



Türkiye Bilişim Derneği

Yerli ve Milli 5G Çalışma Raporu

Ankara Kasım.2019

“Yerli ve Milli 5G” Çalışma Grubu

Mobil genişbant teknolojilerindeki bir sonraki dalga olan 5G teknolojisiyle gelmesi ve 5G altyapısının özellikle nesnelerin interneti teknolojisinin haberleşme altyapısı olacağı beklenmektedir.

Bu teknolojinin üretici tarafında olmak ABD ve Çin gibi ülkeler arasında ticari gerilimlere sebep olabilecek seviyede öncelikli görülmektedir. Ülkemizde mobil haberleşme altyapılarının yerleştirilmesi açısından bazı tedbirler alınmış ve ULAK gibi başarı hikâyeleri de ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, altyapının tüm unsurları göz önüne alındığında, mobil haberleşme teknolojileri alanında yerli katma değerin henüz düşük seviyede olduğu görülebilir.

Bu çalışma grubunun amacı, önümüzdeki dönemde yaygınlaşması beklenen 5G altyapısında yerlilik oranının artırılması ve bu alanda teknolojik yeteneklerin geliştirilmesi amacıyla yönelik politika ve uygulama önerileri geliştirilmesidir.

Bu kapsamda “Yerli ve Milli 5G” Çalışma Raporu;

Mehmet Ali İNCEEFE	(ACCERT A.Ş.) Başkanlığında,
Dr. Mehmet ÇİYDEM	(Engitek Ltd.)
Kamil Burak KARAYEL	(T.C.Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı)
Onur KOYUNCU	(ULAK Haberleşme A.Ş.)
Özkan ÖZKARA	(T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)
Aziz SEVER	(ULAK Haberleşme A.Ş.)
Niyazi SIRT	(T.C. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Başkanlığı)

tarafından hazırlanmıştır.

Bu Raporun hazırlanması sürecinde;

- Gerek kitap ve yazılarından, gerekse de söyleşilerinden yararlandığımız, Türkiye’de haberleşme teçhizatı tasarım ve üretiminin öncülerinden Sayın **Dr. Fikret YÜCEL**’e,
- Çalışmaların başından sonuna dek özenli ve titiz yaklaşımıyla her türlü desteği sağlayan Sayın **Furkan CİVELEK**’e ve
- Bu konudaki çok değerli bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşan Sayın **Abdullah Raşit GÜLHAN**’a

özellikle teşekkür ederiz.





İçindekiler

Kısaltmalar	vi
1. Giriş	1
2. Mobil Haberleşme Sistemleri	3
2.1. Analog Hücresel Sistemler	4
2.2. GSM	4
2.3. 3G	5
2.4. 4G	6
4G ve 5G Arasındaki Farklar	7
5G Uygulamaları	7
3. 5G - 5. Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri	9
3.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT)	9
3.2. Akıllı Şehirler	10
3.3. Ulaşım ve Lojistik	10
3.4. Sanayi	10
3.5. Sağlık	11
3.6. Çevre ve Tarım	11
4. Ekonomik ve Sosyal Etkileri	12
5. 5G’de ABD-HUAWEI Çatışması	15
5.1. Kanal Kodlama	15
5.2. Teknoloji	16
Polar Kodlama	16
Low Density Parity Check (LDPC) Kodlama	16
5.3. Teknoloji Seçimi	17
5.4. Patent	18
5.5. Üretim	19
5.6. Siyaset	20
6. Türkiye’de Haberleşme Teknolojisi	22
6.1. Yerli Santral ve Transmisyon Teçhizatı Üretimi	22
PTT Araştırma Laboratuvarı	22
Netaş’ın Tarihçesi	23
6.2. 3G/4G: Yerli ve Millilik Girişimi	24
6.3. Yerli ve Millilik Girişimlerindeki Eksikler ve Sorunlar	25
Geçmiş Tecrübeler	25
3G ve 4G Projelerindeki yerli ve millilik oranları	26
Akıllı Telefon Üretimi	26
7. Yerli ve Milli 5G: Kapsam ve Boyut	27
7.1. ULAK Projesi	27
7.2. ÇINAR Projesi	28
7.3. Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi (HTK)	29
7.4. Terminal Cihazları	30
Cep Telefon İthalatı	30
Cep Telefonu İhracatı	31
Akıllı Telefon Üretim Maliyetleri	31
7.5. Sürdürülebilirlik	31
8. Değerlendirme: Uyarı ve Öneriler	33
8.1. Uzun Dönemli ve Odaklı Strateji	34
Düzenleme	35
Ulusal İhtiyaçların Belirlenmesi/Küresel Eğilimlerin İzlenmesi	35
Siber Güvenlik	35
Etkin Koordinasyon	36



8.2. AR-GE.....	36
<i>Daha hedefli / Daha Yetkin AR-GE / Daha gerçekçi Kaynak Tahsisi</i>	<i>36</i>
<i>Ortak veya Merkezi Laboratuvar / Test ve Ölçüm Merkezleri</i>	<i>37</i>
<i>Patent</i>	<i>37</i>
8.3. Üretim.....	37
<i>Üretim için Orta ve Uzun Dönemli Beklentiler / Gerçekçi Yol Haritası</i>	<i>38</i>
<i>Uzun Soluklu Üretim Yeteneği Olan Firmaların Seçimi</i>	<i>38</i>
8.4. Yerli Şebekelerde Kullanım.....	39
8.5. Uygulama ve Denetim	40
<i>Doğru Uygulama / Düzeltici Denetim</i>	<i>40</i>
<i>Mevzuat / 3. Taraflar / STK Katkısı</i>	<i>40</i>

Kısaltmalar

2G	İkinci Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri
3G	Üçüncü Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri
3GPP	3G Ortaklık Projesi (<i>3G Partnership Project</i>)
4G/4.5G	Dördüncü Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri
5G	Beşinci Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri
AMPS	Gelişmiş Mobil Telefon Sistemi (<i>Advance Mobile Telephony System</i>)
AR-GE	Araştırma-Geliştirme
BER	Bit Hata Oranı (<i>Bit Error Rate</i>)
BSS	İş Destek Sistemleri (<i>Business Support Systems</i>)
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CDMA	Kod Bölmeli Çoklu Erişim (<i>Code Division Multiple Access</i>)
EDGE	Global Evrim için Geliştirilmiş Veri Hızları (<i>Enhanced Data rates for GSM Evolution</i>)
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
FFT	Hızlı Fourier Dönüşümü (<i>Fast Fourier Transform</i>)
GPRS	Genel Paket Radyo Hizmeti (<i>General Packet Radio Service</i>)
GSM	Group Special Mobile
GSMA	GSM Association
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HSDPA	Yüksek Hızda Veri Paketi İndirme Bağlantısı (<i>High Speed Downlink Packet Access</i>)
HSUPA	Yüksek Hızda Veri Paketi Gönderme Bağlantısı (<i>High Speed Uplink Packet Access</i>)
HTK	Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi
IoT	Nesnelerin İnterneti (<i>Internet of Things</i>)
IP	İnternet Protokolü (<i>Internet Protocol</i>)
ITU-R	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği – Radyo Haberleşme Birimi (<i>International Telecommunications Union – RadioComm Sector</i>)
KOBİ	Küçük ve Orta Ölçekli İşletme
KOSGEB	T.C. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
LDPC	Düşük Yoğunluklu Parite Kontrol kodlama (<i>Low Density Parity Check</i>)



LTE	Uzun Dönemli Evrim (<i>Long Term Evolution</i>)
M2M	Makineler Arası (<i>Machine to Machine</i>)
MIMO	Çoklu Girdi Çoklu Çıktı (<i>Multiple Input Multiple Output</i>)
MCPTT	Görev Kritik Bas Konuş Sistemi (<i>Mission Critical Push to Talk</i>)
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Ajansı (<i>National Aeronautics and Space Administration</i>)
NFV	Ağ Fonksiyonlarını Sanallaştırma (<i>Network Functions Virtualization</i>)
NMT	Kuzey Mobil Telefon Sistemi (<i>Nordic Mobile Telephony</i>)
NTT	Japon Telgraf Telefon Şirketi (<i>Nippon Telegraph and Telephone</i>)
OSS	Operasyon Destek Sistemleri (<i>Operations Support Systems</i>)
PCM	Darbe Kod Modülasyonu (<i>Pulse Code Modulation</i>)
PDC	Kişisel Dijital Hücresel Sistem (<i>Personel Digital Cellular</i>)
PDH	(<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>)
PTT	Posta Telgraf Telefon Genel Müdürlüğü
QoS	Hizmet kalitesi (<i>Quality Of Service</i>)
SDH	(<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>)
SDN	Yazılım Tanımlı Ağ (<i>Software Defined Network</i>)
SSTEK	Savunma Sanayi Teknolojileri AŞ
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
TACS	Tam Erişim Haberleşme Sistemi (<i>Total Access Communication System</i>)
TDMA	Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (<i>Time Division Multiple Access</i>)
TEYDEB	Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı
TURPAK	X.25 Tabanlı Paket Anahtarlama Data Şebekesi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UUYM5G	Uçtan Uca Yerli ve Milli 5G Geliştirmesi
X.25	Paket Anahtarlama Veri Şebeke Protokolü
VoLTE	LTE Üzerinden Ses (<i>Voice Over LTE</i>)



1. Giriş

Teknolojik alandaki hızlı gelişmelerle, dün “*katma değerli*” olarak tanılanan teknoloji ve hizmetler bugün temel hizmetlere dönüşmüştür. Temel olarak ses haberleşmesi için kurulmuş olan analog şebekelerin üzerine eklenen her bir teknoloji, her bir hizmet var olan bu analog şebekelere bir değer katarken, kişi ve kurumlar da bu yeni kavramlardan kendi paylarına düşeni almışlardır.

Bunların en iyi örnekleri faks ve modemlerdir. Mevcut ses şebekeleri üzerinden önceleri 1.200 bps modemlerle sağlanan uzaktan erişim inanılmaz gibi gelirken, sonraları bu telefon altyapıları üzerine kurulan X.25 veri şebekeleri dünyada bilgi işlem ve hizmet kavramlarını temelden değiştirmiştir. Kurum bilgisayarlarına uzaktan erişerek, kaynakları farklı coğrafyalardan, sınırlı da olsa kullanabilmeleri algı kapılarını yepyeni ufuklara açmıştır.

Bugün teknolojik alandaki gelişmelerin hızını izlemek bir hayli güçleşmiş, yakalayıp geliştirmek ise oldukça zor görünmektedir. İşin teorik altyapısının çok ötesinde, ölçeğinde ve ekonomisinde de sıkıntı bulunmaktadır. Bugüne dek ülkemizde yapılan girişimler önce bürokrasi ve yanlış politikalar, daha sonra da ölçek ekonomisinin engeline çarpıp başarısızlığa uğramıştır.

Telekomünikasyon sektörünün en önemli yanlarından biri, toplumun ve teknolojinin sürükleyici etkisidir. Bu sektör, gerek dünya genelinde gerekse de ülkemiz özelinde çok ciddi başarı örnekleri oluşturmuştur.

PTT ARLA’dan Teletaş’a, Netaş ve diğer benzeri girişimler, özellikle içinde bulundukları dönemler de göz önüne alındığında çok ciddi başarı öyküleri üretmişlerdir. Ne var ki bugün ülkemiz, dün kendi ürettiği başarıyı tüketmiş, özellikle mobil iletişimin açtığı fırsat penceresini tam olarak kavrayıp değerlendirememiştir. O pencere ki, dünyada sadece iş yapış biçimlerini değil, ticari, teknik ve sonunda ekonomik dengelerin bütünüyle değişmesine yol açmıştır.

Nortel, Siemens gibi Telekom alanındaki dev üreticiler bu alandan tamamen çekilmek zorunda kalırken, dün olmayan Huawei, ZTE gibi yepyeni şirketler hem de Çin gibi pazar olarak bile görülmeyen bir ülkeden çıkarak dünyada etkin ve egemen olmaya başlamışlardır.

Gelecekte, süper güçlü tedarikçi ülkeler, belirli protokoller ve ürünler etrafında kendi çevrimiçi etki alanlarını yaratmaya çalışacaklar, böylece müşteri devletlerinin belirli bir topluluğun belkemiğini oluşturması ve tedarikçi ülkenin kendisi tarafından kurulan, desteklenen ve kontrol edilen bir kritik altyapıya güvenmelerini sağlayacaklardır.¹

Teknoloji şirketleri, ürünlerinin yanı sıra kendi değerlerini de ihraç ediyorlar, bu nedenle iletişim altyapısının temelini kimin oluşturacağı kesinlikle çok önemlidir.² ABD ile Huawei arasındaki, daha doğrusu Çin arasındaki iletişim altyapısı ve 5G alanında yaşanan sorunların temelinde yatan kaygı ve çatışma budur.

Türkiye’nin 1960’lı yıllarda başlayan ve 1990’lı yıllarda “küreselleşme”, “özeleşme” furyalarında kim vurduya giden üretim mücadelesi, haklılığını bugünlerde bir kez daha kanıtlamıştır.

Artık ülkeler tasarımda söz sahibi olamadıkları ve tüm operasyon süreçlerini bilip denetleyemedikleri ürün ve hizmetlerden uzak durmaya başlamışlardır. Özellikle tüm ürün ve hizmetlerin ağırlıklı olarak dijitalleştirildiği günümüzde, bu ürün ve hizmetlerin yetenek ve maliyetlerinin yanı sıra güvenlikleri de önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir.

Hâlihazırda 2G, 3G ve 4.5G altyapısına sahip olan ülkemizde yerli ve milli üretim yaklaşımı, sadece 5G teknolojilerine ötelenip, 5G teknolojileri ile sınırlı bırakılmamalıdır. 5G

¹ The New Digital Age, Eric Schmidh and Jared Cohen s.111

² The New Digital Age, Eric Schmidh and Jared Cohen s.112

sistemlerinin geliştirilmesinde ve üretiminde kaldıraç görevi görecek bu sistemlerin bileşenleri bu sürecin temel taşlarından biri olacaktır.

Zira sanayi devrimiyle birlikte İngiltere’de başlayan, ardından ABD, Almanya, Fransa gibi ülkelerde devam ederken, 21. Yüzyıl ile birlikte Çin’de bedenleşen yerli üretim, belirli bir sektör veya belirli bir zaman dilimiyle sınırlı kalmadan, geçici bir hevesten öte sürdürülebilir bir biçimde gelişmektedir.

Türkiye’de de önce, Finlandiya ve Kore, ardından Çin tarafından izlenen politika ve uygulamalara benzer bir yaklaşım ile mevcut durumun doğru tespiti, çok odaklı strateji ve politikaların belirlenmesi, kapsamlı uygulama ve daha önemlisi sürdürülebilir bir süreç için düzenli ve saydam izleme ve denetim yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizin toplumsal ve demografik konumundan kaynaklanan fırsatlar; gerek teknolojik gerekse de ekonomik alanlarda daha etkin ve daha uzun soluklu yer almamıza olanak sağlayacaktır.

2. Mobil Haberleşme Sistemleri

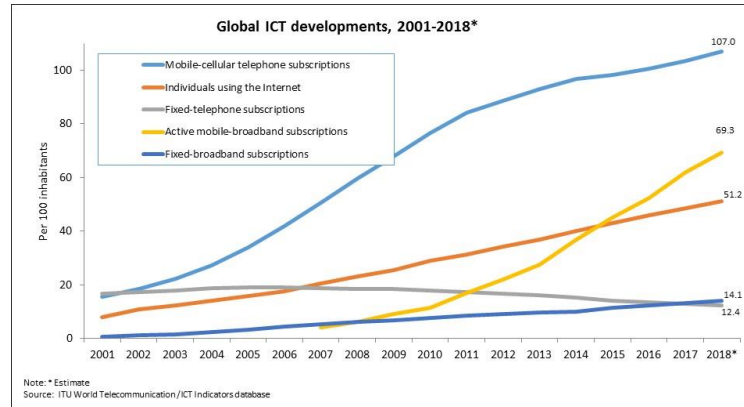
20. Yüzyılın sonu ve 21. Yüzyılın başlarında dünyada yaşanan baş döndürücü teknolojik gelişme, özellikle Çin'in de bu yarışa katılmasıyla daha büyük bir ivme kazanmıştır. Günümüzde bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) alanında yaşanan gelişme, kişileri ve toplumları da dönüştürmeye başlamıştır.

Bilgi ve iletişim (BİT) sektörünün uğraş alanı içinde bulunan yazılım, bilgisayar, e-ticaret, elektronik araçlar, internet hizmetleri, mobil iletişim sistemleri ile bunların araştırma ve geliştirilmesi, e-egitim gibi alanlardaki etkinliklerin yoğunluğu 'Bilgi Toplumu'na dönüşümde önemli faktörlerdir.

Mobil iletişim hizmetleri, 2000 yılından bu yana inanılmaz bir hızla büyümüş ve dünyada en yaygın kullanılan teknolojilerin en önünde yer almıştır. 2000-2018 yılları arasındaki zaman aralığında, dünya çapında mobil iletişim hizmetleri kullanıcı sayısı 738 milyondan 7,7 milyara çıkmıştır.³ Bu durum geniş toplumsal ve ekonomik dönüşümleri yönlendirerek yalnızca insanların iletişim biçimini değil, aynı zamanda günlük yaşamlarını planlama biçimini değiştirip sosyalleştirmiş; eğitim, sağlık, iş ve istihdam olanakları sağlamıştır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, diğer BİT hizmetlerine ulaşım zorluğu nedeniyle mobil iletişim sistemlerin kullanımı ilk sırada yer almaktadır.⁴

Mobil telefonların sabit hatlara göre en büyük avantajlarından biri, sabit hatlar yalnızca tek bir sabit noktada (ev, iş vb) kullanılabilirken cep telefonlarının sinyal bulunan her yerde ve her zaman kullanılabilmesidir. Akıllı telefonlar ile iPod ve iPad gibi uygulamalar insanlara adeta bilgisayarlarını yanlarında taşıma imkânını sağlayarak mobil ağların daha da genişlemesine yardımcı olmuştur.

Diğer yandan faaliyete geçen ve bir kısmı çok büyüyen Facebook, Twitter, LinkedIn, Google+, WordPress ve benzeri sosyal paylaşım siteleri (*social network site*) ağların genişlemesi ve üzerindeki trafiğin artmasına sebep olmuştur. Bu siteler bireylerin sınırlı bir sistemde dışarı açık veya yarı açık profil oluşturmalarına, aynı sitedeki diğer kullanıcıların profillerini inceleyebilmelerine ve kendilerinin ve diğer kullanıcıların oluşturdukları bağlantı, mesaj ve fotoğrafları takip etmelerine imkan sağlamaktadır.⁵



Mobil telefonların sayıları sabit telefon sayısını 2001 yılında aşmış, bugün ise giderek gerileyen sabit telefon hizmetleri ile karşılaştırılması mümkün olmayan bir farka ulaşmıştır.

Ağustos 2019 tarihi itibarıyla dünya nüfusu 7,7 milyar olup, toplam mobil bağlantı sayısı 8,9 milyar, mobil telefon kullanan kişi sayısı 5,1 milyardır.⁶ Akıllı telefon sayısı ise 2,7 milyarı aşmıştır.

³ <https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS?end=2018&start=1960&view=chart>

⁴ http://www.emo.org.tr/ekler/dbea76742b0af10_ek.pdf s.38

⁵ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikretyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf> s.42-45

⁶ <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>

Ülkemizde ise, mobil bağlantı sayısı (*M2M dâhil*) 80,9 milyona, M2M bağlantı sayısı 5,3 milyona, 4.5G abone sayısı ise 72,4 milyona ulaşmıştır.⁷

2.1. Analog Hücresel Sistemler

Dünyadaki ilk mobil telefon şebekesi 1957 senesinde Almanya'da devreye sokuldu. Şebekede görüşmek isteyen kullanıcılar için santral üzerinden bağlantı bir operatör tarafından elle yapılmaktaydı. Bu nedenle aranan kişinin hangi bölgede bulunduğu bilinmesi gerekiyordu. O zamanlar Almanya'daki şebekede 137 bölge vardı ve her bölgenin kendi alan kodu vardı. Aranan kişi başka bir bölgedeysen ona ulaşamıyor veya tüm bölgelere tek tek arama yapılması gerekiyordu. Roaming ve Handover (*bölgeler arası kesintisiz geçiş*) teknik olarak mümkün değildi.⁸

1950'li yıllarda araçlarda taşınan büyük ölçekli mobil telefonlar türünün ilk örneklerini oluştururken, gerçek anlamda ilk mobil telefon kavramı, 1973 yılında ABD'de Martin Cooper tarafından geliştirildi. Ancak oldukça büyük boyutlarda olması nedeniyle buna benzer telefonlar ABD ve Avrupa'da, hatta Türkiye'de araçlara monte edilerek bir süre araç telefonu ismiyle kullanılmıştır.

Mobil iletişim temelde hücrelerden oluşan kablosuz bir şebekedir. Hizmet hücreleri (teorik olarak) bir bal peteği görünümündedir ve hizmetin verildiği bütün alanı kaplar. Bir hücresel ağda bir frekans defalarca kullanılabilir ancak komşu hücrelerde aynı frekans kullanılmaz. Her hücrede hizmet bir baz istasyonu vasıtasıyla yerine getirilir. Baz istasyonları terminal cihazları ile anahtarlama merkezleri arasındaki irtibatı sağlar.

Analog mobil telefon sistemlerinin öncüleri ABD'de AMPS (*Advance Mobile Telephony System*), İngiltere'de (*Total Access Communication System*) TACS, Kuzey Avrupa'da ise (*Nordic Mobile Telephony*) NMT oldu.

İlk ticari nitelikli hücresel şebeke (*1G kuşağı*), 1979'da Japonya'nın başkenti Tokyo'da bulunan Nippon Telegraph and Telephone (*NTT*) tarafından Japonya'da başlatıldı. 1981'de NMT sistemi eş zamanlı olarak Danimarka, Finlandiya, Norveç ve İsveç'te başlatıldı. NMT, uluslararası dolaşım özelliğine sahip ilk cep telefonu şebekesiydi. ABD'de ilk mobil telefon şebekesi 1983 yılında hizmete sunuldu. Daha sonra İngiltere, Meksika ve Kanada başta olmak üzere diğer ülkelerde de kurulmaya başlandı.⁹

Türkiye 1986 yılında NMT mobil telefon altyapısını kurarak bu alanda ilk ülkeler arasında girmiştir. Türkiye'de kurulan NMT altyapısındaki temel sıkıntı, NMT sisteminin standart frekanslarının bir bölümünün askeri amaçlarla kullanılması nedeniyle frekans sisteminin değiştirilmesi, bu nedenle de Türkiye'deki NMT sistemine özel telefonlar üretilmesi olmuştur. Bu da telefon tarafındaki ürün seçeneğinin ve rekabetin sınırlı kalmasına yol açmış, dolayısıyla NMT sisteminin büyümesinin önünde engel oluşturmuştur.

