

12. ULAŖTIRMA VE HABERLEŖME ŖÛRASI

HABERLEŖME ÇALIŖMA GRUBU

SEKTÖR ÖNGÖRÜ RAPORU

-

GÖREV MATRİSİ BAŖLIKLARI

1.3.Uydu HaberleŖme Hizmetleri

2.3.Uydu HaberleŖme Hizmetleri

4.3.Uydu HaberleŖme Hizmetleri

TELKODER Görüşleri

-

Koordinatör

Nejat DÖĞER

1. DÜNYADA MEVCUT DURUM VE TRENDLER

1.3.Uydu Haberleşme Hizmetleri

Küresel Uzay Ekonomisi, 366 milyar \$'lık bir büyüklüğe sahiptir. Uydu imalatı 12,5 milyar \$, fırlatma endüstrisi 4,9 milyar \$, yer donanımları 130,3 milyar \$, devletlerin uydu bütçeleri, ticari insanlı uzay uçuşları gibi çalışmalar 95 milyar \$ ve uydu haberleşme hizmetleri ise bu büyük pastanın yaklaşık 3'te 1'ni oluşturan 123 milyar \$'lık kısmıdır (SIA 2020: 1).

Uydu Haberleşme Hizmeti pazarı, 2013 yılından bu yana %3,7'lik büyümüştür. 2019 yılında, uydudan televizyon ve radyo gelirleri 98,2 milyar \$, genişbant gelirleri 2,8 milyar \$, Sabit Uydu Hizmetleri (ITU-FSS) 17,7 milyar \$, Mobil Uydu Hizmetleri (ITU-MSS) 2 milyar \$ ve yeryüzü gözlemi (tarım, meteoroloji, iklim değişikliği, vb.) için olan gelirler 2,3 milyar \$ olarak hesaplanmaktadır. Uydu haberleşme hizmeti gelirlerinin büyük kısmını Uydu TV hizmetleri oluşturuyor olsa da, yeni nesil uyduların Ka-bant uydu internet hizmeti ile farklı frekanslarda daha kârlı hizmet vereceği ve bu tablonun ilerleyen yıllarda değişeceği öngörülmektedir.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Uydu TV	92,6	95	97,8	97,7	97	94,2	92
Uydu Radyo	3,8	4,2	4,6	5	5,4	5,8	6,2
Uydu Genişbant	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,4	2,8
Sabit Uydu Hizmetleri (FSS)	16,4	17,1	17,9	17,4	17,9	17,9	17,7
Mobil Uydu Hizmetleri (MSS)	2,6	3,3	3,4	3,6	4	4,1	2
Yeryüzü Gözlemi	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,1	2,3
Toplam	118,6	122,9	127,4	127,7	128,7	126,5	123
Büyüme Oranı	% 5	% 4	% 4	% 0,2	% 1,1	-% 1,7	-% 2,7

Tablo-1: Dünya Uydu Haberleşme Hizmetleri Gelirleri (Milyar \$), (SIA 2020: 2)

İnternetin, hayatımızın her alanına ilişkin işlerimizi kolaylaştıran rolü, internet kullanımının daha geniş kitlelere yayılmasına neden olmuştur. Özellikle internet aracılığıyla resim, video paylaşımları son dönemlerde iyice artmıştır. Yaşama şeklimiz her geçen gün daha fazla bilgiye ulaşılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu durumların doğal sonucu olarak, daha yüksek hızlı ve daha ucuz internet hizmetine erişim ihtiyacı, herkesin ortak amacı haline gelmiştir.

Uydu haberleşme hizmetleri, yeni gelişmelere çabuk uyum sağlayan bir sektör olarak, diğer telekomünikasyon hizmetlerinin tamamlayıcısı konumundadır. Dünya'da 10-12 sene öncesine kadar uydudan genişbant uygulamaları sınırlı bir seviyede idi. İlk yatırım ve hizmet bedellerinin

pahalı olması nedeniyle yeterli yaygınlık ve talebe ulaşamamıştı. Bu durum Ka-bant teknolojisini kullanan uyduların devreye alınmaya başlamasıyla değişmeye başlamıştır.

Ka-bant altyapısı, teknolojisinde kullandığı hücresele yüksek güçlü kapsama alanları sayesinde, kullanıcılara daha yüksek gönderme/alma hızlarını daha ucuza sağlamıştır. Hem geleneksel Ku-bant erişimlerine göre daha kolay montaj ve daha düşük yatırım maliyetlerine sahip hem de daha küçük antenler (≤ 74 cm) sunarak piyasada karasal DSL çözümlere alternatif bir çözüm olmuştur. Ayrıca Ka-bant'ta uyduya ayrılan frekans aralığının farklı bölgelerde defalarca kullanılması ile birim veri maliyetinin düşmesi sağlanarak son kullanıcılara uydu hizmetinin DSL ile rekabet edebilen fiyatlarla sunulabilmesinin önü açılmıştır.

Bu gelişmelere benzer şekilde uydu haberleşme teknolojilerinde birçok yeni değişiklik yaşanmaktadır. LEO uydularıyla yüksek hızlarda iletişimin sağlanmasına yönelik projeler, tek bir roket ile yüzlerce küçük uydunun aynı anda atılabilmesi, uydu imalatındaki gelişmeler, tekrar kullanılabilen fırlatma sistemlerinin geliştirilmesi ile maliyetlerde ciddi düşüşler yaşanması, gecikme sürelerinin (latency) azalması, kapsama alanlarının artması bu gelişmelerden bazılarıdır.

