

**UYDU-KARASAL MOBİL
YAKINSAMASININ 5G VE ÖTESİ
TEKNOLOJİLER PERSPEKTİFİNDE
İNCELENMESİ VE TÜRKİYE İÇİN
DÜZENLEYİCİ ÖNERİLER**

Elif İPEK

Bilişim Uzmanlığı Tezi

Ağustos 2025

**UYDU-KARASAL MOBİL
YAKINSAMASININ 5G VE ÖTESİ
TEKNOLOJİLER PERSPEKTİFİNDE
İNCELENMESİ VE TÜRKİYE İÇİN
DÜZENLEYİCİ ÖNERİLER**

Elif İPEK

Bilişim Uzmanlığı Tezi

Ağustos 2025

Elif İPEK tarafından hazırlanan “*Uydu-Karasal Mobil Yakınsamasının 5G ve Ötesi Teknolojiler Perspektifinde İncelenmesi ve Türkiye İçin Düzenleyici Öneriler*” adlı bu tezin Bilişim Uzmanlığı tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Bilişim Uzmanı, Rami URFALIOĞLU
Tez Danışmanı

Bu çalışma, tez savunma komisyonumuz tarafından Bilişim Uzmanlığı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Kurul Üyesi, Nurettin ŞAR

Üye : Kurum Başkan Yardımcısı, Beytullah KUŞCU

Üye : Daire Başkanı, Afşin BÜYÜKBAŞ

Üye : Bilişim Uzmanı, Mehmet Alper TEKİN

Üye : Bilişim Uzmanı, Rami URFALIOĞLU

Bu tez, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
KISALTMALAR	vi
GİRİŞ	1
1. MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİ	5
1.1. Mobil Teknolojilere Genel Bakış	5
1.1.1. 1G	5
1.1.2. 2G	6
1.1.3. 3G	7
1.1.4. 4G	8
1.1.5. 5G	10
1.1.6. 6G	12
1.2. Mobil Haberleşmede Kullanılan Frekanslar	17
1.3. Ülkemizde Mobil Haberleşmenin Durumu	18
2. UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİ.....	21
2.1. Uydu Haberleşmesinin Tarihçesi	21
2.2. Uydu Haberleşme Sistem Mimarisi	23
2.2.1. Kontrol segmenti	23
2.2.2. Yer segmenti	24
2.2.3. Uzay segmenti	24
2.2.3.1. Uydu.....	25
2.3. Uydu Haberleşme Linkleri	27
2.4. Uydu Türleri	27
2.4.1. Yörünge türlerine göre uydular	27
2.4.1.1. Yer durağan yörünge (GEO) uyduları	28
2.4.1.2. Yakın yörünge (LEO) uyduları	29
2.4.1.3. Orta Dünya yörüngesi (MEO) uyduları	31
2.4.1.4. Yüksek eliptik yörünge (HEO) uyduları	32
2.5. Uydu Hizmetleri	33
2.5.1. Sabit uydu hizmetleri (FSS)	34
2.5.2. Yayın uydu hizmetleri (BSS)	34
2.5.3. Mobil uydu hizmetleri (MSS)	34
2.6. Uydu Frekansları	35
2.6.1. L bandı (1–2 GHz).....	37
2.6.2. S bandı (2–4 GHz).....	38
2.6.3. C bandı (4–8 GHz)	38
2.6.4. X bandı (8–12 GHz)	38
2.6.5. Ku bandı (12–18 GHz)	39
2.6.6. Ka bandı (26–40 GHz).....	39
3. UYDU-KARASAL MOBİL SİSTEMLERİN YAKINSAMASI	40
3.1. Yakınsama Kavramı	40
3.2. Karasal Olmayan Ağlar (NTN)	42

3.2.1. NTN yaklaşımları	44
3.2.1.1. Tescilli yaklaşımlar	45
3.2.1.2. Standartlaştırılmış yaklaşımlar	47
3.3. Uydu-Karasal Mobil Yakınsamasına İlişkin İş Birlikleri	51
3.3.1. SpaceX – Starlink	51
3.3.2. AST SpaceMobile	55
3.3.3. Amazon – Project Kuiper	60
3.3.4. İridium Communications	62
3.3.5. Lynk Global	64
3.3.6. Globalstar	66
3.3.7. Viasat	69
3.3.8. OneWeb	70
3.4. D2C-IMT Hizmeti SWOT Analizi	73
4. ULUSLARARASI KURULUŞLAR VE ÜLKE UYGULAMALARI	76
4.1. Uluslararası Kuruluşlar	76
4.1.1. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)	76
4.1.2. Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (CEPT)	83
4.1.3. Avrupa Birliği (AB)	89
4.2. Ülke Uygulamaları	92
4.2.1. ABD (FCC)	96
4.2.2. Almanya (BNetzA)	97
4.2.3. Avustralya (ACMA)	98
4.2.4. İngiltere (OFCOM)	99
4.2.5. Japonya (MIC)	101
4.2.6. Kanada (ISED)	103
4.2.7. Yeni Zelanda (MBIE)	104
5. TÜRKİYE’DE MEVCUT DURUM	106
5.1. Türkiye’de Mevcut Mevzuat Çerçevesi	106
5.2. İşletmecilerin Görüşleri	117
5.1.1. TT Mobil’in Görüşleri	117
5.1.2. Turkcell’in Görüşleri	120
5.1.3. Vodafone’un Görüşleri	123
5.1.4. Türksat’ın Görüşleri	126
5.1.5. Demirören Haberleşme’nin Görüşleri	128
5.1.6. ICT Telekom’un Görüşleri	130
5.1.7. Plan-S’in Görüşleri	131
5.1.8. İşletmeci Görüşlerinin Değerlendirilmesi	134
5.2. Ülkemizde Yürütülen Deneme Faaliyetleri	135
SONUÇ VE ÖNERİLER	136
KAYNAKLAR	162
EKLER	171
ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ	205
ÖZGEÇMİŞ	206

ÖZET

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU	
Tezin Adı	Uydu-Karasal Mobil Yakınsamasının 5G ve Ötesi Teknolojiler Perspektifinde İncelenmesi ve Türkiye İçin Düzenleyici Öneriler
Türü	Bilişim Uzmanlığı Tezi
Yazar	Elif İPEK
Teslim Tarihi	06.08.2025
Anahtar Kelimeler	Yakınsama, Karasal Olmayan Şebekeler, Doğrudan Hücreye, Doğrudan Cihaza
Tez danışmanı	Rami URFALIOĞLU
Sayfa Adedi	xi + 206

Günümüzde mobil haberleşme teknolojileri hızla gelişmekte ve artan veri ihtiyacı, kapsama alanı talepleri ile birlikte daha kapsayıcı, esnek ve dayanıklı şebeke yapılarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede, karasal mobil sistemlerle uydu haberleşme sistemlerinin bütünleşmesi anlamına gelen uydu-karasal mobil yakınsaması, 5G ve 6G gibi yeni nesil teknolojilerde stratejik bir rol üstlenmektedir. 3GPP tarafından geliştirilen 5G standardında “karasal olmayan ağlar (Non-Terrestrial Networks, NTN)” başlığı altında ele alınan bu yaklaşım, geleneksel kapsamının ötesine geçerek kırsal, dağlık ve afet bölgeleri gibi erişimin sınırlı olduğu alanlara da hizmet götürmeyi mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmada, söz konusu teknolojik dönüşümün teknik ve düzenleyici boyutları detaylı biçimde incelenmekte, D2C-IMT (Doğrudan Uyduya Bağlantılı IMT) gibi yeni iletişim modelleri üzerinden yakınsamanın uygulamaları değerlendirilmektedir. Küresel eğilimlerin yanı sıra Türkiye özelinde düzenleyici çerçevede karşılaşılan engeller ve fırsatlar ortaya konulmakta; ülkemizin haberleşme altyapısında bu dönüşümün nasıl sağlanabileceğine ilişkin öneriler sunulmaktadır. Böylelikle, Türkiye'nin milli ve yerli haberleşme politikalarıyla uyumlu olacak şekilde, uydu-karasal şebeke entegrasyonunun etkin bir biçimde hayata geçirilmesi amaçlanmaktadır.

ABSTRACT

INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES AUTHORITY	
Thesis	Investigation of Satellite-Terrestrial Mobile Convergence in the Perspective of 5G and Beyond Technologies and Regulatory Recommendations for Türkiye
Type	ICT Expert Thesis
Author	Elif İPEK
Submission Date	06.08.2025
Key Words	Convergence, Non-Terrestrial Networks, Direct to Cell, Direct to Device
Advisor	Rami URFALIOĞLU
Total Page	xi + 206
<p>Today, mobile communication technologies are evolving rapidly, and the growing demand for data and coverage requires the development of more inclusive, flexible, and resilient network architectures. In this context, <i>satellite-terrestrial mobile convergence</i>, which refers to the integration of terrestrial mobile systems with satellite communication systems, plays a strategic role in next-generation technologies such as 5G and 6G. This approach, addressed under “Non-Terrestrial Networks (NTN)” within the 5G standards developed by 3GPP, enables service delivery to remote, mountainous, and disaster-prone areas beyond the reach of conventional coverage.</p> <p>This study examines the technical and regulatory aspects of this technological transformation in detail, evaluating applications of convergence through emerging communication models such as D2C-IMT (Direct-to-Cell IMT). In addition to global trends, it explores the regulatory challenges and opportunities specific to Türkiye and presents recommendations on how this transformation can be implemented within the country’s communication infrastructure. The ultimate goal is to enable effective satellite-terrestrial integration in alignment with Türkiye’s national priorities of developing domestic and indigenous communication capabilities.</p>	

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın her aőamasında değerli bilgi ve yönlendirmeleriyle her zaman yanımda olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli danıőmanım Sn. Rami URFALIOğLU'na; bilgi ve tecrübelerinden istifade etme imkânı bulduğum Yetkilendirme Dairesi Başkanı Sn. Beytullah KUŞCU'ya; çalışma sürecim boyunca yapıcı yaklaşımı, yol gösterici katkıları ve her zaman hissettirdiği desteğiyle önemli katkılar sağlayan kıymetli koordinatrm Sn. Ramazan Gökhan DÖNMEZ'e; tez sürecinde desteğini esirgemeyen tüm çalışma arkadaőlarıma; varlığıyla bana g veren ve bu süreci benimle birlikte sabırla geçiren sevgili eőim Necip İPEK'e; her daim yanımda olduklarını hissettiren kıymetli aileme teőekkürü bir borç bilirim.

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Ülkelerin yörüngedeki uydu sayıları.....	22
Tablo 2.2. Uydu Haberleşme frekans bantları ve uydu hizmet türleri.....	37
Tablo 3.1. Mobil operatörlerin NTN uygulamalarında uydu tercihleri.....	49
Tablo 3.2. D2C-IMT teknolojisi SWOT analizi	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. IMT-2030 kullanım senaryoları.....	13
Şekil 1.2. IMT-2030'un yetenekleri.....	16
Şekil 2.1. Uydu haberleşme sistemi.....	23
Şekil 2.2. Eğik boru ve yerleşik işlemcili yüklere sahip uydu sistem mimarileri.....	26
Şekil 2.3. ISL ve eğik boru mimarisi.....	31
Şekil 2.4. Radyo ve uydu frekans diyagramı.....	36
Şekil 3.1. 3 boyutlu uzay şebeke mimarisi.....	43
Şekil 3.2. NTN-TN entegrasyon ve birleşimine ilişkin yol haritası.....	44
Şekil 3.3. D2C-IMT Mimarisi.....	50
Şekil 3.4. Starlink-Mobil operatör çalışma prensibi.....	55
Şekil 3.5. AST SpaceMobile uydudan hücreye (Satellite-to-Cellular) mimarisi.....	57
Şekil 3.6. Amazon Project Kuiper sistem mimarisi.....	62
Şekil 3.7. İridum-Project Stardust şeması.....	64
Şekil 3.8. Globalstar şebeke mimarisi.....	68
Şekil 3.9. Apple-Globalstar iş birliği kapsamında SOS hizmeti.....	69
Şekil 3.10. Eutelsat Oneweb'in GEO/LEO mobil transmisyon çözümü.....	72
Şekil 4.1. CEPT organizasyon şeması.....	85

KISALTMALAR

1G	Birinci Nesil Mobil Telekomünikasyon (First Generation Mobile Telecommunications)
2G	İkinci Nesil Mobil Telekomünikasyon (Second Generation Mobile Telecommunications)
3G	Üçüncü Nesil Mobil Telekomünikasyon (Third Generation Mobile Telecommunications)
3GPP	3. kuşak ortaklık programı (Third Generation Partnership Program)
4/4.5 G	Dördüncü Nesil Mobil Telekomünikasyon (Fourth Generation Mobile Telecommunications)
5G	Beşinci Nesil Mobil Telekomünikasyon (Fifth Generation Mobile Telecommunications)
5G-NR	5G Yeni Radyo (5G New Radio)
6G	Altıncı Nesil Mobil Telekomünikasyon (Sixth Generation Mobile Telecommunications)
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACMA	Avustralya İletişim ve Medya Otoritesi (Australian Communications and Media Authority)
AMPS	İleri Mobil Telefon Hizmeti (Advanced Mobile Phone Service)
BNetzA	Almanya Federal Şebeke İdaresi (Federal Network Agency)
BSS	Yayın Uydu Hizmetleri (Broadband Satellite Services)
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CDMA	Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access)
CDMA-2000	Kod Bölmeli Çoklu Erişim-2000 (Code Division Multiple Access)
CEPT	Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)
CERP	Avrupa Posta Düzenlemeleri Komitesi (European Committee for Postal Regulation)
D2C	Doğrudan Hücreye (Direct-to-Cell)
D2C-IMT	IMT üzerinden Doğrudan Hücreye (Direct-to-Cell-IMT)

D2C-MSS	MSS üzerinden Doğrudan Hücreye (Direct-to-Cell-MSS)
D2D	Doğrudan Cihaza (Direct-to-Device)
DBS	Doğrudan Yayın Uydu (Direct Broadband Satellite)
EDGE	Küresel Evrim İçin Geliştirilmiş Veri Hızları (Enhanced Data Rates For Global Evolution)
ECC	Elektronik Haberleşme Komitesi (Electronic Communications Committee)
ECS	Elektronik Haberleşme Hizmetleri (Electronic communications services)
EECC	Avrupa Elektronik Haberleşme Yasası (European Electronic Communications Code)
EHK	Elektronik Haberleşme Kanunu
EHSİYY	Elektronik Haberleşme Sektörüne İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği
eMBB	Gelişmiş Mobil Genişbant (Enhanced Mobile Broadband)
ESA	Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency)
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi (European Telecommunications Standard Institute)
FCC	Federal İletişim Komisyonu (Federal Communications Commission)
FDMA	Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (Frequency Division Multiple Access)
FM	Frekans Modülasyonu (Frequency Modulation)
FSS	Sabit Uydu Hizmetleri (Fixed Satellite Services)
GEO	Yer Durağan Yörünge (Geostationary Orbit)
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
GPRS	Genel Paket Radyo Hizmeti (General Packet Radio Service)
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications)
GSO	Jeosenkron Yörünge (Geosynchronous Orbit)
GSMA	GSM Birliği (GSM Association)
HAPS	Yüksek İrtifa Platform Sistemleri (High Altitude Platform Systems)

HEO	Yüksek Eliptik Yörünge (Highly Eccentric Orbit)
HSDPA	Yüksek Hızlı Paket İndirme Erişimi (High-Speed Downlink Packet Access)
HSUPA	Yüksek Hızlı Paket Yükleme Erişimi (High-Speed Uplink Packet Access)
HTS	Yüksek Verimli Uydu (High Throughput Satellite)
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IMT	Uluslararası Mobil Telekomünikasyon (International Mobile Telecommunications)
IMT-2000	Uluslararası Mobil Telekomünikasyon 2000 (International Mobile Telecommunications-2000)
IMT-2020	Uluslararası Mobil Telekomünikasyon 2020 (International Mobile Telecommunications 2020)
IMT-2030	Uluslararası Mobil Telekomünikasyon 2030 (International Mobile Telecommunications 2030)
IMT-Advanced	Uluslararası Mobil Telekomünikasyon-Gelişmiş (International Mobile Telecommunications-Advanced)
IoT	Nesnelerin İnterneti
IP	İnternet Protokolü (Internet Protocol)
IRG	Bağımsız Düzenleyiciler Grubu (Independent Regulators Group)
ISED	Kanada Yenilik, Bilim ve Ekonomik Kalkınma Bakanlığı (Innovation, Science and Economic Development Canada)
ISL	Uydular Arası Bağlantı (İntersatellite Link)
ISS	Uluslararası Uzay İstasyonu (International Space Station)
ITU	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union)
ITU-BR	Radyokomünikasyon Bürosu (Radiocommunication Bureau)
ITU-D	Telekomünikasyon Kalkınma Sektörü (ITU Telecommunication Development Sector)
ITU-R	Radyo Haberleşme Sektörü (ITU Radiocommunication Sector)
ITU-R SG	Radyokomünikasyon Çalışma Grupları (ITU-R Study Groups)

ITU-T	Telekomünikasyon Standardizasyon Sektörü (ITU Telecommunication Standardization Sector)
KVKK	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
LEO	Yakın Yörünge (Low Earth Orbit)
LTE	Uzun Vadeli Evrim (Long Term Evolution)
M2M	Makineler Arası İletişim (Machine to Machine)
MBIE	İş, Yenilik ve İstihdam Bakanlığı (Ministry of Business, Innovation, and Employment)
MEO	Orta Dünya Yörüngesi (Medium Earth Orbit)
MFCN	Mobil ve Sabit Haberleşme Ağları (Mobile/Fixed Communications Network)
MIC	Japonya İçişleri ve İletişim Bakanlığı (Ministry of Internal Affairs and Communications)
MMS	Multimedya Mesajlaşma Hizmeti (Multimedia Messaging Service)
mMTC	Büyük Makine Tipi Haberleşme (Massive Machine Type Communications)
MNO	Mobil Ağ Operatörü (Mobile Network Operator)
MS	Mobil Hizmetler (Mobile Services)
MSS	Mobil Uydu Hizmetleri (Mobile Satellite Services)
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
NB-IoT	Dar Bant-Nesnelerin İnterneti (Narrow Band-Internet of Thing)
NB-IoT NTN	Dar Bant-Nesnelerin İnterneti NTN (Narrow Band-Internet of Things-NTN)
NGSO	Yer Durağan Olmayan Yörünge (Non-Geostationary Orbit)
NMT	Araç Telefonu Sistemi (Nordic Mobile Telephone)
NTN	Karasal Olmayan Ağlar (Non-terrestrial Networks)
NR	Yeni Radyo (New Radio)
NR-NTN	Yeni Radyo-NTN (New Radio-NTN)
OBP	Yerleşik İşlemci (On-board Processing)
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (The Organisation for Economic Co-operation and Development)

OFCOM	Birleşik Krallık İletişim Ofisi (Office of Communications)
OFDM	Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
OFDMA	Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)
PFD	Güç Akı Yoğunluğu (Power-flux Density)
POP	Varlık Noktası (Point of Presence)
RA	Radyokomünikasyon Genel Kurulu (Radiocommunication Assembly)
RAN	Radyo Erişim Ağı (Radio Access Network)
RR	Telsiz Tüzüğü (Radio Regulations)
RRB	Radyo Regülasyon Kurulu (Radio Regulations Board)
RRC	Bölgesel Radyokomünikasyon Konferansları (Regional Radiocommunication Conference)
RSPG	Radyo Spektrum Politikası Grubu (Radio Spectrum Policy Group)
SHF	Süper Yüksek Frekans (Super High Frequency)
SIM	Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity Module)
SMS	Kısa Mesaj Hizmeti (Short Message Service)
TACS	Toplam Erişim Haberleşme Sistemi (Total Access Communication System)
TDD	Zaman Bölmeli Çok Yönlü (Time Division Duplex)
TDMA	Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access)
TN	Karasal Ağ (Terrestrial Network)
TTC	Telemetri, İzleme ve Komuta (Tracking, Telemetry and Command)
UAS	İnsansız Hava Aracı Sistemi (Unmanned Aircraft System)
UHF	Ultra Yüksek Frekans (Ultra High Frequency)
UMTS	Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System)
URLLC	Ultra Güvenilir Düşük Gecikmeli Haberleşme (Ultra Reliable and Low Latency Communications)
VHF	Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency)

VoLTE	Uzun Vadeli Evrim Üzerinden Ses (Voice over Long Term Evolution)
WCDMA	Genişbant Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Wideband Code Division Multiple Access)
WiFi	Kablosuz İnternet Alanı (Wireless Fidelity)
WiMAX	Mikrodalga Erişim İçin Dünya apında Birlikte alışabilirlik (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
WRC	Dünya Radyo Konferansı (World Radicommunication Conferences)
WTDC	Dünya Telekomünikasyon Kalkınma Konferansları (World Telecommunication Development Conference)
WTSA	Dünya Telekomünikasyon Standardizasyon Genel Kurulu (World Telecommunication Standardization Assembly)

GİRİŞ

Günümüzde dijitalleşmenin hız kazanması ve bağlantılı yaşam biçimlerinin yaygınlaşması, elektronik haberleşme sektöründe kapsama, kapasite ve erişilebilirlik ihtiyaçlarını her zamankinden daha kritik hale getirmektedir. Bu dönüşüm, yalnızca büyük kent merkezlerinde değil, kırsal, dağlık ve afet riski altındaki bölgeler dahil olmak üzere geniş bir coğrafyada güvenilir ve kesintisiz iletişim altyapısının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, geleneksel karasal mobil ağların sınırlarının ötesine geçebilecek çözümlere duyulan ihtiyaç artmakta; uydu-karasal mobil yakınsaması fikri, hem teknik hem de stratejik bir zorunluluk olarak ön plana çıkmaktadır.

Uydu sistemleri, yüksek kapsama potansiyelleri sayesinde uzun yıllardır alternatif haberleşme çözümleri sunarken; mobil haberleşme teknolojileri, özellikle 4G sonrası gelişmelerle kullanıcı deneyimi, veri hızları ve servis kalitesi açısından büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Ancak bu iki sistemin uzun süre birbirinden bağımsız çalışması, potansiyel sinerjinin kullanılmasını sınırlamıştır. Son yıllarda artan veri ihtiyacı, acil durum iletişimi, IoT yaygınlığı ve kırsal dijital kapsama hedefleri gibi faktörler, uydu ve karasal ağların birlikte çalışabilirliğini zorunlu kılmıştır. Uydu-karasal mobil yakınsaması, bu iki altyapının birlikte çalışmasını sağlayarak daha kapsayıcı, esnek ve dayanıklı iletişim mimarilerinin önünü açmaktadır.

Bu yakınsama sürecinde en dikkat çekici gelişmelerden biri, 5G ve ötesi teknolojilerin ortaya koyduğu vizyondur. 5G yalnızca daha hızlı veri iletimini değil, aynı zamanda ultra düşük gecikme, yüksek güvenilirlik ve çoklu bağlantı kabiliyeti gibi özelliklerle birlikte, farklı dikey sektörlerin ihtiyaçlarını karşılayacak esnek altyapılar sunmayı hedeflemektedir. 3GPP tarafından geliştirilen 5G standardında “Non-Terrestrial Networks (NTN)” başlığı altında uydu sistemleri de resmi olarak mimariye entegre edilmiştir. Bu durum, uydu sistemlerini yalnızca tamamlayıcı değil, bizzat 5G'nin bir

parçası hâline getirmiştir. Bu yaklaşım, 6G vizyonunda daha da ileri taşınarak, uzay tabanlı altyapıların bütünsel şebeke mimarisine entegrasyonunu hedeflemektedir.

Bu teknolojik gelişmeler doğrultusunda, uydu üzerinden doğrudan cep telefonlarına hizmet sağlanmasını amaçlayan yeni bir iletişim modeli olarak Direct-to-Cell IMT (D2C-IMT) ortaya çıkmıştır. D2C-IMT, IMT bantlarında çalışan uydular aracılığıyla, kullanıcıların herhangi bir özel uydu cihazı ya da terminale ihtiyaç duymaksızın doğrudan cep telefonları üzerinden iletişim kurabilmelerini mümkün kılmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle karasal kapsama alanının bulunmadığı bölgelerde mobil şebeke erişimini sürdürmeyi amaçlamakta; afet anlarında kesintisiz iletişim imkânı sunmasıyla da öne çıkmaktadır. D2C-IMT teknolojisinin temel avantajları arasında, mevcut mobil cihazların kullanılabilirliği, entegrasyon kolaylığı ve mobil şebekenin kapsama boşluklarını doldurması ve afet/acil durumlar gibi kritik anlarda iletişim desteği sunması yer almaktadır. Diğer taraftan, frekans paylaşımı, enterferans, gecikme süreleri, güç sınırlamaları, sınırlı bant genişliği ve veri kapasitesi, spektrum uyumu ve ağ yönetimi gibi teknik ve regülasyonel zorluklar da bu sistemin yaygınlaşmasında dikkate alınması gereken temel başlıklardır.

Söz konusu teknolojiye ilişkin dünya genelinde birtakım iş birlikleri ile deneme izinleri verilmeye başlanmıştır. Özellikle LEO (Low Earth Orbit) uydu sistemlerinin artan yaygınlığı ile birlikte, uydu tabanlı mobil iletişim çözümleri küresel ölçekte daha erişilebilir hale gelmektedir.

Türkiye’de coğrafi yapının engebeli olması, dağlık alanların fazlalığı ve nüfusun önemli bir kısmının kırsal bölgelerde yaşaması nedeniyle, karasal altyapının her noktaya ulaştırılması hem teknik hem ekonomik açıdan zorlaşmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye'nin aktif bir deprem kuşağında yer alması, haberleşme altyapısının güvenilirliğini daha da kritik hâle getirmektedir. 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen ve geniş bir bölgeyi etkileyen Kahramanmaraş merkezli depremler, sadece fiziksel altyapıyı değil, haberleşme sistemlerini de derinden etkilemiş; iletişimin tamamen

kesildiği bölgelerde arama kurtarma ve koordinasyon faaliyetleri büyük ölçüde sekteye uğramıştır. Bu tür afet durumlarında, karasal sistemlerin zarar görmesi hâlinde devreye girebilecek uydu tabanlı doğrudan erişim çözümleri, hayat kurtarıcı bir rol üstlenebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında, D2C-IMT yalnızca teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda afet dayanıklılığı ve kamu güvenliği açısından da stratejik bir ihtiyaçtır.

Bu tez çalışmasında, elektronik haberleşme sektöründe artan bir öneme sahip olan uydu-karasal mobil yakınsaması olgusu, özellikle D2C-IMT hizmet modeli odağında ve 5G ve ötesi teknolojilerin sunduğu olanaklar çerçevesinde teknik ve düzenleyici boyutlarıyla ele alınmaktadır. Bu yeni iletişim modelinin dünyadaki gelişimi incelenerek, Türkiye'nin mevcut durumuna ilişkin kapsamlı bir değerlendirme yapılmakta; karşılaşılan zorluklar, gerekli düzenleyici değişiklikler ve atılması gereken adımlar analiz edilerek, ülkemiz için uygulanabilir bir düzenleyici çerçeveye katkı sunulması amaçlanmaktadır.

Bu kapsamda, tezin birinci bölümünde mobil haberleşmenin tarihçesinden başlanarak, 1G'den 6G'ye kadar olan süreç özetlenmiştir. Tüm bu nesillerin özellikleri ve bir önceki nesil ile aralarındaki farklar incelenerek, uydu haberleşme sistemleri ile mobil haberleşmenin yakınsamasını mümkün kılan 5G ve ötesi teknolojiler hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır.

Tezin ikinci bölümünde ise, söz konusu yakınsama modelinin ikinci ayağı olan uydu haberleşmesinin tarihçesi, sistem mimarisi, yörünge türlerine göre uydu türleri, uydu hizmet türleri gibi hususlar incelenerek, uydu-mobil yakınsamasına giriş yapmadan önce uydu yapısının daha iyi anlaşılması amaçlanmıştır.

Böylece tezin üçüncü bölümüne gelindiğinde, öncelikle yakınsama kavramı tanımlanmış, akabinde elektronik haberleşme sektöründe uydu-karasal mobil ağların

yakınsaması tanımına karşılık gelen NTN kavramından bahsedilmiştir. Akabinde NTN yaklaşımları incelenmiş ve işbu tez konusu kapsamında olan D2C-IMT teknolojisi ile birlikte bir diğer NTN yaklaşımı olan D2C-MSS teknolojisi hakkında da bilgiler verilmiştir. Bu iki teknolojinin ortak ve farklı yönleri ele alınarak, bu teknolojilere ilişkin dünya genelinde gerçekleştirilen iş birlikleri incelenmiştir. Son olarak da D2C-IMT teknolojisinin güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerini değerlendirmek amacıyla SWOT analizi gerçekleştirilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde, uydu-mobil yakınsamasına ilişkin çalışmalarının inceleneceği uluslararası kuruluşlar hakkında bilgi verilmiş olup, akabinde ITU, CEPT ve AB'nin D2C-IMT teknolojisi hakkındaki mevcut yaklaşımları ile devam eden çalışmaları hakkında bilgi verilmiştir. Müteakiben IRG ülkelerine gönderilen sualname cevapları incelenmiş ve D2C-IMT teknolojisine yönelik çalışmaları bulunan bazı ülkelerin, bu teknolojiye yaklaşımları ve yaptıkları çalışmalar ele alınmıştır.

Beşinci bölümde ülkemizin mevcut mevzuat çerçevesi incelenmiş olup, D2C-IMT teknolojisine ilişkin değerlendirmelerinin alınabilmesini teminen sualname iletilen mobil işletmeciler ve bazı diğer işletmeciler ile uydu sektörünün önemli oyuncularından bir uydu şirketinin görüşlerine yer verilmiştir.

Sonuç ve Öneriler bölümünde, tez çalışması kapsamında edinilen bilgiler ışığında ulaşılan sonuçlara ve bu sonuçlara dayanılarak, ülkemizde D2C-IMT teknolojisinin uygulanabilmesine yönelik geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

1. MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİ

1.1. Mobil Teknolojilere Genel Bakış

Mobil haberleşme teknolojileri, 1980'li yıllardan günümüze kadar geçen süreçte önemli bir evrim geçirmiş ve yalnızca bireyler arası sesli iletişimle sınırlı bir hizmetten, yüksek hızlı veri iletimi, nesnelerin interneti (IoT), düşük gecikmeli uygulamalar ve dikey sektör çözümleri sunabilen çok boyutlu bir altyapıya dönüşmüştür. Her yeni nesil (*generation*) mobil teknoloji, bir öncekine göre gerek kullanıcı deneyimi gerekse sistem mimarisi açısından önemli yenilikler getirmiştir.

Bu bölümde, mobil haberleşme teknolojilerinin tarihsel gelişim süreci, 1G'den başlayarak 5G ve ötesine kadar kronolojik olarak ele alınacaktır. Her bir neslin temel teknik özellikleri, kullanım alanları ve sektöre sağladığı katkılar özetlenmekte; mobil ağların günümüzde geldiği nokta daha iyi anlaşılabilmesi adına bütüncül bir çerçeve sunulmaktadır. Böylece, uydu-karasal mobil yakınsamasına uzanan yolda, mobil haberleşmenin kilometre taşlarına değinilerek D2C-IMT (*Direct-to-Cell International Mobile Telecommunications*) hizmetlerinin dayandığı altyapılar hakkında daha sağlam bir anlayış geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

1.1.1. 1G

1G (Birinci Nesil) olarak tanımlanan ilk mobil haberleşme teknolojisi tamamen analog bir sistem olup, yalnızca ses iletimi yeteneğine sahip bir teknolojidir. 1975-1990 senelerinde yaygın bir kullanıma sahip olan bu teknolojinin ilk örnekleri arasında; ABD'de 1978 yılında testlerine başlanan AMPS (Advanced Mobile Phone Service) sistemi, İskandinav ülkelerinde kullanım için geliştirilen NMT (Nordic Mobile

Telephone) ve İngiltere için geliştirilen TACS (Total Access Communications System) sistemleri bulunur¹.

Ülkemizde ise 1986'da araç telefonu olarak bilinen NMT sistemlerinin kullanımı ile ilk mobil telefon hizmetleri kullanılmaya başlanmıştır². Bununla birlikte, NMT olarak ülkemizde de sunulan 1G mobil haberleşme hizmetleri, 30.06.2005 tarihli ve 2005/427 sayılı Kurul Kararı ile sonlandırılmıştır.

1G teknolojisinde Frekans Modülasyon (FM) tekniğinin yanı sıra Frekans Bölmeli Çoklu Erişim adı verilen FDMA (Frequency Division Multiple Access) tekniği de kullanılmaktadır. Söz konusu bu tekniklerin yanı sıra kullanılan kanalların bant genişliklerinin dar olması veri iletişimini kısıtlamaktadır. 1G teknolojisinde kullanılan ilk örneklerden AMPS sistemine bakıldığında maksimum veri kapasitesinin 2,4 kbit/s olduğu görülmektedir. Bu düşük veri kapasitesinin yanı sıra ses hizmetine ilişkin kapasite ve kapsama alanı gibi hususların da kullanıcı taleplerinin artmasıyla birlikte yetersiz kalması İkinci Nesil (2G) haberleşmenin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır³.

1.1.2. 2G

1G teknolojisinden farklı olarak dijital sinyal teknolojisini kullanan 2G (İkinci Nesil) teknolojisinde, ses iletimi ile birlikte veri iletimi de mümkün hale gelmiştir. 2G teknolojisinin ilk modeli olan GSM (Global Systems for Mobile Communications) standardı ile SMS (Short Message Service) ve e-posta servisleri kullanılmaya başlanmıştır. 2G teknolojisi ilk kullanılmaya başlandığında veri iletim hızı yaklaşık 10 kbit/s'dır. Ayrıca bu standart ile 1G'den farklı olarak CDMA (Code Division Multiple

¹ Munip Geylani vd., "Geçmişten Günümüze Hücreli Haberleşme Teknolojilerinin Gelişimi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* 18, sy. 54 (Eylül 2016): 608–609.

² BTK, 3. Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri, Aralık 2002, 1. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/slug/3-nesil-mobil-haberlesme-sistemleri.pdf>, (29.09.2024).

³ Geylani vd., "Geçmişten Günümüze Hücreli...": 609.

Access) ve TDMA (Time Division Multiple Access) çoğullama teknolojileri de kullanılmıştır.

2G teknolojisinin GSM standardı, tıpkı 1G teknolojisinde olduğu gibi bant genişliğini kullanıcılar arasında paylaşmak amacıyla devre anahtarlama (circuit switching) yöntemini kullanmıştır. Ancak daha sonra geliştirilen 2.5G ve 2.75G versiyonlarında devre anahtarlamanın yanı sıra paket anahtarlama (Packet switching) yöntemi de kullanılmaya başlanmıştır. General Packet Radio Services (GPRS) erişim teknolojisinin kullanıldığı 2.5G teknolojisi ile 50 kbit/s iletim hızlarına erişilirken, Multimedia Messaging Service (MMS) mesajlaşma servisi de ilk kez bu ağda kullanılmıştır. Enhanced Data Rate for GSM Evolution (EDGE) teknolojisi olan 2.75G’de ise iletim hızları 144 kbit/s’lere kadar ulaşmaktadır⁴.

2G teknolojisi frekans spektrumu açısından 900 MHz bandını kullanmak üzere tasarlanmış olmakla birlikte, zamanla 1800 MHz ve diğer frekans bandlarını kullanabilecek şekilde geliştirilmiştir. 2G teknolojisinde hem frekans açısından hem de veri iletim kapasitesi açısından yapılan geliştirmeler 3G teknolojisinin temelini oluşturmuştur.

1.1.3. 3G

3GPP tarafından hazırlanan ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)’nin IMT-2000 standardının da bir parçası olan UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), 3G (Üçüncü Nesil) mobil haberleşme teknolojilerinden biridir⁵. 2G teknolojisinde bulunan ses ve veri iletiminin yanı sıra görüntülü arama özelliği 3G teknolojisi ile birlikte kullanıma sunulmuştur. 3G teknolojisi;

- Simetrik ve asimetric veri iletimi,

⁴ Ramazan Akkurt, “Geçmişten Günümüze Kablosuz Mobil İletişim Teknolojileri,” *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 28 (Kasım 2021): 116. <https://doi.org/10.31590/ejosat.991625>

⁵ BTK, 3. *Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri*, 16-18.

- Daha iyi ses kalitesi,
- Daha büyük kapasite ve geliştirilmiş spektrum verimliliği,
- IP tabanlı hizmetleri sunabilme,
- Önceki teknolojiler ile kesintisiz birlikte çalışabilirlik

gibi teknik özelliklere sahiptir⁶. 3G sahip olduğu bu yeni teknik özellikler sayesinde mobil haberleşme alanında “görüntülü arama” anahtar uygulaması ile piyasaya giriş yapmış ve zamanla mobil veri kullanımında sunmuş olduğu kapasiteler ile ön plana çıkmıştır. 3G teknolojisinin önceki nesil mobil haberleşme teknolojilerine göre daha yüksek veri hızı ve kapasitesi sunabilmesiyle birlikte veriye dayalı mobil iletişim hizmetlerinin tüm dünyada yaygınlaşması ve gelişmesi hız kazanmıştır.

UMTS teknolojisi ile 384 kbit/s hızlara erişilirken, 3.5G adı verilen HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) erişim teknolojisi ile 2 Mbit/s hızlara, 3.75G adıyla anılan HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access) erişim teknolojisi sayesinde 30 Mbit/s hızlarına ulaşılmıştır⁷. 3G teknolojilerinde çoklu erişim yöntemi olarak CDMA tabanlı CDMA-2000 ve WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) çoğullama teknolojileri kullanılmıştır.

1.1.4. 4G

4G (Dördüncü Nesil) teknolojisi hareketli alıcılar ile sabit alıcıların yüksek hızda veri alışverişi yapabildiği bir teknolojidir. Teorik olarak hareket halinde iken (araba, tren vs.) 100 Mbit/s hıza ulaşılabilirken sabit erişim ya da düşük hareket durumunda 1 Gbit/s hıza erişilebilmektedir. 3G şebekesi hem devre anahtarlama hem de paket anahtarlama teknolojilerini kullanırken, 4G tamamen yeni bir teknoloji olan IP tabanlı bir teknoloji kullanmaktadır⁸.

⁶ BTK, *3G Dünya Tecrübeleri*, Aralık 2002, 43. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/slug/3g-dunya-tecrubeleri.pdf>, (29.09.2024).

⁷ Akkurt, “Geçmişten Günümüze Kablosuz...”: 116.

⁸ Mobile Generation, “3G-4G Arasındaki Farklar,” <https://www.mobilegeneration.com.tr/3g-4g-arasi-farklar/>, (02.10.2024).

4G teknolojisinin sağlanması gereken hedeflerin çerçevesi, IMT-Advanced olarak ITU tarafından belirlenmiştir. ITU, IMT-Advanced teknolojilerinin taşıması gereken özellikleri; “

- *İleri seviyeli hizmet ve uygulamaları desteklemek için veri iletim hızını artırmak (Yüksek hareketlilik gerektiren uygulamalar için 100Mbit/s, düşük hareketlilik gerektiren uygulamalar için 1Gbit/s'lik veri iletim hızları düşünülmektedir),*
- *Yüksek seviyeli hizmet ve uygulamaların fiyat performans açısından kabul edilebilir düzeyde sunulması ile mobil uygulamaların herkes tarafından uygun fiyatlarla yaygın kullanılmasını sağlamak,*
- *IMT ailesinde yer alan mobil şebekeler ile sabit şebekeler için tanımlanmış servislerle tam uyumlu olmak,*
- *Telsiz erişim sistemleri ile birlikte çalışabilme kabiliyetine sahip olmak,*
- *Yüksek kaliteli mobil hizmetler sunmak,*
- *Kullanıcı terminallerinin dünya çapında kullanıma uygun olmasını sağlamak,*
- *Kullanımı kolay uygulamalar, hizmetler ve cihazlar sunmak,*
- *Dünya genelinde dolaşım yapabilme yeteneğine sahip olmak”*

şeklinde tanımlamaktadır⁹.

4G teknolojisinde 3GPP tarafından standartlaştırılan LTE (Long Term Evolution) ile IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) tarafından standartlaştırılan Mobil WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) teknolojileri dikkat çekmektedir. Bu iki teknolojiye de frekans spektrumunu daha verimli kullanmak ve veri iletim hızlarını artırmak amacıyla OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) çoklu erişim tekniği kullanılmıştır. OFDMA ise OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) çoğullama yöntemi temel alınarak geliştirilmiştir. OFDM teknolojisini diğer çoğullama türlerinden ayıran durum, taşıyıcı frekansların birbirine dik olacak şekilde alt taşıyıcılara bölünmesidir. Bu özellik

⁹ ITU-R, *Report ITU-R M.2134-0: Requirements Related to Technical Performance for IMT-Advanced Radio Interface(s)*, 2008, 2. <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2134-2008/en>, (02.10.2024).

sayesinde taşıyıcılar arasındaki girişim engellenirken iletim bandı da daha verimli kullanılmaktadır¹⁰.

OFDMA basit bir şekilde OFDM'nin çok kullanıcılı versiyonudur. Bir frekans kanalını alt taşıyıcılar olarak adlandırılan daha küçük frekans alanlarına bölerek, her alt taşıyıcı grubunu farklı bir cihaza atar. Böylece, bir erişim noktası (Access Point-AP) eş zamanlı olarak birden fazla cihaza veri gönderip alabilir. Bu sayede ağ performansı, kapasitesi ve gecikme süresi iyileşir.

OFDMA, ayrıca alt taşıyıcıların frekans aralıklarını ayarlamak suretiyle ortogonal olmalarını sağlar, böylece de spektrum kullanımını da iyileştirmektedir. Ortogonalite diğer bir deyişle frekansların birbirine dik olması, alt taşıyıcıların parazit yapmadan ve birbirleriyle enterfere olmadan çalışması anlamına gelir. Bu sayede sinyal kalitesi ve güvenilirlik artışı sağlanır¹¹.

Diğer taraftan, 4G teknolojisi ile birlikte şebeke mimarisi önceki teknolojilere göre basitleştirilmiş olup 4G'de kullanılan baz istasyonları doğrudan çekirdek şebekeye bağlanabilmektedir. Şebeke mimarisindeki basitleşme hem yatırım ve işletim maliyetlerini önemli ölçüde azaltırken hem de düşük iletişim gecikmesine ihtiyaç duyan hizmetlerin sunulabilmesini kolaylaştırmıştır.

1.1.5. 5G

Mobil veri kullanımındaki büyük artış, hızlı kablosuz iletişim talepleri ve ultra güvenilir, düşük gecikmeli iletişim ihtiyaçları, kablosuz iletişim alanında daha güçlü

¹⁰ Rami Urfalıoğlu, *4. Nesil Mobil Haberleşmenin Standartlaşma Sürecinde Aday Teknolojileri LTE ve Mobil WiMAX'in Karşılaştırmalı Analizi, Türkiye için Geçiş Stratejisi Önerileri* (Uzmanlık Tezi, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2011), 8, <https://www.btk.gov.tr/uploads/thesis/rami-urfalioglu.pdf> (02.10.2024).

¹¹ Free Teknoloji, *OFDMA Nedir*, 2023, <https://www.freeteknoloji.com/teknik-destek/ofdma-nedir/>, (02.10.2024).

ve verimli yeni nesil mobil ağların geliştirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu kapsamda haberleşme sektörünün yanı sıra birçok sektörde de dönüşüm sağlayan, yeni iş yapma şekilleri ve çalışma alanları yaratan 5. Nesil mobil haberleşme teknolojisi 5G ortaya çıkmıştır. ITU tarafından 5G için IMT-2020 çerçevesi oluşturulmuştur. 5G'nin diğer mobil haberleşme nesillerinden bir farkı temel odağının dikey sektörler olmasıdır. Bu anlamda, tekil kullanıcılara sağladığı haberleşme hizmetinin yanı sıra farklı alanlardaki uygulamalara da düşük gecikme, yüksek bağlantı hızı ve yoğun bağlantı kapasitesi sunmaktadır. 5G, 4G ile kıyaslandığında tepe veri hızının 20 kat daha fazla, gecikme süresinin 10 kat daha düşük ve spektral verimliliğinin 3 kat daha yüksek olduğu görülmektedir.

5G'nin hava ara yüzü 5G-NR (5G New Radio) olarak tanımlanmaktadır. Diğer haberleşme teknolojilerinde olduğu gibi şebeke ağı ile kullanıcı arasındaki iletişim Radyo Erişim Ağı olan RAN (Radio Access Network) tarafından sağlanmaktadır. 5G teknolojisini diğer teknolojilerden ayıran bir diğer önemli özellik operatörleri üretici firma bağımlılığından kurtaran açık ve sanal mimariye sahip RAN'ların kullanılmasıdır.

5G'de kullanım senaryoları temelde üçe ayrılmaktadır:

- Gelişmiş Mobil Genişbant (eMBB – enhanced Mobile Broadband)
- Ultra Güvenilir Düşük Gecikmeli Haberleşme (uRLLC – ultra Reliable Low Latency Communication)
- Yoğun Makine Tipi Haberleşme (mMTC – massive Machine Type Communication)

5G'nin yukarı bağlantı (UL) yönünde 10 Gbit/s, aşağı bağlantı yönünde 20 Gbit/s'ye ulaşan hızları Gelişmiş Mobil Genişbant senaryosunu, düşük paket kayıp oranları ile 1 milisaniyeye varan gecikme hızları Ultra Güvenilir Düşük Gecikmeli Haberleşme senaryosunu ve düşük enerji tüketimi ile kilometrekarede 1 milyona varan cihaz bağlantı sayısı Yoğun Makine Tipi Haberleşme senaryosunu ortaya çıkarmaktadır. Hızlı yönlendirme teknolojisi, artan frekans aralığı, ağ dilimleme teknolojisi, çoklu

erişimli uç bilişim teknolojisi, sabit kablosuz erişim teknolojisi gibi birçok teknoloji ve konsept 5G'yi mümkün kılmaktadır¹².

4G'ye göre çok daha hızlı bir teknoloji olan 5G'nin dünya üzerinde sayıları milyarları bulacak birbirine bağlanmış durumdaki cihazları yönetebilecek akıllı bir iletişim ağı haline gelmesi planlanmaktadır. 5G, uygulamada olan teknolojilerin bir arada, verimli ve uyumlu bir şekilde tüm nesil bantları tamamlayıcı olarak kullanabilecek teknolojik ilerlemeyi ifade etmektedir. 5G'nin çok yüksek frekanstan düşük frekansa, çok büyük hücreden (macro cell), çok küçük hücrelere (pico cell, body cell vb.) pek çok farklı yapının bir arada kullanılacağı heterojen şebeke yapısıyla (Heterogeneous Network - HetNet) mevcut (3G, 4G, WiFi) altyapıların tamamlayıcısı niteliğinde olması beklenmektedir.

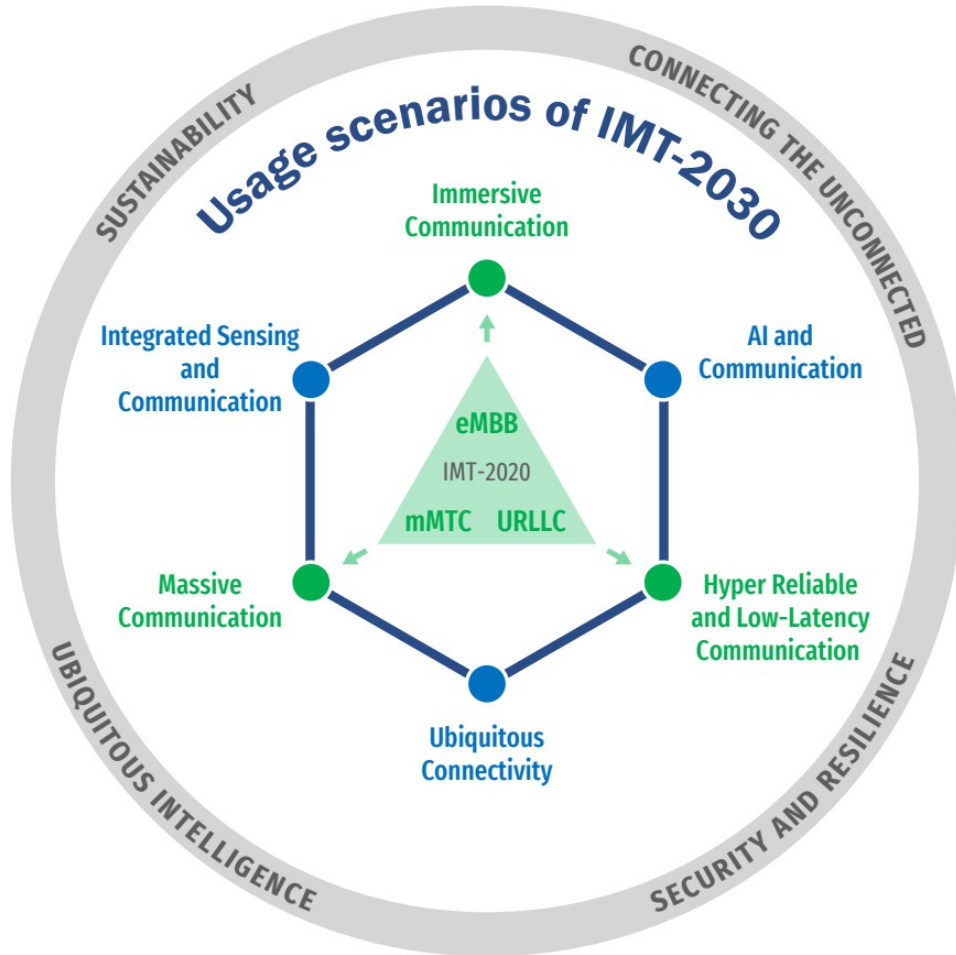
1.1.6. 6G

Kablosuz iletişim sistemlerinin evrimi yaklaşık olarak her on yılda bir gerçekleşmektedir. 5G, dördüncü nesil haberleşme sistemlerine göre önemli iyileştirmeler sunsa da hala bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Günümüzde 5G'nin yeteneklerini aşan ve küresel kapsama alanı, ultra yüksek veri hızı iletimi, ultra düşük gecikme süresi, ultra yoğun bağlantı, yüksek hassasiyetli konumlandırma, ultra güvenilir ve emniyetli bağlantı, düşük güç tüketimi, yüksek enerji verimliliği ve her yerde bulunan istihbarat gibi yüksek performanslar gerektiren uygulamalar ve hizmetler bulunmaktadır. Bu sınırlamaları gidermek için bazı zorlukların ele alınması gerekmektedir. Şu anda, 6G üzerine yapılan araştırmalar erken bir keşif aşamasındadır ve dünyanın dört bir yanındaki ülkeler ve standardizasyon kuruluşları tarafından 6G araştırması için planlar duyurulmaktadır.

¹² ASELSAN, *5G Nedir*, Ocak 2022, <https://www.aselsan.com/tr/blog/detay/332/5g-nedir>, (20.11.2024).

Bu doğrultuda Şubat 2021'den itibaren ITU, IMT-2030 için ITU-R Çerçeve Tavsiyesinin geliştirilmesine başlamıştır. IMT-2030 diğer adıyla 6G, gelişmiş Mobil Genişbant, Ultra Güvenilir Düşük Gecikmeli Haberleşme ve Yoğun Makine Tipi Haberleşme gibi kullanım senaryolarını tanıtan IMT-2020 yani 5G teknolojisinin temelleri üzerine inşa edilmektedir. Bununla birlikte genişletilmiş IMT-2020 kullanım senaryolarına ek olarak 6G'nin, Şekil 1.1'de yer alan IMT-2030'un yapay zeka ve algılama gibi önceki IMT nesillerinin desteklemek üzere tasarlanmadığı yeteneklerden doğan yeni kullanım senaryolarını mümkün kılması beklenmektedir.