160.000 aboneye kadar ulaşan NMT hizmetleri GSM lisanslarıyla birlikte hızla gerilemiş, 1 Ocak 2008 tarihi itibarıyla de kullanım dışı bırakılmıştır.

2.2. GSM

Başlangıçta bu hücresel altyapı analog teknolojileri kullanırken, gelişen mikroişlemci teknolojilerine paralel olarak sayısal mobil telefon sistemlerine geçilmiştir. İkinci nesil (2G) hücresel sistemlerin, analog sistemlerden temel farkı dijital teknolojiyi kullanılarak

⁷ <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/pazar-verileri/2019-1-ceyrekraporu-kurumdisi-5d3579a08c809.pdf> s.58

⁸ <https://www.xing.com/communities/posts/gsm-in-tarihcesi-dot-dot-dot-1002692613>

⁹ <https://www.wikizero.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpd2kvMUc>

geliştirilmiş olmalarıdır. 2G mobil iletişim sistemlerinde radyo arayüzünün daha verimli kullanılması ve altyapı bileşenlerinin ve el cihazlarının ses dağıtımının daha düşük olması nedeniyle abone maliyetlerini düşürmeye yardımcı olmuştur.

Kuzey Amerika'da TDMA ve CDMA, Avrupa'da GSM ve Japonya'da Kişisel Dijital Hücresel (PDC) gibi farklı 2G sistemleri benimsenmiştir. 1987 yılında piyasaya sürülen GSM, 2G mobil iletişim sistemlerin dünya çapında en yaygın olanıdır. 1982 yılında ETSI (*European Telecommunications Standards Institute: Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü*) bünyesinde kurulan özel bir çalışma grubu, Group Special Mobile (GSM), mobil bir telefon sisteminin özelliklerini saptamaya başladı. Bu sistem için seçilen ilk frekans bandı 900 MHz'dir. GSM'in hayata geçirilmesi 1991 yılında oldu. Daha sonra 1.800 MHz ve onu takiben 2.100 ve 2.600 MHz frekansları da GSM sistemlerinde kullanılmaya başlandı.

GSM teknolojisinin arkasındaki amaç, Avrupa ülkelerinde ortak bir dijital iletişim sistemi oluşturulmaktır. Ortak bir iletişim standardının avantajları arasında, seri üretim yoluyla telefon ve altyapı bileşenleri maliyetlerinin azaltılması, kolay uluslararası dolaşım ve daha yüksek ölçek ekonomilerinin sağlanması sayılabilir. Bu görüş, Avrupa hücreli altyapı sağlayıcılarının ve ekipman üreticilerinin dünya çapındaki başarısına katkıda bulunan akıllı bir siyasi karardır.

İlk kez 1991 yılında Finlandiya'nın GSM şebekesinde hizmete giren 2G, telefon haberleşmesinin yanı sıra metin, resim ve multi-media mesajları da gönderip alma imkânı sağlıyordu. Bütün bu mesajlar sayısızla kodlanıyor, veriler ise ancak yönlendirilen alıcılar tarafından alınıp okunabiliyordu. 2G'ye eklenen GPRS (*General Packet Radio Service*), yani paket anahtarlama olarak veri iletimi sağlayan teknoloji vasıtasıyla cep telefonları ile internet üzerinden veri alışverişi sağlanmıştır. Bu, mobil internetin başlangıcını oluşturmuş ve daha sonrasında internet kullanımında önemli ölçüde artış meydana getirmiştir.¹⁰

Türkiye'de GSM hizmetleri 1993 yılında başlatılmış olup, 2009 yılında 3G hizmetleri başlatılana dek, %90 penetrasyon ile 65 milyon aboneye ulaşılmıştır.¹¹ Yıllar itibariyle artış eğiliminde olan mobil gelirler 2008 yılında 12,6 milyar TL olarak gerçekleşirken, bir önceki yıla göre %7,7 oranında artış söz konusudur.¹² Mobil telekomünikasyon alanında faaliyet gösteren üç işletmecinin, 2008 yılında yaptıkları yatırım 2007 yılına göre %75 oranında artış göstererek 2.605 milyon TL olmuştur.¹³

2.3. 3G

1990'larda ikinci nesil (2G) mobil iletişim sistemleri için iki rakip dijital ses standardı oluştu. Kuzey Amerika'da, bazı operatörler 800 MHz bandında kanal başına 64 çağrıyı gerçekleştiren için Kod Bölmeli Çoklu Erişim (*Code Division Multiple Access - CDMA*) kullanan IS-95'i benimserken, dünya genelinde ise, çoğu işletmeci 900 ve 1900 MHz bantlarında kanal başına 8 çağrıya olanak sağlayan Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (*Time Division Multiple Access/TDMA*) kullanan *Küresel Mobil İletişim Sistemi (Global Mobile System/GSM)* standardını benimsemiştir.

2000 yılında GPRS kurulumları, ardından da 2003 yılında EDGE başlamıştır. Bu teknolojiler IMT-2000 tarafından "2.5G" olarak adlandırıldılar.¹⁴

GSM'in 2G'deki olağanüstü başarısına dayanan 3G, birlikte çalışabilirliği sağlamak için aynı işbirliği yolunu ve dünya çapında standardizasyonu sağladı.

1998 yılındaki internet patlaması, ardından mobil internet talebini de gündeme getirmiştir. 3G'de, WCDMA veya CDMA2000 ile veri hızlarının, sabit veya mobil bir kullanıcı için 2 Mbps'ye veya hareketli bir araçtaki kullanıcılar için 384 Kbps'ye kadar yükseltilmesi

¹⁰ Dr.Fikret YÜCEL, Telekomünikasyonun Öyküsü s.44

¹¹ <https://telkoder.org.tr/wp-content/uploads/2017/04/pazar-verileri-2009-2ceyrek.pdf>

¹² <https://telkoder.org.tr/wp-content/uploads/2017/04/pazar-verileri-2009-2ceyrek.pdf>

¹³ <https://telkoder.org.tr/wp-content/uploads/2017/04/pazar-verileri-2009-2ceyrek.pdf>

¹⁴ <https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/HSDPA>

hedeflenmişti. Daha yüksek veri hızlarının kullanılabilirliği görüntülü aramayı ve mobil interneti etkinleştirdi.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), büyümeyi kolaylaştırmak, bant genişliğini artırmak ve daha çeşitli uygulamaları desteklemek için IMT-2000 mobil telefon standartlarının üçüncü neslini (3G) tanımladı. Örneğin, GSM 14,4 Kbps'ye kadar olan hızlarda sadece sesi değil, aynı zamanda devre anahtarlama verileri de verebilir. Ancak mobil multimedya uygulamalarını desteklemek için, 3G çok daha yüksek hızlarda paket anahtarlama verileri desteklemek üzere tasarlandı.

Bununla birlikte, 2G'den 3G'ye geçmek için mobil işletmeciler, aynı zamanda "devrim niteliğindeki" yeni mobil genişbant ağlarını planlarken, mevcut ağlara "evrimsel" güncellemeler yaptılar. Bu, iki farklı 3G ailesinin (3GPP ve 3GPP2) kurulmasına yol açmıştır. Dolayısıyla 3. Nesil Ortaklık Projesi (3GPP), GSM tabanlı 3G şebekelerinin konuşlandırılmasını desteklemek için 1998'de kuruldu. 3GPP teknolojileri aşağıdaki gibi gelişti.

- Genel Paket Radyo Servisi (GPRS), 114 Kbps,
- Global Evrim için Geliştirilmiş Veri Hızları (EDGE) 384 Kbps,
- UMTS Geniş Bant CDMA (WCDMA), 1,92 Mbps,

3G teknolojisi zaman içerisinde daha fazla gelişme gösterdi:

- 2002 yılında tanımlanan HSDPA, indirmede 14 MBps veri hızına,
- 2004 yılında tanımlanan HSUPA, yüklemede 5,74 Mbps hızına,
- 2007 yılında tanımlanan HSPA+ ise, MIMO ve 64QAM teknikleri ile indirmede 28 Mbps ve yüklemede 11 Mbps hızlarına erişme olanağı sağlamıştır.

3G her ne kadar IP tabanlı bir iletişim teknolojisine sahip olsa da;

- Ses öncelikli bir yaklaşımı vardır.
- Ses görüşmesi yapılırken aynı anda veri haberleşmesine izin vermemektedir.

Ülkemizde 2009 yılı sonunda devreye alınan 3G hizmetleri ihalesini mevcut 3 GSM işletmeci kazanmışlardır.

2014 yılı Aralık ayı sonu itibarı ile Türkiye'de yaklaşık %92,5 penetrasyon oranına karşılık gelen toplam 71,8 milyon mobil abone bulunmakta olup 2009 yılının Temmuz ayında sunulmaya başlanan 3G hizmeti de 2014 yılı Aralık ayı sonu itibarıyla 58,3 milyon aboneye ulaşmıştır

2.4. 4G

Dördüncü nesil (4G) mobil telefon teknolojileri standardı ise 3G sisteminin geliştirilmiş hali olup mobil internet bağlantısında çok geniş bant, oyun hizmetleri, mobil yüksek çözünürlüklü (HD) TV, video konferans, üç boyutlu TV ve bulut bağlantılar sağlamaktadır.

Eylül 2009'da ITU-R'ye 4G için iki rakip standart teknoloji adayı olarak sunuldu:

- 3GPP tarafından standartlaştırılan LTE Advanced ve
- IEEE tarafından standartlaştırılan 802.16m

Bu standartlar şunları hedeflemektedir:

- Spektral verimlilik
- Bir hücreye dinamik şebeke kaynakları tahsisi
- Pürüzsüz "handover" desteği
- Yüksek hizmet kalitesi (QoS) ve
- Tamamen IP tabanlı paket anahtarlama bir şebeke.

Dördüncü nesil kablosuz (4G), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Radyo Sektörü (ITU-R) tarafından belirlenen 4G standartları, Uluslararası Mobil Telekomünikasyon Gelişmiş (IMT-Advanced) olarak belirlenmiştir.

Bu nedenle kablosuz genişbant teknolojisinin hücresel veri transferine uygulandığı bir sistem olan 4G, bu özellikleri dolayısıyla LTE (*Long-Term Evolution*), yani “Uzun Süreli Evrim” olarak da anılmaktadır. 4G teknolojisi, cihazın da uygun olması koşulu ile 4G şebekesi üzerinden “Voice Over LTE” kısaca VoLTE özelliğini kullanarak telefon konuşması yapma olanağını da sağlar. Bu telefon konuşması HD kalitesinde görüntülü, konuşma sırasında yazılı mesaj gönderme, grafik çizme gibi özelliklere sahiptir.

4G hizmet sunumunun ardındaki itici güç, multimedya uygulamalarının ve servislerinin kullanıcıya yüksek veri hızı, yüksek bir hizmet kalitesi ve yüksek güvenlik ile her zaman ve her yerde sunulabileceği kapsamlı bir IP tabanlı çözüm sunmaktadır. 4G iletişimin işlevselliği için kesintisiz mobilite ve mevcut kablosuz standartlarla birlikte çalışabilirlik çok önemlidir. Uygulamalar femtocell ve picocell gibi yeni teknolojiler içermektedir.

4G iletişim teknolojisi tamamen Internet Protokolü (IP) paket anahtarına dayalı bir sistem olup, akım yayılı spektrumlu radyo teknolojisi yerine OFMDA çok taşıyıcılı iletim yöntemlerini veya diğer frekans alanı eşitleme (FDE) yöntemlerini kullanmaktadır. Bu nedenle 4G şebekeleri çok yüksek veri hızlarına ulaşmaktadırlar.

4G teknolojisinin en önemli yönlerinden biri, İnternet Protokolü sürüm 6 (IPv6) kullanılarak paralel devre ve paket anahtarlama ağı düğümlerinin ortadan kaldırılmasıdır. Halen kullanılan standart olan IPv4, cihazlara atanabilecek IP adreslerinin sayısı konusunda sınırlamaya sahiptir, yani yinelenen adreslerin yaratılması ve sadece sorunu gideren bir çözüm olan ağı adres dönüştürme (NAT) kullanılarak yeniden kullanılması gerekir. IPv6, çok daha fazla sayıda kullanılabilir adres sağlamaktadır.

Ülkemizde 2015 yılında ihalesine çıkılan 4G iletişim altyapısı 2016 yılının Nisan ayında hizmete girmiştir. Bu süre içerisinde toplam 80,9 milyon abonenin 72,4 milyonu 4.5G hizmetlerini kullanmaya başlamıştır.¹⁵

4G ve 5G Arasındaki Farklar¹⁶

5G'nin kablosuz teknoloji için ileriye dönük devrim niteliğinde bir atılımı temsil ettiği ileri sürülmektedir.

5G, yüksek hızlara ek olarak, 10 milisaniyelik ortalama LTE gecikme süresini 1 milisaniyeye düşürerek daha düşük gecikme süresi vaat ediyor. 5G ayrıca çoklu spektrum bantları üzerinde çalışabilir. Günümüzde LTE için genel olarak kullanılan düşük bantlı (1GHz altı) spektrumda, hızlar yaklaşık 100Mbps'de maksimuma çıkacaktır.

Menzil, yüksek bant spektrumunda daha fazla bir sorun olmakla birlikte, 5G'nin 10 Gbps'e varan hızlara ulaşılacağı öngörülmektedir.

5G Uygulamaları

Yüksek hızlı 5G teknolojisi, 4G hücreden daha fazla cihazı bir defada birbirine bağlayabilen daha küçük hücreler kullanarak çalışır. Bu teknolojinin uygulamaları akıllı ev aletlerinden ve robot teknolojisinden özerk ve ağı bağlantılı araçlara kadar çok geniş bir yelpaze oluşturmaktadır.

Sensörler, bir şehrin altyapısını 5G üzerinden bağlayabilir ve kamu kurumlarının daha verimli çalışmasını sağlar. Daha yüksek hız ve gelişmiş bant genişliği, 4K / 8K HDR Video akışını mümkün kılabilir. Düşük gecikme, artırılmış ve sanal gerçeklik, çok oyunculu çevrimiçi oyunlar ve telekonferans deneyimini büyük ölçüde geliştirir. 5G'nin düşük gecikme süresi, uzaktaki hassas ameliyatlara ve ağır makinelerin uzaktan kontrolüne izin veren uzak teknoloji için de önemli etkilere sahiptir. Güvenlik sistemleri ve IoT'den askeri, sağlık ve endüstriyel uygulamalara kadar 5G dünya çapında daha hızlı ve daha duyarlı ağlar yaratacaktır.

Türkiye'de NMT ile başlayan ve 4.5G teknolojisine kadar gelen iletişim altyapılarında, bugün geline nokta dikkatlice izlenmesi gereken birkaç nokta bulunmaktadır:

¹⁵ <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/pazar-verileri/2019-1-ceyrekraporu-kurumdisi-5d3579a08c809.pdf> s.58

¹⁶ <https://www.telit.com/blog/4g-vs-5g-new-technology-will-change-everything/>

- 1) 2019 Yılında 5 ilde en yüksek ortalama veri indirme hızı 8,8 Mbps olarak ölçülmüştür.¹⁷
- 2) Mobil işletmecilerin gelirleri 2008 yılından bu yana reel olarak artmamaktadır.
*2012 yılından bu yana toplam sektör geliri ise azalmaktadır.*¹⁸
- 3) Mobil iletişim pazarında toplam kâr 2016 yılından bu yana hemen hemen “0”dır.
Bu ise mobil işletmecilerin yatırım güç ve isteklerini giderek azaltmaktadır.
- 4) Tüm işletmecilerin altyapıları ağırlıklı olarak tek bir üreticiden tedarik edilmektedir.
Tek tedarikçi kullanımı başta ulusal güvenlik olmak üzere birçok açıdan kırılganlıklar oluşturmaktadır.
- 5) Huawei’in ABD ve özellikle bu ülke şirketlerinin sahip oldukları patentlerin kullanımı (Windows, Android ve diğer) ile ilgili yaşadığı sorunlar ise kırılganlıkların, süreklilik boyutunu da tehdit etmesine yol açmaktadır.
- 6) 3G ve 4G yatırımları için konulan %30-45 yerlilik yükümlülükleri getirilmiştir.
Gerçekleşme oranı ise %2-3 oranlarını geçememiştir.

Bu veriler, 5G yatırımlarına yönelik olarak yapılacak değerlendirmeler ve alınacak kararlar için çok sağlam uygulama temelleri niteliğindedir.

¹⁷ <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/pazar-verileri/2019-1-ceyrekraporu-kurumdisi-5d3579a08c809.pdf> s.54

¹⁸ <http://www.tubisad.org.tr/tr/guncel/TUBISAD-Bilgi-ve-Iletisim-teknolojileri-2018-Rap/58/1760/0>

3. 5G - 5. Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri

Mobil elektronik haberleşme hizmetlerinden faydalanan kullanıcı sayılarının artması ve kullanıcıların daha fazla hizmet talep etmesi, erişim teknolojilerinin daha fazla gelişmesini zorunlu hale getirmektedir. Söz konusu kullanıcı taleplerinin bugün yoğun olarak kullanılan IMT-2000 sistemleri diğer bir ifade ile 3G sistemleri ile karşılanmasının güç hale gelmesi ve dünyada 4G olarak da isimlendirilen “İleri IMT” sistemlerinin kullanılmaya başlaması da, bu gelişmelerin sonuncusu olmamış ve 5G teknolojileri tartışılmaya başlamıştır.¹⁹

5G sistemlerinin gelecekte, internetin kendi kendine gelişimini sürükleyici bir role sahip olacağı belirtilmektedir.²⁰

5G'nin 4G'den daha fazla hizmet ve faydalar sağlaması, bu teknolojik gelişme ile tüm dünyanın birbirine bağlanarak küresel bir kablosuz internet şebekesinin doğması ve bu teknolojinin, kullanıcıların daha önce yaşamadığı kadar yüksek bant genişliği sağlaması beklenmektedir.

Boyutu hızla artan makineler arası iletişim ihtiyaçlarının karşılanması ise temel olarak iki tür makineler arası iletişim modeline hitap edecektir. Birincisi düşük şebeke yükü, ölçeklenebilir erişim, kısa menzilli telsiz iletişimi gibi hususları kapsayan genel makineler arası iletişim, ikincisi ise düşük gecikme, sağlam iletim, hızlı kanal atama ve farklı alanlarda çalışabilirlik sağlayan makineler arası iletişimdir. Makineler arası iletişimin artması ile birlikte düşük cihaz maliyetleri, düşük enerji tüketimi, kapsama alanının artması, düşük yönetim giderleri gibi gereksinimler ortaya çıkmaktadır. 5G telsiz teknolojileri ile söz konusu gereksinimlere yönelik olarak düşük maliyet, kapasite ve hız artışı, uzatılmış bekleme süresi (*cihazın uzun süre uyku modunda kalması*), kapsamanın artırılması gibi çözüm önerileri sunulabilmektedir.

Bununla birlikte, sensörler aracılığı ile makinelerin uzaktan kontrolü ve riskli bölgelerde uzaktan üretim gibi yenilikler gündeme gelecektir. Bu çerçevede uçtan uca gecikmelerin garanti edilen süreler çerçevesinde gerçekleştirilmesi, oldukça yüksek güvenilirlik seviyesi ve erişilebilir bağlantı oranı ve yerel iletişim çözümlerinin desteklenmesi gerekmektedir.²¹

Özetle, mobil hizmetlerin;

- Bir milisaniyeden birkaç saniyeye kadar gecikme,
- Her bir hücre başına, birkaç yüzden birkaç milyona kadar her an bağlı (online) kullanıcılar,
- Sadece milisaniyeler seviyesinden bütün güne kadar görev döngüsü,
- % 1'den az seviyelerden % 100'e yakın seviyelere kadar sinyal yükü

gibi çok farklı performans ihtiyaçları olacaktır.²²

5G standartları ise 2020 yılından sonra ticari olarak uygulanması düşünülen bir sistemdir. 5G teknolojileri 4G sistemlerine göre 10 kat daha hızlı bir iletişim altyapısı sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca 5G şebekesinin düşük güç tüketimi ve çok az gecikme gibi avantajları da öngörülmektedir.

3.1. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT)

2017 yılında paylaşılan Gartner tahminine göre 2017 yılında 8 milyar cihaz internete bağlı iken 2020 yılında bu sayı 20 milyara ulaşacaktır.²³ 2019 yılı Ağustos ayında paylaşılan Gartner tahminine göre girişimlerde ve otomotivde önümüzdeki 1 yıl içerisinde 1 milyar yeni cihaz internete bağlı hale gelerek IoT son kullanıcı cihazı sayısı 5,81 milyar adede

¹⁹ ELEKTRONİK HABERLEŞME SEKTÖRÜNDE TEKNOLOJİK GELİŞMELER VE EĞİLMELER, BTK, Haziran.2014 s.50

²⁰ 5G: A Technology Vision, HUAWEI, 2013, http://www.huawei.com/ilink/en/download/HW_314849, (15.04.2014) s.51

²¹ 5G: A Technology Vision, HUAWEI, 2013, http://www.huawei.com/ilink/en/download/HW_314849, (15.04.2014) s.53

²² 5G: A Technology Vision, HUAWEI, 2013, http://www.huawei.com/ilink/en/download/HW_314849

²³ <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016>

ulaşacaktır.²⁴ Çok yüksek son bağlantı noktasına ulaşacağı düşünülen IoT uygulamaları yüksek bant genişliği, düşük gecikme süresi, yüksek son kullanıcı bağlantısı gibi ağ gereksinimlerine ihtiyaç duymaktadır. Örneğin akıllı şehir uygulamaları için kilometre kare başına 200 bin cihaz ve 700 Gbps bant genişliği gerekmektedir. Acil durum haberleşmesi için %100'e yakın ağ mevcudiyeti ve yüksek enerji verimliliği, otonom araçlar için 5 milisaniyeden daha düşük bir gecikme, %100'e yakın ağ güvenilirliği ve kapsamı, uzaktan cerrahi operasyonlar için 1 ms'den daha düşük bir gecikme ve %100'e yakın ağ güvenilirliği gerekmektedir²⁵. Bununla birlikte yalnızca bir tane otonom araç tahminlere göre günde 20 GB veri üretecektir. Bazı tahminlere göre bu miktar 4.000 GB'a kadar çıkmaktadır²⁶.

ITU'ya göre 5G ile birlikte 20 Gbps veri hızı, 1 ms gecikme süresi, 100 kat enerji verimliliği, 500 km/s mobilite gibi yetenekler kazanılacaktır²⁷. Teorik olarak kilometrekarede 10 milyon cihaz ile bağlantı kurulması, yüksek enerji verimliliği, spektrumun etkin kullanılması, yüksek veri hızı gibi yeterlilikler daha fazla sayıda IoT sensör veya cihazının daha uzun süre ağına bağlı kalmasını sağlayacaktır. 5G altyapıları ile birlikte uzak IoT birimlerinde üretilen verilerin iletilmesi mümkün hale gelmekte, karar alma süreçlerine etki edecek ölçek genişlemektedir.

