticareti veya bant içi değişim ve serbest kullanım şeklinde mekanizmalar görölmektedir. Spektrum lisanslarının ticareti; Avustralya, Yeni Zelanda, İngiltere ve ABD'de görölmekte olup, Guatemala 1996'dan beri spektrum ticaretinin ticari spektrum tahsisini uygulamaktadır [19].

Teknik konular: Spektrum kıtlığına katkıda bulunan etkiler arasında teknik konularda bulunmaktadır. Örneğin lisanslarda teknik bir plana ve özelliklere uyulması istenir. Dolaylı olarak bu durum lisansla kullanılacak etkin teknolojiler için limit getirebilir. Kullanılan tekniğin etkinliğini artırmak için bazı sınırlamaların uygulanması eğilimi, spektrum idaresindeki esnekliğin azalması ile kıtlık sonucunu doğurabilir. Hükümetlerin sıkca kullandıkları spektrumun özel tahsisi sonucunda teknik problemin diğer bir etkisi olan cihazların modasının geçmesi ile karşılaşılır. Bu problemlerin çözümünde yeni teknolojiler kullanılmaktadır.

Yeni Servisler: Kablosuz haberleşme teknolojileri ile internet teknolojisinin yakınsaması yeni bir konu değildir. Kamu emniyeti ve güvenliğini koruyan şimdiki ve gelecek yeni nesil servisler için spektrumun yeterli olması, teknolojideki yeniliklere yoğunlaşmak ve bu konudaki ilginin artması spektrum idarecileri için bir şanstır. WRC-07 konferansının ana konusu; IMT-2000, BWA ve IMT gibi topluca IMT olarak isimlendirilen uluslararası genişbant mobil haberleşme sistemleri için yeni frekans tahsisleri ve tanımları idi. Konferans programının hedefi 1GHz ötesinde yüksek frekansları da içererek yeni sistemlerin kapasitesini geliştirecek şekilde dünya çapında spektrum tanımlamak olmuştur (Çizelge 3.1) [19].

Teknolojik Yenilikler: Bazı ülkelerde spektrum idaresinde yeni teknolojiler için daha serbestleşmiş bir yaklaşım benimsenmektedir. Örneğin ABD'de bu anlayış nedeniyle lisanssız kullanım ve esnekliğe imkan tanıyan düzenleyici hareketlerin bir sonucu olarak WiFi, Wimax ve UWB gibi yeni teknolojiler diğer büyük ölçekli pazarlara göre daha önce görölmeye başlanmış ve kullanımı daha yaygın haldedir. Wi-Fi; genellikle 2.4 GHz ISM veya lisanssız bantda, IEEE 802.11 teknik standardına uyumlu ve temel olarak kablosuz lokal alan şebekeleri olarak kullanılan tekniği ifade eder. WiMax ise IEEE 802.16x standardına uygun, temel olarak telli altyapısının olmadığı yerler veya

DSL mesafe kısıtlamalarına karşı diğer standartlarla uyumlu çalışmak üzere geliştirilmiş, yine Wi-Fi temelli diğer bir yeni teknoloji olup, 50 Km çapa kadar geniş alan telsiz erişim hizmeti verebilmektedir.

Çizelge 3.1. Bölgelere Göre WiMax Genişband Kablosuz Erişim Band Tanımları

BÖLGE	ÖNCEKİ BANDLAR	WRC-07 SONRASI İLAVE BANDLAR
1. Bölge (Avrupa, Afrika ve Orta Doğu)	3.5GHz ve 5.8GHz	450-470MHz, 790-862MHz, 2300-2400MHz,3400-3600MHz
2. Bölge (Amerika)	2.5GHz, 3.5GHz ve 5.8GHz	450-470MHz, 698-862MHz, 2300-2400MHz
3. Bölge (Asya)	2.5GHz ve 5GHz	450-470MHz, 790-862MHz, 2300-2400MHz,3400-3500MHz veya 3500-3600MHz

Kaynak: [19]

Analog Yayın Sonlanması ve Sayısal Bölünme: Analog yayıncılıktan sayısal yayıncılığa geçişte Avrupa'da ve ABD'de farklı yaklaşımlar görülmüştür. Avrupa gibi yoğun yerleşimlerde sayısal karasal yayın sinyallerinin tabiatı gereği frekansların dikkatlice planlanması gerekir. ITU Bölgesel Radyokomünikasyon Konferansında (GE06) ülkelerin 1960 yılında kararlaştırılmış olan analog TV rejiminden sayısal geçişte muhtemel detaylı frekans tahsis planları kararlaştırılmıştır. Avrupa Birliğinde analog yayınların bitmesi için son tarih 2015 olarak belirlenmiştir. GE06 planı uygulamada önemli bir esneklik tanımaktadır. İlk olarak; plandaki enterferans profiline göre ve vericilerin servis alanlarıyla yerleşimi itibarıyla yüksek seviyede esneklik bulunmaktadır. İkinci olarak; yayıncılık servisleri dışındaki servislerin tahsisli yayıncılık frekansları için enterferans yaratmaması ve bu servislere yayıncılık frekanslarından gelebilecek enterferanslar için koruma talep edilmeyeceği hakkında deklarasyon imzalanmıştır. ABD'de regulator FCC analogdan sayısal TV'ye geçişin idaresi ile yoğun olarak ilgilenmiştir. 1996 yılında karasal sayısal TV için ATSC standardının belirlenmesi ile, iki yılda bir kararın gözden geçirilmesi kaydıyla, geçişin tamamlanması için 2006 tarihi FCC tarafından saptanmış ve son düzenlemeyle analog yayınların analog-sayısal çevirici kutusunun devlet desteğinde verilmesi ile 17

Şubat 2009 itibarıyla kesilmesi istenmiştir. Bununla birlikte, son düzenlemeyle sayısal TV cihazlarının evlerdeki penetrasyonunun %85 den düşük olduğu pazarlarda yayın istasyonlarına bu tarihten sonrada analog yayın yapabilme imkanı tanınmıştır [19].

3.2. Spektrum İdaresinde Yeni Eğilimler

Global seviyede gelen trendde frekans idaresinin etkisi ve önemi daha fazla artmıştır. Hızla gelişen teknolojiler (örneğin 3G-4G ve ötesi) ile spektruma daha hızlı erişim, telekomünikasyon, radyo-TV ve internetin yakınsaması, kablosuz servisler için artan güçlü talepler sonucu spektrum idaresinin önemi artmış ve frekansın daha efektif kullanımını sağlayacak, yeni paylaşım modellerini içeren farklı idare modelleri kaçınılmaz hale gelmiştir. Diğer taraftan globalizasyon nedeniyle frekansın harmonize kullanımı gerekmektedir. Tüm bu; teknolojik gelişmeler, pazar ve kullanıcı eğilimi, yakınsama gibi etkiler nedeniyle son yıllarda dünya ülkelerinde spektrum düzenlemesinde; spektrumun daha etkin ve esnek kullanımına imkan verecek reform gayretleri yoğunlaşmaktadır. Günümüz itibarıyla, geleneksel idari yönetim yaklaşımının spektrum talebini karşılamadaki yetersizliği karşısında pazar yaklaşımı ile daha etkin ve verimli bir spektrum idaresinin öngörülmesinden kaynaklanan ve pazar dinamikleri tarafından yönlendirilen Pazar yönetimi yaklaşımına doğru bir eğilim mevcuttur [5].