Şekil 1.1. IMT-2030 kullanım senaryoları



Kaynak: ITU-R, Recommendation ITU-R M.2160-0

IMT-2030 yetenekleri, 5G ile kıyaslandığında;

- **Tepe Veri Hızı:** Cihaz başına ideal koşullarda elde edilebilecek maksimum veri hızının belirli senaryolar için 50, 100 ve 200 Gbit/s değerlerinde olabileceği verilmiştir.
- **Kullanıcı Deneyimi Veri Hızı:** Kapsama alanı genelinde bir mobil cihaz tarafından her yerde ulaşılabilir veri hızıdır. Örnek olarak, 300 Mbit/s ve 500 Mbit/s değerleri verilmiştir.
- **Spektrum Verimliliği:** Bir hücre başına birim spektrum kaynağı başına ortalama veri aktarımı kapasitesidir. Örnek olarak, IMT-2020'nin 1.5 ve 3 katı değerleri verilmiştir, ancak daha yüksek değerler de araştırılabilir.
- **Alan Trafik Kapasitesi:** Belirli bir coğrafi alan başına sunulan toplam trafik kapasitesidir. Örnek olarak, 30 Mbit/s/m² ve 50 Mbit/s/m² değerleri verilmiştir, ancak daha yüksek değerler de araştırılabilir.
- **Bağlantı Yoğunluğu:** Birim alan başına bağlı ve/veya erişilebilir toplam cihaz sayısıdır. Araştırma hedefi, kilometrekare başına 10⁶ – 10⁸ cihaz olabilir.
- **Hareketlilik:** Belirli bir hizmet kalitesini koruyarak ve farklı katmanlara ve/veya radyo erişim teknolojilerine ait radyo düğümleri arasında sorunsuz geçiş yapılabilen maksimum hızdır. Araştırma hedefi 500 – 1.000 km/s olabilir.
- **Gecikme:** Hava arayüzü üzerindeki gecikme, bir radyo ağının belirli bir büyüklükteki paketi kaynaktan gönderdiği andan hedefe ulaşana kadar geçen süreye katkısını ifade eder. Araştırma hedefi, hava arayüzü gecikmesi için 0.1 – 1 milisaniye olabilir.
- **Güvenilirlik:** Hava arayüzü üzerindeki güvenilirlik, belirli bir veri miktarının önceden belirlenmiş bir süre içinde ve belirli bir olasılıkla başarıyla iletilebilme yeteneğini ifade eder. Araştırma hedefi, 1–10⁻⁵ ile 1–10⁻⁷ arasında değişebilir.
- **Güvenlik ve Dayanıklılık:**
 - **Güvenlik:** Kullanıcı verileri ve sinyalleşme gibi bilgilerin gizliliğinin, bütünlüğünün ve kullanılabilirliğinin korunmasını ve ağların, cihazların ve sistemlerin hacking, dağıtılmış hizmet engelleme, araya girme saldırıları gibi siber saldırılara karşı korunmasını ifade eder.

- **Dayanıklılık:** Doğal veya insan kaynaklı bir aksama (örneğin, birincil güç kaybı) sırasında ve sonrasında ağların ve sistemlerin doğru şekilde çalışmaya devam edebilme yeteneğini ifade eder.

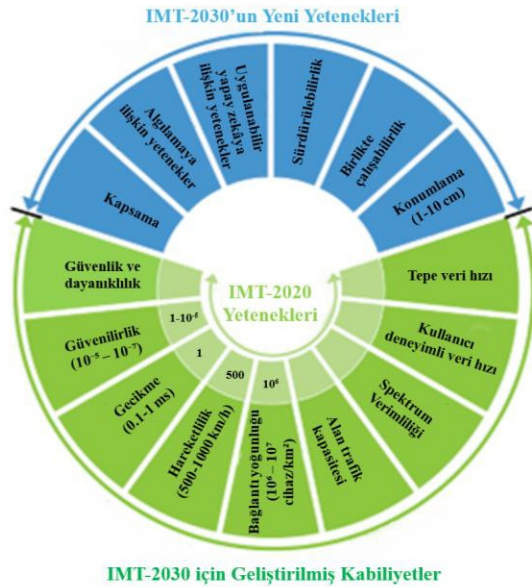
noktalarında daha gelişmiş kapasite öngörülürken,

- **Kapsama:** Kapsama, belirli bir hizmet alanında kullanıcıların iletişim hizmetlerine erişim sağlayabilme yeteneğini ifade eder. Bu bağlamda, kapsama alanı tek bir hücrenin hücre kenarı mesafesi olarak bağlantı bütçesi analizi yoluyla tanımlanır.
- **Konumlandırma:** Konumlandırma, bağlı cihazların yaklaşık konumunu hesaplama yeteneğini ifade eder. Konumlandırma doğruluğu, cihazın hesaplanan yatay/dikey konumu ile gerçek yatay/dikey konumu arasındaki fark olarak tanımlanır. Araştırma hedefi, 1 – 10 cm doğruluğa ulaşmayı içerebilir.
- **Algılama ile İlgili Yetenekler:** Algılama yetenekleri, radyo arayüzünde mesafe/hız/açı tahmini, nesne tespiti, yer belirleme, görüntüleme, haritalama gibi işlevleri sağlama yeteneğini ifade eder. Bu yetenekler doğruluk, çözünürlük, tespit oranı ve yanlış alarm oranı gibi ölçütlerle değerlendirilebilir.
- **Uygulanabilir Yapay Zeka Yetenekleri:** Uygulanabilir yapay zeka yetenekleri, IMT-2030 boyunca yapay zeka destekli uygulamaları desteklemek için belirli işlevler sağlama yeteneğini ifade eder. Bu işlevler arasında dağıtılmış veri işleme, dağıtılmış öğrenme, yapay zeka hesaplama, yapay zeka modeli yürütme ve çıkarım gibi özellikler yer alır.
- **Sürdürülebilirlik:** Sürdürülebilirlik, özellikle çevresel sürdürülebilirlik, ağların ve cihazların sera gazı emisyonlarını ve çevresel etkilerini yaşam döngüleri boyunca en aza indirme yeteneğini ifade eder. Önemli faktörler arasında enerji verimliliğini artırma, enerji tüketimini ve kaynak kullanımını en aza indirme yer alır. Ekipman ömrünün uzatılması, onarım, yeniden kullanım ve geri dönüşüm için optimizasyon da bu kapsamda değerlidir. Enerji Verimliliği sürdürülebilirliğin ölçülebilir bir ölçütüdür. Enerji verimliliği, iletilen veya alınan bilgi bitlerinin, enerji tüketim birimi başına miktarını (bit/Joule) ifade eder. Kapasite artışıyla birlikte enerji verimliliğinin de uygun şekilde geliştirilmesi beklenmektedir.

- **Birlikte Çalışabilirlik:** Birlikte çalışabilirlik, radyo arayüzünün, sistemin farklı birimleri arasında işlevsellik sağlamak için üye kapsayıcılığına ve şeffaflığa dayanmasını ifade eder.

noktalarında ise yeni kapasiteler getirmesi beklenmektedir¹³. Şekil 1.2’de IMT-2030 yeteneklerine ilişkin ITU tarafından yayımlanmış palet diyagramı yer almaktadır.

Şekil 1.2. IMT-2030’un yetenekleri



Yetenekler için verilen değer aralıkları, IMT-2030’un araştırma ve inceleme hedefleri doğrultusunda tahmini hedeflerdir.

Aralıktaki tüm değerler, araştırma ve geliştirme açısından eşit önceliğe sahiptir.

Her kullanım senaryosu için, bu aralık içindeki tekil ya da çoklu değerler, gelecekte diğer ITU-R Tavsiye/Raporlarında geliştirilecektir.

Kaynak: ITU-R, IMT towards 2030 and Beyond (IMT-2030)

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin evrimiyle birlikte, IMT-2030’un zenginleştirilmiş ve potansiyel olarak sürükleyici deneyimi, geliştirilmiş yaygın kapsamı desteklemesi ve yeni iş birliği biçimlerini etkinleştirilmesi beklenmektedir. Ayrıca, IMT-2030’un, gelişmiş ve yeni yetenekler sağlarken, IMT-2020’ye kıyasla genişletilmiş ve yeni kullanım senaryolarını desteklemesi öngörülmektedir. IMT-2030’un artan çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olması da beklenmektedir.

¹³ ITU, “IMT towards 2030 and Beyond (IMT-2030),” <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2030/Pages/default.aspx>, (03.12.2024).

ITU, IMT-2030'un ilk standardizasyon sürecini en geç 2030 yılında tamamlamayı ve ITU üyeleri tarafından 2030 yılından itibaren IMT-2030 dağıtımının desteklenmesini planlamaktadır.¹⁴

1.2. Mobil Haberleşmede Kullanılan Frekanslar

Uluslararası düzeyde mobil haberleşme hizmetlerine ayrılmış frekans bantları, ITU tarafından yayımlanan ve üye devletlerce imzalanan ITU Telsiz Tüzüğü (Radio Regulations) kapsamında belirlenmektedir. Bu düzenlemeler, radyo spektrumunun küresel, bölgesel ve ulusal ölçekteki hizmetler arasında paylaşımına ilişkin temel bir çerçeve sunmakta olup, her ülkenin kendi öncelikleri doğrultusunda uygulama yapmasına imkân tanımaktadır.

Her ne kadar Mobil Hizmet (Mobile Service) için çok sayıda frekans bandı birincil (primary) düzeyde tahsis edilmiş olsa da, bu spektrumların IMT hizmetleri (örneğin 3G, 4G, 5G) için her coğrafyada fiilen kullanılabilir olması garanti değildir. Bunun başlıca nedeni, aynı frekans bantlarının sabit hizmetler gibi diğer hizmetlerle birlikte eşzamanlı kullanımına da açık olmasıdır.

IMT hizmetlerine uygun spektrumların tanımlanması, küresel cihaz üreticilerine teknik öngörü ve yönlendirme sağlayarak, cihazların belirli frekans aralıklarında çalışmasını kolaylaştırmakta ve maliyetlerin düşmesini sağlamaktadır. Ancak bu tanımlamalar bağlayıcı olmayıp, sadece IMT hizmetleri sunmak isteyen idareler için bir tercih hakkı sunmaktadır. Söz konusu bantlarda IMT kullanımı teknik olarak mümkün olsa da, IMT regülasyonel olarak ayrıcalıklı veya öncelikli bir konumda değildir. Diğer hizmetlerin de aynı bantta IMT ile eşit haklara sahip olabilmektedir.

¹⁴ ITU, *Recommendation ITU-R M.2160-0*.

Her ülke bu spektrumları kendi ulusal ihtiyaçlarına göre kullanmakta serbesttir. Tüm ITU bölgelerinde IMT için tanımlanan başlıca frekans bantları şunlardır:

- 450 – 470 MHz
- 790 – 960 MHz
- 1710 – 2025 MHz
- 2110 – 2200 MHz
- 2300 – 2400 MHz
- 2500 – 2690 MHz
- 3400 – 3800 MHz

Bu bantlar, IMT sistemlerinin teknik gereksinimleri ve kapsama kapasitesi göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ancak ITU Telsiz Tüzüğü son derece ayrıntılı ve çok sayıda dipnot içeren bir yapıya sahip olduğundan, yukarıdaki liste yalnızca IMT'ye ilişkin frekans tahsislerinin genel bir özetini sunmaktadır¹⁵.

Yukarıda yer alan IMT bantlarının yanı sıra 2023 yılında gerçekleştirilen WRC-23 ile, 6G sistemi için olası frekans bantları gündeme alınmış olup, gündemin 1.7 maddesi kapsamında, 4400–4800 MHz, 7125–8400 MHz ve 14,8–15,35 GHz bantları IMT sistemleri için potansiyel adaylar olarak belirlenmiştir. Bu frekanslara ilişkin yürütülecek çalışmaların sonuçlarının WRC-27'de karara bağlanması beklenmektedir¹⁶.

1.3. Ülkemizde Mobil Haberleşmenin Durumu

Ülkemizde mobil haberleşme hizmetlerini sunmak üzere Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından üç mobil işletmeci yetkilendirilmiştir. 2G teknolojilerini sunmak üzere GSM İmtiyaz Sözleşmesi kapsamında;

¹⁵ ITU, *Spectrum for IMT*, <https://www.itu.int/ITU-D/tech/MobileCommunications/Spectrum-IMT.pdf>, (29.06.2025).

¹⁶ Cullen, *Towards 6G*, <https://www.cullen-international.com/client/site/documents/RRGTGO20250002>, (30.06.2025).

- Turkcell İletişim Hizmetleri Anonim Şirketi (Turkcell) 27.04.1998,
- Vodafone Telekomünikasyon Anonim Şirketi (Vodafone) 27.04.1998 ve
- TT Mobil İletişim Hizmetleri Anonim Şirketi (TT Mobil) 11.01.2006 tarihlerinde,

3G teknolojilerini sunmak üzere IMT-2000/UMTS İmtiyaz Sözleşmesi kapsamında üç işletmeci de 30.04.2009 tarihinde ve 4.5G teknolojilerini sunmak üzere IMT Yetki Belgesi kapsamında üç işletmeci de 27.10.2015 tarihinde BTK tarafından yetkilendirilmiştir.

Turkcell ve Vodafone'un GSM İmtiyaz Sözleşmelerinin sona erme tarihi 27.04.2023, TT Mobil'in 11.01.2026 olmakla birlikte, işletmecilerin GSM İmtiyaz Sözleşmelerinde yer alan hakları kapsamında sözleşmenin süresinin uzatılması talebi üzerine Turkcell ve Vodafone'un GSM İmtiyaz Sözleşmeleri 30.04.2029 tarihine kadar uzatılmıştır.

Ayrıca üç mobil işletmecinin IMT-2000/UMTS İmtiyaz Sözleşmesi ile IMT Yetki Belgesi ise 30.04.2029 tarihinde sona erecektir.

Mevcut durumda Türkiye'de mobil şebekelerde kullanılan başlıca frekans bantları şunlardır:

- 800 MHz bandında 2x30 MHz,
- 900 MHz bandında 2x35 MHz,
- 1800 MHz bandında 2x75 MHz,
- 2100 MHz bandında 2x60 MHz + 1x15 MHz
- 2600 MHz bandında 2x50 MHz + 1x35 MHz

Bununla birlikte, 2600 MHz bandında hâlâ kullanıma açılmamış 2x20 MHz ve 1x15 MHz'lik ilave spektrum mevcuttur. Gelecekte mobil genişbant kapasitesinin artırılabilmesi amacıyla, Avrupa Birliği ile uyumlu şekilde 700 MHz, L-bandı, 2,3–2,4

GHz ve 3,4–3,8 GHz gibi 6 GHz altı bantların da IMT hizmetlerine tahsisi planlanmaktadır. Ayrıca, kamu güvenliği ve afet haberleşmesi gibi özel amaçlarla değerlendirilmesi öngörülen 450 MHz, 700 MHz ve 2600 MHz bantlarında ayrılacak spektrumlar dışında kalan kaynaklar dikkate alındığında, mevcut planlamalara bağlı olarak ticari mobil hizmetler için yaklaşık 690 MHz'lik ilave bir bant genişliği daha mobil genişbant kullanımına kazandırılabilir. Bu gelişmeler, Türkiye'nin mobil haberleşme altyapısının güçlendirilmesi ve gelecekteki 5G ile 6G teknolojilerine hazırlıklı olması açısından stratejik öneme sahiptir.¹⁷

¹⁷ BTK, *Mobil Genişbant Spektrum Stratejisi*, <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/mobil-genisbant-spektrum-stratejisi-ozet.pdf>, (30.06.2025).

2. UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİ

2.1. Uydu Haberleşmesinin Tarihçesi

Kablosuz haberleşme sistemlerinde iki nokta arasında iletişimin sağlanabilmesi için bu iki noktanın fiziksel olarak birbirini görebilmesi gerekmektedir. Aksi durumda iletişimin sağlanabilmesi için her iki noktayı da gören üçüncü bir noktaya ihtiyaç vardır. Üçüncü nokta fikri İngiliz Bilim insanı Arthur C. Clarke tarafından 1945 yılında “Wireless World” dergisinde yayımladığı makalesinde ortaya atılmıştır. Clarke yeryüzünün dairesel bir yapıda olması ve dağlar, binalar vb. fiziksel engeller nedeniyle üçüncü noktanın yeryüzünden belirli bir yükseklikte, bir tam turunu 24 saatte tamamlayan ve doğru yörüngede konumlandırılmış uydular olabileceğini belirtmiştir¹⁸.

Uzaya gönderilen ilk uydu 1957 yılında Sovyetler Birliği tarafından fırlatılan Sputnik-1 iken, ilk haberleşme uydusu olan Explorer-1 ise SCORE projesi kapsamında 1958 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tarafından uzaya gönderilmiştir¹⁹. Televizyon yayınlarının iletimi için uydu kullanımı ise 1964 Tokyo Olimpiyatlarında ilk senkron uydu Syncom ile gerçekleştirilmiştir²⁰.

Ayrıca 20 Ağustos 1964’te küresel uydu hizmeti verilmesi amacıyla ABD öncülüğünde 19 ülkenin katılımıyla Uluslararası Haberleşme Uyduları Organizasyonu (Intelsat) kurulmuştur²¹. 1965 yılında dünyanın ilk ticari iletişim uydusu olan ve ismi daha sonra Intelsat-1 olarak değiştirilen EARLY BIRD senkron yörüngeye fırlatılmıştır²². Uydunun Avrupa’da çeşitli ülkelerde yer istasyonları kurulmuştur²³. 2001 yılına

¹⁸ Türksat, *Türksat Uydu Haberleşmesi –101*, 2022, 12, <https://uydu.turksat.com.tr/sites/default/files/2022-01/Uydu-Haberlesmesi-101.pdf>, (03.12.2024).

¹⁹ Türksat, *Türksat Uydu Haberleşmesi – 101*, 12.

²⁰ BTK, *Alçak Yörünge Uyduları Üzerinden Haberleşme Hizmetlerinin Sunumu*, Aralık 2022, 7 <https://www.btk.gov.tr/uploads/undefined/uydu-rapor-v3.pdf>, (03.12.2024).

²¹ Türksat, *Türksat Uydu Haberleşmesi – 101*, 12.

²² INTELSAT, *Our Story*, <https://www.intelsat.com/intelsat-history/>, (04.12.2024).

²³ Türksat, *Türksat Uydu Haberleşmesi – 101*, 12.

gelindiğinde bünyesinde yaklaşık 150 üye ülke barındıran Intelsat, 2001 yılında yönetim yapısının çok fazla üyeye sahip olması ve özel telekomünikasyon şirketlerinin rekabeti ile karşı karşıya kalması nedeniyle özelleşmiştir²⁴.

Ülkemizin uydu hizmeti konusunda çalışmaları 1968 yılında Intelsat'a üye olunması ile başlamıştır. 1979 yılında ise ilk uydu yer istasyonumuz AKA-1 (Ankara-1) kurulmuştur. AKA-1'in hizmete alınmasıyla Atlantik bölgesi uyduları kullanılarak Intelsat üzerinden 13 ülke ile haberleşme sağlanmıştır. Ülkemizin 42° doğu yörüngesine yerleştirilen ve ilk uydumuz olan Türksat 1B ise 11 Ağustos 1994 tarihinde fırlatılmıştır²⁵.

Günümüzde askeri, sivil, ticari ve devletlerin kullanımı amacıyla yörüngeye yerleştirilmiş uyduların toplam sayısı 7560 olup, 5184 uydu ABD'ye aittir²⁶. Aşağıda yer alan tabloda 2023 Mayıs itibarıyla dünya yörüngesine yerleştirilmiş uydu sayısının ülkelere ve yerleştirilen yörüngelere göre dağılımına yer verilmiştir.

Tablo 2.1. Ülkelerin yörüngedeki uydu sayıları

	UYDU SAYISI
ABD	5184
ÇİN	628
RUSYA	184
DİĞER	1572
TOPLAM	7560
LEO	6768
MEO	143
GEO	590
HEO	59

Kaynak: Sebastian, "UCS Satellite Database"

²⁴ Allie Grace Garnett, "Crypto Policies are Maturing," *Britannica Money*, 4 Temmuz 2025, <https://www.britannica.com/money/cryptocurrency-regulation>, (05.07.2025).

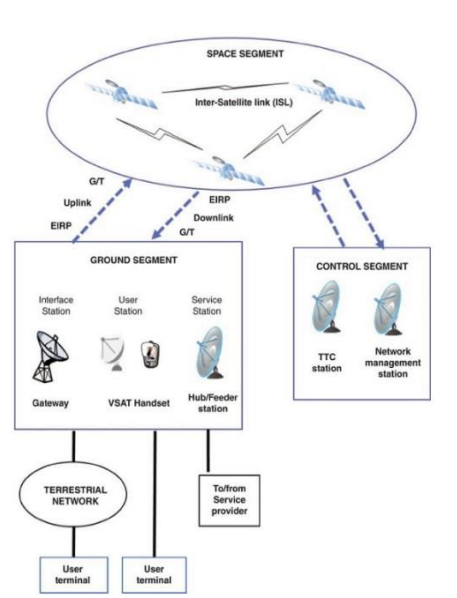
²⁵ Türksat, *Uydu Tarihiçesi*, <https://uydu.turksat.com.tr/tr/hakkimizda/uydu-tarihcesi>, (04.12.2024).

²⁶ Kyle Ann Sebastian, "UCS Satellite Database," 8 Aralık 2008. <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>, (04.12.2024).

2.2. Uydu Haberleşme Sistem Mimarisi

Uydu sistemleri; uzay segmenti, kontrol segmenti ve yer segmentinden oluşmaktadır. Aşağıda yer alan şekilde uydu haberleşme sistemi ana bileşenleri ile gösterilmektedir²⁷.

Şekil 2.1. Uydu haberleşme sistemi



Kaynak: Gerard Maral ve Michel Bousquet, *Satellite Communications Systems*

2.2.1. Kontrol segmenti

Kontrol segmenti, uyduların kontrolü ve izlenmesinden sorumlu tüm yer tesislerini kapsamaktadır. Bu tesisler genellikle Telemetri, İzleme ve Komuta (TT&C) istasyonları olarak adlandırılmaktadır. Kontrol segmenti uydu trafiği ve uydu üzerindeki kaynakların yönetiminde önemli rol oynamaktadır²⁸.

²⁷ Gerard Maral ve Michel Bousquet, *Satellite Communications Systems*, ed. Zhili Sun, 5.B. (West Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 2009), 3.

²⁸ Maral ve Bousquet, *Satellite Communications Systems*, 3.

2.2.2. Yer segmenti

Yer segmenti ise, tüm yer istasyonlarından oluşmaktadır. Verilen hizmet türüne bağlı olarak bu yer istasyonlarının boyutları santimetre seviyelerinden onlarca metreye kadar farklı boyutlarda olabilmektedir.

Yer istasyonları;

- Kullanıcı istasyonları (User stations): Kullanıcının uzay segmentine doğrudan erişmesine olanak tanımaktadır. (el cihazları, taşınabilir cihazlar, mobil istasyonlar ve çok küçük açıklıklı terminaller (VSAT) gibi)
- Arayüz istasyonları (Interface stations): Ağ geçidi (gateway) olarak da bilinmektedir. Uzay segmentini karasal bir ağa bağlamaktadır.
- Servis istasyonları (Service stations): Uzay segmenti aracılığıyla kullanıcı istasyonlarından bilgi toplamakta veya bu istasyonlara bilgi dağıtmaktadır. (hub'lar veya besleme istasyonları (feeder stations))

şeklinde üç sınıfa ayrılmaktadır²⁹.

2.2.3. Uzay segmenti

Uzay segmenti, takımyıldız halinde olan bir ya da birden fazla aktif ve yedek uyduyu içermektedir.

²⁹ Maral ve Bousquet, *Satellite Communications Systems*, 4.

2.2.3.1. Uydu

Bir uyduda bulunan parçalar, uydunun işlevine bağlı olarak değişmektedir. Ancak çoğu uyduda ortak olarak bulunan bazı bileşenler bulunmaktadır. Bunlara aşağıda yer verilmektedir:

Antenler: Uydu anten sistemleri, Dünya'dan gelen sinyalleri tekrar Dünya'ya iletmek için kullanılmaktadır.

Komuta ve Veri İşleme: Bir uydunun operasyonel kalbi olan komuta ve kontrol sistemleri, uydunun her yönünü izlemektedir ve operasyon için Dünya'dan komutlar almaktadır.

Rehberlik ve Sabitleme: Uydunun doğru yörüngede kalmasını ve doğru hedefe doğru yönlendirilmesini sağlamak için sensörler ile uydunun konumu izlenmektedir. Gerektiği durumlarda iticiler ve diğer manevralar uydunun konumunu ve yönelimini ince ayarlamasına olanak tanımaktadır.

Gövde: Zorlu uzay ortamına dayanabilecek sağlam malzemelerden üretilmektedir.

Güç: Birçok uydu, güneş ışığını enerjiye dönüştürmek için güneş panelleri kullanmaktadır.

Isı Kontrolü: Uydu ekipmanlarını aşırı sıcaklık değişimlerine karşı korumaktadır.

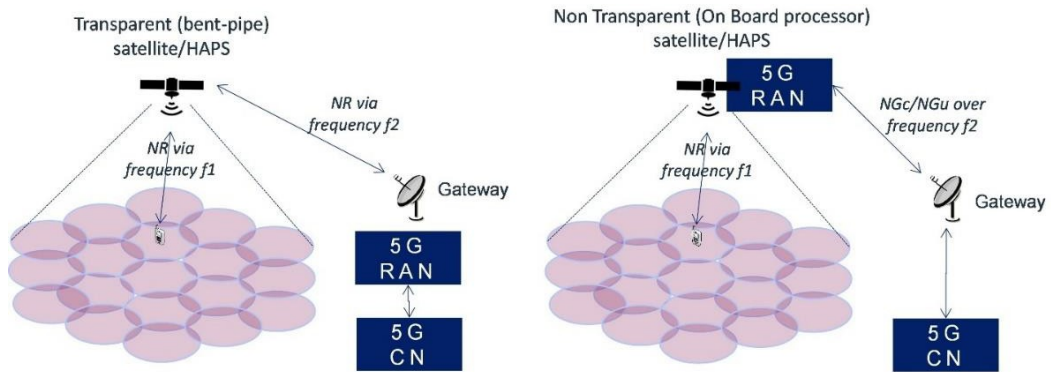
Transponderler (Aktarıcılar): Uyduya gelen uplink sinyalleri ile uydudan gönderilen downlink sinyalleri farklı frekanslara sahip olmaktadır. Transponderler uplink frekanslarını downlink frekanslarına dönüştürmektedir ve ardından dönüştürülen sinyalleri Dünya'ya göndermek için güçlendirmektedir³⁰. Alınan sinyallerin transponder üzerinde işlenmesi sayesinde iletilen ve alınan sinyaller arasında hiçbir girişim olmamaktadır.

Transponder türleri genel olarak ikiye ayrılmaktadır:

³⁰ Space Foundation Editorial Team, *Components of a Satellite*, https://www.spacefoundation.org/space_brief/satellite-components/, (19.12.2024).

- **Transparan (Şeffaf) transponderler:** Eğik boru yükü de denilen bu transponder en yaygın kullanılan transponder türüdür. İşlevsel olarak tekrarlayıcılarla benzer bir çalışma prensibine sahiptirler. Bu transponderler, dünyadan alınan iletişim sinyalini güçlendirerek (amplifikasyon) ve frekans çevirisi yaparak dünyaya yeniden iletmektedir. Şeffaf transponderlere bağlı antenler, sinyal kapsama alanını belirlemek için özel olarak tasarlanmıştır ve dünya üzerindeki şebeke bölgelerine etkin bir kapsama sağlamaktadır.
- **Yerleşik işlemci (OBP-on-board processing) transponderler:** OBP transponderler bir diğer adıyla rejeneratif (yinelemeli) transponderler, sinyali yeniden iletmeye önce ek fonksiyonlar sağlayan daha gelişmiş bir sistemdir. Bu fonksiyonlar arasında dijital sinyal işleme, rejenerasyon (sinyalin yenilenmesi), temel bant sinyal işleme yer almaktadır. OBP transponderlere sahip uydular, "OBP uyduları" olarak adlandırılmaktadır. Bu teknoloji, uyduların sinyal kalitesini artırarak daha karmaşık ve yüksek performanslı iletişim uygulamalarına imkan tanımaktadır³¹.

Şekil 2.2. Eğik boru ve yerleşik işlemcili yüklere sahip uydu sistem mimarileri



Kaynak: Joern Krause, Non-Terrestrial Networks (NTN)

³¹ Tuğba Bilgin Özalp, Yeni Nesil Uydular Üzerinden Haberleşme Hizmeti Verilmesine Yönelik Düzenleyici Öneriler, (Uzmanlık Tezi, BTK, 2020), 7-8.

2.3. Uydu Haberleşme Linkleri

Alıcı ve verici ekipmanlar arasındaki bağlantılar (link), radyo veya optik modülasyonlu taşıyıcıdan meydana gelmektedir. Bağlantı türleri;

- Yukarı Bağlantı (Uplink): Yer istasyonlarından uyduya link
- Aşağı Bağlantı (Downlink): Uydulardan yer istasyonlarına link
- Uydular arası bağlantı (İntersatellite link)

olarak sınıflandırılmaktadır.

Uydular arası bağlantı radyo dalgaları veya optik olabilirken, uplink ve downlink sinyalleri ise frekans modülasyonlu taşıyıcılardan oluşmaktadır³².

2.4. Uydu Türleri

Yıllar boyunca farklı tür uydular haberleşme, yayın, gözlem vb. amaçlarla insanlık tarafından kullanılmaktadır. Uyduları kullanım amaçları, kütleleri, yörüngeleri gibi birçok özelliklerine göre sınıflara ayırmak mümkündür³³. Bu bölümde haberleşme amacıyla kullanılan uydular yörüngelerine göre incelenecektir.

2.4.1. Yörünge türlerine göre uydular

Yörünge, uzaydaki bir cismin (yıldız, gezegen, ay, asteroit veya uzay aracı gibi) yerçekimi nedeniyle başka bir cismin etrafında izlediği eğrisel yoldur. Roket tarafından fırlatılan uydular, çeşitli yüksekliklerdeki yörüngelere yerleştirilebilmektedir³⁴. Uydular genellikle yörünge irtifalarına (Dünya yüzeyinden

³² Bilgin Özalp, Yeni Nesil Uydular ..., 9.

³³ EOS Data Analytics, *Types of Satellites: Different Orbits & Real-World Uses*, <https://eos.com/blog/types-of-satellites/>, (24.12.2024).

³⁴ ESA, *Types of Orbits*, 30 Mart 2020, https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits, (24.12.2024).

uzaklık) göre sınıflandırılmaktadır, bu da kapsama alanlarını ve gezegenin etrafında seyahat ettikleri hızı doğrudan etkilemektedir. Yörünge türünü seçerken uzay aracı geliştiricileri hedeflenen amacı, edindiği verileri ve sunduğu hizmetleri, ayrıca maliyeti, kapsama alanını ve farklı yörüngelerin uygulanabilirliğini göz önünde bulundurmaktadır³⁵.

Yörünge türüne göre uydular aşağıda yer almaktadır:

- Yer durağan (Jeostatik) yörünge (GEO-Geostationary orbit) uyduları
- Yakın yörünge (LEO-Low Earth orbit) uyduları
- Orta Dünya yörüngesi (MEO-Medium Earth orbit) uyduları
- Yüksek eliptik yörünge (HEO-Highly eccentric orbit) uyduları

Yakın yörünge, Orta Dünya yörüngesi ve Yüksek eliptik yörünge uydularına ayrıca *yer durağan olmayan uydular (NGSO-Non-Geostationary orbit)* da denilmektedir³⁶.

2.4.1.1. Yer durağan yörünge (GEO) uyduları

Yer durağan yörünge (GEO) uydular, 35.786 km yükseklikte Dünya'nın ekvatorunun üzerinde konumlandırılmaktadır ve batıdan doğuya doğru hareket ederek Dünya'nın dönüşüne tam olarak uymaktadır. Bir tam yörüngeyi tamamlaması 23 saat 56 dakika ve 4 saniye sürmektedir. Böylece GEO uyduları Dünya üzerindeki herhangi bir noktadan bakıldığında her zaman sabit görünmektedir. Diğer bir deyişle GEO uyduların açısal hızları dünyanın açısal hızına eşittir.

Haberleşme uyduları gibi belirli bir konumun üzerinde sabit kalması gereken uydular için yer durağan yörünge idealdir. Dünya üzerindeki antenlerin sabit bir konumda

³⁵ EOS Data Analytics, *Types of Satellites...*

³⁶ Bilgin Özalp, *Yeni Nesil Uydular ...*, 11-14.

kalmasını ve her zaman uyduya bakmasını sağlamaktadır. Ayrıca, belirli bölgelerin sürekli izlenmesi hava durumu uyduları için de değerlidir ve zamanla değişen hava durumu modellerini takip edip hava durumu eğilimlerinin nasıl ortaya çıktığını görmeyi sağlamaktadır.

GEO uydular yüksek irtifaya yerleştirilmesi sayesinde daha geniş alanları görebildiğinden sadece eşit aralıklarla yerleştirilmiş üç GEO uydu neredeyse küresel bir kapsama alanı sağlayabilmektedir. Bu nedenle daha düşük irtifada bulunan uydulara göre daha az uydu ile dünyayı kapsamak mümkün olmaktadır.

Bununla birlikte, söz konusu uyduların yüksek irtifada bulunmasının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle gerçek zamanlı iletişimde önemli bir parametre olan gecikme süresi, GEO uyduların dünyadan çok uzakta bulunması nedeniyle daha uzun olmaktadır.³⁷ 250 milisaniye seviyesinde olan gecikme kaybının yanı sıra kutup kapsama alanı olmaması, büyük boş alan kaybı ve yüksek irtifa nedeniyle sinyallerdeki yol kaybının fazla olması da diğer dezavantajları arasında yer almaktadır.³⁸

22 Nisan 2025 itibarıyla, uydu izleme internet sitesi “Orbiting Now” a göre yer durağan yörüngede 528 aktif uydu yer almaktadır.³⁹

2.4.1.2. Yakın yörünge (LEO) uyduları

Yakın yörünge (LEO), adından da anlaşılacağı üzere Dünya yüzeyine nispeten yakın bir yörüngede bulunmaktadır. LEO uydular tipik olarak 180-2000 km irtifasında konumlanmaktadır. Buna karşılık, ticari uçakların çoğu yaklaşık 12 km'den

³⁷ ESA, *Types of Orbits*.

³⁸ BTK, *Alçak Yörünge Uyduları...*, 20.

³⁹ Orbiting Now, *Active Satellite Orbit Data*.

daha yüksek irtifada uçmamaktadır, dolayısıyla en düşük LEO bile on kat daha yüksektedir.

Dünya'nın ekvatoru boyunca yörüngede bulunan GEO uydularından farklı olarak, LEO uydularının yörünge düzlemleri çeşitli açılarda eğilebilmektedir. Bu sayede GEO uydularının erişiminin mümkün olmadığı kutup bölgeleri dahil olmak üzere dünyanın tamamında yeterli sayıda LEO uydu ile kapsama sağlanabilmektedir.

LEO uydularının Dünya'ya yakın olması; uydu görüntüleme için yüksek çözünürlük sağlarken, mesafenin kısa olması gecikme süresini düşürmekte, ayrıca haberleşme güvenilirliğine de etki etmektedir. Bununla birlikte LEO uydular Dünya'ya göre saniyede yaklaşık 7,8 km hızla hareket etmektedir ve dünya etrafındaki dönüşünü yaklaşık 90 dakikada tamamlamaktadır. Bu nedenle dünya yüzeyindeki bir noktada kesintisiz kapsama sağlanabilmesi için LEO uydular bir takımyıldızının parçası olarak çalışmaktadır.⁴⁰

22 Nisan 2025 itibarıyla, uydu izleme internet sitesi “Orbiting Now” a göre yakın yörüngede 7243 aktif uydu yer almaktadır.⁴¹

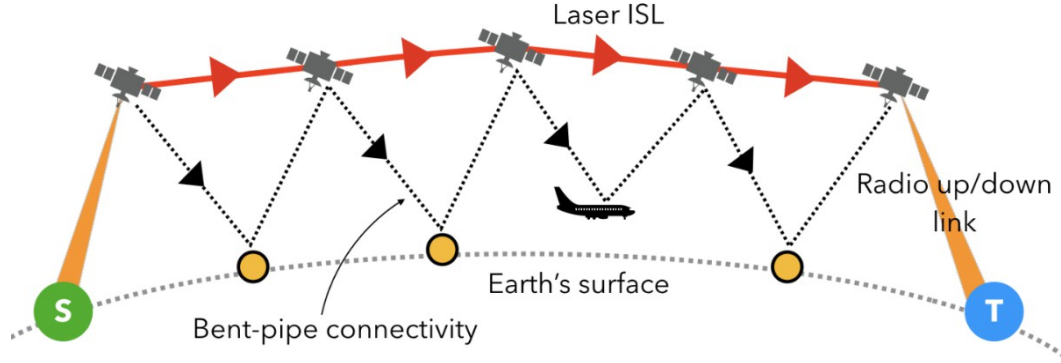
En temel ve yaygın olarak kullanılan LEO mimarisi, "eğik boru" yönlendirme şemasını izlemektedir. Bir LEO istemcisi genel internete bir paket gönderdiğinde, paket bir çanak vasıtasıyla uyduya gönderilmektedir ve bir Varlık Noktasına (*POP-point of presence*) iletilmeden önce bir yer istasyonu tarafından alınmaktadır. Bazı yeni uydu mimarileri ise, uyduların bir yer istasyonu görüş alanına girene kadar paketleri uzayda

⁴⁰ ESA, *Types of Orbits*.

⁴¹ Orbiting Now, *Active Satellite Orbit Data*.

birbirlerine iletmelerine olanak tanıyan uydular arası bağlantılarla (*ISL-İntersatellite Link*) donatılmıştır.⁴²

Şekil 2.3. ISL ve eğik boru mimarisi



Kaynak: Yannick Hauri vd., *Internet from Space without Inter-satellite Links?*, 2020.

LEO uydular ile yapılan haberleşmede en düşük gecikme süresi 30 milisaniyenin altı ile Yeni Zelanda, Avustralya ve Peru'da gerçekleştirilmektedir. Bu üç lokasyonun ortak özelliği ise tek bir uydu atlayışı ile ulaşılabilen en az altı yer istasyonuna sahip olmalarıdır.

2.4.1.3. Orta Dünya yörüngesi (MEO) uyduları

Orta Dünya yörüngesi (MEO), yakın yörünge ve yer durağan yörünge arasında, tipik olarak yaklaşık 5.000 ila 20.000 kilometre yükseklikte yer almaktadır. MEO uydular GPS gibi konumlandırma ve navigasyon hizmetleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda, servis sağlayıcılara, ticari ve hükümet kuruluşlarına düşük gecikmeli veri iletişimini sağlamak için yüksek verimli uydu (*HTS-high-throughput satellite*) MEO takımı yıldızları devreye sokulmuştur.

⁴² Liz Izhikevich, *LEO Satellite Internet Latency Varies Dramatically Depending on Where You Are in the World*, 23 Temmuz 2024, <https://pulse.internetsociety.org/blog/leo-satellite-internet-latency-varies-dramatically-depending-on-where-you-are-in-the-world>, (02.10.2024).

LEO uydular ile karşılaştırıldığında, MEO uydular dünya çapında kapsama sağlamak için daha az cihaz gerektirir, ancak zaman gecikmeleri daha uzundur ve sinyalleri daha zayıftır.⁴³

Ayrıca bu yörüngedeki uyduların karşılaştığı en büyük sorunlardan bir diğeri de, elektronik ve diğer hassas sistemleri etkileyebilen Van Allen kuşaklarının radyasyon ortamına maruz kalmalarıdır.⁴⁴

22 Nisan 2025 itibarıyla, uydu izleme internet sitesi “Orbiting Now” a göre orta Dünya yörüngesinde 196 aktif uydu yer almaktadır.⁴⁵

2.4.1.4. Yüksek eliptik yörünge (HEO) uyduları

Yüksek eliptik yörünge uyduları (HEO), Dünya’ya uzaklıkları en çok değişen uydulardır. Diğer uyduların erişemediği kutup bölgelerini kapsamada etkilidir. Kutuplara yakın olan Rusya gibi ülkeler bu uyduları kullanmaktadır. Özellikle bilimsel çalışmalar ve bölgede bulunan iş istasyonlarının iletişimi için kullanılmaktadırlar.⁴⁶

Bu tür aşırı uzun yörüngeler, apojeye yaklaşma ve apoleden alçalma sırasında gökyüzündeki bir noktada uzun süre kalma avantajına sahiptir. Uzun apoje bekleme süresi boyunca hareket eden cisimler yavaş hareket ediyor gibi görüldüğünden uzun süreler boyunca yüksek enlemlerli yer konumları üzerinde yüksek irtifada kalmaktadır.⁴⁷

⁴³ EOS Data Analytics, *Types of Satellites...*

⁴⁴ Kellond Turner, *Orbits and Their Descriptions*, 19 Şubat 2024, <https://www.spacecentre.co.uk/news/space-now-blog/orbits-and-their-descriptions/>, (22.04.2025).

⁴⁵ Orbiting Now, *Active Satellite Orbit Data*.

⁴⁶ Türksat, *Türksat Uydu Haberleşmesi – 101*, 35.

⁴⁷ ITU-R, *Handbook on Small Satellites*, 11.

63,4 derece eğimli Molniya (12 saatlik) ve Tundra (24 saatlik) yörüngeleri, HEO uydular tarafından kullanılan yörüngelere örnek olarak verilebilmektedir. Molniya uyduları (yörünge adı da buradan gelir) adı verilen bir dizi Sovyet Rusya iletişim uydusu, kuzey yarımkürenin üzerinde geziniyormuş gibi görünmelerini sağlayan oldukça eliptik bir yörünge kullanmaktadır.

Molniya yörüngesini kullanan uydular, sürekli iletişim sağlamak için en az üç uyduya ihtiyaç duymaktadır ve uyduların düzenli olarak Van Allen kuşaklarından geçmesi nedeniyle uydu üzerindeki hassas ekipmanlar zarar görmektedir. Tundra yörüngesi ise, daha yüksek bir irtifada yörüngede kalarak ve tek bir takımyıldızda daha az uydu gerektirerek bu sorunları ortadan kaldırmaktadır. Buna rağmen, Molniya yörüngeleri daha düşük fırlatma enerjisi gerektirdiğinden maliyeti düşürmekte ve daha sık kullanılmaktadır.⁴⁸

22 Nisan 2025 itibarıyla, uydu izleme internet sitesi “Orbiting Now” a göre yüksek eliptik yörüngede 26 aktif uydu yer almaktadır.⁴⁹

2.5. Uydu Hizmetleri

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği, bilgi ve iletişim teknolojileriyle ilgili konuları geliştirmek ve düzenlemek için 1865 yılında kurulmuştur. Küresel radyo frekanslarını ve uydu yörüngelerini tahsis eden ve teknik gelişmeleri ilerletmek için standartlar ve öneriler yayımlayan Birleşmiş Milletler'in uzmanlaşmış kuruluşu olan ITU tarafından uydu haberleşme sistemleri; sabit uydu hizmetleri (FSS), yayın uydu hizmetleri (BSS) ve mobil uydu hizmetleri (MSS) olmak üzere üç hizmet türüne ayrılmaktadır. Bu ana kategorilere ek olarak, verileri depolayabilen ve iletebilen uydular ile uydular arası bağlantılar gibi başka uydu hizmeti türleri de bulunmaktadır.⁵⁰

⁴⁸ Turner, *Orbits and Their Descriptions*.

⁴⁹ Orbiting Now, *Active Satellite Orbit Data*.

⁵⁰ Marko Höyhty, *Satellite Communications and Networks* (Springer, 2024), 4.

2.5.1. Sabit uydu hizmetleri (FSS)

Sabit uydu hizmetleri, yörüngede bulunan bir ya da birden fazla uydu ile Dünya üzerinde belirli lokasyonlarda bulunan sabit yer istasyonları arasındaki iletişim hizmetlerini tanımlamaktadır. Sabit uydu hizmeti için belirli bir noktada sabit olan bu yer istasyonları hem GSO hem de NGSO uydularla çalışabilmektedirler.⁵¹ FSS hizmetleri tek veya iki yönlü olabilmektedir. Bu uydu teknolojisi birçok gelişmekte olan ülkede, yerel veri ve telefon altyapılarından daha hızlı ve güvenilir bir hizmet sunabilmektedir. FSS ile veri ve telefon hizmetlerinin yanı sıra video konferans, ses ve video dağıtımı, sanal özel ağlar ve çoklu yayın hizmetleri gibi kurumsal hizmetleri barındıran uygulamalar da sunulabilmektedir.⁵² FSS hizmetleri askeri alanda da yaygın olarak kullanılmaktadır.⁵³

2.5.2. Yayın uydu hizmetleri (BSS)

Yayın uydu hizmeti (BSS), uyduların radyo ve televizyon hizmetlerini doğrudan son kullanıcılara iletmek için yüksek güçlü ışınlar sağladığı yayın uydu hizmetleridir. Son kullanıcı terminalleri genellikle oldukça küçük ve düşük maliyetlidir, ayrıca kurulumu ve kullanımı kolay olmaktadır. Bu nedenle tüketiciler tarafından yaygın olarak benimsenmektedirler.⁵⁴ En bilinen uygulamaları arasında tüketiciye doğrudan televizyon ve geniş bant hizmetleri verilmesi yer almaktadır.⁵⁵

2.5.3. Mobil uydu hizmetleri (MSS)

Mobil uydu hizmetleri (MSS); deniz, havacılık ve kara tabanlı kullanıcılar dahil olmak üzere mobil olan son kullanıcı terminallerine iki yönlü haberleşme hizmetleri

⁵¹ ITU-R, *Handbook on Small Satellites*, 94.

⁵² Bilgin Özalp, *Yeni Nesil Uydular ...*, 17.

⁵³ Höyhty, *Satellite Communications and Networks*, 4.

⁵⁴ Höyhty, *Satellite Communications and Networks*, 4.

⁵⁵ Sat Now, *What are the Different Types of Satellite Services?*, <https://www.satnow.com/community/what-are-the-different-types-of-satellite-services>, (02.10.2024).

sağlamaktadır. ITU'nun tanımına göre MSS *“bir veya birden fazla uzay istasyonu ile mobil yer istasyonları arasında, ya da bu hizmette kullanılan uzay istasyonları arasında, ya da bir veya daha fazla uzay istasyonu vasıtasıyla mobil yer istasyonları arasındaki haberleşme hizmeti”* olarak tanımlanmaktadır. Mobil uydu hizmetinin yer istasyonları hareket halindedir ve hem GSO hem de NGSO uydularla çalışabilmektedirler.⁵⁶

Başlangıçta hizmetler deniz alanında başlamıştır ancak diğer alanlara doğru genişlemektedir. Özellikle kara tabanlı kullanıcılar, gelecekteki olası büyüme için önemli bir sektördür. Bu bağlamda bağlantılı arabalar, mevcut gelişmeyi kısmen yönlendirmektedir ve 2018'den beri Avrupa Birliği'nde satılan her yeni araba, örneğin hava yastıklarının açıldığı bir kaza durumunda bilgi gönderebilen bağlantılı bir araba haline gelmiştir.⁵⁷

2.6. Uydu Frekansları

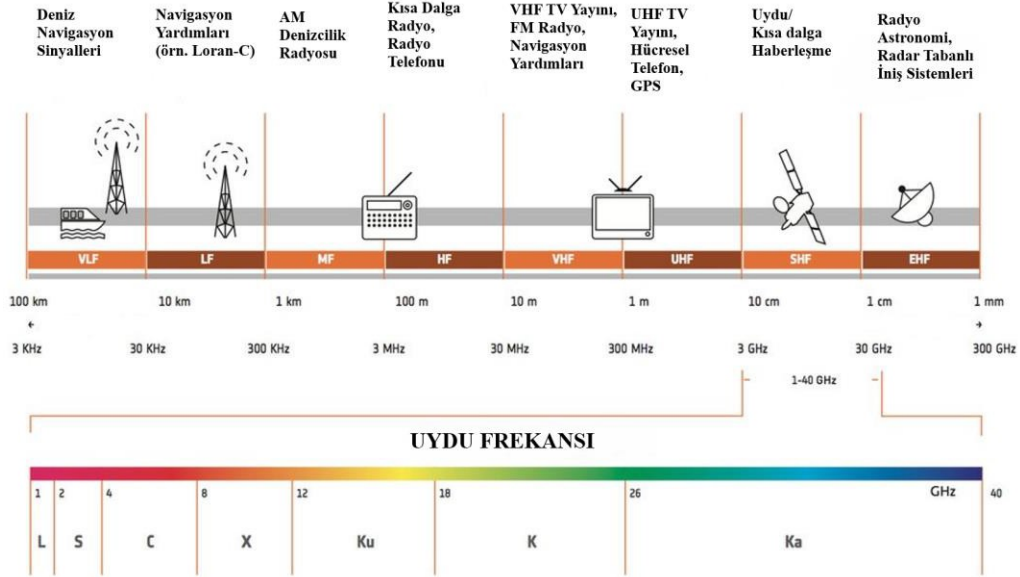
Radyo spektrumu, elektromanyetik spektrumun 3 Hz ile 3.000 GHz arasındaki frekanslara sahip kısmıdır. Atmosferin elektrik yüklü tabakası olan iyonosferin, spektrumun 0.1 ila 100 MHz arasında geçirgen olmaması nedeniyle bu aralıktaki frekanslar uydu haberleşmesi için kullanılmamaktadır. Uydular tarafından kullanılan frekans bantları çok yüksek frekans (VHF) (30-300 MHz), ultra yüksek frekans (UHF) (300-3.000 MHz) ve süper yüksek frekans (SHF) (3-30 GHz) olarak ayrılmaktadır. SHF bandı, harf atamaları ile alt bantlara ayrılmaktadır (Şekil 2.4).⁵⁸

⁵⁶ ITU-R, *Handbook on Small Satellites*, 94.

⁵⁷ Höyhtyä, *Satellite Communications and Networks*, 4.

⁵⁸ Bilgin Özalp, *Yeni Nesil Uydular ...*, 19.

Şekil 2.4. Radyo ve uydu frekans diyagramı



Kaynak: ESA, Satellite Frequency Bands

Düşük frekans bantları yağmura ve diğer hava koşullarına dayanıklıdır ancak sınırlı bant genişlikleri nedeniyle yüksek verim gerektiren hizmetleri destekleyememektedir. Öte yandan, yüksek frekans bantları hava koşullarından güçlü bir şekilde etkilenmesine rağmen daha geniş bant genişliği sağlayabilmektedir.⁵⁹

Tüm radyo sistemleri frekans spektrumuna ihtiyaç duymaktadır ve yüksek hızlı veri iletimi geniş bir bant genişliği gerektirmektedir. Uydu haberleşme sistemleri, karasal mikrodalga bağlantılarıyla paylaşılan 500 MHz tahsisyle C bandında başlamıştır. GEO yörüngesi C bandında çalışan uydularla doldukça, uydular bir sonraki kullanılabilir frekans bandı olan Ku bandı için inşa edilmiştir. Yıllar geçtikçe spektruma olan ihtiyacın artması nedeniyle Ka-bant ve daha üst bantlara geçişler devam etmiştir. Evde bulunan küçük verici Ka-bant yer istasyonlarından internete erişim, özellikle kırsal alanlarda karasal kablo ve telefon ağlarına bir alternatif sunmaktadır. SES, 1998'de Astra-K uydusuyla Avrupa'da iki yönlü Ka-bant internet

⁵⁹ Höyhty, *Satellite Communications and Networks*, 8.

erişimine başlamıştır ve ViaSat ve Hughes Network Systems, ikisi de artık Echostar'a (2017) ait olan ABD'deki Exede ve Hughesnet sistemleri aracılığıyla internet erişimi sunmaktadır. Ka ve V-bantlarını kullanan LEO ve MEO uydu sistemleri aracılığıyla dünya çapında internete erişim de geliştirilmektedir. Dört yılda bir yapılan Dünya Radyo Konferansları (WRC) ile ticari uydu hizmetleri için L, S, C, Ku, K, Ka, V ve W bantlarını içeren yeni frekans bantları tahsis edilmektedir. Tablo 2.2'de uydu haberleşmesinde kullanılan bantlara ilişkin frekans tanımlamaları ve hizmet türlerinin detaylarına yer verilmektedir.⁶⁰

Tablo 2.2. Uydu Haberleşme frekans bantları ve uydu hizmet türleri

Frekans Bant Spektrumu	Frekans Aralığı (GHz cinsinden)	Uydu Hizmet Türü
L-bant	1,518 – 1,675 GHz	Mobil Uydu Hizmeti
S-bant	1,97 – 2,69 GHz	Mobil Uydu Hizmeti
C-bant	3,4 – 7,025 GHz	Sabit Uydu Hizmeti
X-bant	8 – 12 GHz	Sabit Uydu Hizmeti
Ku-bant	10,7 – 14,5 GHz	Sabit Uydu Hizmeti Yayın Uydu Hizmeti
Ka-bant	17,3 – 30 GHz	Sabit Uydu Hizmeti Yayın Uydu Hizmeti
Q/V-bant	37,5 – 51,4 GHz	Mobil Uydu Hizmeti Yayın Uydu Hizmeti

Kaynak: ESOA, The Right Wavelength

2.6.1. L bandı (1–2 GHz)

L bandı, başta Küresel Konumlama Sistemi (GPS) taşıyıcıları olmak üzere, uydu mobil telefon hizmetleri (örneğin Iridium) ve kara, deniz ile hava platformlarında haberleşme sağlayan Inmarsat gibi sistemlerde kullanılmaktadır. L bandının düşük frekans karakteristiği, daha iyi nüfuz ve geniş kapsama imkânı sağlamaktadır.⁶¹

⁶⁰ Vyacheslav Tuzlukov, vd., "15.2 Satellite Communications Systems: Applications," *Systems, Controls, Embedded Systems, Energy, and Machines* (CRC Press, 2006), 26-27.

