

HABERLEŞMEDE MİLLÎ TEKNOLOJİ HAMLESİ

NATIONAL TECHNOLOGY INITIATIVE IN COMMUNICATION

Dr. Ömer Fatih SAYAN

HABERLEŞMEDE MİLLÎ TEKNOLOJİ HAMLESİ

Dr. Ömer Fatih SAYANⁱ

Ulaştırma ve Altyapı Bakan Yardımcısı

Özet

Millî Teknoloji Hamlesi kapsamında Türkiye teknolojiye dışa bağımlılığını azaltmakta, küresel piyasalarda rekabet gücünü artırmakta ve kritik teknolojilerin üretiminde gelişme kaydetmektedir. Türkiye teknolojiyi sadece kullanan değil aynı zamanda üreten bir ülke konumuna gelmeyi amaçlamaktadır. Buna ilaveten ülkemizin 2023 yılı hedefleri doğrultusunda; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ile Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunun koordinesinde, diğer kurumlarımızın da desteği ile 4.5G, 5G ve uydu teknolojilerinde ürünlerin yerli ve millî imkânlarla üretilmesine yönelik önemli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda ülkemizde geliştirilen ilk yerli ve millî 4.5G baz istasyonu olan ULAK baz istasyonu Nisan 2022 itibarıyla toplam 1765 sahada kullanılmaktadır. Ayrıca hem ULAK Haberleşme hem de HTK tarafından 5G’de kullanılacak teknolojilerin yerli ve millî imkânlarla üretilmesi yönünde çalışmalar yürütülmektedir. Bunlara ilaveten Türksat tarafından Türkiye’nin en önemli projelerinden olan Yerli Haberleşme Uydusu Türksat 6A projesine hızla devam edilmektedir. Türksat 3A, Türksat 4A ve Türksat 4B uydularının üretim sürecinde gerçekleşen teknoloji transfer programı kapsamında uzay teknolojileri alanında eğitim alan Türksat mühendislerinin de katkısıyla, Türksat 6A en yüksek yerlilik oranıyla üretilmektedir. Aselsan tarafından ise askerî telsizlerden dost düşman tanıma sistemlerine, kamu güvenliği haberleşme sistemlerinden uydu haberleşme sistemlerine kadar pek çok haberleşme cihazı yerli imkânlarla üretilmektedir. Diğer taraftan üretici firmalar tarafından gerçekleştirilen çalışmalara ülkemizdeki işletmeciler tarafından da destek sunulmakta, işletmecilerce yerli ürünler geliştirilmekte ve şebekelerinde kullanılan yerli ürünlerin oranı artış göstermektedir. Bu dokümanda Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi kapsamında öne çıkan projeler ve bu konuda çalışmaları bulunan UAB, BTK, Aselsan, ULAK Haberleşme, HTK ve işletmecilerce yürütülen yerli ve millî ürün çalışmalarının ayrıntılarına yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler

Haberleşme, Mobil, Uydu, Telsiz, Yerli ve Millî, ULAK, 4.5G Baz istasyonu, Uçtan Uca Yerli ve Millî 5G Haberleşme Şebekesi, Türksat 6A Uydusu, Siber güvenlik

ⁱ ofatih.sayan[at]uab.gov.tr | ORCID: 0000-0001-5786-4027

NATIONAL TECHNOLOGY INITIATIVE IN COMMUNICATION

Dr. Ömer Fatih SAYANⁱⁱ
Deputy Minister of Transport and Infrastructure

Abstract

Within the scope of the National Technology Initiative, Türkiye reduces its dependence on foreign technology, increases its competitiveness in global markets and makes progress in the production of critical technologies. Türkiye aims to become a country that not only uses technology but also produces it. In addition, in line with the 2023 targets of our country; under the coordination of the Ministry of Transport and Infrastructure (UAB) and Information and Communication Technologies Authority (ICTA), with the support of our other institutions, important studies are carried out for the production of products in 4.5G, 5G and satellite Technologies with local and national resources. In this context, ULAK base station, the first domestic and national 4.5G base station developed in our country is used in a total of 1765 sites as of April 2022. In addition, studies are carried out to produce technologies to be used in 5G by both ULAK Communications Inc. and Communication Technologies Cluster (HTK) with domestic and national resources. In addition to these, Türksat's Domestic Communication Satellite Project Türksat 6A, which is one of the most important projects in Türkiye, is progressing rapidly. Türksat 6A is produced with the highest domestic rate, with the contribution of Türksat engineers who received training in space technologies within the scope of the technology transfer program realized during the production process of Türksat 3A, Türksat 4A and Türksat 4B satellites. Aselsan produces many communication devices from military radios to identification of friend and foe systems, from public safety communication systems to satellite communication systems. On the other hand, support is provided by the operators in our country to the studies carried out by the manufacturers, domestic products are also developed by the operators, and the rate of domestic products used in their networks is increasing. In this document, outstanding projects within the scope of the National Technology Initiative in Communication and in this respect, the details of the domestic and national product studies carried out by UAB, ICTA, Aselsan, ULAK Communications, HTK and operators are given.

Keywords

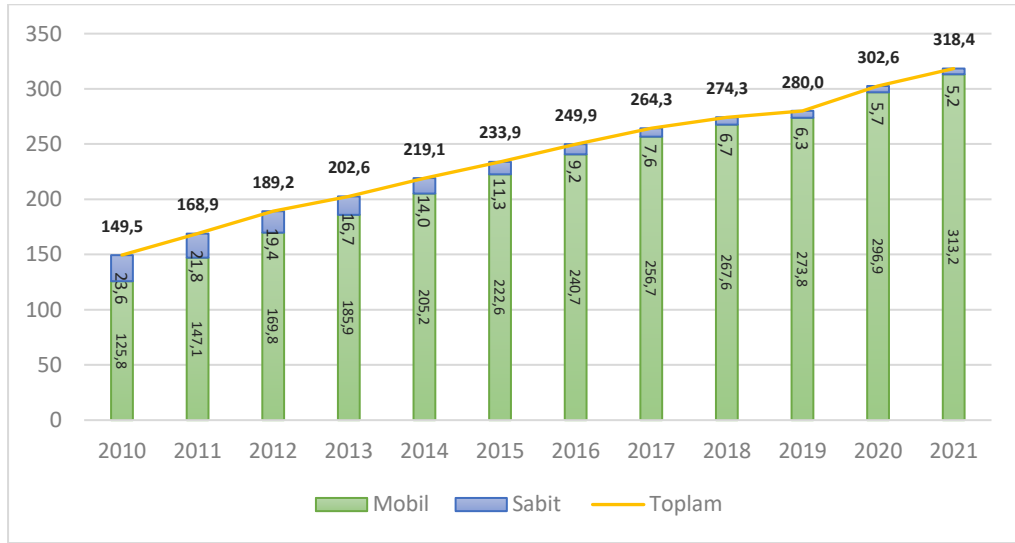
Communication, Mobile, Satellite, Radio, Domestic and National, ULAK, 4G LTE-A Base Station, End-to-End Domestic and National 5G Communication Network, Türksat 6A Satellite, Siber Security

ⁱⁱ ofatih.sayan[at]uab.gov.tr | ORCID: 0000-0001-5786-4027

1. Türkiye’de Haberleşme Sektörünün Temel Göstergeleri

2004 yılında başlayan serbestleşme süreci ve yapılan düzenlemelerle birlikte elektronik haberleşme sektörü istikrarlı bir büyüme göstermektedir. 2021 yılı sonu itibarıyla elektronik haberleşme sektöründe faaliyet gösteren işletmeci sayısı 442 olup bu işletmecilere verilen yetkilendirme sayısı 792’dir. Faaliyet göstermekte olan işletmecilerin, 2021 yılında toplam net satış gelirleri bir önceki yıla göre %16,8 artışla 67,2 milyar ₺’ye ulaşmıştır. Elektronik haberleşme sektöründe yaşanan gelişmelere paralel olarak, işletmecilerin yatırımları artmaya devam etmektedir. 2021 yılında yatırım miktarı 14,5 milyar ₺ civarında gerçekleşmiştir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2021).

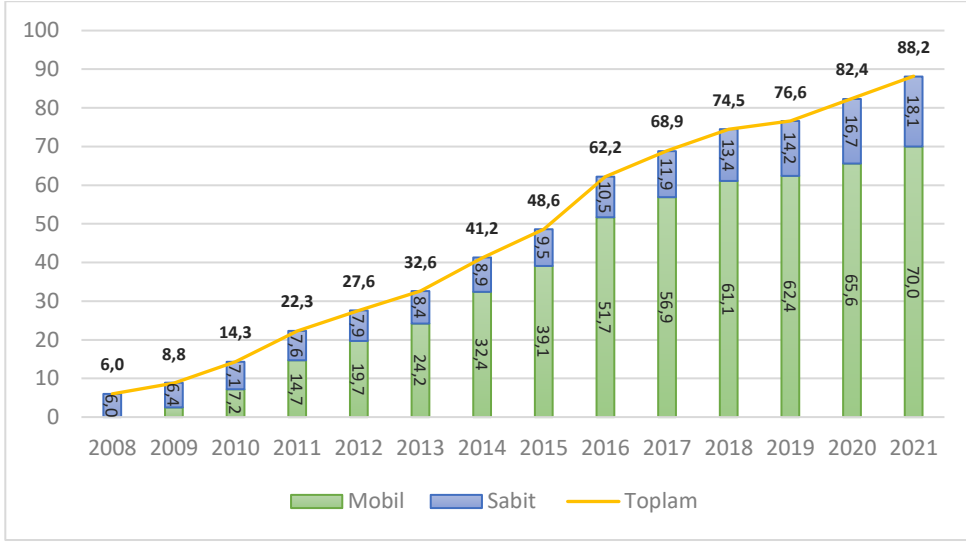
Diğer yandan, elektronik haberleşme pazarında sabit ve mobil işletmecilerin oluşturduğu toplam trafik miktarı 2011 yılında 168,9 milyar dakika iken on yıllık süreçte yaklaşık %100 artarak 318,4 milyar dakikaya ulaşmıştır. 2010 ile 2021 yılı arasındaki trafik miktarları sabit ve mobil için ayrı ayrı olacak şekilde Şekil 1’de gösterilmektedir. 2021 yılında trafiğin yaklaşık %98,4’ünü mobil trafik oluşturmuştur.



Şekil 1. Toplam yıllık trafik miktarları (milyar dakika)

Kaynak: (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2021)

Mobil pazar verilerine bakıldığında; %102 yaygınlık oranına karşılık gelen, makineler arası iletişim (M2M) aboneleri dâhil, toplam 86,3 milyon mobil abone bulunmaktadır. Mobil telefon kullanım seviyesinin ölçümünde kullanılan aylık ortalama kullanım süresini ifade eden MoU (Minutes of Usage) 2021’in son çeyreği itibarıyla 565 dakika olmuştur. Türkiye aylık ortalama mobil kullanım süresi ile Avrupa ülkelerine kıyasla mobil telefonla en fazla görüşme yapan ülke olmuştur. Mobil geniş bantta ise özellikle 2016 yılında 4,5G’nin hizmete girmesi ile hem yaygınlık hem de mobil internet kullanımını hızlı bir artış göstermiştir. 2016 yılı sonunda toplam mobil internet kullanım miktarı 336 bin Terabayt ve toplam sabit internet kullanım miktarı 2,1 milyon Terabayt olup bu oranlar 2021 yılı sonunda sırasıyla 2,3 milyon Terabayt ve 10,9 milyon Terabayt’a yükselmiştir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2021).