3.2. Akıllı Şehirler

Kentlerin karşı karşıya kaldığı pek çok sorunun temelinde hızla artan nüfus önemli bir yer tutmaktadır. Kentlerde artan nüfus sayısı; atık yönetiminin zorlaşması, su kaynaklarının yetersizleşmesi, enerji ihtiyacının artması, yaşam alanlarının yetersiz duruma gelmesi, hava kirliliğinin artması ve suç oranlarının artması gibi problemleri ortaya çıkarmaktadır. Bu problemleri çözmek için şehirlerimizi akıllandırmak çözüme daha çok yardımcı olacaktır. Bu yüzden IoT ve 5G teknolojisini kullanan yerli çözümlere yönelmek gerekmektedir.

Bir diğer önemli uygulama da 5G etkin trafik yönetimi ve bağlı rota planlama uygulamalarıdır. Bu sayede tıkanıklıkların ve buna bağlı olarak enerji tüketimi ve kazaların azalması beklenmektedir. Trafik yönetimi için yerli firmalarımız hali hazırda hizmet vermektedir.

Akıllı şehir uygulamaları, ulaştırma altyapılarında kullanılacak cihazlar, otonom araçlar gibi kaynaklardan alınacak veriler büyük oranda mobil altyapılardan taşınacaktır. IMT-Advanced altyapısı teorik olarak 1 Gbps veri hızına, 10 milisaniye gecikme süresine sahip olsa da gerçekte bu kapasitelere ulaşamadığı ve gelecek IoT uygulamaları için yeterli olmayacağı görülmektedir.

3.3. Ulaşım ve Lojistik

Akıllı şehirlerin en önemli uygulama alanlarından biri olan ulaşım, 5G teknolojileri ile somut anlamda bütünleşebilecek kapasiteye sahiptir. 5G hızı ve veri esnekliği ile trafik sistemlerinin tamamen dönüşmesi mümkündür. Bu noktada otonom araçların kullanımı hızla artacaktır. Şehirdeki tüm araçlar birbirleriyle konuşacak, hız ve iletişim sağlanacaktır.

Günümüzde en önemli sorunlardan biri olan araç parkları da 5G teknolojileri ile dönüşmesi beklenmektedir. Düşük maliyetli bir 5G sensörüyle donatılmış sokak lambaları sayesinde boş park yerleri hakkında gerçek zamanlı bilgileri elde etmek mümkün olacağından, araçlarda da bu bilgileri alan sistemler aracılığıyla, doğrudan park yeri bulunması kolaylaşacaktır. Bu durumda hem park geliri %27 oranında artabilecek hem de tıkanıklık azaltılabilecektir.

3.4. Sanayi

Sanayi 4.0 akıllı sanayi, endüstriyel IoT gibi isimler altında sürdürülen ve tüm dünyada büyük ilgi gören yeni dönüşüm süreci, 5G teknolojileri ile doğrudan ilişkilidir. Bu sebeple

²⁴ <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-08-29-gartner-says-5-8-billion-enterprise-and-automotive-io>

²⁵ 5G Systems, Ericsson White Paper, 2017, s.4

²⁶ IoT Measurement and Applications, OECD Digital Economy Papers, 2018, s.8

²⁷ <https://www.etsi.org/technologies/mobile/5g>

sanayi sektörü, gelişen haberleşme teknolojilerinin verimlilik adına en çok etki gösterebileceği sektörlerden birisidir.

Sanayi hedefli 5G regülasyonun öncelikli hedef kitlesi küçük ve orta ölçekli firmalar olması, bunların gelişip güçlenmesine yardımcı olacaktır.

3.5. Sağlık

Hastalıkların tedavi edilmesi, sürdürülebilir bir sağlık sistemi için yeterli değildir. Sağlık endüstrisinde de hastalığın tedavisinden çok hastalığın oluşmasının engellenmesi önem kazanmaktadır.

Taşınabilir teknolojilerdeki gelişmeler sayesinde algılayıcılar aracılığı ile toplanan veri anlık olarak bilgiye dönüştürülebilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi doktorların hastaları takip etmek için uygulamalar önermeleri artık alışılmış bir uygulama haline gelmektedir.

İlk aşamasında internet teknolojilerine dayanan bu tür bir sistem ileri aşamalarda 5G ile birlikte sağlık sektöründe bir devrim niteliğinde değişmelere yol açacak olan Sağlık Gereçlerinin İnterneti (*IoMT - Internet of Medical Things*) ve akıllı giyilebilir cihazlar sayesinde hayat kalitesinde önemli bir artış sağlamanın yanında tıbbi bilgilerin güvenliğinin korunmasında blok zincir, kitlesel IoT üzerinden 5G ve yapay zekâ gibi teknoloji ve standartların kullanılmasında da dünyada bir ilk olarak önayak olma potansiyeline sahiptir.

3.6. Çevre ve Tarım

Tarımsal üretim alanları takip ve gözlem sistemleri ve yapay zekâ hızlandırması ile bitki sağlığı hesaplamasını, geleneksel yöntemlere göre %25-35 daha sağlıklı yapabilmektedir. Bu tür veriler, modifiye ya da multispektral kameralarla toplanarak analiz edilmekte ve bu sayede bitki gübreleme, ilaçlama haritaları oluşturulabilmektedir. Uzak kızılötesi, termal kameralar kullanılarak bitkilerin sulama ihtiyacı haritaları çıkarılıp, buna göre sulama haritaları oluşturulabilmektedir. Yapay zekâyâ sahip kameralı araçlar kullanılarak, bitkisel üretimde kullanılan yabancı ot ilacı kullanımı %99 oranına kadar azaltılabilmektedir. Bu tür teknolojilerin üretilmesi, kullanılması sayesinde, ülkemizin, tarımsal üretimin hammaddesi olan, gübre ve ilaç gibi, bir kısmı yurtdışından temin edilen maddelere bağımlılığı azalacaktır.

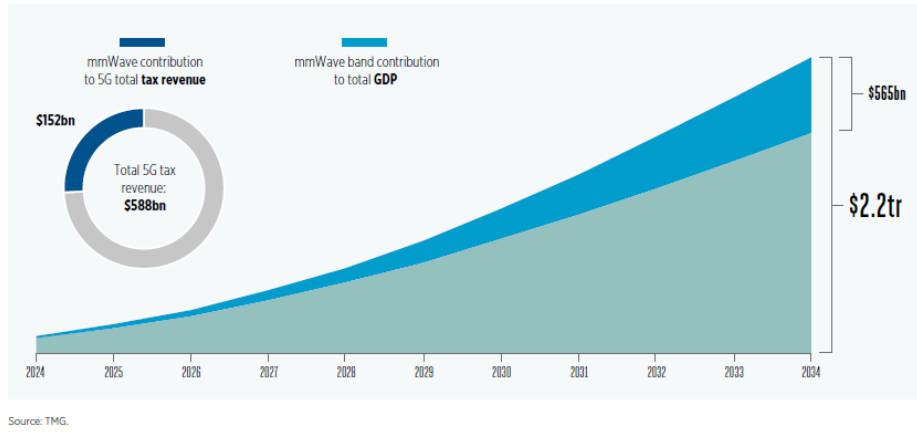
4. Ekonomik ve Sosyal Etkileri

GSMA, son on yılda çalışmalarını mobil genişbant ve 5G teknolojilerinin yerel, ulusal ve bölgesel ekonomiler üzerindeki sosyo-ekonomik faydalarının ölçülmesi üzerine yoğunlaştırmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları üç temel bulguyu desteklemektedir:

- 5G'nin küresel olarak önemli ekonomik faydalar sağlaması bekleniyor,
- 5G spektrumu, zaman içinde bu etkinin önemli bir parçası haline gelecek ve
- Her ne kadar ekonomik yararlar, çalışma dönemi boyunca benimseyen ekonomilerde daha büyük olsa da, 5G'nin daha sonra benimseyen ekonomilere katkısı, çalışmanın sonraki yıllarında erken benimseyenlere olan katkıyı geçecektir.

Bu çalışmada, 5G'nin 2020-2034 döneminden bu yana kümülatif olarak GSYİH'da 2,2 trilyon \$ ve 588 milyar \$ vergi geliri sağlaması öngörülmektedir. 5G uygulamaları, küresel GSYH'ye toplam 5G katkısını artırarak 2034 yılında kümülatif toplamın yaklaşık %25'ini (GSYH'da 565 milyar \$ ve vergi gelirinde 152 milyar \$ olacak şekilde) oluşturacaktır.²⁸

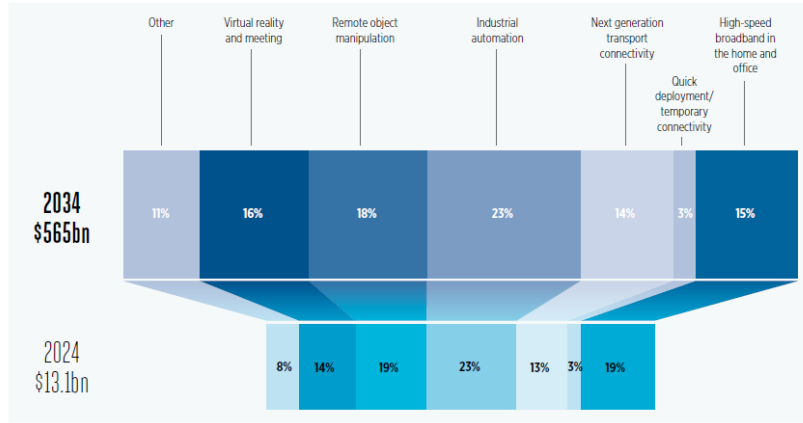


5G başarısı, önceki mobil geniş bant nesillerindeki gibi basit bağlantılar sayılarak izlenmeyecektir. 5G'nin etkinleştirilmesi ve bir ekonomi üzerindeki etkisinin oranı aşağıdakiler etmenler tarafından belirlenecektir:

- Kullanım örneklerini destekleyen teknolojinin gelişimi,
- Ekonominin kullanım senaryolarını uyarlamaya hazır olması ve
- Ekonominin kullanım senaryoları olarak yapısı farklı dikeylere göre değişkenlik gösterecektir.²⁹

²⁸ <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/06/mmWave-5G-benefits.pdf> s.21

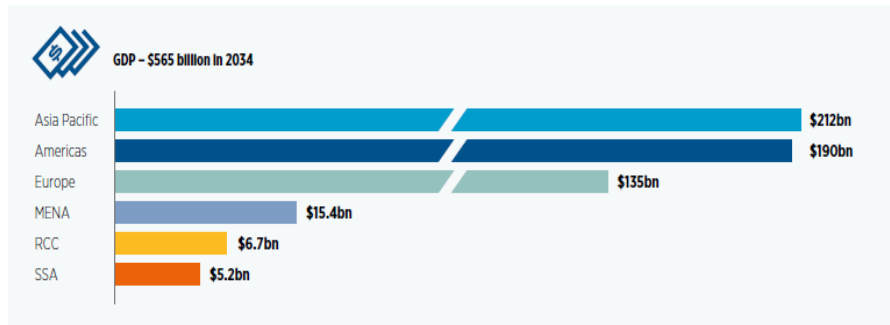
²⁹ <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/06/mmWave-5G-benefits.pdf> s.22



Source: GSMA Intelligence (historic and forecast to 2025), TMG (forecast to 2034).

Küresel tahminleri sunmak için analiz edilen dikey değerler beş sektörde gruplandırılmıştır:³⁰

- tarım, ormancılık, balıkçılık, madencilik ve taşocakçılığında oluşan “*tarım ve madencilik*”,
- imalat, inşaat ve fosil yakıt üretimini içeren “*imalat*”,
- profesyonel ve finansal hizmetleri kapsayan “*profesyonel hizmetler*”,
- hükümet, kamu hizmetleri, eğitim, sağlık ve sosyal hizmetten oluşan “*kamu hizmetleri*” ve
- toptan ve perakende ticareti, iletişimden oluşan “*BİT ve ticaret*”.



Source: TMG.

GSYİH büyümesine 5G katkısındaki aslan payını daha büyük ekonomilerin alması beklenmektedir. Yine de, 5G'yi daha sonra makul bir zamanda benimseyen ekonomilerin, 5G teçhizatına ulaşılabilirlik, kullanım maliyetleri ve iş planlarının gerçekliği açısından olgunlaşmış bir pazarın bütün avantajlarından yararlanacakları öngörülmektedir.

Hizmetlerin sunulma biçimleri ve insanların ve araçların çevrelerinde değişen hareketleri gibi bu yeni teknolojinin gözlemlenebilir etkileri toplum tarafından daha net görülebilecektir. 5G teknolojileri dikey segmentlere dâhil edildiğinden, eğitim ve sağlık uzmanlığına erişimin artması, bağımsızlığın artması ve diğer birçok yararın yanı sıra kısalan yolculuk süreleri gibi etkilerin toplum yaşamını doğrudan etkileyip değiştireceği tahmin edilmektedir.

Özellikle beş sektör (1) sağlık, (2) ulaşım, (3) eğitim, (4) kamu güvenliği ve (5) sanayi (*imalat, madencilik ve inşaat*), 5G ve daha yüksek genişbant kapasiteleri ile olanak sağlayan daha düşük gecikmelerden kalitatif iyileştirmelerden en hızlı fayda sağlayacak alanlar olacaktır. İlgili kullanım durumları ve topluma olan refah için spesifik iyileştirme örnekleri de dahil olmak üzere her sektördeki potansiyel faydalar tanımlanmaktadır.³¹

³⁰ <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/06/mmWave-5G-benefits.pdf> s.24

³¹ <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/06/mmWave-5G-benefits.pdf> s.44

5G yatırım ve operasyonlarının, ülkelerin ekonomik performansı ve GSYİH üzerinde derin bir etkiye sahip olacağı öngörülmektedir. 2016'da mobil teknolojiler ve hizmetler küresel olarak GSYİH'nın %4,4'ünü oluştururken, ekonomik değeri yaklaşık 3,3 trilyon \$ olarak gerçekleşmiştir. Bunun daha hızlı mobil bağlantının üretkenlik ve verimlilikte artış sağlamaya devam etmesi nedeniyle 2020 yılına kadar 4,2 trilyon \$'ın üzerinde veya küresel GSYİH'nın %4,9'una yükseleceği tahmin edilmektedir.³²

³² <https://www.orange-business.com/en/blogs/trillion-dollar-race-what-5g-means-global-economy>

5. 5G’de ABD-HUAWEI Çatışması

ABD Başkanı Trump’ın başkanlık dönemine damga vuran kritik olgu genel olarak Çin ile girdiği ekonomik mücadele, özel olarak da Çinli iletişim firmaları ZTE ve Huawei’ye yönelik kısıtlamalar ve yaptırımlardır. Özellikle 2018 ve 2019 yıllarında ABD Başkanı Trump’ın en çok uğraştığı konuların başında 5G ile Huawei gelmektedir.

Bu çatışmayı salt ulusal güvenlik sorununa indirgemek çok doğru olmayacaktır. Zira Huawei hem 3G hem de 4G altyapılarında da genel olarak hâkim üretici konumundadır. Nitekim ülkemizde de her 3 mobil işletmecinin hem 3G hem de 4G altyapıları ağırlıklı olarak Huawei firmasından tedarik edilmiştir.

Böyle bir durumda 5G konusunda ABD’nin güvenlik odaklı yaklaşımının tek başına yeterli ve haklı gerekçeleri oluşturduğuna inanmak pek mümkün görünmemektedir. Bu nedenle 5G konusundaki bu yaklaşım ve çatışmaları daha iyi anlayabilmek ve daha sağlıklı değerlendirebilmek için 5G teknolojisini birkaç açıdan ayrıntılı bir biçimde incelemek gerekli görünmektedir.

5.1. Kanal Kodlama

Kanal kodlama, kablosuz ağlarımızın istenilen biçimde hızlı ve hatasız çalışmasını sağlamak için geliştirilmiş bir tekniktir. Kanal kodlama araştırmasındaki tüm zorluk, böyle bir fazlalığı mümkün olan en etkili şekilde oluşturan ve kullanan yöntemleri geliştirebilmek olmuştur.

Temeldeki asıl zorluk bu kodlamayı, bugünün silikon teknolojisine pratik olarak uygulanmasına izin verecek kadar düşük karmaşıklıkta yapmaktır. Bir kodlamanın karmaşıklığı her şeyi belirler. Örneğin, ne kadar güç tükettiğini, ne kadar hafıza gerektirdiğini, ne kadar hesaplama gücüne ihtiyaç duyduğunu ve sonunda kodun iyi olup olmadığını belirleyen ne kadar gecikme olduğudur.

Bir kanaldan teorik olarak hatasız ve gürültüsüz ne kadar bit gönderileceğinin formülü 1948 yılında Claude Shannon tarafından geliştirilmiştir.

Kanal kodlamada Golay Kodları adı verilen ilk atılımlardan biri 1949 yılında tanıtıldı ve pratik uygulamaları NASA’nın Voyager 1’inde konuşlandırıldı. Jüpiter ve Satürn’ün yüzlerce renkli resimleri çekilerek dünyaya gönderildi. Sonraki yıllarda, 1955’te Elias tarafından Konvolüsyonel Kodlama ile kablosuz iletişim performansında önemli bir sıçrama yaşandı. (*Trellis bazlı kod çözme, örn. Viterbi algoritması*)³³

2G mobil iletişim, dijital video ve uydu iletişimi için Konvolüsyonel Kodlama çok ciddi kolaylıklar sağlamıştır.

1993 yılında tanıtılan Turbo kodlama, Shannon’un sınırına yakın bir performans gösterirken sağladığı performans için nispeten düşük karmaşıklığı ile 2000’li yılların başında başlayan dijital ve mobil devrimin (3G / 4G) temel taşlarından birini oluşturdu.

1999’da, 1963 yılında Gallagher tarafından geliştirilen “*Düşük Yoğunluklu Parite Kontrol (LDPC) kodlama*” yeniden gündeme geldi.

2G ses ve çok düşük veri altyapısı iken 3G ve 4G, mobil internet ve video altyapısı sunmaktadır. “*Turbo Kodlama*” ve “*LDPC*” bu noktaya kadar kusursuz bir şekilde hizmet etmiş ve uzun bir süre çok iyi bir performans sergilemiştir.

Ancak 5G için gereksinimler ve beklentiler ses ve videodan çok daha fazlasını kapsamaktadır. Bu gereksinimler ve beklentiler Turbo ve LDPC kodlarının bu yeni uygulamaların çoğunda yetersiz kaldığı bir durum ortaya çıkartmıştır.

Veri iletişimi ihtiyacı tarafındaki hızlı ilerlemeler, bir yandan performansta ciddi bir artışı, diğer yandan da işlem karmaşıklığını ve yüksek güç tüketimini gündeme getirmiştir. İşlem karmaşıklığı, daha fazla mantıksal birim, daha fazla işleme karşılık gelirken hat kodlama

³³ <https://www.computerworld.com/article/3079766/channel-coding-is-there-anywhere-left-to-go.html>

(coding) ve yeniden çözme (decoding) sonuçta (1) daha fazla gecikme, (2) daha fazla güç tüketimi ve nihayet (3) daha fazla maliyet oluşturmaktadırlar.

Bu nedenlerden dolayı, 5G tabanlı sistem ve hizmetlerde kanal kodlama, sinyal-gürültü oranları ve dekode verimliliği en kritik unsurlar haline gelmiştir.

5.2. Teknoloji

Polar Kodlama

Polar kodlar, sembol/bit blokları üzerinde çalışır ve bu nedenle teknik olarak blok kod ailesinin üyesidir. Bu kodların oluşturulması, turbo kodları gibi daha geleneksel yaklaşımlara kıyasla çok sıra dışı bir yaklaşım izlemektedir.

Bu yöntem birçok yönden, temel bant ile radyo uçları arasındaki standart iletişim zincirlerinde çoğunlukla kullanılan özellikle Hızlı Fourier Dönüşümü (*Fast Fourier Transform - FFT*) türündeki işlemlere benzemektedir. Dönüşüm, kanal birleştirme ve kanal bölme adı verilen iki önemli işlemi içerir. Polar kodlamanın gerçek etkinliği, akıllı bit manipülasyonlarında ve kodlayıcıdaki kanallarla eşleşmelerinde yatmaktadır.

Kanal bölünmesi ve art arda iptali kod çözme ile birlikte orijinal teknik, esas olarak bir bit bloğunu ve bunların kodlayıcı ile kod çözücü arasındaki ilişkili kanallarını alıcıdaki *polarize bir bit* akışına dönüştürdüğü gösterilmiştir. Bu alınan bir bittir ve ilişkili kanalı “iyi kanal” veya “kötü kanal” direği / kategorisi olur. Bit bloğunun büyüklüğü arttıkça, alınan bit akımının *polarize* olduğu matematiksel olarak kanıtlanmıştır. “İyi kanal” sayısının Shannon kapasitesine yaklaştığı bu kutuplaşma (*polarization*) polar kodlara isimlerini veren ve onları ilk kez kanıtlanmış kapasiteye ulaşan pratik kanal kodları haline getiren olgudur.

Polar kodlama tekniğinin en çarpıcı özelliği, uygulama karmaşıklığının, özellikle de kod çözme kısmının, mevcut turbo kodlarına kıyasla oldukça düşük olmasıdır. Ayrıca, polar kodlama ve bunların ortaya çıkan varyant ve melez dizisi, geniş kullanım durumlarında hata düzeltme performansı açısından turbo kodların önüne geçmektedir. Düşük uygulama ve çalışma karmaşıklığı ile birlikte daha iyi hata düzeltme performansı, polar kodlama turbo kod teknolojisinde gerçek bir adım haline getirir.³⁴

Sonuç olarak;

- Daha az işlem: Daha az mantıksal devre kullanımı
- Daha az mantıksal devre kullanımı: Daha az maliyet/Daha düşük enerji tüketimi
- Daha hızlı sonuç: Daha az gecikme
- Daha az gecikme: Daha gerçek zamanlı işlem

anlamına gelmektedir.

Low Density Parity Check (LDPC) Kodlama

1963 yılında Claude Gallager tarafından MIT’de doktora tezinde geliştirildi.³⁵ 1995 yılında Neal MacKay tarafından yeniden gündeme getirildi. 20. ve 21. Yüzyılın en çok kullanılan kodlama tekniğidir. Basit bir kod çözme algoritması vardır. Parametrelerde esneklik sağlamaktadır.

LDPC kodlama uydu tabanlı sayısal video yayınlarında, uzun mesafe fiber optik iletişimde, IEEE yerel ağlarında ve 3G/4G mobil iletişim sistemlerinde kullanılmaktadır.

LDPC kodları, kodlama teorisindeki en sıcak konulardan biridir. Diğer birçok kod sınıfının aksine, LDPC kodları çok hızlı kodlama ve kod çözme algoritmalarıyla donatılmıştır. Hâlihazırda 3G ve LAN için kullanılan LDPC kodları, kodlama teknolojisinde temel teknolojilerden biri olmuştur.