Uyduların boyutlarının küçülmesi ve yeteneklerinin artması, uydu haberleşme teknolojilerinin geleceğinin, yüksek frekans kullanan ve daha alçak yörüngede bulunan uydulardan oluşacağını bizlere göstermektedir. Özellikle yeni alçak yörünge uyduların 5G teknolojisinin tüm dünyada yaygınlaşmasında tamamlayıcı unsur olarak hizmet vermesine yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu yeni nesil uyduların bir kısmı, hâlihazırda kullanılmakta ve/veya gelecekte kullanılması planlanmaktadır.

Bu noktada küçük uydular hakkında bazı bilgiler paylaşmak yerinde olacaktır. Küp uydular olarak da adlandırılan Küçük Uydular (Small Satellites), kabaca 5 sınıfa ayrılmaktadır.

- a. Mini Uydular (100-500 kg ağırlığında)
- b. Mikro Uydular (10-100 kg)
- c. Nano Uydular (1-10 kg)
- d. Piko Uydular (0,1-1 kg)
- e. Femto Uydular (<0,1 kg)

Minyatürleştirme ve teknik sistemlere ilişkin iyileştirmeler (kullanım ömrü, itme ve dengeleme gibi sistemlerin gelişmesi) ile birlikte hafifleşen yeni nesil uydular sayesinde, geçmişte 1 tondan fazla bir ağırlığa sahip bir uydu, günümüzde 50 kg ağırlığındaki bir uydu ile eşdeğer performansta hizmet verebilecek duruma gelmiştir. Küçük uyduların imalat pazarının büyük bölümünü, uydu işletmeciliğinden bağımsız, büyük veya küçük sistem bütünleştiricileri oluşturmaktadır.

Küresel uzay endüstrisinde ilk 10 uydu üreticisi; Airbus, Boeing, Lockheed Martin, Orbital ATK, Thales Alenia Space, SpaceX, SSL, Mitsubishi Electric Corporation, Ball Aerospace, Indian Space Research Organization olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlar ile birlikte, yeni nesil uyduları

üreten diğer bazı şirketler ise; AAC Microtec, AstroCast, Clyde Space, Kepler, NASA, OneWeb, Planet Labs Inc., Sky & Space'dir.

Hindistan Uzay Araştırmaları Örgütü (ISRO) tarafından 15 Şubat 2017 tarihinde, PSLV-C37 olarak adlandırılan görev kapsamında, tek roket ile 104 nano uydu fırlatılmış ve SSO'ya başarıyla yerleştirilmiştir. Bu başarı, küçük uydu teknolojileri alanında ilklerden bir tanesidir. Bu alanda gerçekleşen son girişimlerden bir başkası da, ChipSats'ın, 18 Mart 2019'da 105 femto uyduyu dünya yörüngesine yerleştirmesidir. Yerleştirilen uydular birkaç gün boyunca test edilmiş ve akabinde atmosfere girerek yanmıştır (TELKODER 2021: 8, 9).

4 Ekim 1957'de Sovyetler Birliği dünyanın ilk yapay uydusu olan Sputnik 1'i fırlattı. O zamandan bugüne 40'tan fazla ülkeden yaklaşık 8.900 uydu fırlatıldı. 2018 tahminine göre yaklaşık 5.000'i yörüngede kalmıştır. 2020 Nisan ayı itibarıyla bunların yaklaşık 2.666'sı çalışır durumdayken, geri kalanı faydalı ömürlerini tamamlamış ve uzay enkazı haline gelmiştir. Geleneksel olarak uydu iletişimi GEO ile yapılmaktaydı, ancak günümüzde, LEO ve MEO'da projelere dâhil edilmekte ve bu yörüngelerde uydu sayıları giderek artmaktadır. Önümüzdeki 10 yıl içerisinde 50.000'den fazla uydunun aktif olarak çalışması beklenmektedir.

LEO konusunda büyük beklentiler 1990'lı yıllara dayanmaktadır. Globalstar, Iridium, Odyssey ve Teledesic'in iddialı planları varken sonunda, Iridium haricindeki firmalar, yüksek maliyetler ve sınırlı talepler nedeniyle, projelerini geri çekmiş veya iptal etmiştir. Firmaların tamamı mali sıkıntı çekti. Bu deneyimden sonra LEO'ların uygulanabilirliği konusunda şüphe uyanmış, LeoSat ve OneWeb'in son başarısızlıkları bu izlenimi pekiştirmiştir.

Ancak son 20 yılda çok şey değişti. Uydu teknolojisi gelişmiş, bant genişliği talebi artmış ve şirketler bağlantıdan kar elde etmek için yaratıcı iş modelleri geliştirilmiştir. Dahası, hem teknoloji şirketlerinin hem de yatırımcıların yatırım yapmak için çok daha büyük sermaye imkânları bulunmaktadır, bu da bu projeleri finanse etmeyi mümkün kılmaktadır. Ancak hayal edilen karlılığa ulaşmak için uzun süre sabredilmeyeceği de açıktır.

Bu değişiklikler, yeni projeleri başarılı kılabilir. Ancak, LEO uydu programları planlayan firmaların, hala bir dizi maliyeti önemli ölçüde azaltması gerekmektedir. Fırlatma maliyetlerinin yanında, uzay aracı, yer donanım ve kullanıcı donanım maliyetlerinin de en az aynı ölçüde azaltılması gerekmektedir. Tedarikçiler bu maliyetlerini azaltmayı başarabilirlerse, LEO'ların hem B2C hem de B2B iletişim pazarlarında yer almalarını sayılababilirler.