Şekil 2. Genişbant internet abone sayısı (milyon)

Kaynak: (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2021)

Ülkemizdeki genişbant altyapısı hızla gelişmeye devam etmektedir. Mobil genişbant abone sayısı 70 milyonu, sabit genişbant abone sayısı ise 18 milyonu aşarak toplamda 88,2 milyona ulaşmıştır. Fiber abone sayısı ise 2011 yılında 150 bin dolayında iken 2021 yılında 5 milyona yaklaşmıştır (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2021).

2. Mobil Haberleşme Teknolojileri Kapsamındaki Yerlilik ve Millîliğe İlişkin Çalışmalar

2.1. 4.5G Yetkilendirmesi Yerlilik Şartları

Ülkemizde yerli ve millî haberleşme sistemlerinin geliştirilmesi, ortaya çıkan ürünlerin mobil haberleşme şebekelerimizde kullanımlarının artırılarak sektörün yerleştirilmesini sağlamak amacıyla Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığınca (UAB) birçok proje ve faaliyet yürütülmektedir. Tüm bu çalışmalar ülkemizin 5G'ye azami seviyede yerli ve millî ürünlerle geçişine de büyük katkı sunmaktadır.

UAB tarafından belirlenen politika doğrultusunda BTK'nın 27.10.2015 tarihli 4.5G yetkilendirmesiyle Ar-Ge ve yerli üretimi teşvik etmek amacıyla mobil işletmecilere, yatırımlarının belirli oranını yerli ürünlerden karşılama yükümlülüğü getirilmiştir. Bu kapsamda, 4.5G haberleşme altyapılarına işletmecilerce yapılacak yatırımların,

- Yıllara sari olarak belirli oranlarını (ilk yıl % 30, ikinci yıl %40 ve üçüncü yıl ve daha sonraki yıllarda ise %45 oranında) yerli ürünlerden,
- En az %10'unu ise Türkiye'de ürün ve sistem geliştirmek üzere kurulmuş olan Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) tarafından Türkiye'de üretilmiş ürünlerden sağlanması zorunlu tutulmuştur.

İşletmecilerce haberleşme sektöründe yerli malı arzının oluşması, ithalata bağımlılığın azalması, yerli ve millî bir üretim ekosisteminin oluşması için geçmişten bugüne çalışmalar yürütülmektedir. İşletmeciler Ağustos 2015'te 4.5G teknolojisi için gerçekleştirilen ihale

sonrasında yetkilendirmeye bağlı sorumlulukları kapsamındaki gerekli temel aksiyonları alarak kısa sürede 81 ilde 4.5G hizmeti vermeye başlamıştır.

Özellikle 4.5G yetkilendirmesinde yerliliğin yükümlülük şartı olarak yer alması neticesinde, sektörel bir hareketlenme hem arz tarafındaki tedarikçi firmaları hem de talep tarafındaki işletmecileri etkilemiştir. Söz konusu sektörel hareketlenme, yerli ve milli teknoloji ekosisteminin ülkemizde oluşması ve ulusal konumlanmanın ithalattan ziyade ihracata kayması gibi değişimlerin önünü açmış, İşletmecilerce yapılan yatırımlarda yerlilik şartının işletmecilerin alım kriterleri içinde üst sıralara yerleşmesini sağlamıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde işletmecilerin 4.5G şebekelerindeki yerlilik oranı 2021 yılı sonu itibarıyla yaklaşık %33'e ulaşmıştır.

2.2. ULAK Baz İstasyonu ve Çekirdek Şebeke Çalışmaları

Yerli ve millî 4.5G baz istasyonu geliştirilmesi amacıyla UAB ve Savunma Sanayi Başkanlığı (SSB) ile birlikte Aselsan, Netaş, Argela konsorsiyumu marifetiyle 15 Şubat 2013'te ULAK projesi başlatılmıştır.

Bu kapsamda kurulan ULAK Haberleşme A.Ş (ULAK), Millî Teknoloji Hamlesi kapsamında Türkiye'nin global pazardaki teknolojik yetkinliğini geliştirmek için etki gücü yüksek ürünler, sistemler ve projelerin hayata geçirilmesine katkı sağlamak amacıyla çalışmalarını sürdürmektedir.

ULAK'ın sahip olduğu iletişim altyapılarında yerli ve millî teknoloji geliştirme misyonu dikkate alınmıştır. Geliştirilen ULAK baz istasyonlarından hem ticari hem de evrensel sahalarda istifade edilmekte olup Nisan 2022 itibarıyla toplam 1765 sahada bu baz istasyonları kullanılmaktadır. Ulak baz istasyonunun kurulumuna yönelik görsel Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. Ulak baz istasyonu kurulumu

Kaynak: (ULAK Haberleşme A.Ş., 2022)

Ayrıca evrensel hizmet projeleri ile 2013 yılından itibaren ülke genelinde, kırsalda yer alan 2575 yerleşim yerine kurulan 1778 baz istasyonunun yaklaşık %42'sinde yerli ve millî ULAK baz istasyonlarından istifade edilmiştir. Söz konusu oranların gerçekleştirilecek

projelerde daha da artırılması hedeflenmektedir. Ulak baz istasyonlarının ülke içindeki dağılımı Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4. ULAK baz istasyonlarının dağılımı

Kaynak: (<https://www.ulakhaberlesme.com.tr/index.php/tr/ulaksahalar>, 2022)

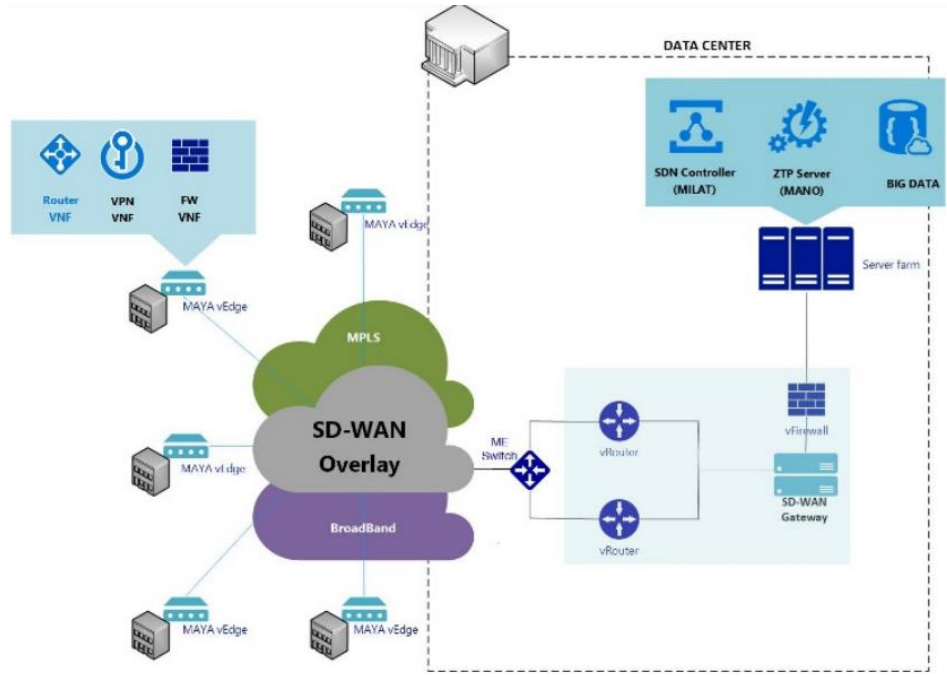
ULAK, yerli ve millî imkânlarla geliştirilen 4.5G teknolojilerini sürdürülebilir kılmak ve gelişen teknoloji ve uygulamaların doğuracağı gereksinimleri karşılama doğrultusunda, 5G ve ötesi için dünya standartlarında yenilikçi, dinamik, yaratıcı ve Ar-Ge'ye dayalı çözümler üretme görevlerini üstlenmiştir. Genişbant iletişim teknolojileri konusunda katma değeri yüksek çalışmalar gerçekleştirerek, patent ile fikri ve sınai mülkiyet hakları üretmeyi ve uçtan uca yerli ağ teknolojileri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

ULAK, 4.5G baz istasyonlarını uluslararası standartlara göre ürün yol haritasının bir parçası olarak geliştirilmeye devam ederken; eş zamanlı olarak bu alanda birbirini tamamlayan “5G Çekirdek Şebeke”, “5G Sanallaştırılmış ve Yazılım Tanımlı Ağ” ve “5G Yeni Radyo” gibi önemli projelere devam etmektedir (Ulak, 2022).

Verinin işlenmesi ve korunmasının önem arz ettiği günümüzde, tasarımı da tamamen yerli olan “ULAK” baz istasyonu ile Türkiye teknolojiyi alan ve kullanan bir ülke olmanın ötesinde, tasarlayan, üreten ve satan bir ülke olma yolunda hızla ilerlemektedir.

ULAK, 5G baz istasyonu ve çekirdek şebeke geliştirme çalışmalarında 4.5G ürünleşme deneyimi, sahalardaki tecrübe ve teknolojiler arası benzerlik avantajlarından istifade etmektedir. Elindeki mevcut 4.5G teknolojisinden gelen kaynağı, 5G ile uyumlandırarak hem etki alanını artırmayı hem de kaynakları verimli kullanmayı odağa alan bir yaklaşımda çalışmalarını sürdürmektedir.

Yazılım Tanımlı Ağlar ve Ağ Fonksiyonlarının Sanallaştırılması teknolojilerini yoğun olarak kullanan MİLAT Ar-Ge Projesi'nde, ilk etapta ürünleşme sağlanmıştır. Bu gelişme sonrası MİLAT Ağ Yönetim ve Analiz Sistemi (MAYA) geliştirilmiştir. 5G'ye hazır bir ürün olan bu sistem birçok kurum tarafından sahada kullanılmaktadır. MAYA mimarisi Şekil 5'te yer almaktadır.



Şekil 5. Maya SD-WAN çözümü

Kaynak: (Ulak, 2022)

MAYA hakkında bilgi vermek gerekirse;

- MAYA SDN Kontrolcüsü: Denetleyiciyle ilişkili tüm MAYA vEDGE ve SD-WAN Ağ Geçitleri için yönetim sağlamaktadır. Bu, etkinleştirme, yapılandırma ve politikaların azaltılmasını içermektedir.
- MAYA ZTP Sunucusu: MAYA Edge cihazlarının otomatik olarak yapılandırılmasına ve sağlanmasına izin verirken, manuel ek yükü ve maliyeti azaltmaktadır.
- MAYA Big Data Platformu: Tüm ağ ölçümlerini toplayarak, depolayarak ve analiz ederek ağların daha iyi görünürlük kazanmasını sağlamak için analitik yetenekleri sağlamaktadır.
- MAYA SD-WAN Uç Lisansı: Müşteri tesislerinde yerleşik olan ve MAYA Controller tarafından yönetilen Sanal Ağ İşlevlerini barındıran fiziksel CPE cihazı. vEdge, farklı türde alt katman ağları (DSL, LTE, MPLS gibi) üzerinden SD-WAN tüneline başlatmakta veya sonlandırmaktadır.
- MAYA SD-WAN Ağ Geçidi: Fiziksel cihaz, site ara bağlantısını etkinleştirmek için çok sayıda SD-WAN tüneline sonlandıran ve başlatan merkezi ağlarda yerleşiktir. SD-WAN Ağ Geçidi ayrıca MAYA tarafından yönetilmekte, denetleyici ve yüksek ağ çıkışlarını iletmek için daha fazla kaynak (işleme, ağ oluşturma) sağlamaktadır (<https://www.ulakhaberlesme.com.tr/index.php/tr/maya-katalog>).