⁶¹ ESA, *Satellite Frequency Bands*.

2.6.2. S bandı (2–4 GHz)

S bandı, özellikle meteoroloji radarları, yüzey gemisi radarları ve bazı haberleşme uyduları tarafından kullanılmaktadır. NASA'nın Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) ve Space Shuttle ile yaptığı haberleşmelerde S bandı tercih edilmiştir. Avrupa Komisyonu, Mayıs 2009'da Inmarsat ve Solaris Mobile'a (Eutelsat ile Astra'nın ortak girişimi) S bandında her biri 2×15 MHz olacak şekilde frekans tahsisi yapmıştır. Bu tahsis mobil uydu hizmetlerinin Avrupa'da gelişmesini desteklemiştir.⁶²

2.6.3. C bandı (4–8 GHz)

C bandı, ağırlıklı olarak uydu haberleşmesi için kullanılmaktadır. Özellikle tam zamanlı uydu televizyon ağları ve ham yayın aktarımları bu bandı kullanır. Tropikal yağışlara maruz kalan bölgelerde yağmur zayıflamasına karşı Ku bandına kıyasla daha dirençli olması nedeniyle tercih edilir. Tarihsel olarak önem taşıyan ilk canlı transatlantik televizyon yayını 1962 yılında Telstar uydusu üzerinden C bandında gerçekleştirilmiştir.⁶³

2.6.4. X bandı (8–12 GHz)

X bandı, büyük ölçüde askeri amaçlı kullanımlara tahsis edilmiştir. Bu bant, sürekli dalga, atımlı radar, tek kutuplu/dubleks kutuplamalı radar sistemleri, sentetik açıklıklı radar (SAR) ve faz dizi radarları (phased array) gibi uygulamalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca hava trafiği kontrolü, hava durumu izleme, deniz trafiği yönetimi, askerî izleme faaliyetleri ve trafik hız tespiti gibi alanlarda da hem sivil hem de kamu kurumlarınca değerlendirilmektedir.⁶⁴

⁶² ESA, *Satellite Frequency Bands*.

⁶³ ESA, *Satellite Frequency Bands*.

⁶⁴ ESA, *Satellite Frequency Bands*.

2.6.5. Ku bandı (12–18 GHz)

Ku bandı, özellikle uydu haberleşme sistemlerinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Avrupa’da, 10.7 GHz ile 12.75 GHz arasındaki frekanslar doğrudan yayın yapan uydu servisleri (Direct Broadcast Satellite – DBS) için kullanılmaktadır. Örneğin, Astra uyduları, bu bandı kullanarak televizyon yayınlarını iletmektedir. Ku bandı, yüksek kapasite gerektiren uygulamalarda düşük ekipman boyutu ile verimli bir çözüm sunar.⁶⁵

2.6.6. Ka bandı (26–40 GHz)

Ka bandı, başta uydu haberleşmesi olmak üzere, 27.5 GHz ile 31 GHz aralığında uplink uygulamaları için kullanılmaktadır. Ayrıca, yüksek çözünürlüklü hedefleme radarları, özellikle askeri hava platformlarında kısa menzilli hassas hedef tespitinde bu banttan yararlanmaktadır. Ka bandının yüksek frekansı, daha yüksek veri hızı sağlarken, aynı zamanda atmosferik zayıflamalara karşı daha duyarlıdır; bu nedenle uydu planlamasında dikkatli değerlendirme gerektirir.⁶⁶

⁶⁵ ESA, *Satellite Frequency Bands*.

⁶⁶ ESA, *Satellite Frequency Bands*.

3. UYDU-KARASAL MOBİL SİSTEMLERİN YAKINSAMASI

3.1. Yakınsama Kavramı

Geleneksel karasal ağları geliştirmek için günümüze kadar çok sayıda teknoloji ortaya çıkmış olsa da, mevcut ağların kapsamasını ve performansını geliştirmede birtakım zorluklar ile karşılaşmaktadır. Ekonomik ve coğrafi nedenlerden dolayı, hücresel ağlar genellikle dünyanın %100'ünü kapsayamamaktadır. Düşük nüfus yoğunluklu bölgelerde kurulan haberleşme şebekesi, kişi başına yüksek ortalama maliyete neden olmaktadır. Ayrıca zorlu coğrafi şartlara sahip bölgelerde altyapı çalışmaları, kentlere göre çok daha zor yürütülebilmektedir.

Bununla birlikte deprem, tsunami ve orman yangınları gibi doğal afetlerde haberleşme varlıklarının zarar görmesi halinde, kurtarma için hızlı bir müdahalede bulunmak amacıyla tüm sistemin sağlamlığını artırmak hayati öneme haizdir.⁶⁷ Nitekim, Türkiye bir deprem ülkesi olması nedeniyle haberleşme hizmetlerinde sürekliliği sağlamak ülkemiz açısından çok kritik bir hal almaktadır.

Yukarıda belirtilen bazı sorunlar, coğrafi kısıtlamaları ortadan kaldıran uydu ağlarının mobil ağlara entegre olması ile çözüme kavuşabilecektir. Bu noktada karşımıza “yakınsama” kavramı çıkmaktadır.

İngilizce “*convergence*” ifadesi dilimize “*yakınsama*” terimi olarak geçmektedir. Söz konusu terim çeşitli bağlamlarda kullanılabilir. Bu sebeple farklı şekillerde tanımlanabilmekte olup doktrinde evrensel olarak kabul görmüş bir yakınsama tanımı

⁶⁷ Peng Wang vd., “Convergence of Satellite and Terrestrial Networks: Comprehensive Survey,” *IEEE Access* 4 (2016): 5551.

bulunmamaktadır. Yine de bu kavramı, farklı noktaların bir araya gelmesi veya bütünleşmesi olarak tanımlamak mümkündür.⁶⁸

OECD'ye göre yakınsama; her bir hizmetin kendine özel bir şebeke (mobil, sabit, kablo TV, IP) ile verildiği bir yapıdan, tüm haberleşme hizmetlerinin çeşitli şebekeler vasıtasıyla birçok platform üzerinden interaktif bir şekilde kopukluk olmadan verilmesine doğru geçiş olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda OECD yakınsama kavramını “ağ yakınsaması”, “hizmet yakınsaması”, “endüstri/pazar yakınsaması”, “yasal, kurumsal ve düzenleyici yakınsama”, “cihaz yakınsaması” gibi farklı düzeylerde ele almaktadır.⁶⁹

Avrupa Birliği 1997 tarihinde yakınsamaya ilişkin ilk düzenlemesini gerçekleştirmiştir. “*Telekomünikasyon, Medya ve Bilgi Teknolojisi Sektörlerinin Yakınsaması ve Yakınsamanın Regülasyonlar Açısından Sonuçları Hakkında Yeşil Kitap: Bir Bilgi Toplumu Yaklaşımına Doğru*” isimli belge ile yakınsama desteklenmesi gereken bir politika olarak ele alınmıştır, hükümetlerin yakınsamayı engelleyici politik yaklaşımlardan kaçınması gerekliliği ve regülasyon noktasında ise bu alanda aşırı düzenleme yapılmaması gerektiği vurgulanmıştır.⁷⁰

2002 yılında yayımlanan Avrupa Komisyonu Yetkilendirme Direktifinde (*teknoloji tarafsız düzenleme olarak da adlandırılabilir.*), farklı elektronik haberleşme hizmet ve ağlarındaki yakınsamanın temelinde hangi teknolojinin yattığına bakılmaksızın bütün hizmetleri içine alacak mahiyette bir yetkilendirme sisteminin kurulması gerektiği belirtilmiştir.⁷¹

⁶⁸ Mürüvvet Göksu Karınca, “Telekomünikasyonda Yakınsama Kavramı,” *Ankara Barosu Dergisi* sy. 4 (2013): 264-282.

⁶⁹ OECD, *Directorate for Science, Technology and Industry Committee for Information, Computer and Communications Policy*, 29 Nisan 2008, 7, [https://one.oecd.org/document/DSTI/ICCP/CISP\(2007\)2/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/ICCP/CISP(2007)2/FINAL/en/pdf), (22.04.2025).

⁷⁰ Göksu Karınca, “Telekomünikasyonda Yakınsama Kavramı,” 270.

⁷¹ Avrupa Komisyonu, Directive 2002/20/EC of The European Parliament and of the Council of 7 March 2002 on the Authorisation of Electronic Communications Networks and Services (Authorisation Directive), *Official Journal of the European Communities*, 21.

OECD ise yakınsama ve yeni nesil şebekelerle ilgili 2008 tarihli raporunda yakınsamanın, pazarın gelişmesi için politik anlamda desteklenmesi gerektiğini ayrıca Avrupa Komisyonu direktifinde olduğu gibi ilgili düzenlemelerin söz konusu hizmetlerin altında yatan teknolojiler gözetilmeksizin yapılması gerektiğini vurgulamıştır.⁷²

Dünya 5G'den 6G iletişim çağına geçerken uydu ve karasal ağ yakınsaması mega bir trend olma yolunda ilerlemektedir. Bu nedenle akıllı telefonlarda uydu iletişimini etkinleştirmeyi amaçlayan bir dizi senaryo çalışması yapılmaktadır.

Bu kapsamda haberleşmenin sağlanamadığı ya da yetersiz hizmet verilen bölgelerde tamamlayıcı bir çözüm olarak sunulan Karasal Olmayan Ağlar (Non-Terrestrial Networks-NTN) karşımıza çıkmaktadır.

3.2. Karasal Olmayan Ağlar (NTN)

NTN, 3GPP tarafından standartlaştırılan hücreli karasal haberleşme ağları (3G, 4G, 5G, vs.) dışında kalan, uzaydan (GEO, MEO, LEO) ya da havadan sunulan (İnsansız Hava Aracı Sistemi-UAS, Yüksek İrtifa Platform Sistemi-HAPS) haberleşme hizmetlerini içermektedir ve bu alandaki sayısız teknoloji için şemsiye terim görevi görmektedir.⁷³

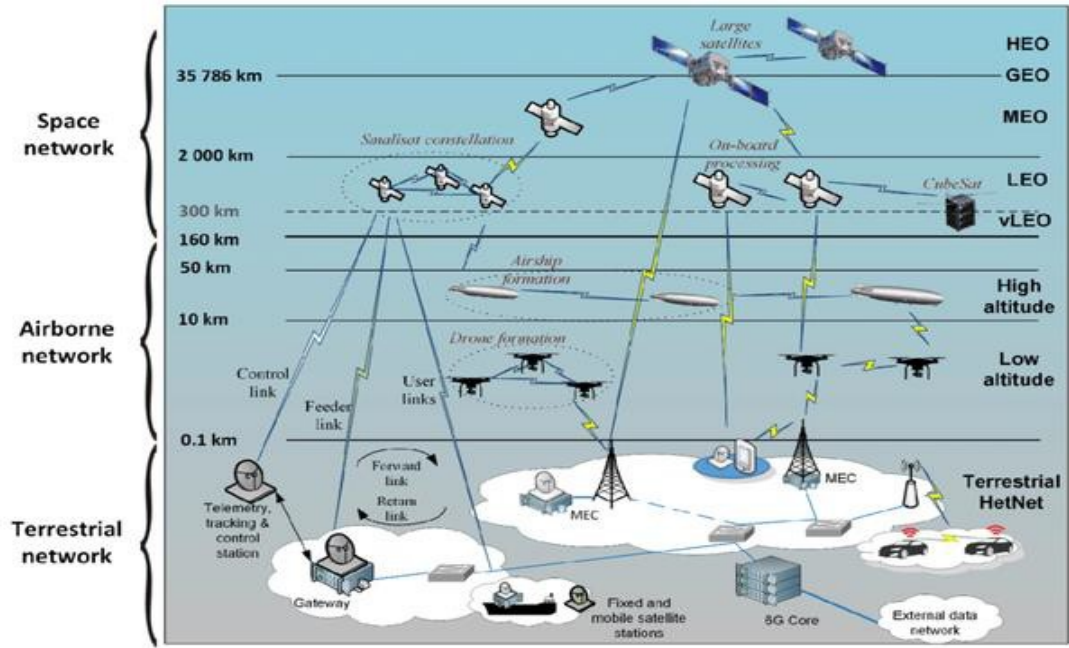
NTN; gemiler, uçaklar ve zor coğrafi şartlara sahip bölgeler gibi karasal şebekelerle kapsanması zor ya da maliyeti yüksek olan bölgelerde bağlantı sağlayarak karasal ağlar için tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır. Karasal Olmayan Ağlar, mevcut karasal tabanlı haberleşme ağlarının (Terrestrial Network-TN) bir uzantısıdır. NTN, Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, artık üç boyutlu (3B) uzay ağı olarak bilinen yerde karasal

⁷² OECD, *Directorate for Science...*, 35-39.

⁷³ TUA, *LEO Haberleşme Sistemleri*, Kasım 2022, <https://cdn.tua.gov.tr/637242b0c6466.pdf>, (22.04.2025), 14.

ağlarla birlikte üçüncü boyutu oluşturmaktadır. 5G sisteminde, “ağların ağı” (network-of-networks) boyunca NTN bağlantıları entegre bir genel ağ oluşturacaktır, ancak 6G’ye geçilmesiyle birlikte NTN’in yeni standartlara göre tasarlanmış tek bir birleşik ağ haline gelmesi beklenmektedir.⁷⁴

Şekil 3.1. 3 boyutlu uzay şebeke mimarisi

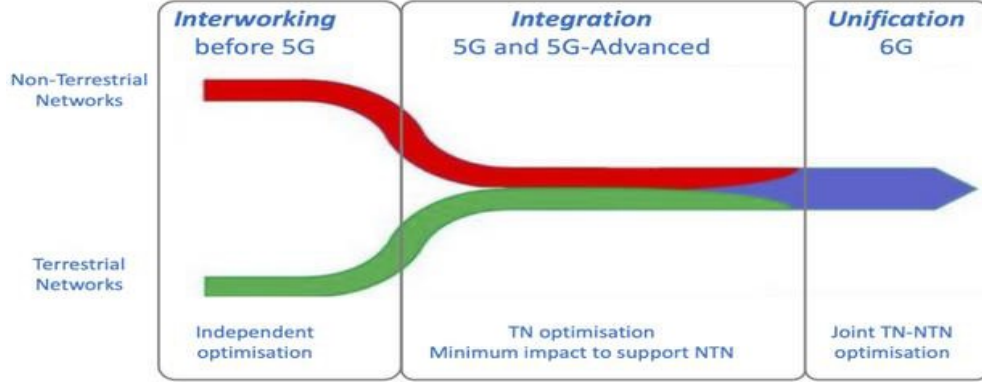


Kaynak: FCP, Non-Terrestrial Networks

Şekil 3.2’de NTN ve TN’in 5G’den 5G-Advanced’e ve 6G’ye giden yoldaki gelişimi görülmektedir. Buna göre, 5G öncesi teknolojilerde birlikte çalışan, 5G ile bir entegrasyon sürecine giren NTN ve TN yapılarının, 6G’de birleşerek bir bütünlük kazanması beklenmektedir.

⁷⁴ FCP, Non-Terrestrial Networks, 2024, 18.

Şekil 3.2. NTN-TN entegrasyon ve birleşimine ilişkin yol haritası



Kaynak: UKTIN, FCP Non-Terrestrial Networks

NTN platformları; uzay platformları ve hava platformları olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Uzay ve hava platformları ise 3GPP tarafından taşıyıcı görev yüklerine göre transparan ve yinelemeli görev yükleri şeklinde ayrılmaktadır. Transparan görev yüklü uydular 5G şebekesine röle hizmeti verirken, yinelemeli görev yüklü uydular kısmen ya da tamamen baz istasyonu gibi davranmaktadır.⁷⁵ Aynı zamanda yinelemeli görev yüküne sahip uydular baz istasyonlarını da birbirine bağlayabilmektedir. Burada üç NTN senaryosu ortaya çıkmaktadır:

- Son kullanıcı ekipmanının uydu ağı üzerinden transparan şekilde 5G baz istasyonuna erişimi,
- Uydu ağının 5G baz istasyonu gibi davranması,
- Uydu ağının baz istasyonlarını birbirine bağlayan transmisyon şebekesi (backhaul) gibi davranmasıdır.⁷⁶

3.2.1. NTN yaklaşımları

Uydu sistemleri ile karasal mobil sistemlerin birlikte çalışabilirliğine ilişkin 2022 yılından günümüze kadar şirketler tarafından çeşitli NTN çözümleri duyurulmaya devam etmektedir. Bu bağlamda geliştirilen NTN çözümleri incelendiğinde, bu

⁷⁵ Krause, *Non-Terrestrial Networks (NTN)*, 90-91.

⁷⁶ TUA, *LEO Haberleşme Sistemleri*, 14-19.

yaklaşımların genel olarak tescilli (*proprietary*) ve standartlaştırılmış (*standardized*) yaklaşımlar olmak üzere iki gruba ayrıldığı görülmektedir.

3.2.1.1. Tescilli yaklaşımlar

Tescilli yaklaşımlar, belirli şirketlerin kendi cihazları ve altyapılarına özel olarak geliştirdiği, genellikle açık standartlara dayanmayan çözümlerdir. Bu tür yaklaşımlar, pazara daha hızlı çıkma imkânı sunmakla birlikte, yalnızca belirli cihazlar ve hizmet sağlayıcılarla uyumludur. Örneğin, Apple ve Globalstar iş birliğiyle geliştirilen uydu mesajlaşma sistemi, yalnızca iPhone 14 ve üstü modellerle çalışmakta ve belirli bölgelerde kullanılabilir⁷⁷. Söz konusu yaklaşım MSS'e tahsis edilmiş olan L ve S bantlarını kullanan diğer şirketler tarafından da benimsenen bir yaklaşımdır.

Benzer şekilde Qualcomm tarafından Android telefonlarda acil mesajlaşma uygulamasının İridium ağı üzerinden kullanılmasını sağlamak için geliştirilen Snapdragon Satellite yongası tanıtılmış olmakla birlikte, Apple'ın benzer iş modeli kapsamında beklenen cihaz satışını elde edememiş olması ve elektronik haberleşme pazarında standartlara dayalı bir yaklaşımın izleneceği beklentisi nedeniyle söz konusu proje iptal edilmiştir.

3GPP tarafından özellikle Rel.17 ve sonrasında yapılan çalışmalarla geliştirilen NTN mimarisi, mobil haberleşme hizmetlerinin uydu sistemleri aracılığıyla sunulmasına olanak tanımakta olup, NTN sistemlerinin doğrudan kullanıcı cihazlarına hizmet sunabilecek şekilde tasarlanmasını mümkün hale getirmektedir. Bu doğrultuda, Doğrudan Cihaza (*Direct-to-Device-D2D*) kavramı ortaya çıkmaktadır. Çeşitli kaynaklarda bu terim Doğrudan Hücreye (*Direct-to-Cell-D2C*) terimi olarak da karşımıza gelmektedir. D2C ve D2D arasındaki fark basitçe bağlanan cihazdır; ilkinde cep telefonları, ikincisinde ise IoT cihazları ifade edilmektedir. Bu ifadeler sıklıkla

⁷⁷ Apple Inc, *Emergency SOS Via Satellite*, 2022, <https://www.apple.com/newsroom/2022/11/apple-introduces-emergency-sos-via-satellite>, (10.02.2024).

birbirinin yerine kullanılabilir. İşbu tez kapsamında mobil cihazların uydu üzerinden hizmet alması konusu incelendiğinden tezin devamında (şirketlerin kendi teknolojileri için kullandığı terim dışında kalan durumlar için) D2C terimi kullanılacaktır.

D2C yaklaşımı, geleneksel mobil haberleşme hizmetlerinin uydu aracılığıyla doğrudan mobil cihaza sunulmasını sağlayan ve kullanıcı deneyiminde kesintisizliği hedefleyen yeni bir konsepttir. D2C terimi spektrum kullanımı açısından değerlendirildiğinde D2C-MSS (*Direct-to-Cell Mobile Satellite Services*) ve D2C-IMT (*Direct-to-Cell International Mobile Telecommunications*) olarak ikiye ayrılmaktadır.

D2C-MSS, uydu üzerinden MSS frekansı (*ITU tarafından mobil uydu hizmetlerinin kullanımına ayrılmış frekansları tanımlamaktadır. Örneğin, L bantta 1.518-1.675 GHz ve S bantta 1,97-2,69 GHz MSS için ayrılmıştır.*) kullanılarak doğrudan son kullanıcı terminaline sunulan mobil hizmetleri tanımlamakta olup, bu başlık altında incelenen tescilli yaklaşımlar için de kullanılan bir terimdir. D2C-MSS'te, ana ilişki yonga seti/cep telefonu üreticileri ile uydu sağlayıcısı arasında olmaktadır. Mobil Ağ Operatörlerine ait spektruma ihtiyaç duyulmaması nedeniyle bu ekosistemde mobil operatörlerin herhangi bir rol oynamaları beklenmemektedir.⁷⁸

D2C-IMT terimi ise, IMT frekansı (*ITU tarafından karasal mobil hizmetlerinin kullanımına ayrılmış frekansları tanımlamaktadır. Örneğin, 790-960 MHz, 1710-2025 MHz, 2110-2200 MHz, 2300-2400 MHz, 2500-2690 MHz*) kullanılarak doğrudan değiştirilmemiş son kullanıcı terminaline sunulan hizmetleri tanımlamakta olup standartlaştırılmış yaklaşımlar başlığı altında ele alınacaktır.

⁷⁸ FCP, NTN, 31-32.

3.2.1.2. Standartlaştırılmış yaklaşımlar

Standartlaştırılmış NTN çözümleri, 3GPP tarafından tanımlanan teknik spesifikasyonlara dayanmaktadır. Bu yaklaşımlar farklı üretici, işletmecisi ve hizmet sağlayıcılar arasında birlikte çalışabilirlik (interoperability) sağlamaktadır ve uzun vadede sürdürülebilir bir ekosistem oluşturmayı hedeflemektedir. Standartlara dayalı bir NTN'nin en önemli faydası, hâlihazırda karasal mobil şebekeler üzerinden hizmet alan hücresel cihazların (kullanıcı ekipmanlarının) değiştirilmeden uydu sistemlerine bağlanabilmesidir.⁷⁹

3GPP, 5G'yi 2015 yılında standartlaştırdığında uydu veya NTN'e dair hiçbir öge Rel.15'te yer almamıştır. Bu nedenle, TN ve NTN arasındaki birlikte çalışabilirliğin yapılandırılması ilk aşamayı oluşturmuştur. Transmisyon ve Doğrudan Cihaza ya da Doğrudan Hücreye gibi uygulamalar için mimarileri standartlaştırmak amacıyla 3GPP içinde bir NTN grubu kurulmuştur. Akabinde, TN ve NTN arasındaki birlikte çalışabilirlikten ziyade entegrasyonun dikkate alındığı 5G-Advanced adlı ikinci bir aşamaya geçilmiştir.

3GPP tarafından 2022 yılında ilk gerçek 5G NTN sistem tasarımlarının temelini atılmasını sağlayan Rel.17 ile, 5G standartlarına dayalı ve NTN çalışmasına izin veren NR-NTN (*New Radio-NTN*) ve NB-IoT-NTN (*Narrow Band-Internet of Things-NTN*) tanıtılmıştır.

- **NB-IoT NTN:** Dar bant IoT uygulamaları için uyarlanmış olup GEO ve LEO uydularla düşük veri hızlarında (örneğin birkaç kbit/s) bağlantı sağlamaktadır.⁸⁰ İşbu tezin konusu mobil haberleşme sistemlerinin uydu haberleşme sistemleri ile

⁷⁹ IOT for All, *Satellite Networks for IoT: Standards-Based Vs. Proprietary*, 6 Aralık 2024, <https://www.iotforall.com/satellite-iot-standards-vs-proprietary>, (06.04.2025).

⁸⁰ Krause, *Non-Terrestrial Networks (NTN)*.

yakınsamasının incelenmesine ilişkin olduğundan NB-IoT-NTN konusu ele alınmayacaktır.

- **NR-NTN:** 5G NR'ın uydu sistemlerine uyarlanmış hâlidir ve sesli aramalar, geniş bant veri hizmetleri gibi gelişmiş senaryoları desteklemeyi hedeflemektedir. NR-NTN standardı, veri ve ses hizmetleri sağlamak için 5G NR teknolojisini kullanarak değiştirilmemiş akıllı telefonları doğrudan uydulara bağlamaktadır.⁸¹

Günümüzde ise Rel. 19 ile rejeneratif NTN mimarilerini içeren ve NTN'de bazı 5G ağ işlevlerine sahip olan ve D2C hizmetleri için gelişmiş performans olasılığı ile tamamen yeni pazarlar açan 5G-Advanced aşamasına girilmiştir. 2025'teki son aşamada yani Rel.20'de, NTN'yi baştan itibaren TN ile birlikte içeren, yeni ve daha açık ağ kavramlarına dayalı olacak birleşik bir yaklaşımı temsil eden 6G standartları aşamasına girilmesi beklenmektedir.⁸²

5G-NTN uygulamalarının yoğunluğu GEO ve LEO uydular üzerindedir. Günümüzde LEO uydularının sayısındaki artan büyüme, ticari, hükümet ve askeri endüstrilerdeki çoğu NTN kullanım durumu için temel oluşturmaktadır. Söz konusu büyümenin en önemli sebeplerinden biri de, yakın yörünge uydularının Dünya'ya mesafesinin daha kısa olmasına bağlı olarak daha düşük gecikme avantajı sağlamasıdır. Bu sayede LEO uyduları gerçek zamanlı NTN uygulamalarının desteklenmesine olanak sağlamaktadır.⁸³

LEO uydu teknolojisi, jeostasyonlu dünya yörüngesi olan GEO teknolojisine uygun maliyetli bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Her bir uydu sisteminin kendine özgü artıları ve eksileri vardır. Mobile World Live tarafından yapılan çalışmaya göre (Bkz.

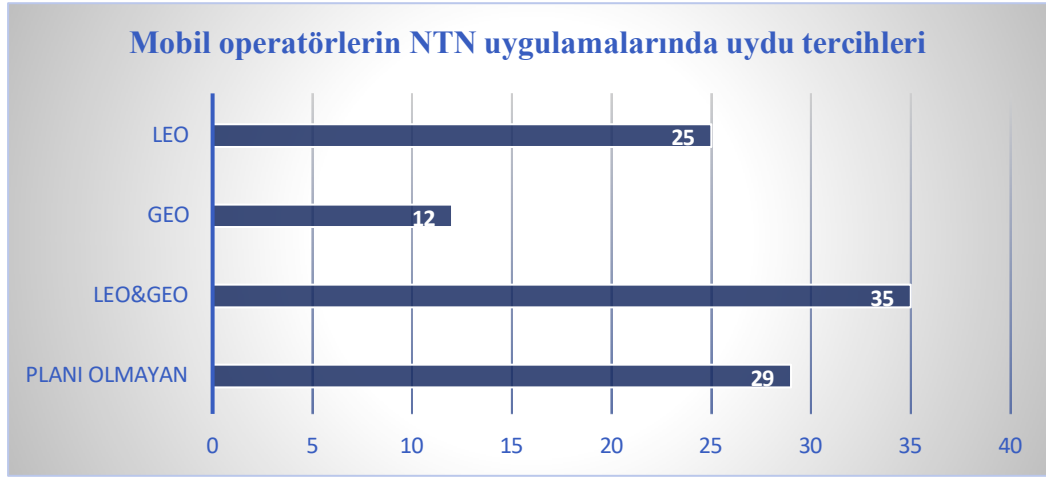
⁸¹ Krause, *Non-Terrestrial Networks (NTN)*.

⁸² UKTIN, FCP Non-Terrestrial Networks, 2024, 18-20

⁸³ Keysight, *Non-Terrestrial Network Advantages, Challenges, and Applications*, <https://www.keysight.com/us/en/cmp/topics/non-terrestrial-network-basics-advantages-and-challenges.html#NTNstandards>, (05.04.2025).

Tablo 3.1) mobil operatörlerin eğilimi %25 ile LEO uydular yönündedir. Bununla birlikte, üçte birinden fazlası her ikisini de değerlendirirken, %29'unun bu konuda hiçbir planı bulunmamaktadır.⁸⁴

Tablo 3.1. Mobil operatörlerin NTN uygulamalarında uydu tercihleri



Kaynak: Mobile World Live, Survey Report Industry Survey 2025

NR-NTN kullanım durumları üç kategoride incelenebilmektedir:

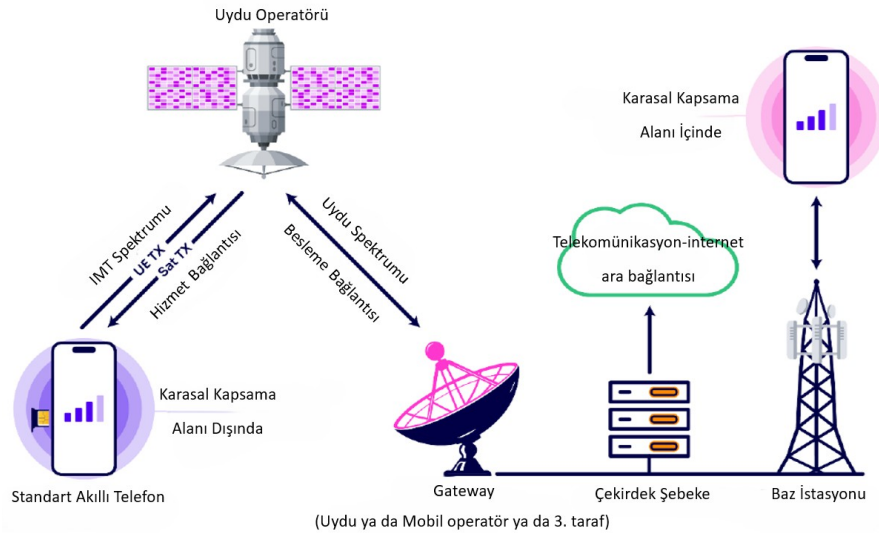
- Hizmet devamlılığı (Service continuity): Karasal sistemler aracılığıyla erişimin mümkün olmadığı durumlarda NTN ile erişim sağlama,
- Hizmet yaygınlığı (Service ubiquity): Karasal sistemlerde geçici bir kesinti ve yıkıma neden olan felaket anlarında NTN kullanılabilirliğini sağlama,
- Hizmet ölçeklenebilirliği (Service scalability): Karasal sistemlerden trafiği azaltma.

Tüm bu bilgiler ışığında, 3GPP tarafından geliştirilen NR-NTN (5G NTN) teknik standartları temel alınarak, mobil işletmecilere tahsisli IMT frekansları üzerinden doğrudan son kullanıcı cihazlarına hizmet sunumunu mümkün kılan D2C-IMT sistemleri geliştirilmiştir.

⁸⁴ Mobile World Live, Survey Report Industry Survey 2025, 21.

D2C-IMT, mevcut mobil haberleşme altyapısına tamamlayıcı nitelikte geliştirilen ve mobil şebeke işletmecilerinin lisanslı spektrumlarını kullanan bir iletişim teknolojisidir. Bu yapı, genellikle 3 GHz altındaki IMT bantlarında çalışmakta olup, piyasada bulunan standart mobil cihazlarla uyumlu şekilde kullanılabilir. D2C-IMT teknolojisinin uygulanabilmesi için, spektrum erişimi açısından mobil şebeke işletmecileriyle iş birliği gerekmektedir. Özellikle mobil kapsamının sınırlı olduğu bölgelerde alternatif bir iletişim çözümü sunan bu teknoloji, mevcut hücresel kapsamının genişletilmesine katkı sağlamaktadır. Bu sistemlerin, diğer haberleşme hizmetleriyle birlikte aynı spektrumda sorunsuz çalışabilme yeteneği (coexistence) ve uydu servisleri için karasal spektrumun kullanımının düzenleyici statüsü konusu ITU tarafından WRC-23'te tartışılmıştır ancak kararlar 2027'de gerçekleşecek olan WRC-27'ye ertelenmiştir.⁸⁵ Şekil 3.3'te yer alan şema ile D2C-IMT mimarisi genel hatlarıyla gösterilmiştir.

Şekil 3.3. D2C-IMT Mimarisi



Kaynak: Policy Tracker

⁸⁵ FCP, NTN, 31-32.

3.3. Uydu-Karasal Mobil Yakınsamasına İlişkin İş Birlikleri

Uydu-karasal mobil yakınsamasına ilişkin teknolojik gelişmeler, son kullanıcı cihazlarına doğrudan hizmet sunmayı hedefleyen iki temel yaklaşım etrafında şekillenmektedir: D2C-MSS ve D2C-IMT. Her iki senaryo da kullanıcıya uydu bağlantısı yoluyla erişim sağlama amacını taşımakla birlikte, kullandıkları spektrum, ağ mimarisi ve sektörel aktörler açısından farklılaşmaktadır. Bu bölümde, söz konusu senaryolara ilişkin güncel uygulamalar ele alınmaktadır.

3.3.1. SpaceX – Starlink

Starlink, özel uzay uçuş şirketi SpaceX'in uzak yerlere düşük maliyetli internet sağlamak amacıyla geliştirdiği uydu ağının adıdır. SpaceX'in uydu interneti teklifi Ocak 2015'te duyurulmuştur. Şirket yaklaşık 4.000 uyduyu yakın yörüngeye yerleştirmek için ITU'ya belgeler sunmuştur. SpaceX, TinTinA ve TinTinB adlı ilk iki Starlink test aracını Şubat 2018'de fırlatmıştır. Görevin sorunsuz geçmesinin ardından ilk verilere dayanarak şirket, düzenleyicilerden filosunun başlangıçta planlanandan daha düşük irtifalarda çalışmasına izin verilmesini talep etmiştir ve ABD Federal İletişim Komisyonu (FCC) tarafından bu talep kabul edilmiştir.

İlk 60 Starlink uydusu, 23 Mayıs 2019'da bir SpaceX Falcon 9 roketiyle fırlatılmıştır. Uydular, 550 kilometre operasyonel irtifalarına başarıyla ulaşmıştır. FCC, SpaceX'e 12.000 Starlink uydusu uçuşma izni vermiştir ve şirket 2019 yılında 30.000'e kadar ek uydu fırlatmak için ITU'a evraklarını sunmuştur.

Bir Starlink uydusunun ömrü yaklaşık beş yıldır ve SpaceX, bu mega takımyıldızda 42.000'e kadar uyduya sahip olmayı beklemektedir.⁸⁶ Bununla birlikte Astronom

⁸⁶ Tereza Pultorova, *Starlink Satellites: Facts, Tracking and Impact on Astronomy*, <https://www.space.com/spacex-starlink-satellites.html>, (22.01.2025).

Jonathan McDowell'ın takımyıldızlarını takip ettiği kendi internet sitesinde yayımladığı verilere göre Nisan 2025 itibarıyla yörüngede 7.227 Starlink uydusu bulunmaktadır ve bunların 7.202 tanesi çalışmaktadır.⁸⁷

SpaceX, ilk olarak Ağustos 2022'de ABD'de kapsama alanı dışında hiçbir yer bırakmama hedefiyle T-Mobile mobil operatörü ile uzaydan mobil sinyal bağlantısı sağlama planlarını ortaya koyan bir ortaklık duyurmuştur. O zamandan beri Kanada'da Rogers, Avustralya'da Optus, Yeni Zelanda'da One NZ, Japonya'da KDDI, İsviçre'de Salt, Şili ve Peru'da Entel, Ukrayna'da Kyivstar ile anlaşmalar imzalamıştır. Mobil operatörler, uydu sinyallerini iletmek için kullanılan 1,6-2,7 GHz aralığındaki kritik LTE spektrumunu sağlamaktadır. Böylece Starlink operatörlerle standart bir dolaşım ortağı gibi entegre olmaktadır.⁸⁸

SpaceX, 2 Ocak 2024 tarihinde Direct-to-Cell yeteneklerine sahip altı adet ilk Starlink uydularını yörüngeye fırlatmıştır. Akabinde 8 Ocak 2024 tarihinde fırlatılan yeni Direct-to-Cell uydularından biri aracılığıyla T-Mobile'e tahsisli mobil ağ spektrumunu kullanarak ilk kısa mesajı başarıyla göndermiş ve almıştır. Şirket 2024'te metin hizmetini ve 2025'te ses, veri ve nesnelere interneti hizmetlerini etkinleştirmek için yüzlerce uydudan oluşan bir takımyıldızını yörüngeye fırlatmaya devam etmektedir.⁸⁹ Bu kapsamda 2025 Nisan ayı itibarıyla uzaya 566 tane Direct-to-Cell uydusu fırlatılmıştır ve T-Mobile tarafından T-Mobile-Starlink beta sürümüne yönelik kayıtların açıldığı abonelerine duyurulmuştur.⁹⁰

FCC tarafından, SpaceX ve T-Mobile'a 2024 yılının Ekim ayında Kuzey Karolina'da Helene Kasırgası'ndan en çok etkilenen bölgelerde cep telefonlarına doğrudan hücresel

⁸⁷ Jonathan's Space, *Starlink Statistics*, <https://planet4589.org/space/con/star/stats.html>, (22.01.2025).

⁸⁸ Starlink, *Spacex Sends First Text Messages Via Its Newly Launched Direct to Cell Satellites*, https://api.starlink.com/public-files/DIRECT_TO_CELL_FIRST_TEXT_UPDATE.pdf, (22.01.2025).

⁸⁹ Starlink, *Spacex Sends...*

⁹⁰ T-Satellite, *Phone Service*, <https://www.t-mobile.com/coverage/satellite-phone-service>, (23.01.2025).

kapsama alanı sağlamak amacıyla geçici olarak Starlink uydularını kullanma yetkisi verilmiştir.

Akabinde FCC 26 Kasım 2024 tarihinde SpaceX'in Starlink hizmeti aracılığıyla mobil cihazlara doğrudan uydu kapsama alanı sağlamasına onay vermiştir. SpaceX'in T-Mobile ile ortaklığını ilerletmesine ve uzaydan mobil sinyal bağlantısı sağlayarak ölü noktaları kapsamaya olanak tanıyacak olan bu lisans, bir uydu operatörü ile bir mobil operatör arasındaki uzaydan hücresele kapsama alanı sağlamak üzere onaylanan ilk lisans olma özelliğini taşımaktadır.⁹¹ FCC uydu-cihaz bağlantısının yaygın bağlantı, uzak bölgelerden acil servise erişim, teknolojik ilerleme ve yenilikçi spektrum kullanımı gibi kritik kamu yararlarını destekleyebileceğini kabul etmiştir.

SpaceX'e, mevcut Gen2 Starlink takımıydızı üzerinden T-Mobile'ın hücresele frekanslarını kullanma izni ve 7.500 uydusuna Ku, Ka, E ve V bant frekanslarını kullanarak 340 ila 360 km yörünge yüksekliklerinde çalışma izni verilmiştir ancak ek 22.488 uyduyu işletme talebi FCC tarafından ertelenmiştir.⁹²

Yeni Zelanda mobil operatörü One NZ 18 Aralık 2024 tarihinde yaptığı açıklama ile ülke çapında Starlink destekli akıllı telefon bağlantısı sağlayan ilk küresel telekomünikasyon şirketi olduğunu ve bu sayede Yeni Zelanda'nın %40'lık bölümündeki baz istasyonlarının kapsamadığı alanlarda belirli kullanıcıların mesaj gönderip alabilmelerine olanak sağladığını duyurmuştur. Başlangıçta üç Samsung cep telefonu ve bir Oppo cihazı destekleyen firma 2025 Ocak ayının sonlarında desteklenen cihazlar listesine beş Samsung cep telefonu daha eklemiştir. Söz konusu hizmet, mevcut müşterilere ek bir ücret ödemediği sağlanmakta ve karasal kapsama alanı olmadığında uydu üzerinden kısa mesaj göndermelerine olanak tanımaktadır. One NZ, 1800 MHz'de şirketlerine tahsisli frekans kaynağının bir kısmını, Starlink'in

⁹¹ Paul Lipscombe, *FCC Approves SpaceX Direct to Cell Services over Starlink*, 29 Kasım 2024, <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/fcc-approves-spacex-direct-to-cell-services-over-starlink/>, (22.01.2025).

⁹² FCC, *FCC 24-119*, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-24-119>, (22.01.2025).

bu hizmet için kullanması amacıyla ayırmıştır. Yeni Zelanda Haberleşme Bakanlığı, D2C hizmeti için şu anda düzenleyici bir rejimin olmadığını ancak bu hizmetin 1989 tarihli Radyo İletişim Yasası kapsamında olduğunu belirtmiştir.

Bu hizmet kapsamında mesajların gönderilmesi veya alınmasının yaklaşık üç dakika süreceği ancak bazen on dakika veya daha uzun sürebileceği düşünülmektedir. D2C hizmeti destekleyen uydu sayısı arttıkça mesajların iletilmesinin ortalama bir dakika sürmesi beklenmektedir.⁹³

Ayrıca KDDI'nin bir yan kuruluşu olan Japon mobil şebeke operatörü "Au" 2025 Nisan ayında, Starlink ile uydu D2C hizmetini başlattığını duyurmuştur. Bu, Japonya'da başlatılan türünün ilk hizmeti olma özelliğini taşımaktadır. Söz konusu hizmet sunumunda Starlink, Au'ya tahsisli 2,1 GHz bandındaki spektrum varlığını kullanacaktır. Japonya'nın düzenleyici otoritesi İçişleri ve İletişim Bakanlığı (MIC), söz konusu 2 GHz bandını, 2024 yılı sonlarında karasal olmayan kullanımlar için kullanıma açmıştır ve bu düzenlemeye dayanarak, mobil operatör KDDI'ye Aralık 2024'te "*uydudan direkt haberleşme radyo istasyonu lisansı*" verilmiştir.⁹⁴

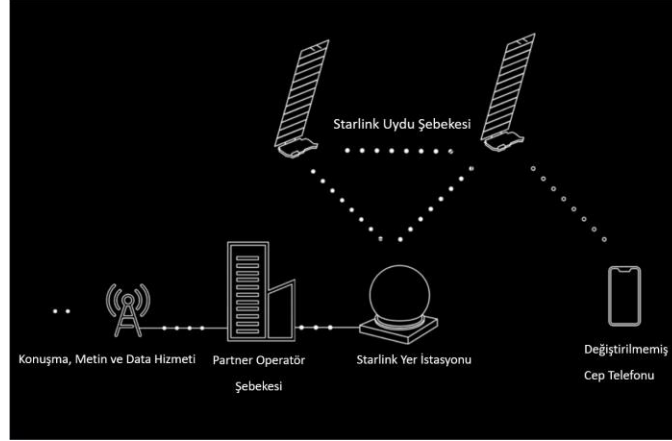
Direct-to-Cell verileri, Starlink'in yer istasyonu üzerinden doğrudan operatörün çekirdeğine iletilerek sorunsuz bir entegrasyon sağlanmaktadır. Şekil 3.4'te Starlink uyduları ile mobil operatörler arasındaki entegrasyon gösterilmektedir. Direct-to-Cell uydular, uzaydaki baz istasyonu hücre kuleleri gibi davranarak trafiği Starlink'in uzay ve yer sistemlerini kullanmak suretiyle partner operatörün çekirdeklerine göndermektedir.⁹⁵

⁹³ Policy Tracker. *Spectrum Dashboard*.

⁹⁴ Policy Tracker, *KDDI Launches*, <https://www.policytracker.com/kddi-launches-satellite-direct-to-device-with-starlink/>, (22.01.2025).

⁹⁵ Starlink, *SpaceX Sends...*

Şekil 3.4. Starlink-Mobil operatör çalışma prensibi



Kaynak: Starlink, *SpaceX Sends...*

3.3.2. AST SpaceMobile

ABD merkezli bir uydu operatörü olan AST SpaceMobile dünyanın dört bir yanındaki mobil operatörlerle birlikte çalışarak abonelere hücresel servis sağlayıcılarını değiştirmelerine gerek kalmadan hizmet sunmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda kullanıcılara günlük geçiş, aylık eklenti, bağımsız plan ve acil bağlantı gibi çeşitli kullanım senaryoları sunulmaktadır.

Günlük geçişte, abonelerin telefonlarına bir bilgilendirme mesajı gönderilerek SpaceMobile hizmetlerinin aktif hale getirilip getirilmeyeceği sorulmaktadır. Günlük kullanım seçeneğine ek olarak, sürekli ihtiyaçlar için aylık eklenti modeli de sunulmaktadır. Aylık eklentide, abonelere sabit bir aylık ücret karşılığında mevcut hücresel planlarına ek bir hizmet olarak SpaceMobile'ı ekleme tercihi sunulmaktadır. Kullanıcılar, zayıf kapsama alanlarında veya kapsama olmayan bir alana girdiklerinde otomatik olarak SpaceMobile'ın şebekesine bağlanabileceklerdir.

Bağımsız planda ise, güvenilir hücresel kapsama alanı olmayan bölgelerdeki aboneler, birincil ağları olarak SpaceMobile'ı kullanabileceklerdir. Abonelerin telefon ve söz

konusu hizmeti mevcut kablosuz servis sağlayıcısı şirketleri aracılığıyla bir arada satın almalarına olanak tanınmaktadır.

Bununla birlikte, olağan dışı durumlar için acil bağlantı senaryosu da kritik rol oynamaktadır. Acil bağlantıda, mobil aboneler karasal şebeke kapsamının kaybolduğu durumlarda otomatik olarak uzay şebekesine geçiş yapmaktadır. En uzak yerlerde, örneğin kırsal tarım arazilerinde veya bir kriz/doğal afet anlarında kullanıcılar pahalı, özel donanımlara yatırım yapmak veya bunları sürdürmek zorunda kalmadan mevcut mobil telefonlarını kullanarak bağlantıda kalabileceklerdir.⁹⁶

Mobil operatörlere tahsisli frekansların kullanılması sayesinde AST SpaceMobile tarafından mobil abonelerin bağlantıda kalmaları sağlanmaktadır. Şirket toplamda 2,8 milyardan fazla müşteriye hizmet veren 45'ten fazla mobil şebeke operatörü ile anlaşmalar ve mutabakatlar imzalamıştır. Bu operatörler arasında Vodafone, Verizon, AT&T, Rakuten Mobile, Telefonica, Orange gibi büyük mobil operatörler de yer almaktadır.⁹⁷ AST SpaceMobile, mobil operatörlerle yapılan bu anlaşmalarda gelir paylaşımı esasına dayalı bir iş modeli uygulamayı planlamaktadır.⁹⁸

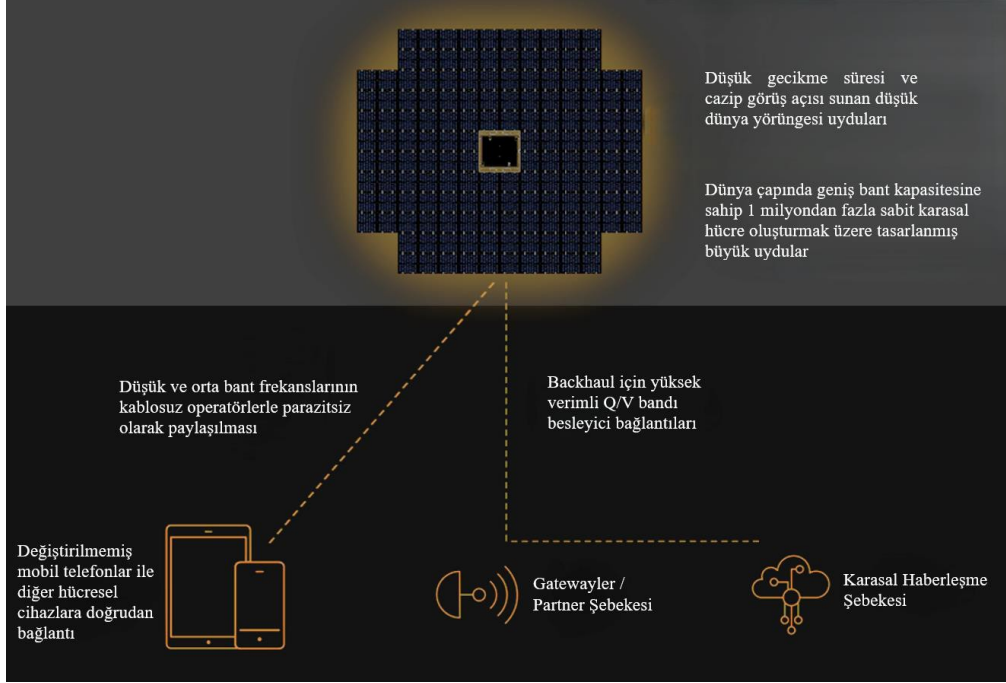
Aşağıda yer alan Şekil 3.5'te, AST SpaceMobile tarafından "Satellite-to-Cellular" olarak adlandırılan D2C-IMT hizmetine ilişkin şebeke mimarisi görülmektedir.

⁹⁶ Ast Space Mobile, *Direct Connection*, <https://ast-science.com/spacemobile-network/direct-connection/>, (29.01.2025).

⁹⁷ Daws Ryan, AST Space Mobile, <https://www.telecomstechnews.com/news/ast-spacemobile-and-vodafone-expand-satellite-cellular-network-agreement/>, (29.01.2025).

⁹⁸ United States Securities and Exchange Commission, *Form 10-Q*, <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1780312/000095017024127101/asts-20240930.htm>, (30.01.2025).

Şekil 3.5. AST SpaceMobile uydudan hücreye (Satellite-to-Cellular) mimarisi



Kaynak: AST Space Mobile Yatırımcı Sunumu

AST SpaceMobile, 2022 yılında fırlattığı deneysel BlueWalker 3 uydusu ile doğrudan cep telefonlarına bağlantı sağlayabilen geniş yüzeyli anten mimarisini ilk kez test etmiştir. BlueWalker 3 uydusu AST Space Mobile tarafından daha sonra fırlatılan BlueBird uydularının öncüsü niteliğindedir.⁹⁹

AST SpaceMobile tarafından;

- Nisan 2023 tarihinde Samsung Galaxy S22 akıllı telefon kullanılarak AT&T'ye tahsisli spektrumlar üzerinden Midland, Teksas bölgesinden Japonya'daki Rakuten'e ilk 2G sesli arama yapılmıştır.
- Haziran 2023'te AT&T'ye tahsisli spektrum kullanılmak suretiyle akıllı telefonlar BlueWalker 3 uydusuna bağlanarak 4G sesli arama gerçekleştirilmiş ve 10 Mbit/s üzerinde veri hızına ulaşılmıştır.

⁹⁹ AST Space Mobile, *BlueWalker 3*, <https://ast-science.com/spacemobile-network/bluewalker-3/>, (29.01.2025).

- Eylül 2023'te 5G tarihinde ilk kez, ABD'nin Hawaii eyaletindeki Maui şehrinden İspanya'nın Madrid şehrindeki bir Vodafone mühendisine AT&T'ye tahsisli spektrum kullanılarak 5G ses araması ile 5MHz'lik kanal başına 14 Mbit/s veri hızı gerçekleştirilmiştir.

AST SpaceMobile, 2 Ağustos 2024 tarihinde FCC'den aldığı yetkilendirme ile uydularını fırlatma, ağ geçidi kurulumu, besleyici bağlantılar ve Telemetri, İzleme, Komuta istasyonları (TT&C) operasyonlarını yürütme amacıyla V, S ve UHF frekanslarında faaliyet iznine sahip olmuştur, ancak FCC bu yetkilendirmede AST firmasının mobil operatörlere ait karasal frekans üzerinden mobil cihazlara bağlanmasını ertelemiştir.

FCC'den alınan söz konusu onayın ardından AST SpaceMobile'a ait BlueBird adı verilen ilk beş ticari uydu Eylül 2024'te yakın yörüngeye başarıyla ulaşmıştır.¹⁰⁰ Her BlueBird uydusu, 3GPP standart frekansları üzerinden doğrudan cep telefonlarıyla bağlantı kurmak ve dünya çapında önde gelen hücreli servis sağlayıcılarıyla ortaklık kurmak için 693 metrekarelik bir iletişim dizisine sahiptir. AST SpaceMobile tarafından, ABD'de her yerde bulunan kapsama alanının kilidini açmanın anahtarının düşük bant hücreli aralığında üstün sinyal penetrasyonu sunan birinci sınıf 850 MHz düşük bant spektrumunun kullanılmasının yattığı ifade edilmektedir.¹⁰¹

Bu kapsamda, Ocak 2025 tarihi itibarıyla FCC tarafından AST SpaceMobile'e, ABD'de uydu geniş bant ağını test etmesi için geçici özel yetki (STA) verilmiştir.