Sürekli gelişen daha yüksek veri iletim hızı ihtiyacıyla birlikte Ku-bant ve Ka-bant frekansları yakın zamanda ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalmaya başlayacaktır. Bu nedenle Ka-bantın hemen üzerinde yer alan daha yüksek frekansları kullanacak uydu projeleri konusunda çalışmalar çoktan başlamıştır. 2013 yılında fırlatılan ve yörüngeye yerleştirilen Alphasat uydusunun üzerinde 40/50 GHz aralığında çalışan 3 nokta uydu alıcı-vericisi (transponder) bulunmaktaydı. Q-bant da çalışan ürünler ile Ka/V-bant dönüştürücüler üretilmeye çoktan başlamıştır.

SpaceX, OneWeb, Telesat, O3b Networks ve Theia Holdings şirketleri FCC'ye, V-bant frekansını ABD ve dünyanın diğer yerlerinde iletişim hizmeti sunmak için GSO'da yer almayan uydular kullanmayı planladıklarını bildirmiştir. Boeing firması 2017 yılında uydu-yer bağlantısı (downlink) için V-bant aralığını ve yer-uydu bağlantısı (uplink) için ise 47,2-50,2 GHz ve 50,4-52,4 GHz'leri kullanmak istediğini belirten bir başvuru sunmuştur. Bütün bunlar, bundan sonra hayatımıza Ku ve Ka-bant'ın dışında Q/V Bant aralığının daha çok gireceğini ve yeni ürünlerle karşılaşacağımızı göstermektedir.

Yeni nesil uydu projeleri daha çok GSO'da yer almayan uydu sistem çözümlerini içermektedir. Amazon, SpaceX, OneWeb ve Facebook gibi firmalar, dünya genelinde genişbant internet hizmeti sunmak için binlerce uydudan oluşan ağlar kurmayı planlayan şirketlerden yalnızca bir kaçıdır. Geleneksel uydu internet hizmetleri yerine geçmesi planlanan bu projeler ile maliyetleri ucuz ve gecikme süreleri düşük LEO uyduların kullanılmasını amaçlamaktadır.

Projelere ilişkin kısa bilgiler paylaşmak gerekirse; Amazon'un Kuiper Projesi, üç farklı yükseklikte toplam 3.236 uydudan oluşmaktadır. 590 km yörüngede 784 uydu, 610 km yörüngede 1.296 uydu ve 630 km yörüngede 1.156 uydudan oluşması planlanmaktadır. Bu uydular, 56° kuzeyden 56° güneye kadar olan bir alanda (kabaca İskoçya hizasından Güney Amerika'nın en güney ucuna kadar) genişbant internet hizmeti sunmayı planlamaktadır. Bu alan teorik olarak, dünya nüfusunun %95'ini kapsamaktadır.

Amazon bu proje kapsamında beş yıl içinde dünyanın dört bir yanında yüzlerce yer istasyonu kurulması gerektiğini ifade etmektedir. Bahse konu yer istasyonlarını, hâlihazırda yer istasyonu işletmekte olan Spire Global, DigitalGlobe ve BlackSky gibi şirketler ile hayata geçireceğini belirtmektedir. Örnek olarak Spire şu anda, 30'dan fazla yer istasyonu işletmektedir. Amazon böylelikle daha düşük maliyetlerle ve daha yüksek hızlarda hizmet sunmayı amaçlamaktadır.

Amazon, 2020 yılında AWS yer istasyonları sayısını 12'ye çıkarmayı ve AWS ile birlikte bir uydu şebekesi ağı kurmayı amaçlamaktadır. Amazon bu yeni yer istasyonu hizmetine, "Ground Station as a Service" (Bulut Hizmeti olarak Yer İstasyonu) adını vermektedir. Amazon, dünya üzerinde düzinelerce olan AWS veri merkezlerinin altyapısını bu yer istasyonları ve uydu ağıyla birleştirmeyi planladığını belirtmektedir.

AWS, yer istasyonu bulut hizmetleri ile geleneksel yer istasyonu işlevini de değiştireceğini vurgulamaktadır. Sadece gerektiği zaman veri indirmek ve yalnızca kullanılan gerçek anten süresi için ödeme yapılmasını hedeflemektedir. Kullanıcıların böylece, kendi küresel yer istasyonu altyapılarını oluşturmak ve işletmek yerine, AWS yer istasyonu ağı sayesinde kendi küresel yer istasyonu ağını kurabileceği düşünülmekte ve geleneksel yer istasyonu maliyetlerinde %80 tasarruf sağlayacakları hesaplanmaktadır.

Aynı zamanda geleneksel yer istasyonları yerine, birden fazla uyduyu izleyebilen ve onlara bağlanabilen, radyo frekansı kullanmak yerine çok daha yüksek veri hızları sunan optik iletişim (lazer bağlantılar) kullanan yeni nesil yer istasyonlarının kullanılacağı düşünülmektedir. Optik iletişim, elektrik akımı yerine sinyali taşımak için ışığın kullanıldığı bir iletişim türüdür. Optik

iletişim, sinyalleri hedeflerine taşımak için optik fiberler, lazerler vb. teknik donanımlar kullanılmaktadır.