Diğer yandan 5G haberleşme teknolojisinin en önemli kullanım alanlarından biri olan V2X'e (Vehicle to Everything) yönelik çalışmalar da ULAK tarafından başlatılmış olup

V2X'in ülkemizde geliştirilmesi ile dışa bağımlılık ortadan kaldırılacaktır. Böylece hem akıllı ulaşım sistemleri hem de otonom araca giden yolda kurulacak haberleşme altyapısı ve akıllı ulaşım sistemleri uç bilişim uygulamaları tamamen yerli ve millî olarak üretilecektir.

5G'nin kullanılacağı dijital fabrika ve endüstri 4.0 alanlarında da ULAK teknoloji üretmeye devam etmektedir. Kapalı ve açık alanlarda 5G kapsamının sağlanması, AGV/AMR¹ gibi insansız taşıma araçlarının, üretim tezgâhlarının otonom hale getirilmesi; bunlar kapsamında gerekli olan uygulamaların yönetilmesi için uç bilişim yazılımlarının geliştirilmesi ve bulut üzerinden hizmet sağlanması üzerine faaliyetler yürütülmektedir. Bu çalışmalar sonucunda ülkemizdeki üretim tesislerinde optimizasyon sağlanarak tesisler daha verimli hale getirilecektir (ULAK Haberleşme A.Ş., 2022).

Mobil işletmeciler (TT Mobil, Turkcell ve Vodafone) tarafından da yerli ve millî baz istasyonu ULAK'a destek sunulmaktadır.

Bu kapsamda mobil işletmecilerce ürün yol haritasının çıkarılmasına katkı sağlanmış, prototiplerin diğer şebeke elemanları ile çalışabilirlik testleri kendi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş, üretim sürecine katkıda bulunulmuş, detaylı teknik raporlar ULAK ile paylaşılmış, ürünler canlı şebekelerde denenmiş ve Ulak baz istasyonu LTE kapsamı ihtiyacı olan yerlerde kullanılmaya başlanmıştır.

2.3. 5G'ye Yönelik Çalışmalar

21.12.2017 tarihinde UAB tarafından yürürlüğe konan Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planında "Bilgi teknolojileri ve iletişim sektörüne yönelik yerli ürün geliştirilerek kullanımı sağlanacak ve Ar-Ge yeteneği artırılabilecektir." ile "5G ve Ötesi Ar-Ge ve standart çalışmaları yürütülecek, bu çalışmalar teşvik mekanizmaları ile desteklenecek, 5G ve Ötesi için uygulanacak standartların gelişmesi sürecine etkin katkı sağlanacaktır." stratejileri yer almaktadır.

Bu kapsamda planda yerlilik ve milliliğe ilişkin;

- Elektronik Haberleşme Sektöründe Yerli Üretim ve Ar-Ge Faaliyetlerinin Desteklenmesi,
- 5G ve Ötesi Ar-Ge ve Standart Çalışmalarının Yürütülmesi,

eylemlerine yer verilmiştir (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017).

5G'ye yönelik gerçekleştirilen çalışmalar aşağıdaki gibidir.

2.3.1. Uçtan Uca Yerli ve Millî 5G Haberleşme Şebekesi Projesi

UAB ve BTK elektronik haberleşme sektöründe Ar-Ge çalışmalarının gelişmesi, KOBİ pazar paylarının artması, yerli üretim ekosisteminin geliştirilmesi amacı ile işletmeciler ve üreticilerle yaptığı çalışmalarda yerli ürün kullanımını teşvik etmektedir.

Bu kapsamda, elektronik haberleşme sektöründe Millî Teknoloji Hamlesi hedefleri doğrultusunda yerli ve millî bir üretim ekosisteminin geliştirilmesi amacıyla UAB ve BTK'nın da destekleri ile 2017 yılında OSTİM bünyesinde HTK kurulmuştur. 160'tan fazla firmayı ve 8000'den fazla çalışanı bünyesinde barındıran büyük bir organizasyon haline gelen HTK sektörde yerli üretim ekosistemi için önemli bir konuma sahip olmuştur. Bununla birlikte, 3 tanesi mobil işletmeci olmak üzere 17 HTK üyesi şirket tarafından, 5G'ye giden yolda donanım ve yazılım ihtiyaçlarına yerli ve millî imkânlar ile cevap

¹ Automated Guided Vehicle / Autonomous Mobile Robot

verebilmek amacıyla “Uçtan Uca Yerli ve Millî 5G Haberleşme Şebekesi Projesi” (UUYM5G Projesi) geliştirilmiştir. TÜBİTAK tarafından finansal olarak desteklenen projeye 2018 yılında başlanmış ve geçtiğimiz süreçte projede önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu çerçevede; UUYM5G projesiyle, 5G altyapıları için kritik öneme sahip 5G çekirdek şebeke, 5G baz istasyonu, 5G’ye özel yönetim, servis ve operasyonel yazılım ürünleri ile radyolink ürünleri yerli ve millî imkanlar ile geliştirilmektedir.

UUYM5G Projesi’nin ilk fazı 2021 yılı mart ayı itibarıyla tamamlanmış olup, ilk fazda yukarıda sayılan ürünlerin prototipleri ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda, 23 Haziran 2021 tarihinde BTK’nın ev sahipliğinde gerçekleştirilen bir etkinlikte,

- Yerli ve millî ürünler kullanılarak oluşturulan, 5G baz istasyonu, çekirdek şebeke, radyolink gibi uçtan uca 5G şebekesi üzerinden, ticari 5G telefonlar aracılığıyla çeşitli arama ve veri aktarımı senaryoları test edilmiş,
- Mevcut ticari 4.5G mobil şebekelere bağlanabilen yerli ve millî 5G baz istasyonları üzerinden çeşitli demo gösterimleri yapılmıştır.



Şekil 6. 5G Yerli ürünler lansman toplantısı

Kaynak: (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022)

Sonraki fazlarda ise bu ürünlerin daha yüksek kapasiteli ve gelişmiş versiyonlarının üretilmesi planlanmaktadır. Ayrıca, proje kapsamında devam edilecek çalışmalar ile dünya standartlarında yerli ve millî 5G ürünlerinin hem iç piyasaya hem de diğer ülkelere pazarlanması hedeflenmektedir. Böylece, ülkemizin Millî Teknoloji Hamlesinin elektronik haberleşme sektöründeki bir yansıması olarak yürütülmekte olan UUYM5G Projesi vasıtasıyla ülkemizin haberleşme sektörüne yönelik ürün geliştiren sayılı ülkeler arasında yerini alması amaçlanmaktadır (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

UUYM5G Projesi kapsamında 3GPP Release 15 standartlarına uygun sistemler, lider işletmecilerce günümüzün yükselen teknolojileri olarak kullanılan açık standartlar, açık kaynak temelli yazılımlar, container/kubernetes ve cloud-native yapı, mikroservisler ve REST API’lar, O-RAN standartlarında ayrıştırmaya uygun olarak geliştirilmiştir.

Ayrıca bir mobil işletmecinin 5G için kullanacağı temel sistemlerin ilk fazda geliştirilmiş olanlarının detayları aşağıda yer almaktadır.

- **5G Çekirdek Şebeke:** Service Based Architecture (SBA) yapısına uygun olarak IMS ve Görev Kritik servisleri içerecek şekilde geliştirilmiştir.
- **5G Yeni Radyo-MIMO Aktif Antenler:** 8x8 MIMO hedefiyle başladıktan sonra, 32x32 ve 64x64 MIMO'ların ticari olarak daha büyük pazarı olduğu ortaya çıkınca, bu konfigürasyona evrilecek şekilde 16x16 MIMO antenler geliştirilmiştir.
- **Radyo Erişim Şebekesi-Temel Bant Ünitesi (RAN/BBU):** Derin know-how (bilgi birikimi) gerektiren bu ürün için iki ayrı strateji belirlenmiş olup bir taraftan en büyük üreticilerden birinin yazılım çözüm açık kaynak lisansı alınarak pazara hızlı giriş hedeflenmiş, diğer taraftan tamamen yerli ve milli geliştirme başlatılmıştır. MIMO Aktif Antenlerin dışındakilerle de çalışabilmesi için O-RAN standardına uygun geliştirilmiştir.
- **Radyolink:** 7 ve 13 GHz Radyolink ürünleri geliştirilmiştir. Bu ürünler için TÜBİTAK BİLGEM tarafından daha önce Ar-Ge'si yapılmış iç ünite (indoor unit) kullanılarak zaman ve kaynak tasarrufu yapılmıştır.



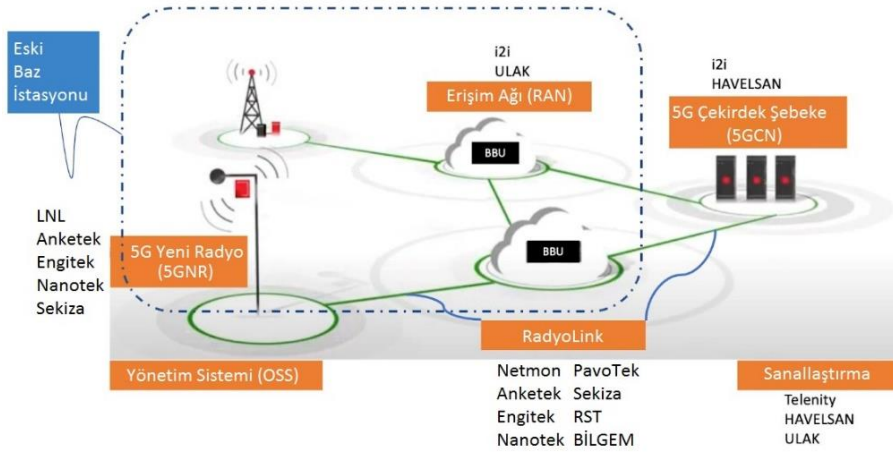
Şekil 7. TR713-7Ghz radyolink cihazı

Kaynak: (<https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/yerli-ve-milli-5g-sebekesi-hedefi-radyolink-basariyla-test-edildi-525728.html>, 2022)

Projede geliştirilen Yeni Radyo ve Radyo Erişim Şebekesi ürünleri, Non Standalone (NSA-Bağımsız Olmayan) kurulumlarda gerekli olacak 4G-5G bağlantısı konusunda üç büyük üreticinin (Huawei, Ericsson, Nokia) 4G baz istasyonlarıyla bağlantı testi yapmış tek ürün setidir.

Her ürün, TMForum ve ETSI standartlarına uygun Operasyon Yönetim Sistemi (OSS) ile birlikte işletmeciler tarafından kullanılan güncel Sanallaştırma Sistemlerine (NFV) uygun olarak geliştirilmiştir.

UUYM5G projesi kapsamında 5G Yeni Radyo (5G NR), Erişim Ağı (RAN), Radyolink, 5G Çekirdek Şebeke (5G CN) ve Sanallaştırma konularında görev alan firmalar Şekil 8'de yer almaktadır (Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi, 2022).



Şekil 8. UUYM5G Projesi Kapsamında Görev Alan Firmalar

Kaynak: (Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi, 2022)

Diğer taraftan geliştirilen prototip ürünler işletmecilerce test edilmekte, ürünlerin diğer global üretici ekipmanları ile birlikte çalışabilirliğin yanı sıra ürünlerin performansı hakkında geri bildirimlerde bulunmaktadır.