Spektrumun idare yöntemi, verilecek hizmet kapsamında kullanılan teknolojiye, frekans bandlarına veya ülkelerin haberleşme altyapılarına göre değişebilmekte, frekans idaresi yaklaşımları karma veya tek olarak daha yoğun kullanılabilir. GSM gibi aboneleri çok hücreli sistemler ve ülke genelinde sunulan bir hizmette geleneksel idari (Düzenle ve Kontrol Et) yönetim yaklaşımı benimsenirken, daha dar kapsamda verilebilecek ve enterferans olasılığı düşük hizmetlerde ise daha ziyade pazar yaklaşımı yöntemine eğilim artmaktadır. Frekans idaresi için önemli olan bu yaklaşımlar arasındaki dengeyi sağlamak olup, spektrum otoritesi bu dengeyi sağlarken; ülke geneli itibarıyla spektrumdaki sıkışıklık veya frekansın kamu yararına yada profesyonel kullanımı gibi etkenleri de dikkate alarak, altyapı bazlı sürdürülebilir rekabetin sağlanmasını temin edecek bir tahsis mekanizması

oluşturmaya çalışmalıdır. Bu çalışmalarda düzenleyici politikalar; sürdürülebilir rekabeti sağlayacak şekilde, fiyatların mümkün olduğunca maliyete yakın ve tüketicilerin ihtiyacını karşılayacak çok alternatifli rekabetçi bir altyapının bulunduğu bir pazar yapısını gerçekleştirmeye odaklı olmalıdır [20].

Geleneksel idari yaklaşımın hantallığı karşısında pazar yaklaşımına artan eğilim yanında, enterferans beklentisinin daha az olası olduğu bazı teknoloji veya hizmetler için yetkilendirmeden muaf serbest kullanım yaklaşımında önemsenmekte olup, İngiltere gibi (Çizelge 3.2) bazı ülkelerin spektrum idaresi politikalarında artan bir yüzdeyle ilerisi için kullanımı planlanmakta ve önceleri idari yaklaşımla yönetilen bazı spektrum bölümlerinde de uygulanmaktadır [21].

Çizelge 3.2. İngiltere’de Yıllara Göre Spektrum Yönetim Yaklaşım Planlaması

SPEKTRUM YAKLAŞIMI	2000	2006	2010
Düzenle ve kontrol et	%95.7	%93	%21.6
Pazar Yaklaşımı	%0	%2	%71.5
Serbest Kullanım	%4.3	%5	%6.9

Kaynak: [21]

Spektruma erişimin kolaylaşması, daha fazla kullanıcının yararlanması ve mümkün olan en fazla verimin elde edilmesi için daha esnek spektrum idaresi ile spektrum paylaşımı olarak; spektrum haklarının tahsisinde serbestleştirilmiş metodlar diyebileceğimiz spektrum ticareti, kiralama ve serbest kullanım (lisanssız paylaşım) gibi farklı yöntemler kullanılırken, dinamik spektrum erişimi, ultra genişbant (Ultra Wideband-UWB), örgüsel ağlar (mesh networks), yazılım tanımlı radyo (Software Defined Radio-SDR), bilişsel radyo (Cognitive Radio-CR) ve akıllı antenler gibi enterferans kontrolünü ve güç sınırlamasını esas alan yeni teknolojilerden yararlanılmaktadır.

Spektrum Destekli teknikler (Spectrum underlay technique) olarak UWB ve Dağınık Spektrum teknikleri; spektrum idaresi prensibi olarak çok düşük spektral güç yoğunluğuna sahip ikinci kullanıcıların daha yüksek güçlere sahip birinci kullanıcılarla

birlikte bandı kullanması mantığını içerir. Daha düşük güçlerdeki ikincil kullanıcılar nedeniyle, birinci kullanıcılar için dip gürültüsünün biraz artması sözkonusudur. Ultra genişbant-UWB spektrum yöntemi; frekans bandının diğer kullanıcılarla paylaşılması ile bilginin kabaca 500 MHz'den büyük bant genişliklerinde gönderildiği bir tekniktir. ITU tanımlamasına göre ise; bir antenden sinyallerin 500 MHz'den daha az olmayan veya merkez frekansının %20 sini aşan bant genişliği ile yayıldığı yapılan tekniktir. Çok düşük emisyon seviyesi nedeniyle spektrum regülatörlerince izin verilen UWB sistemleri daha ziyade bina içi veya kısa mesafe erişimli uygulamalarda kullanılmaktadır. UWB sinyal süresinin kısa olması nedeniyle oldukça yüksek oranlarda bilgi taşınması kolaydır ve bilgi oranı her bir bilgi bitinin enerjisinin basit olarak toplanmasıyla veya kodlama teknikleri ile kolaylıkla değiştirilebilir. Dağınık Spektrum tekniğinde sinyal kabaca 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 (Frequency Hopping Spread Spectrum) veya Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA-Code Division Multiple Access) tekniklerini kullanarak gönderir [19].

Spektrum Bindirmeli/Yüklemeli tekniklerde (Spectrum overlay technique) spektruma pasif ve aktif (dinamik) olarak erişim sağlanır. Pasif teknikte, örneğin amatör servis bantlarının paylaşılması gibi, erişim için spektrumun kullanılmıyor olması/boş olması istenir. Aktif (dinamik) erişim tekniği; esnek spektrum idaresi yaklaşımı ve spektrum ticareti ile ilgilendirilmesi nedeniyle son yıllarda fazlaca ilgi çekmekte ve değişik yaklaşımların çalışıldığı denemeler yapılmaktadır. Dinamik spektrum erişimi tekniğinde, spektrum coğrafi dilimler veya zaman dilimleri olarak tanımlanmakta ve kullanıcıya; kullanılmayan frekansların taranmasıyla, kullanılacak frekansa uygun olarak, cihazın gerektiğinde frekans bandını değiştirmesi ve cihazın gerekli güç ayarını yapmasıyla, spektrumun belirli bir bölümü için tanımlı bir zamanda veya tanımlı bir coğrafyada erişim izni verilmektedir. Dinamik spektrum erişimi olarak; Yazılım Tanımlı Radyo (SDR) ile önceden donanım yoluyla yapılan tüm teknik kabiliyet ve özellikler yazılım vasıtasıyla sağlanmakta ve spektrumun daha yoğun kullanılmasıyla enterferansa karşı daha dayanıklı olması yönleriyle daha esnek frekans tahsisi yaklaşımına uygunluk sağlandığından ticari uygulamaları

geliştirilmektedir. Bilişsel Radyo (CR); genişbant olarak çevreyi taramak suretiyle kullanılmayan spektrum bölgesini bularak, spektrumun o bölgesine uygun modülasyon ve kodlama tekniklerini uygulayabilen kabiliyettedir. Kullanıcı açısından bakıldığında, kalabalık bölgelerde spektrumun boş bölgesini bularak haberleşme imkanı sunan bir (alıcı) haberleşme cihazı olarak tercih edilir özellikler taşır [19, 22].

BWA, 3. jenerasyon mobil hücreli 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. Kablosuz sistemlerin kapasite, kapsama gibi performansının artmasını sağlayan akıllı antenler uygun sinyal işleme, modülasyon ve kodlama ile hem verici hem alıcı modunda başarıyla kullanılmaktadır. Yeni bir teknik olmayan akıllı anten tekniği; uygulamaya özel entegre devrelerin, genel amaçlı işlemcilerin ve sayısal sinyal işlemcilerinin gelişmesi ile maliyet etkin olmuştur. Üç band veya dünya mobil telefonlar gibi çok modlu haberleşme cihazları çeşitli frekans bandlarında ve çeşitli teknolojilerde çalışabilme özelliği taşımakta olup, bölgesel veya global olarak frekansın harmonize kullanılması zorunluluğunu teknik standard bağımlılığını kritik olmaktan çıkarmaktadır [19].