SES Networks'ün açıkladığı tahmine göre, 2018 yılında 2,2 trilyon \$ olan Telekomünikasyon ve Bulut pazarı büyüklüğünün, 2025 yılında 5,8 trilyon \$ olması beklenmektedir. Veri Merkezi İşletmeciliği adına yeni bir hizmet olarak yakın zamanda hayatımıza girmesi muhtemel GSaS, bulut hizmeti olarak yer istasyonu, veri merkezlerinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Veri Merkezi İşletmeciliğinin yer istasyonu bulut hizmeti gibi uydu haberleşme hizmetlerinin bulut tabanlı bu yeni yapısına uyum sağlaması da büyük önem taşımaktadır. Türkiye Veri Merkezi İşletmeciliğinin gelişmesinin ve tüm işletmecilerin bağlanması gereken birden fazla İnternet Değişim Noktalarının ülkemizde kurulmasının önemi bu yeni gelişmelerle bir kez daha anlaşılmaktadır.

Uydudan genişbant internet hizmeti sunmayı hedefleyen bir başka şirket de SpaceX'dir. SpaceX'in Starlink projesi, üç yörünge kabuğunda öncelikle 12.000, tamamlandığında ise 42.000 uyduyu hizmete almayı planlamaktadır. Dünya'ya 550 km uzaklıkta ~1.700 uydu, 1.800 km uzaklıkta ~2.800 Ka ve Ku-bant uydusu ve 340 km uzaklıkta ~7.500 V-bant uydusunun yerleştirilmesi hedeflenmektedir. 24 Ekim 2020 itibarıyla 895 uydu yörüngede yerini almıştır. SpaceX, uydular aracılığıyla internet hizmetini 2020 yılından itibaren vermeyi planladığını, 2024 yılında da, 12.000 uydunun faaliyete alınacağını duyurmaktadır.

SpaceX Genel Müdürü Elon Musk, sürecin hızlanması için daha fazla uydunun sığacağı yeni bir roket üzerinde çalıştıklarını ve belli bir kapsama alanına ulaşmak için en az 420 adet uydunun dünya etrafında konumlandırılması gerektiğini ifade etmektedir. 2020 yılında Falcon 9 roketiyle her üç haftada 60 tane uyduyu yörüngeye atmayı planlamaktadır.

OneWeb; Airbus, Bharti, Coca-Cola, Grupo Salinas, Hughes, Intelsat, Maxar, Qualcomm, Softbank, Virgin firmaları tarafından yaklaşık 3,4 Milyar \$'lık fonla kurulan yeni nesil bir uydu şirkettir. Küresel olarak internet hizmeti verebilmeleri için yörüngede 648 uyduları (~125-150 kg) olması gerektiğini ve bu sayıyı nihai olarak 2 bin uyduya kadar yükseltmeyi planladıklarını belirtmektedirler.

Yaklaşık 1200 km'lik bir yörüngede konumlanması planlanan OneWeb uydularından ilk altısı, 27 Şubat 2019 tarihinde Fransız Guyanası'ndan bir Soyuz roketiyle fırlatılmıştır. OneWeb en son 21 Mart 2020 tarihinde fırlatma gerçekleştirmiş ve bu tarih itibarıyla 74 uydu yörüngede yerini almıştır. 2021 yılında küresel ölçekte, kullandığın kadar öde prensibiyle, yüksek hızlı ve düşük gecikme süresine sahip (<50 milisaniye), Ka ve Ku-bantta internet hizmet vereceklerini belirtmektedir. OneWeb, kendi ifadeleriyle, "Dünyadaki en büyük internet sağlayıcı" olmak istediklerini belirtmektedir.

Covid-19 salgını ile birlikte OneWeb bir nakit kriziyle karşı karşıya kalmış ve 27 Mart 2020 tarihinde ABD'nin New York'un Güney Bölgesi İflas Mahkemesi'ne iflas başvurusunda bulunmuştur. İflas başvurusu sırasında şirket, 531 olan çalışan sayısını 74'e düşürmüştür. 3 Temmuz 2020 tarihinde Birleşik Krallık İşletme, Enerji ve Endüstriyel Strateji Bakanlığı

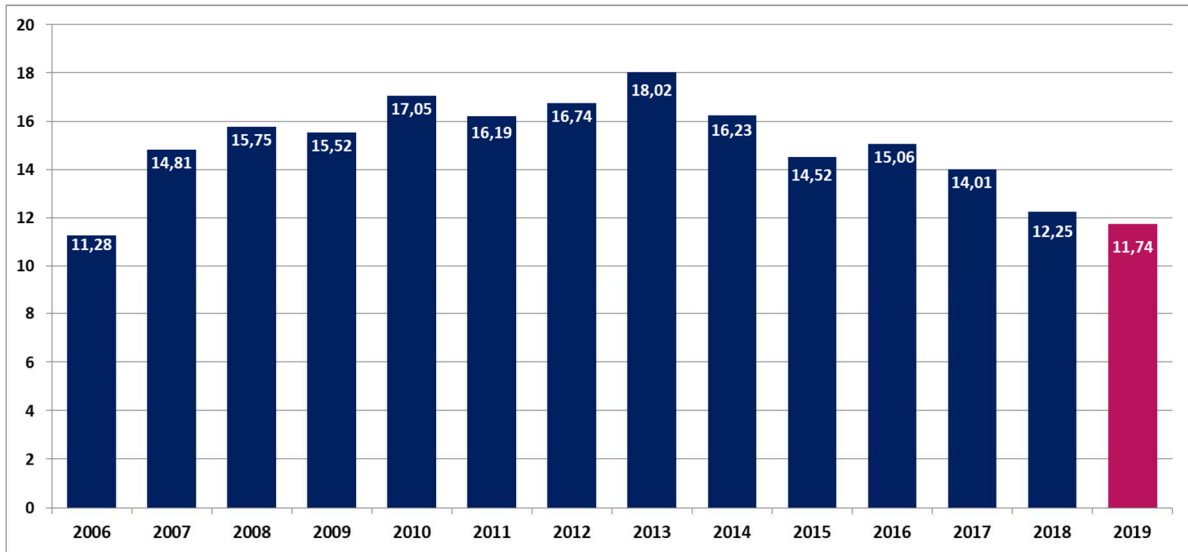
(Department for Business, Energy & Industrial Strategy), Hindistan'ın Bharti Global şirketi aracılığıyla OneWeb'in 400 milyon pound (500 milyon dolar) değerinde %45 hissesini satın aldığını açıklamıştır.