2.3.2. Open RAN (Açık Radyo Erişim Şebekesi) Çalışmaları:

Open RAN teknolojisine yönelik işletmeciler tarafından çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda:

- Juniper Networks ile 5G mobil erişim şebekelerine verimlilik ve esneklik kazandıran vRAN çözümü RIC (Radyo Akıllı Kontrolcü) ürününün lisanslanarak global ölçekte pazarlanması üzerine, Net Insight ile de 5G zaman ve frekans senkronizasyonu alanında bir teknolojinin ürünleştirme çalışmaları konusunda iş birliği gerçekleştirilmiştir (Türk Telekomünikasyon A.Ş., 2022).
Türk Telekom, bulut tabanlı yazılımlar konusunda öncü şirketler arasında yer alan Mavenir ve 5G'ye özel ağ çözümleri üreten sistem entegratörü ComPro Bilişim Teknolojileri ile Open vRAN denemeleri konusunda iş birliği yapmıştır. Bu çerçevede Türk Telekom, Mavenir'in ödüllü Open vRAN çözümü için pilot bir uygulama gerçekleştirecektir. Proje, Open RAN Alliance uyumlu, hüzme oluşturma (beamforming) teknolojilerine ve 4G küçük hücrelere (small cell) sahip, 4G ve 5G çoklu antene (mMIMO) sahip radyo birimlerini (RU'lar) içerecektir (www.turktelekom.com.tr, 2022).
- Vodafone "Açık Radyo Erişim (Open RAN) Geliştirme, Doğrulama, Bütünleştirme Merkezi" projesini başlatmıştır. Proje ile Türkiye'de bir inovasyon merkezi kurulması amaçlanmaktadır. Merkezde yeni nesil iletici ağ teknolojilerinin geliştirme, doğrulama ve bütünleştirme çalışmaları yürütülecektir. Buna ilaveten uluslararası standartlarda yeni nesil ağ yönetimi ve güvenliği uygulamaları geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. Open RAN teknolojisi ile radyo erişim şebekesi katmanlarını oluşturan bileşenlerin donanım bağımsız çalışabilmesi ve yazılım tabanlı uygulamalara dönüşmesi hedeflenmektedir. Aynı zamanda açık şebeke ile; müşterilerin özel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış esnek ve yüksek kaliteli hizmetlerin sunulması mümkün olacaktır. Open RAN teknolojisi ile artan esneklik

ve etkinliğin uzun vadede şebeke yönetim maliyetlerini yaklaşık %30 azaltabileceği öngörülmektedir.

Ayrıca Vodafone Türkiye, dünyada süregelen açık mimari çalışmaları kapsamında da yer almakta ve denemeler gerçekleştirmektedir. Bu kapsamda Open RAN teknolojisinin önemi ve geleceğine dair öngörüler ULAK ile kapsamlı bir şekilde paylaşılmaktadır. Böylece, yerli ULAK ekipmanlarının dünyaya açılması ve rekabetçi olması sağlanabilecektir (Vodafone Telekomünikasyon A.Ş.).

- Turkcell tarafından ise farklı uzmanlıkları olan firmaların güçlü oldukları alanları bir araya getiren, sanallaşma ile birlikte kaynakların daha etkin yönetilmesine olanak sağlayan Open RAN teknolojisine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Son kullanıcıya sunulacak servisin kalitesi göz önüne alınarak Open RAN teknolojisi test edilmekte, uluslararası standardizasyon kurumlarının çalışmalarına katılım sağlanmaktadır. Open RAN testleriyle elde edilen tecrübe ile yerli ve milli 5G çalışmalarına katkı sunulmaktadır (Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş., 2022).

2.3.3. 5GTR Forum

Türkiye’de 5G ve ötesi yeni nesil haberleşme sistemleri alanındaki ekosistemin geliştirilmesi amacıyla BTK öncülüğünde akademi, araştırma ve geliştirme firmaları, tedarikçi firmalar ve mobil işletmecilerin bir araya gelmesiyle Yeni Nesil Mobil Haberleşme Teknolojileri Türkiye Forumu (5GTR Forum) 29 Nisan 2016 tarihinde kurulmuştur. 5GTR Forum faaliyetlerinin etkili ve verimli bir şekilde yürütülmesi amacıyla 5GTR Forum organizasyon yapısı altında Çekirdek Ağ, Fiziksel Ağ, Hizmet ve Uygulamalar ile Standardizasyon Çalışma Grubu olmak üzere dört ayrı çalışma grubu yer almaktadır. 5GTR Forum’un sekreteryası BTK tarafından yürütülmekte olup organizasyon yapısı altında ayrıca Danışma Kurulu ve Akademik Kurul da yer almaktadır. 5GTR Forum organizasyon yapısı Şekil 9’da yer almaktadır (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).



Şekil 9. 5GTR forum organizasyon yapısı

Kaynak: (<https://5gtrforum.org.tr/organizasyon>, 2022)

5GTR Forum çalışmaları kapsamında Seul’de düzenlenen 4. Küresel 5G Etkinliğinde 5G’ye yönelik uluslararası iş birliklerini geliştirmek amacıyla 5GTR Forum ile 5G Forum Kore ve 5GTR Forum ile Japonya 5GMF arasında iki ayrı Mutabakat Zaptı 23 Kasım 2017 tarihinde imzalanmıştır.



Şekil 10. 5GTR Forumu ile Kore 5G Forum Arasındaki Mutabakat Zaptı Töreni

Kaynak: (https://5gtrforum.org.tr/haberler/5gtr-forumu-ile-kore-5g-forum-arasinda-mutabakat-zapti-imzalandi, 2022)

5GTR Forum çalışma grupları tarafından çeşitli toplantılar düzenlenerek 5G ve Ötesindeki öncelikler, strateji ve yol haritasının belirlenmesi amacıyla 2018 yılında Beyaz Kitap hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra 5G'nin kullanımı ve 5G'nin dikey sektörlerle etkisine ilişkin olarak 8 Mart 2018 tarihinde "5G ve Dikey Sektörler Raporu" yine BTK tarafından yayınlanmıştır (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

2.3.4. 5G Vadisi Açık Test Sahası

5G Vadisi Açık Test Sahası (5G VATS) projesi ile Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi yerleşkeleri ile BTK Merkez Binası arasındaki alanı kapsayacak bölgede üniversitelerin, araştırma merkezlerinin, şirketlerin, girişimci teknoloji firmalarının, 5G ve Ötesi'ne ilişkin uygulama ve teknolojileri test edebilecekleri ve katma değer oluşturabilecekleri bir ortamın oluşturulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda, 5G VATS İşbirliği Protokolü, BTK, Hacettepe Üniversitesi, İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türk Telekomünikasyon A.Ş., Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş. ve Vodafone Telekomünikasyon A.Ş. tarafından 15 Ağustos 2017 tarihinde imzalanmıştır (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).



Şekil 11. 5G Vadisi Paydaşları

Kaynak: (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022)

5G VATS Protokolü Tarafları ile ULAK Haberleşme A.Ş., i2i Bilişim Danışmanlık Teknoloji A.Ş., Netaş, Spark Ölçüm Teknolojileri A.Ş., Huawei Telekomünikasyon Dış Ticaret Ltd. Şti. firmaları arasında 24 Temmuz 2018 tarihinde 5G VATS'da test şebeke altyapıları kurulmasına dair beş ayrı mutabakat zaptı imzalanmıştır. 8 Kasım 2018 tarihinde Hacettepe Beytepe Kampüsünde yer alan BTK Piyasa Gözetimi Laboratuvarı'nda 5G VATS Açılış Töreni yapılmış ve 5G'nin ilk sinyalleri 5G Vadisinde yayınlanmıştır. 5G ve ötesine yönelik çalışmalar yürütmek isteyen tüm taraflar 5G Vadisindeki test şebeke altyapılarından ücretsiz olarak yararlanabilmektedir. 5G Vadisinde çeşitli test ve denemeler yapılmış olup bunlar arasında 5.9 GHz'de C-V2X Kanal Ölçümü, Enerji Hasatlama ve Sensör Projesi, 28 GHz GaAs Doherty Güç Yükselteci Sayısal Ön Bozulma (DPD) Ölçümleri, 5G İşaretlerine Ait Mikro Doppler İşaretler Aracılığıyla Bilişsel Pasif Radar ile Drone ve Helikopter Tespiti, 28 GHz'de Araç İçi Kanal Ölçümü ve RF Güç Yükselteç Karakterizasyonu ve Doğrusallaştırma Çalışmaları yer almaktadır (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

2.3.5. 5G ve Ötesi Ortak Lisansüstü Programı

5G ve Ötesi konularında Türkiye'nin kısa, orta ve uzun vadede ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesine katkı sağlamak üzere BTK öncülüğünde 5G Vadisi taraflarının işbirliği ile 5G ve Ötesi Ortak Lisansüstü Destekleme Programı 24 Mayıs 2018 tarihinde imzalanarak uygulamaya geçirilmiştir. Program ile ileri iletişim teknolojileri üzerinde sürdürülebilir yetkinlik oluşturması ve yapılacak tez çalışmalarıyla patentler, projeler, makaleler, girişimci teknoloji firmalar gibi çok çeşitli formlarda çıktılarının üretilmesi hedeflenmektedir. Program kapsamında 2018 yılı ekim ayından itibaren 72 araştırmacı öğrenci mobil işletmeciler tarafından desteklenmiş olup hâlihazırda 43 öğrenci Programa devam etmektedir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

3. Uydü Teknolojileri

TÜBİTAK koordinesinde başlatılan “Türksat 6A Yerli Haberleşme Uydusu Geliştirilmesi ve Üretimi” Projesine ait sözleşme, 15 Aralık 2014 tarihinde imzalanmıştır. Türksat 6A Projesi'nin finansmanı; UAB, Türksat A.Ş. ve TÜBİTAK tarafından karşılanmaktadır. Bu proje, ülkemizin uzaydaki geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. Uyduda kullanılacak alt sistemler, uydü yer istasyonu ve yazılımları millî imkânlarla geliştirilmektedir.

Türksat 3A, Türksat 4A ve Türksat 4B uydularının üretim sürecinde gerçekleşen teknoloji transfer programı kapsamında uzay teknolojileri alanında eğitim alan Türksat mühendislerinin de katkısıyla, Türksat 6A en yüksek yerlilik oranıyla üretilmektedir (Türksat Uydü Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş., 2022).

Türksat 6A uydusunun Mühendislik Modeli entegrasyonu Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezinde (USET) 2021 yılı nisan ayında tamamlanmış olup uydü sistem seviyesi çevresel test çalışmaları devam etmektedir. Bu çevresel testler kapsamında Isıl Denge Testi, Akustik Titreşim, Sinüs Titreşim Testleri, Kütle Merkezi Ölçümleri, Statik Yük Testleri icra edilmektedir. Uçuş Modeli entegrasyon faaliyetleri ise USET merkezinde eş zamanlı olarak yürütülmektedir. Yerli olarak geliştirilen 29 adet ekipmanın yeterlilik ve mühendislik modellerine ait üretim ve testleri tamamlanmıştır. Uçuş Modelinde kullanılacak ekipmanların ise üretim ve test süreçleri devam etmektedir.

İlk yerli haberleşme uydusu olan Türksat 6A'nın 2023 yılında uzaya gönderilmesi ve Türkiye'nin, haberleşme uydusu üretebilen ülkeler arasına girmesi hedeflenmektedir.

Türksat 6A projesi ile uzay sistemleri üretim kabiliyetlerini olgunlaştıran ülkemiz artık uzay teknolojileri ihraç eden bir güç haline gelecektir.

Türksat 6A uydusu Hindistan'ı da kapsayan Doğu kapsama alanı ile Türksat'ın uydu hizmeti sunduğu coğrafyayı genişletecektir. Ayrıca son derece önemli olan 42 derece Doğu yörüngesinde hizmet veren diğer uydular için kapasite artışı ve yedekliliği de sağlayacaktır (Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş., 2022).