3.3. Spektrum Reformu: Serbestleşme ve Spektrum Ticareti

Spektrum idaresinde daha esnek yaklaşım gayretlerini, spektrumun serbestleşmesi (spectrum liberalisation) ve spektrum ticareti/transferi (spectrum trading/transfer) şeklinde son yıllarda Dünya'da fazlaca konuşulmakta olan iki geniş ana grupta incelemek mümkündür. Spektrumda Serbestleşme; geniş anlamda, sektörel ihtiyaçların teknoloji ve hizmetten bağımsız olarak en iyi şekilde karşılanması için spektrum kullanım haklarının genişletilmesidir. Spektrum ticareti ise, spektrum kullanım hakları ve bununla ilgili yaptırımların pazar mekanizmaları temeliyle el değiştirmesidir [23].

Son yıllarda özellikle spektrum ihtiyacının yoğun olduğu ülkelerde, spektrum politikası olarak geleneksel spektrum idaresi yaklaşımında önemli değişiklikler görülmeye

başlanmış olup, serbestleşme ve esneklik spektrum politikasındaki değişimlerin daha yenilikçi iki özelliğidir. Spektrum kullanım haklarını genişleten serbestleşme, yarışmaya dayalı tahsis yöntemi müzayededen ikincil ticarete kadar tüm aktörlerin katıldığı bir çerçevede birçok konuyu kapsar ve serbestleşme sonucunda geleneksel idare yöntemi “Düzenle ve Kontrol Et” yaklaşımına göre regülatörün düzenleme anlamındaki etkisinde hafifleme görülür. Esneklik ise lisanssız kullanılan frekansların muhtemel genişlemesi de dahil kullanım ve teknolojiye kısıtlamaların gevşemesini kapsar. Çok az sayıda ülkede spektrumun büyük bölümü özel olarak lisanssız kullanıma açılmıştır. Örneğin ABD’de yenilikçi hareket olarak, pazar büyüklüğü ile esneklik ve lisanssız kullanıma imkan verecek şekilde yapılan düzenlemeler sonucu, çoğu diğer ülkeden çok önce WiFi, WiMAX ve UWB uygulamaları görülmeye başlanmıştır. Daha geniş esnekliğin varlığıyla serbestleşmenin faydaları kuvvetlenmekte, serbestleşmiş bir çevre ile de esnekliğin faydaları artmaktadır. Dolayısıyla serbestleşme ve esneklik birbirine sıkıca bağlıdır. Ticaret ile spektruma erişim ve kullanılmayan spektrumun pazara arzı kolaylaşırken, tahsis edilen spektrumun tek bir hizmete veya teknolojiye bağımlı hale gelmesi ise serbestleşmeyle önlenmektedir. Serbestleşmenin olmadığı spektrum ticareti uygulamalarında sadece mevcut spektrum kullanım haklarının transferi gerçekleştirilmiş olacaktır. Yine de spektrum ticareti ile serbestleşmenin eş zamanlı uygulanması şart değildir [19, 24].

Spektrum ticareti; spektrum kullanım hakları ve bağlı yaptırımlarının pazar koşulları ile bir başkasına transfer edilmesini içeren bir mekanizmadır. Spektrumun yeniden tahsisine zıt olarak spektrum ticareti kullanım haklarının kullanıcının isteğiyle gönüllü olarak transferini ve yeni kullanıcının ödediği bir miktar bedeli içeren bir ticarettir. Bu ticari mekanizmayla spektrumun kullanım hakları bir taraftan diğer tarafa belli bir ücret karşılığı el değiştirir. Bu yöntem, spektrumun yeni kullanıcı için eskisinden daha fazla ekonomik fayda sağlayacağı beklentisiyle, değerli olması durumunda gerçekleşen bir ticaret olduğundan frekansın daha etkin kullanımı anlamına gelecektir. Bu etkin kullanım, spektrum ticaretinin amaçlarından birisi olan işlem ücretlerinin düşük tutulması gerçekleştiğinde, yani işlem ücretinin çok yüksek olmaması halinde gerçekleşecektir. Satıcı veya alıcıdan birisinin gerçek dışı

davranması veya dürüst davranmaması ve ticaret sonucu rekabet kurallarının çiğnenmesi veya dayanılmaz seviyede enterferans yaratılması gibi harici etkiler oluşmadığında, spektrum ticaretinin; spektrumun gerçek değerinin oluşması yoluyla şeffaflığın artmasına ve ekonomiye fazlaca katkısı olduğu kabul edilebilir. Ayrıca, spektrum ticaretinin dolaylı olarak; pazarda rekabetin artması, ilk planlama ve tahsisteki olası eksikliklerin giderilmesi, daha az düzenleme ihtiyacı, pazar dinamizminin artması, sektöre olası yeni gireceklerin spektrumu tanımlarını kolaylaştırma, spektrum kullanım haklarında yoğun serbestleşme, yerleşik operatörlere yeni teknolojilere ve hizmetlere yatırım yapabilmek için yeterince özendirici olma gibi faydaları sayılabilir. Bunların yanında; spektrum ticareti için uygun spektrum kısımlarının belirlenmesi, rekabeti sağlayacak koşullar için etkin düzenleyici çerçevenin belirlenmesi ve kullanım haklarını elde etmek için gerekenlerin öğrenileceği doğru bilgi kaynağının sağlanması önemlidir. Spektrum ticaretinde; muhtemel enterferansın (zararlı girişim) artması, kullanılacak frekansların harmonizasyon ve standardizasyonunun sağlanması, spektrum ticareti yoluyla ihtiyacın ötesinde frekans satın alınarak istiflemeye gidilmesi, piyasa gücü veya tekel oluşturma olasılığı başlıca endişeler olarak sayılabilir [25].

Spektrum ticareti için, spektrum kullanım hakları sahipliğinin tamamen bir başkasına satışı, ileri bir tarihte geri alınmak üzere satışı, kullanım hakkı sahipliği ve ilgili yaptırımları dışında sadece kullanımın belli süre için kiralanması yoluyla transferi ve ev veya gayrimenkul satışlarındaki mortgage yöntemi benzeri rehin karşılığı bir borçlanmayla satışı şeklinde pazar modelleri uygulanmaktadır. Bu modeller uygulanırken de; regülatörün taraf olmadığı alıcı ve satıcının karşılıklı pazarlık yaptığı **iki taraflı görüşme**, şartları satıcı tarafından belirlenen ihaleyle **müzayede**, alıcı ve satıcının satış şartları ile ilgili tayin ettikleri aracı marifetiyle **komisyonculuk** ve kullanım haklarının transferi için belirli kuralların uygulandığı ticari bir platform oluşturmak üzere hisse senedi ya da menkul kıymet borsası şeklinde **borsa** mekanizmaları ayrı ayrı veya birleşik şekilde uygulanabilmektedir [19].

3.4. Ülke Örnekleri

Dünya ülkelerine bakıldığında ABD, Avustralya, Guatemala, Kanada ve Yeni Zelanda'da bazı bandlarda reform anlamında spektrumda serbestleşme ve spektrum ticaretinin uygulandığı görülmektedir. Spektrum ticaretini ilk uygulayan bu öncü ülkelerin spektrum deneyleri genellikle olumludur. Bu ülkelerde spektrum ticaretinde görülen ticaret işlemlerinin hacmi az da olsa kayda değerdir. Ticari işlemlerin çoğunluğunda kullanım şekli değişikliği yerine sadece mülkiyetin transferi olmakta, büyük bir kısmı yerel lisansları kapsamakta, ancak kullanım şeklinin değiştirildiği ticari işlemler daha yüksek ekonomik değer taşımaktadır. Ticari işlemlerde kullanım haklarının açık bir şekilde belirlendiği durumlarda, önemli boyutta enterferans problemlerine rastlanmadığı, ticaretin rekabeti teşvik etmekle birlikte bazı endişeleri de getirdiği görülmüştür. Örneğin Guatemala mobil piyasasında veya Yeni Zelanda FM radyo pazarında spektrum ticareti ile rekabetin arttığı, bununla birlikte önlem alınmaması durumunda spektrumu istiflemek isteyen veya spektrum kullanımında tekel yaratmak isteyen kullanıcılara da fırsat verilebileceği anlaşılmıştır [24].