³⁴ <https://www.computerworld.com/article/3228804/how-polar-codes-work.html>

³⁵ <https://www.slideshare.net/s4h4rr/ldpc-codes-34889266> s.11

LDPC kodlayıcılar donanım açısından kolay uygulamalara sahip olmasına karşın, görece karmaşık olması nedeniyle zaman zaman ciddi gecikmelere yol açmaktadırlar. LDPC çoğunlukla Kuzey Amerika teknolojisi olarak görülmektedir. Başta Qualcomm olmak üzere ABD merkezli büyük şirketler tarafından da desteklenmektedir.³⁶

LDPC kodlama ve Turbo kodlama Karşılaştırması

LDPC kodlama, diğer güçlü kodlama şemalarıyla, örneğin Turbo kodlamayla karşılaştırılabilir. Bir yandan, Turbo kodlamanın BER (*Bit Error Rate: Bit Hata Oranı*) performansı, düşük kod kısıtlamalarından etkilenir. LDPC kodlamada minimum mesafe sınırlamaları yoktur.

Doğrudan olarak LDPC kodlama Turbo kodlamadan nispeten yüksek kod oranlarında (örneğin 3/4, 5/6, 7/8) daha verimli olabileceği anlamına gelir. Bununla birlikte, LDPC kodları bütünüyle turbo kodlamanın yerine geçmez. Turbo kodlama düşük kod oranlarında daha iyi bir çözümdür (örneğin 1/6, 1/3, 1/2).³⁷

LDPC kodlama ve Polar kodlama Karşılaştırması

Polar Kodlama sayesinde enerji harcaması ve cihazların boyutlarının küçülmesi beklenmektedir. Bu nedenle; Huawei'nin geliştirdiği 5G baz istasyonlarının yeni kule inşasına gerek duymadığı ve istasyonların korozyon önleyici malzemeden üretildiği ve onlarca yıl çalışabildiği iddia edilmektedir.

5G Teknolojisinin ağ kapasitesi açısından;

- 4G'den 20 kat; 2G'den 10 bin kat daha büyük ve

5G Baz İstasyonlarının bit başına güç tüketiminin;

- 4G'den on kat daha düşük ve
- Boyut olarak da yüzde 70 daha küçük, daha hafif olduğu,

5G Ekipmanlarının;

- Yeraltı kanalizasyon sistemlerine ve
- Özellikle önemli tarihi binalara sahip Avrupa pazarları için son derece uygun olduğu

5G Baz İstasyonları ile mühendislik maliyetlerini;

- Saha başına 10 bin avroya kadar azaltılabildiği

belirtilmektedir.³⁸

Huawei'nin kurucusu Zhengfei bu alandaki rakiplerinin 2-3 yıllık bir süreçte dâhi kendilerini yakalayamayacağını ifade etmektedir.³⁹

5.3. Teknoloji Seçimi

Telekomünikasyon sektörünün başından beri yaşanan önemli sorunlardan biri, altyapı ve terminal cihazlarında kullanılacak olan standartların belirlenmesidir. Özellikle teknoloji üreten ülkeler açısından bu tercihler stratejik bir öneme sahiptir.

Öncelikle Avrupa'da kullanımı öngörülen GSM için TDMA kullanımı, 3G geliştirme sürecine ABD ve Uzakdoğu ülkelerinin de bu çalışmalara dâhil olmaları, bu tür tercihlerin bazı ülkeler için ne denli hayati olduğunu göstermektedir. Nitekim 5G için belirlenecek standartlarda, geleneksel Avrupa-ABD-Japonya arasındaki çekişmelere Çin'in de katılması, mobil iletişim ve genişbant teknolojilerinin geleceği konusundaki rekabetin önemli bir göstergesi olmuştur.

Bu kapsamda, 5G standart seçimleri oldukça karmaşık bir süreçte gelişti. 2016 yılında 5G sistemleri için en iyi teknolojiler olarak kabul edilen Huawei destekli "Polar Kodlama" ve Qualcomm destekli "Low Density Parity Check (LDPC)" teknolojileri arasında geçen bir yarışmada kabul edilecek bir kodlama teknolojisi için bir dizi toplantı yapıldı. Mobil veri için küresel standartları belirleyen kuruluş, 3. Nesil Ortaklık Projesi (3GPP), belirli bir standart

³⁶ <https://www.computerworld.com/article/3151866/surprise-polar-codes-are-coming-in-from-the-cold.html>

³⁷ <https://www.wikizero.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpc2kvTG93LWRlbnNpdHlfcGFyaXR5LWN0ZWNoX2NvZGU>

³⁸ <https://m.dunya.com/dunya/huawei-kurucusundan-abd-yorumu-haberi-445993>

³⁹ <https://m.dunya.com/dunya/huawei-kurucusundan-abd-yorumu-haberi-445993>

olan Gelişmiş Mobil Geniş Bant Kodlama (*Enhanced Mobile Broadband Coding*) şeması üzerinde anlaşmayı içeren üç toplantı düzenledi. Bu süreç iki bölümden oluşmaktadır; veri kanalı ve kontrol kanalı. İlk toplantıda üç teknoloji önerildi: (1) Qualcomm liderliğindeki LDPC, (2) Huawei'nin Polar Kodlaması ve (3) LG/NEC liderliğindeki Turbo Kodlama.

İkinci toplantıda teknolojiler LDPC, Polar, LDPC+Polar ve Turbo+LDPC olarak yeniden gruplandırıldı. Veri kanalı için ilk oylamada Polar kodlama için sadece Huawei oy verdi. Lenovo, LDPC çözümüne oy verirken, Çinli üreticilerin çoğu LDPC+Polar seçeneği lehine oy kullandı ve LDPC teknolojisi kazandı. Kasım 2016'da yapılan Üçüncü toplantıda ise, kanal kodlama için oy kullanıldı. Lenovo da "Polar Kodlama" tekniği lehine oy kullandı ve Huawei'nin kodlama önerisi olan Polar Kodlama kazandı.⁴⁰

5.4. Patent

Kanal kodları, modülasyon ve çoğullama teknikleri, her standardizasyon neslinde jeopolitika ve teknolojilerin en çok tartışıldığı alandır. Tarihsel olarak, Turbo kodu her zaman bir Avrupa teknolojisi olarak etiketlenmiştir. Birçok Turbo kod patentine Orange, Ericsson ve Nokia gibi Avrupalı üreticiler sahiptir.

Benzer şekilde, biraz daha karmaşık olmasına rağmen, LDPC çoğunlukla Kuzey Amerika teknolojisi olarak görülmektedir. Başta Qualcomm olmak üzere ABD merkezli büyük şirketler tarafından da desteklenmektedir.⁴¹

Polar kodlar ise jeopolitik açıdan biraz değişik bir geçmişe sahiptir. Türkiye'de icat edilmiş olmasına rağmen, Huawei tarafından sahiplenilmiş, 5G standartlarının belirlenmesindeki en fazla katkı Huawei tarafından sağlanmış⁴² ve çoğu 5G patenti Huawei tarafından alınmış durumdadır.



Akıllı telefonlar ve bilgisayarlar için modemler üreten Qualcomm, gelirinin çoğunu, telefonların cep telefonu kulelerine bağlanmalarını sağlayan patentli teknolojisinin lisanslamasından kazanmaktadır.

Qualcomm'un bu konudaki lisans örnekleri;

US7702986B2	2002-11-18	2010-04-20	Rate-compatible LDPC codes
US7395490B2	2004-07-21	2008-07-01	LDPC decoding methods and apparatus
US7395490B2	2004-07-21	2008-07-01	LDPC decoding methods and apparatus
US7617432B2	2004-11-10	2009-11-10	Hierarchical design and layout optimizations for high throughput parallel LDPC decoders
US7934147B2	2005-08-03	2011-04-26	Turbo LDPC decoding
US8196025B2	2005-08-03	2012-06-05	Turbo LDPC decoding
US20160173130A1	2014-12-10	2016-06-16	Early decode attempt of lower rate lte code blocks that are repeat combined multiple times
US10313057B2	2016-06-01	2019-06-04	Error detection in wireless communications using sectional redundancy check information
US9917675B2	2016-06-01	2018-03-13	Enhanced polar code constructions by strategic placement of CRC bits
US10291354B2	2016-06-14	2019-05-14	High performance, flexible, and compact low-density parity-check (LDPC) code

⁴⁰ <https://technode.com/2018/05/16/lenovo-huawei-5g/>

⁴¹ <https://www.computerworld.com/article/3151866/surprise-polar-codes-are-coming-in-from-the-cold.html>

⁴² <https://www.statista.com/chart/17536/mobile-network-standards/>

WO2018018464A1	2016-07-27	2018-02-01	Design of hybrid automatic repeat request (harg) feedback bits for polar codes
US10312939B2	2017-06-10	2019-06-04	Communication techniques involving pairwise orthogonality of adjacent rows in LPDC code
US10355822B2	2017-07-07	2019-07-16	Communication techniques applying low-density parity-check code base graph selection

Qualcomm, lisanslamadan her yıl onlarca milyar dolar kazanmaktadır. Telefon üreticileri Qualcomm'a sattıkları her telefonun toplam değerinin belirli bir yüzdesini, 400 \$'a kadar lisans bedeli olarak ödemektedirler.⁴³

Ancak, ABD Federal Ticaret Komisyonu tarafından 2017 yılında mahkemeye açılan bir davada, telefonun tüm maliyeti yerine, modem yongasının kendisinin 15-20 \$ arasındaki maliyetine dayanan ücretleri sınırlandıracak bir karar alındı.

Benzeri biçimde akıllı telefon üreticisi Apple, yonga ve işlemci alanında dünya devi olan Intel'in 2019 yılının başında, kârlı olmadığı gerekçesiyle çıkacağını belirttiği⁴⁴ 5G modem işi de dâhil bütün akıllı telefon modem işletmesini satın alma sürecini başlattı.

Apple, bu anlaşmayla 17.000'den fazla kablosuz teknoloji patentinin haklarına sahip olacaktır. Bu patentler, hücresel standartlara, modem mimarisine, modem çalışmasına ve yonga mühendisliğine ilişkin hakları içermektedir. Apple bu patentlerle birlikte gelecekteki 5G ve benzeri mobil standartlarına yönelik daha güçlü bir konuma geçmektedir.⁴⁵

Diğer yandan Huawei, Prof.Dr. Erdal Arıkan'ın⁴⁶ makalesinin yayınlanmasından iki ay sonra Polar Kodlama üzerinde çalışmaya başlamış ve bu çalışmaya dayanarak geliştirdikleri dekoder ve diğer ürünler için patentler almaya başlamıştır. Huawei 10 yıl boyunca yoğun çalışmalarını teknolojik bir standarda dönüştürmek için uğraşmış ve mevcut 5G patentlerinin %27'lik bir bölümü Huawei tarafından alınmıştır. Küresel olarak AR-GE tarafında 26 uzmanlık merkezi kurmuştur. Şu anda Huawei'de 700'den fazla matematikçi, 800 fizikçi ve 120 kimyager bu konu üzerinde çalışmaktadır.⁴⁷ Huawei, Prof. Dr. Arıkan'ın bu konudaki çalışmalarına da destek sağladığını da belirtmektedir.

Kasım 2018 ayında yayınlanan bir raporda ise, Çinli firmaların bağımsız 5G için standart temel patentlerin yüzde 40'ını elinde tutabileceklerini belirtilmektedir.⁴⁸

Mayıs 2019 tarihinde ABD Başkanı Trump'ın aldığı karar Huawei'nin ABD orijinli lisans ve ürünlere (özellikle *Android*, *Windows gibi İşletim Sistemleri ile ARM, Qualcomm gibi yonga tasarım lisanslarına*) erişimi engellemektedir.

5.5. Üretim

Mobil Telekom sektörü geliştikçe, oyunun kuralları, hatta oyuncular da değişmeye başladı. Bu gizli tehdidi *–ya da gizli fırsatı–* fark edebilenler yerini sağlamlaştırmaya çalışırken, fark edemeyenler ya da geç kalanlar yerlerini yeni oyunculara bırakmaya başladılar. Önceleri çok etkin olan, Alcatel, Siemens, Ericsson gibi bu alanın öncüleri yerlerini birer birer yenilere terk ettiler.

Kalanlar ise, konumlarını kalıcılaştırmak için değişik alanlarda ve geniş yelpazede arayışlarını sürdürüyorlar. Teknolojiler ve biçimler birbirine yakınsarken, ayırt edici faktör olarak marka, ortak işletim sistemleri, uygulama çeşitliliği ve maliyetler ileri çıkmaktadır. Bu faktörler çeşitli bölgelerde diğerine, belirli zamanlarda üstünlük sağlamakla birlikte, maliyetler işin doğası gereği hep önde gitmektedir.

Öyle ki, 2010 yılı içerisinde Kongo gibi sorunlu ülkelerdeki madenlerin kullanımına yönelik yasal düzenlemeler için yapılan lobi faaliyetlerine sadece ABD'de milyonlarca dolar harcandı. Geçmişte Motorola, RIM ve Nokia gibi sektörün ileri gelen üreticileri, bir yandan

⁴³ <https://edition.cnn.com/2019/05/22/tech/qualcomm-antitrust/index.html>

⁴⁴ <https://edition.cnn.com/2019/05/22/tech/qualcomm-antitrust/index.html>

⁴⁵ <https://www.computerworld.com/article/3411922/what-you-need-to-know-about-apples-1b-intel-5g-modem-investment.html>

⁴⁶ ARIKAN, Erdal Channel Polarization: A Method for Constructing Capacity-Achieving Codes for Symmetric Binary-Input Memoryless Channels <https://ieeexplore.ieee.org/document/5075875>

⁴⁷ <https://m.dunya.com/dunya/huawei-kurucusundan-abd-yorumu-haberi-445993>

⁴⁸ https://www.washingtonpost.com/opinions/2019/02/04/deeper-tech-concern-is-core-us-huawei-spat/?utm_term=.fd6640a44315

birbirleri ile sıkı bir rekabeti sürdürürken, diğer taraftan da maliyetlerini düşürebilmek için, sıkıntılı bölgelerdeki kaynakların daha etkin kullanılabilmesi için ortak lobi faaliyetlerini yürüttüler.

Diğer yandan, üretim için patent, entegre devreler, mikroişlemciler, ekranlar, bellek yongaları gibi temel olanaklara sahip olan firmalar da bu üstünlüklerini doğrudan potansiyel rakipleri ile paylaşmak konusunda çok istekli davranmamaktadırlar.

Örneğin, lisans ve üretim yetenekleri Qualcomm'a telefon üreticilerinin kendi çiplerine erişimini kesmekle tehdit ederek ve akıllı telefon şirketlerinin telefonlarına rakiplerinin çeşitli parçaları tedarik etmesini engellemek için telefon üreticileriyle münhasırlık anlaşmaları yapmaya zorlayarak bu alanı şekillendirme gücü vermektedir. Qualcomm, patentlerinin bir bölümünü rakip yonga üreticilerine lisanslamakta da ciddi tereddütler göstermektedir.

Bu olumsuz durumlara rağmen, ABD'nin hem ürünlerinin ülkeye sokulmasını engellemekle hem de Amerikan şirketlerine ait entegre devre ve patentlerin kullanımına yönelik ambargo ile tehdit ettiği Huawei, 2018 yılında en büyük üçüncü entegre devre satın alan firma olmuştur. Bir önceki yıla göre %45 artan entegre devre için toplamda 21 milyar \$'n üzerinde harcama yapan Huawei 2018 yılında dünya genelinde 200 milyondan fazla akıllı telefon üretmiştir. Bu yıllık %30'dan fazla artışa karşılık gelmektedir. 2018 yılında sadece Samsung ve Apple Huawei'den daha fazla yarı iletken satın almıştır.⁴⁹

ABD yönetiminin Huawei'e yönelik ambargoyu 2 kez ötelemiş olması, bu denli büyük bir sektörde hem alıcı hem de satıcı niteliklerinin uluslararası şirketler için bir yandan kırılganlık yaratırken bir yandan da bazı tedbirlere karşı bağıışıklık sağladığını göstermektedir.

Üretim süreci sürdürülmesi zor bir süreçtir. Özellikle uluslararası alanda rekabetin bir parçası olmak için şirketlerin sağlam ve dayanıklı olmalarının ötesinde bunun bir devlet politikasının da parçası olarak el alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Bunun en güzel örneklerinden biri kuşkusuz Huawei'dir. Ancak geçmişte de benzeri örnekler başarı ile hayata geçirilmiştir.

Bu örneklerden ilki, Nokia ve Finlandiya'dır. Ülkenin stratejisi, eğer yabancı yatırımlar çok erken liberalleşirse (*Finlandiya, 20. yüzyılın başlarında en fakir Avrupa ekonomilerinden biriydi*), yerli firmaların bağımsız teknolojik ve yönetsel yetenekler geliştirmesi için alanı olmayacağını kabul edilmesine dayanıyordu. Yakın geçmişte dünyanın en büyük cep telefonu şirketi olan elektronik iştiraki ile herhangi bir kâr elde etmesi Nokia'nın 17 yılını aldı.⁵⁰

Aynı biçimde, Samsung 10 yıldan fazla bir süre, para kazanamayan elektronik bölümünü tekstil ve şeker işleme gelirleriyle desteklemiştir. Eğer bu iki şirket pazar koşullarını ve uyarıları dinlemiş olsalardı, Nokia hala kereste işiyle, Samsung da tekstil ve şeker işiyle uğraşıyor olacaktı.⁵¹

5.6. Siyaset

2019 yılı başında ABD hükümeti, halka açık olarak kabul edilen üç nedenden ötürü Çin telekomünikasyon devi Huawei'ye yönelik bir saldırı başlattı:

- 1) İran ile ilgili yaptırımları ihlal etmek,
- 2) ABD teknolojisini çalmak ve
- 3) ABD müttefiki tarafından kullanılan ekipmanlara da arka kapı yerleştirerek ABD için güvenlik riski oluşturmak.⁵²

Ancak, ABD-Çin ilişkilerindeki gerginliğin altında teknoloji konusu ve ABD'nin bu savaşı kaybettiği endişesi yatmaktadır. Bu çatışma, yalnızca modern ekonomileri değil, aynı

⁴⁹ <https://www.theverge.com/2019/5/19/18632075/intel-qualcomm-huawei-ban-us-chipmakers-report>

⁵⁰ BAD SAMARITANS HA-JOON CHANG, Bloomsbury Press, 2007 s.86

⁵¹ Sanayileşmenin Gizli Tarihi, Ha-Joon Chang, Elif Yayınları, s.196

⁵² https://www.washingtonpost.com/opinions/2019/02/04/deeper-tech-concern-is-core-us-huawei-spat/?utm_term=.fd6640a44315

zamanda modern savaşı da yeniden şekillendirmesi beklenen 5G iletişim teknolojilerinden kaynaklanmaktadır. Mevcut durumda Çin 5 yıl kadar önde görünmektedir.

Bunun önemi, 5G teknolojisinin neredeyse 0 gecikme ile çok yüksek genişbant hızları üretecek (10 Gb/s ve üzeri) olmasından kaynaklanmaktadır. 5G, sürücüsüz araçların kullanılmasına, gelişmiş fabrika otomasyonuna ve makinelerin kolay ve hızlı veri alışverişinde bulunmalarına, daha da önemlisi insansız uçakların ve akıllı füze filolarının denetimine ve yönetimine olanak sağlayacaktır.

Deloitte tarafından hazırlanan bir rapora göre Çin, 2015 yılından bu yana, kablosuz iletişim altyapısında yaklaşık 24 milyar \$ harcadı.

Başarılı bir 5G şebekesi, 4G'den daha fazla hücre kulesine ihtiyaç duymaktadır. Bu, telefon saha dolaplarında ve sokak lambalarında daha küçük hücreler kurmak anlamına gelmektedir. Deloitte raporuna göre, baz istasyonlarını inşa etmede dünyanın lideri olan China Tower, 2015'ten bu yana tüm ABD rakiplerini toplamından daha fazla, 17,7 milyar \$ yatırım yaptı.

Aynı rapora göre, Çin son kalkınma planında, 5G ile ilgili 400 milyar dolar yatırım öngörmüştür. Çin hükümeti, China Unicom'un 5G'sini sübvansetmek için yaklaşık 12 milyar \$'lık hisse satın aldı.⁵³

Çinli telekomünikasyon firmaları ABD'li Telekom firmalarından beş yıl önde gitmekte olup, 2020'de ticari 5G hizmetini sağlayacak durumdadır. Çin'in 5G tsunamisi yaratacağı ve ne ABD'li şirketlerin ne de diğer rakiplerinin buna yetişmesinin neredeyse imkânsız hale geldiği belirtilmektedir.

Diğer yandan ABD, halihazırda mobil alanda sahip olduğu dünya liderliğini 5G teknolojilerinde de sürdürmek istemektedir. Bu amaçla 5G lideri olan Çin'le sert bir ticaret savaşına girmiştir. Qualcomm'u korumak için çok sıkı mücadele eden Trump yönetimi Qualcomm'un bu sorunun çok önemli bir parçası olduğuna inanmaktadır.⁵⁴

Gelecekte, süper güçlü tedarikçi ülkeler, belirli protokoller ve ürünler etrafında kendi çevrimiçi etki alanlarını yaratmaya çalışacaklar, böylece müşteri devletlerinin belirli bir topluluğun belkemiğini oluşturması ve tedarikçi ülkenin kendisi tarafından kurulan, desteklenen ve kontrol edilen bir kritik altyapıya güvenmelerini sağlayacaklardır.⁵⁵

Teknoloji şirketleri, ürünlerinin yanı sıra kendi değerlerini de ihraç ediyorlar, bu nedenle iletişim altyapısının temelini kimin oluşturacağı kesinlikle çok önemlidir.⁵⁶

⁵³ https://www.washingtonpost.com/opinions/2019/02/04/deeper-tech-concern-is-core-us-huawei-spat/?utm_term=.fd6640a44315

⁵⁴ <https://edition.cnn.com/2019/05/22/tech/qualcomm-antitrust/index.html>

⁵⁵ The New Digital Age, Eric Schmidh and Jared Cohen s.111

⁵⁶ The New Digital Age, Eric Schmidh and Jared Cohen s.112

6. Türkiye’de Haberleşme Teknolojisi

Türkiye’de haberleşme teknoloji ve hizmetleri köklü bir geçmişe sahiptir. Ülkemiz haberleşme alanında kullanıcı olmakla kalmayıp, zaman içerisinde üretim sürecini de başlatmış, özellikle 1980’li yıllardan sonra çok önemli atılımlar yapmıştır.

Özellikle haberleşme altyapılarındaki sayısal (*dijital*) dönüşümü yakalamış ve sayısal teknolojileri hem üretimde hem de kullanımda hızlı hayatımıza sokmuştur.