Şekil 12. Türksat 6A Uydusu

Kaynak: (<https://www.tusas.com/urunler/uzay/haberlesme-uydulari/turksat-6a>, 2022)

Buna ilaveten mobilitenin her geçen gün arttığı günümüzde özellikle uçak ve gemilere genişbant uydu haberleşme imkânı sunacak Türksat 5B'nin çok önemli bir rol üstleneceği öngörülmektedir.

Türksat A.Ş. uydu yer sistemlerine de yatırımlar yapmaktadır. Özgün olarak geliştirilen SOTM (SATCOM On The Move) çözümü ile sabit uydu iletişimi çözümlerine, mobilite kazandırılmaktadır. Hem askerî hem de sivil kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde geliştirilen SOTM anteniyle Türksat, uydu haberleşmesi hizmetini kendi markası ile ürettiği antenlerle sunmaktadır.

Uydu modemlerinin yerli ve millî imkânlarla geliştirilmesi için Aselsan ile Ka Bant HUB sistemi projesi yürütülmektedir. Bu proje ile dünyada birkaç üreticinin sunduğu Ka Bant uydu haberleşme HUB sistemini ülkemizde geliştirecek ve önümüzdeki yıllarda yerli ve millî yer sistemleri ile her anlamda uçtan uca uydu haberleşme hizmeti sunulacaktır.

Havacılık sektöründe Ku ve Ka Bant üzerinden verilmekte olan uydu haberleşme hizmetinin kapasitesi artırılmaktadır. Yakın geleceğin önemli başlıklarından olan Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisine uydu haberleşmesini dâhil etmek için Ka Bant IoT anten geliştirme çalışmalarına da hız verilmektedir (Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş., 2022).

Ayrıca Aselsan tarafından geliştirilen uydu haberleşme sistemleri, her türlü coğrafi koşulda ve taktik operasyonda, sahadaki askerî birliklerle bağlı buldukları komuta merkezlerinin ve karargâhlarla savaş alanındaki komutanlıkların taktik ihtiyaçlarını karşılamalarına ve

komuta kontrol sistemlerinin birer parçası olan emniyetli ve hızlı ses, görüntü ve veri haberleşmesi yapmalarına olanak sağlamaktadır. Bu sistemler TSK'nın kullanımında olan uydularla çalışabileceği gibi uygun frekanslarda hizmet veren diğer dost ülkelere ve NATO'ya ait olan uyduları da kullanılabilme özelliğine sahiptirler (Aselsan, 2022).

Aselsan, X-Bant ve Ku-Bant Taşınabilir ve Sırt Uydu Haberleşme Sistemi çözümlerine sahip olmakla birlikte; hareket halinde haberleşme yapabilen Gezgin Araç Uydu Haberleşme Sistemi ile sabit halde haberleşme yapabilen İntikal Ettirilebilir Araç Uydu Haberleşme Sistemi çözümlerini kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda Ku-Bant ve X-Bant frekanslarında sunmaktadır.

Hava araçlarına yönelik ise yerli ve millî olarak geliştirilen Ku-Bant Hava Uydu Haberleşme Sistemleri, her türlü operasyon ve çevre koşulunda, hareket halinde güvenli ve yüksek hızlı uydu haberleşmesi gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Geliştirilen Hava Uydu Modemi içerisinde yer alan şifreleme kabiliyeti ile yüksek emniyetli haberleşmeye imkân sağlanmasının yanında; beacon alıcı birimi ile de ileri hassasiyette uydu takibi sürekli olarak yapılabilmektedir. Ayrıca 38 cm, 45 cm, 1.2 m, 1.5 m ve 1.8 m reflektöre sahip anten sistemleri ile su altı ve su üstü platformlar için Deniz Uydu Haberleşme Sistemi çözümleri sunulmaktadır (Aselsan, 2022).

4. Telsiz Haberleşme Sistemleri

Aselsan tarafından pek çok haberleşme cihazı yerli imkânlarla üretilmektedir. 2008 yılında SSB ile Aselsan arasında imzalanan sözleşme kapsamında TSK Çok Bantlı Müşterek Telsiz Projesiyle kara, deniz ve hava unsurlarının taktik ve stratejik müşterek telsiz ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla V/UHF ve HF Yazılım Tabanlı Telsizler geliştirilmiştir. Taktik sahada mobil olarak görev yapan birliklerin platform içinde ve dışında, harici ses ve IP veri haberleşme ihtiyaçlarını karşılamak için 2018 yılında İç Haberleşme Sistemi oluşturulmuştur. Aynı yıl, Deniz Kuvvetleri'nin gemi, sahil ve ufuk ötesi haberleşme ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına, 5-10 kW Yüksek Güçlü HF Verici geliştirilmiştir. 2020 yılında, TSK'nın V/UHF banttaki yazılım tabanlı, elektronik harp korumalı yeni nesil el telsizi ihtiyacını karşılamak için Elektronik Harp Korumalı El Telsizi ortaya çıkarılmıştır. Tasarımı Türk mühendisler tarafından yapılan askerî telsizler; Pakistan, Azerbaycan, Ukrayna ve Katar başta olmak üzere 20'den fazla ülkeye ihraç edilmiştir.

Diğer yandan Aselsan tarafından geliştirilen millî hava telsizi ve IFF (Dost Düşman Tanıma) cihazlarının hava platformlarına ilişkin entegrasyonunun yaygınlaşması ve uçuşa elverişliliklerinin kazanılması ile yabancı lisans altında üretime son verilmiştir.

Kamu güvenliği haberleşmesine yönelik ise Aselsan tarafından analog direk mod, analog geniş alan, analog trunk telsiz cihazları ile sistemler tamamen millî imkânlarla geliştirilmiş ve sahada kullanılmaya başlanmıştır. Belediyeler, taksi durakları, dağıtım şirketleri gibi sivil profesyonel kullanıcılar; Polis, Jandarma, İtfaiye ve Ambulans gibi görev kritik haberleşme ihtiyacı duyan kullanıcılar ile Türk Silahlı Kuvvetleri Aselsan telsiz ve sistemleriyle haberleşir hale gelmiştir.

Havadan operasyonel yetenekleriyle tek röleli kapsama sağlayan SK4000 Sayısal Kriptolu telsiz sistemi özel kullanıcılar için hazırlanmıştır. Kapsama artırıcı tekrarlayıcı cihazlarından, el telsizi, araç telsizi, sabit merkez telsizleri geliştirilerek noktadan çok noktaya kriptolu haberleşme sağlanmıştır. 2000'li yıllara doğru "SAGE2000 – Sayısal Geniş Alan Kaplama Sistemi" ile geniş alan kapsama sistemlerine geçiş yapılmış ve Emniyet birimlerinin kullanımına sunulmuştur.

Aselsan'ın kendi kriptosunu tasarlama ve uygulama yeteneği kazanmasıyla sahadaki SK4000 serisi cihazlara güncelleme yapılarak SK2 (Sayısal Kriptolu 2.nesil) telsiz sistemine erişilmiştir. Pratik kullanımlı ve kriptolu haberleşme sağlayan SK2 Telsiz Sistemi önce yurtiçi sonra yurtdışında çok sayıda kullanıcı grubuna teslim edilmiştir.

Aselsan haberleşme teknolojilerinin dünyada birinci nesilden ikinci nesle geçtiği dönemde ilk yerli cep telefonunu “1919”u tasarlamış ve üretimine geçmiştir. Cep telefonunda kazanılan kullanıcı arayüzü ve kullanım konsepti sayısal tabanlı 4400 el telsizlerine temel oluşturmuştur.

Jandarma Genel Komutanlığı'nın APCO25 açık standardında haberleşme sistemi ihtiyacıyla 4700 Serisine geçiş yapılmıştır. 4700 Serisi Telsizler, ülkemizin ilk Amerikan açık standartlarında telsizleri olup ABD'de satılan ilk Aselsan ürünü olma unvanını taşımaktadır. Bu serinin yurtdışından alınan antenleri, tekrarlayıcı almaç çoklayıcı ve güç birleştirici RF yan birimlerinin tamamı yerli imalata aktarılmıştır. 4700 serisi telsiz ailesine ait genel özellikler Şekil 13'te yer almaktadır.

Genel Özellikler

- Analog ve sayısal mod
- APCO25, SK2 ve DMR standartlarına uygun
- Kullanıcı bilgilendirme ve uyarılar
- LCD Ekran
- Alfanümerik Tuş takımı
- Grafik Kullanıcı Arayüzü
- Arama Kaydı
- Konuşan Kimliği
- 3 Seviyeli RF Güç Seviyesi
- Kanal Arama
- VOX (Ses Aksesuarlarıyla)
- Gönderme Süre Sınırı
- Menü Yetkilendirme
- Bilgisayar Destekli Onarım
- MIL-STD-810C/D/E/F/G standartlarına uygun
- TIA-102.CAAB-D, TIA-603-D ve ETSI TS 102 361 standartlarına uygun
- Analog modda geriye dönük uyumluluk

Sayısal Mod Özellikleri

- Grup Çağrı
- Bireysel Çağrı
- Acil Çağrı
- SMS (Telsizden telsize kısa mesaj)
- Veri haberleşmesi (veri yazılım setiyle)
- Durum Mesajları
- Kripto (Opsiyonel)
- Rehber
- Çağrı Uyarısı



Şekil 13. Aselsan 4700 Telsiz Ailesi

Kaynak: (https://www.aselsan.com.tr/4700_Telsiz_Ailesi_2624.pdf, 2022)

2011'de Emniyet Genel Müdürlüğü'nün “Millî Kriptolu DMR Telsiz Sistemi” ihtiyacı için 6 ay gibi bir sürede temel işlevsellik kazanılmış, zorlu coğrafyaya sahip, güvenliğin kritik öneme haiz olduğu illerde sistemin hayata geçirilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmaların paralelinde dünyada ilk APCO tabanlı sayısal haritalı telsiz 4900 ATLAS serisi geliştirilmiştir. 4900, aynı cihazda çoklu sistem, çoklu kripto, çoklu bant, çoklu mod gibi yetenekleri ile ilk çoklu görev işletim sistemli telsiz unvanına sahiptir. 4900 serisi telsiz ailesi Şekil 14'te yer almaktadır.



Şekil 14. Aselsan 4900 telsiz ailesi

Kaynak: (https://www.aselsan.com.tr/Profesyonel_Haberlesme_Cozumleri_3644.pdf, 2022)

Diğer yandan Türkiye'nin ilk 4.5G Makro Baz İstasyonu ULAK için 450, 700, 800, 1800 ve 2600 MHz frekans bantlarında ürünler geliştirilmiştir.

Ülkemizin afet ve acil durumlar açısından risk taşıması nedeniyle kurumlar arası ortak haberleşmenin sağlanması amacıyla SSB tarafından Adana İl Emniyet Müdürlüğüne kurulacak olan Darbant - Genişbant Entegre Kamu Güvenliği Haberleşme Sistemi projesi yürütülmektedir. Sistemde çalışmak üzere VHF veya UHF bandında APCO ve DMR olarak dar banta, 700 MHz'de kapalı şebeke Görev Kritik LTE genişbantta, 800, 1800, 2600 MHz'de ticari şebekede 4.5G genişbantta çalışacak Görev Kritik 3810 El Terminalleri geliştirilmektedir.

3700 serisi telsizler ise, sahip oldukları birçok teknolojik özelliğin yanında aynı telsizde APCO25 ve DMR özelliğini birlikte çalıştırabilmektedir (Aselsan, 2022).