¹⁰⁰ FCC, *FCC 24-119*.

¹⁰¹ AST Space Mobile, *BlueBird 1-5*, <https://ast-science.com/spacemobile-network/bluebird-1-5/>, (29.01.2025).

Böylece Şirket, AT&T ve Verizon'un 850 MHz düşük bant spektrumunu kullanarak uydudan cihaza ses, veri ve video hizmetleri ile uygulamalarını test edebilecektir.¹⁰²

Ayrıca yine Ocak 2025'de Vodafone Grup ile AST SpaceMobile'in kamuoyuyla paylaştığı bilgilere göre, mobil kapsamanın bulunmadığı bir coğrafi noktadan standart bir akıllı telefon aracılığıyla dünyanın ilk görüntülü görüşmesinin yapıldığı ifade edilmektedir. Görüşmenin, yakın yörüngedeki uydular üzerinden gerçekleştirilmesi ve mevcut mobil cihazların herhangi bir değişiklik gerektirmeden kullanılabilmesi, bu mimarinin D2C-IMT yaklaşımı ile yüksek düzeyde örtüştüğünü göstermektedir.

Diğer taraftan, AST SpaceMobile ile Japon mobil operatörü Rakuten arasında Nisan 2025'te deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Rakuten tarafından deneysel test istasyonu kurulması için ön lisans alınmış olup radyo dalgaları Fukushima Bölgesi'ndeki Rakuten Mobile'in ağ geçidi yer istasyonundan bir BlueBird uydusuna, akabinde ilgili sinyal uydu tarafından bir akıllı telefona iletilmiştir.¹⁰³

Vodafone'un bu süreçte kullandığı "uzay-kara geçidi", kullanıcıdan gelen sinyalleri AST SpaceMobile'a ait uydular aracılığıyla yönlendirerek operatörün mevcut karasal altyapısına sorunsuz bir biçimde entegre edilmesini sağlamaktadır. Deneme kapsamında kullanılan lokasyonun daha önce mobil geniş bant hizmetinin sunulmadığı bir bölge olduğu belirtilmiştir. Vodafone, bu uydu servisinin 4G ve 5G akıllı telefonlara doğrudan bağlantı sağlayabilen ve kara tabanlı ağlarla entegre biçimde çalışan bir

¹⁰² Mobil World Live, *AST SpaceMobile Given FCC nod for D2D Tests*, 31 Ocak 2025, <https://www.mobileworldlive.com/network-tech/ast-spacemobile-given-fcc-nod-for-d2d-tests/>, (22.02.2025).

¹⁰³ Rakuten Mobile, *Rakuten Mobile and AST SpaceMobile*, 23 Nisan 2025, https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2025/0423_01/, (22.06.2025).

sistem olduğunu ifade etmiştir. Şirket, bu hizmeti Avrupa’da 2025 yılı içerisinde ticari olarak sunmayı planladığını duyurmuştur.¹⁰⁴

3.3.3. Amazon – Project Kuiper

Project Kuiper olarak da bilinen Kuiper Systems LLC, ABD merkezli Amazon firmasının düşük gecikmeli geniş bant hizmeti sağlamak amacıyla büyük bir uydu takımı yıldızı oluşturmak üzere 2019 yılında kurulan bir yan kuruluşudur.

FCC tarafından Temmuz 2020 tarihinde Amazon'a, LEO yörüngede düşük gecikmeli geniş bant internet sunmak üzere 3.236 uydudan oluşması planlanan takımı yıldızını inşa etme onayı verilmiştir. Buna göre Kuiper’ın uydularının %50’sini en geç 30 Temmuz 2026’ya kadar ve kalan uydularını ise en geç 30 Temmuz 2029’a kadar fırlatması ve çalıştırması gerekmektedir.¹⁰⁵

Şirket FCC’nin onayı kapsamında 28 Nisan 2025 itibarıyla yakın yörüngeye 27 adet uydusunu fırlatmayı başarmıştır. Ancak hizmete başlaması için 578 uydunun operasyonel yörüngelerine ulaşmış olması gerekmektedir. Amazon Project Kuiper’ın bu ilk takımı yıldızı hem ağ geçitleriyle hem de kullanıcı ekipmanlarıyla iletişim kurmak için Ka-bant frekansları kullanacaktır.¹⁰⁶

2021 yılında ABD’de Verizon ve Eylül 2023 tarihinde Vodafone’un yan kuruluşu Vodacom ile Avrupa ve Afrika’da uydudan geri bağlantı yoluyla mobil operatörlerin müşterilerine genişbant hizmeti sunmak için anlaşma imzalayan Amazon, ayrıca

¹⁰⁴ Mobil World Live, *Vodafone, AST SpaceMobile Claim Video Call First*, 29 Ocak 2025, <https://www.mobileworldlive.com/vodafone/vodafone-ast-spacemobile-claim-video-call-first/>, (22.06.2025).

¹⁰⁵ FCC, *FCC-20-102A1*, 1-2.

¹⁰⁶ Justin Davenport, *ULA Launches First Operational Amazon Kuiper Mission on Second Attempt*, 28 Nisan 2025, <https://www.nasaspaceflight.com/2025/04/kuiper-ka01/>, (30.04.2025).

Japonya’da da JSAT ve NTT Docomo mobil operatörleri ile ortaklıklar gerçekleştirmiştir.¹⁰⁷

Amazon FCC’nin onayının ardından söz konusu uydularının ilk prototipleri olan Kuipersat-1 ve Kuipersat-2 uydularını 6 Ekim 2023 tarihinde Florida’da bulunan Cape Canaveral Uzay Kuvvetleri İstasyonu’ndan fırlatarak 500 km irtifadaki yörüngelerine konuşlandırmıştır.¹⁰⁸ Akabinde Kasım 2023’te uçtan uca haberleşme ağları üzerinden ilk çift yönlü görüşmelerini gerçekleştirmişlerdir.¹⁰⁹

Hali hazırda prototip uydular üzerinden bir takım test çalışmaları yapılmasına rağmen, henüz Amazon tarafından bir D2C hizmeti sunulmamaktadır. Ancak Şirketin, İngiltere düzenleyici otoritesi OFCOM tarafından 2024 yılında yapılan bir kamuoyu araştırmasına vermiş olduğu cevabında, Şirketlerince D2C hizmetleri için seçeneklerin araştırıldığı ve D2C teklifleri için çok yönlü teknik çözümler geliştirmeye çalışıldığı ifade edilmiştir.¹¹⁰

Ayrıca, Şirket tarafından MSS’ye tahsis edilen frekans bantlarında mevcut yerleşik operatörlerle ve mobil hizmete tahsis edilen frekans bantlarında karasal operatörlerle spektrum uyumluluğunun şebeke tasarımlarındaki en önemli unsur olduğu bildirilmiştir.¹¹¹ Amazon Project Kuiper’a ait D2C hizmet sunumuna ilişkin sistem mimarisi aşağıda yer almaktadır (Bkz. Şekil 3.6).

¹⁰⁷ Rachel Jewett, *Vodafone Partners*, 5 Eylül 2023, <https://www.satellitetoday.com/connectivity/2023/09/05/vodafone-partners-with-amazons-project-kuiper-to-expand-4g-5g-coverage-in-europe-and-africa/>, (30.04.2025).

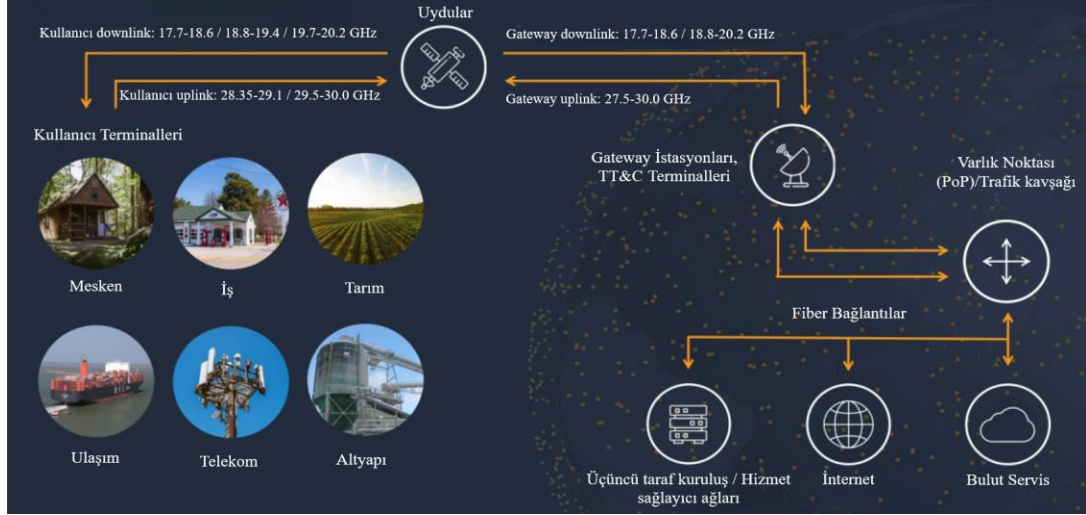
¹⁰⁸ Jason Rainbow, *ULA Atlas 5 Launches First Project Kuiper Satellites*, 6 Ekim 2023, <https://spacenews.com/ula-atlas-5-launches-first-project-kuiper-satellites/>, (30.04.2025).

¹⁰⁹ Randall Barney, *Amazon’s Project Kuiper Demonstrates a 2-Way Video Call*, 21 Kasım 2023, <https://www.worldteleport.org/news/news.asp?id=658359&hhSearchTerms=%22amazon%22>, (26.04.2025).

¹¹⁰ Ofcom, *Your Response*. <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/responses/kuiper.pdf?v=385087>, (13.12.2024).

¹¹¹ Barney, *Amazon’s Project Kuiper...*

Şekil 3.6. Amazon Project Kuiper sistem mimarisi



Kaynak: ITU, Project Kuiper

3.3.4. İridium Communications

İridium, dünyanın her yerinden ses ve veri hizmetlerine erişim sağlayan ABD merkezli küresel bir uydu iletişim şirkettir. İlk İridium uydusu 1997 yılında dünya yörüngesine konuşlandırılmıştır ve İridium ağı tam olarak 1998 yılında faaliyete geçmiştir. 2019 yılına gelindiğinde İridium tüm uyduları değiştirerek takımyıldızında bir yükseltme gerçekleştirmiştir. Şirket, 2025 yılı itibarıyla LEO yörüngede bulunan ve 66 adet uydudan oluşan bir uydu takımyıldızına sahiptir.

İridium takımyıldızı Dünya'dan yaklaşık 780 km yükseklikte LEO yörüngede yer almaktadır ve uydularının kutuplarda birleşmesine olanak sağlayarak uzak yüksek enlem bölgelerinde de kapsama alanı sağlamaktadır. İridium'un LEO ağı kullanıcılarla iletişim kurmak için L-bant frekanslarını kullanmaktadır. İridium'un L-bant spektrumu, ITU tarafından küresel olarak koordine edilmekte olup acil durum/SOS hizmetleri için ideal bir dayanıklılık sunmaktadır. Bu frekanslar hava, deniz ve kara olumsuz koşullarında bile güvenilir iletişim sağlamaktadır.

İridium'un her uydusu en fazla dört uyduya çapraz bağlanarak güvenilirlik ve dayanıklılık açısından avantajlar sunmaktadır. İlâveten, bu çapraz bağlantılar sayesinde ağ optimizasyonu ve yedeklilik sağlanmaktadır. Böylece veriler mümkün olan en yüksek hızlarda yeniden yönlendirilebilmekte ve iletilebilmektedir.

İridium ağını denetleyen uluslararası uzman ekip, ağın 7/24 izlenmesini sağlamakta, ses ve veri trafiğini işlemekte, sistem entegrasyon testlerini gerçekleştirmekte, yeni teknolojiler için yazılım güncellemeleri geliştirmekte ve uydularla iletişim kuran terminal ağını desteklemektedir.¹¹²

2023 yılının başlarında İridium ve yarı iletken üreticisi Qualcomm, Android tabanlı akıllı telefonların karasal kapsama dışına çıktıklarında doğrudan İridium uydularına bağlanabilmesini sağlayacak teknoloji için ortaklıklarını duyurmuştur. Bu yeteneğe sahip akıllı telefonların 2023'ün ikinci yarısında piyasaya sürülmesi planlanmıştır. Ancak Qualcomm, standart mobil telefonlar tarafından SOS, kısa mesaj ve diğer düşük bant genişliğine sahip mesajlaşma servisleri için uydulara bağlanılmasına olanak sağlayan bir çipi başarıyla geliştirip tanıtmasına rağmen, Qualcomm'un bu teknolojisi hiçbir akıllı telefon üreticisi tarafından mobil cihazlarda kullanılmamıştır. Bu nedenle Qualcomm tarafından söz konusu ortaklık 2023 yılının Aralık ayında sonlandırılmıştır. Qualcomm'a göre akıllı telefon üreticileri tescilli bir çözümden ziyade standartlara dayalı bir yaklaşım tercih etmektedir.¹¹³ Bu nedenle İridium, daha fazla zaman almasına rağmen takımyıldıza yüklenebilecek standartlaştırılmış protokoller geliştirmenin cihaz üreticileri tarafından benimsenmesinin daha kolay olacağını değerlendirmektedir.

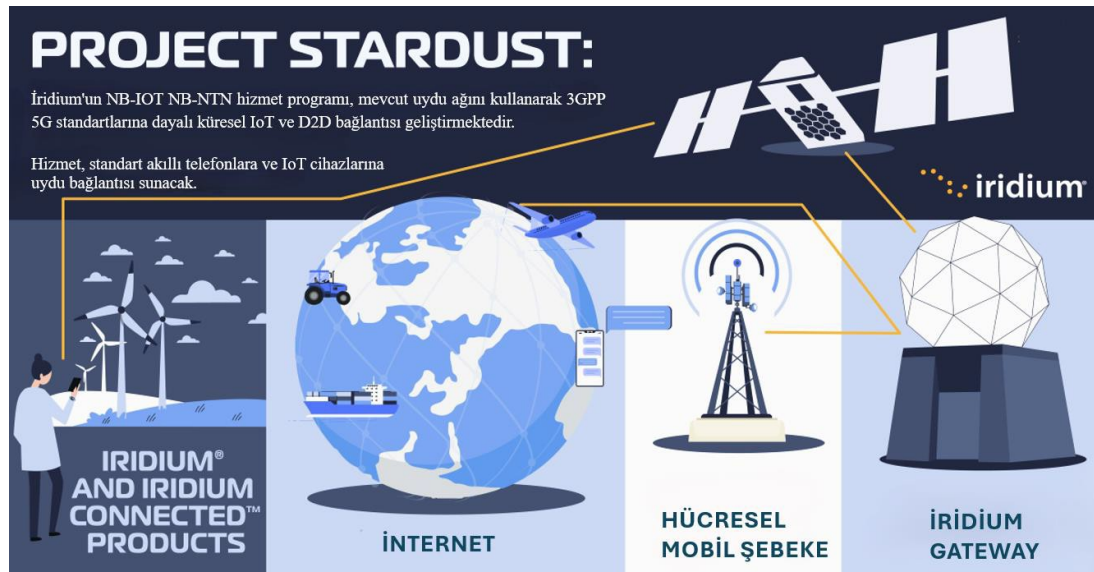
Bu kapsamda İridium 10 Ocak 2024'te Project Stardust adını verdiği doğrudan cihaza stratejisini duyurmuştur. Bu proje ile müşterilere hem yüksek kaliteli tescilli hem de

¹¹² İridium, *Network*, <https://www.iridium.com/network/>, (08.02.2025).

¹¹³ Jason Rainbow, *Qualcomm Ends Partnership for Connecting Android Phones to Iridium Satellites*, 10 Kasım 2023, <https://spacenews.com/qualcomm-ends-partnership-for-connecting-android-phones-to-iridium-satellites/>, (08.02.2025).

standartlaştırılmış D2C ve IoT hizmetleri sunulması hedeflenmiştir. Ayrıca 3GPP'nin 5G standartlarına dayalı yeni bir çözümdür. Bu kapsamda İridium, 2026 yılından itibaren hücresel kapsama alanı dışında mesajlaşma ve SOS hizmetlerine erişilebilmesini teminen LEO takımyıldızını standart mobil akıllı telefonlar tarafından kullanılan 5G standartlarıyla uyumlu hale getirmeyi planlamaktadır.¹¹⁴

Şekil 3.7. İridium-Project Stardust şeması



Kaynak: Rainbow, *Iridium Pivots*

Şirket, bir sonraki testlerini 2025 yılı içerisinde, İridium NTN Direct adını verdiği bir servis için planlamaktadır.

3.3.5. Lynk Global

Lynk Global, hücresel kapsama alanı olmayan kırsal alanlar da dahil olmak üzere, mobil telefon hizmetinde küresel kapsama sağlamak amacıyla uydu takımyıldızı

¹¹⁴ Jason Rainbow, *Iridium Pivots to Standardized Direct-to-device Satellite Services*, 10 Ocak 2024, <https://spacenews.com/iridium-pivots-to-standardized-direct-to-device-satellite-services/>, (08.02.2025).

geliştiren bir ABD şirkettir. Şirket uydularını “uzaydaki hücre kulesi (*cell tower in space*)” olarak tanımlamaktadır. Lynk 50’den fazla ülkeye hizmet veren onlarca mobil operatör ile ticari sözleşmeler imzalayarak, standart mobil telefonlar üzerinde herhangi bir değişiklik gerekmeksizin uydu üzerinden hizmet vermek için çalışmalar yapmaktadır.¹¹⁵

24 Şubat 2020 tarihinde firmanın yörüngedeki bir uydusundan yerdeki standart bir cep telefonuna dünyanın ilk kısa mesajı gönderilmiştir.¹¹⁶ 25 Temmuz 2023 tarihinde ise Lynk tarafından standart mobil telefonlar ile uzay tabanlı ilk çift yönlü test görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.¹¹⁷

Nisan 2022 tarihinde uydudan doğrudan standart telefon hizmeti işletmek amacıyla FCC’ye küresel ticari lisans başvurusunda bulunduğu ilk uydu Lynk Tower 1’i fırlatmıştır.¹¹⁸ Akabinde 16 Eylül 2022 tarihinde FCC tarafından Lynk’e “*uydudan direkt standart mobil telefon hizmeti*” için dünyanın ilk ticari lisansı verilmiştir.¹¹⁹

Lynk Global’in Lynk Tower 3 ve Lynk Tower 4 için FCC’ye yapmış olduğu deneme lisans başvurusunda, uydularını 550 km irtifada konuşlandırma ve hücre testinde uplink için 824.2-848.8 MHz, downlink için 869.2-893.8 MHz, TT&C operasyonları için ise S-bant kullanma hususlarında izin talep ettiği görülmektedir.¹²⁰

¹¹⁵ LYNK, *What We Do*, <https://lynk.world/what-we-do/>, (02.02.2025).

¹¹⁶ LYNK, *First to Connect Satellite*, <https://lynk.world/news/lynk-first-to-connect-satellite-directly-to-standard-mobile-phones-on-earth/>, (01.02.2025).

¹¹⁷ LYNK, *Demonstrates*, <https://lynk.world/news/lynk-demonstrates-first-ever-two-way-standard-phone-voice-calls-by-satellite-2/>, (01.02.2025).

¹¹⁸ Falis Church, *Lynk Announces Successful Deployment of World’s First Commercial-Ready Cell-Tower-in-Space*, 6 Nisan 2022, <https://lynk.world/news/lynk-announces-successful-deployment-of-worlds-first-commercial-ready-cell-tower-in-space/>, (19.04.2025).

¹¹⁹ Falis Church, *FCC Grants Lynk First-Ever License for Commercial Satellite-Direct-to-Standard-Mobile-Phone Service*, 16 Eylül 2022, <https://lynk.world/news/fcc-grants-lynk-first-ever-license-for-commercial-satellite-direct-to-standard-mobile-phone-service/>, (01.02.2025).

¹²⁰ LYNK, *Lynk Towers 3&4*, <https://apps.fcc.gov/els/GetAtt.html?id=290050&x=>, (02.02.2025).

Lynk firması uydudan doğrudan standart telefona hizmet sunmak amacıyla birçok mobil operatörle iş birliği yapmaktadır. Bu kapsamda Kanada mobil şebeke operatörleri Rogers ve Telus ile 2023 yılında uydudan mobil telefona testler gerçekleştirmiştir.¹²¹

Ayrıca, Kurumumuz tarafından yetkilendirilmiş bir mobil işletmeci olan Turkcell ile Lynk arasında Şubat 2024'te Lynk firmasının Sat2Phone olarak tanımladığı uydudan doğrudan mobil telefona telekomünikasyon hizmeti için anlaşma imzalandığı açıklanmıştır.¹²² Turkcell, kesintisiz iletişim ve genişletilmiş kapsama alanı sağlamak için Lynk ile iş birliği yaparak, LEO uyduları aracılığıyla doğrudan standart mobil telefonlara SMS, ses ve mobil veri dahil olmak üzere mobil servisler sağlayan D2C teknolojisinin saha testlerini Mart 2025'te gerçekleştirmiştir. Konya yakınlarındaki kırsal bir alanda gerçekleştirilen testlerde, özel cihazlar veya ekler gerektirmeden ticari cep telefonları kullanılarak SMS alışverişleri ve sesli aramalar sağlamak için Turkcell'e tahsisli mobil frekanslar ve Lynk'in uyduları kullanılmıştır.¹²³

3.3.6. Globalstar

ABD merkezli Globalstar firması, müşterilerinin bağlantı kurmalarını sağlamak için güvenilir uydu ve karasal bağlantı hizmetleri sunan ve LEO yörüngede bir uydu takımyıldızı bulunan uluslararası bir haberleşme altyapısı sağlayıcısıdır. 1999-2013 yılları arasında birinci ve ikinci nesil uydularını fırlatan firmanın, şu anda yörüngede 31 adet ikinci nesil uydusu bulunmaktadır.¹²⁴ 1410 km'lik yörüngede çalışan LEO

¹²¹ Cullen, *Independent Regulatory Intelligence*, <https://www.cullen-international.com/client/site/documents/RRGTGO20240001>, (19.04.2025).

¹²² LYNK, *Lynk and Turkcell Sign Agreement to Bring Sat2Phone Services to Türkiye*, 27 Şubat, 2024, <https://lynk.world/news/lynk-and-turkcell-sign-agreement-to-bring-sat2phone-services-to-turkiye/>, (01.02.2025).

¹²³ LYNK, *Lynk and Turkcell Successfully Demonstrate Direct-to-Device Technology via Low Earth Orbit (LEO) Satellites in Türkiye*, 25 Mart 2025, <https://lynk.world/news/https-lynk-world-news-https-lynk-world-news-lynk-and-turkcell-successfully-demonstrate-direct-to-device-technology-via-low-earth-orbit-leo-satellites-in-turkiye/>, (19.04.2025).

¹²⁴ Globalstar, *About*, <https://investors.globalstar.com/static-files/9941723b-3f2a-438c-9608-13c1ecd1dc78>, (10.02.2025).

uydular üzerinde C- ıla S-bant arasında 16 transponder ve L- ıla C-bant arasında 16 alıcı ile donatılmıştır.¹²⁵

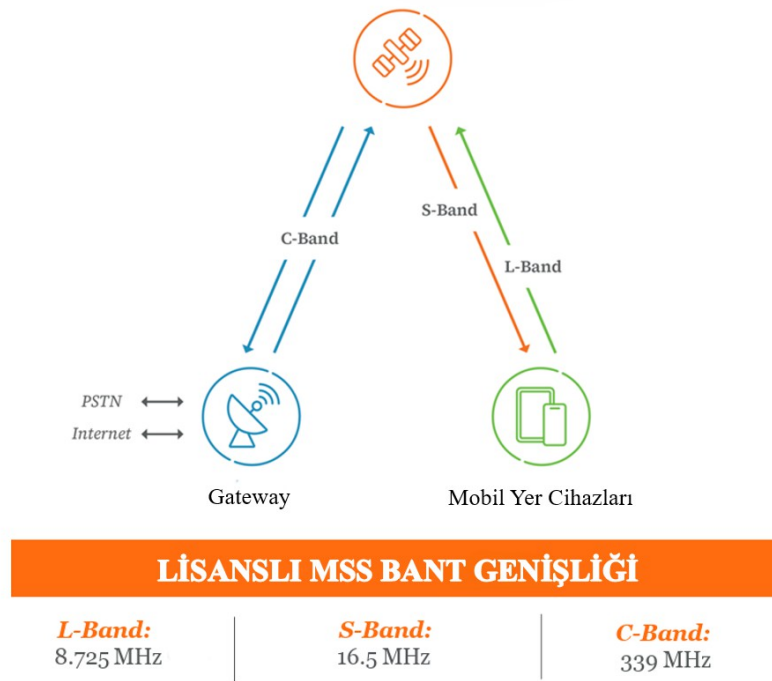
FCC, 2016 yılında Globalstar'ın 2,4 GHz spektrumunun bir kısmını kullanarak karasal geniş bant ağı kurmasına izin veren kuralları kabul etmiştir.¹²⁶ Bu yetki, ülkenin karasal geniş bant spektrum envanteri için artırılmış kapasite sağlamaktadır. 3GPP 2.483,5-2.495 MHz frekans aralığı ve 11,5 MHz bant genişliği ile yalnızca yukarı bağlantı ve aşağı bağlantı için tek bir frekans bandı gerektiren Zaman Bölmeli Çoğullama (TDD) spektrumunu Band 53 olarak belirlemiştir ve bu Globalstar'a tahsisli Band 53'ün 5G varyantı olan n53 olarak bilinmektedir. Bu yeni bant sınıfı, şirketin karasal spektrumunun cep telefonu ve altyapı ekosistemlerine entegre edilmesi için bir yol sağlamaktadır. Şirkete göre mobil operatörler, belirli kapsama alanları için Band n53'ü lisanslayarak ve mevcut radyo altyapısına müdahale etmekten kaçınarak 5G şebekelerini genişletebileceklerdir, ayrıca aynı lisanslı spektrum, özel 5G ağlarının geliştirilmesine de uygulanabilecektir.¹²⁷ Şekil 3.8'de Globalstar'ın şirketlerine tahsisli MSS spektrumu üzerinden sunduğu hizmete ilişkin mimari yer almaktadır.

¹²⁵ Gunter D Krebs, *Globalstar M073 – 103*, https://space.skyrocket.de/doc_sdat/globalstar-2.htm, (10.02.2025).

¹²⁶ FCC, *FCC 16-181*, https://www.globalstar.com/getmedia/8de4c2a1-5611-48b3-9f27-478942b1552d/report_and_order_fcc-16-181a1.pdf, (10.02.2025).

¹²⁷ Globalstar, *Band n53 Terrestrial Wireless*, <https://www.globalstar.com/en-us/terrestrial-wireless/band-n53>, (10.02.2025).

Şekil 3.8. Globalstar şebeke mimarisi

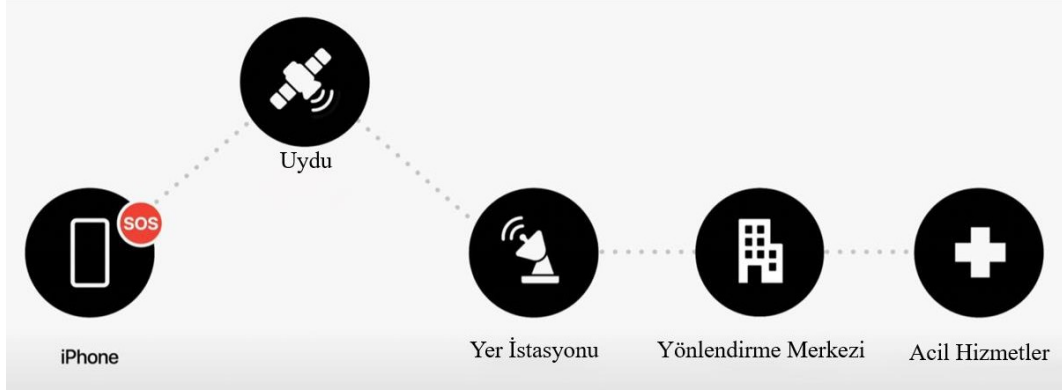


Kaynak: Globalstar, About

Apple, 7 Eylül 2022'de gerçekleştirdiği etkinlikte Globalstar ile iş birliği kapsamında iPhone 14 ve iPhone 15 modellerinde yeni bir özellik olan “Uydu Üzerinden Acil SOS” hizmetini (Bkz. Şekil 3.9) duyurmuştur. Bu özellik, kullanıcıların hücresel veya Wi-Fi kapsamı dışındayken doğrudan uyduya bağlanarak acil servislerle mesajlaşmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca, kullanıcılar hücresel veya Wi-Fi bağlantısı olmadığında konumlarını Find My uygulaması aracılığıyla uydu üzerinden manuel olarak paylaşabilmektedirler. Bu hizmet, Globalstar’ın NGSO MSS ağı üzerinden sağlanmakta ve 1.6/2.4 GHz MSS frekanslarını kullanmaktadır. Özellikle ECC/DEC (09)02 kararıyla uyumlu olarak çalışmakta ve MSS terminalleri için belirlenen tüm standartlara uygunluk göstermektedir. Bununla birlikte, Globalstar’ın yetkilendirilmediği ülkelerde bu özellik devre dışı bırakılmaktadır.¹²⁸

¹²⁸ BEREC, Workshop on the Usage of Satellite Technologies in Mobile Communications, 22 Mayıs 2024, Apple Sunum.

Şekil 3.9. Apple-Globalstar iş birliği kapsamında SOS hizmeti



Kaynak: BEREC, Workshop on the Usage of Satellite Technologies in Mobile Communications

3.3.7. Viasat

Viasat, askeri ve ticari pazarlara yüksek hızlı uydu geniş bant hizmetleri ve güvenli ağ sistemleri sağlayan ABD merkezli uydu şirkettir. 1986 yılında kurulan Şirketin yörüngede şu anda 4 adet uydusu bulunmaktadır. İlk uydusu 2023 yılı sonlarında GEO yörüngeye fırlatılan ViaSat-3 takımyıldızının diğer iki uydusunun da fırlatılması beklenmektedir.¹²⁹

Viasat ve NTN servis sağlayıcısı olan Skylo Technologies Kasım 2023'te D2C ağının lansmanını duyurmuştur. Skylo'nun 3GPP Release-17 tabanlı uydu teknolojisinin Viasat'ın jeostasyonel, L-bant uydu takımyıldızı ve lisanslı spektrum varlıklarıyla ve diğer uydu operatörü ortaklarının varlıklarıyla birleştiren yeni ağ ile tüketici akıllı telefon hizmetlerinin desteklenmesi ve Nesnelerin İnterneti, otomotiv ve savunma uygulamaları için potansiyelin açığa çıkması beklenmektedir.¹³⁰

¹²⁹ Viasat, *Latest News*, <https://news.viasat.com/blog/corporate/an-entire-world-of-customers-relies-on-viasat-satellites>, (03.12.2024).

¹³⁰ Viasat, *Viasat and Skylo Technologies Launch First Global Direct-to-Device Network*, 16 Kasım 2023, <https://news.viasat.com/viasat-and-skylo-technologies-launch-first-global-direct-to-device-network>, (25.04.2025).

Viasat, Aralık 2024'te Abu Dhabi Uzay Tartışması etkinliğine katılanlar için uydu destekli çift yönlü mesajları ve SOS mesajlarını başarıyla gerçekleştirmiştir. Testlerde, NTN bağlantısı için etkinleştirilmiş ticari bir Android akıllı telefon ve üst düzey bir mesajlaşma uygulaması kullanılarak uydu haberleşmesini destekleyen bir senaryo denenmiştir. Asya'nın üzerinde yörüngede bulunan Viasat'ın L-bant uydularının ikisi üzerinden başarılı bir şekilde ayrı ayrı mesajlar gönderilmiştir. Bu iletişim Skylo (Viasat ekosistem ortağı) tarafından Viasat'ın ağ geçitlerine 3GPP standartlarına dayalı NTN servis altyapısının kurulmasıyla mümkün olmuştur.¹³¹

Viasat en son Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ile 2025 Ocak ayında D2C yetenekler üzerine çalışmak için anlaşma imzalamıştır. Şirket mevcut GEO varlıklarını, Avrupa'daki ve dünyadaki kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayan yeni bir LEO uydu takımıyla birleştiren, 3GPP ve diğer ilgili açık standartlara dayalı D2C uzay yeteneklerinin geliştirilmesine bağlı olduğunu ifade etmiştir.¹³²

3.3.8. OneWeb

2012 yılında kurulan OneWeb firması, 2023 yılında Fransa merkezli uydu servis sağlayıcısı Eutelsat ile birleşerek Eutelsat Grup'un bir yan kuruluşu olmuştur. Böylece Londra merkezli olan ve yakın yörüngede geniş bant uydu internet hizmetleri sunan firmanın unvanı Eutelsat OneWeb olarak değiştirilmiştir. Eutelsat Grup şirketi ise, "Eutelsat" ve "Eutelsat OneWeb" yan kuruluşlarından oluşan bir uydu servis sağlayıcı haline gelmiştir.¹³³

¹³¹ Viasat, *Message Received: Viasat Continues Direct-to-Device Showcase with First Demonstration in United Arab Emirates*, 12 Kasım 2024, <https://news.viasat.com/newsroom/press-releases/message-received-viasat-continues-direct-to-device-showcase-with-first-demonstration-in-united-arab-emirates>, (25.04.2025).

¹³² Rachel Jewett, *Viasat Previews Potential LEO Network for D2D With ESA*, 28 Ocak 2025, <https://www.satellitetoday.com/connectivity/2025/01/28/viasat-previews-potential-leo-network-for-d2d-with-esa/>, (25.04.2025).

¹³³ Eutelsat Group, *Eutelsat and Oneweb Combination Heralds New Era in Space Connectivity as World's First Geo-Leo Operator*, 28 Eylül 2023, <https://www.eutelsat.com/en/news/press.html#/pressreleases/eutelsat-and-oneweb-combination-heralds-new-era-in-space-connectivity-as-worlds-first-geo-leo-operator-3276261>, (25.04.2025).

Eutelsat OneWeb'in uydu iletişim ağı; 1.200 km irtifada, yakın yörüngede 12 yörünge düzlemi boyunca 630'dan fazla uydu içermektedir. Ayrıca Eutelsat'ın GEO yörüngede 35 GEO uydu filosu bulunmaktadır. Böylece Eutelsat Grup, stratejik olarak konumlandırılmış 35 GEO uydu filosunu ve 600'den fazla LEO uydusundan oluşan küresel bir takımyıldızı bir araya getirmektedir. LEO uydularının gecikme süresi 50-100 milisaniye arasında iken, GEO uydularının gecikme süresi 560 milisaniye seviyelerindedir. LEO uydularının download hızı 195 Mbit/s seviyelerine, upload hızı ise 32 Mbit/s seviyelerine ulaşabilmektedir.¹³⁴

Mobil operatörler için LEO uydu bağlantısı, yetersiz hizmet verilen bölgelere ağlarını genişletmenin ve artan talebi karşılamak için mevcut ağlara kapasite eklemenin yeni bir yolunu sunmaktadır. Böylece LEO uydu bağlantısı güvenilir ve esnek transmisyon sağlayarak bölgeler arasındaki dijital uçurumu kapatmaya, uzak konumlara bağlantı sağlamaya ve ek kapasitenin gerekli olduğu konumlarda daha fazla ağ dayanıklılığı sağlamaya yardımcı olabilmektedir.¹³⁵ Bu kapsamda Eutelsat Group firması mobil operatörler için transmisyon çözümleri önermektedir. Şirket tarafından "Eutelsat ADVANCE Backhaul" olarak adlandırılan bu yöntem mobil operatörler, taşıyıcılar, servis entegratörleri ve kırsal bağlantı operatörleri için tasarlanmış bir dizi özel çözüm olarak tanıtılmaktadır.¹³⁶

Şirket, Şekil 3.10'da da gösterildiği üzere telekomünikasyon hizmetlerini tamamlamak için sahip olduğu uydular aracılığıyla kapsadığı tüm bölgelerde karasal mobil şebekeleri kablolu ağlara ve veri merkezlerine bağlamakta olup doğrudan son kullanıcı cihazlarına hizmet vermemektedir.¹³⁷

¹³⁴ Eutelsat Oneweb, *Connect with Confidence*, <https://oneweb.net/our-network>, (25.04.2025).

¹³⁵ Eutelsat, *Space-Based*, https://assets.oneweb.net/s3fs-public/2023-12/Solutions%20-%20ETLOW-Cellular%20backhaul-8pp-16x9-PRE-NDA_ETLOW%20239_AW02_0.pdf, (25.04.2025).

¹³⁶ Eutelsat, *Telecommunication Networks*, <https://www.eutelsat.com/en/satellite-communication-services/telecom-networks-backhaul.html>, (25.04.2025).

¹³⁷ Eutelsat, *How Advance Backhaul is Enhancing Telecom Networks*, <https://www.eutelsat.com/en/blog/advance-backhaul-enhances-telecom-networks.html>, (25.04.2025).

Karasal kapsama boşluklarını kapatmak amacıyla mobil operatörler, çözüm yollarından biri olan uydu geri bağlantısına yönelse de tüm uydu hizmetleri mobil geniş bant hizmetlerine geçişi destekleyememektedir.¹³⁸

3.4. D2C-IMT Hizmeti SWOT Analizi

Bir önceki bölümde hem D2C-IMT hem de D2C-MSS hizmet türlerinin temel özellikleri tanıtılmış ve her iki alanda yürütülen iş birliği örneklerine yer verilmiştir. Ancak, işbu tez konusu gereği SWOT analizi kapsamında ve tezin geri kalan kısımlarında yalnızca D2C-IMT hizmetleri ele alınacak olup söz konusu analiz D2C-IMT teknolojisinin güçlü ve zayıf yönleri ile Türkiye özelindeki fırsat ve tehditleri değerlendirmeye odaklanmaktadır.

Tablo 3.2. D2C-IMT teknolojisi SWOT analizi

D2C-IMT Güçlü Yönler	<ul style="list-style-type: none"> • Karasal mobil şebekenin bulunmadığı kör noktalarda kapsama sağlanması • Afet/acil durumlarda kritik iletişim imkânı • Mevcut standart telefonlarla uyumlu çalışma • Coğrafi ve fiziksel engellerden etkilenmeme
D2C-IMT Zayıf Yönler	<ul style="list-style-type: none"> • Mevcut durumda uydu sayısının yetersiz olması nedeniyle kapsama sürekliliğinin sağlanamaması • Spektrum paylaşım zorunluluğu ve girişim riskleri • Eski nesil cihazlarla (2G, 3G destekli) uyumsuzluk • Karasal şebekelere kıyasla daha yüksek gecikme • Sınırlı bant genişliği ve veri kapasitesi • Artan cihaz enerji tüketimi (batarya kullanımı) • Uydu maliyetlerinin yüksek olması
Türkiye için Fırsatlar	<ul style="list-style-type: none"> • Afet yönetimi ve acil iletişimde kullanım (deprem, sel vb.) • Kapsama boşluklarının doldurulması ve kırsal kalkınma • Kamu güvenliği ve sınır güvenliği uygulamaları • Uydu-Mobil iş birliği ile yeni pazar fırsatları
Türkiye için Tehditler	<ul style="list-style-type: none"> • Frekans tahsisi ve yetkilendirme süreçlerinde belirsizlik • Küresel oyuncuların (Starlink vb.) yerel pazara girişi • Hizmet fiyatlarının yüksek olması ve tüketici erişimi zorluğu • Mevcut karasal şebeke hizmet kalitesinin etkilenme riski • Milli güvenlik ve veri güvenliği

¹³⁸ Eutelsat, *The Future Network*, <https://oneweb.net/future-network>, (25.04.2025).

D2C-IMT teknolojisi, mevcut karasal haberleşme altyapısının sınırlı olduğu veya afet gibi olağanüstü durumlarda iletişimin kesintiye uğradığı bölgelerde önemli bir tamamlayıcı rol üstlenmektedir.

Tablo 3.1’de de özetlendiği üzere D2C-IMT teknolojisinin güçlü yönleri arasında; geniş kapsama alanı sağlaması, uydu üzerinde yer alan mobil teknolojinin desteklediği telefonlarla çalışabilmesi ve afet anlarında kritik iletişim desteği sunması öne çıkmaktadır. Ayrıca fiziksel engellere ve zorlu coğrafi şartlara karşı doğal bir dirence sahiptir.

Mevcut durumda LEO uydular yörüngeyi yaklaşık 90 dakika sürede tamamlamaktadır ve bir nokta üzerinde ortalama 10 dakika (uydu irtifasına ve yörünge yapısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.) kalabilmektedir. Bu nedenle uydu fırlatma maliyetlerinin yüksek olması, buna bağlı olarak yörüngede yeterli sayıda uydunun bulunmaması halinde kapsama sürekliliği sağlanamamaktadır. Ayrıca her ne kadar mevcut değiştirilmemiş kullanıcı cihazları üzerinden hizmet sağlanabilse de bu durum 2G ve 3G destekli cihazlar gibi eski nesil teknoloji kullanan cihazlar için geçerli olmamaktadır. Bunun yanı sıra uydular üzerinden mobil spektrum kullanımı enterferans riski oluşturmaktadır ve gecikme süresi karasal şebekelere göre daha yüksek olabilmektedir. Bu nedenle söz konusu zayıf yönler, hizmetin performansı ve yaygın kullanımı açısından dikkatle yönetilmesi gereken hususlardır.

Türkiye özelinde değerlendirilecek olursa, ülkemizin dağlık ve engebeli coğrafi yapısı ve yüksek afet riski göz önünde bulundurulduğunda D2C-IMT hizmetleri önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu teknoloji, kırsal ve erişimi zor bölgelerde kapsama boşluklarını doldurma, afet anlarında iletişimin sürekliliğini sağlama potansiyeline sahiptir. Ayrıca D2C-IMT teknolojisi D2C-MSS ile karşılaştırıldığında, uydu ve mobil operatörler arasında rekabet yerine iş birliği ilişkisi kurmaktadır. Böylece, mevcut mobil operatörlerin pazar paylarını olumsuz yönde etkileme olasılığını azaltmaktadır.

Bu iş birliği, mobil operatörlerin altyapılarının tamamlayıcısı olarak çalışarak, özellikle kırsal alanlar ve kapsama boşluklarında hizmet sunulmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca söz konusu iş birliği ile ülkemizde yeni bir pazar fırsatı da doğmaktadır. Ancak, D2C-IMT teknolojisinin yaygın hale gelmesi ve yeni iş modellerinin gelişmesiyle birlikte, mobil operatörlerin bu değişimlere uyum sağlamak için stratejilerini gözden geçirmeleri gerektiği değerlendirilmektedir.

Öte yandan, regülasyon süreçlerindeki olası gecikmeler, küresel aktörlerin pazar rekabeti ve fiyatlandırma sorunları gibi tehditler, hizmetin yaygınlaştırılmasında dikkate alınması gereken tehditlerdir ve bu nedenle hizmetin sunumu öncesinde bu tehditlerin iyi bir şekilde değerlendirilerek strateji oluşturulması zorunluluk arz etmektedir. Ayrıca mobil operatörlere tahsisli spektrumun uydu üzerinden kullanımı karasal mobil şebekeler üzerinde zararlı girişime neden olabileceği gibi, komşu ülkelerde aynı frekansı kullanan operatörlerle de enterferans riski bulunmaktadır. Bu nedenle gerek ülke sınırları içerisinde gerekse komşu ülkelerle yapılacak müzakerelerle spektrum yönetiminin dikkatle ele alınması gerekmektedir. Tüm bunların yanı sıra özellikle ülkemizin jeopolitik konumu göz önünde bulundurulduğunda, D2C-IMT hizmet sunumuna ilişkin yapılacak olan düzenlemelerde milli güvenlik ve veri güvenliği konularının büyük bir özenle ele alınmasının azami derecede önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, D2C-IMT teknolojisinin Türkiye'de etkin bir şekilde uygulanabilmesi için hem teknik hem de regülatif açıdan bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Ulusal uydu projeleri ile entegrasyon ve afet iletişimi gibi öncelikli alanlarda pilot çalışmalar yapılması, söz konusu teknolojinin olgunlaşmasına ve toplumsal kabulünün artmasına katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

4. ULUSLARARASI KURULUŞLAR VE ÜLKE UYGULAMALARI

4.1. Uluslararası Kuruluşlar

D2C-IMT hizmeti, kırsal alanlarda kapsama boşluklarının doldurulması ve afet acil durumlarda hizmet sunumu gibi önemli avantajlara sahip olmakla birlikte, bu teknolojinin sunumu için mevcut düzenleyici çerçevenin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde ele alınması gerekmektedir. Özellikle, karasal şebekelerde kullanım için tahsis edilmiş frekansların uydu üzerinden mobil abonelere hizmet sunumunda kullanılması ülke sınırları içerisinde komşu bantlarda, komşu ülkelerde ise hem komşu bantlarda hem de aynı bantta hizmet sunan operatörlerle enterferansa yol açabilecektir. Bu nedenle düzenleyici bir çerçeve oluşturulmadan ve hem ülke içinde hem de ülkeler arasında gerekli frekans harmonizasyonu sağlanmadan D2C-IMT teknolojisinin hayata geçirilmesi, karasal mobil hizmetleri tamamlayıcı nitelikte olması beklenen bu teknolojinin mevcut karasal şebekenin hizmet kalitesine olumsuz etki edebilme riskini doğurmaktadır.

Bu bölümde öncelikle bölgesel kuruluşlar ve diğer uluslararası kuruluşların tarihçelerine ve kurumsal yapılarına değinilmektedir. Ardından bahse konu kuruluşların D2C-IMT teknolojisine yaklaşımları ile bu teknolojinin sunumuna yönelik yürütülen düzenleyici çalışmaları ele alınmaktadır.

4.1.1. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği, ülkemizin de aralarında bulunduğu 20 kurucu üye devlet ile, 1865 yılında uluslararası ilk telgraf ağlarını yönetmek için Birleşmiş Milletler bünyesinde kurulmuş bilgi ve iletişim teknolojileri kuruluşudur. Merkezi İsviçre'nin Cenevre kentinde bulunan ITU, 2025 itibarıyla 194 üye devlet ve binden fazla şirket, üniversite, uluslararası ve bölgesel kuruluştan oluşmaktadır. Kuruluş, radyo spektrumunun küresel ölçekte kullanımını koordine etmek, uydu yörüngelerinin

tahsisine ilişkin uluslararası iş birliğini teşvik etmek, gelişmekte olan ülkelerde iletişim altyapısının geliştirilmesine katkı sağlamak ve farklı iletişim sistemlerinin sorunsuz biçimde birbirine bağlanmasını mümkün kılan küresel standartları oluşturmakla sorumlu hükümetler arası bir yapıdır.¹³⁹

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Kuruluş Yasası'na göre, “*Tam Yetkili Temsilciler Konferansı (Plenipotentiary Conference)*”, “*Konsej (Council)*”, “*Genel Sekreterlik (General Secretariat)*” ve “*ITU Sektörleri*” Birliğin yapısını oluşturan temel karar alma organları olarak tanımlanmıştır.

Tam Yetkili Temsilciler Konferansı (PP), ITU'nun en yüksek karar alma organı olup, 4 yılda bir üye devletlerin temsilcilerinin katılımıyla gerçekleşmektedir ve örgütün genel politikalarını, stratejik yönelimini ve yapısal düzenlemelerini belirlemektedir.

Konsej, Tam Yetkili Temsilciler Konferansı tarafından seçilen sınırlı sayıdaki üye devletten oluşmaktadır. ITU'nun faaliyetlerinin Tam Yetkili Temsilciler Konferansları arasında yürütülmesinden, Birliğin genel telekomünikasyon politikalarını oluşturmaktan ve alınan kararların uygulanmasından sorumludur.

Genel Sekreterlik, Genel Sekreter Yardımcısı tarafından desteklenen bir Genel Sekreter tarafından yönetilmekte olup, Genel Sekreter ITU'nun yasal temsilcisi olarak hareket etmektedir. Sekreterlik, Birliğin kaynaklarının ekonomik kullanımını sağlamak amacıyla gerekli tüm faaliyetleri gerçekleştirmekle yükümlü olup, Birliğin faaliyetlerinin tüm idari ve mali yönlerinden Konseye karşı sorumludur.

ITU Sektörleri, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'nin teknik ve sektörel düzeyde çalışmalarını yürüten üç ana sektörde örgütlenmiş temel faaliyet alanı

¹³⁹ ITU, *About*, <https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx>, (29.06.2025).

bulunmaktadır: Radyo Haberleşme Sektörü (ITU-R), Telekomünikasyon Standardizasyon Sektörü (ITU-T) ve Telekomünikasyon Kalkınma Sektörü (ITU-D).¹⁴⁰

ITU-T, birlikte çalışabilir, ayrımcılık gözetmeyen ve talebe dayalı uluslararası standartların geliştirilmesini ve benimsenmesini teşvik eden; kamu ve özel sektör temsilcilerini bir araya getiren bir iş birliği platformudur.¹⁴¹ Bu kapsamda telekomünikasyon standardizasyonuna yönelik konuları ele almak için dört yılda bir Dünya Telekomünikasyon Standardizasyon Genel Kurulu (WTSA) gerçekleştirilmektedir. WTSA, ITU-T bünyesindeki çalışma gruplarının belirlenmesi ile ITU-T tavsiye kararlarının kabul edilmesi gibi işlevleri yerine getirmekte olup, ITU'nun standardizasyon konularına ilişkin en üst düzey organıdır.¹⁴²

ITU-D ise, özellikle gelişmekte olan ülkelerde teknik yardım sağlanması, iletişim altyapılarının kurulması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesi konularında uluslararası dayanışma ve iş birliğini teşvik etmektedir.¹⁴³ Bu kapsamda dört yılda bir gerçekleşen Dünya Telekomünikasyon Kalkınma Konferansları (WTDC) ile dünya çapında ve bölgesel seviyelerde ağların modernize edilmesi ve telekomünikasyonun geliştirilmesi gibi konularda gelişmekte olan ülkelere destek olmak için uluslararası işbirliği teşvik edilmekte ve bu konularda amaç ve stratejiler belirlenmektedir.¹⁴⁴

ITU-R, radyo frekans spektrumu ve uydu yörünge kaynaklarının küresel ölçekte yönetiminde hayati bir rol üstlenmekte olup, bu kaynakların tüm radyokomünikasyon hizmetleri tarafından rasyonel, adil, verimli ve ekonomik biçimde kullanılmasını

¹⁴⁰ ITU, *Preamble*, 1-33, <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-E.pdf>, (29.06.2025).

¹⁴¹ ITU, *ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)*, <https://www.itu.int/en/ITU-T/about/Pages/default.aspx>, (29.06.2025).

¹⁴² BTK, *Uluslararası Telekomünikasyon Birliği*.

¹⁴³ ITU, *ITU Telecommunication Development Sector (ITU-D)*, <https://www.itu.int/en/ITU-D/Pages/default.aspx>, (10.05.2025).

¹⁴⁴ BTK, *Uluslararası Telekomünikasyon Birliği*.

sağlamayı hedeflemektedir.¹⁴⁵ Bu amaçla dünya ve bölgesel radyokomünikasyon konferansları düzenleyerek radyo düzenlemelerini (Radio Regulations-RR) ve bölgesel anlaşmaları genişletme çabasıdadır. ITU-R Çalışma Grupları (Study Groups) tarafından geliştirilen teknik özellikler ve operasyonel prosedürler hakkındaki tavsiyeleri onaylayan ITU, radyo istasyonları arasındaki zararlı girişimlerin önlenmesi için ülkeler arasında iş birliği sağlamaktadır. Ayrıca uluslararası frekans kaydını muhafaza etmekte ve ulusal radyo frekansı spektrum yönetimine destek olacak araçlar, bilgiler ve seminerler sunmaktadır. Bu çerçevede radyokomünikasyon konularında çalışmalar yürüterek tavsiyelerde bulunmaktadır.