3.4.1. Yeni Zelanda

1903 yılında çıkarılan bir sayfalık Telsiz Telgraf Kanunu ile radyokomünikasyon alanında düzenleme yapan ilk ülke Yeni Zelanda'da spektrum; 1989 yılında çıkarılan Radyokomünikasyon Kanunu ve 2001 tarihli Radyokomünikasyon Yönetmeliğine göre, İktisadi Gelişim Bakanlığı'nın Radyo Spektrum Yönetim Grubu tarafından yönetilmektedir [26].

Yeni Zelanda 1989 tarihli Radyokomünikasyon Kanunu ile spektrum idaresinde köklü değişiklikler yaparak, spektrum kullanım hakları anlamında spektrumu yeniden tanımlayan ve ticareti yapılabilir formda tahsis gerçekleştiren ilk ülke olmuştur. 1989 yılında gerçekleştirdiği ilk müzayede ile radyo spektrumunda müzayede yöntemi ile rekabete dayalı tahsisleri yaparak uygulamaya öncülük etmiştir. Yeni Zelanda'da spektrum tahsisi için uygulanan üç tip lisans uygulaması mevcuttur;

- Radyo Lisansı Rejimi (The Radio Licence Regime-RLR), önceden cihazların lisanslaması olarak bilinen ve daha ziyade kamu yararına uygulamalar için kullanılan tahsis rejimi,
- Genel Kullanıcı Lisansları (General User Licences-GUL), Wi-Fi, garaj kapısı kumandası, uzaktan kumanda gibi düşük güçlü cihazlar için uygulanan tahsis rejimi,
- Yönetim Hakları Rejimi (The Management Rights Regime-MRR), temel olarak ticari amaçlarla kullanılan spektrumun tahsisi için uygulanmakta, Yönetim Hakları Rejimi kapsamında tahsis edilen yönetim hakları sadece otorite tarafından oluşturulmaktadır. Oluşturulan yönetim haklarının çoğunluğu özel sektör tarafından alınmış olmakla birlikte bir kısım yönetim hakları halen otoritenin kontrolü altındadır [27].

1989 tarihli Radyokomünikasyon Kanununa göre spektrum erişimi için iki kademeli bir mekanizma uygulanmaktadır;

- Yönetim Hakkı: Belirli bir spektrum bloğunu ulusal bazda kullanma ve spektrum lisansları kapsamında tahsis etme hakkı,
- Lisans (Kullanım) Hakkı: Yönetim hakkı dâhilinde ticareti yapılabilir spektrum kullanım hakkını vermektedir [26].

Kanunla birlikte oluşturulan radyo spektrum kütüğü ile radyo spektrum yönetim hakları ve lisanslara ilişkin yapılan transfer hakkında bilgiler, lisanslar, lisans iptalleri gibi kayıtlar tutulmaktadır. Yönetim haklarının bir yöneticiden diğer bir yöneticiye transferine ve bir yöneticinin yönettiği spektrum bloğunda spektrum lisansı tahsisi yapmasına izin verilmekte, pazara sunulan spektrumun büyük bir bölümünde yönetim hakları rejimi kapsamında spektrum ticareti yapılmaktadır [24]. Kamu güvenliği hizmetlerinin sunulduğu frekans bandlarında ve ticaretine izin verilmeyen diğer bandlarda ise idari yönetim rejimi kapsamında lisanslama yapılmaktadır [26].

Yeni Zelanda, spektrumda serbestleşme politikası olarak spektrumun teknolojiye bağımsız ve esnek bir şekilde kullanımını prensibini uygulamaktadır. Yönetim hakları rejimi kapsamında verilecek hizmet için kullanılacak teknolojinin kararını, komşu

bandlarda enterferans yaratmayacak şekilde, yönetim hakkına sahip olan işletmeci vermektedir. Otoritenin yönetim hakkını elinde tuttuğu bandlarda ise teknolojik kısıtlamalar halen söz konusu olup, Bakanlığın uygun gördüğü spektrum bölümü idari yönetim rejiminden yönetim hakları rejimine dönüştürülmektedir. Kullanım hakkına sahip olanların spektrum kullanım haklarının ticaretini yapip yapmamakta ve yöntemini belirlemede serbest oldukları pazarda oyuncu sayısına ilişkin herhangi bir kısıtlama bulunmamakta ve rekabete ilişkin konular rekabet kanunu çerçevesinde değerlendirilmektedir [27].

Yönetim hakları rejimi ulusal, kullanıcı hakları verici bazlı olarak teknik parametreler kapsamında oluşturulmakta, yönetim hakkının el değiştirmesi kullanıcı hakkı sahiplerini etkilememektedir. Yönetim haklarında belirlenen emisyon limitleri çerçevesinde komşu frekans bandı emisyonundan korunmakta olup, Yönetim hakkı sahipleri kullanıcı hakkı sahiplerinin enterferans limitlerine uymalarını sağlamak yükümlülüğü yoktur [28].

Spektrum ticareti faaliyetinin çoğunluğu AM ve FM yayıncılık bandlarında yaşanmakta, diğer frekans bandlarında ise nadiren görülmektedir. Örneğin Telstra GSM spektrumu lisansını Bellsouth (Vodafone) firmasına satmış, benzer olarak 28 GHz LMDS (Yerel Çoklu Nokta Dağıtım Hizmeti-Local Multipoint Distributing Service) spektrumu spektrum ticareti kapsamında el değiştirmiştir [24].

Daha önce sabit link operatörlerine kısmi tahsisi yapılmış olan 2 GHz frekansının ticari mobil hizmetlerine açılması için, pazarın gelecekte kullanım haklarını belirleme yeteneğini sağlayacak şekilde iki aşamalı bir süreç uygulanmıştır. Birinci adımdaki açık arttırma ile tüm frekans bandının 20 yıllık yönetim hakkı ulusal boyutta satılmış, daha sonra mevcut kullanıcılar için iki yıl kullanım hakkı ile rakipleriyle ticari müzakere halinde üç yıl uzatma şansı verilmiştir. Müzayede sonrası, bazı yönetim hakkı sahipleri kullanım hakkı sahiplerinin haklarını satın alırken, bazı sabit link operatörleri ise yönetim hakkı elinde olanlara haklarının 20 yıla çıkması teklifini yapmışlardır. Yeni Zelanda 2 GHz frekansını ticari mobil sisteme taşıma sürecinde kullanım haklarını açıkca tanımlayarak başarılı olmuştur [24].

3.4.2. Guatemala

Küçük orta Amerika ülkesi Guatemala'da, 1996 yılında yürürlüğe giren Telekomünikasyon Kanunu ile basit ve etkin bir spektrum pazarı uygulama kararı alınmış, kamu yararına kullanılmayan spektrum bölümü için tanımı regülatör tarafından sınırlanan bandgenişliği üzerindeki özel spektrum kontrolü müstakil kuruluşlara verilmiştir. Devletin spektrum sahipliğini bir anlamda özelleştiren bu müzayede; yenilenebilirlik koşulu ile 15 yıl geçerli olacak şekilde, spektrumu parçalara bölebilmek, toplayabilmek, kiraya verebilmek veya satabilmek şeklinde rahatlıkla ticareti yapılabilecek opsiyonla gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama sonrası spektrum ticareti faaliyetlerinin spektrumun kabaca 1/4 lük bölümünde ve özellikle FM radyo yayın bandında yapıldığı görülmüştür. Özel Spektrum Hakları (TUF-titulus de usufuncto de frecuencias) olarak anılan düzenlemede, devlet kullanımında olacak bandlar, verilecek TUF sertifikaları ile frekans bandlarının listesi, kullanım saatleri, maksimum çıkış gücü, sınır bölgelerinde maksimum güç, coğrafi bölgeler ve kullanım hakkının süresi olmak üzere özellikler belirlenmiştir [19].