5. Siber Güvenlik Çalışmaları

UAB tarafından yürürlüğe konulan Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi ve 2013-2014 Eylem Planı gereğince 2013 yılında kurulan Ulusal Siber Olaylara Müdahale Merkezi (USOM), 2016 yılından bu yana doğrudan BTK bünyesinde yer almaktadır. USOM, ülke genelinde siber güvenlik anlayışını geliştirmek, siber tehditleri önlemek amacıyla alarm, uyarı ve duyuru faaliyetleri yürütmek, kritik durumlarda yerinde müdahale ekipleriyle olayın kontrolünü ele almak ve siber olaylara müdahalede ulusal koordinasyonu sağlamak amacıyla faaliyetlerini sürdürmektedir.

USOM tarafından tamamen kurumsal iç kaynaklarla geliştirilen Avcı, Azad ve Kasırğa projeleri ulusal siber güvenliğimize önemli katkılar sağlamaktadır. Avcı uygulaması ile zararlı yazılım bulaşmış sistemlerin ve komuta kontrol merkezlerinin tespiti gerçekleştirilirken Azad uygulaması ile makine öğrenmesi ve yapay zekâ imkânları kullanılarak botnetlere dâhil olmuş köle bilgisayarların tespitine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Öte yandan, başta kritik kamu kurumları ile kritik altyapılar olmak üzere ülkemizin internete açık kaynaklarına ilişkin zafiyet taraması ve hizmet sürekliliğinin sağlanmasına yönelik izleme faaliyetleri Kasırğa projesi ile gerçekleştirilirken, Kasırğa projesine entegre olan Atmaca projesiyle gelen veriler ışığında zafiyetlere ait riskler proaktif bir şekilde engellenebilmektedir. (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

Bu uygulamalar zararlı yazılım komuta sunucularının, ele geçirilmiş sistemlerin ve zararlı yazılım bulaşmış sistemlerin tespitinde aktif olarak kullanılmakta ve daha sofistike analizler yapabilmesi için de geliştirilmeye devam edilmektedir. 2020 yılında aktif olarak

kullanılmaya başlanan Atmaca projesi ile 600'den fazla zafiyete ait risk proaktif bir şekilde engellenebilmektedir. Böylece ülkemizde yer alan yaklaşık 16 Milyon IP adresinin düzenli olarak kontrol edilmesi sağlanarak başta kritik altyapı sektörleri ve kamu kuruluşlarına yönelik tehditler erkenden tespit edilerek önlem alınması sağlanmaktadır.

Bütün bu verilerin uzman analistler tarafından daha verimli bir şekilde yönetilmesi ve tespit edilen siber güvenlik eksikliklerinin ilgili kişilere daha hızlı ulaştırılması için diğer projelerle ile entegre çalışan Kule yazılımı 7/24 çalışan personelin işini daha kolay bir hale getirmekle birlikte çalışmalara üst düzey hız da kazandırmıştır.

Hem kurum ve kuruluşlarımızda hem de ulusal seviyede siber olaylara hazırlık seviyelerinin ve olay müdahale kabiliyetlerinin artırılması için atılan önemli adımlar kapsamında 2011'den bu yana UAB koordinasyonunda 5 ulusal ve 2 uluslararası siber güvenlik tatbikatı gerçekleştirilmiştir.

Bu çerçevede UAB ve BTK tarafından, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) ve Karşılıklı İlerleme İçin Siber Güvenlik İttifakı'nın (CAMP) da katkılarıyla düzenlenen Uluslararası Siber Kalkan 2019 Tatbikatı (Cyber Shield 2019), 19-20 Aralık 2019 tarihlerinde BTK' da gerçekleştirilmiştir. Tatbikatta 17 farklı ülkeden 87 katılımcıya ev sahipliği yapılmıştır. İki gün boyunca katılımcılara bir yandan uygulamalı siber güvenlik tecrübesi yaşatılırken bir yandan da olası siber saldırılarda atılması gereken adımlar konusunda bilgi paylaşımında bulunulmuştur (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

Diğer taraftan "Ulusal Siber Kalkan 2021 Tatbikatı" ise 12-13 Ekim 2021 tarihlerinde UAB koordinasyonunda, BTK'nın ev sahipliğinde gerçekleştirilmiştir. Tatbikata 36 kamu kurum ve kuruluşundan 135 katılımcı, özel sektör temsilcileri ile çok sayıda misafir katılmıştır.

Tatbikatlarda, USOM bünyesinde tamamen yerli ve millî imkânlarla geliştirilen teknik altyapı ve senaryolar kullanılmıştır.

Siber güvenlik alanında ülkeler ve uluslararası kuruluşlarla işbirliği faaliyetleri devam etmektedir. USOM, Forum of Incident Response Security Teams (FIRST), Trusted Introducer (TI), Cybersecurity Alliance for Mutual Progress (CAMP), NATO Malware Information Sharing Platform (NATO-MISP), Organisation of The Islamic Cooperation – Computer Emergency Response Teams (OIC-CERT) gibi organizasyonlara üyedir. Söz konusu kuruluşlarla tehdit istihbaratı paylaşımı faaliyetleri sürdürülmektedir. Ayrıca BM, ITU, NATO, AGİT, G20 ve OECD gibi kuruluşların siber güvenlik alanındaki çalışmalarına da ülkemiz adına UAB, BTK ve USOM tarafından katkı sağlanmaktadır.

Diğer taraftan, bağlantılı araçlarla ilgili kişisel güvenlik, siber güvenlik ve millî güvenlik riskleri göz önünde bulundurularak, araçlarda kullanılacak SIM kartların ülkemizdeki mobil şebeke işletmecilerinden temin edilmesine ilişkin 2018 yılında düzenleme yapılmıştır (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

Buna ilaveten işletmeciler de siber güvenlik alanında yerli ve millî ekosisteme destek vermeyi sürdürmektedir.

Türk Telekom Siber Güvenlik alanında tamamlanan 19 projeye ilave olarak, devam eden 9 ve planlanan 4 proje olmak üzere toplam 32 adet yerleşme projesi yürütmektedir. İşletmecinin bu alanda öne çıkan yerlilik çalışmaları aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. *Türk Telekom'un Siber Güvenliği Yönelik Çalışmaları*

Siber Güvenlik

- SIEM Ürünü Cryptosim
- Bulgu Takip Uygulaması
- Ayrıcalıklı Hesap Yönetimi
- Çok Faktörlü Kimlik Doğrulama
- Siber Atak Simülasyon
- Uygulama Güvenlik Duvarı (WAF)
- DDos Atak Simülasyon
- Güvenlik Otomasyon ve Orkestrasyon Ürünü (SOAR)
- Ağ Güvenlik Duvarı (FW)
- Dosya Bütünlük İzleme
- Güvenli Yazılım Geliştirme (DevSecOps)
- Siber Güvenlik Açığı Tespit ve Analiz Sistemi
- Network Audit Compliance Manager
- Rol Portföy Ürünü
- Veritabanı Aktivite İzleme
- Oltalama ve Sosyal Mühendislik Platformu
- Web Siteleri Bütünlük İzleme Servisi
- Dijital İz Takip Sistemi
- Tehdit Takip Sistemi
- Ağ Trafik Analizi (NTA)
- Veri Sınıflandırma ve Etiketleme
- Donanım Güvenlik Modülü (HSM)
- Uç Nokta Güvenliği (EDR)
- Veri Sızıntısı/Kayıbı Önleme (DLP)
- Saldırı Yüzey Analizi

Kaynak: (Türk Telekomünikasyon A.Ş., 2022)

Diğer taraftan Turkcell Siber Güvenlik Kümelenmesi'ne üye olan yerli ve millî firmalardan satın almalar yapmakta, ülkemizin iletişim altyapısının güvenliğini yerli ve millî teknolojiler ile sağlarken, ekosistemin büyümesine de katkı vermektedir.

Ayrıca siber güvenlik ürünlerinin analiz, tasarım, uygulama ve geliştirme aşamaları Turkcell mühendisleri tarafından yürütülmektedir. Yerli ve millî imkânlar kullanılarak geliştirilen birçok ürün ve servis için patent başvuruları da yapılmaktadır. Güvenlik kodu sistemi "Turkcell Captcha", Siber İstihbarat sistemi "BOZOK", phishing simülasyon aracı "Phishkopat" gibi araçlar gerek Turkcell içerisinde gerekse ülkemizdeki diğer şirketlerde kullanılmakta ve yurt dışına da ihraç çalışmaları devam etmektedir (Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş., 2022).

Vodafone ise güvenilir ve kaliteli iletişim altyapısının ülke genelinde yaygınlaştırılması ve yerli teknoloji ekosisteminde başta yazılım olmak üzere farklı altyapı bileşenlerini üretebilecek kapasitenin ve rekabete dayalı yatırım ortamının geliştirilmesi konusunda çalışmalarını sürdürmektedir (Vodafone Telekomünikasyon A.Ş.).

6. Düzenleme ve Denetim Faaliyetleri

6.1. İşletmecilerin Yatırım Yükümlülüklerine Yönelik Düzenlemeler

Mobil işletmecilere IMT-2000/UMTS² İmtiyaz Sözleşmesi ve IMT Yetki Belgesi hükümleri ile getirilen yatırım yükümlülüklerinin incelenme süreçlerinde bazı değişiklikler yapılması ihtiyacı hasıl olmuştur. Bu çerçevede, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurulu'nun 18.01.2017 tarihli ve 2017/DK-YED/15 sayılı kararı ile onaylanan "İşletmecilerin Şebekelerinde Kullanılacak Donanım ve Yazılım Yatırımlarının İncelenmesi ve Denetlenmesine İlişkin Usul ve Esaslar"da birtakım değişiklikler ve ilaveler yapılmıştır.

Bu kapsamda;

- Yerli malı belgeli ürün kavramının yanı sıra, millî haberleşme ürününe dair yeni tanım yapılmasına,
- İşletmecilerin bir tedarikçiden yaptığı alımlara %50'lik bir üst sınırın belirlenmesine,

² International Mobile Telecommunications-2000 / Universal Mobile Telecommunications System

- Raporlanan Yerli Mah Belgeli ürünlerin üretim süreçlerinin incelenmesine,
- Ar-Ge merkezleri tarafından yürütülen Ar-Ge projelerinin ülkemiz hedef ve stratejilerine uygun olmasına,
- Tedarik zincirine güvenliğinin sağlanması ve tedarikçi bağımlılığının kaldırılması dair işletmecilerce risk incelemesinin yapılmasına,
- İşletmeciler tarafından kritik şebeke unsurlarına dair yapılacak yatırımlarda BTK'ya bilgi verilmesine,

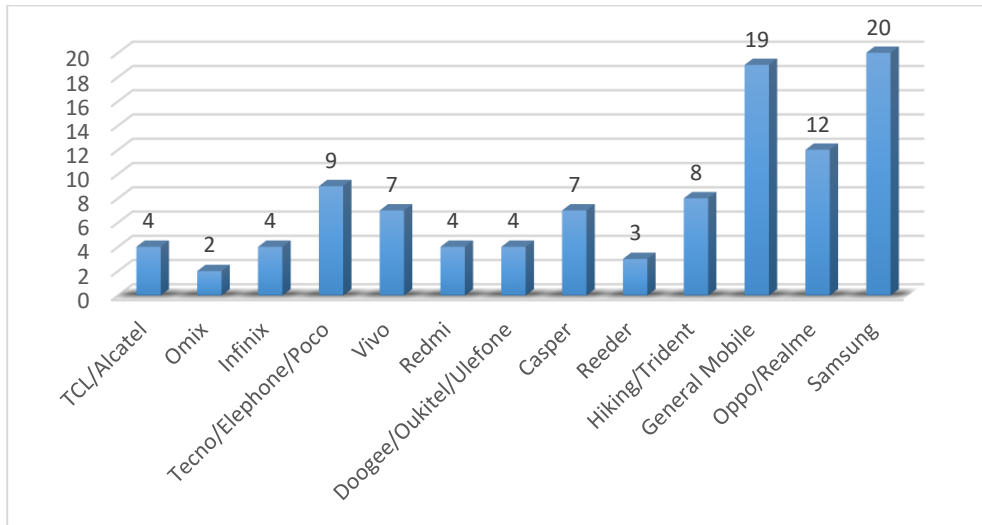
Yönelik düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu düzenlemeler sayesinde, işletmeciler ile yerli üreticilerimiz arasındaki iş birliği ve tedarik süreçlerindeki ortak çalışmaların ilerleme kaydedeceği, Ar-Ge ve yerli ürün ekosisteminin gelişeceği, ülkemizin teknoloji ve mühendislik kaynaklarının daha etkin ve verimli kullanılacağı değerlendirilmektedir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).