ITU-R sektörü faaliyetlerini;

- Dünya Radyokomünikasyon Konferansları (World Radiocommunication Conference-WRC),
- Bölgesel Radyokomünikasyon Konferansları (Regional Radiocommunication Conference-RRC))
- Radyokomünikasyon Genel Kurulu (Radiocommunication Assembly-RA)
- Radyo Regülasyon Kurulu (Radio Regulations Board-RRB)
- Radyokomünikasyon Çalışma Grupları (Study Groups- ITU-R SG)
- Radyokomünikasyon Bürosu (Radiocommunication Bureau- ITU-BR)

aracılığı ile gerçekleştirmektedir.

ITU-R Çalışma Grupları, Dünya Radyokomünikasyon Konferanslarında alınan kararlar için teknik temelleri geliştirmektedir ve radyokomünikasyon konuları hakkında küresel standartlar (Recommendations-Tavsiyeler), Raporlar ve El Kitapları geliştirmektedir. Şu anda, aşağıda yer verilen alanlarda uzmanlaşmış altı Çalışma Grubu (SG) bulunmaktadır:

- SG 1 Spektrum yönetimi

¹⁴⁵ ITU, *ITU Radiocommunication Sector (ITU-R)*, <https://www.itu.int/en/ITU-R/information/Pages/default.aspx>, (10.05.2025).

- SG 3 Radyo dalgası yayılımı
- SG 4 Uydu hizmetleri
- SG 5 Karasal hizmetler
- SG 6 Yayın hizmeti
- SG 7 Bilim hizmetleri

Ayrıca farklı SG'lere atanan soruları incelemek için alt gruplar olarak bilinen Çalışma Grupları (Working Parties-WPs) ve Görev Grupları (Task Groups-TGs) kurulmuştur.¹⁴⁶

ITU'nun temel hukuki belgeleri; ITU Kuruluş Yasası (Constitution), ITU Sözleşmesi (Convention), Telsiz Tüzüğü (Radio Regulations) ve Uluslararası Telekomünikasyon Tüzüğü'dür (International Telecommunication Regulations-ITR). Bu belgeler, ITU tarafından düzenlenen dünya konferanslarında güncellenmekte olup, üye devletler için bağlayıcı niteliğe sahiptir.¹⁴⁷ Radyo Tüzüğü, WRC-95 (Cenevre, 1995) tarafından kabul edilen ve daha sonra devam eden WRC'ler tarafından revize edilerek kabul edilen tam metinleri, atıf yoluyla dahil edilen tüm Ekleri, Kararları, Tavsiyeleri ve ITU-R Tavsiyelerini içermektedir.¹⁴⁸

ITU'nun organizasyon yapısı ve çalışma konuları dikkate alındığında, işbu tez kapsamında incelenen karasal şebekeler ile karasal olmayan şebekelerin yakınsaması konusu, ITU bünyesinde çok sayıda tartışmayı beraberinde getirmiş ve bu teknolojiye yönelik olarak dünya genelindeki telekomünikasyon otoritelerinin benimseme sürecine yön verecek çeşitli çalışmaların başlatılmasına neden olmuştur.¹⁴⁹ Bu kapsamda, ITU-R Çalışma Grubu 5D (WP5D), IMT-2030 çerçevesi kapsamında NTN sistemlerinin karasal şebekelerle entegrasyonunu incelemektedir.¹⁵⁰

¹⁴⁶ ITU, *Study Groups 2025*, 15-16, https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/gen/R-GEN-SGB-2025-PDF-E.pdf, (10.05.2025).

¹⁴⁷ BTK, *Uluslararası Telekomünikasyon Birliği*.

¹⁴⁸ ITU, *Radio Regulations*, <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR>, (10.05.2025).

¹⁴⁹ Access Partnership, *The Future of Smartphones*, 21.

¹⁵⁰ ITU, *Working Party 5D*, <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/default.aspx>, (16.05.2025).

Bununla birlikte, ITU tarafından düzenlenen Telsiz Tüzüğü'nün 5. maddesi frekans tahsis tablolarını ve frekansların kullanımına ilişkin kuralları içermektedir. Bu madde, küresel ölçekte hangi frekans bandının hangi hizmet veya hizmetler için ayrıldığını/tahsis edildiğini belirlemektedir. Aynı zamanda bu bantların birincil (*primary*) veya ikincil (*secondary*) statüde kullanım durumlarını tanımlamaktadır. Birincil statüde bulunan hizmetler tabloda büyük harflerle yazılırken, ikincil statüde bulunan hizmetler küçük harflerle yazılmaktadır ve bu hizmetlerin birincil hizmetlere zarar vermeyecek şekilde sunulması gerekmektedir.

Halihazırda bazı şirketlerin, ITU Telsiz Tüzüğü 5. maddesine uyumlu olacak şekilde MSS hizmetlerine tahsis edilen spektrumu kullanmakta olduğu görülmektedir. D2C-MSS teknolojisini kullanan bu şirketlerden tezin 3. Bölümünde bahsedilmiştir. Ancak, MSS spektrumunun sınırlı olması ve uydu başvurularının koordinasyon sürecinin oldukça karmaşık olması nedeniyle, MSS spektrumuna dayanan bu yöntemi seçen şirketlerin – örneğin Qualcomm ve Huawei –MSS bantlarına erişimi bulunan mevcut uydu operatörleriyle iş birliği yapma yoluna giderek ortaklıklar kurdukları görülmektedir.

Öte yandan, SpaceX, AST SpaceMobile, Lynk gibi diğer şirketler karasal mobil spektrumu kullanmayı tercih ederek alternatif bir yol izlemektedir. Ancak bu yaklaşım, mevcut durum itibarıyla ITU Telsiz Tüzüğü'nün 5. maddesinde yer alan Frekans Tahsis Tablosunda (*Frequency Allocation Table*) tanımlanan küresel frekans tahsisleriyle uyumlu değildir. Bu tür bir kullanım için söz konusu şirketlerin, hizmet sunmak istedikleri her ülkede lisanslı frekansların sahibi olan mobil şebeke işletmecileri ile ortaklık kurmaları ve bu ortaklıkların ayrıca ilgili ülkenin ulusal düzenleyici kurumu tarafından da onaylanması gerekmektedir.¹⁵¹

¹⁵¹ Access Partnership, The Future of Smartphones, 15.

Bununla birlikte, söz konusu IMT frekansları üzerinden D2C hizmeti sunumunda Telsiz Tüzüğü'nün 4.4'üncü maddesinde yer alan *“Uluslararası Frekans Tahsis Planı dışında bir frekans bandını kullanan ya da uluslararası düzeyde tanınmamış bir hizmet kapsamında frekans kullanan herhangi bir radyo istasyonu, bu kullanımın başka bir ülkenin yetkilendirilmiş ve kurallara uygun olarak çalışan istasyonlarına zarar vermemesi koşuluyla çalıştırılabilir. Ancak bu istasyonlar, böyle bir zarara karşı herhangi bir koruma talep edemez ve uluslararası düzeyde müdahale şikayetinde bulunamaz.”* hükmüne uyma yükümlülüğü bulunmaktadır.¹⁵² ITU Telsiz Tüzüğü'nün 4.4'üncü maddesi, frekansların ve hizmetlerin uluslararası tahsis planı dışında kullanılması durumunda uygulanacak kuralları düzenlemektedir. Bu maddeye göre, bir ülke kendi sınırları içerisinde, ancak diğer ülkelerde kurallara uygun şekilde çalışan sistemlere zararlı girişim yaratmaması koşuluyla ITU'nun frekans tahsis tablolarında (Madde 5) belirtilmeyen bir frekans bandında ya da bu tablolarla uyumlu olmayan bir hizmet kapsamında bir radyo istasyonu işletebilir.

Bu madde özellikle, IMT spektrumlarının uydu üzerinden doğrudan mobil kullanıcılara sunulması gibi yeni teknolojik uygulamalar açısından önem arz etmektedir. IMT spektrumunun ITU düzeyinde MSS için değil, sadece karasal mobil hizmetler için tahsis edilmesi nedeniyle, şirketlerin IMT spektrumunu uydu-karasal mobil hizmetinde kullanmak istemeleri, RR Madde 4.4 kapsamında değerlendirilmekte olup bu hizmetler uluslararası koruma kapsamı dışında kalmaktadır. Bu durum, ulusal düzenleyici otoriteler için önemli bir ikilem oluşturmaktadır. Bir yandan yenilikçi teknolojilere kapı aralanmak istenirken, diğer yandan ITU ile uyumlu hareket etme yükümlülüğü ve koordinasyon süreçlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bu noktada ITU'nun yaklaşan WRC-27 etkinliği, D2C-IMT hizmetlerinin küresel düzeyde düzenlenmesi açısından kritik bir dönüm noktası niteliği taşımaktadır. Son WRC etkinliği olan WRC-23 sonucunda 43 yeni karar onaylanmış, 56 mevcut karar

¹⁵² ITU, *Radio Regulations*.

revize edilmiş ve 33 karar yürürlükten kaldırılmıştır. Aynı zamanda WRC-27'nin gündem kapsamı da belirlenmiş olup, 1.13 numaralı gündem maddesi kapsamında *“karasal IMT şebekesi kapsamını tamamlayıcı nitelikte, uzay istasyonları ile IMT kullanıcı ekipmanları arasında doğrudan bağlantı kurulmasına olanak tanıyacak şekilde Mobil Uydu Hizmeti (MSS) için olası yeni frekans tahsislerinin değerlendirilmesi”* öngörülmektedir.¹⁵³ Böylece, IMT kullanıcı ekipmanları ile uydu bağlantısına ilişkin yeni MSS tahsislerinin değerlendirilmesi neticesinde bu sorunun çözümüne yönelik daha sistematik ve hukuken bağlayıcı bir zemin oluşturulması hedeflenmektedir.

Bu bağlamda, D2C-IMT hizmetlerinin yaygınlaştırılabilmesi için küresel düzeyde tanımlanmış ve harmonize frekans düzenlemelerine ihtiyaç duyulmakta olduğundan WRC-27'nin bu konuda alınacak kararlarla teknolojiye yön verme potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca, WRC-27'ye giden süreçte ITU-R çalışma gruplarında yürütülen teknik fizibilite çalışmaları ile spektrum paylaşımı ve girişim önleme mekanizmaları belirlenerek, bu teknolojinin ayakları yere sağlam basan bir teknoloji olmasına olanak sağlayacağı değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, WRC-27'nin yeni frekans tahsislerinin belirleneceği bir platform olmasının yanı sıra, D2C-IMT hizmetlerinin küresel ölçekte yasal, teknik ve düzenleyici çerçevesinin şekilleneceği stratejik bir aşama olması beklenmektedir.

4.1.2. Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (CEPT)

Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations-CEPT), 1959'da posta ve telekomünikasyon sektörlerinde düzenleyici uyumlaştırmayı sağlamak amacıyla

¹⁵³ ITU, *Outcomes of the World Radiocommunication Conference 2023*, 47-57, https://www.itu.int/en/itu-news/Documents/2024/2024-01/2024_ITUNewsMag01-en.pdf, (16.05.2025).

İsviçre'nin Montreux şehrinde kurulmuş bir Avrupa organizasyonudur.¹⁵⁴ 2025 yılı itibarıyla 46 üyesi bulunan Kuruluşa, ülkemiz 1960 yılında üye olmuştur.¹⁵⁵

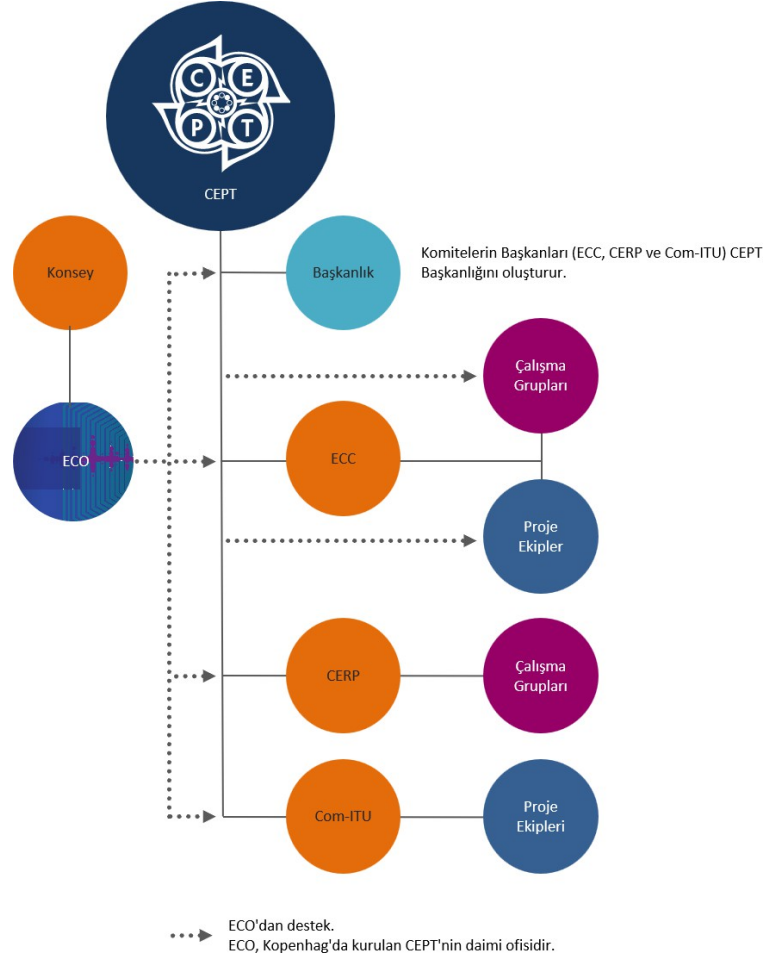
CEPT'in görevleri arasında; posta ve elektronik haberleşme alanlarında üye devletler arasında güçlü ilişkiler geliştirmek, Avrupa genelinde radyo spektrumunu da kapsayacak şekilde politikalar oluşturmak ve düzenlemeler yapmak, ayrıca bu alanlarda Avrupa ülkeleri arasında iş birliğini teşvik etmek yer almakta olup, böylece CEPT Avrupa genelinde ortak bir düzenleyici çerçevenin oluşturulmasına katkı sağlanmaktadır. CEPT çalışmalarını bünyesinde bulunan 3 komite vasıtasıyla yürütmektedir: Avrupa Posta Düzenlemeleri Komitesi (CERP), Elektronik Haberleşme Komitesi (ECC) ve ITU Komitesi (Com ITU). CEPT'e ait organizasyon şemasına Şekil 4.1'de yer verilmektedir.¹⁵⁶

¹⁵⁴ CEPT, *About CEPT*, <https://www.cept.org>, (11.05.2025).

¹⁵⁵ BTK, *CEPT*, <https://www.btk.gov.tr/cept>, (11.05.2025).

¹⁵⁶ BTK, *CEPT*.

Şekil 4.1. CEPT organizasyon şeması



Kaynak: CEPT, Our Structure

Com-ITU, CEPT'in, ITU bünyesindeki Konsey, Tam Yetkili Temsilciler Konferansı, Dünya Telekomünikasyon Kalkınma Konferansı, Dünya Telekomünikasyon Standardizasyonu Genel Kurulu ve benzeri toplantılara hazırlık sürecinde ve bu toplantılar sırasında izleyeceği faaliyetleri koordine etmekle sorumludur.¹⁵⁷

CERP, CEPT bünyesinde faaliyet gösteren ve posta hizmetleriyle ilgili düzenleyici konularda Avrupa ülkeleri arasında iş birliğini teşvik eden bir komitedir. CERP'in

¹⁵⁷ CEPT, *Com-ITU*, <https://www.cept.org/com-itu>, (10.05.2025).

temel amacı, posta sektöründeki düzenleyici uygulamaları uyumlu hale getirmek, iyi uygulamaların paylaşımını sağlamak ve Avrupa düzeyindeki posta politikalarının gelişimine katkıda bulunmaktır.¹⁵⁸

ECC, CEPT bünyesinde faaliyet gösteren ve Avrupa’da elektronik haberleşme politikalarının ve düzenlemelerinin geliştirilmesinden sorumlu ana organdır. ECC, radyo spektrumu, uydu yörüngeleri ve numaralandırma kaynaklarının etkin ve uyumlu kullanımı amacıyla çalışmalar yürütmekte; Avrupa ve uluslararası düzenlemeleri dikkate alarak politika önerileri ve teknik düzenlemeler geliştirmektedir. Komite, bu amaç doğrultusunda oluşturduğu çalışma grupları ve proje ekipleri aracılığıyla teknik analizler yapmakta ve politika belgeleri üretmektedir.

ECC’nin temel çıktıları arasında, Avrupa genelinde uygulanması hedeflenen “Kararlar” ve “Tavsiyeler” ile birlikte bilgilendirici raporlar yer almaktadır. Bu çalışmalar, Avrupa Komisyonu kararlarına da temel teşkil edebilmektedir. ECC, paydaş katılımını ve şeffaflığı esas alan bir yapı olup Avrupa Komisyonu, ETSI ve diğer uluslararası kuruluşlarla iş birliği içinde hareket etmektedir. Nihai hedefi, elektronik haberleşme hizmetlerinin toplumsal faydayı artıracak şekilde düzenlenmesine katkı sağlamaktır.¹⁵⁹

ECC’nin tavsiye kararları, CEPT üyesi ülkelerde spektrum ve numaralandırma kaynaklarının uyumlu kullanımını teşvik etmeye yönelik alınan teknik önlemleri ifade etmektedir. Bu kararlar aracılığıyla, belirli frekans bantlarında girişim koşulları gözetilerek spektrumun uyumlaştırılması, lisans muafiyetleri ve benzeri düzenlemeler yapılmakta, bu düzenlemeler kamuya duyurulmaktadır. Bağlayıcılığı bulunmamakla birlikte, üye ülkeler bu kararları büyük ölçüde desteklemekte; böylece üreticiler ve

¹⁵⁸ CEPT, *CERP*, <https://www.cept.org/cerp>, (10.05.2025).

¹⁵⁹ CEPT, *CEPT Leaflet: Overview of CEPT and Its Structure*, Ocak 2025, <https://cept.org/files/1203/CEPT%20Leaflet%20January%202025.pdf>, (10.05.2025).

hizmet sağlayıcılar Avrupa genelinde ortak standartlara uygun şekilde faaliyet gösterebilmektedir.¹⁶⁰

ECC, IMT frekans tahsisleri ve D2C gibi yeni nesil iletişim teknolojileri üzerine de araştırmalar yürütmektedir. CEPT içinde FM44 adıyla 16 Haziran 2023'te kurulan bir çalışma grubu “*Akıllı telefonlar için uydu tabanlı doğrudan hücreli (D2C) iletişim*” konulu bir çalışma maddesi kapsamında çalışmalarını başlatmıştır. Bahse konu çalışmada, mobil telefon pazarında, piyasada mevcut ve değiştirilmemiş akıllı telefonlar üzerinden karasal mobil hizmetleri tamamlayıcı şekilde kapsama alanını genişletmek için NGSO uydu takımyıldızlarının kullanılmaya başlandığı vurgulanmaktadır. Bu gelişmeye ülke bazlı ve uyumsuz çözümlerle karşılık verilmesi yerine, Avrupa genelinde teknik ve düzenleyici çerçevesi netleştirilmiş, uyumlaştırılmış bir yaklaşım gerektiği belirtilmiştir. Böylece ağlar arası kesintisiz geçiş, dolaşım ve ayırım gözetmeyen erişim gibi konuların garanti altına alınması hedeflenmektedir.¹⁶¹

FM44 numaralı bu çalışma, mevcut akıllı telefonlar üzerinden doğrudan uydu bağlantısı sağlayan sistemlerin teknik ve düzenleyici yönlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, 16 Haziran 2023 tarihinde başlamıştır. Ancak ECC'nin Ekim 2024 ve Şubat 2025 tarihlerindeki toplantılarında, kamuoyu danışma sürecindeki gecikmeler nedeniyle bu tarih önce Haziran 2025'e, ardından Şubat 2026'ya ertelenmiş olup, nihai rapor henüz yayımlanmamıştır.¹⁶² Yayımlanmasının ardından söz konusu rapora https://eccwp.cept.org/WI_Detail.aspx?wiid=834 adresinden ulaşılabilecektir.

Bununla birlikte, CEPT tarafından 2024 Kasım ayında “*MSS ve IMT'de D2C terminallerinin yetkilendirilmesine ilişkin anket*” konulu bir anket çalışması gerçekleştirilmiş olup, bu ankete ülkemiz tarafından da katkı sağlanmıştır. Anketin sonuçlarına göre, D2C-IMT hizmetlerine ilişkin düzenleyici yaklaşımın henüz olgunlaşmadığı görülmektedir.

¹⁶⁰ BTK, *Alçak Yörünge ...*, 40.

¹⁶¹ 6G-NTN, *D2.5: Report on Regulatory Requirements (V1.1)*, 78-79.

¹⁶² ECO, *ECC Work Programme Database*, https://eccwp.cept.org/WI_Detail.aspx?wiid=834, (17.05.2025).

Ülkelerin çoğu, bugüne kadar resmi bir başvuru almadıklarını belirtmiş; yalnızca İrlanda, Kuzey Makedonya ve Birleşik Krallık gibi birkaç ülke, bazı paydaşlarla ilk temasların kurulduğunu ya da ilgi beyanlarının alındığını ifade etmiştir. Öte yandan, ülkemizin yanı sıra İsveç ve İsviçre de bu kapsamda resmi başvurular aldıklarını belirtmiş olup, ülkemiz tarafından ise söz konusu başvurulara ilişkin deneme izinlerinin verildiği ifade edilmiştir. Ayrıca D2C-IMT hizmetlerinin sunumu, pek çok ülke açısından mevcut ulusal düzenlemeler ve yetkilendirmeler çerçevesinde mümkün görünmemektedir. En sık dile getirilen engeller, mobil şebeke işletmecilerine verilen mevcut lisansların yalnızca karasal haberleşmeyi kapsamaması ve D2C kullanımının mümkün hale gelmesi için ulusal frekans tahsis tablolarında değişiklik gerekliliğidir. Ülkemizin de içinde bulunduğu bazı ülkeler (İspanya, Lüksemburg, Kuzey Makedonya) deneysel lisansların verilebileceğini belirtirken, Danimarka mevcut yetkilendirme yapısının spektrum kiralama gibi modellerle uydu işletmecileriyle iş birliğine imkân tanıyabileceğini ifade etmiştir.

Spektrum yönetimi açısından, ulusal hizmetlerde (özellikle karasal mobil şebekeler) girişim riski ve komşu ülkelerle koordinasyon ihtiyacı öne çıkan başlıca sorunlardandır. Teknik koşulların henüz Avrupa düzeyinde uyumlaştırılmamış olması da D2C-IMT hizmetinin uygulanmasına yönelik önemli bir engel teşkil etmektedir. İdari açıdan ise, mevcut lisans ve yetkilendirme yapılarının D2C-IMT hizmetlerini kapsayacak şekilde revize edilmesi gerektiği vurgulanmakta; bununla birlikte Avrupa düzeyinde de uyumlaştırıcı önlemlerin alınmasının gerekli olduğu belirtilmektedir. Bunların yanı sıra, düzenleyici kurumlar rekabet koşulları, mobil ve uydu haberleşme ağları (*Mobile/Fixed Communications Network-MFCN*) üzerindeki etkiler ve kırsal alanlarda karasal altyapının zayıflaması gibi yapısal risklere de dikkat çekmiştir. Hizmet kalitesi, süreklilik, güvenlik ve maliyet gibi kullanıcı odaklı hususlar da önemli başlıklar arasında yer almakta; ayrıca yasal dinleme, acil çağrılar, veri güvenliği ve yüksek riskli tedarikçilere ilişkin mevzuatla bağlantılı hukuki belirsizlikler dile getirilmektedir. Mobil ve uydu işletmecileri arasında kurulacak iş birliklerinde rollerin ve sorumlulukların netleştirilmesi gerektiği de ayrı bir düzenleyici endişe olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, bazı konular CEPT FM44 çalışma grubunun mevcut çalışmalarına dahil edilmiştir. Ancak rekabet, güvenlik ve yetkilendirme gibi spektrum yönetimi dışındaki konular da düzenleyici otoriteler açısından önem arz etmekte olup, bu başlıkların FM44 tarafından hazırlanacak ECC Raporu'nda ayrıca ele alınacağı ifade edilmiştir. Tüm bu değerlendirmeler, D2C-IMT hizmetlerinin çok boyutlu bir düzenleyici yaklaşım gerektirdiğini ve Avrupa düzeyindeki gelişmelerin ülkelerin ulusal politikalarını şekillendirmede belirleyici olacağını göstermektedir.¹⁶³

4.1.3. Avrupa Birliği (AB)

Avrupa Birliği (AB), II. Dünya Savaşı sonrasında 1951 yılında Avrupa'da ekonomik ve siyasi iş birliğini güçlendirmek amacıyla kurulmuş siyasi ve ekonomik bir birliktir. Günümüzde 27 üye devletten oluşan AB nezdinde ülkemiz, aday ülke statüsünü korumaktadır.¹⁶⁴

Avrupa Birliği, 7 ana kurumun yanı sıra 9 danışma organı ve farklı alanlarda görev yapan 30'dan fazla ajanslarla birlikte çok yönlü bir yönetim yapısına sahiptir. Tüm bu kurumlar AB yasalarının geliştirilmesi ve politika yapımından, politikaların uygulanmasına kadar çeşitli uzmanlık alanlarında rollere sahiptir. Avrupa Birliği'nin 4 ana karar alma kurumu bulunmaktadır. Bunlar; Avrupa Parlamentosu, Avrupa Konseyi, Avrupa Birliği Konseyi ve Avrupa Komisyonu. Tüm bu kurumlar AB'nin politika belirleme ve yasama sürecinde farklı roller üstlenmektedir. AB kurumlarının yetkileri, sorumlulukları ve prosedürleri AB'nin kurucu antlaşmalarında belirlenmiştir.¹⁶⁵

¹⁶³ CEPT, *Summary of the Responses to the CEPT Questionnaire on Authorisation of D2C Terminals in MSS and IMT*, <https://cept.org/ecc/groups/ecc/wg-fm/fm-44/client/meeting-documents>, (17.05.2025).

¹⁶⁴ European Union, *Facts and Figures About the European Union*, https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/facts-and-figures-european-union_en#header_countries_list, (17.05.2025).

¹⁶⁵ European Union, *Types of Institutions and Bodies*, https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/types-institutions-and-bodies_en, (17.05.2025).

Avrupa Parlamentosu, AB vatandaşları tarafından doğrudan seçilen yasama organıdır. Yasaların kabulünde ve bütçenin onaylanmasında Avrupa Konseyi ile birlikte yetkilidir.¹⁶⁶

Avrupa Konseyi, üye ülkelerin devlet veya hükümet başkanlarından oluşmaktadır. AB'nin genel siyasi yönünü ve önceliklerini belirlemekte olup, yasa yapmamaktadır.¹⁶⁷

Avrupa Birliği Konseyi (Bakanlar Konseyi), üye devletlerin bakanlarından oluşmakta olup, üye ülkelerin hükümetlerini temsil etmektedir. Konu başlığına göre farklı bakanların bir araya geldiği Konsey'de yasalar kabul edilmekte ve politikalar belirlenmektedir.¹⁶⁸

Avrupa Komisyonu, AB'nin yürütme organıdır. İnisiyatif hakkını kullanarak yasama teklifleri hazırlayabilmektedir. AB politikalarını uygulama, bütçeyi yönetme ve üye devletler tarafından antlaşmaların doğru bir şekilde uygulanmasını denetleme görevleri bulunmaktadır. AB genelinde temsilcilikleri bulunmakta olup, temsilcilikler aracılığıyla ev sahibi ülkelerin kamuoyunu izleyerek analiz etmekte, ülkeleri AB politikaları hakkında bilgilendirerek iş birliğini kolaylaştırmaktadır.¹⁶⁹

¹⁶⁶ European Union, *European Parliament*, https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-parliament_en, (17.05.2025).

¹⁶⁷ European Union, *European Council*, https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-council_en, (17.05.2025).

¹⁶⁸ European Union, *Council of the European Union*, https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/council-european-union_en, (17.05.2025).

¹⁶⁹ European Union, *European Commission*, https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-commission_en, (17.05.2025).

AB içinde teknik kuralların uyumlu hale getirilmesi, D2C hizmetlerinin daha kolay ve yaygın sunulmasını sağlayabilmek için önem arz etmektedir.¹⁷⁰ Ancak bu konuda geç kalınması halinde, AB ülkeleri arasında farklı uygulamaların ortaya çıkarak girişim sorunlarının yaşanabileceği değerlendirilmektedir. Bu da kullanıcılar için olumsuz sonuçlar doğurma kapasitesine sahiptir. Bu risklerin önlenmesi amacıyla, Avrupa Komisyonu'na teknik spektrum politikalarında danışmanlık yapan yüksek düzeyli bir uzmanlar grubu olan RSPG (Radyo Spektrum Politikası Grubu), 14 Şubat 2025 tarihinde “*Public Consultation on the Draft RSPG Opinion on the EU-level policy approach to satellite Direct-to-Device connectivity and related Single Market issues*” konulu bir kamuoyu görüşüne çıkmış olup, taslak raporda Avrupa Komisyonu'na aşağıdaki tavsiyelerde bulunmaktadır:

- Avrupa Komisyonu CEPT'ye görev vermeli.

Komisyon, CEPT'ye bir görev vererek, uydu üzerinden çalışan D2C-IMT hizmetleri için ortak teknik kurallar hazırlamasını sağlamalıdır.

Bu kurallar, karasal haberleşme ağlarının ve diğer radyo hizmetlerinin D2C uydularından olumsuz etkilenmesini önlemeye yönelik teknik koruma önlemlerini de içermelidir.

Ayrıca, 2027 yılında yapılacak olan Dünya Radyo Konferansı WRC-27 sonrasında ortaya çıkabilecek yeni durumlara göre teknik kuralların güncellenmesini sağlayacak bir adım da bu görevin kapsamına dahil edilmelidir.

- Komisyon mevcut frekans kararlarını gözden geçirmeli.

¹⁷⁰ European Commission, *Radio Spectrum Policy Group*, 12 Şubat 2025, https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/7c6039f4-0e01-402c-9b78-638d800ce965_en?filename=RSPG25-008final-Draft_Opinion_on_D2D_and_Access_to_EU_Market-for_PC.pdf, (17.05.2025).

CEPT'nin hazırlayacağı teknik kurallar temel alınarak, Avrupa Komisyonu, D2C-IMT hizmetlerinin uyumlu şekilde uygulanabilmesi için ECS (Elektronik Haberleşme Hizmetleri) frekanslarının kullanımına dair mevcut kararları güncellemeyi değerlendirmelidir.

- Üye ülkeler lisansları düzenleyebilmeli.

Yeni teknik kurallar kabul edilirse, AB üyesi ülkeler de ulusal mevzuatları çerçevesinde lisans koşullarını bu kurallara uyacak şekilde düzenleyebilecek ve D2C-IMT hizmetlerine izin verebilecektir.

RSPG, bu tavsiyelerin nasıl uygulanabileceği hususunu gelecekte Avrupa Elektronik Haberleşme Kanunu (EECC) gözden geçirilirken tekrar değerlendirmeyi planlamaktadır. Ayrıca, bu konudaki gelişmeleri izlemekte ve Komisyon, CEPT, BEREC veya AB ülkeleriyle iş birliği içinde çalışmaya devam etmektedir.¹⁷¹

4.2. Ülke Uygulamaları

Tez kapsamında, IRG (Independent Regulators Group) üyesi ülkelere D2C-IMT hizmetinin sunulmasına ilişkin olarak ülkelerindeki mevcut düzenleyici çerçevenin durumu hakkında bilgi edinmek amacıyla bir sualname gönderilmiştir (Ek-1). Söz konusu sualname ile;

- D2C-IMT hizmetlerine yönelik herhangi bir düzenlemenin olup olmadığı,
- Düzenleme bulunmuyorsa bu konuda ne tür çalışmalar yapıldığı,
- Mobil operatörlerin mevcut lisanslarının D2C-IMT hizmeti sunumuna izin verip vermediği,
- Bu hizmetin mobil operatörlerin mevcut kapsama ve hizmet kalitesi yükümlülükleri açısından herhangi bir değişikliğe yol açıp açmayacağı,

¹⁷¹ European Commission, *Radio Spectrum Policy Group*, 10.

- Uydu işletmecilerin D2C-IMT hizmeti sunumu için alması gereken izinlerin neler olduğu,
- Mobil operatörlere tahsisli IMT frekanslarının uydu şirketlerince kullanılmasının mümkün olup olmadığı,
- D2C-IMT hizmeti için gerekli olan uydu yer istasyonun lokasyonu konusunda herhangi bir zorunluluğun olup olmadığı

hususlarına ilişkin IRG üyesi ülkelerin yaklaşımlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çerçevede, uydu-karasal mobil yakınsaması kapsamında uluslararası düzenleyici yaklaşımların analizine katkı sağlamak amacıyla, IRG üyesi ülkelere gönderilen sualnameye verilen yanıtlar burada değerlendirilmektedir. Söz konusu çıktılar, farklı ülkelerde bu teknolojiye yönelik mevcut yaklaşımları, düzenleyici uygulamaları ve geleceğe dönük planları ortaya koymaktadır. Sualname bulgularının genel bir değerlendirmesinin ardından, belirli ülkelerin D2C-IMT teknolojisi sunumuna ilişkin çalışmaları daha detaylı bir şekilde ele alınacaktır. Böylece, Türkiye için izlenebilecek potansiyel politikalar hakkında daha somut çıkarımlar yapılması hedeflenmektedir.

Ek-1’de yer alan sualnameye, 16 IRG üye devleti tarafından cevap verilmiş olup (Ek-2), bunlardan Almanya tarafından sualname sorularına doğrudan cevap verilmemiştir. Bununla birlikte, Almanya düzenleyici otoritesi BNetzA tarafından, RSPG anketine verdikleri cevaplar tarafımıza e-posta yoluyla iletilmiştir (Ek-3).

Bu çerçevede, sualnameye cevap veren IRG üyesi ülkelerin büyük çoğunluğunda, D2C-IMT hizmet sunumuna ilişkin özel bir düzenlemenin bulunmadığı görülmektedir. Ülkeler bu alanda henüz bir düzenleyici çerçeve oluşturmadıklarını ifade etmişlerdir. Ancak bazı ülkelerde (örneğin İngiltere, Finlandiya) sınırlı kapsamda uygulamalara yönelik değerlendirmeler ya da mevcut mevzuat üzerinden dolaylı yaklaşımlar gündeme gelmektedir. Genel olarak, D2C-IMT hizmetlerinin düzenlenmesi için

Avrupa düzeyinde bir uyumlaştırma ihtiyacı vurgulanmakta olup bazı ülkeler, CEPT, RSPG ve ITU gibi uluslararası platformlarda yürütülen çalışmalara katılım sağladığını ve bu süreçlerin sonucunu beklediğini belirtmektedir. Ayrıca, Avrupa düzeyindeki uyumlaştırma sürecinin rekabet, sınır ötesi koordinasyon ve spektrum yönetimi açısından kritik olduğu ifade edilmektedir.

Mobil operatörlerin mevcut yetkilendirmeleri kapsamında D2C-IMT hizmeti sunumuna ilişkin IRG ülkelerinin büyük bir bölümü, mevcut mobil operatör yetkilendirmelerinin D2C-IMT sunumunu kapsayacak şekilde düzenlenmediğini bildirmiştir. Çoğu ülke, bu hizmetlerin sunulabilmesi için mevcut lisansların ya güncellenmesi gerektiğini ya da yeni bir düzenleyici çerçevenin geliştirilmesinin zorunlu olduğunu belirtmiştir. Sadece birkaç ülke (örneğin Slovenya, Malta gibi) genel yetkilendirme rejimlerinin teknolojik olarak bağımsız bir yaklaşım sergilediğini, bu nedenle teorik olarak esneklik bulunduğunu ifade etmektedir. İngiltere, bu konuda kamu istişareleri başlatmış ve lisans muafiyetlerini içeren modeller önermiştir.

Mobil operatörlerin mevcut kapsama ve hizmet kalitesi yükümlülüklerine ilişkin olarak, D2C-IMT hizmet sunumunun mobil operatörlerin bu yükümlülüklerine herhangi bir değişiklik getirmesinin planlanmadığı, bazı ülkeler tarafından ise bu konunun henüz değerlendirme aşamasına dahil edilmediği belirtilmiştir. İlaveten İngiltere, acil durum hizmetlerine yönelik gerekliliklerin bu hizmete uyarlanması gerektiğini ve D2C-IMT hizmetlerinde acil çağrı dolaşımı gibi iş birliği modellerinin öne çıkabileceğini belirtmiştir.

Ülkelerden, uydu operatörlerince D2C-IMT hizmeti sunulabilmesi için mevcut mevzuatları kapsamında almaları gereken izin hakkında bilgi talep edilmiş olup, alınan yanıtlar neticesinde bu hizmet kapsamında izlenmesi gereken prosedürlerin değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır. Çoğu ülkede D2C-IMT hizmetine özel bir düzenleme veya izin süreci henüz bulunmamaktadır. Bazı ülkeler (örneğin Finlandiya, İsviçre) güncel durumda D2C-IMT hizmet sunumunda bulunacak uydu hizmet sağlayıcıları dahil

olmak üzere tüm uydu operatörlerinin genel telekomünikasyon bildirimini, yer istasyonu lisansı, radyo lisansı gibi mevcut izin türlerinin alması gerektiğini ifade etmiştir. Genel anlamda ülkeler tarafından bu alanda henüz net bir çerçevenin belirlenmediği ve yorumlama ihtiyacının bulunduğu belirtilmektedir.

IMT frekanslarının doğrudan uydu şirketlerine tahsisi veya kullanılması hususuna çoğu IRG ülkesi, izin vermemektedir. Öte yandan bu iznin mevcut düzenlemeler kapsamında henüz uygun olmadığı da bazı ülkeler tarafından belirtilmekte olup, D2C-IMT frekans tahsisinin en azından bölgesel seviyede uyumlaştırılmış olması gerektiği ifade edilmiştir. İngiltere, bu konuda farklı senaryoları kamuya danışarak değerlendirmiş ve mobil operatör-uydu operatörü iş birliğini ön plana çıkarmıştır.

Uydu yer istasyonlarının ülke sınırları içinde bulunma zorunluluğu konusunda ülkeler arasında farklılıklar göze çarpmaktadır. Bazı ülkeler (örneğin İspanya, Sırbistan, Slovenya), ulusal sınırlar içinde yer istasyonlarının bulunmasını zorunlu tutmaktadır. Öte yandan, çoğu ülke böyle bir zorunluluk öngörmemekte, hatta bu konunun henüz değerlendirilmediğini belirtmektedir. İsviçre ve İngiltere gibi ülkeler, yer istasyonlarının konumundan çok, frekans kullanımında girişim yaratmamasını ön koşul olarak vurgulamaktadır.

Sualnameye verilen yanıtlar doğrultusunda, IRG ülkelerinde D2C-IMT hizmetlerine yönelik düzenleyici çerçevenin genel itibarıyla henüz oluşmadığı görülmektedir. Ancak, birçok ülkenin bu konudaki gelişmeleri Avrupa düzeyinde yakından takip ettiği anlaşılmaktadır. RSPG, CEPT ve WRC-27 gibi uluslararası platformlarda yürütülen çalışmaların ve alınacak kararların, bu alandaki ulusal düzenlemelerin şekillenmesinde belirleyici olacağı öngörülmektedir.

4.2.1. ABD (FCC)

Amerika'nın haberleşme yasalarını ve yönetmeliklerini uygulamaktan ve yürürlüğe koymaktan sorumlu federal kurumu olan ABD Federal İletişim Komisyonu (FCC) 14 Mart 2024 tarihinde aldığı kararla, uydu teknolojilerini kullanarak mobil şebekelerin kapsama alanını genişletmeyi amaçlayan yeni bir düzenleyici çerçeve kabul etmiştir. Böylece ABD, D2C-IMT teknolojilerine yönelik ilk düzenleyici yaklaşımda bulunan ülke olmuştur.

“Uzaydan tamamlayıcı kapsama” (Supplemental Coverage from Space – SCS) olarak adlandırılan bu çerçeve, mobil operatörler ile uydu işletmecileri arasında iş birliği yapılmasına olanak tanıyarak, karasal mobil hizmetlerin ulaşamadığı uzak ve kırsal bölgelerde cep telefonu kullanıcılarının bağlı kalmasını hedeflemektedir. FCC'nin kabul ettiği düzenleme, uydu operatörlerinin karasal hizmetler için lisanslanmış belirli frekanslarda, karasal lisans sahiplerinden spektrum kiralamaları ve belirlenen koşulları sağlamaları halinde faaliyet göstermelerine izin vermektedir. Böylece kullanıcılar, kapsama dışında kalan alanlarda da hizmet alabilecektir. Ayrıca, bu çerçevede acil çağrılar (911) için tüm SCS bağlantılarının konum tabanlı yönlendirme veya acil çağrı merkezleri aracılığıyla ilgili mercilere ulaşmasını sağlayacak geçici bir yükümlülük de getirilmiştir. Komisyon aynı zamanda, kamu güvenliği hizmetlerinin yeterliliği ve radyo astronomi hizmetlerinin korunması gibi konularda daha fazla kamuoyu görüşü almak amacıyla bir öneri taslağı (Further Notice of Proposed Rulemaking) yayımlamıştır.¹⁷²

Söz konusu çerçeve kapsamında SCS hizmetleri için 600 MHz, 700 MHz, 800 MHz, 1850-1915 MHz, 1930-1995 MHz ve 1915-1920 MHz ile 1995-2000 MHz mobil frekans bantlarının kullanımına izin verilmektedir. Bu bantlarda olası enterferansın yönetimi amacıyla FCC, mobil işletmecinin D2C hizmetlerinde kullanmayı planladığı

¹⁷² FCC, *FCC Advances Supplemental Coverage from Space Framework*, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-401208A1.docx>, (17.05.2025).

frekansların tamamını coğrafi olarak bağımsız altı bölgeden birinde elinde bulundurma koşulu getirmektedir. Bununla birlikte, FCC bahse konu bantlar için ABD Ulusal Frekans Tablosunu güncellemek suretiyle MSS ikincil tahsisini eklemiş ve bu bantların MSS kullanımını yalnızca D2C ile sınırlamıştır. Ayrıca bu hizmetin sunumu ITU RR 4.4 kapsamında verilmekte olup, ilgili operatörce ITU düzenlemelerine uygun olarak faaliyet gösteren herhangi bir istasyona zararlı enterferansa sebebiyet verilmemesi ve enterferanstan korunma talep edilmemesi gerekmektedir.

D2C hizmetinin sunumuna ilişkin ön koşul olarak ise, uydu işletmecisinin FCC'den Part 25 SCS yetkilendirmesi alması ve mobil işletmeci ile spektrum kiralama ya da ticari bir anlaşma yapmış olma şartları getirilmektedir. Part 25 başvurusu esnasında hizmet verilecek uydu sistemiyle ilgili tüm detayların, ITU'ya yapılacak bildirimleri de içerecek şekilde sunulması talep edilmektedir.

FCC, D2C teknolojisi kapsamında sağlanan SCS hizmetini, mobil işletmecilerin kapsama ve altyapı kurulum yükümlülüklerine dahil etmemiştir.¹⁷³

4.2.2. Almanya (BNetzA)

Bu tez kapsamında IRG ülkelerine D2C-IMT hizmetlerine yaklaşımlarının değerlendirilebilmesini teminen sualname gönderilmiştir. Almanya düzenleyici otoritesi BNetzA tarafından bahse konu sualnameye yer alan sorulara doğrudan cevap verilmemekle birlikte, RSPG tarafından gerçekleştirilen RSPG24-023 numaralı ve “*Public Consultation on the Draft RSPG Opinion on the EU-level policy approach to satellite Direct-to-Device connectivity and related Single Market issues*” konulu sualnameye taraflarınca verilen cevaplar Kurumumuza iletilmiştir. (Ek-3)

¹⁷³ Policy Tracker. *Satellite ...*

Almanya düzenleyici otoritesince, söz konusu RSPG anketine cevap verdikleri 2025 Şubat ayı itibarıyla, uyumlu karasal bantlarda D2C hizmeti sunmak için herhangi bir şirketin açık bir talepte bulunulmadığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte, IMT bantlarının AB spektrum kararlarına uyumlu olacak şekilde yalnızca mobil operatörlerin kullanımına tahsisli olması nedeniyle, mevcut durumda D2C-IMT hizmet sunumunun mümkün olmadığı ve bu hizmetlerin sunumu için mobil operatörlerin onayına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir.

BNetzA, mobil kapsama alanlarındaki boşlukların kapatılması ve doğal afet, terör olayları gibi durumlarda dayanıklı iletişim altyapısı sağlanması açısından D2C-IMT hizmetinin avantajlara sahip olduğunu değerlendirmektedir. Öte yandan, Avrupa Elektronik Haberleşme Kanunu kapsamında acil iletişim ve sesli arama hizmetlerinin nasıl sağlanacağı, Avrupa'daki rekabete olası etkileri, diğer radyo hizmetlerinin korunması gibi konularda çalışmalar yapılmasının gerektiğini belirtmektedir.

4.2.3. Avustralya (ACMA)

Avustralya'nın düzenleyici kurumu ACMA tarafından Eylül 2024 tarihinde yayımlanan "*Operation of an IMT satellite direct-to-mobile service*" kılavuzu FCC ve Ofcom yaklaşımlarından farklı bir yaklaşımı ortaya koymaktadır. ACMA, D2C-IMT teknolojisinin ülkelerinde kullanımı için herhangi bir açık düzenleyici onay gerektirmediğini bildirmektedir. Avustralya'nın spektrum lisanslama çerçevesi, mobil cihazların uydu tabanlı mesajlar gönderip almasına olanak tanıyan teknoloji bağımsız bir çerçeve olup, ACMA bu hizmetin geçerli tüm lisans koşullarına uyulması koşuluyla geçerli spektrum lisanslama çerçevesinde sunulabileceğini değerlendirmektedir. Avustralya Radyo Frekansı Spektrum Planı'na göre bir hizmet aksi belirtilmediği sürece birincil hizmet olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda D2C-IMT hizmeti kapsamında kullanılan karasal spektrumun Spektrum Planı ile uyumlu olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca ACMA, D2C-IMT bantlarının uzay istasyonlarında kullanımı için de yetkilendirme gerektirmediğini belirtmektedir.

Bu hizmet kapsamında özellikle, yalnızca ulusal olarak lisanslanmış mobil spektrumun (700 MHz, 800 MHz, 850/900 MHz ve 2,5 GHz bantları) uygun olduğu düşünülmektedir. D2C-IMT bağlantısından kaynaklanan tüm emisyonlar mobil operatörlerin lisans parametreleri içinde kalmalıdır. Ayrıca, spektrum lisans sahibi olarak mobil operatör, radyoastronomi dahil olmak üzere D2C-IMT hizmetinin diğer spektrum kullanıcılarıyla birlikte var olmasını yönetmekten sorumludur. ACMA bu kapsamda, hizmetin Avustralya Radyo İletişim Yasası uyarınca enterferans olarak değerlendirilmesini önlemek için mobil lisans sahibi ile uydu operatörü arasında D2C-IMT için resmi bir anlaşma düzenlenmesi gerektiğini önermektedir. ACMA, WRC-27 Gündem 1.13'e ilişkin kararın ardından D2C-IMT'ye ilişkin gelişmeleri izlemeyi ve düzenlemeleri gözden geçirmeyi planlamaktadır.¹⁷⁴

4.2.4. İngiltere (OFCOM)

İngiltere'nin düzenleyici kurumu Ofcom, Mart 2025'te mobil spektrum bantlarında uydu üzerinden doğrudan cihaza konusuna ilişkin bir kamuoyu istişaresi başlatmıştır. Bu süreç, 2024 ortasında “gökyüzünden ve uzaydan mobil bağlantıyı iyileştirme” başlıklı bir ön görüş çağrısının ardından gelmiştir.¹⁷⁵

Söz konusu dokümanda, D2C-IMT hizmetinin hem karasal mobil şebekelerle hem de bitişik bantlardaki diğer spektrum kullanıcılarıyla birlikte var olabilmesi (coexistence) için teknik koşullar önerilmektedir. D2C-IMT kullanımına, 700 MHz ila 2.6 GHz arasındaki tüm mobil frekans bantlarında (700 MHz ve 1400 MHz'teki tamamlayıcı aşağı bağlantı (Supplemental Downlink, SDL) bantları dâhil) izin verilmesi planlanmaktadır.

¹⁷⁴ ACMA. *Regulatory Guide: Operation of an IMT Satellite Direct-to-mobile Service*, 20 Mayıs 2025, <https://www.acma.gov.au/publications/2024-09/guide/regulatory-guide-operation-imt-satellite-direct-mobile-service>, (27.05.2025).

¹⁷⁵ Ofcom, *Enabling Satellite Direct-to-Device Services in Mobile Spectrum Bands: Consultation*, 17 Mayıs 2025, <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands>, (27.05.2025).

Ofcom, D2C-IMT'ye bağlanan mobil cihazlar için üç farklı yetkilendirme yaklaşımı üzerinde görüş almaktadır:

- Belirli teknik şartlara uyan cihazlar için takdiren lisans muafiyeti,
- Mobil lisansları D2C koordinasyon şartlarını içerecek şekilde değiştirilen Mobil Ağ Operatörlerinin (*MNO*) abone cihazları için lisans muafiyeti (Ofcom'un tercih ettiği seçenek),
- Mobil işletmeci ve uydu operatörü tarafından ortaklaşa sahip olunan kullanıcı terminal lisansı.

Ofcom'un ikinci yetkilendirme seçeneği, mobil işletmecinin mevcut spektrum lisansı D2C hizmeti sunmaya uygun şekilde değiştirilmişse, bu MNO'ya bağlı mobil cihazlar için takdiren bir lisans muafiyeti getirilmesidir. Bu modelde süreç şöyle işlemektedir:

- D2C hizmeti vermek isteyen MNO, Ofcom'a başvurarak ilgili frekans bandındaki telsiz lisansının değiştirilmesini istemektedir.
- Söz konusu başvuruda; kullanılacak frekanslar, teknik koşullara uyum kapasitesi, uydu operatörü ile mobil operatör arasında düzenlenen ve uydu operatörünün teknik şartlara uyma taahhüdünü içeren ticari bir anlaşma sunulması gerekmektedir.
- Ofcom, bu bilgileri değerlendirerek lisansı doğrudan değiştirmeyi düşünebileceği gibi bitişik bantlarla ilgili karmaşık durumların varlığı noktasında daha fazla teknik koşulun gerekli olup olmadığını değerlendirebilir ve kısa bir kamuoyu istişaresine çıkabilir.
- Lisans değişikliği süreciyle eşzamanlı olarak, cihazlar için lisans muafiyeti düzenlemesi yapılmakta ve bu süreç yaklaşık üç ay sürmektedir.
- Muafiyet, sadece koordinasyon şartlarına uygun olarak MNO tarafından sağlanan D2C hizmetlerine bağlanan cihazları kapsamaktadır.

Bu yaklaşım, spektrum kullanıcıları için enterferans risklerini dengeleyen, aynı zamanda MNO üzerinden doğrudan denetim ve müdahale imkânı tanıyan bir model olarak değerlendirilmektedir. MNO, SIM kartı kontrol ettiği için cihazın D2C hizmete

erişimini sonlandırabilir; böylece Ofcom, teknik koşulların uygulanmasında doğrudan etkili olabilir.¹⁷⁶ Ayrıca herhangi bir yetkilendirmenin koşulları arasında, ITU'nun RR 4.4 maddesi kapsamında mobil operatörün D2C şebekesini İngiltere ve yurtdışında mevcut spektrum kullanıcılarına zararlı radyo paraziti yaratmayacak şekilde yönetmesi koşulu bulunmaktadır.

Bu düzenleme süreci sonucunda Ofcom'un, 2025 sonuna kadar ticari D2C-IMT hizmet taleplerini değerlendirmeye başlaması beklenmektedir. Ancak, nihai düzenlemeler 2027 Dünya Radyo Konferansı (WRC-27) sonrası yeniden gözden geçirileceği için, bu tarihten önce verilecek yetkilendirmeler geçici olacaktır.

4.2.5. Japonya (MIC)

Japonya'da D2C hizmetlerin sunumuna ilişkin düzenleyici çerçeve, Kasım 2024'te İçişleri ve İletişim Bakanlığı (MIC) tarafından belirlenmiştir. Bu çerçeve, özellikle 2 GHz bandında faaliyet gösterecek D2C sistemlerini kapsamakta olup, Aralık 2024'te Japon mobil operatörü olan KDDI'nin Starlink ile gerçekleştireceği hizmet için lisans verilmesini sağlamıştır.