OneWeb örneğinden hareketle, Türkiye'de benzer bir yöntemle, Uydu Haberleşme Hizmetlerinde bölgesel ve hatta küresel bir oyuncu haline gelebilmek için uluslararası uydu projelerinde yer alabilir. Bu şekilde TÜRKSAT ve TÜRKSAT ile çalışan Uydu Haberleşme Hizmeti veren şirketlerimiz sadece Türkiye'de değil yurtdışı ülkelerde de iş yapma imkânına kavuşurlar. Ülkemizin, savunma ve kamu için gerekli diğer uydu yatırımları dışında, küresel projelere ortak olması hem TÜRKSAT'ın hem de Uydu Haberleşme Hizmeti sektörünün büyümesine imkân sağlayacaktır (TELKODER 2021: 11, 15).

2. TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM VE GELECEK ANALİZİ

2.3.Uydu Haberleşme Hizmetleri

Türkiye'de elektronik haberleşme sektörünün büyüklüğü, serbestleşmenin başladığı 2000'li yılların başlarında artış göstermesine karşın, sektörde yaşanan rekabet eksikliği nedeni ile 2013 yılından beri artmamakta, yaklaşık 15 milyar \$ düzeyinde seyretmektedir. Sektör gelirleri 2017 yılında ilk defa döviz kurunda yaşanan dalgalanmaların da etkisiyle bu düzeyin de altına inmiş ve 2019 yılı için 11,7 milyar \$ olmuştur.



Şekil-1: Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Gelirleri, Milyar Dolar (TELKODER 2020)

Ülkemiz uydu haberleşme hizmetleri sektörünün, toplam telekomünikasyon sektörümüz içinde çok küçük bir payı vardır. BTK pazar verileri raporları incelendiğinde, Uydu haberleşme hizmeti gelirleri yaklaşık 618 milyon ₺ ve GMPCS Hizmeti Gelirleri yaklaşık 19 milyon ₺ olarak tespit edilmektedir. Bu rakamlara göre, toplamda 637 milyon ₺ yani 108 milyon \$ seviyesinde bir Türkiye uydu haberleşme hizmetleri büyüklüğünden bahsedebilmek mümkündür.

	Elektronik Haberleşme Hizmetleri Gelirleri	Uydu Haberleşme Hizmetleri Gelirleri	(UHHG/EHHG)x100
Dünya	1 trilyon 340 milyar \$	123 milyar \$	% 9,18
Türkiye	11,7 milyar \$	108 milyon \$	% 0,92
Türkiye (Dünya Oranında)	11,7 milyar \$	1,075 milyar \$	%9,18

Tablo-2: Dünya ve Türkiye'nin, EHHG İçerisinde UHHG'nin Payı 2019, (TELKODER 2021: 7)

Tablo-2'den anlaşılacağı üzere, uydu haberleşme hizmetleri gelirlerinde, dünya ile benzer bir oranı yakalayabilmemiz için, Türkiye'de uydu haberleşme hizmetleri gelirlerinin, yaklaşık olarak, en az 10 kat büyümesi gerekmektedir. Ne üzücüdür ki, son 4 yıl içinde bu oranda bir değişiklik olmamıştır. Dünya oranında bir uydu haberleşme hizmetleri büyüklüğüne ulaşabilmemiz için Türkiye uydu haberleşme hizmeti gelirleri yaklaşık 1 milyar \$ olmalıdır.

BTK tarafından Uydu Haberleşme Hizmeti vermek üzere yetkilendirilmiş 31, GMPCS hizmeti vermek üzere yetkilendirilmiş 10 işletmeci bulunmaktadır. Bunlardan ayrı olarak sadece TÜRKSAT, Uydu ve Kablo TV Hizmetlerine ilişkin Görev Sözleşmesine sahiptir. Görüleceği üzere, ülkemizde uydu konusunda birçok girişimci bulunmaktadır. Bu işletmecilerin, daha fazla desteklenmeleri halinde sektörümüzün büyümesi önünde herhangi bir engel bulunmamaktadır.

Türkiye'nin küçük uydu projelerinin ilki olarak İTÜpSAT1, 23 Eylül 2009 tarihinde Hindistan Uzay Araştırmaları Kurumu (ISRO) tarafından PSLV C-14 roketi ile uzaya gönderilmiştir. Yine İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) tarafından geliştirilen Türkiye'nin ikinci küp uydusu, TURKSAT-3USAT ise 26 Nisan 2013 tarihinde Çin'in Jiuquan Uydu Fırlatma Üssü'nden Long March 2D roketi ile uzaya gönderilmiştir. Avrupa Birliği FP7 Programı QB50 projesi kapsamında geliştirilen BeEagleSat ve HAVELSAT ise Mayıs 2017'de Uluslararası Uzay İstasyonundan (ISS) yörüngeye bırakılmışlardır. HAVELSAT yörünge ömrünü 4 Mart 2019 tarihinde tamamlamıştır.