6.2. Piyasa Gözetimi ve Denetimi Faaliyetleri

Piyasa Gözetimi ve Denetimi (PGD) faaliyetleri, belirli bir ürünün piyasaya arzı ve dağıtım aşamasında veya piyasada iken teknik düzenlemelere uygunluğunu sağlamaya yönelik olarak yetkili kuruluş tarafından gerçekleştirilen tüm faaliyetleri içermektedir. PGD faaliyetlerinde, piyasaya arz edilen ürünlerin ulusal mevzuat hükümlerine ve uluslararası standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesi, insan sağlığı, can ve mal güvenliği ile teknik düzenlemeler açısından bir risk teşkil etmemelerinin sağlanması amaçlanmaktadır.

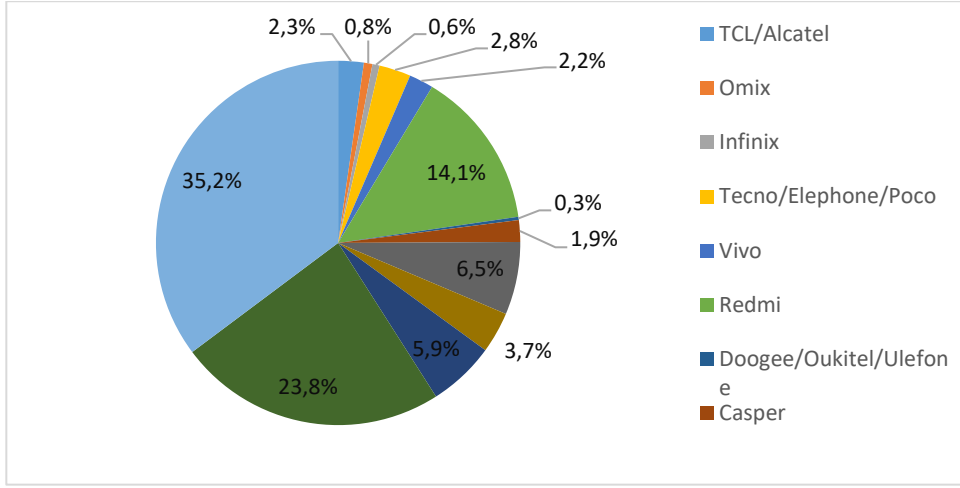
Telsiz ekipmanlarına yönelik PGD faaliyetleri, Telsiz Ekipmanları Yönetmeliği (2014/53/AB) kapsamında BTK tarafından yürütülmektedir.

Ülkemizde imalatı gerçekleştirilen telsiz ekipmanları da PGD kapsamında denetlenmektedir. Ülkemizin yerli ve millî mobil telefon üretim kapasitesi her geçen gün artmaktadır. 2021 yılında 15 adet yerli üretici tarafından 20 marka ve 103 modele ait toplam 6.604.889 adet mobil telefon imalatı gerçekleştirilmiştir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022).



Şekil 15. İmalatı Gerçekleştirilen Model Sayıları

Kaynak: (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022)



Şekil 16. Toplam İmalat Sayularının Dağılımı

Kaynak: (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022)

7. Askerî Alandaki Kara Haberleşme Sistemleri

Taktik harbin, teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişimi ve amaca özgü sistemlerin taktik sahada hizmet verir hale gelmesiyle, yoğunluğu artan bir şekilde sahadaki sistemlerin veri değişimi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Temin edilen ve/veya üretilen muhtelif sensör, silah ve komuta kontrol uygulamalarının ihtiyaç duyduğu yüksek kapasiteli, birbirine bağlı, hiyerarşik ve karmaşık haberleşme ihtiyaçları, benzer bir yaklaşımla karşılanmış ve komuta kontrol haberleşme alt sistemleri tasarlanmıştır.

Haberleşme ağlarının tesisi amacıyla WiMAX tabanlı yüksek kapasiteli RF haberleşme donanımları, askerî yönlendirme ve anahtarlama cihazları, telli ağ ses ve veri anahtarlama sistemleri, mobil segment (telsiz) ağları, ses ve veri haberleşme kabiliyetli iç konuşma sistemleri, komuta yerlerinde ihtiyaç duyulan askerî analog ve sayısal sahra telefon birimleri, video konferans alt yapıları, bu ağların haberleşmesi sırasında sürekli devrede olan veri güvenliği cihazları ile ağ güvenliğine yönelik cihazlar millî imkânlarla ülke içinde tasarlanmakta, üretilmekte ve servise sunulmaktadır.

Son dönemde taktik sahada insansız sistemlerin kullanımının artışı, akıllı karar mekanizmalarının ve yapay zekâ uygulamalarının taktik sahaya yansımalarının getirdiği ihtiyaçlar, dağıtık mimarideki sensör yapıları, sürü sistemlerin irtibat ihtiyaçları, askerî nesnelerin kendi iç intranetlerinin (IoT) gerçekleştirilmesi ile çok düşük gecikmeyle yüksek kapasiteli veri iletişim ihtiyaçlarının (5G ve ötesi) sağlanması amacıyla güncel teknolojilerin ürünlere dönüştürülmesi faaliyetlerine hız verilmiştir.

Hali hazırda kullanıma alınarak sahadaki görev yapan bu cihazlardan birkaçı aşağıda özetlenmiştir.

- **Millî Operasyonel Başlık Takımı:** Türk Silahlı Kuvvetleri'nin talepleri doğrultusunda taktik sahada ihtiyaç duyduğu ve Aselsan Askerî Telsizleri ile kullanılabileceği operasyonel ve ergonomik başlık takımı millî olarak tasarlanmakta ve geliştirilmektedir. Bu ürünün mevcutta kullanılan yabancı menşeli ürünlerin yerini alarak haberleşme güvenliğinin artırılması, taktik sahadaki haberleşme unsurlarından birinin daha millileştirilmesi hedeflenmektedir.

Temel olarak “Taktik İletişim Kulaklığı, Bas Konuş Butonu ve İlgili Kablolar” dan oluşacak Başlık Takımı, ergonomisi ile muadil ürünler ile yarışabilecek; teknolojisi ile seslerin üç boyutlu olarak nereden geldiğinin anlaşılabilmesini, alınan dış ortam seslerini gürültüden arındırarak kullanıcıya temizlenmiş bir şekilde iletilmesini sağlayacaktır.

- **Radyolink Cihazı:** Aselsan 1997 yılından günümüze, yetenekleri sürekli artırılan GRC-5211, GRC-5218 ve son olarak GRC-5220 olmak üzere radyolink ürünleri geliştirmiştir (GRC: Ground Radio Communication). Bu radyolinkler sağladıkları, yüksek veri hızı, yüksek frekans atlama hızı, bilgi güvenliği, karıştırıcıya karşı mukavemet ve elektronik harp karşı tedbirleri, desteklediği geniş frekans spektrumu ile esnek kullanım, yüksek güvenilirlik vb. özellikler sayesinde çok sayıda sistemde kullanılmış, yurtdışında da birçok ülkeye ihraç edilmiştir (Aselsan, 2022).

Yeni geliştirilmeye başlanan radyolink cihazı 5G tabanlı olacak olup daha yüksek veri ve hız kapasitesine sahip olacaktır.

- **Genişbant Radyolink Antenleri:** Askerî standartlarda Aselsan tarafından üretilmiş olup radyolink cihazları ile birlikte taktik sahada emniyetli ve güvenilir haberleşme imkânı sağlamaktadır. Bu antenler sabit ve hareketli platformlarda kullanılabilir.
- **2122 e-VoIP Cihazı – Emniyetli VoIP (Voice over IP) Telefon:** IP şebekeler üzerinden ses, IP veri ve video haberleşmesini destekleyen kriptolu haberleşme terminalidir. Mekanik donanımı, yazılımları ve kripto altyapısı Aselsan tarafından askerî standartlara uygun ve yerli olarak üretilmiştir.
- **Çok ve Tek Kanallı Askerî Telli Modem Ailesi:** Taktik komuta yerlerinde, özellikle elektronik harbe karşı bir tedbir olan tam telsiz susması durumunda kullanılmak üzere, ihtiyaç duyulan yoğun veri (IP) iletişiminin mevcut iki telli kablolarla kolayca sağlanması amacıyla DSL teknolojisi temelli Askerî Telli Hat Modem Ailesi (çok kanallı ve tek kanallı) geliştirilmiştir. Anılan ürünler ağırlıklı olarak ateş destek ve hava savunma komuta kontrol sistemlerinde kullanılmaktadır (Aselsan, 2022).

8. İşletmecilerce Yürütülen Diğer Çalışmalar

Türkiye'nin ulaştırma yatırımlarındaki dijitalleşmeye katkısını sunan Türk Telekom tarafından, dünyanın en büyük orta açıklığına sahip asma köprüsü olma özelliğini taşıyan 1915 Çanakkale Köprüsü ve Otoyolu akıllı teknolojilerle donatılmıştır. Avrupa'dan Asya'ya şehirlerimizi ve kıtaları birbirine bağlayan transit otoyol zincirimiz Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) ile uçtan uca dijitalleştirilmektedir. AUS projesi kapsamında, Malkara Çanakkale Otoyolu'nu kapsayan 101 kilometrelik güzergâh, Kuzey Marmara Otoyolu, Gebze-İzmir Otoyolu, Kuzey Ege Otoyolu gibi ülkemizin önemli transit ulaşım noktaları sürüş güvenliğini ve verimliliği artıran yerli ve millî yeni nesil teknolojilerle donatılmıştır.

Türk Telekom, Adalet Bakanlığı Ceza ve Tevkifleri Genel Müdürlüğü ile ceza infaz kurumlarını dijitalleştirmektedir. İlk olarak Ankara Sincan Kadın Kapalı Ceza İnfaz Kurumu'nda başlayan proje, akıllı multimedya cihazları ve biyometrik veri tanıma sistemi ile çalışmaktadır. Akıllı Teknolojilerin Ceza İnfaz Kurumlarına Entegrasyonu Projesi (ACEP) kapsamında, çeşitli sebeplerden dolayı ziyarete gidemeyen hükümlü yakınları, e-Görüş ile görüntülü görüşme imkânına kavuşmuştur.