MIC düzenlemeleri, uydu operatörü ile mobil ağ operatörü arasında resmi bir ortaklık zorunluluğu getirmemektedir. Ancak, D2C sistemlerinin etkin ve düzenli çalışabilmesi için iki taraf arasında operasyonel düzenlemelerin yapılması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca D2C sistemlerinde yer alan hem yer istasyonları hem de uzay istasyonları, Japonya'nın genel uydu düzenlemeleriyle uyumlu olarak lisanslanmalıdır.

¹⁷⁶ Ofcom. *Enabling Satellite Direct-to-Device Services in Mobile Spectrum Bands: Consultation*. Mart 2025, 33, https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0032/276709/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands.pdf, (27.05.2025).

MIC, karasal baz istasyonları ile D2C iletişimlerinin kapasite ve diğer teknik özellikler açısından farklılık göstermesi nedeniyle, D2C sistemleri üzerinden sağlanan kapsama alanını, mobil operatörlerin kapsama yükümlülüklerine dahil etmemektedir.

Bakanlık tarafından, 1885-1980 MHz ve 2120-2170 MHz frekans bantları için ulusal frekans tahsis planına dipnotlar eklenmiştir. Bu dipnotlar, 1920-1980 MHz bandının kara mobil hizmetiyle ilişkili mobil uydu hizmeti (Dünya'dan uzaya) için ikincil bir temelde kullanılabileceğini belirtmektedir. Benzer şekilde, 2110-2170 MHz bandı da kara mobil hizmetiyle ilişkili mobil uydu hizmetleri (uzaydan Dünya'ya) için ikincil bir temelde kullanılabilir. Ancak her iki durumda da D2C hizmetleri Frekans Tahsisleri Tablosu'na uygun olarak çalışan istasyonlara zararlı girişimde bulunmamalı ve bu istasyonlardan koruma talep etmemelidir.¹⁷⁷

Bu kapsamda Japon mobil operatörü KDDI'nın alt markası olan *au*, SpaceX'in Starlink ağıyla iş birliği yaparak Japonya'nın ilk D2C hizmetini başlatmıştır. Starlink, bu hizmeti *au*'nun 2,1 GHz bandındaki spektrum varlıklarını kullanarak sunmaktadır. Bu hizmet, Starlink destekli olarak dünya genelinde başlatılan ikinci D2C hizmeti olup, ilki 2024 sonunda Yeni Zelanda'da One NZ tarafından sunulmuştur.

Hizmet başlangıçta yalnızca gerçek zamanlı olmayan kısa mesaj iletimini destekleyecek olup, kullanıcılar gökyüzü görüşü açık olduğu sürece kısa mesaj gönderebilecek, konum paylaşabilecek ve acil durum uyarıları alabilecektir. Ancak şu aşamada mesaj gönderiminde gecikmeler yaşandığı bildirilmekte olup, KDDI tarafından net bir süre belirtilmese de, benzer hizmeti sunan One NZ'nin örneğinde mesaj iletimi 3 ila 10 dakika arasında sürmektedir. Şu anda yaklaşık 50 akıllı telefon modeli bu hizmeti desteklemekte olup, hizmet ücretsiz sunulmaktadır.¹⁷⁸

¹⁷⁷ Policy Tracker, *Satellite*

¹⁷⁸ Policy Tracker, *Japanese MNO launches satellite D2D with Starlink*, <https://www.policytracker.com/kddi-launches-satellite-direct-to-device-with-starlink/>, (27.05.2025).

4.2.6. Kanada (ISED)

Kanada Yenilik, Bilim ve Ekonomik Kalkınma Bakanlığı (ISED), 1 Nisan 2025 tarihinde “Uydu Üzerinden Mobil Kapsama Alanı (SMCS)” kurallarını yürürlüğe koymuştur. SMCS kuralları kapsamında ISED tarafından 600 MHz, 700 MHz, 800 MHz, AWS-1(1710-1755 MHz ve 2110-2155 MHz), AWS-3 (1755-1780 MHz ve 2155-2180 MHz) ile PCS (1850-1915 MHz ve 1930-1995 MHz) spektrumu için ulusal frekans tablosuna MSS tahsisi eklenmiş olup, bu bantların MSS kullanımı FCC’de olduğu gibi yalnızca D2C kullanımı ile sınırlandırılmıştır.

Önerilen SMCS kurallarına göre uydu sistemleri ile yer istasyonları (mobil telefonlar) için MSS çerçevesi kapsamında ayrı yetkilendirmeler gerekmekte olup, yer istasyonu yetkilendirmeleri yıllık olarak yenilenebilmektedir.

Kanada’da D2C-IMT hizmeti sunmak isteyen bir uydu operatörünün, SMCS uzay istasyonu başvurusunda bulunmadan önce bir mobil operatörle SMCS anlaşması düzenlemesi şartı bulunmaktadır. Ayrıca mobil operatörler için de D2C-IMT hizmet sunumunda iş ortağı olan her uydu operatörü ile SMCS anlaşması yapması beklenmekte olup, akıllı telefonlar (mobil alıcılar) için genel bir yer istasyonu lisansı edinmesi ve sahip olduğu her SMCS anlaşması için ayrı bir lisans alması gerekmektedir. Öte yandan ISED, uydu operatörlerinin yalnızca bir operatörle münhasır anlaşmalar yapmasına izin vermemektedir.

Tıpkı FCC’de olduğu gibi ISED de D2C teknolojisi kapsamında sağlanan SMCS hizmetini, mobil işletmecilerin kapsama ve altyapı kurulum yükümlülüklerine dahil etmemiştir.¹⁷⁹

¹⁷⁹ ISED, *Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite*, <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite/>, (27.05.2025).

4.2.7. Yeni Zelanda (MBIE)

Yeni Zelanda, ülkenin mevcut mevzuat yapısının D2C-IMT hizmetlerinin sunulmasını halihazırda mümkün kılması nedeniyle D2C-IMT hizmetlerine özel olarak tasarlanmış ayrı bir düzenleyici rejim oluşturmamıştır. Ülkenin özellikle 1989 tarihli Radyoiletişim Yasası ve bu yasaya dayalı olarak geliştirilen mobil spektrum yönetim çerçevesi, teknolojiden bağımsız ve esnek yapıya sahiptir. Bu çerçeve, uydu üzerinden doğrudan mobil cihaza hizmet sunan D2C-IMT sistemlerinin gibi yeni nesil hizmetlerin ek bir düzenleme yapılmadan lisanslanabilmesine olanak tanımaktadır.

Yeni Zelanda'daki mobil spektrum tahsisleri, “*yönetim hakları*” sistemiyle yürütülmektedir. Bu sistem kapsamında bir işletmeci, belirli bir frekans bandı üzerinde kapsamlı kullanım hakkı elde etmektedir. Bu hak; spektrumun teknik özelliklerini belirleme, alt lisans verme ve farklı iletim türlerini destekleme gibi esneklikler içermektedir. Dolayısıyla, bir operatör uydu üzerinden D2C-IMT hizmeti sunmak istiyorsa, bu yönetim hakları kapsamında Dünya-Uzay iletimleri için gerekli olan ITU başvurularını içeren bir lisans oluşturabilmektedir. Böylelikle, herhangi bir yeni düzenlemeye ihtiyaç duymadan mevcut haklar çerçevesinde uydu bağlantılı mobil hizmetler yasal olarak hayata geçirilebilmektedir. Yeni Zelanda Ticaret, Yenilik ve İstihdam Bakanlığı mobil şebeke operatörlerinin, olası enterferans sorunlarını yönetmek için birlikte çalışması gerektiğini bildirmektedir.¹⁸⁰

Bu yaklaşım, teknoloji-nötr bir düzenleyici çerçevenin D2C-IMT gibi yenilikçi hizmetlerin uygulanmasını nasıl kolaylaştırabildiğine dair önemli bir örnek teşkil etmektedir. Yeni Zelanda'nın bu esnek yapısı, özellikle uydu-karasal mobil yakınsamasının regülasyonlar açısından nasıl desteklenebileceği konusunda farklı ülkeler için dikkate değer bir model sunmaktadır.

¹⁸⁰ RSM, *Direct to Device Licensing*, <https://www.rsm.govt.nz/licensing/direct-to-device-licensing>, (27.05.2025).

Bu kapsamda Yeni Zelanda mobil operatörü One NZ, Starlink ile 18 Aralık 2024 tarihinde anlaşma yaptığını ve uygun cihaza sahip kullanıcıların mesaj gönderip alabilmelerine olanak sağladığını duyurmuştur. Mevcut müşterilere ek bir ücret ödmeden sağlanacak olan hizmet, karasal kapsama alanı olmadığına uydu üzerinden kısa mesaj gönderilmesine olanak tanıyacaktır. Söz konusu hizmetin sunumu için One NZ, 1800 MHz bant varlığının bir kısmını Starlink'in kullanımına ayırmaktadır.¹⁸¹

¹⁸¹ Policy Tracker, *New Zealand Mobile Operator*, <https://www.policytracker.com/new-zealand-mobile-operator-launches-satellite-direct-to-devic-with-starlink/>, (21.05.2025).

5. TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM

Tez kapsamında bu başlık altında D2C-IMT hizmet sunumuna yönelik olarak hem ülkemizdeki düzenleyici çerçeve incelenecek hem de ülkemiz sınırları içerisinde mobil haberleşme hizmetlerini sunmak üzere Kurumumuzca yetkilendirilmiş mobil işletmeciler, Kurumumuz tarafından görev sözleşmesi ile yetkilendirilen Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme Anonim Şirketi (Türksat) ve diğer işletmecilerin söz konusu hizmet sunumuna ilişkin değerlendirmelerine yer verilecektir.

5.1. Türkiye'de Mevcut Mevzuat Çerçevesi

406 sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu'nun Ek 33'üncü maddesinde yer alan;

“Ulusal egemenlik kapsamındaki uydu yörünge pozisyonlarının hakları, yönetimi ve işletme yetkisine sahip olmak ve bununla ilgili yükümlülükleri yerine getirmek, adına kayıtlı ve diğer operatörlere ait uyduları işletmeye vermek ya da verilmesini sağlamak, bu uyduları işletmek, ulusal ve yabancı operatörlere ait uydular üzerinden haberleşme ve iletim alt yapısını kurmak, kablo tv altyapısı üzerinden teknik olarak verilebilecek her türlü hizmeti sunmak, televizyon yayıncılığı ve uydu platform işletmeciliğini yürütmek, kamu hizmetlerinin elektronik ortamda verilebilmesini sağlayan e-devlet kapısı hizmetleri ile bilgi ve iletişim teknolojileri alanında her türlü faaliyette bulunmak işletmek ve ticarî faaliyette bulunmak üzere, bu Kanun ile kuruluş ve tescile ilişkin hükümleri hariç olmak üzere 6762 sayılı Türk Ticaret Kanunu ve özel hukuk hükümlerine tâbi, Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme Anonim Şirketi (Türksat A.Ş.) unvanı altında bir anonim şirket kurulmuştur.”

hükmüne istinaden ulusal egemenlik kapsamındaki uydu yörünge pozisyonlarının hakları, yönetimi, işletme yetkisi, hak ve yükümlülükleri ile uydu üzerinden elektronik haberleşme hizmetlerinin sunulmasına yönelik gerekli altyapıyı kurma ve işletme görevi Türksat'a verilmiştir.

Aynı kanunun ilgili maddesinde müteakiben;

“Kurumun görev ve yetkileri saklı kalmak kaydıyla, uydular üzerinden haberleşme, uydudan iletim, uydu işletme, yörünge ve uydu yönetimi, yeni uyduların plânlanması ve projelendirilmesi, bunlarla ilgili diğer yönetsel ve ticarî hizmetlerin Türksat A.Ş. tarafından yürütülmesine ilişkin usul ve esaslar, yeni şirket kurma veya kurulu bulunan şirketlere ortak olma hususları ile ilgili düzenlemeleri yapmaya Cumhurbaşkanı yetkilidir.”

hükmü yer almaktadır.

5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu'nun (EHK) “Kapsam” başlıklı 2’nci maddesinin birinci fıkrasında;

“(1) Elektronik haberleşme hizmetlerinin yürütülmesi ve elektronik haberleşme alt yapı ve şebekesinin tesisi ve işletilmesi ile her türlü elektronik haberleşme cihaz ve sistemlerinin imali, ithali, satışı, kurulması, işletilmesi, frekans dahil kıt kaynakların planlaması ve tahsisi ile bu konulara ilişkin düzenleme, yetkilendirme, denetleme ve uzlaştırma faaliyetlerinin yürütülmesi bu Kanuna tabidir.”

hükmü yer almakta olup, elektronik haberleşme hizmetinin yürütülmesine ilişkin uyulması gereken kurallar bütününün işbu kanun kapsamında olduğu, aynı kanunun “Bakanlığın görev ve yetkileri” başlıklı 5’inci maddesinin birinci fıkrasının (a) bendinde;

“(1) Bakanlığın elektronik haberleşme sektörüne ilişkin yetki ve görevleri şunlardır:

- a) Numaralandırma, internet alan adları, uydu pozisyonu, frekans tahsisi gibi kıt kaynaklara dayalı elektronik haberleşme hizmetlerine ilişkin strateji ve politikaları belirlemek.”*

hükmü, “Kurumun görev ve yetkileri” başlıklı 6’ncı maddesinin birinci fıkrasının (f), (g) ve (l) bentlerinde;

“(1) Kurumun görev ve yetkileri şunlardır:

f) Bu Kanunun 5 inci maddesinin (a) bendini de göz önünde bulundurarak, elektronik haberleşme hizmetlerinin sunulması ve elektronik haberleşme şebeke ve altyapılarının tesis ve işletilmesi için gerekli olan frekans, uydu pozisyonu ve numaralandırma planlamasını ve tahsisini yapmak.

g) Elektronik haberleşme ile ilgili olarak Bakanlığın strateji ve politikalarını dikkate alarak, yetkilendirme, tarifeler, erişim, geçiş hakkı, numaralandırma, spektrum yönetimi, telsiz cihaz ve sistemlerine kurma ve kullanma izni verilmesi, spektrumun izlenmesi ve denetimi, piyasa gözetimi ve denetimi de dahil gerekli düzenlemeler ile denetlemeleri yapmak.

l) Yürütülecek elektronik haberleşme hizmetleri, şebeke ve/veya alt yapısı ile ilgili olarak yapılacak yetkilendirmelere ilişkin hüküm ve şartları belirlemek, uygulanmasını ve yetkilendirmeye uygunluğu denetlemek, bu hususta gereken iş ve işlemleri yürütmek ve mevzuatın öngördüğü tedbirleri almak.”

hükümleri yer almakta olup, söz konusu hükümlerle Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ile Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun ülkemizde sunulabilecek elektronik haberleşme hizmetlerine yönelik hak ve yükümlülükleri belirleme ile bunlara ilişkin gerekli yetkilendirme ve denetim faaliyetlerini yürütme konusundaki görev ve yetkileri belirlenmiştir.

EHK'nın “Tanımlar ve kısaltmalar” başlıklı 3'üncü maddesinin birinci fıkrasında yer alan;

“(1) Bu Kanunda geçen;

ı) Elektronik haberleşme alt yapısı: Elektronik haberleşmenin, üzerinden veya aracılığıyla gerçekleştirildiği anahtarlama ekipmanları, donanım ve yazılımlar, terminaller ve hatlar da dahil olmak üzere her türlü şebeke birimlerini, ilgili tesisleri ve bunların bütünleyici parçalarını,

i) Elektronik haberleşme alt yapısı işletimi: İlgili alt yapıya ilişkin gerekli elektronik haberleşme tesislerinin kurulması, kurdurulması, kiralanması veya

herhangi bir surette temin edilmesiyle bu tesisin diğer işletmecilerin veya talep eden gerçek veya tüzel kişilerin kullanımına sunulmasını,

j) Elektronik haberleşme hizmeti: Elektronik haberleşme tanımına giren faaliyetlerin bir kısmının veya tamamının hizmet olarak sunulmasını,

k) Elektronik haberleşme şebekesi: Bir veya daha fazla nokta arasında elektronik haberleşmeyi sağlamak için bu noktalar arası bağlantıyı teşkil eden anahtarlama ekipmanları ve hatlar da dahil olmak üzere her türlü iletim sistemleri ağını,

o) Elektromanyetik girişim (Enterferans): İlgili mevzuat hükümlerine uygun olarak yapılan her türlü elektronik haberleşmeyi engelleyen, kesinti doğuran veya kalitesini bozan her türlü yayın veya elektromanyetik etkiyi,

kk) Spektrum: Elektronik haberleşme amacıyla kullanılan, frekansı 9 kHz-3000 GHz arasında olan ve uluslararası düzenleme yapılması halinde 3000 GHz'in üzerindeki frekanslar da dahil olmak üzere elektromanyetik dalgaların frekans aralığını,

ccc) Yetkilendirme: Elektronik haberleşme hizmetlerinin sunulması ve/veya elektronik haberleşme şebekesi sağlanmasını teminen şirketlerin, Kurum nezdinde kayıtlanmasını veya kayıtlanmasıyla birlikte bu şirketlere elektronik haberleşme hizmetlerine özel, belirli hak ve yükümlülükler verilmesini,”

hükmünde ise, işbu tez kapsamında ihtiyaç duyulan temel kavramlar tanımlanmış olup, bu sayede terimlerin hukuki çerçevesi çizilmiştir.

Aynı kanunun “Elektronik haberleşme hizmetlerinin yetkilendirilmesi” başlıklı 8’inci maddesinin birinci fıkrasında;

“(1) Bakanlığın strateji ve politikaları da dikkate alınarak Kurumca yapılacak yetkilendirmeyi müteakip, elektronik haberleşme hizmeti verilebilir ve/veya elektronik haberleşme şebekesi veya alt yapısı kurulup işletilebilir.”

hükmü, “Yetkilendirme usulü” başlıklı 9’uncu maddesinin birinci, ikinci, üçüncü ve on üçüncü fıkralarında;

“(1) Yetkilendirme, bildirim veya kullanım hakkının verilmesi yoluyla yapılır.

(2) Elektronik haberleşme hizmeti sunmak ve/veya şebekesi veya alt yapısı kurup işletmek isteyen şirketler faaliyete başlamadan önce Kurum düzenlemeleri çerçevesinde Kuruma bildirimde bulunurlar.

(3) Kuruma bildirimde bulunan şirketler, sunmak istedikleri elektronik haberleşme hizmeti ve/veya işletmek istedikleri elektronik haberleşme şebekesi veya altyapısı için numara, frekans, uydu pozisyonu gibi kaynak tahsisine ihtiyaç duymuyorlar ise Kurumun belirlediği usul ve esaslara uygun bildirimle birlikte; kaynak tahsisine ihtiyaç duyuyorlar ise Kurumdan kullanım hakkı alınması kaydıyla yetkilendirilirler.

(13) Bildirim ve kullanım hakkı ile ilgili usul ve esaslar Kurum tarafından çıkarılacak yönetmeliklerle belirlenir.”

hükümleri, “Deneme izni” başlıklı 10’uncu maddesinde;

“(1) Kurum, elektronik haberleşme hizmetinin verilebilmesi, elektronik haberleşme şebekesi ve altyapısının işletilebilmesi için başvuruda bulunan gerçek ve tüzel kişilere deneme veya gösterim amaçlı geçici izin verebilir. Bununla ilgili usul ve esaslar Kurum tarafından belirlenir.”

hükmü, “Frekans planlama, tahsis ve tescili” başlıklı 36’ncı maddesinin birinci fıkrasının (a) ve (b) bendinde;

“(1) Radyo ve televizyon yayınlarına ilişkin ilgili kanununda belirtilen hükümler saklı kalmak kaydıyla:

a) Telsiz yayınlarının birbirleri üzerinde elektromanyetik girişim oluşturmaması ve frekans bantlarının etkin ve verimli şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla uluslararası frekans planlaması ve uluslararası kuruluşların aldığı kararlar da dikkate alınarak milli frekans planlaması, tahsisi, uluslararası koordinasyon ile tescil işlemleri Kurum tarafından yapılır ve uygulanır.

Telsiz cihaz veya sistemi kurmak ve işletmek isteyenler Kuruma frekans tahsis ve tescil işlemlerini yaptırmak zorundadır. Ancak, bu Kanununun 37 nci maddesinde belirtilen, herhangi bir telsiz kurma ve kullanma iznine ve telsiz ruhsatnamesine ihtiyaç göstermeksizin kullanılan telsiz cihaz ve sistemlerinde kullanılacak frekanslar için tahsis ve tescil işlemi yapılmaz.”

hükmü yer almaktadır.

İlgili kanun hükümleri uyarınca, bir şirketin Ülkemiz sınırları içerisinde elektronik haberleşme hizmeti sunabilmesi için Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından yetkilendirilmesi gerekmektedir. Bu yetkilendirme, hizmetin niteliğine bağlı olarak bildirim veya kullanım hakkı verilmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Şirketlerin faaliyetlerine başlamadan önce Kuruma bildirimde bulunmaları zorunludur. Faaliyet alanları kapsamında numara, frekans, uydu pozisyonu gibi kaynaklara ihtiyaç duyulması halinde, ilgili şirketlerin Kurumdan kullanım hakkı almaları gerekmektedir.

Bu çerçevede, frekans bantlarının etkin ve verimli kullanımını amacıyla Kurum tarafından ulusal ve uluslararası düzenlemeler esas alınarak frekans planlaması, tahsisi, koordinasyonu ve tescil işlemleri yürütülmektedir.

Ayrıca Kurum elektronik haberleşme hizmeti sunmak isteyen gerçek ve tüzel kişilere, usul ve esasları Kurum tarafından belirlenmek suretiyle, deneme veya gösterim amaçlı geçici izinler verebilmektedir.

EHK'nın ilgili maddelerine dayanılarak hazırlanan Elektronik Haberleşme Sektörüne İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği'nin (EHSİYY) “Kapsam” başlıklı 2'nci maddesinde yer alan;

“(1) Bu Yönetmelik, elektronik haberleşme hizmeti sunmak ve/veya şebekesi veya altyapısı kurup işletmek isteyen şirketlerin yetkilendirilmesine ilişkin usul ve esasları kapsar.” hükmü ile elektronik haberleşme hizmetinin sunumuna yönelik usul ve esaslar belirlenmiştir.

EHSİYY'nin "Yetkilendirme başvuru şartları" başlıklı 7'nci maddesinin birinci fıkrasının (a) bendinde yer alan;

"(1) Bildirim veya bildirimle birlikte kullanım hakkı verilmesi suretiyle yetkilendirilmek için Kuruma başvuru yapan şirkette aşağıdaki şartlar aranır:

Türkiye Cumhuriyeti kanunlarına göre, yalnızca yetkilendirmeye tabi faaliyetleri veya bununla birlikte yetkilendirme konusu hizmeti yerine getirirken gerekli ve/veya ilgili olan cihaz satış, kurulum, bakım-onarım ve danışmanlık gibi faaliyetleri yürütmek üzere anonim veya limited şirket statüsünde kurulmuş olması,"

hükmü ile ülkemiz sınırları içerisinde elektronik haberleşme hizmeti sunmak isteyen şirketlerin sadece talep ettiği yetkilendirme kapsamındaki faaliyetleri yürütmek üzere kurulmuş olması gerektiği düzenlenmiştir.

Bununla birlikte, EHSİYY'nin "İşletmecilerin hak ve yükümlülükleri" başlıklı 19'uncu maddesinin birinci fıkrasının (n) bendinin iki numaralı alt bendinde yer alan;

"(1) İşletmeciler; Kurum düzenlemeleri, ilgili mevzuat ve Elektronik Haberleşme Hizmet, Şebeke ve Altyapılarının Tanım, Kapsam ve Sürelerinde öngörülen şartlara ve aşağıda yer alan kayıt, kural ve yükümlülüklerle uygun olarak elektronik haberleşme hizmetini sunma hakkına sahiptir.

...

n) (Değişik:RG-11/6/2016-29739) Uydu kullanımı: İşletmeci, uydu üzerinden sunulan elektronik haberleşme hizmetlerinde frekans bandlarının kullanımına yönelik Kurum tarafından belirlenebilecek usul ve esaslara uymakla yükümlüdür. İşletmeci, hizmet sunumuna yönelik uzay kesimi uydu kapasite ihtiyaçlarını, ilgili kuruluşlardan serbestçe temin etme hakkına sahiptir. Elektronik haberleşme hizmetinin sunumunda uydu istasyonu kullanan işletmeci, kurulacak her uydu yer istasyonu için ayrı ayrı doldurulmuş ilgili formu ve sistemde kullanılacak uydu yer istasyonuna ilişkin bilgileri Kuruma vermekle yükümlüdür.

...

2) **(Değişik:RG-1/5/2021-31471)** *Uydu üzerinden elektronik haberleşme hizmeti sunan ve Kurum ile irtibatlı teknik altyapıyı kurmakla yükümlü işletmeciler, kullanıcılarına ait trafiği Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde kurulmuş uydu yer istasyonları üzerinden geçirmekle yükümlüdür.*” hükmü ile elektronik haberleşme hizmeti sunumunda uydu altyapısı kullanacak işletmecilerin hak ve yükümlülükleri düzenlenmiştir. Söz konusu düzenlemeye istinaden kullanıcılara ait trafiğin ülkemiz sınırları içerisinde yer alan uydu yer istasyonlarından geçirilmesi gerekmekte olup benzer yaklaşımın D2C-IMT kapsamında sunulacak hizmetler açısından da sürdürülebileceği değerlendirilmektedir.

EHSİYY’e dayanılarak çıkarılan Elektronik Haberleşme Hizmet, Şebeke ve Altyapılarının Tanım, Kapsam ve Süreleri (TKS) düzenlemesinde “BİLDİRİM KAPSAMINDA SUNULAN KAYNAK TAHSİSİ İÇERMEYEN HİZMETLER” bölümünün “1.1 UHH Uydu Haberleşme Hizmeti” başlıklı alt bölümünde;

“Uydu Haberleşme Hizmeti, uydular ve uydu yer istasyonları ve/veya uydu terminalleri aracılığı ile tek veya çift yönlü olarak, elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla coğrafi olarak birbirinden uzak noktalar arasında telefon hizmeti hariç olmak üzere abonelerine/kullanıcılara ses, veri, görüntü iletişimi hizmetinin sunulmasını ve ilgili altyapının kurulup işletilmesini kapsar.”

hükmü yer almaktadır. Söz konusu hükümde tanımlanan yetkilendirme türü, işbu tez kapsamında ele alınan D2C-IMT hizmetinin sunumuna yönelik uydu kesiminde yer alacak şirketlerin ülkemizde alabileceği muhtelif yetkilendirme türü olarak düşünülebilir. Ancak, söz konusu hükmün mevcut haliyle yeterli olmadığı değerlendirilmekte olup ilgili mevzuatın D2C-IMT hizmet modeli dikkate alınarak gözden geçirilmesinde fayda görülmektedir.

Ülkemizde mobil elektronik haberleşme hizmetlerini sunmak üzere TT Mobil, Turkcell ve Vodafone yetkilendirilmiştir. Söz konusu şirketler; İmtiyaz Sözleşmeleri kapsamında 2G ve 3G hizmetlerini, Sayısı Sınırlandırılmış Kullanım Hakkı Yetki Belgesi kapsamında ise 4.5G hizmetlerini sunmaktadırlar.

2G İmtiyaz Sözleşmesinin “Sözleşmenin kapsamı” başlıklı 3’üncü maddesinde yer alan;

[REDACTED]

hükmü, 3G İmtiyaz Sözleşmesinin “Sözleşmenin kapsamı” başlıklı 3’üncü maddesinde yer alan;

[REDACTED]

Ayrıca BTK tarafından “*Uydu, Kablo TV ve E-Devlet Kapısı Hizmetlerinin Yürütülmesine İlişkin Görev Sözleşmesi*” ile Türksat; ulusal egemenlik kapsamındaki uydu yörünge pozisyonlarının hakları, yönetimi ve işletme yetkisine sahip olması ve bununla ilgili yükümlülükleri yerine getirmesi, adına kayıtlı ve diğer işletmecilere ait uyduları işletmeye vermesi ya da verilmesini sağlaması, bu uyduları işletmesi, ulusal ve yabancı işletmecilere ait uydular üzerinden haberleşme ve iletim altyapısını kurması, kablo TV altyapısı üzerinden teknik olarak verilebilecek her türlü hizmeti sunması, uydu platform işletmeciliğini yürütmesi, kamu hizmetlerinin elektronik ortamda verilebilmesini sağlayan e-Devlet kapısı hizmetleri ile bilgi ve iletişim teknolojileri alanında her türlü faaliyette bulunması, işletmesi ve ticari faaliyette bulunması amacıyla yetkilendirilmiştir.

5.2. İşletmecilerin Görüşleri

D2C-IMT hizmetlerinin ülkemizde uygulanabilirliğinin teknik, hukuki ve düzenleyici boyutları, bu alanda faaliyet göstermek isteyen işletmeciler açısından birçok belirsizlik ve değerlendirme alanı barındırmaktadır. Bu çerçevede, sektörün önemli birer aktörleri olan işletmecilerin konuya ilişkin görüş ve tespitleri, mevcut durumun anlaşılması ve olası düzenleme ihtiyaçlarının belirlenmesi açısından yol gösterici niteliktedir.

İşbu tez kapsamında D2C-IMT hizmeti sunumuna ilişkin görüşlerinin alınabilmesini teminen Türksat’a Ek-4’te yer alan TT Mobil, Turkcell ve Vodafone’a Ek-5’te yer alan ve uydu işletmecileri ile Plan-S Uydu ve Uzay Teknolojileri AŞ’e (Plan-S) Ek-6’da yer alan sorular iletilmiştir.

5.1.1. TT Mobil’in Görüşleri

TT Mobil’in D2C-IMT hizmetine ilişkin teknik, hukuki, düzenleyici ve operasyonel değerlendirmelerini içeren sorulmaya yanıtı bu başlık altında özetlenmektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.1.2. Turkcell'in Görüşleri

Turkcell'in D2C-IMT hizmetine ilişkin teknik, hukuki, düzenleyici ve operasyonel değerlendirmelerini içeren sualnameye yanıtı bu başlık altında özetlenmektedir. Ayrıca Turkcell grup şirketi olan Superonline İletişim Hizmetleri AŞ (Superonline) tarafından sualnameye Turkcell ile benzer cevaplar verildiğinden Superonline'ın cevaplarına tez içerisinde ayrıca yer verilmemektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.1.3. Vodafone'un Görüşleri

Vodafone'un D2C-IMT hizmetine ilişkin teknik, hukuki, düzenleyici ve operasyonel değerlendirmelerini içeren sorulara yanıtı bu başlık altında özetlenmektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.1.4. Türksat'ın Görüşleri

Türksat'ın D2C-IMT hizmetine ilişkin teknik, hukuki, düzenleyici ve operasyonel değerlendirmelerini içeren sualnameye yanıtı bu başlık altında özetlenmektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.1.5. Demirören Haberleşme'nin Görüşleri

Demirören Haberleşme Hizmetleri ve Telekomünikasyon Ticaret AŞ'nin (Demirören Haberleşme) D2C-IMT hizmetine ilişkin teknik, hukuki, düzenleyici ve operasyonel değerlendirmelerini içeren sualnameye yanıtı bu başlık altında özetlenmektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.1.6. ICT Telekom'un Görüşleri

ICT Telekomünikasyon Sanayi Ticaret AŞ (ICT Telekom)'nin, D2C-IMT hizmetine ilişkin teknik, hukuki, düzenleyici ve operasyonel değerlendirmelerini içeren sualnameye yanıtı bu başlık altında özetlenmektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.1.7. Plan-S'in Görüşleri

Plan-S'in, D2C-IMT hizmetine ilişkin teknik, hukuki, düzenleyici ve operasyonel değerlendirmelerini içeren sualnameye yanıtı bu başlık altında özetlenmektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.1.8. İşletmeci Görüşlerinin Değerlendirilmesi

İşletmeciler tarafından verilen cevaplar neticesinde, D2C-IMT hizmetinin sunumuna yaklaşımın bazı temel ortak paydalarda bulunduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, tüm işletmeciler D2C-IMT teknolojisinin kapsama alanını genişletme potansiyeline sahip olduğunu ve özellikle kırsal bölgelerdeki iletişim ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir tamamlayıcı rol üstlenebileceğini değerlendirmektedir. Ayrıca, acil durum ve afet anlarında alternatif haberleşme imkânı sunması bakımından bu teknolojinin stratejik bir öneme sahip olduğu yönünde ortak bir görüş oluşmuştur.

İşletmeciler aynı zamanda, D2C-IMT hizmetinin mobil şebekelerle entegre biçimde çalışmasının esas olduğu ve hizmetin sürdürülebilirliği açısından uydu-mobil iş birliğinin vazgeçilmez bir unsur teşkil ettiği hususunda da ortak görüştedir. Genel kanaat, düzenleyici çerçeve oluşturulurken bu iş birliğini destekleyecek ve teknik

sorumlulukları net biçimde tanımlayacak mekanizmaların geliştirilmesinin gerekli olduğu yönündedir.

5.2. Ülkemizde Yürütülen Deneme Faaliyetleri

D2C-IMT hizmetlerinin ülkemizde sunumuna ilişkin, bazı işletmeciler tarafından deneme izinleri talep edilmiştir. Bu kapsamda Turkcell, Lynk firması ile gerçekleştirmeyi planladığı D2C-IMT hizmeti için BTK'dan deneme izni talep etmiştir. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Benzer şekilde Vodafone tarafından da, AST Space Mobile firması ile D2C-IMT hizmeti sunumu kapsamında deneme izni talep edilmiştir. [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında, öncelikle mobil haberleşme teknolojilerinin gelişimi ile uydu haberleşme sistemlerinin tarihsel evrimi ve temel bileşenleri incelenmiş; ardından yakınsama kavramı ele alınarak uydu ve karasal mobil haberleşme şebekelerinin yakınsama eğilimleri ve bu çerçevede öne çıkan D2C-IMT teknolojisi odak noktası olarak ele alınmıştır. Bu çerçevede, incelenen hususlara ilişkin ulaşılan sonuçlara ve tez kapsamında ele alınan D2C-IMT hizmetinin ülkemizde sunulabilmesine ilişkin düzenleyici önerilere aşağıda yer verilmektedir.

5G ve 6G gibi ileri nesil mobil haberleşme teknolojileri, sahip oldukları yüksek hızlı veri iletim kapasitesi ve düşük gecikme özellikleri ile elektronik haberleşme şebekeleri üzerinde dönüştürücü bir etki oluşturmuştur. Bununla birlikte, 3GPP tarafından geliştirilen standartlar neticesinde, 5G ve ötesi teknolojilerin uydu üzerinden kullanılabilmesi mümkün hale gelmiştir.

5G ve 6G teknolojileri, mobil haberleşmenin ötesine geçerek birçok sektörde dijital dönüşümün önünü açmaktadır. 5G, yüksek veri hızı, düşük gecikme süresi ve çok sayıda cihazı aynı anda şebekeye bağlayabilme kapasitesi ile özellikle sanayi, sağlık, ulaşım gibi alanlarda yeni uygulamalara imkân sağlamaktadır. 6G ise bu yetenekleri daha da geliştirerek yapay zekâ destekli iletişim, hassas konumlandırma, çevresel sürdürülebilirlik ve algılama gibi yeni özellikler sunmayı hedeflemekte ve çok daha yüksek hız, daha düşük gecikme ve milyarlarca cihazın şebekeye bağlanabileceği bir altyapıyı vadetmektedir.

Bu gelişmeler, karasal ağlarla kapsanması zor bölgelerde uydu haberleşme sistemlerinin önemini artırmaktadır. Hem 5G hem de 6G teknolojileri ile uyduların karasal şebekelerle entegre edilerek daha geniş kapsama sağlanması ve kesintisiz iletişim sunulması beklenmektedir. Özellikle 6G’de, uzay, hava ve yer ağlarının bir

arada çalıştığı bütünleşik bir haberleşme altyapısı öngörülmekte olup bu durum uyduları karasal mobil şebekelerin ayrılmaz bir parçası haline getirmektedir.

Uydu sistemleri incelendiğinde, genel olarak LEO, MEO ve GEO gibi farklı yörünge türlerinde çalışan uyduların bulunduğu ve bu uyduların çalıştığı yörüngeye bağlı olarak bazı avantajlarının ve sınırlamalarının olduğu görülmektedir. Özellikle LEO uydularının Dünya'ya yakın olmasının veri iletiminde gecikme süresini düşürdüğü, ayrıca bu sayede veri kaybını azaltarak haberleşme güvenilirliğini artırdığı değerlendirilmektedir. Günümüzde yüksek hızlı haberleşme ihtiyacının artması sebebiyle, LEO uydular üzerinden haberleşme, diğer uydu sistemleri ile karşılaştırıldığında gerçek zamanlı haberleşme ihtiyacına daha iyi cevap verebilecek bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uydu sistemlerinin karasal mobil şebekeler ile birlikte çalışabilir hale gelmesi uydu-mobil hizmetlerinin yakınsamasını gündeme getirmektedir. Karasal mobil şebekenin uydu ile entegre olarak yakınsaması özellikle coğrafi kısıtlamalar, afet ve acil durumlarda hizmetin devamlılığı açısından büyük bir önemi haizdir. Bu kapsamda, karşımıza NTN kavramı çıkmaktadır. Dünya genelinde tescilli yaklaşımlar gibi belirli şirketlerin kendi cihazları ve altyapılarına özel olarak geliştirdiği, genellikle açık standartlara dayanmayan, bununla birlikte pazara daha hızlı çıkma imkânı sunan ve yalnızca belirli cihazlar ve hizmet sağlayıcılarla uyumlu olan çözümlerin yanı sıra, 3GPP tarafından tanımlanmış standartlara dayanan NTN yaklaşımları da bulunmaktadır. Tescilli çözümler yapısı gereği mobil operatörler ile iş birliğini zorunlu kılmamaktadır. Bu nedenle tez kapsamında tescilli çözümler hakkında bilgi verilmekle birlikte, sonuç kısmında bu çözümlere ilişkin önerilere yer verilmemektedir.

NTN sistemlerine ilişkin bir diğer senaryoda ise 3GPP tarafından standartlaştırılan çözümler yer almakta olup bu çözümlere standartlaştırılmış çözümler denmektedir. Bu çözüme ilişkin en önemli husus, mevcut değiştirilmemiş/standart mobil cihazlar (akıllı telefonlar) üzerinden uydu sistemlerine erişilerek hizmet alınmasına izin verilmesidir.

Bu yaklaşım, 3GPP standartlarına uyumlu olması nedeniyle uzun vadede sürdürülebilir ve çeşitli işletmeciler, hizmet sağlayıcılar ile üreticiler için harmonize bir ekosistem vadetmektedir.

3GPP, Release 17 ile NTN sistemlerini 5G standardına entegre etmiştir. Akabinde doğrudan cihaza ya da doğrudan hücreye de denilen D2C tanımları oluşturulmuştur. D2C yaklaşımları spektrum kullanımı açısından değerlendirildiğinde karşımıza iki durum çıkmaktadır. Bunlardan D2C-MSS, MSS frekansını kullanan ve mobil operatörlere ihtiyaç duymayan yaklaşımdır. İkincisi ise, uydu operatörlerinin, IMT frekanslarının tahsisli bulunduğu mobil operatörlere ihtiyaç duyduğu D2C-IMT yaklaşımıdır.

D2C-MSS teknolojisinde, ana ilişki yonga seti/cep telefonu üreticileri ile uydu operatörü arasında gerçekleşirken, D2C-IMT teknolojisinde ana ilişki uydu operatörü ile mobil operatör arasında gerçekleşmektedir. Bu nedenle, D2C-MSS teknolojisi, hizmete özel değiştirilmiş kullanıcı ekipmanları gerektirirken, D2C-IMT teknolojisinde değiştirilmemiş standart cep telefonlarının kullanımı mümkün olmaktadır. Ayrıca, D2C-IMT teknolojisi mobil operatörler ile uydu operatörleri arasında rekabetten ziyade ortaklığı teşvik etmektedir.

Dünya genelinde her iki yaklaşıma da örnek gösterilebilecek çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Starlink mobil abonelere uydu hizmeti sunabilmek için ABD’de T-Mobile, Kanada’da Rogers, Avustralya’da Optus, Yeni Zelanda’da One NZ, Japonya’da KDDI, İsviçre’de Salt, Şili ve Peru’da Entel, Ukrayna’da Kyivstar ile anlaşmalar imzalamıştır. Bu anlaşmalar çerçevesinde, Starlink uyduları, mobil operatörlere tahsisli 1,6-2,7 GHz aralığındaki LTE bantları üzerinden mobil abonelere hizmet sunumunda bulunabilecektir.

Benzer şekilde AST SpaceMobile tarafından da aralarında Vodafone, Verizon, AT&T, Rakuten Mobile, Telefonica ve Orange gibi firmaların bulunduğu 45'ten fazla mobil operatör ile D2C-IMT teknolojisi sunumu için anlaşmalar imzalamıştır. AST SpaceMobile, üstün sinyal penetrasyonu sağlama yolunun, 850 MHz düşük bant spektrumunu kullanmaktan geçtiğini düşünmektedir.

D2C-IMT teknolojisini kullanarak hizmet sunmak amacıyla mobil operatörler ile iş birliği içerisinde bulunan uydu operatörleri arasında, Amazon Project Kuiper, Lynk Global gibi operatörler de bulunmaktadır. Diğer taraftan, Apple ile anlaşma sağlayan Globalstar'ın yanı sıra Viasat ve İridium gibi uydu operatörleri ise D2C-MSS teknolojisi üzerine çalışmalar gerçekleştirmektedir. Bunun yanı sıra Oneweb tarafından da karasal mobil şebekelere mobil transmisyon ağı çözümleri sunulmaktadır.

D2C-IMT teknolojisinin güçlü ve zayıf yönleri ile sunduğu fırsatları ve tehditleri stratejik bir bakış açısıyla ele almak amacıyla tez kapsamında yapılan SWOT analizine göre; bu teknolojinin karasal mobil şebekenin kapsama boşluklarını doldurma, afet/acil durumlarda kritik iletişim imkanı sağlama, coğrafi ve fiziksel engellerden etkilenmeme ve mevcut standart telefonlarla uyumlu çalışma gibi güçlü yönleri bulunduğu değerlendirilmektedir. Öte yandan söz konusu teknolojinin; uydu sayısının yetersiz olması halinde kapsama sürekliliğinin sağlanamaması, spektrum paylaşımı ve elektromanyetik girişim riskleri, 2G ve 3G destekli cihazlarla uyumsuzluk, karasal şebekelere kıyasla daha yüksek gecikme, sınırlı bant genişliği ve veri kapasitesi, kullanıcı ekipmanı bataryası açısından artan enerji tüketimi gibi zayıf yönleri de bulunmaktadır.

Ayrıca, D2C-IMT teknolojisinin ülkemizde kullanımının sağlanması hususu ülkemiz açısından birtakım fırsatlar ve tehditler oluşturmaktadır. Bu teknolojinin ülkemiz sınırları içerisinde kullanımının; ülkemiz coğrafi şartları ve deprem bölgesinde bulunduğu göz önüne alındığında afet yönetimi ve acil iletişimde ortaya çıkan

ihtiyaçların azaltılması, kapsama boşluklarının doldurulması ve kırsal kalkınmaya destek sağlanması, kamu güvenliği ve sınır güvenliği uygulamalarında kullanılabilmesi, uydu-mobil iş birliği ile yeni pazar fırsatlarının ortaya çıkması gibi avantajları bulunmaktadır.

Ancak, söz konusu teknolojinin ülkemizde sunulması hususu değerlendirilirken frekans tahsisi ve yetkilendirme süreçlerindeki belirsizliğin, Starlink vb. küresel oyuncuların yerel pazara girişinin rekabet açısından oluşturabileceği etkilerin, hizmet fiyatlarının yüksek olması ile tüketicinin yaşayacağı erişim zorluğunun, mevcut karasal şebekelerdeki hizmet kalitesinin etkilenme riskinin ve milli güvenlik ile veri güvenliği hususlarının kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

ITU'nun Telsiz Tüzüğü'nün 5'inci maddesinde Frekans Tahsis Tablosu yer almakta olup söz konusu tabloda IMT bantları karasal mobil hizmetlerin kullanımına tahsis edilmiştir. Bu kapsamda, IMT bantları üzerinden hizmet sunmak isteyen uydu operatörlerinin öncelikle mobil operatörler ile iş birliği yapması gerekmektedir. Bununla birlikte, Telsiz Tüzüğü'nün 4.4'üncü maddesine istinaden; Telsiz Tüzüğü'nün 5'inci maddesine uygun olmayan bir frekans kullanımının söz konusu olması halinde, hizmet sağlayıcıların enterferansa neden olmamaları ve enterferanstan korunma talep etmemeleri gerekmektedir. Diğer yandan D2C-IMT teknolojisine ilişkin uluslararası düzeyde bir düzenleme ihtiyacının giderilmesi amacıyla, ITU'nun yaklaşmakta olan WRC-27 konferansının 1.13'üncü gündem maddesinde bu hususların değerlendirilmesi planlanmaktadır. Böylece, söz konusu konferans kapsamında D2C-IMT teknolojisinin kullanımının küresel düzeyde tanımlanarak, teknik ve düzenleyici çerçevesinin şekillendirilmesi beklenmektedir.

Benzer şekilde bölgesel seviyede ise CEPT tarafından FM44 çalışma grubunda D2C üzerine çalışmalar yürütülmektedir. Bahse konu çalışma ile CEPT tarafından, D2C hizmetlerine ülke bazlı ve uyumsuz çözümlerle karşılık verilmesi yerine, Avrupa

düzeyinde teknik ve düzenleyici çerçevesi netleştirilmiş, uyumlaştırılmış bir yaklaşım benimsenmektedir.

Bunun yanı sıra CEPT tarafından gerçekleştirilen anketler neticesinde, D2C-IMT hizmetlerinin sunumu, pek çok ülke açısından mevcut ulusal düzenlemeler ve yetkilendirmeler çerçevesinde mümkün görünmemektedir. En sık dile getirilen engeller, mobil şebeke işletmecilerine verilen mevcut lisansların yalnızca karasal haberleşmeyi kapsamaması ve D2C kullanımının mümkün hale gelmesi için ulusal frekans tahsis tablolarında değişiklik gerekliliğidir. Bazı ülkeler (Lüksemburg, Kuzey Makedonya, İspanya ve Türkiye) deneysel lisansların verilebileceğini belirtirken, Danimarka mevcut yetkilendirme yapısının spektrum kiralama gibi modellerle uydu işletmecileriyle iş birliğine imkân tanıyabileceğini ifade etmektedir. Ayrıca spektrum yönetimi açısından enterferans risklerinin minimize edilebilmesinin yolunun komşu ülkelerle koordinasyon sürecini gerektirdiği, idari açıdan ise mevcut lisans ve yetkilendirme yapılarının D2C-IMT hizmetlerini kapsayacak şekilde revize edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Benzer şekilde bu konuda RSPG tarafından çıkarılan bir kamuoyu istişaresinin ardından AB komisyonuna birtakım tavsiyelerde bulunulmuştur. RPSG, Avrupa Komisyonuna D2C-IMT hizmetleri için teknik kuralların hazırlanabilmesini teminen CEPT'e görev vermesini önermektedir. RSPG'e göre bu teknik kuralların WRC-27 sonrasında ortaya çıkabilecek sonuçlara göre yeniden düzenlenebilmesinin önünün açık olması gerekmektedir. Ayrıca komisyonun, mevcut frekans kararlarını gözden geçirmesi ve üye ülkelerin lisanslarını, oluşturulan bu yeni teknik kurallara göre revize edebilmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan, tez çalışması kapsamında ülkelerin D2C-IMT teknolojisine ilişkin regülasyonel anlamdaki yaklaşımlarının ortaya konulabilmesini teminen bir soru name çalışması yapılmıştır. Soru nameye verilen cevaplardan, ülkelerin henüz bu hizmete ilişkin bir düzenlemelerinin bulunmadığı, genel anlamda uluslararası ya da bölgesel

seviyede alınacak kararların beklendiği ve bu süreçlerin izlendiği görülmektedir. Ülkelerin çoğunda mevcut mobil operatör yetkilendirmeleri D2C-IMT hizmetlerini kapsamamaktadır; yalnızca birkaç ülke teknolojiye bağımsız genel yetkilendirme modelini uygulamakta olup, bu hususa ilişkin spesifik bir düzenleme bulunmamaktadır.

Bunların yanı sıra sualnameye yanıt veren IRG ülkelerinde, D2C-IMT hizmet sunumunda yer alan uydu operatörünün alması gereken lisans türüne ilişkin de özel bir düzenleme ya da izin sürecinin henüz bulunmadığı görülmektedir. Ancak bazı ülkelerde (Finlandiya, İsviçre) D2C-IMT hizmet sunumunda bulunacak uydu hizmet sağlayıcıları dahil olmak üzere tüm uydu operatörlerinin genel telekomünikasyon bildirim, yer istasyonu lisansı, radyo lisansı gibi mevcut izin türlerini alması gerekmektedir.

IMT frekanslarının uydu şirketlerine tahsisi veya kullanılması konusunda ülkelerin genel olarak izin verme eğiliminde olduğu görülmekle birlikte, diğer yandan bu iznin mevcut düzenlemeler kapsamında mümkün olmadığını ve yeni bir düzenleyici çerçeveye ihtiyaç olduğunun belirtildiği de görülmektedir. Ayrıca bölgesel uyumlaştırmanın önemli olduğu vurgulanmaktadır. Yer istasyonlarının konumuna ilişkin ise uygulamalar ülkeden ülkeye değişmekte olup, bazıları (İspanya, Sırbistan, Slovenya) yer istasyonunun ülke sınırları içerisinde kurulmasını yükümlülük olarak değerlendirirken, çoğu ülke için bunun bir gereklilik olarak değerlendirilmediği anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, IRG ülkelerinde D2C-IMT hizmetlerine yönelik henüz kapsamlı bir düzenleyici yapı bulunmamakta olup, bu konuda Avrupa ve uluslararası seviyede yürütülen çalışmaların söz konusu ülkeler açısından yön verici olması beklenmektedir.

Diğer taraftan, ABD, İngiltere, Avustralya, Kanada, Yeni Zelanda, Japonya ve Almanya'nın D2C-IMT hizmeti sunumuna ilişkin uygulamaları incelendiğinde, bazı ortak yönler ile önemli farklılıklar dikkat çekmektedir. Ortak yönlerden en önemlisi, hemen hemen tüm ülkelerde D2C hizmetlerinin sunulabilmesi için uydu operatörlerinin yerel mobil işletmecilerle spektrum kiralama ya da ticari bir iş birliği yapma gerekliliğidir. Ayrıca ülkeler, ITU Telsiz Tüzüğü'nün 4.4 maddesini düzenleyici koşullar arasına dâhil etmektedir. Bunlara ek olarak, D2C-IMT hizmetlerinin, ülkelerin büyük bir kısmında mobil operatörlerin kapsama ve altyapı yükümlülüklerine dâhil edilmediği de görülmektedir. Özetle, düzenleyici yaklaşımlar ülkeden ülkeye önemli ölçüde farklılaşmaktadır.

Dünya genelinde D2C-IMT teknolojilerine yönelik ilk düzenleyici yaklaşımda bulunan ülke ABD olmuştur. "Uzaydan tamamlayıcı kapsama" adı verilen çerçeve kapsamında mobil operatörler ile uydu operatörleri arasında iş birliği yapılmasına olanak tanınmaktadır. Böylece uydu operatörleri, karasal hizmetler için lisanslanmış belirli frekanslarda, karasal lisans sahiplerinden spektrum kiralamaları ve belirlenen koşulları sağlamaları halinde faaliyet gösterebilmektedirler. FCC, Ulusal Frekans Tablosunu güncelleyerek söz konusu hizmette kullanılacak bantlar için (600-700-800 MHz, Genişbant PCS ve AWS-H Bloğu) MSS kullanımını ikincil tahsis olarak tabloda ilgili bölümlere eklemiş ve bu bantların MSS kullanımını yalnızca D2C ile sınırlamıştır.

FCC, D2C hizmetinin sunulabilmesi için ön koşul olarak uydu işletmecisinin, SCS kapsamında Part 25 yetkilendirmesi almasını ve hizmet vereceği mobil işletmeciyile spektrum kiralama ya da ticari bir anlaşma yapmış olmasını şart koşmaktadır. Part 25 başvurusunda, hizmet sağlanacak uydu sistemiyle ilgili tüm teknik detayların, ITU'ya yapılacak bildirimler de dâhil olmak üzere eksiksiz şekilde sunulması gerekmektedir. FCC'nin tanımladığı SCS hizmeti, mobil işletmecilerin kapsama ve altyapı kurulum yükümlülüklerine dâhil edilmemektedir. T-Mobile ile SpaceX'in Starlink uydu sistemi

için aldığı izin, ABD’de bu çerçevede verilmiş ilk onaylı SCS lisansı olma özelliği taşımaktadır.