Türkiye’de haberleşmenin kronolojik tarihçesi aşağıdaki gibidir;

Temmuz 1881: İstanbul Soğukçeşme’deki Posta ve Telgraf Nezareti binasıyla Yeni Cami’deki postane arasında tek telli bir telefon çekildi.⁵⁷

3 Mayıs 1909: İlk manuel telefon santrali, İstanbul Büyük Postane binasında 50 hatlık olarak tesis edildi.

4 Şubat 1924: 406 sayılı Telefon ve Telgraf Kanunu ile yurdun her tarafında telefon tesis etme ve işletme görevi PTT Genel Müdürlüğü’ne verildi.

11 Eylül 1926: Türkiye’nin ilk otomatik telefon santrali, 2.000 hatlık kapasiteyle Ankara’da hizmete verildi.

1 Eylül 1929: Tek devreli ilk şehirlerarası haberleşme Ankara-İstanbul arasında gerçekleştirildi.

23 Ekim 1986: Mobil telefon, Ankara ve İstanbul’da; çağrı cihazları da Ankara, İstanbul ve İzmir’de hizmete verildi.

1989: DPN modülleri kullanılarak ilk Paket Anahtarlama Data Şebekesi olan TURPAK kuruldu. Şebeke üzerinden X.25, ITI, SNA servisleri vermeye başlandı.

23 Şubat 1994: Türkiye GSM teknolojisiyle tanıştı. Haberleşmede sınır tanımayan GSM ilk kez Ankara, İstanbul ve İzmir’deki abonelerine hizmet vermeye başladı.

27 Nisan 1998: GSM lisansı, 25 yıllığına Turkcell ve Telsim şirketlerine devredildi.

2009: 3 İşletmeciye 15 yıllığına 3G lisansları verildi.

2015: 3 İşletmeciye 15 yıllığına 4G lisansları verildi.

6.1. Yerli Santral ve Transmisyon Teçhizatı Üretimi

PTT Araştırma Laboratuvarı⁵⁸

1970’lere kadar gelişmiş ülkelerde telekomünikasyon hizmetleri genellikle tekel durumundaki kamu kurumları tarafından yürütülür, bunların bazıları hizmeti vermede kullanılan ürünleri, sahip oldukları AR-GE merkezlerinde çoğunlukla özel sektörle işbirliği halinde kendileri geliştirir ve üretirlerdi. Daha sonraları hizmetlerin verilmesi ve endüstriyel faaliyetler büyük çoğunlukla özel sektör tarafından gerçekleştirilmeye başlandı.

Türkiye’de de gelişmiş ülkelerdeki gibi bir yapının kurulması 1955-56 yıllarında gündeme gelmiş ise de çeşitli nedenlerle 1965 yılına kadar somut bir adım atılamamış, ancak 1965 yılında telekomünikasyon cihazlarını geliştirmek üzere İstanbul’da Gülhane Parkı önünde bulunan PTT Fabrikası bünyesinde bir müdür yardımcılığı, 1967 yılında da PTT Genel Müdürlüğüne bağlı müstakil bir ünite olarak PTT Araştırma Laboratuvarı (*PTT ARLA*) kurulmuştur. 1976 yılında PTT Araştırma Laboratuvarı ismi kuruluşun bütün fonksiyonlarını ifade etmek üzere PTT Elektronik Haberleşme Cihazları Laboratuvar ve Fabrika Müdürlüğü olarak değiştirilmiş ancak kısaltılmış adı olan PTT ARLA korunmuştur.

⁵⁷ Elektrik Mühendisliği, 430. sayı, Nisan 2007 s.68

⁵⁸ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikreyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf>, Ersen Kinayyigit (Sistem Mühendisliği Direktörü) Enver İbek (TESİD Genel Sekreteri) s.66

PTT ARLA'nın faaliyetlerini yürütmesinde karşı karşıya bulunduğu önemli problemlerin çok büyük kısmı, bir sanayi kuruluşu görevi üstlenmiş olmasına rağmen, buna uygun bir statüye sahip olmamasından kaynaklanmış ve yapısının değiştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

1 Mart 1967 tarihinde sınırlı bir kadro ile 12 kişi ile faaliyete geçen PTT ARLA, Teletaş'a dönüştüğü 1984 yılında 61'i mühendis toplam 813 kişiye ulaşmıştır. Personel sayısı hızla artan Teletaş, 1990'lı yıllarda 2.500'lü sayılara da ulaşmıştır.

1967'de Tahtakale'de, zamanın telefon santrali binasında kendisine tahsis edilen yaklaşık 600m2'lik bir kat içinde faaliyete başlayan PTT ARLA, 1971 yılında İstanbul Ümraniye'de inşa edilen yaklaşık 6.700 m2 kapalı alana sahip binasına taşınmıştır.

16.08.1987'de yaklaşık 30.000 m2 kapalı alana sahip Dudullu üretim tesisleri, mevcuda ek olarak faaliyete geçmiştir.

1983 Eylül ayında kuruluş PTT Genel Müdürlüğü, PTT Yardımlaşma Sandığı Vakfı, STFA, Vakıflar Bankası, Ray Sigorta iştirakiyle özel hukuk hükümlerine tabi Telekomünikasyon Endüstri Ticaret A.Ş. (*Teletaş*) adıyla bir anonim şirket halinde yapılmıştır. 1984 yılı sonunda ALCATEL firmasının Belçika'daki şirketi BELL, Teletaş'a %39 oranında hissedar olmuştur.

1988 yılında Kamu Ortaklığı İdaresi tarafından hükümetin özelleştirme programının ilk örneği olarak Teletaş'ın %22 hissesi yerli ve yabancı yatırımcı kitlesine satılmıştır.

1994 yılında Kamu Ortaklığı İdaresinin hissesini blok satış yöntemiyle ALCATEL'e satması sonucunda ALCATEL'in hissesi %65'e çıkmış ve ALCATEL çoğunluk hissesine sahip olmuştur. ALCATEL'in ilk işi, üretimde yaptığı yeniden görev dağılımıyla, eski Teletaş'ın bazı alanlardaki üretimini durdurmak oldu. Çünkü ALCATEL dünyanın başka yerlerindeki fabrikalarında zaten bu tür malzemeyi üretiyordu. Bir sonraki adım da Teletaş'ın kalan ARGE birimlerini kapatarak ve bütün ARGE personelinin işine son vermek oldu.⁵⁹

Haziran 2003 tarihinde üretim faaliyetlerine ilişkin makine, teçhizat, demirbaş ile envanter Aneltech firmasına satılmış ve yine bu faaliyetlere ilişkin Alcatel Teletaş personeli de, Aneltech'e devredilmiştir. Alcatel Teletaş satış ve devir işlemlerinden sonra da aynı adresteki tesislerin bir kısmını ofis olarak kullanılmak üzere kiralamıştır.⁶⁰

Netaş'ın Tarihçesi ⁶¹

Netaş, Türkiye telekomünikasyon altyapısını yerli üretim ile karşılamak amacıyla açılan uluslararası bir ihale sonucunda Kanada'nın Northern Electric Şirketi (%51) ve PTT (%49) ortaklığı ile 1967 yılında kuruldu.

Netaş faaliyete geçtiğinde Türkiye'de 100.000 telefon hattı vardı. Bu rakam 10 yıl içinde 1 milyona ulaştı. Teknoloji ve üretim kapasitesine yapılan sürekli yatırımla, şirket başta yılda 40.000 hatlık X-bar santral üretebilirken, 80'li yılların sonunda yılda 650.000 hatlık sayısal santral üretim kapasitesi ile çalıştı.

1973'te Türkiye'nin ilk özel telekomünikasyon AR-GE'sini kuran Netaş sektörde birçok ilki gerçekleştirmeyi başardı. Netaş'ta tümüyle yerli tasarlanan ve üretilen ilk ürün BABX, %70'lere varan pazar payıyla büyük başarı elde etti. Ardından gelen kırsal santraller (Elif/Dicle ve DRX4), güç üniteleri (SOPI/II ve PS2000), transmisyon sistemleri (FLUX/PDH ve TN ailesi/SDH) ve çeşitli telefon setleri ile ArGE ekibi, Netaş'ın ürün portföyünü yerli ürünlerle zenginleştirdi. 90'lı yıllarda Netaş kendi geliştirdiği kırsal santral teknolojisini BDT içinde yer alan Türki Cumhuriyetleri'ne transfer ederek teknoloji transferinin yönünü ithalattan ihracata döndürürken 30 ülkede kendi tasarladığı ürünleri servise verdi.

⁵⁹ <https://www.milligazete.com.tr/haber/1076128/teletas>

⁶⁰ <https://www.internethaber.com/alcatel-teletas-tesislerini-satiyor-1021867h.htm>

⁶¹ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikreyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf>, Netaş'ın Tarihçesi Müjdat Altay (Netaş CEO) s.68

2000'li yıllarda ise Nortel'in DMS santrallerinin uluslararası yazılım yükünün sahipliğini alan Netaş AR-GE, küresel alanda bir oyuncu konumuna geldi. Bu kapsamda Nortel'e yapılan 2 milyon dolarlık iş Türkiye'nin ilk yazılım ihracatı olarak kayda geçmiştir.

2005'ten 2015'e Netaş büyük bir dönüşüm geçirdi. Türkiye'nin dijitalleştirilmesi konusunda lider, bilişim alanında öncü bir şirkete dönüştü. Bu dönemde AR-GE çalışmalarına hız verildi, milli ve yeni nesil teknolojiler geliştiren toplam 800 mühendislik bir teknoloji ordusu kuruldu. Dünyanın en büyük 10 VoIP ve IP Çoğul Ortam Sistemleri laboratuvarından birine ve Türkiye'nin ilk ve bölgenin en ileri DSP-Sayısal Sinyal İşleme laboratuvarına sahip Netaş, dünya ile eşzamanlı olarak 4G baz istasyonu çalışmalarına başladı ve ULAK projesi kapsamında 4.5G temel bant ünitesini başarıyla tasarladı. 2016 yılında ise 5G teknolojilerinde öncü ülkelerden biri olunması stratejisinden hareketle Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (TSKGV) öncülüğünde, Aselsan, Havelsan ve Netaş arasında, 5G teknolojileri konularında yapacakları çalışmalarda koordineli hareket etmeleri ve bilgi birikimlerinden karşılıklı faydalanılması amacı ile "5G Teknolojileri Konsorsiyumu İşbirliği Anlaşması" imzalandı.

Diğer taraftan finans, telekom servis sağlayıcıları, enerji, eğitim, spor ve sağlık gibi dikeylerde de uzmanlaşan Netaş, ülkenin önde gelen kurum ve kuruluşlarının bilişim altyapılarına yönelik akıllı teknolojiler üzerine geliştirilen büyük çaplı projelerde yer alarak, Türkiye'nin en büyük sistem entegratörü oldu.

Netaş, 1993 yılında ilk olarak plastik parça üretimini, 1995'te kaplama, daha sonra boyama ve kablo hazırlama, 1996 yılında transformatör, 1998'de saha santral montajını, metal parça üretimini, 1999'da PCB telefon, PBX üretimini, 2000'de baskılı devre kart üretimini, 2002'de ise sistem kabineti dışarıda (*outsourcing*) yaptırmaya başlamıştır.⁶²

Toplam 12 milyon hatlık 30 bin dolayında santral üreten Netaş, 2008 yılında klasik santral üretimini durdurarak donanım ağırlıklı teknolojiye yazılım ağırlıklı teknolojiye geçmiştir.⁶³

6.2. 3G/4G: Yerli ve Millilik Girişimi

Teknoloji Nötrlüğü

BTK, 4.5G yetkilendirmesi ile işletmecilere teknoloji kullanımında esneklik sağlamıştır. İşletmeciler bu yetkilendirme ile dünya ile eşzamanlı olarak 5G de dâhil yeni teknolojilerin vatandaşlarımızın hizmetine sunulması olanağına sahip olmuşlardır. Yapılan düzenlemeler ile işletmecilerin geliştirmekte olan teknolojileri ve özellikle 5G gibi sonraki nesil yeni teknolojileri herhangi bir izin alma gereği olmaksızın kullanmalarının ve şebeke planlamalarını daha esnek bir şekilde yapabilmelerinin sağlanması amaçlanmıştır.

Ortak Kullanım

Bunun yanı sıra; bölünmüş karayolu, otoyol, tünel kapsamaları, konvansiyonel tren hatları, hızlı ve yüksek hızlı tren hatları ile nüfusu 10 binin altında olan yerleşim yerlerinde aktif telsiz erişim şebekesi paylaşımı yapılması zorunluluğu getirilmiştir. Diğer bir ifadeyle, bu alanlarda tek bir baz istasyonu üzerinden 3 işletmeci aynı anda abonelerine hizmet sunabilecektir. Bu sayede önemli ölçüde kaynak tasarrufu sağlanacağı düşünülmektedir.

3G/4G Yatırımlarında %30-45 Yerlilik⁶⁴

Yerli ürün ve üretime verilen önemin bir göstergesi olarak, yerli üretim yapan firmaların elektronik haberleşme sektörüne ilişkin yerli ürün geliştirme konusunda çok daha fazla teşvik edilmesi ve yerli ürün ekosisteminin geliştirilmesinin sağlanması amacıyla 4.5G yetkilendirmesi ile ilk defa şebeke yatırımlarında yerli ürün kullanımına ilişkin işletmecilere yükümlülükler getirilmiştir.

⁶² <https://www.capital.com.tr/sectorler/teknoloji/netasin-icinden-12-sirket-cikti>

⁶³ <http://www.milliyet.com.tr/yazarlar/gungor-uras/donanim-agirlikli-teknolojinin-yerini-yazilim-agirlikli-teknoloji-aliyor-1458231>

⁶⁴ <https://btk.gov.tr/yeni-tesvik-sistemi>

İşletmecilere, şebekeye ilişkin toplam yazılım ve donanım yatırımlarının birinci yıl için en az %30, ikinci yıl için en az %40 ve üçüncü yıl ile devam eden yıllarda en az %45'ini yerli malı belgeli ürünlerden tedarik etme yükümlülüğü getirilmiştir.

AR-GE Merkezlerinde yapılan AR-GE projelerinin, proje süreçleri de (*projelere başlanması, gelişimi, izlenmesi ve çıktılarının başarı ölçütlerine göre kabulü gibi*) dâhil olmak üzere BTK tarafından denetlenmesi öngörülmektedir. Bu sayede yerliliğin denetimi yapılması öngörülmüştür.

Ayrıca yerli üretici için yeni teşvik sistemi geliştirilmiştir;

- KDV İstisnası
- KDV İadesi
- Gümrük Vergisi Muafiyeti
- Vergi İndirimi
- Sigorta Primi İşveren Hissesi Primi Desteği
- Yatırım Yeri Tahsis
- Faiz Desteği
- Sigorta Primi Desteği
- Gelir Vergisi Stopajı Desteği

6.3. Yerli ve Millilik Girişimlerindeki Eksikler ve Sorunlar

Türkiye, iletişim sektöründe yerli tasarım ve üretim ile ilgili önemli bir tecrübeye sahiptir. O dönemin koşullarında, uzmanlığını tasarım ve üretime dönüştürüp, iletişim (*dönem itibarıyla telefon ve transmisyon teçhizatı*) alanındaki kısır döngüyü kırma niteliği taşıyan bu girişimler, gerçekte birer başarı öyküsü iken sonuçta düş kırıklığına dönüştürülmüşlerdir.

Bu nedenle, santral ve transmisyon teçhizatı tasarlayıp üreten PTT-ARLA'nın, cep telefonu tasarlayıp üreten ASELSAN'nın, zaman ve koşullar açısından doğru bir pozisyon almış olmalarına rağmen neden bir Huawei olamadıklarını, daha da kötüsü bu girişimlerinin neden bir "hüsran"a dönüştüğünü dikkatlice inceleyip, arkasındaki nedenleri iyi anlamak gerekir – ki bugün "yerli-millî 5G" girişimleri aynı sondan kurtarılıp birer başarı ve gurur öyküsüne dönüştürülebilir.

Geçmiş Tecrübeler

Yabancı ortaklarıyla yaptıkları lisans anlaşmaları uyarınca Netaş "DMS", Teletaş ise "Sistem 12" adlı sayısal telefon santrallerini üreterek PTT'nin ihtiyacını karşıladılar. Ancak her iki santralde de 2.000'in altındaki abone sayıları için abone başına fiyat çok yüksek kalıyordu. Oysa o tarihlerde Türkiye'nin birçok küçük şehir ve kasabasının santral ihtiyacı 500 ile 1.000 abone bandında bulunuyordu. Bu nedenle Netaş, "DİCLE" ismini verdiği kendi kırsal santralini geliştirerek 1989 yılından itibaren PTT'ye sevk etmeye başladı. Teletaş, LEVENT adını verdiği kendi kırsal santralini geliştirmeyi 1991 yılında tamamlamasına rağmen yabancı ortağının muhalefeti nedeniyle üretimine geçemedi.⁶⁵

Türkiye'de iletişim cihazları sanayisi PTT Genel Müdürlüğü tarafından kurulmuştur. Bugünden geriye baktığımızda, iletişim ağında Türk sanayisine ait özgün ürünlerin, dolayısıyla fikri mülkiyet payının, hatta yerli üretim oranının, 1980-2000 arasındaki duruma göre, önemli surette azalmış olduğu göze çarpmaktadır. Bunun en önemli nedeni zamansız ve yanlış, gerekli önlemler alınmadan ve doğru koşullar öne sürülmeden yapılan özelleştirmelerdir. Böylece Türkiye'deki telekomünikasyon cihazları sanayisi tamamen ve koşulsuz olarak amaçları, kendi ürün ve teknolojilerini Türkiye'de pazarlamak olan yabancı şirketlerin eline geçmiştir.

Bunun sonucu olarak da;⁶⁶

- Başlanan birçok geliştirme projesi gündemden kaldırılmış, yenilerine yönelik girişimler engellenmiş, hatta geliştirilmiş bazı ürünlerin üretimi durdurulmuştur.

⁶⁵ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikretyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf> s.60

⁶⁶ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikretyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf> s.60

- Türkiye’de olmayan bazı yeni teknolojilerin kazanılmasına izin verilmemiştir. Bu bağlamda oldukça ileri bir seviyeye gelmiş olan ASIC üretimini öngören girişim terk edilmiştir. Fiber optik kablo üretimine geçiş çok gecikmiştir.
- Mobil iletişim alanında Türkiye’nin şebekesini hemen tamamen ithal ürünlerle (*donanım ve yazılım*) gerçekleştirmesine ve böyle sürdürmesine sebep olunmuştur.

3G ve 4G Projelerindeki yerli ve millilik oranları

3G ihalesi ile birlikte yerli ürün, KOBİ’ler ve AR-GE konularında bir takım yükümlülükler getirilmiştir. Ancak, işletmeciler ile tedarikçi firmalar bu yükümlülükleri değişik yöntemler ile aşmayı başarmışlar ve ihale şartnamesinde hedeflenen amaçlar gerçekleşmemiştir. Örneğin yabancı tedarikçiler kendi ürünlerinden bir bölümünü KOBİ’ler üzerinden ithal ederek şartnamede yer alan KOBİ’ler ile ilgili yükümlülükleri sağlamış sayılmışlardır. %30 yerli ürün yükümlülükleri de benzer biçimde beyan esasına göre değerlendirilmiş ve bunu yerine getirmeyen işletmeciler hakkında herhangi bir işlem yapılmamıştır.

Benzer biçimde işletmecilerin, 4.5G yatırımlarında şebekeye ilişkin toplam yazılım ve donanım yatırımlarının birinci yıl için en az %30, ikinci yıl için en az %40 ve üçüncü yıl ile devam eden yıllarda en az %45’ini yerli malı belgeli ürünlerden tedarik etmesi yükümlülüğü getirilmiştir. Bu yükümlülüğün 3. yılı sonunda gerçekleşme oranı %2 mertebesinin altında kalmıştır.⁶⁷

Bu konuda önemli bir girişim niteliğindeki ULAK projesi de 4.5G konusundaki siyasi iradeye rağmen oldukça kısıtlı bir etkiye sahip olmuş durumdadır.⁶⁸

Mevzuatta yer almasına rağmen yerli ürünler konusundaki temel sıkıntı, denetim ve yaptırım konusundaki yetersizliktir.⁶⁹

Akıllı Telefon Üretimi

Geçmişte Türkiye cep telefonu üretim işine de girmiştir. Bunlardan ilki Aselsan tarafından gerçekleştirilen tamamen yerli tasarım ve üretim işidir.⁷⁰ Aselsan en zor işleri yaptı; tasarım ve üretim. Ancak, doğru ve yeterli bir strateji ve destek sergilenemedi. Sonuçta Aselsan doğru bir zamanda girdiği cep telefonu üretimi işinden zamansız bir biçimde çıkmıştır.

Diğeri ise, General Mobile (GM) tarafından Aneltech tesislerinde gerçekleştirilen cep telefonu üretimidir.⁷¹ GM’nin Türkiye’de büyük beklentiler ile başladığı üretim işi, benzeri bir ilgisizlik yüzünden yine erken bir biçimde sonlandırılmıştır.

⁶⁷ <https://www.sabah.com.tr/yazarlar/oguz/2017/06/26/yerlilik-orani-tutmadi>

⁶⁸ <https://www.star.com.tr/ekonomi/arslan-45gde-yerli-yapacaginiz-ne-varsa-yapin-haber-1179684/>

⁶⁹ <http://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/vahap-munyar/yerlilik-tutmadi-diye-hemen-ceza-kesmenin-kimseye-faydasi-yok-40501585>

⁷⁰ <https://www.webtekno.com/21-yil-once-uretilen-ilk-milli-cep-telefonumuza-ne-oldu-h53043.html>

⁷¹ <https://www.on5yirmi5.com/haber/bilim-teknoloji/cep-telefonu/10813/cepler-artik-turkiyede-uretilecek.html>

7. Yerli ve Milli 5G: Kapsam ve Boyut

Dünyada ilk LTE şebekesinin (4G) piyasaya sürülmesinin üzerinden yaklaşık 10 yıl geçmiş olup, mobil teknolojide yeni bir kilometre taşı olarak karşımıza çıkmıştır. Bugün Dünya’da 4G-LTE yani 4.5G tarafından sunulan olanaklar yavaş yavaş son noktaya gelmeye başlamıştır. Bu sebeple “5G” çalışmaları hız kazanmış ve son sürat devam etmektedir. Bugün özellikle Çin, ABD ve Güney Kore’de bu sistemlerin geliştirilmesine yönelik yoğun çalışma sürdürülmektedir.

5G’nin özellikle sadece mobil iletişimden çok IoT, M2M gibi unsurlarla birlikte yeni sanayi devrimi sürecinin en önemli ayağını oluşturduğu artık bilinen bir gerçektir. Bu sebeple bu alanda yapılacak her türlü yatırım, çalışma ve üretim yeni nesil üretim süreçlerine geçmede ülkelere büyük avantajlar getirecektir.