Guatemala'da 1996 tarihli kanunla spektrumun tahsis planı baştan aşağı değişmiştir. Özel teşebbüs; herşeyden önce geldiği için; yerli veya yabancı her hangi bir şahıs veya kuruluş olarak başkasına tahsisli olmadığı sürece arzu ettiği frekans bandını isteyebilmektedir. İntermodülasyon bozulması veya komşu kanal enterferansı nedeniyle anlaşmazlıkların doğması halinde tarafların kendi aralarında anlaşarak çözüm bulmaları beklenir. Bu çözümün gerçekleşmemesi, aksaması halinde, regülatör kuruluş tarafından özel kurallar ve yaptırımlar uygulanır. Ayrıca zarar gören taraf mevcut mahkemelerde dava edebilir. Mülkiyet hakları açısından bakıldığında, kanunla gerçekleşen spektrum reformunun en çarpıcı özelliği, spektrum ticaretine izin veren kullanma haklarının tesisidir. 1996 tarihli kanunla 15 yıllığına oluşturulan Özel Spektrum Hakları kullanıcı tarafından hiç bir ilave ücret olmaksızın basit olarak 15 yıl daha uzatılabilmektedir. İstendiğinde rahatlıkla transferi yapılabilen Özel Spektrum Hakları (TUF) ile ilgili bilgilerin kayıtları, bağımsız regülatör kurum tarafından oluşturulan "Superintendencia de Telecomunicaciones" (SIT) isimli ortamda

tutulmakta ve bilgisayar destekli bu kayıt ortamına her isteyen rahatlıkla erişebilmekte ve çıktı alabilmektedir [29].

3.4.3. ABD

ABD’de spektrumun yönetimi; FCC-Federal Haberleşme Komisyonu (Federal Communications Commission) ile NTIA-Ulusal Telekomünikasyon ve Enformasyon İdaresi (National Telecommunications and Information Administration) tarafından yürütülmekte olup, FCC federal kullanım (yerel yönetimler, ticari veya kişisel kullanım) dışından ve NTIA ise federal kullanımdan (Askeri veya hükümet birimleri kullanımı) sorumludur. FCC, 1934 tarihli Haberleşme Kanunu çerçevesinde, spektrumu düzenlemek üzere bağımsız otorite olarak kurulmuştur. Haberleşme Kanununun 1992 yılında yenilenmesinden sonra, FCC bünyesinde; spektrum kullanımı ve tahsisi konularında teknolojik ve politik raporlar hazırlayan ilgili birimlerin raporları sonucu, spektrum reformu kapsamında spektrumda serbestleşme ve spektrum ticareti gibi konular fazlaca önem kazanmaya başlamıştır [31].

Spektrumda serbestleşme kapsamında FCC tarafından uygulanan düzenlemelerin esnek kullanım ve serbestleşmeye verdiği önem nedeniyle, ABD’ye dünyada spektrumda serbestleşme konusunda lider gözüyle bakılmaktadır. ABD’de bugünkü haliyle spektrumun büyük bölümü; yayıncılık, uydu, radar gibi belirli hizmetler için kullanımlar veya Federal Hükümetin Kamu Kurumları, Eyalet ve Yerel Güvenlik Kurumları gibi kullanıcılar için, hizmetler seviyesinde farklı esnekliklerle, blok tahsisi planlanmıştır. Bu planlamada kişisel haberleşme hizmetleri için mobil veya sabit kullanım olarak her türlü teknolojiye izin verilirken, radyo TV yayıncılığı hizmetlerinde aynı esneklik bulunmamaktadır. İlgili bölümlerin FCC’ye sundukları raporlarda spektrumdaki esnekliğin artırılması sürekli tavsiye edilmektedir. Örneğin 2002 tarihli raporda esneklik oranı %7 olan 1300-3000 MHz aralığında oranın zamanla artırılması tavsiye edilmiş, takibeden raporlarla ve 2003 yılında yayınlanan Spektrum Politikası raporu ile spektrumda serbestleşme oranı oldukça artmış, lisans sahiplerine veya kiracılara lisanslanmış spektrum haklarında hizmet yönüyle olan kısıtlamalar

kaldırılarak esneklik artırılmıştır (kiralama anlaşmaları kapsamında “private common” uygulaması) [32].

Spektrum ticareti kapsamında, FCC'nin 1991 yılında yerel mobil lisanslarını toplayarak ulusal mobil telefon şebekesi kurmak üzere Nextel firmasına verdiği izindeki spektrum transferi ile bir anlamda spektrum ticaretine başladıktan sonra ticari hizmetlere tahsis edilen frekanslarda spektrum ticaretini destekleyen kararlar yoğunlaşmaya başlamıştır. Spektrum için ikinci pazarın oluşturulmasına 1 Aralık 2000 tarihli raporla hız verilmiş, spektrumun daha değerli hizmetler için kullanımına geçişi kolaylaştırmayı amaçlayan planlama ile kullanıcıların sahip olduğu spektrumun bir kısmı veya tamamının diğer kullanıcılara transferine imkan tanınmıştır. Bu planlamadan sonra 2002 yılında, FCC Özel Görev Grubu (FCC Special Task Force); spektrum transferinde, kiralanmasında ve spektrum haklarının bölünmesinde spektrum kullanıcılarına daha fazla serbestlik sağlanmasını ve spektrum haklarının kullanıcılar arasında transferinin kolaylaştırılması için etkin bir ikinci el pazarının oluşturulmasını tavsiye etmiştir. 10 Mayıs 2003 tarihli raporla spektrum ticaretine ilişkin işlemlerin daha hızlı gerçekleşmesini sağlamak üzere, spektrum hakları tanımının düzenlenmesi ve 2004 tarihli raporla da spektrum paylaşımı, lisans tahsisleri ve transfer işlemleri düzenlenmiştir. FCC, ikinci el pazarına girişin önündeki engelleri kaldırarak pazarın daha etkin çalışmasını temin maksatlı düzenlemelere devam etmektedir [33].

İlk tahsiste 10 yıl süreyle geçerli olacak şekilde ihale yöntemi ile verilen lisansların sahipleri; raporlarla tanımlanan kiralamaya uygun hizmetlerde, sürekli transfer edilmemek kaydıyla, sahip olunan spektrumun tamamı veya bir kısmını lisansın geçerlilik süresinin herhangi bir parçası için kiralayabilmektedir. Spektrum Kiralama, coğrafi alan ve zaman bazlı olarak yapılabilmekte ancak kontrol daima lisans sahibinde olmaktadır [34].

Kullanımla ilgili olarak ilk tahsiste lisansta belirtilen kısıtlamalar sürekli geçerli olmak üzere, kiralanarak transfer edilen frekanslar yeniden kiralanabilmekte, spektrum ticareti kapsamında yapılan spektrum transferleri FCC onayı ile geçerlik

kazanmaktadır. Spektrum transferinde asıl lisans sahibi, enterferans şartlarını yerine getirmekten ve ayrıca kiracının FCC tarafından uygulanan Radyo Frekans Radyasyonu Güvenlik Rehberi'ne uymasını sağlamaktan sorumludur [24].