İngiltere’de ise Ofcom’un benimsediği lisans değişikliğiyle lisans muafiyeti veren esnek bir model söz konusudur. Mobil operatörün lisansında gerekli değişiklik yapılması hâlinde söz konusu hizmeti alan mobil abone cihazlarının lisans muafiyetiyle hizmete katılabileceği bir yapı önerilmektedir.

Avustralya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde düzenleyici çerçeve daha esnek bir görünüm arz etmektedir. Avustralya’da ACMA, mevcut spektrum lisanslama çerçevesinin D2C-IMT için yeterli olduğunu, ayrıca yeni bir yetkilendirme gerektirmediğini belirtmektedir. Yeni Zelanda da teknoloji-nötr spektrum yönetim modeliyle bu hizmetlerin ilave izin olmaksızın sunulabileceğini, yalnızca spektrum yönetim hakları kapsamında gerekli ITU bildirimlerinin yapılmasının yeterli olduğunu vurgulamaktadır.

Kanada’da ise, D2C teknolojisinde kullanılması planlanan frekanslar için ulusal frekans tablosuna MSS tahsisi eklenmiş, bu frekansların kullanımı tıpkı ABD’de olduğu gibi yalnızca D2C hizmeti ile sınırlandırılmıştır. ISED’in SMCS kuralları kapsamında hem uydu hem yer istasyonları için ayrı yetkilendirmeler gerekmekte olup, D2C-IMT hizmeti sunmak isteyen uydu operatörlerinin SMCS uzay istasyonu başvurusunda bulunmadan önce mobil operatörlerle önceden SMCS anlaşması düzenlemesi gerekmektedir.

Japonya İçişleri ve İletişim Bakanlığı ise, 2 GHz bandında D2C hizmetine izin vermekle birlikte uydu ve mobil operatör arasındaki ortaklığı zorunlu tutmamaktadır. Bununla birlikte, D2C sistemlerinin düzgün çalışması için iki taraf arasında düzenlemelerin olması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca söz konusu 1885-1980 MHz ve 2120-2170 MHz IMT bantları için ulusal frekans tahsis tablosuna dipnotlar

eklenmiştir. Japonya'nın genel uydu düzenlemeleriyle uyumlu olarak, yer istasyonları ve uydu için ayrı lisanslama yapılması gerekmektedir. Almanya'da ise D2C-IMT hizmetlerinin verilebilmesi için Avrupa Birliği seviyesinde kararların alınması beklenmektedir. BNetzA'nın görüşüne göre, D2C hizmeti için mobil operatör izni olmaksızın spektrum kullanımı mümkün olmamaktadır.

Sonuç olarak, ABD, Kanada, İngiltere ve Japonya gibi ülkeler D2C-IMT hizmetlerine yönelik spesifik düzenleyici çerçeveler oluştururken, Avustralya ve Yeni Zelanda mevcut esnek lisans rejimlerini kullanarak ek bir düzenleme gereksinimi öngörmemektedir. Almanya ise Avrupa seviyesinde uyumlaştırılmış kararların alınmasını bekleyerek daha temkinli bir duruş sergilemektedir.

Tüm bu örnekler, her ne kadar ülkelerin kendi düzenleyici çerçevelerini oluşturma yönünde adımlar attığını gösterse de IRG ülkeleri tarafından verilen yanıtlar da göz önünde bulundurulduğunda genel eğilimin uluslararası seviyede harmonize bir yaklaşımı beklemek yönünde olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim birçok ülke, bu alanda küresel ölçekte ortak bir çıktı geliştirilmesini ve kendi düzenlemelerini bu çıktıya göre uyumlaştırmayı planlamaktadır.

Konuya ilişkin sektör paydaşlarının görüş ve değerlendirmelerinin alınabilmesini teminen tez kapsamında bir sualname çalışması yapılmış olup işletmecilerin görüşlerinde; genel olarak D2C-IMT teknolojisinin, kapsama alanının genişletilmesi, acil durum haberleşmesinin desteklenmesi ve kırsal bölgelerdeki iletişim ihtiyaçlarının karşılanması hususları için önemli bir fırsat sunduğu değerlendirilmelerine yer verildiği görülmektedir. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[REDACTED]

[REDACTED]

Tüm bu değerlendirmeler doğrultusunda, D2C-IMT hizmetinin ülkemizde sunumuna yönelik düzenleyici yaklaşımlara ilişkin önerilere alternatifli olarak aşağıda yer verilmektedir.

1. Uluslararası ve bölgesel seviyede düzenleyici çerçevenin şekillenmesine yönelik çalışmaların takip edilmesi ve söz konusu çalışmalara katkı sağlanması:

D2C-IMT hizmetinin sunumuna ilişkin olarak ulusal düzeyde yapılacak düzenlemelerin, hem uluslararası hem de bölgesel düzeyde yürütülen çalışmalarla uyumlu olması büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda, D2C-IMT hizmetlerine yönelik uluslararası çalışmalara ülkemiz adına katkıların sağlanmasının, ayrıca ITU'nun WRC-27 kararları ile bölgesel düzeyde CEPT tarafından alınacak kararların takip edilmesinin ülkemizde D2C-IMT hizmetlerinin teknik ve regülasyonel boyutlarının daha uyumlu ve sağlıklı bir şekilde ele alınmasına imkân tanıyacağı; böylelikle hizmetin uluslararası ve bölgesel standartlara uygun şekilde yapılandırılmasına ve ileride oluşabilecek teknik veya idari uyumsuzlukların önlenmesine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

2. Ulusal seviyede düzenlemeler yapılması:

Uluslararası ya da bölgesel seviyede bir çıktı alınana kadar, ülkemizde D2C-IMT hizmetinin sunulabilmesini sağlamak amacıyla mevcut regülasyonlarda birtakım değişiklikler yapılarak söz konusu hizmetin sunumunun önünün açılacağı değerlendirilmektedir. Ancak, söz konusu regülasyonel değişikliklerin WRC-27 ya da CEPT gibi uluslararası kararların alınmasının akabinde ortaya çıkabilecek yeni yükümlülükler ve teknik standartlara uygun şekilde revize edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, düzenlemelerin hem uluslararası gelişmeleri beklerken hizmetin sunulmasına imkân tanıyacak esnekliğe hem de gelecekteki nihai düzenlemelere kolayca adapte edilebilecek uyarlanabilirliğe sahip olması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, aşağıda bu sürece katkı sağlayabileceği değerlendirilen düzenleme önerilerine yer verilmektedir.

2.1. IMT bantlarının uydular üzerinden kullanımının Kurul Kararı ile düzenlenmesi:

IMT karasal frekanslarının uydu üzerinden kullanımına ilişkin mer'i mevzuatta kısıtlayıcı bir hüküm bulunmamasıyla birlikte, mevzuatta açık bir şekilde kısıt bulunmaması hususu IMT bantlarının MSS kullanımı için uygun olduğu anlamına da gelmemektedir.

Öte yandan, uluslararası seviyede IMT bantlarının kullanımı, ITU'nun Telsiz Tüzüğü'nün 5. maddesinde yer alan frekans tahsis tablosuna istinaden karasal kullanıma tahsis edilmiştir. Söz konusu bantların kullanımına ilişkin birçok ülkenin değerlendirmesi de IMT bantlarının kullanımının karasal kullanım ile sınırlı olduğu şeklindedir. Fakat yine aynı ülkeler tarafından, ITU'nun Telsiz Tüzüğü'nün 4.4'üncü maddesi kapsamında uydu operatörlerince IMT bantlarının enterferansa neden olmadan ve koruma talep etmeksizin kullanımının mümkün olduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, hak ve yükümlülükleri belirlenmek şartıyla IMT bantlarının uydu operatörlerince kullanımının, ancak bir mobil işletmeci ile D2C-IMT hizmeti sunma konusunda anlaşma yapılması halinde mümkün olduğu değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda karasal bantların uydu üzerinden kullanımı hususunda, hizmetin sınırları ile işletmecilerin hak ve yükümlülüklerinin Kurul Kararı ile belirlenmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Ayrıca, uluslararası ve/veya bölgesel düzeyde alınacak kararları takiben, IMT bantlarının D2C-IMT teknolojisi kapsamında uydu operatörleri tarafından kullanılabilmesine yönelik gerekli düzenlemelerin yapılması suretiyle, bu bantların ülkemiz Milli Frekans Planı'na dâhil edilebileceği değerlendirilmektedir.

2.2. Uydu operatörlerinin yetkilendirilmesine ilişkin değerlendirme:

D2C-IMT hizmetinin sunumunda uydu operatörünün yetkilendirme almasının gerekip gerekmediği ve Kurumdan yetki alması gerekiyorsa ne tür bir yetkilendirmeye sahip olması gerektiği hususları da netleştirilmelidir. Sualnameye verilen cevaplar değerlendirildiğinde, ülkelerin çoğunun D2C-IMT hizmet sunumuna ilişkin henüz bir yetkilendirme sürecinin bulunmadığı, dolayısıyla bu hususun da değerlendirilmediği görülmektedir.

Bununla birlikte Finlandiya, Malta, Polonya ve İsviçre mevcut uydu operatörlerinin genel yetkilendirme kapsamında yetkilendirildiğini bildirmektedir. ABD' de ise D2C-IMT hizmet sunumu için, mobil operatör ile uydu operatörünün FCC'ye ortak başvuru yapması ve uydu operatörünün FCC'den Part 25 kapsamında uydu hizmet lisansı alması gerekmektedir. Söz konusu lisans ABD'de uydu ağını kurmak ve işletmek için temel bir lisans olup, D2C-IMT hizmetine özel bir yetkilendirme değildir. Diğer taraftan Avustralya'da D2C-IMT hizmeti sunmak isteyen uydu operatörünün bu hizmete özel bir yetkilendirme alması gerekmemekte olup, yalnızca mobil operatör ile resmi bir anlaşma düzenlenmesi önerilmektedir.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Sonuç olarak, ülkemizde D2C-IMT hizmetinin sunulabilmesi için uydu operatörünün yetkilendirilmesine ilişkin öncelikle iki durum ortaya çıkmaktadır. Birinci durumda, uydu operatörünün yetkilendirilmesine ihtiyaç duyulmazken, ikinci durumda ise uydu operatörünün hizmete uygun bir yetkilendirme alması gerekmektedir. İkinci durumun da kendi içinde alt kırılımları bulunmakta olup, bunlar aşağıda incelenmektedir.

2.2.1. D2C-IMT hizmetinin, uydu operatörüne ayrı bir yetkilendirme verilmeksizin, mevcut mobil işletmeci yetkilendirmesi kapsamında sunulması:

D2C-IMT hizmetinin sunumunda partner konumundaki uydu operatörünün yetkilendirilmesine ilişkin birinci alternatif yaklaşım, hizmetin mobil işletmeci yetkilendirmeleri kapsamında sunulması ve uydu operatörüne ayrı bir yetkilendirme tanımlanmasına gerek olmadığı şeklindedir.

D2C-IMT teknolojisinde uydu operatörünün doğrudan mobil aboneye hizmet vermediği, söz konusu hizmetin sunulabilmesi için gerekli frekans kaynağının mobil operatöre ait olduğu, yer istasyonu ile uydu arasında kullanılan frekans kaynağı dışındaki diğer tüm unsurların mobil işletmeciye ait olduğu, mobil operatörün frekansları ile yine mobil operatörün abonesine hizmet verildiği ve trafiğin mobil operatörün çekirdek şebekesinden geçtiği hususları değerlendirildiğinde, uydu operatörünün söz konusu hizmette doğrudan hizmet sağlayıcısı konumunda olmadığı değerlendirilmektedir. Ayrıca uydu operatörünün bu modelde herhangi bir kullanıcıyla doğrudan sözleşme ilişkisi kurmaması, yalnızca sinyalin iletimini sağlayan teknik bir rol üstlenmesi de uydu operatörünün, doğrudan hizmet sağlayıcısı konumunda olmadığını destekler niteliktedir.

Hizmetin son kullanıcıya ulaştırılması sürecindeki tüm şebeke işleyişinin mobil operatörün çekirdek ağı üzerinden gerçekleştirileceği hususu dikkate alındığında; kimlik doğrulama, trafik yönlendirme, veri güvenliği, yasal dinleme ve acil durum hizmetleri gibi yükümlülüklerin tamamı mobil işletmecinin hâlihazırda sahip olduğu yetkilendirmeler çerçevesinde karşılanabilecektir.

Bu çerçevede, ülkemizde mobil işletmeci kontrolünde yürütülen D2C-IMT hizmet sunumlarında, uydu operatörüne yönelik ayrı bir elektronik haberleşme hizmet yetkilendirmesi getirilmesinin gerekli olmadığı, bunun yerine teknik uygunluk, güvenlik ve hizmet kalitesine ilişkin belirli kriterlerin sağlanmasına ilişkin kontrol sağlanmasının yeterli olabileceği değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda, TKS'de "3.3 IMT-2000/UMTS ve IMT Hizmeti" maddesine;

"8. İşletmeci D2C kapsamındaki hizmetlerine ilişkin uzay kesimi uydu kapasite ihtiyaçlarını, kendisine tahsisli frekanslarla sınırlı olmak üzere ilgili kuruluşlardan serbestçe temin edebilir."

hükmünün eklenmesinin uygun olabileceği değerlendirilmektedir. Böylece uydu operatörünün D2C-IMT hizmet sunumu için bir yetkilendirme almasına gerek olmadığı, mobil operatörün D2C-IMT hizmeti sunumu için ihtiyaç duyduğu uydu kapasitesini, kendine tahsisli frekanslarla sınırlı olmak kaydıyla, serbestçe temin etme hakkına sahip olduğu hususları düzenleyici açıdan netlik kazanmış olacaktır.

2.2.2. D2C-IMT hizmeti sunumu partneri olan uydu operatörünün yetkilendirilmesi:

D2C-IMT hizmetinin sunumunda partner konumundaki uydu operatörünün yetkilendirilmesine ilişkin ikinci alternatif yaklaşım, söz konusu operatörün kapsamlı bir yetkilendirme rejimine tabi tutulmasıdır. Bu çerçevede, iki farklı yöntem öne çıkmaktadır. İlk seçenek, uydu operatörünün mevcut UHH yetkilendirmesi kapsamında değerlendirilmesi, ikinci seçenek ise D2C-IMT hizmetine özgü, bu hizmetin teknik, hukuki ve ticari yapısını doğrudan karşılayabilecek şekilde yeni bir yetkilendirme türünün tanımlanarak uydu operatörünün bu kapsamda yetkilendirilmesidir.

2.2.2.1. Uydu operatörünün mevcut UHH yetkilendirmesi ile yetkilendirilmesi:

Uydu operatörünün mobil abone verilerini yer istasyonuna indirebilmesi noktasında, yer istasyonu kurulumu ve uydu-yer istasyonu arasındaki iletişim için gerekli

frekansların tahsisi söz konusu olmaktadır. Bu kapsamda, mevcut mevzuatta tanımı en yakın olan yetkilendirme türü UHH yetkilendirmesidir. TKS'nin 1.1. maddesinde UHH;

“Uydu Haberleşme Hizmeti, uydular ve uydu yer istasyonları ve/veya uydu terminalleri aracılığı ile tek veya çift yönlü olarak, elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla coğrafi olarak birbirinden uzak noktalar arasında telefon hizmeti hariç olmak üzere abonelerine/kullanıcılara ses, veri, görüntü iletişimi hizmetinin sunulmasını ve ilgili altyapının kurulup işletilmesini kapsar.”

şeklinde tanımlanmaktadır.

Bununla birlikte, ilgili tanımın devamına;

“İşletmeci, D2C-IMT hizmeti sunumuna yönelik olarak IMT işletmecilerine, ilgili IMT işletmecisine tahsisli IMT frekanslarıyla sınırlı olmak üzere, uzay kesimi uydu kapasitesini kullanabilir.”

ifadesinin eklenmesi önerilmektedir. Bu sayede, D2C-IMT hizmeti kapsamında uydu operatörlerinin mobil işletmecilere uydu kapasitesi sağlamasına imkân tanınarak, mevcut yetkilendirme rejiminin söz konusu hizmeti kapsayacak şekilde genişletilmesi mümkün hale gelebilecektir. Öte yandan, D2C-IMT hizmeti sunumunda bulunacak yabancı uydu operatörü BTK tarafından kapsamı genişletilmiş olan UHH yetkilendirmesi bulunan bir uydu işletmecisiyle iş birliği yapıyorsa, söz konusu UHH yetkilendirmesini almasına gerek olmadığı değerlendirilmektedir.

Ayrıca UHH tanımı içinde D2C-IMT terimi bulunması sebebiyle, söz konusu terimin de TKS'ye eklenmesi gerekecektir. Bu kapsamda D2C-IMT hizmetine ilişkin olarak TKS'de “TERİM VE KISALTMALAR” maddesine;

“Doğrudan Hücreye – Uluslararası Mobil Telekomünikasyon (D2C-IMT) Hizmeti: Kurum tarafından yetkilendirilmiş mobil şebeke işletmecisi ile uydu işletmecisi arasında yapılan ticari ve teknik iş birliği çerçevesinde uydu aracılığıyla son kullanıcı

terminaline, IMT frekans bantları üzerinden olmak kaydıyla, doğrudan mobil haberleşme hizmeti sunulmasına yönelik hizmeti,”

ifadesi ile D2C-IMT hizmet tanımının eklenmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

2.2.2.2. Yeni bir yetkilendirme türünün tanımlanması:

Mevcut UHH yetkilendirme tanımı kapsamına dahil edilmesi yerine, D2C-IMT hizmetinin gereksinimlerini karşılayacak şekilde uydu operatörlerinin hak ve yükümlülüklerini düzenleyecek yeni bir yetkilendirme türünün tanımlanması, alternatif bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.

Halihazırda Kurumumuzda NGSO uydularının yetkilendirilmesine ilişkin çalışmalar devam ettiğinden, D2C-IMT hizmetinin niteliğinin mobil haberleşme hizmetlerine ikame bir hizmet olmadığı, aksine mobil kapsama boşluklarının kapatılması amacıyla mobil iş birliği kapsamında bir hizmet olduğu göz önüne alınarak, söz konusu yeni yetkilendirme tanımı yapılırken bu hususun dikkate alınması gerektiği değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda, D2C-IMT hizmeti hakkında ve D2C-IMT uydu operatörüne ilişkin TKS’de “TERİM VE KISALTMALAR” maddesine;

“Doğrudan Cihaza – Uluslararası Mobil Telekomünikasyon (D2C-IMT) Hizmeti:
IMT frekans bantları üzerinden, yetkilendirilmiş bir mobil şebeke işletmecisi ile UHH-IMT lisansı sahibi bir uydu işletmecisi arasında yapılan ticari ve teknik iş birliği çerçevesinde, uydu aracılığıyla son kullanıcı terminaline doğrudan mobil haberleşme hizmeti sunulmasına yönelik hizmeti,”

ifadesi ile D2C-IMT hizmetinin tanımının, “TANIM, KAPSAM VE SÜRELER” maddesine ise;

“Uydu Haberleşme Hizmeti-IMT (UHH-IMT) Yetkilendirmesi: Uluslararası Mobil Telekomünikasyon (IMT) sistemlerine tahsisli frekans bantları üzerinden, yetkilendirilmiş bir mobil şebeke işletmecisi ile iş birliği çerçevesinde ve doğrudan son kullanıcı cihazlarına yönelik olarak sunulacak D2C-IMT hizmetine ilişkin uydu haberleşme faaliyetlerini kapsayan hizmet türüdür. Bu hizmet kapsamında yetkilendirilecek uydu operatörü, mobil işletmeciye ait IMT frekansları üzerinden mobil kapsama olmayan bölgelerde uydu aracılığıyla son kullanıcıya mobil hizmetlerin ulaştırılmasını sağlayan teknik altyapıyı sunar. UHH-IMT yetkilendirmesi, yalnızca mobil işletmeci ile yapılacak frekans paylaşımı ve ticari iş birliği çerçevesinde geçerli olup, hizmet sunumu sırasında kullanıcıya ait kimlik doğrulama, trafik yönlendirme, çekirdek şebeke yönetimi gibi işlevler mobil işletmeci sorumluluğundadır. UHH-IMT işletmecisi, son kullanıcıya doğrudan hizmet sunamaz, sadece altyapı sağlayıcı olarak konumlanır ve bu kapsamda Kurum tarafından belirlenen teknik ve idari yükümlülüklerle tabidir.”

ifadesi ile UHH-IMT yetkilendirmesinin eklenmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Yukarıda yer verilen “2.2 Uydu operatörlerinin yetkilendirilmesine ilişkin değerlendirme” başlığı altında yer verilen alternatif öneriler kapsamında, ülkemizde D2C-IMT hizmetinin sunulabilmesi için;

- D2C-IMT hizmetinin mobil operatöre ait bir hizmet olduğu ve uydu operatörünün doğrudan hizmet sunumunda bulunmadığı hususu değerlendirildiğinde mobil işletmeci-uydu operatörü iş birliğinin yeterli olduğu ve uydu operatörünün yetkilendirilmesine ihtiyaç duyulmadığı

ya da

- D2C-IMT hizmetinde verilerin indirileceği yer istasyonunun kurulması gerektiğinden uydu işletmecilerinin kapsamı genişletilmiş UHH yetkilendirilmesi alması gerektiği, bununla birlikte D2C-IMT hizmeti sunacak olan yabancı uydu operatörlerinin ülkemizde kapsamı genişletilmiş olan UHH yetkilendirmesi sahibi

uydu işletmecileri ile iş birliği yapması halinde herhangi bir yetkilendirmeye ihtiyaç duymadığı

ya da

- D2C-IMT hizmeti uydu operatörünün hizmete özgü yeni bir yetkilendirme türü belirlenerek bu kapsamda yetkilendirilmesi gerektiği

şeklinde alternatifler ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu alternatifler değerlendirildiğinde, Türkiye'de D2C-IMT uydu operatörlerinin D2C-IMT hizmetini kapsayacak şekilde güncellenecek olan mevcut UHH yetkilendirmesi ile yetkilendirilmesinin en uygun seçenek olduğu değerlendirilmektedir.

Her ne kadar ilk seçenekte, uydu operatörünün D2C-IMT hizmeti sunumunda doğrudan hizmet sağlayıcısı konumunda bulunmaması ve söz konusu hizmetin mobil operatörün frekansları ile yine mobil operatörün abonelerine verilen bir hizmet olması nedeniyle, uydu operatörünün yetkilendirilmesine ihtiyaç duyulmadığı ifade edilse de, bu yaklaşım hizmetin teknik yapısı ve sorumluluk paylaşımı açısından bazı önemli sakıncalar doğurmaktadır. Ayrıca D2C-IMT hizmetinde uydu bağlantısı üzerinden taşınan trafiğin, doğrudan mobil işletmecinin çekirdek şebekesine aktarılması bir elektronik haberleşme hizmeti faaliyetidir.

Bu tür faaliyetler, Elektronik Haberleşme Kanunu ve ikincil düzenlemeler çerçevesinde açıkça yetkilendirmeye tabidir. Bu kapsamda hizmetin teknik bütünlüğü, güvenliği ve kalitesinin düzenleyici otorite tarafından denetlenebilir hale gelmesi açısından uydu operatörünün yetkilendirilmesi gerekmekte olup, aksi takdirde, hizmetin temel bileşenlerinden birinin düzenleme dışı kalmasının şebeke bütünlüğü, hizmet kalitesi ve kamu güvenliği açısından risk teşkil edebileceği değerlendirilmektedir.

Özellikle acil durum haberleşmesi, trafik yönetimi, veri güvenliği ve kesintisiz hizmet sunumu gibi hususlarda teknik sorumlulukların açık biçimde belirlenebilmesi için, uydu operatörünün de tanımlı bir yetkilendirme rejimine tabi olması gereklidir.

Bu doğrultuda, D2C-IMT hizmeti sunumuna yönelik tamamen yeni bir yetkilendirme türü tanımlanması mümkün olmakla birlikte, bu yaklaşım benzer teknik yapıya sahip hizmetler için ayrı yetkilendirme kategorilerinin oluşturulması anlamına gelmektedir. Bu durum, hem düzenleyici açıdan karmaşaya yol açabilecek hem de uygulamada belirsizlikler doğurabilecektir.

Öte yandan, halihazırda UHH hizmeti sunmakta olan ya da bu kapsamda yetkilendirilmek isteyen bir uydu operatörünün, aynı zamanda D2C-IMT hizmeti sunmayı planlaması halinde, bu iki hizmetin teknik nitelikleri ve kullanım amaçları açısından bazı farklılıklar taşıdığı açıktır. UHH hizmeti genellikle sabit ya da taşınabilir terminallere yönelik genişbant ya da darbant erişim hizmetlerini kapsarken; D2C-IMT hizmeti, doğrudan mobil cihazlara uydu bağlantısı üzerinden erişim sağlanması esasına dayanmaktadır.

Bu farklılığa rağmen, her iki hizmet de uzay kesimi üzerinden yürütülmekte ve benzer altyapı unsurlarını (uydu kapasitesi, yer istasyonları vb.) kullanmaktadır. Dolayısıyla, bu hizmetlerin ayrı yetkilendirme rejimlerine tabi tutulması yerine, mevcut UHH yetkilendirmesi altında birlikte ele alınması ve yalnızca D2C-IMT hizmetine özgü teknik ve idari yükümlülüklerin UHH yetkilendirmesi altında ilaveten tanımlanması daha bütüncül bir çözüm sunmaktadır.

Bu yaklaşım sayesinde, benzer altyapıyı kullanan hizmetlerin tek bir yetkilendirme çatısı altında yönetilmesi mümkün olacak; bu durum hem mevzuatın sadeliğini koruyacak hem de uygulamada bütünlüğü ve takip edilebilirliği sağlayacaktır.

Dolayısıyla, D2C-IMT hizmetinin kapsamı, teknik yapısı ve sorumluluk paylaşımı dikkate alındığında, uydu operatörlerinin UHH yetkilendirme rejimi kapsamında, D2C-IMT hizmeti sunumuna özgü ek yükümlülüklerle birlikte yetkilendirilmesi hem düzenleyici şeffaflık hem de hizmetin etkin sunumu açısından uygun bir yaklaşım olacaktır.

2.3. D2C-IMT hizmeti kullanıcılarına ait trafiğin Ülkemiz sınırları içerisinde kurulan yer istasyonu üzerinden geçirilmesi:

EHSİYY'nin 19'uncu maddesinin birinci fıkrasının (n) bendi uyarınca, Türkiye sınırları içerisinde hizmet verilen kullanıcı trafiğinin ülkemizde kurulu yer istasyonu üzerinden geçirilmesi yükümlülüğü bulunmaktadır. Bu kapsamda, ülkemizde D2C-IMT hizmetinin sunulması durumunda, mobil abonelere ait tüm trafik verilerinin Türkiye sınırları içinde kurulu bir yer istasyonu aracılığıyla yönlendirilmesi mobil işletmecinin sorumluluğunda olmalıdır. Ayrıca, uydu operatörünün bu trafik üzerinde doğrudan bir kontrol ya da hizmet sunumu gerçekleştirmediği dikkate alındığında, yükümlülüğün muhatabı doğrudan mobil işletmeci olup, yer istasyonunun kurulması, işletilmesi ve denetlenebilirliğinin sağlanması açısından mobil şebeke işletmecisi sorumlu olmalıdır. Bu nedenle, D2C-IMT hizmeti sunumu gerçekleştirmek isteyen mobil işletmeciye Türkiye sınırları içerisinde kurulacak bir yer istasyonuna mobil abonelerinin trafiğini indirmesi yükümlülüğü getirilmelidir.

2.4. Acil durum çağrılarının ücretsiz olarak sunulması:

D2C-IMT hizmeti üzerinden gerçekleştirilecek acil durum çağrılarının ücretsiz olarak sunulması; ayrıca, D2C-IMT hizmetlerini abonelerine sağlamayan mobil işletmecilerin abonelerinin de bu hizmeti sunan işletmecinin altyapısı üzerinden ücretsiz bir şekilde acil yardım çağrısı yapabilmesine imkân tanıyacak düzenlemelerin yapılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda, özellikle coğrafi olarak kapsama boşluklarının bulunduğu bölgelerde D2C-IMT altyapısının, kullanıcıların acil durumlarda iletişim ihtiyaçlarını karşılamak üzere tamamlayıcı bir rol üstlenmesi büyük önem taşımaktadır. Böylelikle, D2C-IMT hizmeti sunmayan mobil işletmecilerin aboneleri de bu hizmeti sunan işletmecinin altyapısı üzerinden ücretsiz ve engelsiz bir şekilde acil yardım çağrısı gerçekleştirebilecektir.

Bu tür düzenlemeler, ülkemizdeki tüm kullanıcıların eşit erişim hakkını temin ederken, doğal afet, kaza gibi kritik durumlarda hızlı müdahale ve etkin bir şekilde yardım sağlanmasını mümkün kılacaktır. Ayrıca, D2C-IMT altyapısının bu şekilde kullanımı, ulusal güvenlik ve kamu sağlığı bakımından da stratejik bir öneme sahip olacaktır.

2.5. Kişisel verilerin gizliliği ve ulusal güvenlik tedbirlerinin alınması:

D2C-IMT hizmetinin doğası gereği, mobil abonenin veri trafiği karasal şebekeye alternatif olarak uydu üzerinden iletileceğinden, bu süreçte işlenen kişisel verilerin korunması özel önem arz etmektedir. Bu kapsamda, uydu üzerinden yönlendirilen kullanıcı verilerinin, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve ilgili ikincil mevzuat çerçevesinde işlenmesi sağlanmalı; ayrıca bu husustaki veri sorumluluğu mobil işletmecide olacak şekilde D2C-IMT hizmetlerinin sunum koşullarının düzenlenmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

Ulusal güvenlik açısından, kullanıcı verilerinin Türkiye sınırları içinde işlenmesi ve saklanması esas alınmalı; bu doğrultuda, yer istasyonunun yurt içinde konumlandırılması ve bu istasyon üzerinden trafik denetiminin sağlanması gerektiği değerlendirilmelidir.

2.6. Tüketici hakları bilgilendirme ve ücretlendirme konusu:

D2C-IMT hizmetinin özellikle kapsama dışı alanlarda devreye alınması, kullanıcılar açısından potansiyel ek maliyet veya hizmet farklılıklarına yol açabileceğinden, şeffaflık ilkesine uygun düzenlemeler gereklidir.

Bu kapsamda kullanıcının D2C bağlantısı üzerinden hizmet aldığı durumlarda, bu bağlantının farklı bir altyapıdan sağlandığı mobil operatör tarafından açıkça belirtilmeli ve kullanıcıya önceden açık rıza veya bilgilendirme yapılmalıdır.

Ayrıca D2C hizmetlerinin ayrı ücretlendirilip ücretlendirilmeyeceği, mobil işletmecinin tarifelerinde açık şekilde yer almalı ve bu bilgiler Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun ve Elektronik Haberleşme Sektörüne İlişkin Tüketici Hakları Yönetmeliği çerçevesinde sunulmalıdır. İlaveten, hizmet sunumuna ilişkin kapsama haritaları, bağlantı türleri ve performans beklentileri kullanıcıların erişimine açık şekilde mobil işletmeciler tarafından yayınlanmalıdır.

2.7. Milli ve yerli altyapı kullanılmasına ilişkin yükümlülük getirilmesi:

Ulusal strateji belgelerinde yer alan milli ve yerli teknolojilerin önceliklendirilmesi hedefi çerçevesinde, D2C-IMT hizmetlerinin sunumuna yönelik yatırımlar açısından da bu yaklaşımın sürdürülmesi önem arz etmektedir.

Bu kapsamda, uydu operatörlerinin D2C-IMT hizmetini sunarken, Türkiye'de üretilen uydu sistemleri veya milli ve yerli şebeke bileşenleri kullanması halinde düzenleyici avantajlar veya teşvikler gündeme getirilebilir. Özellikle D2C-IMT hizmeti sunumu için ve EHSİYY'nin 19'uncu maddesinin birinci fıkrasının (n) bendi kapsamında ülkemiz sınırları içerisinde kurulması zorunlu olan yer istasyonlarının, hem milli güvenliği sağlamak hem de yerli üretim ekosistemini desteklemek amacıyla milli ve yerli ürünler kullanılarak kurulması zorunlu hale getirilmelidir.

Diğer taraftan, D2C-IMT hizmetine ilişkin kapsama alanı ve hizmet kalitesi gibi konular bu tezin kapsamı dışında bırakılmış olup, bu hususların ayrı bir akademik çalışma veya tez kapsamında detaylı olarak ele alınmasının daha uygun olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- ACMA. *Regulatory Guide: Operation of an IMT Satellite Direct-to-mobile Service*. 20 Mayıs 2025, <https://www.acma.gov.au/publications/2024-09/guide/regulatory-guide-operation-imt-satellite-direct-mobile-service>, (27.05.2025).
- Akkurt, Ramazan. “Geçmişten Günümüze Kablosuz Mobil İletişim Teknolojileri.” *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 28 (Kasım 2021): 116. <https://doi.org/10.31590/ejosat.991625>
- Apple Inc. *Emergency SOS Via Satellite*. 2022. <https://www.apple.com/newsroom/2022/11/apple-introduces-emergency-sos-via-satellite>, (10.02.2024).
- ASELSAN. *5G Nedir*. Ocak 2022. <https://www.aselsan.com/tr/blog/detay/332/5g-nedir>, (20.11.2024).
- AST Space Mobile. *BlueBird 1-5*. <https://ast-science.com/spacemobile-network/bluebird-1-5/>, (29.01.2025).
- AST Space Mobile. *BlueWalker 3*. <https://ast-science.com/spacemobile-network/bluwalker-3/>, (29.01.2025).
- AST Space Mobile. *Direct Connection*. <https://ast-science.com/spacemobile-network/direct-connection/>, (29.01.2025).
- AST Space Mobile. *Yatırımcı Sunumu*. Ekim 2024. https://irp.cdn-website.com/1fadf91c/files/uploaded/ASTS_InvestorPresentation_October_vF.pdf, (03.12.2024).
- Barney, Randall. *Amazon’s Project Kuiper Demonstrates a 2-Way Video Call*. 21 Kasım 2023. <https://www.worldteleport.org/news/news.asp?id=658359&hhSearchTerms=%22amazon%22>, (26.04.2025).
- BEREC. *Workshop on the Usage of Satellite Technologies in Mobile Communications*. 22 Mayıs 2024. Apple Sunum.
- Bilgin Özalp, Tuğba. *Yeni Nesil Uydular Üzerinden Haberleşme Hizmeti Verilmesine Yönelik Düzenleyici Öneriler*. Uzmanlık Tezi. BTK, 2020.
- BTK. *3. Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri*. Aralık 2002. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/slug/3-nesil-mobil-haberlesme-sistemleri.pdf>, (29.09.2024).
- BTK. *3G Dünya Tecrübeleri*. Aralık 2002. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/slug/3g-dunya-tecrubeleri.pdf>, (29.09.2024).
- BTK. *Alçak Yörünge Uyduları Üzerinden Haberleşme Hizmetlerinin Sunumu*. Aralık 2022. <https://www.btk.gov.tr/uploads/undefined/uydu-rapor-v3.pdf>, (03.12.2024).

BTK. *CEPT*. <https://www.btk.gov.tr/cept>, (11.05.2025).

BTK. *Mobil Genişbant Spektrum Stratejisi*. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/mobil-genisbant-spektrum-stratejisi-ozet.pdf>, (30.06.2025).

BTK. *Uluslararası Telekomünikasyon Birliği*. 16 Nisan 2018. <https://www.btk.gov.tr/itu>, (10.05.2025).

CEPT. *CEPT Leaflet: Overview of CEPT and Its Structure*. Ocak 2025. <https://cept.org/files/1203/CEPT%20Leaflet%20January%202025.pdf>, (10.05.2025).

CEPT. *CERP*. <https://www.cept.org/cepr>, (10.05.2025).

CEPT. *Com-ITU*. <https://www.cept.org/com-itu>, (10.05.2025).

CEPT. *Our Structure*. <https://cept.org/files/1634/CEPT%20Structure%20May%202018.pptx>, (10.05.2025).

CEPT. *Summary of the Responses to the CEPT Questionnaire on Authorisation of D2C Terminals in MSS and IMT*. <https://cept.org/ecc/groups/ecc/wg-fm/fm-44/client/meeting-documents>, (17.05.2025).

CEPT. *About CEPT*. <https://www.cept.org>, (11.05.2025).

Church, Falis. *FCC Grants Lynk First-Ever License for Commercial Satellite-Direct-to-Standard-Mobile-Phone Service*. 16 Eylül 2022. <https://lynk.world/news/fcc-grants-lynk-first-ever-license-for-commercial-satellite-direct-to-standard-mobile-phone-service/>, (01.02.2025).

Church, Falis. *Lynk Announces Successful Deployment of World's First Commercial-Ready Cell-Tower-In-Space*. 6 Nisan 2022. <https://lynk.world/news/lynk-announces-successful-deployment-of-worlds-first-commercial-ready-cell-tower-in-space/>, (19.04.2025).

Cullen. *Independent Regulatory Intelligence*. <https://www.cullen-international.com/client/site/documents/RRGTGO20240001>, (19.04.2025).

Cullen. *Towards 6G*. <https://www.cullen-international.com/client/site/documents/RRGTGO20250002>, (30.06.2025).

Davenport, Justin. *ULA Launches First Operational Amazon Kuiper Mission on Second Attempt*. 28 Nisan 2025. <https://www.nasaspaceflight.com/2025/04/kuiper-ka01/>, (30.04.2025).

ECO. *ECC Work Programme Database*. https://eccwp.cept.org/WI_Detail.aspx?wiid=834, (17.05.2025).

EOS Data Analytics. *Types Of Satellites: Different Orbits & Real-World Uses*. <https://eos.com/blog/types-of-satellites/>, (24.12.2024).

ESA. *Satellite Frequency Bands*. https://www.esa.int/Applications/Connectivity_and_Secure_Communications/Satellite_frequency_bands, (24.12.2024).

ESA. *Types of Orbits*. 30 Mart 2020. https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits, (24.12.2024).

ESOA. *The Right Wavelength*. <https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/2017-06-Spec-publiction-Update.pdf>, (12.04.2025).

European Commission. *Radio Spectrum Policy Group*. 12 Şubat 2025. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/7c6039f4-0e01-402c-9b78-638d800ce965_en?filename=RSPG25-008final-Draft_Opinion_on_D2D_and_Access_to_EU_Market-for_PC.pdf, (17.05.2025).

European Union. *Council of the European Union*. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/council-european-union_en, (17.05.2025).

European Union. *European Commission*. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-commission_en, (17.05.2025).

European Union. *European Council*. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-council_en, (17.05.2025).

European Union. *European Parliament*. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-parliament_en, (17.05.2025).

European Union. *Types of Institutions and Bodies*. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/types-institutions-and-bodies_en, (17.05.2025).

Eutelsat Group. *Eutelsat and Oneweb Combination Heralds New Era in Space Connectivity as World's First Geo-Leo Operator*. 28 Eylül 2023. <https://www.eutelsat.com/en/news/press.html#/pressreleases/eutelsat-and-oneweb-combination-heralds-new-era-in-space-connectivity-as-worlds-first-geo-leo-operator-3276261>, (25.04.2025).

Eutelsat. *Advance Geo/Leo Backhaul*. https://www.eutelsat.com/files/PDF/brochures/Eutelsat_ADVANCE_Telecom.pdf, (25.04.2025).

Eutelsat. *How Advance Backhaul is enhancing Telecom Networks*. <https://www.eutelsat.com/en/blog/advance-backhaul-enhances-telecom-networks.html>, (25.04.2025).

Eutelsat. *Space-Based*. https://assets.oneweb.net/s3fs-public/2023-12/Solutions%20-%20ETLOW-Cellular%20backhaul-8pp-16x9-PRE-NDA_ETLOW%20239_AW02_0.pdf, (25.04.2025).

FCC. *FCC 16-181*. https://www.globalstar.com/getmedia/8de4c2a1-5611-48b3-9f27-478942b1552d/report_and_order_fcc-16-181a1.pdf, (10.02.2025).

FCC. *FCC 24-119*. <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-24-119>, (22.01.2025).

FCC. *FCC Advances Supplemental Coverage from Space Framework*. <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-401208A1.docx>, (17.05.2025).

Free Teknoloji. *OFDMA Nedir?* 2023. <https://www.freeteknoloji.com/teknik-destek/ofdma-nedir/>, (02.10.2024).

Garnett, Allie Grace. “Crypto policies are maturing.” *Britannica Money*. 4 Temmuz 2025, <https://www.britannica.com/money/cryptocurrency-regulation>, (05.07.2025).

Geylani, Munip vd. “Geçmişten Günümüze Hücreli Haberleşme Teknolojilerinin Gelişimi.” *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* 18, sy. 54 (Eylül 2016): 608–609.

Globalstar. *About*. <https://investors.globalstar.com/static-files/9941723b-3f2a-438c-9608-13c1ecd1dc78>, (10.02.2025).

Globalstar. *Band n53 Terrestrial Wireless*. <https://www.globalstar.com/en-us/terrestrial-wireless/band-n53>, (10.02.2025).

INTELSAT. *Our Story*. <https://www.intelsat.com/intelsat-history/>, (04.12.2024).

ISED. *Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite*. <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite/>, (27.05.2025).

ITU. *About*. <https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx>, (29.06.2025).

ITU. *ITU Radiocommunication Sector (ITU-R)*. <https://www.itu.int/en/ITU-R/information/Pages/default.aspx>, (10.05.2025).

ITU. *ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)*. <https://www.itu.int/en/ITU-T/about/Pages/default.aspx>, (29.06.2025).

ITU. *Outcomes of the World Radiocommunication Conference 2023*. https://www.itu.int/en/itunews/Documents/2024/2024-01/2024_ITUNewsMag01-en.pdf, (16.05.2025), 47-57.

- ITU. *Preamble*. <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-E.pdf>, (29.06.2025).
- ITU. *Project Kuiper*. 23 Nisan 2024. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/oth/07/31/D07310000040037PDFE.pdf, (29.06.2025).
- ITU. *Radio Regulations*. <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR>, (10.05.2025).
- ITU. *Spectrum for IMT*. <https://www.itu.int/ITU-D/tech/MobileCommunications/Spectrum-IMT.pdf>, (29.06.2025).
- ITU. *Working Party 5D*. <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/default.aspx>, 16.05.2025.
- ITU-R. *IMT towards 2030 and Beyond (IMT-2030)*. <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2030/Pages/default.aspx>, (03.12.2024).
- ITU-R. *Recommendation ITU-R M.2160-0*. Kasım 2023. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2160-0-202311-I!!PDF-E.pdf, (02.10.2024).
- ITU-R. *Report ITU-R M.2134-0: Requirements Related to Technical Performance for IMT-Advanced Radio Interface(s)*. 2008. <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2134-2008/en>, (02.10.2024).
- Iridium. *Network*. <https://www.iridium.com/network/>, (08.02.2025).
- Jewett, Rachel. *Viasat Previews Potential LEO Network for D2D With ESA*. 28 Ocak 2025. <https://www.satellitetoday.com/connectivity/2025/01/28/viasat-previews-potential-leo-network-for-d2d-with-esa/>, (25.04.2025).
- Jewett, Rachel. *Vodafone Partners*. 5 Eylül 2023. <https://www.satellitetoday.com/connectivity/2023/09/05/vodafone-partners-with-amazons-project-kuiper-to-expand-4g-5g-coverage-in-europe-and-africa/>, (30.04.2025).
- Karınca, Mürüvvet Göksu. “Telekomünikasyonda Yakınsama Kavramı.” *Ankara Barosu Dergisi* sy. 4 (2013): 264-282.
- Keysight. *Non-Terrestrial Network Advantages, Challenges, and Applications*. <https://www.keysight.com/us/en/cmp/topics/non-terrestrial-network-basics-advantages-and-challenges.html#NTNstandards>, (05.04.2025).
- Krause, Joern. *Non-Terrestrial Networks (NTN)*. 14 Mayıs 2024. <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>, (05.04.2025).
- Krebs, Gunter D. *Globalstar M073 – 103*, https://space.skyrocket.de/doc_sdat/globalstar-2.htm, (10.02.2025).

Lipscombe, Paul. *FCC Approves SpaceX Direct to Cell Services over Starlink*. <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/fcc-approves-spacex-direct-to-cell-services-over-starlink/>, (22.01.2025).

LYNK. *Demonstrates*. <https://lynk.world/news/lynk-demonstrates-first-ever-two-way-standard-phone-voice-calls-by-satellite-2/>, (01.02.2025).

LYNK. *First to Connect Satallite*. <https://lynk.world/news/lynk-first-to-connect-satellite-directly-to-standard-mobile-phones-on-earth/>, (01.02.2025).

LYNK. *Lynk and Turkcell Sign Agreement to Bring Sat2Phone Services to Türkiye*. 27 Şubat 2024. <https://lynk.world/news/lynk-and-turkcell-sign-agreement-to-bring-sat2phone-services-to-turkiye/>, (01.02.2025).

LYNK. *Lynk and Turkcell Successfully Demonstrate Direct-to-Device Technology via Low Earth Orbit (LEO) Satellites in Türkiye*. 25 Mart 2025. <https://lynk.world/news/https-lynk-world-news-https-lynk-world-news-lynk-and-turkcell-successfully-demonstrate-direct-to-device-technology-via-low-earth-orbit-leo-satellites-in-turkiye/>, (19.04.2025).

LYNK. *Lynk Towers 3&4*. <https://apps.fcc.gov/els/GetAtt.html?id=290050&x=>, (02.02.2025).

LYNK. *What We Do*. <https://lynk.world/what-we-do/>, (02.02.2025).

Maral, Gerard ve Michel Bousquet. *Satellite Communications Systems*. ed. Zhili Sun, 5.B. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 2009.

Mobil World Live. *AST SpaceMobile Given FCC nod for D2D Tests*. 31 Ocak 2025. <https://www.mobileworldlive.com/network-tech/ast-spacemobile-given-fcc-nod-for-d2d-tests/>, (22.02.2025).

Mobil World Live. *Vodafone, AST SpaceMobile Claim Video Call First*. 29 Ocak 2025. <https://www.mobileworldlive.com/vodafone/vodafone-ast-spacemobile-claim-video-call-first/>, (22.06.2025).

Mobile Generation. *3G-4G Arasındaki Farklar*. <https://www.mobilegeneration.com.tr/3g-4g-arasi-farklar/>, (02.10.2024).

Mobile World Live. *Survey Report Industry Survey 2025*.

OECD. *Directorate for Science, Technology and Industry Committee for Information, Computer and Communications Policy*. 29 Nisan 2008. [https://one.oecd.org/document/DSTI/ICCP/CISP\(2007\)2/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/ICCP/CISP(2007)2/FINAL/en/pdf), (22.04.2025).

Ofcom. *Enabling Satellite Direct-to-Device Services in Mobile Spectrum Bands: Consultation*. 17 Mayıs 2025. <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands>, (27.05.2025).

Ofcom. *Your Response*. <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/responses/kuiper.pdf?v=385087>, (13.12.2024).

Orbiting Now. *Active Satellite Orbit Data*. <https://orbit.ing-now.com/#main>, (22.04.2025).

Policy Tracker. *Japanese MNO launches satellite D2D with Starlink*. <https://www.policytracker.com/kddi-launches-satellite-direct-to-device-with-starlink/>, (27.05.2025).

Policy Tracker. *KDDI Launches*. <https://www.policytracker.com/kddi-launches-satellite-direct-to-device-with-starlink/>, (22.01.2025).

Policy Tracker. *New Zealand Mobile Operator*. <https://www.policytracker.com/new-zealand-mobile-operator-launches-satellite-direct-to-devic-with-starlink/>, (21.05.2025).

Policy Tracker. *Spectrum Dashboard*. <https://www.policytracker.com/spectrum-dashboard/satellite-direct-to-device-using-imt-spectrum-regulatory-status/>, (02.10.2024).

Pultorova, Tereza. *Starlink Satellites: Facts, Tracking and Impact on Astronomy*. <https://www.space.com/spacex-starlink-satellites.html>, (22.01.2025).

Rainbow, Jason. *ULA Atlas 5 Launches First Project Kuiper Satellites*. 6 Ekim 2023. <https://spacenews.com/ula-atlas-5-launches-first-project-kuiper-satellites/>, (30.04.2025).

Rainbow, Jason. *Qualcomm Ends Partnership for Connecting Android Phones to Iridium Satellites*. 10 Kasım 2023. <https://spacenews.com/qualcomm-ends-partnership-for-connecting-android-phones-to-iridium-satellites/>, (08.02.2025).

Rakuten Mobile. *Rakuten Mobile and AST SpaceMobile*. 23 Nisan 2025. https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2025/0423_01/, (22.06.2025).

RSM. *Direct to Device Licensing*. <https://www.rsm.govt.nz/licensing/direct-to-device-licensing>, (27.05.2025).

Ryan, Daws. *AST Space Mobile*. <https://www.telecomstechnews.com/news/ast-spacemobile-and-vodafone-expand-satellite-cellular-network-agreement/>, (29.01.2025).

Sat Now. *What are the Different Types of Satellite Services?* <https://www.satnow.com/community/what-are-the-different-types-of-satellite-services>, (02.10.2024).

Sebastian, Kyle Ann. *UCS Satellite Database*. 8 Aralık 2008. <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>, (04.12.2024).

Space Foundation Editorial Team. *Components of a Satellite*. https://www.spacefoundation.org/space_brief/satellite-components/, (19.12.2024).

Starlink. *Spacex Sends First Text Messages Via Its Nevvly Launched Direct to Cell Satellites*. https://api.starlink.com/public-files/DIRECT_TO_CELL_FIRST_TEXT_UPDATE.pdf, (22.01.2025).

T-Satellite. *Phone Service*. <https://www.t-mobile.com/coverage/satellite-phone-service>, (23.01.2025).

TUA. *LEO Haberleşme Sistemleri*. Kasım 2022. <https://cdn.tua.gov.tr/637242b0c6466.pdf>, (22.04.2025).

Turner, Kellond. *Orbits and Their Descriptions*. 19 Şubat 2024. <https://www.spacecentre.co.uk/news/space-now-blog/orbits-and-their-descriptions/>, (22.04.2025).

Tuzlukov, Vyacheslav, Won-Sik Yoon, ve Yong Deak Kim. "15.2 Satellite Communications Systems: Applications." *Systems, Controls, Embedded Systems, Energy, and Machines*. CRC Press, 2006: 9-29.

Türksat. *Türksat Uydu Haberleşmesi – 101*. 2022. <https://uydu.turksat.com.tr/sites/default/files/2022-01/Uydu-Haberlesmesi-101.pdf>, (03.12.2024).

Türksat. *Uydu Tarihesi*. <https://uydu.turksat.com.tr/tr/hakkimizda/uydu-tarihcesi>, (04.12.2024).

United States Securities and Exchange Commission. *Form 10-Q*. <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1780312/000095017024127101/asts-20240930.htm>, (30.01.2025).

Urfalıoğlu, Rami. *4. Nesil Mobil Haberleşmenin Standartlaşma Sürecinde Aday Teknolojileri LTE ve Mobil WiMAX'in Karşılaştırmalı Analizi, Türkiye için Geçiş Stratejisi Önerileri*. Uzmanlık Tezi. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2011. <https://www.btk.gov.tr/uploads/thesis/rami-urfalioglu.pdf>, (02.10.2024).

Viasat. Latest News. <https://news.viasat.com/blog/corporate/an-entire-world-of-customers-relies-on-viasat-satellites>, (03.12.2024).

Viasat. *Message Received: Viasat Continues Direct-to-Device Showcase with First Demonstration in United Arab Emirates*. 12 Kasım 2024. <https://news.viasat.com/newsroom/press-releases/message-received-viasat-continues-direct-to-device-showcase-with-first-demonstration-in-united-arab-emirates>, (25.04.2025).

Viasat. *Viasat and Skylo Technologies Launch First Global Direct-to-Device Network*. 16 Kasım 2023, <https://news.viasat.com/viasat-and-skylo-technologies-launch-first-global-direct-to-device-network>, (25.04.2025).

Wang, Peng vd. "Convergence of Satellite and Terrestrial Networks: Comprehensive Survey." *IEEE Access* 4 (2016): 5551.