Türkiye'nin beşinci küp uydusu olarak nitelendirilebilecek UBAKUSAT, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü (HUTGM) katkı ve genel koordinesinde Japonya Hükümeti ile işbirliği altında İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uzay Sistemleri Tasarım ve Test Laboratuvarı (İTÜ-USTTL) tarafından, Amatör Uydu Teknolojileri Derneği (TAMSAT), GUMUSH Uzay Savunma ve Havacılık Ltd. Şti., Ertek Uzay Sistemleri Ltd. Şti., TÜRKSAT ve İTÜ-RF ve Akustik-Titreşim Laboratuvarları desteği ile geliştirilmiştir.

UBAKUSAT, Space X firmasının ISS kargo aracı Dragon ile CRS 14 görevi kapsamında 2 Nisan 2018 tarihinde Falcon 9 roketi ile Florida'daki Kennedy Uzay Merkezi'nden başarı ile fırlatılmış ve 2 gün süren yolculuğunu 5 Nisan 2018 sabahı ISS'na ulaşarak tamamlamıştır. 2018 Mayıs

ayı başında JAXA astronotu Akihiko Hoshide tarafından Japonya Küçük Uydu Yörüngeye Bırakma (J-SSOD) mekanizması kullanılarak 11 Mayıs 2018 tarihinde ISS'den yörüngeye bırakılmıştır. Yörüngede 1 ila 2 yıl arası görev yapması beklenen UBAKUSAT, İTÜ'deki yer istasyonu ile ilk geçişinde iletişim kurmuş ve komut alma verme işlemleri başarıyla gerçekleştirilmiştir.

UBAKUSAT görev yükü olarak bir lineer uydu alıcı-vericisi (transponder) ve radyasyon ölçümü yapacak bir kart uydu taşımaktadır. Uydu yaklaşık 3,3 kg olup 10x10x34 cm boyutlarındadır. Ayrıca UBAKUSAT için geliştirilen uydu pasif yönelim sisteminin başarısı 9 serbestlik dereceli sensör kartından alınacak atalet ölçümleri ile değerlendirilecektir. Ses verisi transferinde kullanılacak haberleşme uydusunun donanım gideri yaklaşık 100 bin \$ civarındadır. Uydunun 250 bin €'luk fırlatma ücreti ise Japon hükümeti tarafından karşılanmıştır.

Ülkemizin 2020 yılında yörüngede yerlerini alması planlanan iki önemli projesi daha bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi ASELSAT, bir diğeri ise Lagari Takım Uydu projesidir. ASELSAT nano küp uydusu, ASELSAN ve İTÜ ortaklığıyla geliştirilen, dünya üzerinden çektiği görüntüleri, İTÜ Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi Yer İstasyonuna (UHUZAM), X-bant vericisi aracılığıyla iletilecek, yaklaşık 1 kg ağırlığında ve 10x10x10 cm boyutlarına sahip olan bir uydudur.

Lagari gözlem uydumuz, Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. (STM) tarafından geliştirilmektedir. Ağırlığının 60 ila 65 kg arasında olması, taktik görüntü ihtiyacını karşılaması, S-bant ve X-bant da haberleşme özelliğine sahip olması, orman ve bitki örtüsü takibi, genel haritalama, doğal afet gibi keşif gözetlemesi yapması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda STM, 4-8 arasında mikro uydunun LEO'da yerini almasını sağlayarak, Lagari'yi bir takım uydu haline getirmeyi planlamaktadır.

Bu noktada, ülkemizin küçük uyduların fırlatılmasına yönelik bir projeden bahsetmek yerinde olacaktır. Bu proje, ROKETSAN A.Ş.'nin Mikro Uydu Fırlatma Sistemi (MUFS) projesidir. MUFS, ilk kez Paris Havacılık Fuarı'nda tanıtılmış ve yine ilk defa 20 Haziran 2019'da İstanbul'da düzenlenen bir fuarda sergilenmiştir.

MUFS projesi, 100 kg ve altındaki mikro uyduların, yüksekliği en az 400 km olan LEO'ya yerleştirilmesi, geliştirilmesi ve test edilmesini kapsamaktadır. Bununla birlikte ROKETSAN, Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı ile yaptığı sözleşme kapsamına göre, mikro uydu test/üretim tesisleri ve fırlatma üssünün kurulumunu da gerçekleştirmek için çalışmalar yürütmektedir.

MUFS projesinin gelecekte Türkiye'nin dünya uydu endüstrisinin ihtiyaç duyabileceği uyduları yörüngeye yerleştirebilecek altyapıya sahip olduğunu göstermesi açısından güzel bir başlangıç olduğu değerlendirilmektedir. Türkiye'nin, belki de dünyada sayılı ülkenin sahip olduğu küçük uydu fırlatma, test etme, üretme ve üs kurma yeteneğine kavuşabileceği beklenmektedir.

Türkiye adına bir başka önemli gelişme de, küçük GEO (small-GEO) olarak adlandırılan uydular alanındadır. Küçük GEO uyduları, televizyon yayını, multimedya uygulamaları, mobil ve sabit

internet erişimi, güvenli haberleşme gibi geleneksel haberleşme uydusu fonksiyonlarının performansında herhangi bir kayıp olmadan karşılayabilen, uygun maliyetli (cost effective) haberleşme uydularıdır.