3.4.4. Avustralya

Avustralya'da spektrum yönetimine ilişkin düzenlemeler, Haberleşme ve Medya Otoritesi (Australian Communications and Media Authority-ACMA) tarafından, 1992 tarihli Radyokomünikasyon Kanununa göre yürütülmektedir [28].

Avustralya spektrum yönetiminde; Cihaz Bazlı, Sınıf Bazlı ve Spektrum Bazlı olmak üzere 3 çeşit lisanslama mevcuttur. Cihaz Bazlı Lisanslama; konum bazlı olup, lisanslarda sabit veya mobil olarak hizmet tipleri, konum, güç, frekans ve emisyon tipi gibi özellikler belirtilmekte, bu lisansların ticareti yapılabilmektedir. Sınıf bazlı lisanslama; telsiz mikrofonlar, uzaktan kumanda cihazları gibi düşük güçlü cihazları kapsayan, hususi lisans alınmasına gerek olmayan yetkilendirmeden muaf yaklaşım tipi lisanslamadır. Spektrum bazlı lisanslama; teknoloji ve hizmet bağımsız olarak uygulanan, genellikle kapsama alanı bazlı ve pazar yaklaşımına lisanslama olup ticareti yapılabilmektedir [35].

Avustralya'da spektrum ticaretinin zemini 1983 tarihli Radyokomünikasyon Kanunu ile yapılan tanımlamalarla hazırlanmıştır. Bu tanımlamalarda spektrum lisansına karşılık gelen "parcel" yaklaşımı diğer ülkelere göre farklılık arzeder; Parcel (saha) tanımı üç boyutlu bir hacimi ifade ederken lisans, bu parsel içinde belirli bir alan ve frekansa karşılık olmakta ve lisans sahibi bu parselde lisans şartlarına uymak koşuluyla parsel sahasının herhangi bir yerinde herhangi bir cihazı kullanabilmektedir. Spektrum lisansları; tanımlanmış standart ticari birimden daha küçük olmamak üzere coğrafi alan veya frekans temelli olarak kısmileştirilebilmekte, birleştirilebilmekte veya tamamı ya da bir kısmı pazar koşullarında satılabilmektedir. Üç boyutlu standart ticari birimin taban yüzeyi frekansın kapsama bölgesini ve yüksekliğide bandgenişliğini temsil etmek üzere, pazar ihtiyaçlarına göre bu birimler

toplanabilmekte, bandgenişliği sabit tutularak kapsama veya kapsama sabit tutularak bandgenişliği değiştirilebilmektedir [35].

Avustralya'da spektrum ticareti uygulaması; ilk aşamada ticareti yapılacak spektrum alanı, sahibi, şartları lisans kayıtlarının bulunduğu kütükten belirlendikten sonra ikinci aşamada tarafların karşılıklı görüşmesi ve anlaşması ile son aşamada ise ilgili formların düzenlenmesi ve bunların lisans değişim bedelleri kadar idari ücretle birlikte ACMA'ya iletilmesi şeklinde üç adım da gerçekte, ACMA onayı sonrası kütüğe işlenerek sonuçlanmaktadır [35].

Avustralya'da spektrumun serbestleşmesi anlamında, spektrum ticareti uygulamaları kapsamındaki spektruma erişim için teknoloji bağımsız bir politika uygulanmaktadır. Kullanım hakkı sağlanan spektrumun kullanımı bir hizmet veya teknolojiyle sınırlandırılmayıp serbest olduğundan, lisans şartlarına uyulmak koşulu ile spektrum alanı dâhilinde işletecek hizmet seğiminde sınırlama yoktur [24].

3.4.5. Avrupa Birliği

AB düzeyinde spektrum yönetimi; AB Elektronik Haberleşme Düzenleyici Çerçeve ve Radyo Spektrum Politikası Kararlarına (RSD-Radio Spectrum Policy Decision) dayanmakta ve Avrupa Birliği spektrum yönetimi altyapısını Radyo Spektrum Komitesi (RSC-Radio Spectrum Committee) ile Radyo Spektrum Politika Grubu (RSPG-Radio Spectrum Policy Group) oluşturmaktadır. RSC, AB bünyesinde temel olarak spektrum kullanımı harmonizasyonunun teknik anlamda geliştirilmesi ile ilgilidir. RSPG'nin rolü ise üst düzey stratejik radyo spektrum politikası geliştirmek ve AB Komisyonuna, RSC kapsamındaki teknik konular dışında, politika konusunda daha geniş anlamda yardımcı olmak ve tavsiyelerde bulunmaktır. Avrupa düzeyinde spektrum yönetimi, Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Avrupa Konferansı'ndan (CEPT-European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) destek alır ve AB Komisyonu, CEPT'in Avrupa Haberleşme Komitesi (ECC-European Communications Committee) ve ECC'ye uzmanlık desteği sağlayan Avrupa

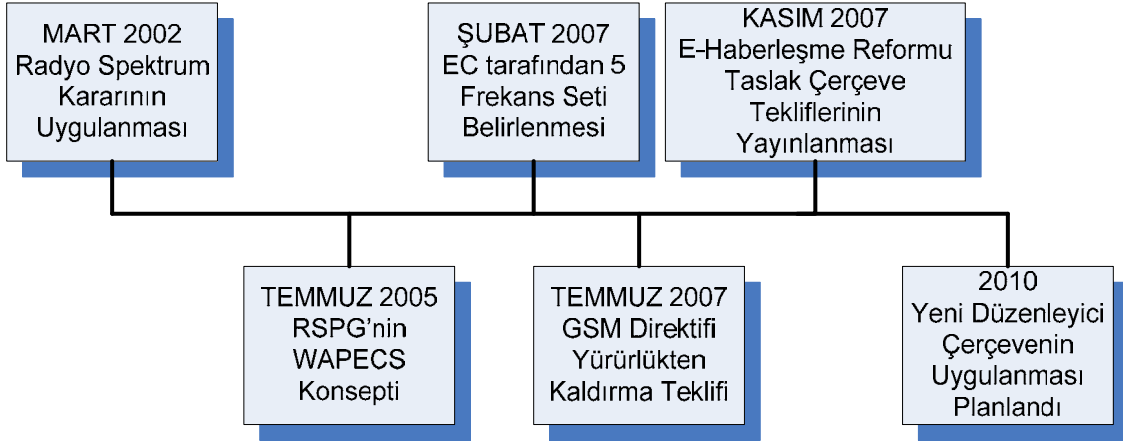
Radyokomünikasyon Ofisi (ERO-European Radiocommunications Office) ile radyo spektrumu konularında yakın bir çalışma yürütür [36].

AB mevcut düzenleyici çerçevesi; geleneksel idari yaklaşımın (düzenle ve kontrol et) ötesinde teknolojik tarafsızlık, spektrum için istisnai özel haklar ve üye ülkelerde spektrum ticaretine izin veren genel ilkeleri içermektedir. Her ne kadar bazı üyeler doğru hamleyle spektrum yönetim sistemlerinde serbestleştirme gerçekleştireseler de Komisyonun değerlendirmesine göre bunlar genel ilkeleri yansıtacak yeterlikte görülmemekte ve bu problemlere cevap olmak üzere mevzuat ve politik olarak düzenleyici reform girişimlerine planlı bir şekilde devam edilmektedir.