Dünyada 5G teknolojileri ile ilgili yerli ve milli teknolojiler geliştirerek devrim niteliğinde yenilikler getirecek bu teknolojide 5G üzerine çalışmalar yapan her ülke gibi Türkiye de “üretici ve geliştirici ülke” olmak için bazı adımlar atmıştır. Türkiye’de Ulak Haberleşme A.Ş. tarafından üretilen 4.5G baz istasyonları ile başlayan bu süreç kazanılan bilgi ve uygulama imkanlarının 5G’ye kazandırılması yönünde ülkemiz adına güçlü bir referans olarak görülmektedir.

Ülkemizde Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından kurulan ve birçok kurumun görev aldığı, 5GTR Forum çalışmaları da konunun benimsenmesine ve hem kamu hem de özel sektörde çalışmaların ivmelendirilmesine katkı sunmaktadır.

TÜBİTAK ve TEYDEB desteği ile Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi (HTK) firmaları tarafından geliştirilen Uçtan Uca Yerli ve Milli 5G Haberleşme Şebekesi Projesi devam etmektedir. 17 firmanın yer aldığı projede ilk prototipler üretilmeye başlamıştır. “5G Çekirdek Şebeke”ye bağlı olarak çalışan “IMS” şebeke üzerinden diğer lisanslı mobil ve sabit şebekelere doğru güvenli çağrı ve MCPTT (*Mission Critical Push to Talk/Görev Kritik Bas Konuş Sistemi*), 5G haberleşme iletimini sağlayacak “5G Anahtarlayıcılar” ve ürünlerin yönetimi ile izlenmesini sağlayacak “5G Element Yönetim Sistemi”nin yeni versiyonları hayata geçirilmiştir.

7.1. ULAK Projesi

2013 yılında Aselsan, Netaş ve Argela tarafından SSB (Savunma Sanayii Başkanlığı) desteğiyle başlatılan Ulak Projesi ile ülkemizde ilk defa yerli ve milli 4.5G makrocell baz istasyonu geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. Proje ile sivil alanda yerli ve milli haberleşme alt yapılarının geliştirilmesine yönelik ilk adımların atılması sağlanmıştır. Ulak Projesi kapsamında geliştirilen 4.5G baz istasyonlarının başarısının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi amacıyla SSTEK ve ASELSAN ortaklığında ULAK HABERLEŞME A.Ş. kurulmuş ve bundan sonraki süreçte yeni nesil haberleşme teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik faaliyetler bu kurum üzerinden gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

5G ve ötesine giden yolda Türkiye’nin iletişim altyapısını, ekosistemiyle birlikte, milli teknolojilerle oluşturma hedefiyle kurulan ULAK Haberleşme A.Ş. toplam 500 sahada yerli ve milli baz istasyonunu aktif hale getirmiştir.

3G döneminde femtocell denen küçük kapsamlı baz istasyonları geliştirme ile başlayan çalışmalar “ULAK” 4.5G baz istasyonu yerli ve milli olarak geliştirme projesi ile devam etmiş, bu ürünün başarılı olarak geliştirilerek ticarileşmesi ise 5G için temel oluşturmuştur. Şu anda ticari olarak kullanımı yaygınlaşmakta olan 4.5G baz istasyonları hem 5G şebekesinin entegrasyonu için temel olacak, hem de evrimleşerek yeni teknoloji ürünlerinin geliştirilebilmesine imkân sağlayacaktır.

ULAK HABERLEŞME A.Ş. uçtan uca yerli ağ teknolojileri geliştirmek, yerli ve milli imkanlarla geliştirilen mevcut 4.5G teknolojilerini sürdürülebilir kılmak, gelişen teknoloji ve uygulamaların doğuracağı gereksinimleri karşılama doğrultusunda, 5G ve sonrası için dünya standartlarında yenilikçi, dinamik ve yaratıcı, AR-GE’ye dayalı çözümler üretmek,

genişbant iletişim teknolojileri konusunda katma değeri yüksek çalışmalar gerçekleştirmek amacıyla 5G baz istasyonu yani “gNB” geliştirme faaliyetlerine başlamıştır.

Proje kapsamında geliştirilecek 5G gNB ile ULAK HABERLEşME A.ř. ve ASELSAN A.ř. Öncelikle yerli operatörlerin yeni nesil 5G standardına uygun ürün ihtiyaını karşılama noktasında önemli bir adım atacaktır. Yerli operatörlere verilen servis sonrası elde edilen tecrübe ile daha sonra dünya pazarına açılım yapılması planlanmaktadır. Böylece, geliştirilecek 5G gNB ile ULAK Haberleşme A.ř. ve ASELSAN A.ř. ulusal ve küresel piyasalarda rekabet etme anlamında önemli bir fırsat yakalayacaktır. Ayrıca, proje kapsamında geliştirilecek 5G milli baz istasyonu, haberleşme alanında dışa bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olma yönünde ülkemize önemli bir katma değer sağlayacaktır.

5G baz istasyonu projesinde Aselsan ve Ulak Haberleşme ile beraber Turkcell de projeye dahildir. Turkcell kullanım senaryolarının oluşturulması ve sistem gereksinimlerinin belirlenmesi dhilinde projeye önemli katkı sağlamaktadır. Oluşturulan baz istasyonunun en büyük müşterilerinden biri olacak Turkcell’in verdiği geribildirimler ile beraber projede önemli seviyede gelişme kaydedilmiş, oluşturulan gereksinimler dahilinde geliştirme faaliyetleri başlamıştır. Turkcell aynı zamanda laboratuvar ve saha testleri konusunda projeye tam destek sağlayacağını belirtmiştir.

Proje kapsamında ULAK HABERLEşME A.ř.’nin vizyonu 3GPP ve dünya standartlarına uygun olarak modüler, başka üreticilerin blokları ile beraber çalışabilecek bir baz istasyonu geliştirmektir. Bu nedenle O-RAN gibi operatörlerin standartlarını belirlediği kuruluşlar da takip edilmektedir. 5G’nin öncesindeki radyo erişim teknolojilerinde baz istasyonu üreticileri baz istasyonunun bütün birimlerini kendileri oluşturup operatöre büyük ve pahalı bir ürün şeklinde satıyorlardı. Dünya genelinde çok az sayıda ve büyük üreticiler 3GPP üzerinde oluşturdukları baskılar ile pazara yeni oyuncuların girmesini de engelliyordu. En başında Çin’de China Mobile’in öncülüğünde oluşturulan O-RAN kuruluşu sayesinde pazara daha küçük oyuncuların da girişinin n açıldı. O-RAN bünyesinde 3GPP standartlarına ek olarak uygulandığında beraber çalışmayı garanti edecek arayüzler oluşturulmaktadır. Bununla beraber baz istasyonu konvansiyonel yapıda olduğu gibi tek bir büyük donanım yerine merkezi ünite, dağıtık ünite, radyo birimi gibi yapılara bölünmüş ve daha modüler hale getirilmiştir.

ULAK HABERLEşME A.ř., O-RAN vizyonunu ve standartlarını takip ederek mimarisini ve ürün geliştirme süreçlerini 3GPP’ye ek olarak O-RAN standartlarını da destekleyerek ilerlemeyi hedeflemektedir. Bu sayede oluşturulacak merkezi ünite, dağıtık ünite ve radyo nitesi birimleri sadece kendi aralarında çalışmayıp dünyadaki başka üreticilerin cihazlarıyla da çalışabileceği için geliştirilecek ürünün yurtdışındaki pazarlara da girme olanağı oluşacaktır.

Proje kapsamında 5G’de 2 farklı bantta çalışacak merkezi ve dağıtık ünitelerden oluşan gNodeB’nin, R14 ve R15’te tanımlanan 3GPP standartlarına göre tasarlanması planlanmaktadır. Standartlarda verilmiş ama uygulaması üreticilere bırakılmış olan ağ fonksiyonlarının sanallaştırılması, 5G ile 3GPP olmayan standartların beraber çalışması (*interworking*) gibi özellikler bu proje ile geliştirilecek yöntemlerle sağlanacaktır. Yeni nesil ULAK gNodeB’nin, yerli ve milli imkânlarla etkin bir şekilde hayata geçirilmesi sağlanacak ve ülkemizin telekomünikasyon sektöründe dışa bağımlılığın azaltılmasına yönelik önemli kazanımlar elde edilecektir. Ayrıca henüz standartlaşmamış konular da dahil olmak üzere 5G ve ötesine yönelik AR-GE alışmaları da yapılacaktır. Bu AR-GE alışmaları, koordinasyon tabanlı girişim engelleme teknikleri, kullanıcı hareketliliğinin yönetilmesi, yoğun (massive) MIMO ve hzmeleme yöntemlerini kapsayacaktır.

7.2. ÇINAR Projesi

ÇINAR Projesi, 25 Ocak 2018 tarihinde, ULAK Haberleşme A.ř. ile Savunma Sanayii Başkanlığı AR-GE Dairesi arasında yapılan sözleşme ile başlamıştır. ULAK Haberleşme A.ř.’nin uçtan uca 5G ve ötesi çalışmaları kapsamında önemli bir yer tutan ÇINAR Projesi, yerli ve milli imkânlarla, başta Kamu Güvenliği ve Acil Durum Haberleşme sistemleri olmak üzere, operatörler, silahlı kuvvetler mobil haberleşme sistemleri ve evrensel hizmet projesi

ortak şebeke altyapısı gibi birçok alanda kullanılması hedeflenmektedir. ÇINAR projesi kapsamında; yerli imkânlarla geliştirilen 5G Çekirdek Şebeke, 5G IMS, Görev-Kritik Servisler(MC-PTT; MC-Video; MC-Data), MMTel Servisleri (Ses, Video, SMS) ve yüklemde kanal optimizasyonu sağlayarak çoklu gönderim servislerini verebilmeyi sağlayan MBMS ve BM-SC yetenekleri icra edilecektir.

SDN ve NFV tabanlı olarak projenin icra edilmesine devam edilmekte olup, ULAK Haberleşme'nin yerli ve milli SDN çözümü olan "MAYA" ürünü ile 5G Çekirdek Ağ çözümleri entegre olacak şekilde geliştirilecektir. ÇINAR, Sanallaştırma ve Yazılım Tanımlı Ağ teknolojilerinin 5G ÇINAR Çekirdek Ağ ile birlikte çalışması ile uçtan uca yönetilebilir, ölçeklenebilir ve 5G isteklerini karşılayabilecek bir çözüm olarak sahada yer alacaktır. ÇINAR projesi, 3GPP Release-15 desteği ile geliştirilmektedir.

Ağ dilimleme yeteneklerini sadece Çekirdek Ağ kapsamında değil, SDN ve NFV tabanlı teknolojiler ile birleştirerek uçtan uca ağ dilimleme yeteneğinin icra edilmesi hedeflenmektedir. 2020'nin başlarında operatör laboratuvarında IoT ve PoC (*Proof of Concept*) testlerine girmesi hedeflenen ÇINAR projesinin, 2020'nin 2. yarısından itibaren operatörler ve kamu güvenliği şebekelerinde yer alması hedeflenmektedir.

Proje kapsamında ULAK Haberleşme A.Ş. ana yüklenici olup, NRF, NSSF, NEF ve Orkestrasyon çözüm geliştirmelerinden sorumludur. Proje paydaşlarından olan ASELSAN, MBMS-GW, IMS, Görev-Kritik Servisler, UDM/R, AuSF ve MMTel servis geliştirmelerinden sorumludur. KAREL A.Ş., AMF, SMF ve UPF ile ilgili geliştirmelerden sorumludur. OPTIM-PIWORKS ise PCF geliştirmelerinden sorumludur.

7.3. Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi (HTK)

HTK 2017 yılında OSTİM'in öncülüğünde haberleşme, elektronik ve telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren yerli firmalar tarafından kurulmuştur. HTK'nın ana kuruluş amacı özellikle 4.5G imtiyaz sözleşmesi ile şart koşulan yerlilik ve yerli malı ürün kullanım hedeflerini takip etmek ve ülke içinde bunun sağlanması için 4G/5G ve sonrası için çalışmalar yapmaktır.

Hedefler

Mobil şebeke ülkeler için stratejik öneme haiz bir altyapıdır. Yabancılar ve tekel yapılarına teslim edilmemesi gerekir. Fakat Türkiye'de bu durum neredeyse hemen hemen yabancı firmalara ve gittikçe artan oranda da bir tekelleşmeye doğru gitmektedir. HTK; yerli firmalar ile sürdürülebilir bir ekosistem oluşturarak, operatörlerin mobil şebekede kullandığı alet, teçhizat, ekipman, yazılım ve benzeri ürünlerin gittikçe artan oranda önümüzdeki yıllarda yerli ve milli olarak karşılanmasını, bu sayede dışarıya ödenen milyarlarca doların yurt içinde kalmasını ve bilahare de yakın-çevre coğrafyalara ihracatı hedeflemektedir.

Kaynaklar

HTK yaklaşık 140 firmadan oluşmaktadır. Bir firmaların insan kaynağı, imkân-kabiliyetleri, yaptıkları projeler ve ürünlerine bakıldığında büyük bir güç oluşturmaktadır. 7.000'den fazla çalışan sayısı, yurt-ıçi ve yurt-dışı ürün satışları, operatörlerin envanterine girmiş pek çok ürün ile iklimlendirme-klima, mekanik işlerden OSS-BSS-siber güvenlik yazılımlarına, radyo-radyolink-antenden batarya, modem-anahtarlamaya kadar geniş bir ürün portföyüne hitap etmektedir. Çalışmalarında Türkiye'nin önde gelen 8-10 üniversitesi ve 6-7 teknoparkı ile işbirliği yapmaktadır. HTK üyesi firmalar, hem grup HTK olarak hem de firma olarak TÜBİTAK, KOSGEB ve Avrupa Birliği projeleri yapmaktadırlar.

Yol Haritası

2016 yılındaki 4.5G imtiyaz sözleşmesi ile operatörlere %30-45 yerlilik yükümlülüğü getirilmiştir. BTK verilerine göre 4.5G bağlamında 2020'ye kadar 6,4 Milyar TL, 2020-2029 arası ise 9,6 Milyar TL yatırım öngörülmektedir. Henüz ihale koşulları ve yerlilik oranı belli olmasa da 5G için de 2020-2029 arası 18 Milyar TL yatırım öngörülmektedir. Önümüzdeki bu 10 yıllık zaman dilimi HTK firmalarına ciddi potansiyel imkân ve fırsatlar sunmaktadır.

5G teknolojisi ile gündeme gelecek dikey sektörler (*akıllı tarım, sağlık, finans, savunma, lojistik, akıllı ulaşım, akıllı araçlar vb.*) ve Sanayi 4.0 ve nesnelerin interneti (IoT) uygulamalarının yaygınlaşması ile HTK firmalarının katma değerli yerli-millî yazılım-donanım ürünlerinin pazarda pay alması artacaktır.

Anılan hedeflere ulaşmak için HTK'nın başlatmış olduğu, 16 HTK firması ve potansiyel müşteri operatörlerin de (*Turkcell, Vodafone, Türk Telekom*) proje ortağı olarak yer aldığı TÜBİTAK destekli "*Uçtan Uca Yerli ve Milli 5G Geliştirmesi (UUYM5G)*" projesi ülkemiz için büyük önem arz etmektedir. Bu proje 2018 yılında başlamış olup, 2020 yılında Türkiye'nin kendi yerli-millî yazılım-donanım ürünleri ile mobil 5G şebekesini faaliyete geçirmesini hedeflemektedir. Proje kapsamında bir operatörün 5G mobil şebekeyi kurması için gerekli tüm bileşenler (*Radio Link, 5G Yeni Radio-Anten-RRH-BBU, Bulut Radio Erişim Ağı (CRAN), IP-MPLS anahtar-yönlendirici, Çekirdek Şebeke, OSS Yazılımları, Siber Güvenlik, SDN-NFV, Sistem Entegrasyon*) yer almaktadır. 5G projesi 3,5 GHz frekansında 3GPP Release 15 eMBB'ye uygun olarak yapılmaktadır. HTK 5G ile ilgili olarak 2020 sonrasında uygulaması öngörülen 3GPP Release 16 uRLLC ve mMTC kullanım modlarını ve 26-28GHz bölgesinde 5G baz istasyonu çalışmalarını da planlamaktadır.

Dünyanın her yerinde ve ülkemizde mobil şebeke operatörleri sistem entegratörü, anahtar teslim şebeke teslim eden büyük küresel firmalar ile çalışmaktadır. Bu firmalar uçtan uca her ürünü portföylerinde bulundurarak operatörlere toplam çözüm sunmaktadırlar. HTK'nın da 5G projesini uçtan uca tüm bileşenleri kapsayarak yapmasının ana sebebi budur. HTK bu yaklaşım içinde, Türkiye'nin telekomünikasyon alanında kendi firmasını/markasını çıkararak ulusal ve uluslararası alanda varlık gösterebilecek yeni bir oluşumu hayata geçirmeyi hedeflemektedir.

7.4. Terminal Cihazları

Mobil iletişim sistemlerinde terminal cihazlarının varlığı ve önemi, özellikle telefonlar altyapı sistemlerinin yanında genellikle göz ardı edilmektedir. Hâlbuki terminal cihazları 2 açıdan çok önemlidir;

- 1) Telefonlara en az altyapı kadar para yatırılmaktadır.
2017 Yılında 1,4 Milyar adet akıllı telefon satılmıştır.
2017 Yılında akıllı telefon satışından 522 Milyar \$ gelir elde edilmiştir.⁷²
- 2) Altyapı sistemlerinin tedarikçilerinin sayısı genellikle sınırlı (*2-3 tedarikçi*) iken terminal cihazlarında tam ve sürekli bir rekabet söz konusudur.

Bu nedenle, mobil iletişim alanında üretim söz konusu olduğunda terminal cihazları tarafı mutlaka göz önünde bulundurulması gereken bir alan olmalıdır.

Cep Telefon İthalatı

Türkiye, 2007-2017 döneminde ithal edilen sayısı bu dönemde 142,4 milyon cep telefonu ithal etmiş, bunun karşılığında 23,7 milyar \$ ödemiştir.

Cep telefonları için yurtdışına ödenen bu miktar, İstanbul Yeni Havalimanı maliyetinin yaklaşık 2 katına karşılık gelmektedir.⁷³

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, en fazla cep telefonu ithalatı 15,8 milyon adetle 2007'de gerçekleştirilmiştir. Cep telefonu ithalatı için en fazla ödeme yapılan yıl ise 3,1 milyar \$ ile 2015 oldu. 2017 yılında bu tutar 2,8 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir.

2007 yılında 1,7 milyar \$ cep telefonu ithalatı yapılırken, bu rakam 2009 yılında küresel ekonomik kriz nedeniyle yaklaşık yüzde 37 azalarak en düşük seviyesini gördü. Söz konusu yılda ithal edilen 11 milyon telefon için 1 milyar \$ ödenmiştir.

⁷² <https://www.statista.com/topics/840/smartphones/>

⁷³ <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/telefona-2-havalimani-parasi-harcandi-40738350>

2007-2017 döneminde toplam 142,4 milyon telefon ithal edilmiş olup, en fazla ithalatın yapıldığı ülke olan Çin'i yine Uzak Doğu ülkelerinden Vietnam, Güney Kore ve Tayvan takip etmiştir.

Cep Telefonu İhracatı

General Mobile, Vestel, Casper gibi markaların yer aldığı Türk cep telefonu üreticiler;

2007 yılında	8,3 milyon \$	
2014 yılında	22,5 milyon \$	
2015 yılında	30,7 milyon \$	
2016 yılında	69,6 milyon \$	(Son 5 yılın en yüksek ihracat tutarı)
2017 yılında	37,8 milyon \$	
2018 yılında ise	33,0 milyon \$	ihracat gerçekleştirdiler.

Bu üreticiler;

2017 yılında	579.393	adet cep telefonu,
2018 yılında	504.022	adet cep telefonu ihraç etmiştir.

2007-2017 yıllarında toplam 3,4 milyon adet cep telefonu ihraç ederken, elde edilen gelir 297,5 milyon \$ olmuştur.⁷⁴

Söz konusu dönemde en fazla cep telefonu ihracatı Hollanda'ya yapılırken, bu ülkeyi Çin, Vietnam ve Güney Kore takip etti.⁷⁵

Akıllı Telefon Üretim Maliyetleri

Telefon üretimi işi, parçalara ayrılıp incelendiğinde, en çok şikâyet edilen işçilik maliyetlerinin iPhone için bile %2,5 mertebelerinde olduğu görülecektir;

- 2017 yılı ortalarında Apple tarafından piyasaya sürülen iPhone8 ve iPhone8-Plus telefonlarının üretim maliyetleriyle ilgili analizler, bileşenlerin toplam maliyetinin sırasıyla 247,5 \$ ve 288,0 \$ olduğu göstermektedir.
- Analizlere göre, gerçek üretim ve montaj işleminden sonra iPhone8-Plus 64 GB'nin fiyatı 295,4 \$'dır. Bu iPhone7 Plus'tan 17,8 \$ daha yüksek bir bedeldir.
- Maliyetin yükselmesindeki önemli nedenlerden birisi 32 GB depolama alanı ve diğeri de yeni kablosuz şarj bileşenleri olarak gösterilmektedir.
- Ürün fiyatlarının dökümünde 5,5 inçlik ekran şu anda en pahalı (52,5 \$) bileşen durumundadır. Telefonun gövdesi Gorilla Glass cam ve konektörlerle birlikte 50,9 \$ tutmaktadır. Ardından 32,5 \$ ile kamera ve 31,2 \$ ile NAND bellek gelmektedir. Yeni A11 Biyonic yonga setinin fiyatı ise 27,5 \$'dır.⁷⁶
- Üretim ve montaj işlemlerinin maliyeti ise toplam 7,4 \$ tutmaktadır.

Özellikle ülkemizde cep telefonu ithalatına veya yine çeşitli teşvikler için harcanan paralar göz önüne alındığında, cep telefonu üretim maliyetlerinin çok düşük kaldığı görülecektir.

Bu konuda, devlet tarafından daha uzun dönemli ve odaklı stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

7.5. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, üretimin en kritik yanlarından biridir. En çarpıcı ürünler bile, eğer üretimin sürekliliği sağlanamıyorsa, eninde sonunda başarısız olmaktadır.

Bu konudaki en başarılı 2 örnek Finlandiya ve Kore'dir. Finlandiya, 20. yüzyılın başlarında en fakir Avrupa ekonomilerinden biriydi. 1960 yılında Kore'de kişi başına 158 \$ gelir ile Türkiye'nin gelirinin (528 \$) 1/3'ü kadardı. Kore 1980 yılında kişi başına düşen gelirde Türkiye'yi yakalayıp geçmiştir.