Türk Telekom ayrıca TARNET ile daha hassas ve doğru tarımsal işlemlerin yapılabilmesi için 5G üzerinden çalışan Tarım 4.0 Uygulaması ‘Otonom Traktör’ü hayata geçirmiştir. (Türk Telekomünikasyon A.Ş., 2022)

Türk Telekom tarafından yerli ve milli ürünlere yönelik öne çıkan diğer çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Tablo 2. Türk Telekom’un Yerli ve Milli Ürünler Yönelik Çalışmaları

Mobil	Sabit
<ul style="list-style-type: none"> Gerçek Zamanlı Ücretlendirme Sistemi Omnichannel Platformu PCRF (Policy & Charging Rules Func) Yerli Mobil CEM Platformu Yerli Baz İstasyonu Mobil SMSC Lityum Akü Yerli Anten Hassas Kontrollü DX Klima EIR (Equipment Identity Register) CMAS Platformu - Commercial Mobile Alert System Kriz SMS 	<ul style="list-style-type: none"> VOLTHA SEBA- FTTH Şebeke Sanallaştırma ARİSTO Otomatik Arıza Yönetimi Operasyonda Yapay Zekâ Yerli Nette Analiz Yerli Alarm İzleme (YAZ projesi) Yerli DPI AAA Dönüşüm Tivibu GO Uygulama Universal ONT / Yerli HGW Yerli Proaktif Güvence Yerli Sanal Santral Sosyal Medya İzleme Sistemi Test Otomasyon Sistemi Merkezi Network Otomatik Keşif MPLS Aktivasyon Provizyon TTSİS Sinyal İzleme Sistemi TTNETSİS Sinyal İzleme Sistemi

Kaynak: (Türk Telekomünikasyon A.Ş., 2022)

Turkcell, 2015 yılından itibaren şebeke otomasyonu konusunda yerli ve milli ürünleri kullanmaktadır. Hizmet kalitesi üzerinde önemli etkisi olan, kritik şebeke yönetimi faaliyetlerini otomatize etmek üzere bir yerli çözüm sağlayıcı ile birlikte SON (Şebeke Optimizasyon & Organizasyon) platformu geliştirilmiş ve devreye alınmıştır. Otomasyon yetenekleriyle elektronik haberleşme hizmetlerinin ve dijital servislerin kalitesini artıran SON sistemi 2017’de “Self Organizing Network” konferansında ödül almıştır. Bu kapsamda Tahmine Dayalı Enerji Tasarrufu, Müşteri Merkezli Kapsama Optimizasyonu, Tahmine Dayalı Yük Dengeleme, Servis Tabanlı Optimizasyon gibi çalışmalar yapılmaktadır.

Turkcell Teknoloji, yapay zekâ destekli ürünleriyle şirket çözümlerini son teknoloji yapay zekâ yetenekleriyle geliştirmektedir. Bu ürünler:

- **FOYA**, AI modellerini kullanarak kimlik belgelerindeki sahte vakaları ve örnekleri tespit edebilme yetenekleri barındıran bir platformdur. Sahte pasaport ve kimlik tespiti, yüz doğrulama, kullanıcıdan sözlü/sesli onay alma yetenekleri, dijital iş alım süreçleri ile tüm sektörlerde kullanılmak üzere sunulmaktadır.
- **Celly**, katılımı artıran ve kişiselleştirilmiş müşteri deneyimi sağlayan bir chatbot (sohbet robotu) ürünüdür. Diğer firmaların da kendi “chatbot”larını geliştirmeleri için bir platform da oluşturulmuştur.

- **SIMA**, ana yeteneği yüz demografik analizi olan bir platformdur. Kullanıcı doğrulama, sahte kullanıcı tespiti, yaş ve cinsiyet tespiti, duygusal durum (ruh hali) tespiti gibi bir grup yeteneğe ev sahipliği yapmaktadır.

Turkcell Teknoloji; konuşmadan metne (ve tersi), öneri motorları, duygu analizi, metinden özet çıkarma/konu belirleme, otomatik düzeltme hizmetleri ve yapay zekâ odaklı platformlarını ve ürün hattını genişletmeye devam etmektedir (Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş., 2022).

Vodafone Grup tarafından ise 2021 başında hazırlıklarına başlanan, “Tek Çekirdek Şebeke” ihalesine, yerli 5G ürün tedarikçileri dâhil edilmiş, süreç içerisinde, ihale kapsamında beklenen teknik gereksinimler tüm tedarikçilere toplantılar vasıtasıyla aktarılmış, böylece 5G yerli çekirdek şebeke ürün tedarikçilerinin ürünlerinin eksiklerini belirleyebilmeleri ve bunlara yönelik planlarını oluşturmalarında katkılar sağlanmıştır.

Vodafone Teknoloji Hizmetleri A.Ş., telekomünikasyon ve özellikle mobil teknolojiler alanında yazılım tabanlı yenilikçi ürün, servis ve uygulamalar geliştirmektedir. 2006 yılından bugüne kadar İTÜ ARI Teknokent bünyesinde 107 Ar-Ge projesi gerçekleştirmiş olup bu projelerin 17 tanesi halen devam etmektedir. 2014 yılından bugüne kadar Türk Patent’e 352 patent başvurusu gerçekleştirmiş, bu başvurulardan 80 tanesi için patent belgesi almaya hak kazanmıştır.

Üniversite ile iş birliği kapsamında ise Vodafone tarafından Boğaziçi, Koç, Kadir Has, Galatasaray, MEF, İTÜ ve Gebze Teknik Üniversiteleri öğretim üyeleri ile ortak Ar-Ge projeleri yürütülmüştür (Vodafone Telekomünikasyon A.Ş.).

Kaynakça / References

- Aselsan. (2022, 04 08). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi - ASELSAN.
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. (2021). Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü - Üç Aylık Pazar Verileri Raporu. ANKARA: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/pazar-verileri/ceyrek-raporu-2021-4-ceyrek-22-03-21-kurum-disi.pdf> adresinden alındı
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. (2022, 03 29). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi-Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Başkanlığı.
- Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi. (2022, 03 21). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi - Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi.
- Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş. (2022, 03 24). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi - Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş.
- Türk Telekomünikasyon A.Ş. (2022, 04 13). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi - Türk Telekom.
- Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş. (2022, 03 24). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi - Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2017). Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020). <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/ulusal-genisbant-stratejisi/ulusal->

genis-bant-stratejisi-ve-cylem-plani-2017-2020-b9d0c25d-328c-4eda-a2aa-d374ffacd91a.pdf

ULAK Haberleşme A.Ş. (2022, 04 13). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi-ULAK Haberleşme A.Ş.

Vodafone Telekomünikasyon A.Ş. (2022,03,23). Haberleşmede Millî Teknoloji Hamlesi - Vodafone Telekomünikasyon A.Ş.

<https://5gtrforum.org.tr/5g-vadisi-nedir> - (15.04.2022)

<https://5gtrforum.org.tr/haberler/5gtr-forumu-ile-kore-5g-forum-arasinda-mutabakat-zapti-imzalandi> -(23.04.2022)

<https://5gtrforum.org.tr/organizasyon> - (24.04.2022).

https://www.aselsan.com.tr/4700_Telsiz_Ailesi_2624.pdf - (22.04.2022)

https://www.aselsan.com.tr/Profesyonel_Haberlesme_Cozumleri_3644.pdf - (24.04.2022)

<https://www.htk.org.tr/yerli-ve-milli-5g-urunleri-tanitildi-haberi-179> - (25.04.2022)

<https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/yerli-ve-milli-5g-sebekesi-hedefi-radyolink-basariyla-test-edildi-525728.html> - (24.04.2022)

<https://www.tusas.com/urunler/uzay/haberlesme-uydulari/turksat-6a> - (2022, 04 16).

<https://www.ulakhaberlesme.com.tr/index.php/en/> - (2022.04.24)

<https://www.ulakhaberlesme.com.tr/maya/maya.pdf> - (29.04.2022)

<https://www.ulakhaberlesme.com.tr/index.php/tr/ulaksahalar> - (2022, 04 24).

www.turktelekom.com.tr. (2022, 04 20). <https://medya.turktelekom.com.tr/turk-telekom-mavenir-ve-comprodan-open-vran-denemesi>

Yazar Hakkında / About Author

**Dr. Ömer Fatih SAYAN | Ulaştırma ve Altyapı Bakan Yardımcısı |
ofatih.sayan[at]uab.gov.tr | ORCID: 0000-0001-5786-4027**

Dr. Ömer Fatih SAYAN 10.06.1977 tarihinde İstanbul'da doğdu. Sırasıyla, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik Mühendisliğini; Bahçeşehir Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Hukuk Bölümünü ve Oxford Üniversitesi St Antony's School Diploması Eğitimini tamamladı. Yüksek lisans eğitimlerini; Münih Teknik Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Haberleşme Mühendisliğinde, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliğinde, doktora eğitimini ise İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliğinde tamamladı. 1995 yılında iş hayatına İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde atılan Dr. Sayan, üniversite eğitiminin ardından ise Türkiye, Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde sektörle ilgili özel şirketlerde çip üretimi, cep telefonu dizaynı ve AR-GE alanlarında çalıştı. Silikon Vadisi inisiyatifinde görev alarak girişimcilik konusunda çalışmalarda bulunan Dr. Sayan, Türkiye ve Almanya'da çeşitli üniversitelerde Bilişim Hukuku ve Bilişimde Yeni Trendler konularında dersler verdi. Dr. Ömer Fatih Sayan'ın, araştırma konularıyla ilgili çeşitli konferanslar ve bilimsel dergilerde yayımlanmış çok sayıda makaleleri bulunuyor. 2007-2014 tarihleri arasında Başbakanlık Müşavirliği ve Başbakan Başmüşavirliği görevinde bulundu. Ocak 2014'te Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumuna kurul üyesi olarak atandı. Ağustos 2015 tarihinden Temmuz 2018'e kadar Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu başkanı olarak görev yaptı. Dr. Sayan, Temmuz 2018 itibarıyla başladığı T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Bakan Yardımcılığı görevini sürdürmektedir. İngilizce, Almanca ve Fransızca bilen Dr. Sayan evli ve 3 çocuk babasıdır.

**Dr. Ömer Fatih SAYAN | Deputy Minister of Transport and Infrastructure |
ofatih.sayan[at]uab.gov.tr | ORCID: 0000-0001-5786-4027**

He was born on 10.06.1977 in Istanbul. He completed Istanbul University, Faculty of Engineering, Electronics Engineering and Bahçeşehir University, Faculty of Law, Department of Law and Oxford University St Antony's School Diplomacy Education respectively. Regarding postgraduate education he graduated from Munich Technical University, Electrical and Electronics Engineering, Communications Engineering and Istanbul University, Institute of Science, Biomedical Engineering. He completed his doctorate education at Istanbul University, Institute of Science and Technology, Biomedical Engineering. Dr. Sayan, who started his business life in Istanbul Metropolitan Municipality in 1995. After his university education, he worked in the fields of chip production, mobile phone design and R&D in private companies related to the sector in Türkiye, Germany and the United States. Working on entrepreneurship by taking part in the Silicon Valley initiative, Dr. Sayan gave lectures on IT Law and New Trends in Informatics at various universities in Türkiye and Germany. Dr. Ömer Fatih Sayan has many articles published in various conferences and scientific journals on research topics. Dr. Sayan, who worked on entrepreneurship by taking part in the Silicon Valley initiative, gave lectures on Informatics Law and New Trends in Informatics at various universities in Türkiye and Germany. Dr. Ömer Fatih Sayan has many articles published in various conferences and scientific journals on research topics. Between 2007 and 2014, he served as the Prime Minister's Advisor and the Prime Minister's Chief Advisor. In January 2014, he was appointed as a board member to the Information and Communications Technologies Authority. From August 2015 to July 2018, he served as the head of the Information and Communications Technologies Authority. Dr. Sayan continues his duty as the Deputy Minister of the Ministry of Transport and Infrastructure, which he started as of July 2018. Dr. Sayan, who speaks English, German and French, is married and has 3 children.