Avrupa Komisyonunca; spektrum yönetimi yaklaşımlarında yoğun Avrupa koordinasyonu ile daha esnek spektrum yönetimi rejimi için girişimlere devam edilmiş, daha ileri reform prensipleri ile esnek ve ekonomik etkin bir spektrum kullanımını öngören çerçeve WAPECS (The Wireless Access Policy for Electronic Communications Services) konsepti 2005 yılında önerilmiştir. Bu öneriler 2007 yılında, Avrupa Parlamentosunda değerlendirilerek; AB'nin rekabete ve teknolojik gelişmelere önem veren kullanıcı yararına istifciliği ve tekelciliği engelleyen sürdürülebilir bir spektrum yaklaşımına ihtiyacı olduğu belirtilmiş, ayrıca parlamento tarafından; geleneksel idari spektrum yönetimi yaklaşımı ve lisanslanmamış spektrum için daha fazla pazar temelli yaklaşım ile servis ve teknoloji tarafsızlığı kabul edilmiştir. AB Komisyonu Şubat 2007'de spektrum serbestleşmesi konusunda daha ileri pratik adımlar atarak beş set frekans bandını daha esnek kullanım için belirlemiştir. Tüm bu değişiklik tekliflerinin ilgili kurumlarca değerlendirilerek 2010 yılından itibaren yürürlüğe girecek şekilde AB düzenleyici çerçevesinin revize edilmesi beklenmektedir (Şekil 3.1) [36].

AB her ne kadar üye ülkeler arasında daha fazla koordinasyon arıyorsa da, şu anda Avrupa çapında geniş bir politika çeşitliliği ile spektrum yönetiminin genel olarak yavaş adımlarla daha esnek bir stratejiye doğru hareket ettiği görülmektedir. 2003 yılında AB düzenleyici çerçevenin uygulanması sonrasında bazı üye ülkelerde ikincil ticarete doğru ilerleme görülmüştür. 2004 yılı itibariyle; kendi ulusal mevzuatında

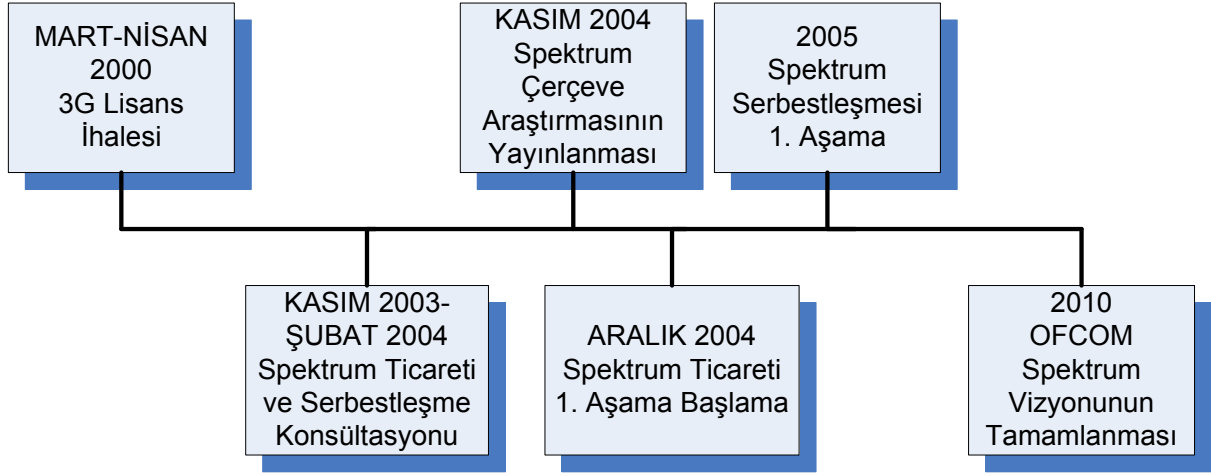
spektrum ticaretine izin veren üye ülke sayısı 10'a yükselirken bu ülkelerden Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fransa, Hollanda ve İsveç'te spektrum serbestleşmesi ile spektrum ticaretine izin verilmektedir.



Şekil 3.1. AB Spektrum Serbestleşmesi Yol Haritası

Tüm bunlar üye ülkelerin daha esnek spektrum yönetimi formlarına doğru hareket ettiğini göstermekle beraber reformun ölçüsü ülkeden ülkeye değişmektedir. Örneğin, Hollanda'da her ne kadar spektrum haklarının ikincil ticaretine tamamen izin veriliyor olsa da, her hangi bir transfer için ulusal düzenleyici otoritenin izin vermesi gerekir.

Diğer taraftan İngiltere'de, yoğun kapsamlı danışmayı takiben düzenlemelerde ayrıntılar üzerine vurgu yapılmıştır. Spektrum ticareti, 2007 yılı itibarıyla yürürlükteki tüm lisanslara uygulanabilecek şekilde, Aralık 2004 yılından itibaren uygulanmaya başlamıştır (Şekil 3.2). Spektrum yönetim yaklaşımları kapsamında frekans yelpazesinin %7'si lisans muaf olmak üzere, toplamda kabaca %72'sinin serbestleştirilmesi planlanmıştır.



Şekil 3.2. İngiltere Spektrum Serbestleşmesi Yol Haritası

İngiltere’de halen lisans muaf düzenlemeleri kapsamında yapı malzemesi analiz cihazları ve sabit uydu servisindeki yüksek yoğunluklu uygulamalar gibi yeni teknolojilerin ve yeni kablosuz uygulamalarının kullanımına izin vermenin yanında Avrupa ile uyumlu olarak düzenlemeleri basitleştirmek için geniş bir sektörel danışma yürütülmektedir [36].

4. SONUÇ

Elektromanyetik spektrum kullanıldıkça tükenmeyen kıt bir kaynaktır. Radyo haberleşmesi spektruma ihtiyaç duyduğundan, spektrum ekonomik olarak çok değerlidir. Hızla gelişen teknolojiler (örneğin 3G-4G ve ötesi) ile spektruma daha hızlı erişim, telekomünikasyon, radyo-TV ve internetin yakınsaması, kablosuz servisler için artan güçlü talepler sonucu spektrum idaresinin önemi artmış ve frekansın daha efektif kullanımını sağlayacak, yeni yaklaşımları içeren farklı idare modellerinin uygulanması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Teknolojik gelişmeler, pazar ve kullanıcı eğilimi, yakınsama gibi tüm bu etkiler nedeniyle son yıllarda ülkelerin spektrum düzenlemesinde; daha etkin ve esnek kullanıma imkan verecek reform gayretlerinin yoğunlaşması ile, geleneksel idari yönetim yaklaşımının spektrum talebini karşılamadaki hantallığı ve yetersizliğine çözüm olarak pazar dinamikleri tarafından yönlendirilen “pazar yönetimi” yaklaşımına doğru bir eğilim öne çıkmaya başlamıştır.

Günümüzde, ülkelerin spektrum yönetiminde idari yönetim yaklaşımı yanında yetkilendirmeden muaf yaklaşım ve pazar yaklaşımı uygulamaları artmaktadır. İdari yönetim yaklaşımında spektrumun idaresi tek elden ve belirli kurallar çerçevesinde sağlandığından, kullanımda hayli önemli olan enterferansın kontrolü ve önlenmesi etkin bir şekilde yapılmakta ancak, spektrumun artan talebini hızlı ve esnek olarak karşılamada yetersiz kalınmaktadır. Yetkilendirmeden muaf yaklaşımın getirdiği serbestleşme ile spektrumun yönetimi daha kolay hale gelmekte ancak çok geniş bir aralık yerine kısıtlı bir frekans aralığında uygulanabilmektedir. İdari yönetim yaklaşımının talebi karşılamadaki hantallığı ile yetkilendirmeden muaf yaklaşımın kısıtlı bir alanda uygulanabilirliğine karşılık, spektrumda serbestleşme içeren pazar yaklaşımında; spektrum ticareti vasıtasıyla spektruma daha hızlı erişim, spektrum değerinin pazar tarafından belirlenmesi, spektrumun daha hızlı el değiştirmesi ve bu dinamiklerin pazar tarafından yönlendirilmesi hedeflenmektedir.