Gsatcom Space Technologies, INVAP Arjantin ve TUSAŞ (Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş) ortaklığı ile küçük GEO uyduları inşa etmek ve satmak amacıyla kurulmuş bir şirkettir. Gsatcom, 1,5 ila 7,5 kW'lık güce ve 1 ile 2 bin kg ağırlığında ve 50 Gbps'lik kapasitesine sahip olan yüksek verimli uydulara odaklanmaktadır. Gsatcom'un küçük GEO uydularının, Ka, Ku, C ve X gibi bantlarda hizmet vermesi planlanmaktadır (TELKODER 2021: 19, 21).

4. TÜRKİYE VİZYONU

4.3.Uydu Haberleşme Hizmetleri

Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020), 8. Eylem maddesinde, Genişbant Uydu Hizmetlerinin Yaygınlaştırılması başlığı yer almaktadır. Bu eylem maddesinin amacı, *“Ülkemiz üzerinde bulunan uydu kapasitesinin daha yaygın kullanılması sağlanarak, sabit ve/veya mobil internet erişiminin mümkün olmadığı bölgelerde uydu genişbant internet bağlantısının sunulabilmesi ve böylece sayısal uçurumun azaltılmasına katkı sağlanması”* olarak belirlenmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte uydu internet çözümlerinin bölgesellikten çıkarak küreselleştiği günümüzde ulusal eylem planımızın da bu gelişmeye paralel olarak güncellenmesi ve ulusal güvenliğimizin de göz önüne alınarak, küresel işbirliklerine açık hale getirilmesi gerekmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı başta olmak üzere, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Türkiye Uzay Ajansı, T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm ve Yatırım Ofisleri öncülüğünde, sektör temsilcilerinin de katkıları ile Türkiye'nin küresel uydu hizmetleri pazarında yer alabilmesi için en kısa sürede bir çalışma başlatılmasının uygun olacağını düşünmekteyiz. Üzerinde çalışılmasının faydalı olacağını düşündüğümüz maddeler aşağıda sıralanmaktadır.

- Türkiye'de uydu sektörünün gelişiminin sağlanması ve pazarın önünün açılması için, uydu haberleşme hizmetleri pazarında TÜRK SAT'ın Etkin Piyasa Gücüne sahip işletmecisi olarak belirlenmesi, uydu haberleşme hizmeti toptan sağlayıcısı olarak konumlanması ve son kullanıcıya sadece yetkilendirilmiş işletmeciler üzerinden hizmet vererek uydu haberleşme pazarının gelişimine katkıda bulunması,
- 406 sayılı kanun ile TÜRK SAT'a sağlanan ayrıcalık nedeniyle uydu haberleşme yetkilendirmesi sahibi Uydu Haberleşme Hizmeti veren işletmeciler TÜRK SAT ile kamu pazarında rekabet edememektedirler. Rekabetin olmadığı kamu pazarında etkin ve uygun ürün fiyatlarının oluşması mümkün değildir. Söz konusu ayrıcalığın yürürlükten kaldırılarak, kamu kurum ve kuruluşlarının uydu üzerinden ihtiyaç duydukları hizmetleri serbestçe istedikleri işletmeciden alabilmelerinin sağlanması,

- TÜRKSAT'ın, bir kamu kuruluşu olarak, Türkiye'de yerli uydu haberleşme sektörünü desteklemesi, ekosistemin gelişmesine ve piyasanın büyümesine yardım etmesi, uydu internet projelerinde birlikte çalıştığı işletmecilere bütçe, donanım, teknik tasarım, vs. gibi konularda destekte bulunması, yerel sistem bütünleştirici uydu firmalarının eğitimini destekleyerek sektörün bilgi birikimini ve iş yapma hevesini arttırması,
- Yeni gelişen küresel uydu internet projelerinde Türkiye'nin de yer alması ve bu teknolojilerin ülkemiz çıkarına kullanılmasının yolunun açılması için tüm sektör temsilcilerinin katkılarıyla bir çalıştay yapılması,
- Bu çalıştayda, ülkemizde uydu haberleşme hizmetleri için ihtiyaç duyulan mevzuat değişikliklerine ilişkin önerilerin tespit edilmesi ve Türkiye'nin yeni nesil LEO ve MEO uydu projeleri için gerekli altyapı ihtiyaçları belirlenerek, katkı ve katılım stratejilerinin oluşturulması faydalı olacaktır.

Ülke hedefimizin sadece kendi topraklarımıza hizmet vermek değil, bölgesel ve küresel işbirlikleri içinde bulunmak gibi yeni bir bakış açısıyla şekillenmesi gerekmektedir. İnternet amaçlı olarak kullanılan uyduların gelişimi açısından; ülkelerin sahip olduğu uydu sayısının öneminin azaldığı bilinmektedir. Küresel çapta bir oyuncu olabilmek için dünyayı iyi okumak, doğru tahmin etmek, bu yönde uygun bir konum almak ve sağlam işbirlikleri geliştirmek önem kazanmaktadır.

Büyük projelerin ülkemizin de içinde yer alacağı şekle getirilebilmesi için, BTK tarafından gerekli yasal düzenlemelerin yapılması ve alt yapı sağlayıcı firmalardan uygun kapasite ve fiyatların alınabilmesi için destek sağlanmalıdır. Ancak bu durumda, uydu şirketleri yer istasyonu yatırımlarını Türkiye'ye kaydırabileceklerdir. Küresel kapsamı olan uydu Şirketleri ancak, bu şekilde Türkiye'de yatırım ve iş yapmaya ikna edilebilecektir. Uluslararası bu tür projelerde Türkiye'nin de parçası olarak işbirliğine girilmesi ülkemize teknoloji transferinin de önünü açacaktır.