⁷⁴ <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/telefona-2-havalimani-parasi-harcandi-40738350>

⁷⁵ https://www.ntv.com.tr/ekonomi/cep-telefonu-ithalati-5-yilin-en-dusugunde,kk7AarrqCkaxlpXzRM_YQ

⁷⁶ https://www.gsmarena.com/apple_iphone_8_iphone_8_plus_production_cost-news-27453.php

Finlandiya'nın stratejisi ise, yabancı yatırımlar için çok erken liberalleşmenin, yerli işletmelerin bağımsız teknolojik ve yönetsel yetenekler geliştirmesi için yeterli bir alan bırakmayacağı öngörüsüne dayandırılmıştır. Dünyanın en büyük cep telefonu şirketi olan Nokia'nın elektronik iştiraki ile herhangi bir kâr elde etmesi 17 yılını aldı.⁷⁷

Nokia'nın elektronik bölümü 1960 yılında kuruldu. Nokia 17 yıl boyunca bu yeni şirketi odun, elektrik kablosu ve lastik çizme şirketlerinin gelirleriyle ayakta tutmuştur. Aynı biçimde, Samsung 10 yıldan fazla bir süre, para kazanamayan elektronik bölümünü tekstil ve şeker işleme gelirleriyle desteklemiştir.⁷⁸

Değişik bir örnek de, 2010 yıllarında Çin'deki yoğun bir biçimde demir satın alma sürecidir. Çin demir fiyatlarındaki yükselişi basit bir ranta dönüştürmek yerine, üretim maliyetlerinde bir avantaja dönüştürdü. Nitekim bu stratejinin olumlu çıktıları çok kısa bir zamanda görüldü. Dünya ekonomisinin toparlanmakta zorlandığı uzunca bir süreç içerisinde Çin büyümeye ve dünya pazarındaki payını artırmaya devam etti.⁷⁹

Hammaddenin ve işlenmiş malzemenin bu denli önemli olduğu çağda, eldeki kaynakların da etkin kullanılması elbette kaçınılmaz bir duruma dönüşüyor. Ülkemize her yıl giren 15 milyon cep telefonu, doğal olarak %25 gibi ciddi bir bölümünün de kullanım dışı kalmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde ise, Netaş ve Teletaş oldukça başarılı bir biçimde geliştirilen ve yıllarca sürdürülen yerli santral ve transmisyon teçhizatı üretimini durdurmuşlardır. Benzeri biçimde Aselsan çok doğru bir zamanlama ile tasarım ve üretimini gerçekleştirdiği cep telefonu işinden 1-2 yıl gibi çok kısa bir sürede çekilmek durumunda kalmıştır.

Hâlbuki uzun soluklu ve sağlam bir strateji yerine pazar koşullarını ve uyarıları dinlemiş olsalardı, Nokia hala kereste işiyle, Samsung da tekstil ve şeker işiyle uğraşıyor olacaktı.

⁷⁷ BAD SAMARITANS HA-JOON CHANG, Bloomsbury Press, 2007 s.86

⁷⁸ Sanayileşmenin Gizli Tarihi, Ha-Joon Chang, Elif Yayınları, s.196

⁷⁹ <https://pdfs.semanticscholar.org/c776/21ec5026e172be78849b72b55e62837d1f33.pdf>

8. Değerlendirme: Uyarı ve Öneriler

Bilişim ve özellikle iletişim sistem ve hizmetleri birkaç açıdan stratejik önem taşımaktadırlar. Bunlardan ilki, iletişim bir toplumun iyi yaşaması için en temel ihtiyaçlardan biridir. İkincisi, iş hayatını şekillendirip ivmelendiren bir altyapıdır. Üçüncüsü ve en önemlisi ulusal güvenliğin temel taşlarından biridir.

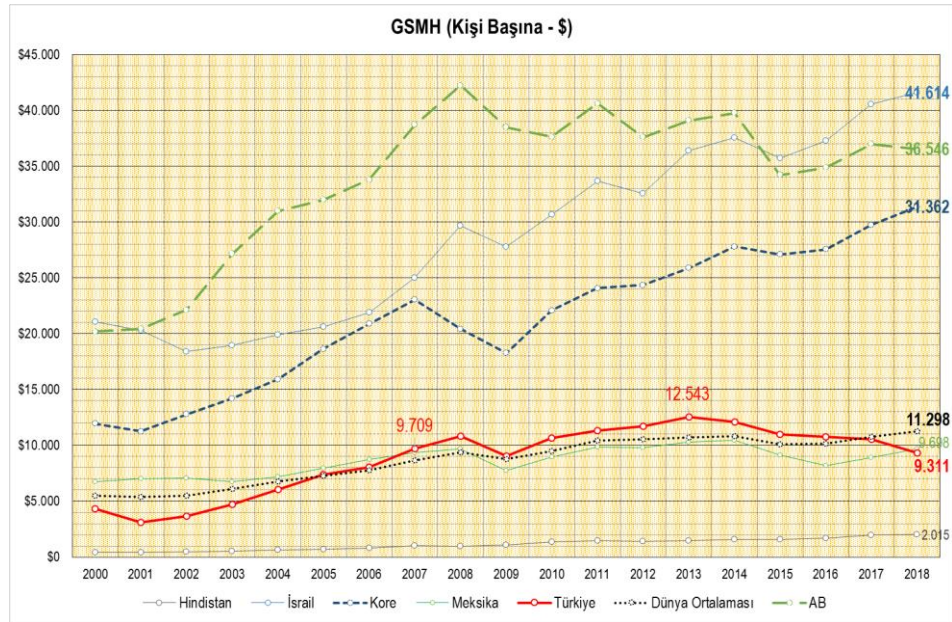
Bu nedenle, bir ülkenin iletişim altyapısı değerlendirilirken bu unsurların tümü göz önüne alınarak önceliklerin ve politikaların geliştirilmesi, stratejilerin oluşturulması gerekmektedir.

Ülkemizde haberleşme alanında 1960'lı yıllarda başlayan ve 1980'li yıllarda çok başarılı bir biçimde yükselen yerli üretim süreci, sonuçlarıyla kendi önemini kanıtlamıştır.

1985-1995 yılları arasında kişi başı GSYİH 3-3,5 kat artmıştır. Ardından gelen GSM hizmetleri, yatırım ve istihdamı ile birlikte yepyeni ufuklara kapı açmıştır. Ancak, iletişim alanındaki özelleştirme rüzgârlarıyla birlikte ilk feda edilen konu yerli üretim olmuştur.

Bunun ilk belirtileri üretim ve gelirlerin düşmeye başlaması olarak görüldü.

Kişi Başı GSMH Değerleri (2000-2018)⁸⁰



Kişi başına düşen GSYİH'nin 2013 yılından bu yana sürekli olarak gerilemesi, 2013 yılına dek başarılı bir biçimde büyüyen Türkiye'de en büyük sıkıntılardan birine dönüşmüş durumdadır. Bu sıkıntının en somut göstergesi, 10. Kalkınma Planı'nda kişi başına milli gelir 25.000 \$, ihracat 500 milyar \$ hedef olarak belirlenmişken,⁸¹ bu hedefler 11. Kalkınma Planında 12.484 \$ ve 226,6 milyar \$ olarak revize edilmesidir.⁸²

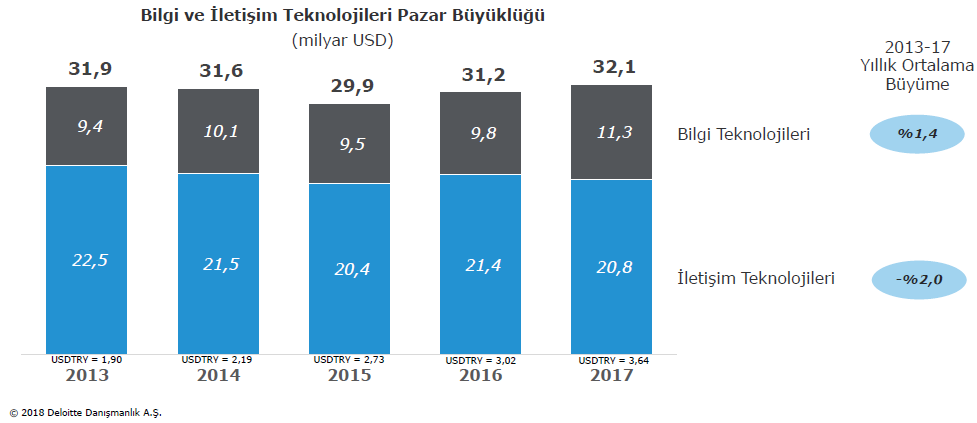
Bu olumsuz gelişmeler BİT sektörüne de yansımış, daha doğrusu bu alandaki sıkıntılar genel olarak tüm ekonomiyi etkilemiştir.

⁸⁰ data.worldbank.org/indicatır/ny.gdp.pcap.cd

⁸¹ <https://tr.euronews.com/2019/07/09/11-kalkinma-plani-mecliste-2023-hedefleri-yuzde-50-kuculdu>

⁸² <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/2023-hedefleri-erisilebilir-durumda-degil-28654602>

Bilgi ve İletişim Teknolojileri Pazar Büyüklüğü (2012-2017)⁸³



Bu tabloda ilk göze çarpan nokta, iletişim sektörünün 2013 yılından bu yana büyümediği, hatta gerilediğidir. Özellikle bir mobil işletmecinin gelir-gider dengesini hiç sağlayamadığı göz önüne alındığında, bu alanda yapılacak yatırımların işletmeciler açısından olası sıkıntıları hemen görülebilir durumdadır. Bu ise, doğru ve sağlıklı strateji ve politikaların yokluğunda işletmecilerin -haklı olarak- 5G de dâhil olmak üzere yeni yatırımlar konusunda isteksiz davranacaklarını göstermektedir. Farklı ve yapıcı politikalar olmadan yeni yatırımların (*hele lisans dâhil tüm 5G yatırımlarının*) yapılması çok zor görünmektedir.

Nitekim 2011 yılında 30 milyar \$ olan bilişim ve iletişim teknolojileri pazarının 2017 yılında bu değer bile altına düşmesi bu alanda 2023 hedefi olarak belirlenen 160 milyar \$'lık büyüklüğe ulaşılmasının olanaksız hale geldiğini göstermektedir.⁸⁴

Diğer yandan, bilişim ve iletişim teknolojileri değer zincirindeki 1 birimlik büyüme, rekabetçilik ve sürdürülebilirliğin artması yoluyla 1,8 birimlik büyüme sağlamaktadır.⁸⁵ Bu açıdan da 5G şebekeleri ve oluşturacağı yeni teknolojik ve ekonomik ekosistem çok daha önemli bir hale gelmektedir.

Bugün gelinen noktada yerli üretimin, yerli ürünün değeri yeniden anlaşılmış görünmektedir. Ne var ki 15-20 yıllık açığın kapatılması ve küresel yarışın içerisinde yer alabilmek biraz daha fazla çaba, kararlılık ve adanmışlık gerektirmektedir.

Bütün bu bilgi ve tecrübelerin ışığı altında, Türkiye daha kalıcı, etkin ve amaca uygun strateji ve politikaları geliştirebilecek donanımına sahiptir. Yapılması gereken, hem kendi tecrübelerinden, hem de yurtdışındaki başarılı-başarısız örneklerden edindiği bilgi ve çıkarımlar ile AR-GE'den üretime, teşvikten mevzuata, eğitimden izleme ve denetime kadar tüm yelpazede, devlet-özel sektör-üniversite-STK'lardan oluşan ilgili tüm tarafların katılımı ile saydam ve etkin bir yerli-millî üretim sürecinin başlatılmasıdır.

8.1. Uzun Dönemli ve Odaklı Strateji

1973 yılında dönemin Kore Başkanı Park, iddialı Ağır ve Kimyasal Sanayileşme (HCI) programını başlattı. İlk çelik fabrikası ve ilk modern tersane üretime girdi ve yerel olarak tasarlanan ilk otomobiller (*çoğunlukla ithal parçalardan üretildi*) üretim hatlarından çıktı. Elektronik, makine, kimyasal ve diğer ileri endüstrilerde yeni işletmeler kuruldu. Bu dönemde, ülkenin kişi başına geliri, 1972 ile 1979 arasında \$ cinsinden beş kattan fazla bir oranda artmıştır. Kore Başkanı Park'ın, 1981'de kişi başına düşen geliri 1.000 \$'a yükseltme "hayali" hedefi, programın dört yıl öncesinde gerçekleşti. Kore'nin ihracatı 1972-1979 arasında \$ cinsinden dokuz kat artarak daha da hızlı büyüdü.⁸⁶

⁸³ <http://www.tubisad.org.tr/tr/guncel/TUBISAD-Bilgi-ve-iletisim-teknolojileri-2018-Rap/58/1760/0>

⁸⁴ <https://m.haberler.com/yased-2023-hedefleri-icin-bit-seferberligine-3934729-haberi/>

⁸⁵ <https://m.haberler.com/yased-2023-hedefleri-icin-bit-seferberligine-3934729-haberi/>

⁸⁶ BAD SAMARITANS HA-JOON CHANG, Bloomsbury Press, 2007 s.xiii

1972 yılında kişi başı 324 \$ yıllık geliri varken Türkiye'nin kişi başı geliri 558 \$'dı. 1981 yılında ise, Türkiye'nin kişi başı geliri 1.579 \$'a yükselirken Kore'nin kişi başı geliri 1.870 \$'a yükselmiştir. Bugün bu değerler 9.311 \$'a karşılık 31.362 \$'dır.

Kore, uzun dönemli ve odaklı strateji kurgusu için ideal bir örnek niteliğindedir.

Benzer biçimde 5G konusunda ABD ile Çin arasında yaşanan sıkıntıların temelinde de ticari kaygıların ötesinde bu konudaki ulusal stratejiler yatmaktadır.

Düzenleme

3G ihalesi ile birlikte yerli ürün, KOBİ'ler ve AR-GE konularında bir takım yükümlülükler getirilmiştir. Benzer biçimde işletmecilerin, 4.5G yatırımlarında şebekeye ilişkin toplam yazılım ve donanım yatırımlarının birinci yıl için en az %30, ikinci yıl için en az %40 ve üçüncü yıl ile devam eden yıllarda en az %45'ini yerli malı belgeli ürünlerden tedarik etmesi yükümlülüğü getirilmiştir.

5G şebekeleri için, 3G/4G ihalelerinde yer alan yükümlülüklerle benzer yerli ve milli ürün tedarik yükümlülüğü ile AR-GE için yatırım ve istihdam yapılması yükümlülüklerine benzer yükümlülükler getirilmelidir.

Ulusal İhtiyaçların Belirlenmesi/Küresel Eğilimlerin İzlenmesi

Teknolojilerin ve diğer yeniliklerin toplumsal hayata yansımaları her ülkede veya bölgede farklı olmaktadır.

Örneğin Çin, 2000'li yılların başında mobil şebeke altyapı teçhizatı ve cep telefonu üretiminde hiç yer almamaktaydı. Özellikle cep telefonu konusundaki amansız rekabet, kişi başı milli geliri 1.000 \$'ın altında olan Çin'in hem ciddi bir pazar olmasının hem de bu yarışın içerisinde yer alabilmesinin önünde çok ciddi bir engel oluşturmaktaydı. Çin, düşük gelir ve düşük penetrasyonu bir avantaja çevirip düşük teknoloji ve ucuz cep telefonu üretmeye başladı.

Ürettikleri cep telefonlarının hedef pazarı Çin ve Hindistan oldu. O dönemin teknolojik bir rekabetin içerisindeki cep telefonu üreticilerinin dikkat ve hedeflerinin içerisinde yer almayan bu ülkeler sayesinde cep telefonu tasarım ve üretiminde hızlı atılım yapan Xiaomi, Oppo, Vivo, Meizu gibi Çinli cep telefonu üreticileri, bugün teknolojik olarak en iyi sayılabilecek telefonları üretmelerine rağmen hale Çin ve Hindistan pazarının dışında etkin olarak rekabete girmemektedirler.⁸⁷

Xiaomi, 2019 Mart ayında Hindistan'da 7. akıllı telefon üretim tesisini açtı.⁸⁸

Türkiye, kendi konumunu ve durumunu iyi değerlendirip buna uygun adımlar atmak zorundadır. Bu nedenle, 5G altyapı ve hizmetlerine bağlı olarak atılacak adımların, ülke gerçeklerine göre değerlendirilip şekillendirilmesi, ülke kaynaklarının buna göre tahsis edilmesi kısa ve orta dönemde hayati önem arz etmektedir.

Siber Güvenlik

Artık ülkeler tasarımda söz sahibi olamadıkları ve tüm operasyon süreçlerini bilip denetleyemedikleri ürün ve hizmetlerden uzak durmaya başlamışlardır. Özellikle tüm ürün ve hizmetlerin ağırlıklı olarak dijitalleştirildiği günümüzde, bu ürün ve hizmetlerin yetenek ve maliyetlerinin yanı sıra güvenlikleri de önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir.

Nitekim ABD ile Çin arasındaki -*özellikle 5G alanındaki*- en büyük sorun, "güvenlik" olarak ileri sürülmektedir.

5G ile ilgili ürün ve hizmetlerin yerli ve milli olarak üretimi planlanırken ilk önce değerlendirilmesi gereken konuların başında bu sistemlerin güvenliği ele alınmalıdır.

⁸⁷ <https://www.statista.com/statistics/271496/global-market-share-held-by-smartphone-vendors-since-4th-quarter-2009/>

⁸⁸ <https://www.digit.in/news/mobile-phones/xiaomi-announces-seventh-manufacturing-plant-in-india-will-now-produce-3-phones-per-second-in-the-co-47036.html>

Tasarım aşamasında göz önünde bulundurulacak bir güvenlik yaklaşımı uzun dönemde birçok risk ve sıkıntıyı baştan ortadan kaldıracaktır.

Etkin Koordinasyon

Uzun dönemli politikaların ve odaklı stratejilerin oluşturulması her şeyden önce geçmiş bilgi ve tecrübelerin değerlendirilmesini gerektirmektedir. Ayrıca, sektörün içerisinde bu işi üstlenecek ve belli riskleri göze alacak girişimcilerin kaygı ve beklentileri iyi anlaşılmalıdır. Daha sonra, üniversite ve STK'lar genel değerlendirme ve katkı sağlayacak önemli paydaşlar olarak görülmelidirler.

Bu nedenle, başarılı ülke örneklerinden görüleceği üzere, genel olarak iletişim sektörüne, özel olarak da yerli üretim sürecine yön verecek, izleyip düzelterek tedbirler konusunda destek sağlayacak bir yapılanma bu sürecin kritik bir unsuru niteliğindedir.

Bağımsız ve yetkin uzman Kamu, Sanayi, Akademi ve STK temsilcilerinden oluşan bir kurul (*National Telecom Steering Committee*) tüm taraflar arasında etkin bir koordinasyonun sağlanması, dünyadaki gelişmelerin izlenmesi ve olası sorun ve sıkıntıların önceden fark edilip düzeltilmesi için anahtar bir yapı niteliğinde olacaktır.

8.2. AR-GE

Bilgi toplumu ile bilgi ekonomisine dönüşümün sağlanmasının ve bilişim sektörünün gelişebilmesinin temel taşlarından birisi de eğitilmiş nüfus oluşturmaktır. Bununla beraber eğitimin niceliği kadar niteliği de önemlidir. Bunun bir göstergesi olarak PISA ölçüsü ele alınmaktadır. 2003 - 2015 dönemi PISA sonuçlarına göre, Türkiye her temel alan düzeyinde OECD ortalamalarının altında kalmıştır. Bununla beraber 2015 yılına kadar her temel alanda OECD ortalamalarına yaklaşıma eğilimi göstermiştir. Ancak her temel alanda 2015 yılı verileri 2003 yılı verilerinin de altında gerçekleşmiştir.⁸⁹

Daha hedefli / Daha Yetkin AR-GE / Daha gerçekçi Kaynak Tahsisi

Küresel anlamda 10-15 yıl sonra yıkıcı etkilere sahip olacak gelişmelere bugünden hazırlanılmasının yolu doğru yürütülen AR-GE ve yenilikçi (*inovasyon*) politikalarından geçmektedir.

BİT alanındaki başarı; AR-GE'ye ayrılan kaynaklar kadar eğitime verilen önem, eğitim yatırımları ve bunun sonucunda oluşan yetkin insan kaynakları ile doğrudan ilişkilidir. Bu konudaki çalışmalar, kişi başı GSYH ile ülkelerin ortalama fen ve matematik okuryazarlığı ile okuma becerileri puanları arasında yakın bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Yeni dönemi şekillendiren teknoloji ve hizmetler, yeni düşüncelere sahip firmaları (*start up*) ve AR-GE çalışmalarını öne çıkartmıştır. Nitekim bunu başaran İsrail, Güney Kore ve Çin gibi ülkeler BİT sektörü pazarında kendilerine farklı ve yeni konum yaratmaya başlamışlardır.

Bu ve benzeri etkenler Huawei'in Prof.Dr. Erdal Arıkan'ın çalışması üzerine daha fazla araştırma yapmasında çok etkili olmuştur. Huawei, yıllarca süren yoğun çabalarla, polar kodlama teknolojisinde, polar kodlamanın akademik araştırmalar alanının ötesine geçmesi ve uygulanabilir bir teknolojiye dönüşmesi için ciddi yatırımlar yapmıştır.

Kanal kodlama teknolojisini optimize etmek için polar kodlamadaki potansiyeli gören⁹⁰ Huawei, küresel olarak 5G telekom standartları olma potansiyeline sahip teknolojiler geliştirmek için geçen on yıla yakın sürede, yıllık gelirinin %15'ini (*yaklaşık 61 milyar \$*) bu alandaki AR-GE çalışmalarına harcamıştır.⁹¹

Türkiye'de ise GSYH içinden genel AR-GE harcamalarına ayrılan pay bile oldukça düşüktür. 2000 yılında %0,54 iken 2014 yılına gelindiğinde %1,01 olarak gerçekleşmiştir. Ancak AR-GE harcamalarının GSYH içindeki paylarına ilişkin 2014 yılı Dünya Bankası verileri dikkate alındığında, Dünya ortalamasının % 2,12, OECD ortalamasının %2,42 ve AB ortalamasının

⁸⁹ Ulusal İstihdam Stratejisi 5. İzleme ve Değerlendirme Kurulu Toplantısı Raporu, Bilişim Sektörü s.99

⁹⁰ <https://www.huawei.com/en/press-events/news/2018/7/Huawei-Dr-Erdal-Arikan-Polar-Codes>

⁹¹ <https://macropolo.org/analysis/from-windfalls-to-pitfalls-qualcomms-china-conundrum/>

ise %2,04 olarak gerçekleştiği ve Türkiye’de AR-GE harcamalarına ayrılan payın ise bu ortalamaların altında kaldığı görülmektedir.⁹²

Türkiye’de AR-GE alanındaki istihdam dağılımı incelendiğinde, 2001 yılından 2009 yılına kadar en yüksek payın yükseköğretime, 2009 yılından sonra ise en yüksek payın özel sektöre ait olduğu ve kamunun payının ise yıllar içerisinde azaldığı görülmektedir. 2015 yılında özel sektörün payı % 55, yükseköğretimin payı % 35 ve kamunun payı ise % 10 olarak gerçekleşmiştir.⁹³

Bu verilerin ışığında, özellikle iletişim teknolojileri ve 5G için çok daha odaklı, amacı ve kapsamı açık ve net belirlenmiş bir AR-GE politikasının hazırlanması gereklidir. Bu amaçla, ilgili uzmanlar ve taraflardan (devlet, özel sektör, üniversite ve STK) oluşan bir AR-GE kurulu oluşturulup, strateji, politika belirlenme, izleme ve denetleme süreçleri sağlıklı ve etkin bir biçimde yürütülmelidir.