Düzenleyici çerçeve kapsamında yapılan spektrum ticaretinde; spektrum kullanım haklarının kısmen ya da tamamen kiralanması veya satışı, coğrafi bölge, zaman veya spektrum temelli bölünmesi/toplanması ve kullanım tipinin değiştirilmesine imkan veren modeller uygulanmaktadır. Esnek spektrum yönetimi kapsamında uygulanan spektrum ticaretinde ise serbestleşme etkisiyle spektrum kullanımının teknoloji ve hizmetten bağımsız uygulaması mevcuttur.

Genel olarak spektrum reformu kapsamında spektrumda serbestleşme ve spektrum ticareti uygulayan ülke tecrübeleri beklentiler yönüyle olumlu olup, spektrum ticareti ile spektrum kaynağının daha etkin bir şekilde kullanıldığı ve spektrumdan daha fazla fayda sağlanacağı değerlendirilmektedir.

1959 yılında, “kullanım haklarının tanımlanmasıyla rekabetçi pazar oluşması sağlanarak kaynakların etkin yönetim yolları bulunur” şeklindeki analiz ile spektrum için bir pazar oluşmasını öneren ekonomist Ronald H. Coase’in teorik olarak haklılığı bugün daha açık görülmektedir. Ülkelerin spektrum yönetimi için, bugün bu öneriyi ispatlayan tecrübelerin yanında o teorinin geliştirilerek pratiğe dönüştürülmesi şansı mevcuttur.

KAYNAKLAR

- [1] History and Regulation of The Telephone Industry, International Engineering Consortium, <http://www.iec.org/tutorials/fund-telecom/topic01.asp>
- [2] Briefing Paper, Telecoms Infotech Forum, Radio Spectrum Issues in Hong Kong Avoiding another Cable Blackout?, <http://www.trp.hku.hk/tif/home.php>
- [3] Fuentelsaz, L. Maicas, J. P. Polo Y. The Evolution of Mobile Communications in Europe: The Transition from the Second to the Third Generation, Telecommunications Policy Vol:32, Issue 6, July 2008, 436-449, Elsevier.
- [4] Tellabs IntegratedMobile Solution: 2G and 3G Mobile Solutions for ETSI Markets, <http://www.tellabs.com/solutions/integratedmobile/>
- [5] Radio Spectrum Management for a Converging World, Background Paper, RSM/07 Feb. 2004, ITU, Geneva.
- [6] Cave M., Foster A., Jones W. R., Radio Spectrum Management: Overview and Trends, Sept. 20, 2006.
- [7] Leese R., Levine P., Rickman N., The Economic Effects of Spectrum Trading, Royal Economic Society Annual Conference 2002, Nr:123, January 18.
- [8] Objectives of Spectrum Management, InfoDev & ITU Joint Project, ICT Regulation Toolkit, <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.1285.html>
- [9] Burns J. W., Measuring Spectrum Efficiency-The Art of Spectrum Utilisation Metrics, Aegis Systems Ltd.
- [10] J. M. Peha, Sharing Spectrum through Spectrum Policy Reform and Cognitive Radio, Proceedings of the IEEE, 2008.
- [11] Wellenius B., Neto I., Managing the Radio Spectrum: Framework for Reform in Developing Countries, Policy Research Working Paper No: 4549, The World Bank, March 2008.
- [12] Marcus J. S., Nett L., Scanlan M., Stumpf U., Cave M., Pogorel G., Towards More Flexible Spectrum Regulation, Wik Consult, Bad Honnef, December 2005.
- [13] Dynamic Spectrum Access, Commission for Communications Regulation, Briefing Note, April 2007, Dublin.
- [14] A Market-Based Approach To Spectrum Management In The European Union, COM (2005) 400 Final, Brussels, September 2005.

- [15] Manual of Regulations & Procedures for Federal Radio Frequency Management, NTIA, 2001.
- [16] Working Methods For The Radiocommunication Assembly, The Radiocommunication Study Groups, And The Radiocommunication Advisory Group ITU, Resolution, ITU-R 1-5, 2007, Geneva.
- [17] Refarming And Secondary Trading in A Changing Radiocommunications World, ECC Report 16, CEPT, September 2002, Messolonghi.
- [18] The RSPG Opinion on Secondary Trading of Rights to Use Radio Spectrum, Doc. No. RSPG04-54, RSPG, 2004.
- [19] Foster A. M., Spectrum Sharing, Discussion Paper GSR 2008, ITU 8th. Global Symposium for Regulators, 11-13 March 2008.
- [20] Market Methods, InfoDev & ITU Joint Project, ICT Regulation Toolkit, <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.2836.html>
- [21] Spectrum Framework Review: Implementation Plan, Ofcom-Office of Communications, 2005.
- [22] Pujol F., Regulatory and Policy Implications of Emerging Technologies to Spectrum Management, Communications & Strategies No. 67/3rd quarter 2007, International Journal of Digital Economics, IDATE.
- [23] Towards More Flexible Spectrum Regulation, ITU New Initiatives Workshop On The Regulatory Environment For Future Mobile Multimedia services, ITU MMS/04a, Mainz 21-23 June 2006.
- [24] Study on Conditions and Options in Introducing Secondary Trading of Radio Spectrum in the European Community, Analysys, DotEcon, Hogan & Hartson, Summary of Final Report for the European Commission, May 2004.
- [25] Secondary Markets for Spectrum: Policy Issues, OECD, 20 April 2005, DSTI/ICCP/TISP(2004)11/Final.
- [26] Radio Spectrum Policy, Radio Spectrum Management Group, Ministry of Economic Development, New Zealand.
<http://www.rsm.govt.nz/cms/policy-and-planning/radio-spectrum-policy>
03.12.2009
- [27] Radio Spectrum Management, Ministry of Economic Development.
<http://www.rsm.govt.nz/cms/resource-library/legislation/acts-and-regulations>
03.12.2009

- [28] Managing Spectrum Through the Market, A Consultative Document on Spectrum Trading, October 1998, Radiocommunications Agency of the Department of Trade and Industry.
http://www.ofcom.org.uk/static/archive/ra/publication/ra_info/ra335/ra335.htm
04.12.2009
- [29] Ibarguen G., Case Study on Guatemala, Workshop on Spectrum Management for a Converging World, ITU, Geneva, 2004.
<http://www.itu.int/osg/spu/ni/spectrum/guat-rsm.pdf>
- [30] Xavier P., Ypsilanti D., Policy Issues in Spectrum Trading, Emerald Group Publishing Limited, Volume 8 Number 2, 2006.
- [31] Federal Communications Commission (FCC) Home Page, <http://www.fcc.gov/>,
http://wireless.fcc.gov/spectrum/proceeding_details.htm?proid=356, 08.12.2009
- [32] Kwerel E., Williams J., A Proposal for a Rapid Transition to Market Allocation of Spectrum, OPP Working Paper Series, FCC, Washington, November 2002,
http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-228552A1.pdf,
- [33] Secondary Market Initiative, FCC,
http://wireless.fcc.gov/licensing/index.htm?job=secondary_markets, 08.12.2009
- [34] FCC Adopts Spectrum Leasing Rules And Streamlined Processing For License Transfer and Assignment Applications and Proposes Further Steps to Increase Access to Spectrum Through Secondary Markets, FCC NEWS, 15 May 2003.
http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-234562A1.pdf
- [35] How does Australia Manage the Spectrum, ACMA.
http://www.acma.gov.au/WEB/STANDARD/pc=PC_2613
- [36] Economic Impacts of Increased Flexibility and Liberalisation in European Spectrum Management, Report for A Group of European Communications Sector Companies, London Economics, April 2008.