Aynı zamanda, Türkiye Uzay Ajansı ile uydu haberleşme hizmetleri sektörü arasında gerekli ilişkilerin tesis edebileceğini, sektörümüzün ülkemizi geleceğe taşıyacak, gerek piyasa bilgisi gerekse teknik görüşlerinin dikkate alınacağını ve tüm paydaşlar ile birlikte Türkiye uydu haberleşme hizmetleri sektörünün uluslararası alanda rekabet edebilir hale getirilmesine yönelik çalışmalar yapılacağı düşünülmektedir. Türksat ve yerel özel firmaların yeni nesil uydu internet projelerini destekleyebilecek altyapıların çalışacağı Veri merkezlerini de kapsayan yer istasyonları kurmalarının ve bu uydu yer istasyonlarının Türkiye'nin uluslararası internet değişim noktası olmalarının özendirilmesi ve teşvik edilmesi sağlanmalıdır.

3 Temmuz 2020 tarihinde Birleşik Krallık İşletme, Enerji ve Endüstriyel Strateji Bakanlığı'nın OneWeb'in %45 hissesini satın alma örneğinden hareketle, Türkiye'de benzer bir yöntemle, Uydu Haberleşme Hizmetlerinde bölgesel ve hatta küresel bir oyuncu haline gelebilmek için uluslararası uydu projelerinde yer alabilir. Bu şekilde TÜRKSAT ve TÜRKSAT ile çalışan Uydu Haberleşme Hizmeti veren şirketlerimiz sadece Türkiye'de değil yurtdışı ülkelerde de iş yapma

imkânına kavuşurlar. Ülkemizin, savunma ve kamu için gerekli diğer uydu yatırımları dışında, küresel projelere ortak olması hem TÜRKSAT'ın hem de Uydu Haberleşme Hizmeti sektörünün büyümesine imkân sağlayacaktır (TELKODER 2021: 29, 32).

Mevcut düzenlemeler, yeni nesil uydu projelerine uygun olarak, ülkemiz, bölgemiz ve dünya uydu piyasa koşulları gözetilerek, Türkiye'nin varması düşünülen hedefler dikkate alınarak güncellenmelidir. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için aşağıda bulunan 3 önerimizi hem kamu hem de özel sektörümüzü oluşturan bütün paydaşların dikkatlerine sunarız.

1. Durumumuzu geliştirmek ve dünya uydu teknolojilerinde gerçekleşen yeni gelişmelere uygun olarak yukarıda bahsettiğimiz çalıştay sonucunda ortaya çıkacak yasal düzenlemeler ivedilikle gerçekleştirilmelidir. Uydu hizmetlerinde, bölgesel bir oyuncu haline gelebilmemiz için küresel işbirlikleri yapmamız şarttır. Türkiye, Uydu Haberleşme Hizmetleriyle ilgili Uluslararası İşbirliklerinin içinde bulunmalıdır.
2. Elektronik Haberleşme Sektörü Yetkilendirme Yönetmeliği'nde yapılan değişiklik ile uydu üzerinden elektronik haberleşme hizmeti sunan işletmecilere *"kullanıcılarına ait trafikleri Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde kurulmuş uydu yer istasyonları üzerinden geçirme yükümlülüğü"* getirilmiştir. Bu yükümlülük sadece tasarım aşamasında olan ve gelecekte gerçekleşmesi planlanan projeler için mümkün olabilecektir. Bu nedenle tasarım safhası geçilmiş mevcut uydu sistemlerinde bu yükümlülüğün uygulanması mümkün görünmemektedir.
3. Türkiye'de uydu üzerinden hizmet sağlayan işletmecilerin ve uydu hizmetleri pazarının büyümesi için, haberleşme uydularına ve diğer uzun mesafeli araçlara erişim sağlayan uluslararası telekomünikasyon ağının ve projelerinin bir parçası olacak uydu yer istasyonu yatırımlarının yapılması gerekmektedir. Fiyat/kalite değeri olarak, Türkiye'de altyapı/karasal hat fiyatlarına bakıldığında, fiyatların uluslararası fiyatlar ile yarışır durumda olmadığı görülmektedir.

Bu nedenle Türkiye bu güne kadar, küresel uydu projeleri içinde yer alamamıştır. Ülkemizde 100 Gbps'lik karasal bir hatta bile yurt dışına göre astronomik ücretler ödenmektedir. İki noktası İstanbul içerisinde yer alan bir internet devresinin maliyeti uluslararası devre maliyetlerine göre katbekat pahalıdır. Uluslararası devre fiyatları bu kadar düşükken, ülkemiz içerisinde (Local Loop) devre fiyatlarının bu kadar yüksek olması anlamsızdır.

KAYNAKÇA

- SIA (2020). *2020 State of the Satellite Industry Report* - <https://sia.org/news-resources/state-of-the-satellite-industry-report/>

- TELKODER (2021). *Türkiye’de Uydu Haberleşme Hizmetleri - Küresel Uydu Hizmetleri Pazarında Nasıl Yer Alabiliriz?* - <https://telkoder.org.tr/wp-content/uploads/2021/01/Turkiye-de-UHH-Kuresel-Pazarda-Nasil-Yer-Alabiliriz.pdf>
- TELKODER (2020). *TELKODER 2019 Yılı Değerlendirme Raporu* - <https://telkoder.org.tr/wp-content/uploads/2020/06/TELKODER-2019-Değerlendirme.pdf>