Ortak veya Merkezi Laboratuvar / Test ve Ölçüm Merkezleri

İletişim sistemlerinin geliştirilmesi ve üretilmesi aşamalarındaki en kritik unsurlardan biri de laboratuvar ve test merkezleridir. Özellikle gelişmiş teknolojik ürün ve sistemlerin uluslararası standartlara uyumluluğu, bu sistemlerin ticari şebekelerde kullanılması için en temel husustur.

Bu nedenle, 5G gibi yüksek frekanslarda, büyük bant genişlikleri ve çok düşük gecikme ile çalışması gereken sistemlerde, en geniş yelpazede test ve ölçümlerin büyük bir hassasiyetle yapılabilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu sürece dâhil olması gereken üniversitelerin de böyle bir laboratuvar ve test merkezine duyacağı ihtiyaç ortadadır.

Bu denli büyük yatırımların birden çok firma tarafından ayrı ayrı yapılması akılcı, uygulanabilir (*feasible*) ve sürdürülebilir değildir. Bu nedenle tüm ihtiyaçlara cevap verecek büyüklük ve çeşitlilikteki ortak bir ulusal veya 2 bölgesel test ve ölçüm merkezinin kurulması gerekmektedir.

Patent

Günümüzde bilgi en değerli varlıklardan birisine dönüşmüştür. ABD ile Çin arasındaki 5G çatışmasının temelinde benzeri bir durum yatmaktadır. Ülkemizde yapılan akademik çalışmalar genellikle göz ardı edildiği için, Türk akademisyenlerin çabaları da yabancı ülkelere değerlendirilmektedir. Polar Kodlama tekniğini geliştiren Prof. Dr. Arıkan’ın çalışması da, ticari olarak –ağırlıklı olarak- Huawei ve Samsung tarafından değerlendirilmiş, akademik yanı da üzerinde en çok çalışılan konulardan birine dönüşmüştür.

Polar kodlama alanında, makalenin çıktığı ilk günden beri yakından takip eden ve ilgili ürünleri geliştiren ve patentlerin sahibi olan Huawei, Prof. Dr. Arıkan’ın bu konudaki çalışmalarına da destek sağlamaya devam edeceğini belirtmektedir.⁹⁴

Bu gelişmeler göstermektedir ki, ülkemizde sadece AR-GE ve üretim alanlarında değil, akademik çalışmalar ve patent konusunda da ciddi bir odak ve strateji eksikliği bulunmaktadır. Bu kapsamda yapılacak çalışmaların içerisinde patent konusuna da özen gösterilmeli ve yer verilmesi gerekmektedir.

8.3. Üretim

Bugün geline nokta, yerli ve milli 5G teknolojisine sadece baz istasyonları, router gibi ürünlerin üretimi olarak bakılması halinde söz konusu teknolojinin etki alanı fazlasıyla daraltılmış olacaktır. 5G ile birlikte, ulaşım, enerji, sanayi alanında birçok “akıllı” tanımlanmasına sahip özellikle karşı karşıya kalacağız. Bu sebeple 5G kullanım alanını telekomünikasyon şirketleri dışındaki alanlara da yaymak yerli ve milli üretimi sürdürülebilir kılacaktır.

⁹² Ulusal İstihdam Stratejisi 5.İzleme ve Değerlendirme Kurulu Toplantısı Raporu, Bilişim Sektörü s.98

⁹³ Ulusal İstihdam Stratejisi 5.İzleme ve Değerlendirme Kurulu Toplantısı Raporu, Bilişim Sektörü s.99

⁹⁴ <https://m.dunya.com/dunya/huawei-kurucusundan-abd-yorumu-haberi-445993>

Örnek olarak 5G teknolojisiyle haberleşen şehir içi otonom raylı sistem altyapısı kurulumu, 5G altyapısına sahip birbirine bağlı şehir hastaneleri gibi önemli kamu projeleriyle üretilen her teknolojinin ölçek açısından gelişmesini sağlayacaktır. Bu durumda sert rekabetin yaşanacağı bu teknolojiye teknolojiyi içeren alternatif çözümlerle uluslararası piyasalara ulaşılması yerli ve milli 5G'nin üretiminin her alt sisteminde yatırımlarla büyümesi hatta 5G+ için güçlü sermaye birikimine katkı sunacaktır.

Üretim için Orta ve Uzun Dönemli Beklentiler / Gerçekçi Yol Haritası

İletişim gibi –özellikle 5G gibi- ölçek ekonomisinin kurallarının geçerli olduğu alanlardaki yaklaşımlar ve politikalar, üretim ve destekler diğer alanlara göre daha farklı ve sıra dışıdır.

Üretim, özellikle yüksek teknolojik ürünlerin üretimi, doğası gereği bazı parçalarda doğrudan dışarıya bağımlılık gerektirmektedir. Geçmişte COCOM (*Coordinating Committee for Multilateral Export Controls*) ABD ve Avrupa ülkeleri tarafından üretilen bir takım parçaları (*çipler vb.*) ile ürünlerin (*bazı bilgisayar, test ve ölçüm cihazları gibi*) türündeki yüksek teknoloji ürünlerin karalistede yer alan ülkelere gönderilmesini yasaklayan uygulamalar ve yaptırımlar söz konusudur.

Benzeri 2019 yılı içerisinde ABD Başkanı tarafından Çin şirketlerine (özellikle *Huawei* ve *ZTE*) kritik parça, ürün ve lisans tedarikini yasaklayan bir genelge ile gündeme getirilmiştir.

Yerli üretim sürecinde hızlı ve kolay üretilen birimler, çok tüketilen ve birden fazla kaynaktan sağlanabilen birimler, dolayısıyla daha az dışa bağımlılık gerektirecek parçalar gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu nedenle, gerek kapsam, gerekse ölçek açısından gerçekçi yol haritaları hazırlanmalıdır. Gerekirse, bir kuşak eski teknoloji tercih edilmeli veya üretimin kapsamı sınırlı tutulmalıdır.

Buna güzel bir örnek yine ülkemizde geçmişte gerçekleştirilen santral ve transmisyon teçhizatı üretimidir;

1965 yılında yerli üretim konusu tekrar gündeme gelmiş ve PTT Araştırma laboratuvarı (*PTT ARLA*) kurulmuştur. ARLA'nın kurulması, Türk elektronik ve iletişim sanayisinde önemli bir başlangıç ve dönüm noktası teşkil etmektedir. PTT ARLA hızlı bir gelişim göstererek yaşamı sırasında Türkiye'nin ihtiyacı olan bütün transmisyon sistemleriyle ilgili kendi teknolojilerini geliştirmiş ve bunlardan gereken miktarda üretmiştir.⁹⁵

PTT ile TÜBİTAK arasında, 30 kanallı bir PCM sistemi geliştirmek amacı ile sözleşme imzalanmıştır. Bunun altyapısı daha önce PTT-ARLA ve Marmara Araştırma Enstitüsü (*bugünkü MAM*) arasında hazırlanmıştır. Bu işbirliği ile geliştirilen sistemler 1981 yılında hizmete sunulmuştur. Daha sonra PCM sistemlerinin bütün hiyerarşik kademeleri PTT-ARLA ve onun devamı olan Teletaş tarafından geliştirilip üretilmiştir.⁹⁶

Uzun Soluklu Üretim Yeteneği Olan Firmaların Seçimi

Teknoloji alanındaki üretim, nitelik ve nicelik olarak diğer alanlardaki üretimden oldukça farklıdır. Özellikle uluslararası rekabetin de baskısıyla teknolojik ürünlerde, üretim ve AR-GE yeteneği, teknolojik uzmanlık ve kaynaklara hâkim olmak ve bunların sürekliliğinin sağlanması çok önemlidir. Bu nedenle, bu alanda ölçek ekonomisi koşulları belirleyicidir. Daha da önemlisi, mevzuat, teşvik, koruma gibi devlet desteği gereklidir.

Türkiye, elektronik tasarım ve üretimi konusunda uluslararası pazarlarda yer alan, hatta bazılarında en üstlerde rekabet eden şirketlere sahiptir;

- Beko, Avrupa'nın adet bazında pazar payı sıralamasına göre 2'nci en büyük beyaz eşya şirkettir.⁹⁷ Benzeri biçimde, tüketici elektroniği ve küçük ev aletleri pazarlarında da bir rekabet pozisyonuna sahiptir.

⁹⁵ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikretyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf> s.58

⁹⁶ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikretyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf> s.59

⁹⁷ http://www.arcelikglobal.com/media/4603/_faaliyet_raporu-18.pdf

- Gelişmekte olan kullanım alanlarına ve yenilikçi ürünlere yatırım yaparak pazar payı kazanmayı stratejik hedef olarak belirleyen Vestel de, tüketici elektroniği, dijital ürünler ve bilişim sektörlerinde, tasarımı ve üretimini gerçekleştirdiği ürünler ile benzer teknolojiye sahip, farklı kullanım alanları olan yeni ürünler geliştirme konusunda, özellikle de akıllı telefon tasarım ve üretimine ciddi bir ağırlık vermiş durumdadır.⁹⁸
- Haberleşme ve bilgi teknolojileri, radar ve elektronik harp, elektro-optik, aviyonik, insansız sistemler, kara, deniz ve silah sistemleri, hava savunma ve füze sistemleri, komuta kontrol sistemleri, ulaştırma, güvenlik, trafik, otomasyon ve sağlık teknolojilerine yönelik ihtiyaçlarını karşılayabilecek çok geniş bir ürün yelpazesine sahip bulunan Aselsan, özgün ürünlerini ihraç eden, dünyanın ilk 100 savunma sanayi şirketi (*Defense News Top 100*) listesinde yer almaktadır.⁹⁹

Türkiye küresel pazarlarda rekabet gücüne sahip ve milyar \$ gelirleri olan bu ve benzeri şirketleri, doğru konumlandırıp destekleyerek bilişim ve iletişim sektöründe de önemli oyunculara dönüştürebilir ve dönüştürmelidir.

Eğer Finlandiya stratejik olarak Nokia'ya bu tür bir yaklaşımı göstermemiş olsaydı, 1960 yılında kurulan ve 17 yıl boyunca odun, elektrik kablosu ve lastik çizme şirketlerinin gelirleriyle ayakta tutulan elektronik bölümünün ayakta kalması ve iletişim alanında bir dünya devine dönüşmesi mümkün olmazdı.

Aynı biçimde, Samsung 10 yıldan fazla bir süre, para kazanamayan elektronik bölümünü tekstil ve şeker işleme gelirleriyle desteklemiştir. Eğer bu iki şirket sadece pazar koşullarına göre davranmış olsalardı, Nokia hala kereste işiyle, Samsung da tekstil ve şeker işiyle uğraşıyor olurdu.¹⁰⁰

8.4. Yerli Şebekelerde Kullanım

Yaşanacak dönüşümün yurt dışına bağımlı olmasını azaltmak, kendi ekosistemimizi yaratmak, işletim sırasında çıkabilecek bir takım sorunları yaşamamak için yukarıda belirtilen teknolojiler üzerinde yerli çözüm ve ürün sağlayıcılar önemli bir unsur olacaktır. Bu nedenle sanayide dijital dönüşüm kapsamındaki bütün teknolojilerde, ayrıca dönüşüm kapsamına giren bütün konularda milli çözüm sağlanması için destekleyici programların açılması önem arz etmektedir. Bu konuda oldukça kritik olan bir konu da ortaya çıkan çözümlerin Türkiye'de kullanımını ve tercih edilmesini sağlamak için de özendirici tedbirlerin alınması gereğidir. Bu anlamda teşvik edici çözümler üzerinde çalışılmalıdır. Ayrıca ortaya çıkan ürünlerin uluslararası pazarda da yer alabilmesi, rekabetçi olunmasının da özendirilmesi gerektiği düşünülmelidir.

Bu adım için başarı kriterleri,

- Proje sayısı,
- Ürüne dönüşüm oranı,
- Sanayide kullanım oranı,
- Marka oranı,
- Uluslararası pazara çıkan ürün sayısı

olarak verilmektedir.¹⁰¹

Geçmişte, haberleşme alanında ulusal tekel konumundaki PTT, yaşadığı sorun ve sıkıntıların yarattığı darboğazları aşmak için sayısal telefon santrali ile ilgili olarak önce PTT-Netaş-Northern Telecom arasında, daha sonra da PTT-Teletaş-BTM arasında bir **ön alım, lisans ve tedarik sözleşmesi** imzalanmıştır.

⁹⁸ Vestel Elektronik 2018 Yılı Faaliyet Raporu s.64

⁹⁹ <https://www.aselsan.com.tr/tr/hakkimizda/biz-kimiz>

¹⁰⁰ Sanayileşmenin Gizli Tarihi, Ha-Joon Chang, Elif Yayınları, s.196

¹⁰¹ GÜLHAN, A.Raşit, Dijitalleşme Raporu, Şubat.2018

Yerli üretimin etkisi ve ön alım ve tedarik garantisi ile 1980-2000 yılları arasında telefon aboneleri sayısında hızlı oldukça hızlı bir büyüme yaşanmıştır;¹⁰²

- 1980 1.147.137 abone
- 1985 2.247.884 abone
- 1990 6.893.267 abone
- 1995 13.227.704 abone
- 2001 18.904.486 abone

Türkiye, o dönemdeki ekonomik durumuna göre haberleşme alanında (*özellikle santral ve transmisyon sistemleri*) bir hayli ileri gitmiş, PTT'nin bir kamu kuruluşu olmasına rağmen sağlıklı yerli üretim strateji ve uygulamaları sayesinde gerek penetrasyon gerekse de dijitalleşme oranı en yüksek ülkeler arasına girmeyi başarmıştır.¹⁰³

Bu olumlu tecrübenin, bundan sonraki dönemde de benzer biçimde uygulanması yerli ve milli 5G ürün ve hizmetleri için ciddi bir kaldıraç niteliği taşıyacaktır.

8.5. Uygulama ve Denetim

Haberleşme alanında 1980-2000 yılları arasında gerçekleştirilen atılım, çok önemli başarı öykülerini oluşturmuştur. Nitekim mobil haberleşme alanında da benzeri atılım Türkiye'yi belirli bir dönemde en başarılı ülkeler arasına sokmuştur.

Doğru Uygulama / Düzeltici Denetim

Mobil şebekeleri imtiyaz sözleşmeleri ile belirli bir süre özel sektöre devreden devlet, benzeri stratejiler için gerekli olan mevzuatı (*3G için %30, 4.5G için %30-45 Yerlilik Yükümlülükleri*) geliştirmiştir.

3G ihalesi ile birlikte yerli ürün, KOBİ'ler ve AR-GE konularında bir takım yükümlülükler getirilmiştir. Ancak, işletmeciler ile tedarikçi firmalar bu yükümlülükleri değişik yöntemler ile aşmayı başarmışlar ve ihale şartnamesinde hedeflenen amaçlar gerçekleşmemiştir. Örneğin yabancı tedarikçiler kendi ürünlerinden bir bölümünü KOBİ'ler üzerinden ithal ederek şartnamede yer alan KOBİ'ler ile ilgili yükümlülükleri sağlamış sayılmışlardır. %30 yerli ürün yükümlülükleri de benzer biçimde beyan esasına göre değerlendirilmiş ve bunu yerine getirmeyen işletmeciler hakkında herhangi bir işlem yapılmamıştır.

Benzer biçimde işletmecilerin, 4.5G yatırımlarında şebekeye ilişkin toplam yazılım ve donanım yatırımlarının birinci yıl için en az %30, ikinci yıl için en az %40 ve üçüncü yıl ile devam eden yıllarda en az %45'ini yerli malı belgeli ürünlerden tedarik etmesi yükümlülüğü getirilmiştir. Bu yükümlülüğün 3. yılı sonunda gerçekleşme oranı %2 mertebesinin altında kalmıştır.¹⁰⁴

Eksik kalan parça, uygulamanın tam olarak hayata geçirilmesi için gerekli olan izleme ve denetim işlemlerinin zamanında ve saydam olarak yapılamamasıdır. Mevzuatta yer almasına rağmen yerli ürünler konusundaki temel sıkıntı, denetim ve yaptırım konusundaki yetersizliktir.¹⁰⁵

Mevzuat / 3. Taraflar / STK Katkısı

5G altyapısı ile ilgili benzer sıkıntıların yaşanmaması için denetim ile ilgili ayrıntılı bir mevzuatın hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir.

Ancak, bu denetim sürecinin etkin işletilebilmesi için, bu sürecin saydamlaştırılması ve katılımcı bir yaklaşımla başta sektörel STK'lar olmak üzere uzman kişi ve kuruluşların da bu sürecin paydaşı yapılması gerekmektedir.

¹⁰² <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikretyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf> s.58

¹⁰³ <https://ttgv.org.tr/content/docs/drifikretyucel-telekomunikasyonunoykusu-27.pdf> s.63

¹⁰⁴ <https://www.sabah.com.tr/yazarlar/oguz/2017/06/26/yerlilik-orani-tutmadi>

¹⁰⁵ <http://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/vahap-munyar/yerlilik-tutmadi-diye-hemen-ceza-kesmenin-kimseye-faydasi-yok-40501585>

Sonuç olarak;

Gelecekte, süper güçlü tedarikçi ülkeler, belirli protokoller ve ürünler etrafında kendi çevrimiçi etki alanlarını yaratmaya çalışacaklar, böylece müşteri devletlerin belirli bir topluluğun belkemiğini oluşturmaları ve tedarikçi ülkenin kendisi tarafından kurulan, desteklenen ve kontrol edilen bir kritik altyapıya güvenmelerini sağlayacaklardır.¹⁰⁶

Teknoloji şirketleri, ürünlerinin yanı sıra kendi değerlerini de ihraç etmektedirler, bu nedenle iletişim altyapısının temelini kimin oluşturacağı kesinlikle çok önemlidir.¹⁰⁷ ABD ile Huawei arasındaki, daha doğrusu Çin arasındaki iletişim altyapısı ve 5G alanında yaşanan sorunların temelinde yatan kaygı ve çatışma budur.

Türkiye'nin 1960'lı yıllarda başlayan ve 1990'lı yıllarda "küreselleşme", "özelleşme" feryatlarında kim vurduya giden üretim mücadelesi, haklılığını bugünlerde bir kez daha kanıtlamıştır.

5G teknoloji ve hizmetleri önümüzdeki 15-20 yıl içinde gelişimini tamamlayacak olan 4. Sanayi Devrimi (*Endüstri 4.0*) için en önemli ve temel teknolojilerden birisidir. Bununla birlikte 5G yepyeni bir teknoloji ve hizmet olarak düşünülmemelidir. 2G, 3G ve 4G teknoloji ve yaklaşımlarını anlamadan, bunları üretmeden 5G dinamiklerini ve üretim avantajlarını yakalamak mümkün olmayacaktır. 4G için kullanılan LTE (*Long Term Evolution*) "Uzun Dönemli Evrim" terimi bile bu konudaki küresel yaklaşımı ve stratejileri anlatmaya yeterlidir. Analogtan dijital geçiş bile analog teknolojideki uzmanlığın dijital sistemlere aktarılması, 2G sistemlerinden 3G sistemlerine geçiş varolan uzmanlığın geliştirilmesi ile mümkün olmuştur.

Daha da önemlisi, bu sistemler varolan altyapılarda kullanılmakta olan olgun teknoloji ve ürünlerdir. Bunların üretilmesi nispeten kolay ve daha önemlisi bugün için ihtiyaç duyulan ürün ve hizmetleridir.

Bu nedenle hâlihazırda 2G, 3G ve 4.5G altyapısına sahip olan ülkemizde yerli ve milli üretim yaklaşımı, sadece 5G teknolojilerine ötelenip, 5G teknolojileri ile sınırlı bırakılmamalıdır. 5G sistemlerinin geliştirilmesinde ve üretiminde kaldıraç görevi görecek bu sistemlerinin bileşenleri bu süreçte temel taşlarından biri olacaktır.

Sanayi devrimiyle birlikte İngiltere'de başlayan, ardından ABD, Almanya, Fransa gibi ülkelerde devam ederken, 21. Yüzyıl ile birlikte Çin'de bedenleşen yerli üretim, belirli bir sektör veya belirli bir zaman dilimiyle sınırlı kalmadan, geçici bir hevesten öte sürdürülebilir bir biçimde gelişmektedir.

Türkiye'de de önce;

- Finlandiya ve Kore, ardından Çin tarafından izlenen politika ve uygulamalara benzer bir yaklaşım ile mevcut durumun doğru tespiti, çok odaklı strateji ve politikaların belirlenmesi, kapsamlı uygulama ve daha önemlisi sürdürülebilir bir süreç için düzenli ve saydam izleme ve denetim yöntemlerinin geliştirilmesi,
- Bu alanda faaliyet gösteren ve gösterecek şirketlerin stratejik önemleri dikkate alınarak (*Teletaş, Netaş örneklerinde yaşandığı gibi*) özelleşmesi, birleşmesi veya satılmasında oluşan birikimin heba olmasını engelleyecek politika ve tedbirlerin belirlenmesi,
- 5G yeni bir teknoloji olmakla birlikte bütünden soyutlanmış olarak da düşünülemez. Bu itibarla bilişim ve iletişim teknolojileri alanındaki AR-GE ve inovasyon çalışmalarının bir bütün olarak ele alınarak sürdürülmesi ve
- Teknik ve bilimsel eğitim olmaksızın bu gelişmeleri desteklemek mümkün değildir. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için gelecek kuşakların hazırlanması zorunludur. Bu nedenle, anaokulundan üniversiteye kadar olan eğitimin (*Eğitim 4.0*), bugünün gerçeklerine ve gelecekteki olası ihtiyaçlara göre yeniden yapılandırılması

¹⁰⁶ The New Digital Age, Eric Schmidh and Jared Cohen s.111

¹⁰⁷ The New Digital Age, Eric Schmidh and Jared Cohen s.112

başta 5G teknoloji ve hizmetleri olmak üzere, yerli ve milli bilişim ve iletişim sektörünün uzun dönemde başarılı olabilmesi için hayati önem taşımaktadır.

Ülkemizin toplumsal ve demografik konumundan kaynaklanacak fırsatlar, gerek 5G gibi geleceğe yön verecek teknolojik alanlarda gerekse de bu teknolojilerin yaratacağı küresel ekonomik ekosistemlerde daha etkin ve daha uzun soluklu yer almamıza olanak sağlayacaktır.

■

Bu Sayfa Boş Bırakılmıştır.



Türkiye Bilişim Derneği

Adres	Ceyhun Atuf Kansu Caddesi 1246. Sokak 4/17 Balgat/ Ankara
Telefon	+90 (312) 473 8215 (pbx)
Fax	+90 (312) 473 8216
E-posta	tbd-merkez@tbd.org.tr