EKLER**EK-1****Uydu-Karasal Mobil Yakınsamasının Değerlendirilmesine İlişkin BTK Anketi**

Lütfen iletişim bilgilerinizi aşağıdaki şekilde doldurunuz:

Ülke

Düzenleyici Otorite

İletişim e-postası

İrtibat Kişisi

Modern telekomünikasyon ekosisteminde, uydu ve mobil iletişim teknolojilerinin yakınsaması; bağlantı sürekliliği, kapsama alanının genişletilmesi ve hizmet çeşitliliğinin artırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda geliştirilen teknolojilerden biri, IMT bantlarını kullanan D2C (doğrudan hücreye) (aynı zamanda D2D – doğrudan cihaza) hizmetleridir.

Türkiye’de yalnızca geçici bir deneme izni verilmiş olup söz konusu deneme tamamlanmıştır. Ancak, yeni deneme talepleri de Kurumumuza iletilmektedir.

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun (BTK) 5G ve ötesi teknolojilere yönelik düzenleyici çalışmaları kapsamında Uydu-Karasal Mobil Yakınsamasının değerlendirilmesine katkı sağlamak amacıyla aşağıdaki anket hazırlanmıştır. Çalışmanın bulgularının BTK'nın uydu-mobil yakınsamasına yönelik yaklaşımına ve olası düzenlemelere ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, aşağıdaki sorulara vereceğiniz yanıtları memnuniyetle beklemekteyiz.

Lütfen katkılarınızı şu tarihe kadar sağlayın: (İletişim e-postası: elif.ipek@btk.gov.tr)

Nazik iş birliğiniz için teşekkür ederiz.

Genel Sorular:

- 1) Ülkenizde uydu ve mobil hizmetlerin yakınsamasına (D2C-IMT) yönelik herhangi bir düzenleme mevcut mu? Evet ise, söz konusu düzenleme hakkında detaylı bilgi verebilir misiniz?
- 2) Ülkenizde D2C-IMT hizmetlerinin sunumuna yönelik herhangi bir düzenleme bulunmuyorsa, bu tür düzenlemeler geliştirmek için devam eden girişimler var mı? Varsa, bu girişimlerle ilgili bilgi verebilir misiniz?

Lisanslama:

- 3) Ülkenizdeki mobil operatörler mevcut lisansları kapsamında D2C-IMT hizmetleri sunabilir mi? Sunamıyorlarsa, bunu mümkün kılmak için devam eden çalışmalar var mı?
- 4) Mobil operatörlerin D2C-IMT hizmeti sunduğu bölgelerde kapsama ve hizmet kalitesi yükümlülükleri açısından herhangi bir değişiklik veya ek yükümlülük öngörülüyor mu?
- 5) Mevcut mevzuatınıza göre uydu operatörünün D2C-IMT hizmetleri için ülkenizden hangi lisansı alması gerekiyor?

Spektrum:

- 6) Ülkenizde mobil operatörler kendilerine tahsis edilen IMT frekanslarını uydu şirketlerinin kullanımına açabilir mi?

Yer İstasyonu:

- 7) D2C-IMT hizmetlerinde kullanılan uydu yer istasyonlarının ülkenizin sınırları içerisinde bulunması zorunlu mudur/olmalı mıdır?

Diğer:

- 8) Konuya ilişkin varsa ilave bilgi, kaynak ya da belgeleri bizimle paylaşmanızdan memnuniyet duyarız.

EK-2

**UYDU-KARASAL MOBİL YAKINSAMASI HAKKINDA SUALNAME VE
IRG ÜYESİ DEVLETLERİN CEVAPLARI**

S.1 Ülkenizde uydu ve mobil servislerin (D2C-IMT) yakınsaması hakkında herhangi bir düzenleme var mı? Evet ise, düzenleme hakkında ayrıntılı bilgi verebilir misiniz?	
Bulgaristan (CRC)	Yok.
Hırvatistan (HAKOM)	Yok.
Çek Cumhuriyet (CTU)	Hayır. Lütfen Çek Cumhuriyeti'nin Avrupa Birliği üyesi olduğunu ve gelecekte bir düzenleme kabul edebileceğini unutmayın.
Finlandiya (TRAFICOM)	<p>D2C-IMT yoluyla uydu ve mobil hizmetlerin yakınsamasına ilişkin herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Ancak, ulusal düzenlemelerin gözden geçirilmesi ve olası değişiklik ihtiyaçlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu analizden elde edilecek sonuçlar, doğrudan uydu hizmetlerinin sunumunu mümkün kılmasa da önemli bir adımdır.</p> <p>Karasal elektronik haberleşme hizmetlerine ilişkin ulusal düzenlemeler arasında, hükümet tarafından verilen şebeke lisansı ile Traficom tarafından verilen radyo lisansı da yer almaktadır. Bu lisanslar, "karasal elektronik haberleşme hizmetleri" terimini içeren AB uyumlaştırma kararlarına dayanmaktadır. Bu nedenle, Avrupa düzeyindeki uyumlaştırma kararlarının da gözden geçirilmesi gerekebilir.</p> <p>Olası D2C-IMT uygulamaları, testler ve pilot projelerle başlayacaktır. Bu süreç, karasal mobil şebeke işletmecileriyle</p>

	(MNO) ve muhtemelen komşu ülkelerle iş birliği gerektirmektedir. Test lisanslarının verilmesini mümkün kılacak düzenlemelerin sağlanabilmesi için ulusal düzenlemelerin gözden geçirilmesi ve gerekli değişikliklerin belirlenmesi gereklidir.
Macaristan (NMHH)	Henüz bir düzenleme yok.
İrlanda (ComReg)	Henüz yok.
İspanya (CNMC)	Hayır. D2C-IMT'ye ilişkin bir düzenleme bulunmamaktadır.
Malta (MCA)	Hayır.
Polonya (UKE)	Polonya'da henüz böyle bir düzenleme bulunmamaktadır.
Portekiz (ANACOM)	Şu anda Portekiz'de bu tür bir hizmeti yetkilendirmek için herhangi bir düzenleyici çerçeve mevcut değildir. Konu AB düzeyinde tartışılmaktadır ve yakın zamanda uyumlaştırılmış bir çözüm beklenmektedir (aşağıdaki 2. soruya verilen cevaba bakınız).
Sırbistan (RATEL)	Hayır.
Slovak Cumhuriyeti (RU)	Hayır.
Slovenya (AKOS)	Hayır.
İsviçre (BAKOM)	Hayır, İsviçre'de uydu ve mobil hizmetlerin yakınsamasına (D2C-IMT) ilişkin bir düzenleme bulunmamaktadır.

İngiltere (OFCOM)	<p>Birleşik Krallık'ta şu anda mobil bantlarda doğrudan cihazlara uydu (D2D) hizmetlerini yetkilendiren herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır.</p> <p>MSS'ye tahsis edilmiş spektrumda Mobil Uydu Hizmetleri (MSS) için yürürlükte olan yetkilendirmelerimiz var. Buna Apple-Globalstar Acil SOS mesajlaşma hizmetinin yetkilendirilmesi de dahildir. Bu, kullanıcı terminalleri için muafiyet düzenlemeleri yoluyla sağlanmaktadır.</p>
<p>S.2 D2C-IMT hizmetlerinin sağlanmasına yönelik bir düzenleme yoksa, bu tür düzenlemelerin geliştirilmesine yönelik devam eden çalışmalarınız bulunmakta mıdır? Cevabınız evet ise, bu girişimler hakkında bilgi verebilir misiniz?</p>	
Bulgaristan (CRC)	<p>D2C düzenlemesine yönelik uyumlaştırılmış bir AB yaklaşımının gerekli olduğu ve bu tür hizmetlerin sağlanmasına önemli ölçüde fayda sağlayabileceği kabul edilmektedir.</p>
Hırvatistan (HAKOM)	<p>Halihazırda bu tür düzenlemelerin geliştirilmesine yönelik herhangi bir girişim bulunmamaktadır.</p>
Çek Cumhuriyeti (CTU)	<p>Küresel teknik konuların ele alınmasına ilişkin çerçeve WRC-27 hazırlıklarının bir parçasıdır (özellikle Gündem Maddesi 1.12 kapsamında). Ancak ülkeler, diğer ülkelere ve onların çıkarlarına müdahale etmeyen herhangi bir çerçeveyi benimsemekte serbesttir.</p> <p>Avrupa Birliği'nde, D2D hizmetlerine ilişkin ilk görüş burada yayınlanmıştır:</p> <p>https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/7c6039f4-0e01-402c-9b78-638d800ce965_en?filename=RSPG25-008final-</p>

	<p>Draft Opinion on D2D and Access to EU Market-for_PC.pdf</p> <p>CEPT'te, D2D ile ilgili tartışmalar FM44, PT1 ve CPG'de devam etmektedir. Teknik ve düzenleyici ilkelere ek olarak, Avrupa Birliği'nin danışma organlarında rekabet konularına ilişkin tartışmalar da beklenmektedir.</p>
Finlandiya (TRAFICOM)	<p>D2C-IMT hizmetlerinin sağlanmasına olanak tanıyan bu tür bir düzenlemenin geliştirilmesine yönelik devam eden aktif bir çaba bulunmamaktadır. Yine de, ulusal düzenlemelerin gözden geçirilmesi ve olası değişiklik ihtiyaçlarının belirlenmesi gerekmektedir ve bu analizin sonucu doğrudan uydu hizmetlerinin sağlanmasını mümkün kılmayabilir.</p>
Macaristan (NMHH)	<p>Konu uluslararası düzeyde (ITU, CEPT, Avrupa Birliği) değerlendirilmekte olup, ulusal düzenlemenin geliştirilmesi için uluslararası değerlendirmelerin sonuçlarını beklemekteyiz.</p>
İrlanda (ComReg)	<p>D2C-IMT hizmetlerinin düzenlenmesine yönelik seçenekler, bu konu şu anda CEPT, EC ve ITU içinde tartışılmakta olduğundan değerlendirilmemektedir. ComReg, bu tartışmaları izlemeyi ve uygun olduğunda bu tartışmalara katılmayı amaçlamaktadır.</p>
İspanya (CNMC)	<p>CNMC, D2C-IMT hizmetinin sunumuna ilişkin bir düzenleme yapmamıştır, zira bu konu yetki alanına girmemektedir. Spektrumdan sorumlu yetkili merci, kapsama alanını genişletmek amacıyla uydu çözümlerinde mobil karasal spektrumun kullanım koşullarına uyumu izleyebilecek olan Dijital Dönüşüm Bakanlığı'dır. Bu nedenle, aşağıdaki yanıtlar spektrum kullanımına ilişkin yetkilendirmelere dair herhangi bir bilgi içermemektedir.</p>

Malta (MCA)	Şu anda D2C-IMT konusunda ulusal düzenleyici çerçevelerin geliştirilmesine yönelik herhangi bir plan bulunmamaktadır. Ancak, MCA bu konuda Avrupa kurumlarında (örneğin RSPG) yapılan tartışmaları takip etmektedir ve gelecekte bu tür çerçevelerin kabul edilmesi ihtimal dışı değildir.
Polonya (UKE)	Hayır, bu tür faaliyetler yürütülmemektedir.
Portekiz (ANACOM)	ANACOM olarak RSPG, CEPT (FM44 ve CPG-PTC Proje Ekipleri) gibi çeşitli uluslararası forumlara katılıyor ve WRC-27 için ilgili maddelere ilişkin hazırlıkların bir parçası olarak ITU-R WP4C'de geliştirilen çalışmaları takip ediyoruz. Ortak bir Avrupa/CEPT yaklaşımı, koordinasyonu teşvik ettiği ve girişim ve düzenleyici parçalanmayı önlemeye yardımcı olduğu için bu konuyu ele almanın en etkili yolu olabilir. Bu bağlamda, “Uydudan Doğrudan Cihaza bağlantı ve ilgili Tek Pazar konularına AB düzeyinde politika yaklaşımı” başlıklı Taslak Görüş üzerine son RSPG kamu istişaresi ileriye dönük olarak önemli bir rol oynayacaktır.
Sırbistan (RATEL)	Hayır.
Slovak Cumhuriyeti (RU)	Henüz yok.
Slovenya (AKOS)	AB seviyesinde düzenlenmeyi beklemektedir.

İsviçre (BAKOM)	Sınır ötesi etkileri nedeniyle, ulusal bir düzenlemenin geliştirilmesinin etkili olacağını düşünmüyoruz. Bu mümkün olduğu ölçüde, D2C-IMT düzenlemesi için ortak bir bölgesel (CEPT düzeyinde) ve/veya uluslararası yaklaşım öngörülmelidir.
İngiltere (OFCOM)	Mart 2025'te, 2027'deki bir sonraki Dünya Radyokomünikasyon Konferansı'ndan (WRC) sonra gözden geçirilmek üzere, Birleşik Krallık'taki Mobil bantlarda D2D hizmetlerine geçici olarak izin verme önerilerimizi özetleyen bir kamuoyu görüş dokümanı* yayınladık. * https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands/main-documents/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands.pdf?v=393278
S.3 Ülkenizdeki mobil operatörler mevcut yetkilendirmeleri kapsamında D2C-IMT hizmetleri sunabilir mi? Eğer değilse, söz konusu hizmeti sunmalarını sağlamak için devam eden herhangi bir çalışma var mı?	
Bulgaristan (CRC)	Hayır.
Hırvatistan (HAKOM)	Hayır. Şu anda bunu yapmalarını sağlamak için devam eden herhangi bir çaba bulunmamaktadır.
Çek Cumhuriyeti(C TU)	Sınır ötesi koruma önlemlerinin net olmaması ve hem AB hem de ulusal düzenlemelerin (özellikle rekabet konularıyla ilgili) bulunmaması nedeniyle, D2C-IMT hizmetlerine şu anda izin verilmemektedir. Ancak düzenleyici kurum, bazı paydaşların olası bir düzenleyici çerçeveyi tartışmaya ilgi duyduğunu belirtmiştir.

Finlandiya (TRAFICOM)	Bu analiz henüz gerçekleştirilmemiştir.
Macaristan (NMHH)	Hayır, mevcut lisansları ve yürürlükteki yönetmelik D2C-IMT hizmetlerini mümkün kılmamaktadır.
İrlanda (ComReg)	Yalnızca Iphone 14 veya sonraki modellerde uydu üzerinden Acil SOS mevcuttur. ComReg, MFCN kullanımı için tahsis edilen spektrumu kullanacak uydu D2D hizmetlerine ilişkin gelişmeleri izlemeyi ve uygun olduğu şekilde tartışmalara katkıda bulunmayı ve uygun olduğu şekilde İrlanda'da bu tür hizmetlerin test edilmesini veya denenmesini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.
İspanya (CNMC)	Genel yetkilendirme açısından bakıldığında, mobil işletmeciler D2C-IMT çözümleriyle nihai kullanıcılara aynı hizmetleri sunmaya devam ettikleri sürece, yeni bir faaliyeti bildirmelerine gerek olmayacaktır. Ancak uydular mobil işletmeciye aitse, mobil işletmeci karasal mobil şebekesine ek olarak ilgili uydu şebekesinin sunumunu da bildirmekle yükümlüdür.
Malta (MCA)	Malta'daki mobil operatörler tarafından D2C-IMT hizmetlerinin sağlanması, aşağıda 6 numaralı soruya verilen yanıtta ayrıntılı olarak açıklandığı üzere şu anda mümkün değildir. Bununla birlikte, mevcut genel yetkilendirme (GA) rejimi, EECC'ye uygun olarak GA kategorileri açısından işlevsel, teknolojik olarak tarafsız bir yaklaşım benimsemektedir. Bildirimde bulunan teşebbüslerin bildirim formunu sunarken şebekelerin ve/veya sunulması amaçlanan hizmetlerin kısa bir tanımını da sunmaları gerekmektedir ve bu tür bir tanım tipik olarak altta yatan teknoloji hakkında üst düzey bilgiler içermektedir. MCA'nın düzenleme geliştirme ve/veya spektrum lisanslarını ve Ulusal Frekans Planını Malta'daki mobil operatörler tarafından D2C-IMT hizmetlerinin sağlanmasına izin verecek şekilde

	değiştirme girişiminde bulunması halinde, MCA mevcut bildirim formunun amaca uygun olup olmadığını veya bazı güncellemelerin uygun olup olmayacağını da değerlendirecektir.
Polonya (UKE)	Mobil operatörler şu anda bu tür hizmetleri sunmamaktadır. Şu an için bu konuda herhangi bir faaliyet yürütülmemektedir.
Portekiz (ANACOM)	Mevcut mobil operatörlerin yetkilendirmeleri (DUER- Radyo Spektrum Kullanım Hakları) IMT bantlarında uydu hizmetlerinin (D2D) sağlanmasına izin vermemektedir. Halihazırda Avrupa düzeyinde devam eden tartışmalar göz önüne alındığında, bu durum yakında onaylanacak olan RSPG Görüşü sonrasında değişebilir.
Sırbistan (RATEL)	Hayır, bizim pozisyonumuz, mobil operatörlerin D2C-IMT hizmetlerini uygulamasına izin vermek için düzenleyici çerçevemizin değiştirilmesi gerektiği yönündedir. D2C-IMT düzenleyici çerçevesini şekillendirmek için BEREC Wireless Network Evolution çalışma grubuna ve CEPT FM44 çabalarına aktif olarak katılıyoruz.
Slovak Cumhuriyeti (RU)	Hayır. Mobil operatörler D2C-IMT sunmamaktadır ve bu kullanım için herhangi bir talep yoktur.
Slovenya (AKOS)	Evet.
İsviçre (BAKOM)	Hayır, İsviçre mobil şebeke operatörlerinin lisansları karasal uygulamalarla sınırlıdır. Ancak, radyo test lisansları sınırlı bir süre için uygulanabilir.

İngiltere (OFCOM)	Mevcut mobil operatörün yetkilendirmeleri D2D-IMT hizmetlerine izin vermemektedir. Mart 2025 tarihli istişaremizde, Birleşik Krallık'ta D2D hizmetlerinin yetkilendirilmesini sağlayabilecek üç potansiyel çerçeveyi özetledik. Tercih ettiğimiz seçeneğin, mobil operatörlerin sahip olduğu lisanslarda bu yeni hizmetleri kapsayacak şekilde bir değişiklik yapılmasını ve mobil veya diğer sim özellikli el cihazları için bir lisans muafiyeti gerektireceğini belirtiyoruz.
S.4 Mobil operatörlerin D2C-IMT hizmetleri sunduğu alanlarda kapsama ve hizmet kalitesi yükümlülükleri açısından herhangi bir değişiklik veya ek yükümlülük öngörülüyor mu?	
Bulgaristan (CRC)	Yok.
Hırvatistan (HAKOM)	Bu konu değerlendirmeye alınmamıştır.
Çek Cumhuriyeti (CTU)	Mobil operatörler henüz bunları sunmuyor.
Finlandiya (TRAFICOM)	Bu analiz henüz yapılmamıştır.
Macaristan (NMHH)	Böyle bir hizmet sunulmamaktadır.
İrlanda (ComReg)	D2C-IMT hizmetleri etkinleştirildiğinde nasıl bir dağıtım modelinin uygulanacağı henüz belli olmadığı için bu konuda yorum yapmak için henüz çok erken.
İspanya (CNMC)	Uygulanabilir değil.

Malta (MCA)	Malta'daki mobil operatörler tarafından D2C-IMT hizmetlerinin sunulmasının mümkün hale gelmesi durumunda, kapsama alanı ve hizmet kalitesi yükümlülükleri açısından herhangi bir değişiklik veya ek yükümlülük konusu, D2C-IMT hizmetlerinin sunulmasına izin vermek için spektrum lisanslarının ve Ulusal Frekans Planının düzenlenmesi ve/veya geliştirilmesine yol açan sürecin bir parçası olarak ele alınacaktır.
Polonya (UKE)	Bu konular henüz değerlendirilmiyor.
Portekiz (ANACOM)	Hayır. S2'nin cevabına bakınız.
Sırbistan (RATEL)	3. soruya verilen cevapta belirtildiği gibi.
Slovak Cumhuriyeti (RU)	Yok.
Slovenya (AKOS)	Hayır.
İsviçre (BAKOM)	Şu anda geçerli değil.
İngiltere (OFCOM)	Ofcom'un Genel Hak Sahipliği Koşulları uyarınca, Mobil Operatörlerin acil durum örgütlerine kara tabanlı aramaların ücretsiz olarak yapılabilmesini sağlamaları ve teknik olarak mümkün olduğu durumlarda arayan konum bilgilerini kullanılabilir hale getirmeleri gerekmektedir. Mart 2025'teki istişaremizde, bir D2D ağı tarafından sağlanan ses hizmetlerinin bu Genel Koşullar tarafından kapsanacağını belirttik. D2D hizmetleri sunan Mobil Operatörler arasında, karasal ağlarda 'Acil Çağrı Dolaşımı'nı desteklemek için mevcut iş birliğine benzer bir düzenleme görmek istediğimizi vurguladık.

S.5 Mevcut mevzuatınıza göre uydu operatörünün D2C-IMT hizmetleri için ülkenizden hangi izni alması gerekmektedir?	
Bulgaristan (CRC)	Yok.
Hırvatistan (HAKOM)	Şu anda IMT bandında uydu lisansı almak mümkün değil.
Çek Cumhuriyeti (CTU)	Şu ana kadar düzenleyici çerçeve (gerekirse) veya mevcut düzenlemelerin ve lisansların yorumlanması oluşturulmamıştır.

<p>Finlandiya (TRAFICOM)</p>	<p>D2C-IMT hizmet sunumu açısından bu analiz henüz gerçekleştirilmemiştir. Bununla birlikte, mevcut mevzuatta, düzenleyici gereklilikler kullanılarak D2C-IMT hizmet sunumunu mümkün kılacak unsurlar bulunmaktadır:</p> <p>Tüm telekomünikasyon uydu hizmeti sağlayıcıları, D2C-IMT hizmet sağlayıcıları da dahil olmak üzere, Traficom'a telekomünikasyon bildirimini yapmak zorundadır.</p> <p>Ayrıca, yasal istisna kapsamında olmayan yer/yer istasyonları (yer istasyonları, besleme istasyonları), Traficom tarafından verilen bir kurulum ve işletim lisansına tabidir. Sinyal ileten yer istasyonları için ayrıca Traficom tarafından verilen bir radyo lisansı gerekmektedir.</p> <p>Kullanıcı ekipmanları (mobil yer istasyonları) (hizmet linkleri, besleme olmayan istasyonlar) ise, ya Traficom tarafından verilen lisans muafiyeti (“genel yetkilendirme”) kapsamında yer almakta (uyumlaştırılmış frekans kullanımı ve/veya standardize edilmiş terminale dayanarak) ya da radyo lisansı kapsamına girmektedir (Traficom). D2C-IMT kapsamında, değiştirilmemiş IMT kullanıcı cihazlarının (UE) kullanılması halinde lisans muafiyetinin devam etmesi mümkün olabilir. Kullanıcı cihazlarının, ilgili radyo ekipmanı gerekliliklerine (örneğin RED) uygun olması gerekmektedir.</p>
<p>Macaristan (NMHH)</p>	<p>Mevcut düzenlemeye göre böyle bir izin alınması mümkün değildir.</p>
<p>İrlanda (ComReg)</p>	<p>Şu anda uydu operatörleri mobil uydu hizmetlerine (MSS) tahsis edilen spektrumu kullanarak D2C hizmetleri sunabilir. Bu durumda uydudan cihaza olan aşağı bağlantı 2 GHz S-Band'dadır ve cihazdan uyduya olan yukarı bağlantı 1,6 GHz L-</p>

	band'dadır. Her iki spektrum bandı da mobil ağ operatörlerinden bağımsızdır ve bu tür hizmetler için L-bandının kullanımı İrlanda'da lisans gereksiniminden muaf tutulmuştur.
İspanya (CNMC)	Bir şirket, kendi uyduları ile D2C-IMT hizmetleri sunmak isterse, ihtiyaç duyulan yetkilendirme; bir uydu şebekesi ile buna karşılık gelen hizmetin (kişiler arası iletişim hizmetleri ve/veya internet erişim hizmetleri – uydu sağlayıcısının yalnızca toptan hizmet sunması durumu hariç) sunumuna ilişkin olacaktır.
Malta (MCA)	<p>Malta'da, numaradan bağımsız kişiler arası iletişim hizmetleri dışındaki elektronik haberleşme şebekesi ve/veya hizmetlerinin sunumu, Genel Yetkilendirme (GA - General Authorisation) rejimi kapsamında düzenlenmektedir. 3. soruya verilen yanıtta da belirtildiği üzere, mevcut GA rejimi, GA kategorileri açısından işlevsel ve teknolojiden bağımsız (teknoloji nötr) bir yaklaşım benimsemektedir.</p> <p>Bu bağlamda, eğer uydu işletmecisi Malta'da uydu yer istasyonları gibi şebeke unsurlarını işletiyor olacaksa, Malta Elektronik Haberleşme Kurumu'na (MCA) kamu elektronik haberleşme şebekesi sağlayıcısı olarak bildirimde bulunması gerekecektir. Ayrıca, uydu işletmecisi Malta'da elektronik haberleşme hizmeti (ECS) sunacaksa, bir ECS sağlayıcısı olarak GA kapsamında bildirimde bulunması gerekecektir. Bildirimde bulunulacak GA kategorisi veya kategorileri, sunulan ECS türüne bağlı olacaktır.</p>

Polonya (UKE)	<p>Polonya'da şu anda D2D ve D2C için özel düzenlemeler bulunmamaktadır, ancak uydu operatörünün genellikle aşağıdaki yetkileri alması gerekir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belirli frekans bandını kullanma yetkisi: <p>* uzayda radyo ekipmanı kullanma lisansı</p> <p>* yer istasyonu olarak radyo ekipmanı kullanma lisansı</p> <ul style="list-style-type: none"> • telekomünikasyon hizmetleri sağlayıcılarının kayıtlarına giriş
Portekiz (ANACOM)	S2'nin cevabına bakınız.
Sırbistan (RATEL)	3. soruya verilen cevapta belirtildiği gibi.
Slovak Cumhuriyeti (RU)	Yok.
Slovenya (AKOS)	Yürürlükteki mevzuata göre, uydu işletmecisinin mobil şebeke işletmecisine (MNO) başvurması gerekmektedir.
İsviçre (BAKOM)	Prensip olarak, mevcut yasal çerçeve altında, bir uydu operatörü İsviçre üzerindeki radyo spektrumunu kullanmak istiyorsa bir radyo lisansına (ulusal frekans tahsis planına uygun olması gerekir) ihtiyaç duyar. Ayrıca bir telekomünikasyon hizmet sağlayıcısı olarak kayıt yaptırması gerekir.

İngiltere (OFCOM)	Mevcut mevzuatımız ve yetkilendirmelerimiz uyarınca, D2D iletimleri henüz Birleşik Krallık'ta izin verilmemektedir. Danışma sürecimizin sonucuna bağlı olarak, gelecekte belirlediğimiz hem teknik hem de teknik olmayan koşullar doğrultusunda bu hizmetleri sağlamak için Mobil ve Uydu operatörlerinden ortak başvurular almayı bekliyoruz.
S.6 Ükenizde mobil operatörler kendilerine tahsis edilen IMT frekanslarını uydu şirketlerinin kullanımına açabilir mi?	
Bulgaristan (CRC)	Hayır.
Hırvatistan (HAKOM)	Hayır.
Çek Cumhuriyeti (CTU)	Hayır.
Finlandiya (TRAFICOM)	Bu analiz henüz yapılmadı.
Macaristan (NMHH)	Hayır, lisansları gereği frekanslarını uydu şirketlerine D2C hizmetleri için kullandıramazlar.
İrlanda (ComReg)	Henüz değil.
İspanya (CNMC)	Spektrum kullanımı, Ulusal Frekans Tahsis Tablosu'nda tanımlanmıştır. Uydular üzerinden karasal frekansların kullanımı, koşullarda ve gerekliliklerde (güç seviyeleri, enterferans koruması vb.) değişikliklere yol açabileceğinden, mobil işletmeciye tahsisli IMT frekanslarının bu yeni kullanımının Dijital Dönüşüm Bakanlığı tarafından analiz edilmesi ve yetkilendirilmesi gerekecektir. CNMC, spektrum kullanımına ilişkin herhangi bir değişikliğin gerçekleştiğine dair bir bilgiye sahip değildir.

Malta (MCA)	AB yasalarına uygun olarak, ulusal düzenlemeler mobil operatörlerin elektronik iletişim hizmetlerinin sağlanması için tasarlanmış radyo spektrumunu ticarete açmalarına izin verir. Ancak, spektrum lisansının kapsamı, elektronik iletişim hizmetleri sağlayabilen karasal sistemler için tahsis edilen spektrumun kullanımını sınırlar. Ayrıca, Ulusal Frekans Planı uydu uygulamaları için mobil bantlar tahsis etmemektedir ve bu nedenle bu bantların uydu ile ilgili uygulamalar için kullanımı şu anda mümkün değildir.
Polonya (UKE)	Mevcut frekans rezervasyonları, frekansların kiralanması olasılığına izin verir. Frekans kiralamak mümkün olacaktır, ancak uydu şirketleri bunları D2C-IMT hizmetleri sağlamak için kullanamazlar. Mevcut frekans rezervasyonları yalnızca mobil/sabit radyo iletişim hizmeti için düzenlenir.
Portekiz (ANACOM)	Şu anda değil. S2'nin cevabına bakınız.
Sırbistan (RATEL)	Mevcut düzenleyici çerçeve değiştirilmeden bu mümkün değildir; zira halihazırda mobil ve uydu frekans spektrumlarının kullanımı arasında net bir ayrım bulunmaktadır.
Slovak Cumhuriyeti (RU)	Hayır.
Slovenya (AKOS)	IMT frekansları, Ajansımız tarafından yalnızca kayıtlı mobil şebeke işletmecilerine (MNO) kamu ihalesi yoluyla tahsis edilmektedir.
İsviçre (BAKOM)	Bu ihtimal dışlanmamaktadır, ancak D2C-IMT frekans tahsisinin en azından bölgesel düzeyde (CEPT kapsamında) uyumlaştırılmış olması şarttır.

İngiltere (OFCOM)	Mart 2025'te gerçekleştirdiğimiz kamu istişaresinde, Birleşik Krallık'ta D2D hizmetlerinin sunumu için uygun olduğunu düşündüğümüz bir IMT bantları alt kümesini belirttik. Bu hizmetlerin sağlanabilmesi için, birlikte kanal içi girişimi (co-channel interference) yönetebilecek bir Mobil Şebeke İşletmecisi ile Uydu İşletmecisi arasında bir iş birliği gerekecektir.
S.7 D2C-IMT hizmetlerinde kullanılan uydu yer istasyonlarının ülkenizin sınırları içerisinde bulunması zorunlu mudur/olmalı mıdır?	
Bulgaristan (CRC)	Yok.
Hırvatistan (HAKOM)	Henüz tanımlanmamıştır.
Çek Cumhuriyeti (CTU)	Bilinmiyor, araştırılacak.
Finlandiya (TRAFICOM)	Bu analiz henüz yapılmadı. Diğer uydu iletişim hizmeti sağlayıcıları için böyle bir gereklilik yoktur. Finlandiya sınırları içinde yer istasyonu yetkilendirmesi konusunda daha ayrıntılı gereklilikler için ayrıca soru 5'e bakın.
Macaristan (NMHH)	Böyle bir düzenleme bulunmamaktadır.
İrlanda (ComReg)	ComReg'in CEPT, EC ve ITU düzeyindeki güncel gelişmeleri izlemesi nedeniyle bu konuda yorum yapmamız için henüz erken.
İspanya (CNMC)	Genel olarak, İspanyol spektrum düzenlemeleri, teknik olarak mümkün olması koşuluyla, uydu sistemine ait yönetim merkezlerinin ve kontrol istasyonlarının İspanya'da yer alacağına dair bir taahhüdün sunulmasını zorunlu kılmaktadır

	(24 Şubat tarihli 123/2017 sayılı Kraliyet Kararnamesi ile onaylanan Kamu Spektrumunun Kullanımına İlişkin Yönetmelik, madde 43.4).
Malta (MCA)	Şu anda, uydu sağlayıcılarının yer altyapısını ulusal topraklar içinde konumlandırmasını zorunlu kılan herhangi bir düzenleme yürürlükte değildir.
Polonya (UKE)	Bu tür hizmetlerin sunumu şu anda mümkün değildir. Soruda belirtilen konu henüz değerlendirilmemiştir.
Portekiz (ANACOM)	S2'nin cevabına bakın. Her halükarda, bu diğer uydu hizmetlerinde şu anda uygulanan bir uygulama değildir.
Sırbistan (RATEL)	Evet, ülkemiz sınırları içerisinde tüm operatörlerin (uydu ve diğerleri) yasal dinleme noktalarının bulunması zorunludur.
Slovak Cumhuriyeti (RU)	Yok.
Slovenya (AKOS)	Evet.
İsviçre (BAKOM)	Kesinlikle böyle olmak zorunda değildir. Ancak, bu yer istasyonları aracılığıyla yapılan iletişimin, diğer ulusal ve uluslararası radyo uygulamalarıyla girişime neden olmaması bir ön koşuldur.
İngiltere (OFCOM)	Danışmanlığımızda, D2C-IMT hizmetiyle ilişkili yer istasyonlarının İngiltere'de bulunması gerektiği yönünde bir öneride bulunmadık.
S.8 Konuyla ilgili olarak elinizde ek bilgi, kaynak veya belge varsa paylaşmanızdan mutluluk duyarız.	
Bulgaristan (CRC)	-

Hırvatistan (HAKOM)	Yukarıda belirtilen izinlerin/işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için yönetmelik/lisanslarda değişiklik yapılması gerekmektedir.
Çek Cumhuriyeti (CTU)	Avrupa Birliği içerisinde D2C/D2D tartışmaları öncelikle rekabet boyutları, AB iç pazarının işleyişi, tüm Üye Devletler için faydaların sağlanması, mevcut IMT ağlarının korunması ve sınır ötesi koordinasyon konularına odaklanmaktadır.
Finlandiya (TRAFICOM)	Finlandiya'dan ek bilgi, kaynak veya belge bulunmamaktadır.
Macaristan (NMHH)	Belge bulunamadı.
İrlanda (ComReg)	-
İspanya (CNMC)	<p>İşletmeciler aşağıdaki bağlantılardan (İspanyolca) daha fazla bilgi edinebilirler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://sede.cnmc.gob.es/sites/default/files/2025-04/Guia%20Notificacion%20LGTel_0.pdf (Elektronik haberleşme şebekelerinin ve/veya hizmetlerinin bildirimine ilişkin el kitabı). • https://sede.cnmc.gob.es/sites/default/files/2022-08/Anexo%20Notificacion%20LGTel%202022.pdf (Elektronik haberleşme şebekelerinin ve/veya hizmetlerinin sunumunun bildirilmesi – ilk bildirim veya faaliyet genişletme). <p>Cihazlara Doğrudan Uydu Bağlantısı (Direct-to-Device) ve Tek Pazar (Single Market) konularına ilişkin Avrupa Birliği düzeyinde yürütülmekte olan bir kamu istişaresi bulunmaktadır: https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/7c6039f4-0e01-402c-</p>

	9b78-638d800ce965_en?filename=RSPG25-008final-Draft_Opinion_on_D2D_and_Access_to_EU_Market_for_PC.pdf
Malta (MCA)	-
Polonya (UKE)	Bu konuda elimizde ek bir bilgi bulunmamaktadır.
Portekiz (ANACOM)	RSPG'nin "uydu Doğrudan Cihaza Bağlantı ve İlgili Tek Pazar konularına yönelik AB düzeyindeki politika yaklaşımı" hakkındaki taslak görüşü: https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/7c6039f4-0e01-402c-9b78-638d800ce965_en?filename=RSPG25-008final-Draft_Opinion_on_D2D_and_Access_to_EU_Market_for_PC.pdf
Sırbistan (RATEL)	D2C-IMT ile ilgili ulusal belgelerimiz yok, ancak D2C ile ilgili ECC Taslak Raporunun geliştirilmesinde aktif olarak yer alıyoruz (bu belgenin 10.04.2025 tarihli güncel taslak versiyonuna erişmek için CEPT FM 44 - Uydu İletişimleri çalışma grubu için oturum açma kimlik bilgilerine sahip olmanız gerekir)
Slovak Cumhuriyeti (RU)	-
Slovenya (AKOS)	Tüm bilgilere şu adresten ulaşabilirsiniz: https://efis.cept.org/ .
İsviçre (BAKOM)	-

<p>İngiltere (OFCOM)</p>	<p>Mart 2025'teki istişaremizden önce, Temmuz 2024'te Birleşik Krallık'taki D2D hizmetlerine yönelik talep ve fayda ile WRC-27'den önce yetkilendirme talebi hakkında paydaş görüşlerini arayan bir Girdi Çağrısı* (CFI) yayınladık.</p> <p>Kasım 2024'te, CFI'ye verilen yanıtların bir özetini** yayınlayarak temel faydaları belirledik ve Birleşik Krallık'ta D2D hizmetlerini etkinleştirmek için yetkilendirme seçenekleri geliştirme ve bu konuda istişare etme planlarımız dahil olmak üzere bir sonraki adımlarımızı özetledik.</p> <p>Mevcut konumumuz ve sürecimiz hakkında daha fazla ayrıntı Mart 2025'teki İstişaremizde*** bulunabilir: <i>“Mobil spektrum bantlarında Uydu Doğrudan Cihaza Hizmetlerini Etkinleştirme.”</i></p> <p>*</p> <p>https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909</p> <p>**</p> <p>https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space---summary-of-responses-and-next-steps.pdf?v=385776</p> <p>***</p> <p>https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/consultation-enabling-satellite-</p>
-------------------------------------	--

	<u>direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands/main-documents/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands.pdf?v=393278</u>
--	--

EK-3

Questionnaire on satellite issues

RSPG Strategic Spectrum Matters subgroup

The objective of this questionnaire is to gather high level information from Member States in order to develop the RSPG analysis in response to the Request for Opinion on the EU-level policy approach to satellite Direct-to-Device connectivity and related Single Market issues (RSPG24-023). This questionnaire is addressing both “Authorisation of D2D services in EU Member States” (part 1) and “access to EU market” (part 2). In order to focus the questionnaire on national authorisation issues, questions related to Radio Regulation article 4.4 have been retained for further discussion at subgroup level when drafting the Opinion. If needed, any issue relative to application of RR art 4.4 could be addressed when responding to the questionnaire.

1. Authorisation of D2D services in Member States

This section of the questionnaire refers to three distinct types of D2D services as identified during subgroup meetings. In this questionnaire we are not reopening any discussion on 2 GHz MSS which is a special case already addressed by RSPG in its previous Opinion (see RSPG24-007).

1.1 D2D-MES service provision (Mobile Earth Stations) in bands specific to a satellite operator

Q1 What is the regulatory mechanism for usage of D2D-MES satellite services in your country? Authorisation (rights of use)? Other mechanisms? If other mechanisms, how/please provide details?

The legal basis in Germany is the Frequency Ordinance (Frequenzverordnung) which is the German NTFA. This is based on the Radio Regulations, but is also taking into account other subjects, such as European and/or national interests. The frequency utilisation plan (Frequenzplan) is based on the Frequency Ordinance and contains information on possible existing and future uses. Based on this, we provide individual authorisations for such satellite networks. MES under the control of the respective network can be exempted from the need to

obtain individual authorisation and are practically encompassed in the network authorisation

Q2 Are there any hindrances (regulatory, technical, other) to providing D2D-MES services in your country?

On a technical level it has to be studied, e.g. by CEPT ECC, whether compatibility issues and interferences will occur, as the satellites will act as base stations station in orbit that have to comply to the same compatibility aspects (e.g. OOBE, in-band coordination) as terrestrial base stations.

If an application cannot be implemented on the basis of the frequency ordinance or frequency plan, there is still the possibility of implementing it on an experimental radio basis (Test and Trial) for a limited period of time and under the condition of no interference and no protection.

Q3 Are there issues with D2D-MES that you deem require further discussion in RSPG subgroup?

The following topics/issues might be raised in the RSPG subgroup regarding D2D-MES: (1) Emergency communication and voice call services as obligated within EU countries by the European Electronic Communications Code. (2) Lawful interception. (3) The integration of satellite networks in overall integrated radio access of electronic communication services is not be limited anymore to terrestrial services (TRA-ECS). (4) Mobility management (roaming) (5) Interoperability of user equipment (6) The extent regulators may provide regulation or leave the relevant decisions (on 4 and 5) to the forces of the market.

1.2 D2D-IMT service provision in harmonised ECS bands¹⁸² under Spectrum Decision

Q4 Do you expect demand for D2D satellite services in harmonised ECS bands in your country? What type of demand? How would you address that demand?

¹⁸² See current ECS harmonised bands under Spectrum Decision: 700, 800, 900 MHz, 1400 MHz, 1800 MHz, 2 GHz, 2.6 GHz, 3.4-3.8 GHz, 26 GHz, 42 GHz

Demand is understood as the possible request by stakeholders for possible future D2D services in the TRA-ECS bands. Noting that, Germany has no expressed demand. Responding to the partial question how such demand could be addressed, see Q5.

Q5 Is it possible to introduce D2D satellite services in harmonised ECS bands under current authorisations today in your country?

Without further provisions there is no way to introduce D2D satellite services in the TRA-ECS bands. In addition, since the usage in all of the relevant bands has been provided to the MNOs on an exclusive basis for the provision of terrestrial wireless access, following the relevant EU Spectrum decisions, these provisions would be subject to the agreement of the MNOs.

Q6 What benefits or drawbacks do you see from introducing D2D satellite services in harmonised ECS bands?

Benefits: closing last gaps in mobile network coverage; resilient infrastructure in case of local black outs (natural disasters, terror acts, etc.), For possible drawbacks, see Q7.

Q7 Are there issues with D2D satellite services provision in harmonised ECS bands that you deem require further discussion in RSPG subgroup? Spectrum (technical conditions, frequency allocation, others), administrative issues, any equipment, competition, other?

The following topics/issues might be raised in the RSPG subgroup regarding D2D-IMT: (1) Emergency communication and voice call services as obligated within EU countries by the European Electronic Communications Code (2) Are there possible impacts to national European Competition. (3) Need for technical studies to address sharing and compatibility issues, (4) Protection of other radio services etc. (3-4 to be addressed in CEPT ECC).

1.3 D2D-IoT satellite service provision in frequency bands different from ECS harmonised bands and not specific to a satellite operator such as SRD bands and MSS frequency bands <1GHz

In MSS frequency bands <1 GHz, already subject to a voluntary harmonisation measures¹⁸³ (CEPT), or SRD bands such as the 862-870 MHz band, where CEPT is drafting possible harmonisation measures for satellite services provision in that band, various IoT satellite providers could technically share the same band. Both the 862-870 MHz and 169 MHz bands are targeted by IoT satellite service provision, and are already harmonised for SRD¹⁸⁴ under general authorization regime.

Administrations are invited to respond to the following questions for both MSS <1GHz and SRD band.

Case a: MSS <1GHz

Q8 What is the regulatory mechanism for usage of D2D-IoT satellite services in your country?

In MSS frequency bands below 1 GHz, we follow ERC Decision (99)06. BNetzA monitors the spectrum occupancy of those MSS bands via the satellite monitoring station in Leeheim. We see spectrum in MSS below 1 GHz as a shared spectrum resource for many MSS providers due to the M2M/IoT characteristics of such emissions (limited in terms of power density, duty cycle, and bandwidth) . Overall spectrum occupation is moderate according to our measurements. If needed, service providers can coordinate among themselves those frequencies which are more actively used, e.g. for channels used for data collection. The regulatory mechanism is to award individual authorizations to such networks to ensure coexistence and sharing amongst MSS and also other services. D2D-IoT under the control of the respective network can be exempted from the need to obtain individual authorisation and are practically encompassed in the network authorisation.

Q9 Is it possible to introduce D2D-IoT satellite services today in your country?
How?

¹⁸³ see ECC Decisions (99)/05 and (99)06

¹⁸⁴ See Commission Implementing Decision (EU) amending Decision 2006/771/EC (SRD decision) – 9th update under negotiation at RSC – see various EU harmonised SDR usages in or part of 862-870 MHz

Yes, it is possible. Providers need to file an application for an individual satellite network authorisation. For authorisation limitation see Q8.

Q10 Are there issues with D2D-IoT satellite services provision that you deem require further discussion in RSPG subgroup? Spectrum (technical conditions, , frequency allocation others) any equipment, other?

None

Case b: IoT Satellite services in SRD bands such as the 862-870 MHz band

Q11 What is the mechanism for usage of D2D-IoT satellite services in your country?

Such earth station equipment can already operate within 862-870 MHz under the general authorisation for non-application specific SRD applications (see ERC Rec. 70-03 Annex 1 and also EC Decision 2006/771/EC as amended) on the uplink to the satellite under the envelope of the technical parameters such as the applicable bandwidth, duty cycle, radiated power limitations. On the downlink we apply the PFD limit of $-142 \text{ dB(W)/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz)}$ to ensure that there is no unacceptable interference to other users. We did so after studying the subject which is also reflected in ECC Report 357. Unwanted emissions are also ensured to be low enough to not interference into usage in adjacent bands (OOB at least 23 dBc below).

Q12 Is it possible to introduce D2D-IoT satellite services today in your country? How?

Yes, it is. D2D-IoT providers need to provide information that we can fulfil our obligations in case of reported interference under RR No. 4.4. They also need to demonstrate that they technically could immediately cease satellite downlink transmissions, if they are requested to do so. In case of a satellite system using a foreign satellite filing, we ask for reciprocity, also to ensure that the notifying administration of that satellite system is aware and would live up to their obligations as ITU notifying administration, as the usage is under RR No. 4.4.

Q13 Are there issues with D2D-IoT satellite services provision that you deem require further discussion in RSPG sub group? Spectrum (technical conditions, frequency allocation, others) any equipment, other?

see Q10 (duplication)

EK-4**UYDU-KARASAL MOBİL YAKINSAMASINA İLİŞKİN SUALNAME**

1. Şirketinizin doğrudan ya da yerli/yabancı bir uydu operatörü ile iş birliği yaparak ülkemizde D2C hizmeti vermesine yönelik bir planı bulunmakta mıdır?
2. Mobil operatörler ile uydu operatörleri arasında gerçekleştirilen D2C-IMT iş birliğinin ülkemizde mobil haberleşme hizmetleri ile tüketiciler açısından sağlayabileceği avantaj ve dezavantajlar nelerdir?
3. Meri mevzuat ve ilgili yetkilendirmeleriniz kapsamında bir uydu operatörünün ülkemizde D2C-IMT hizmeti/iş birliği sağlamasına ilişkin hukuki açıdan değerlendirmeleriniz nelerdir? (mobil operatörlere tahsisli frekansların kullanımı, uydu operatörünün ülkemizde yetki alma ihtiyacı olup olmadığı/hangi yetki türünün uygun olduğu, ulusal/uluslararası kuruluşlar (ITU vb.) ile koordinasyon süreçleri vb.)
4. Mobil operatörlere tahsisli ya da tahsis edilebilecek (700-800-900-1800-2600-3500 MHz bantları) frekansların D2C-IMT teknolojisinde uydu operatörleri ile iş birliği kapsamında kullanılmasının Şirketiniz uyduları açısından olası etkilerine ilişkin değerlendirmeleriniz nelerdir?
5. DCT-IMT hizmetinin sunumunda Şirketiniz açısından karşılaşılabilecek olası teknik problemler nelerdir? Bu problemlerin çözümüne ilişkin önerileriniz nelerdir?
6. Ülkemizde D2C-IMT hizmeti iş birliğinin yerli veya yabancı uydu operatörleri ile yapılmasına ilişkin hukuki/teknik değerlendirmeleriniz nelerdir?

7. D2C-IMT hizmeti açısından Elektronik Haberleşme Sektörüne İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği'nin 19'uncu maddesinin birinci fıkrasının (n) bendi yükümlülüklerinin kim tarafından ve ne şekilde karşılanacağına ilişkin hukuki ve teknik değerlendirmeleriniz nelerdir?
8. D2C-IMT hizmeti sunumunda kişisel verilerin korunması, şebeke ve bilgi güvenliği ile iletişimin tespitine yönelik ilgili mevzuat kapsamında alınması gereken tedbirler nelerdir?
9. Konu ile ilgili varsa ilave bilgi, kaynak vb. dokümanlar ile değerlendirmeleriniz nelerdir?

EK-5**UYDU-KARASAL MOBİL YAKINSAMASINA İLİŞKİN SUALNAME**

1. Şirketinizce D2C-IMT iş modelinin kullanımının ülkemizde mobil haberleşme hizmetleri ile tüketiciler açısından sağlayabileceği avantaj ve dezavantajlar nelerdir?
2. Meri mevzuat ve ilgili yetkilendirmeleriniz kapsamında Şirketinizin bir uydu operatörü ile D2C-IMT iş birliği yapabilmesine ilişkin hukuki açıdan değerlendirmeleriniz nelerdir? (Şirketinize tahsisli frekansların uyduda kullanılması, uydu operatörünün ülkemizde yetki alma ihtiyacı olup olmadığı vb.)
3. Şirketinize tahsisli ya da tahsis edilebilecek (700-800-900-1800-2600-3500 MHz bantları) frekansların D2C-IMT teknolojisinde kullanılmasının mümkün olup olmadığına ilişkin değerlendirmeleriniz nelerdir?
4. D2C-IMT hizmeti açısından Elektronik Haberleşme Sektörüne İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği'nin 19'uncu maddesinin birinci fıkrasının (n) bendi yükümlülüklerinin kim tarafından ve ne şekilde karşılanacağına ilişkin hukuki ve teknik değerlendirmeleriniz nelerdir?
5. DCT-IMT hizmetinin sunumunda karşılaşılabilecek olası teknik problemler nelerdir? Bu problemlerin çözümüne ilişkin önerileriniz nelerdir?
6. Şirketinizin D2C-IMT hizmeti sunma konusunda ne tür çalışmaları vardır ve bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar nelerdir?
7. 5G ve ötesi teknolojilerin D2C-IMT hizmetleri sunumunda ne tür bir rolü olacağını düşünüyorsunuz?
8. D2C-IMT hizmeti sunumunda kişisel verilerin korunması, şebeke ve bilgi güvenliği ile iletişimin tespitine yönelik ilgili mevzuat kapsamında alınması gereken tedbirler nelerdir?

EK-6**UYDU-KARASAL MOBİL YAKINSAMASINA İLİŞKİN SUALNAME**

1. Şirketinizin ülkemizde D2C hizmeti (D2C-IMT, D2C-MSS vb.) sunmaya yönelik bir planı bulunmakta mıdır? Varsa detayları nelerdir?
2. Mobil operatörlerle D2C-IMT hizmeti sunumuna yönelik iş birliği yapılabilmesini teminen uydu operatörü tarafından alınması gereken yetkilendirme türüne ilişkin değerlendirmeleriniz nelerdir?
3. Mobil operatörler ile uydu operatörleri arasında gerçekleştirilen D2C-IMT iş birliğinin ülkemizde uydu haberleşme hizmeti sağlayıcıları ile tüketiciler açısından sağlayabileceği avantaj ve dezavantajlara ilişkin değerlendirmeleriniz nelerdir?
4. DCT-IMT hizmetinin sunumunda karşılaşılabilecek olası teknik problemler nelerdir? Bu problemlerin çözümüne ilişkin önerileriniz nelerdir?
5. Ülkemizde D2C-IMT hizmeti iş birliğinin yerli veya yabancı uydu operatörleri ile yapılmasına ilişkin hukuki/teknik değerlendirmeleriniz nelerdir?
6. D2C-IMT hizmeti açısından Elektronik Haberleşme Sektörüne İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği'nin 19'uncu maddesinin birinci fıkrasının (n) bendi yükümlülüklerinin kim tarafından ve ne şekilde karşılanacağına ilişkin hukuki ve teknik değerlendirmeleriniz nelerdir?
7. D2C-IMT hizmeti sunumunda kişisel verilerin korunması, şebeke ve bilgi güvenliği ile iletişimin tespitine yönelik ilgili mevzuat kapsamında alınması gereken tedbirler nelerdir?
8. Konu ile ilgili varsa ilave bilgi, kaynak vb. dokümanlar ile değerlendirmeleriniz nelerdir?

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűőecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gűsterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde değinme yaparak yararlandığımı ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Meslek Personeli Yűnetmeliđine uygun olarak hazırladığımı belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tűm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

06.08.2025

Elif İPEK

ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Mersin'in Anamur ilçesinde doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Mersin'de tamamladı. 2012 yılında İstanbul Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde başladığı lisans eğitimini 2017 yılında başarıyla tamamladı. Kamu hizmetine 2022 yılı Ocak ayında Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nda Bilişim Uzman Yardımcısı olarak başladı. Halen aynı kurumda, Yetkilendirme Dairesi Başkanlığı bünyesinde görevini sürdürmektedir.

