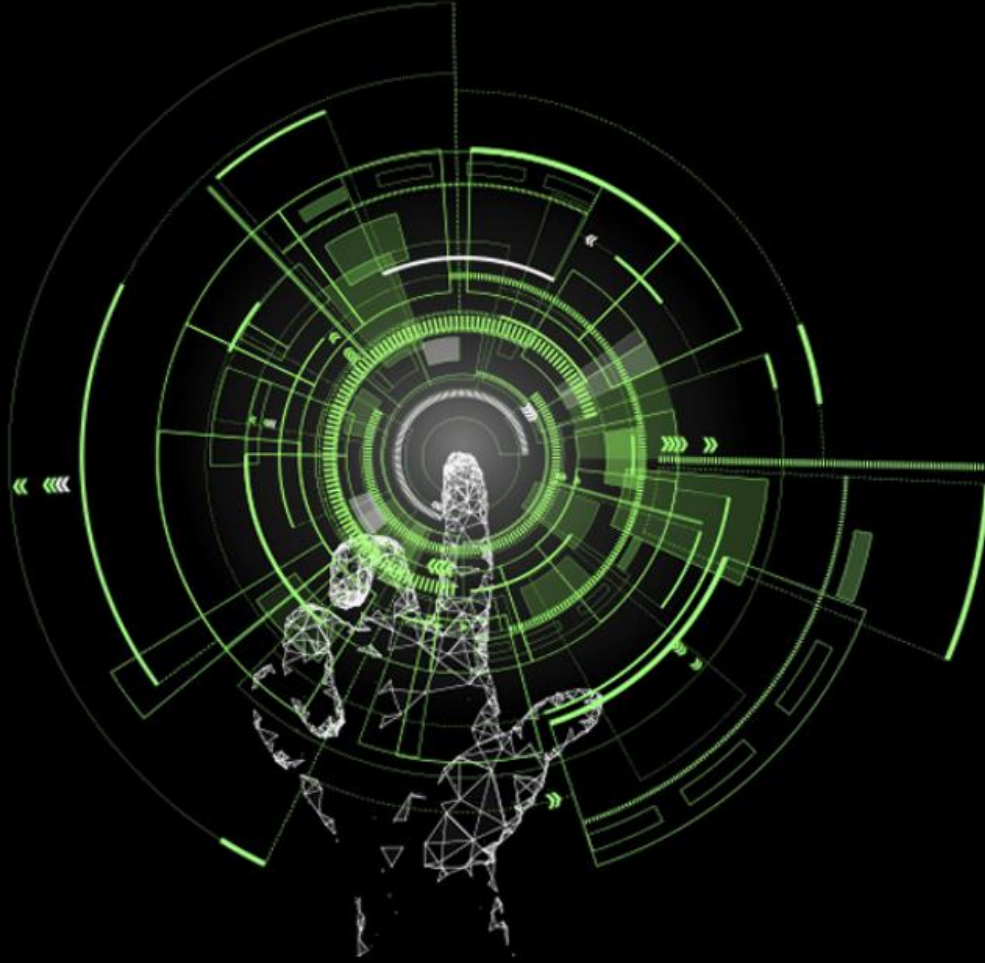




Yeni nesil bağlantının gücü:

5G teknolojisinin Türkiye için ekonomik ve sosyal faydaları

Önemli Not:

Bu rapor ("Rapor"), Deloitte Danışmanlık A.Ş. ("Deloitte") tarafından Vodafone Telekomünikasyon A.Ş. ("Vodafone") için aşağıda belirtilen kapsam ve kapsam sınırlamaları doğrultusunda hazırlanmıştır.

Rapor, yalnızca 5G teknolojisinin Türkiye'ye kazandırılması durumunda ortaya çıkabilecek kısa ve uzun vadeli ekonomik etkilerin analiz edilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Ekonomik etki modeli, yıkıcı inovasyon etkisini göz önünde bulundurmaz ve 2022 fiyatlarıyla hesaplanmıştır. Rapor, farklı bir amaç ya da farklı bir içerikte kullanılamaz ve raporun içeriği ya da bu rapora dayalı olarak karar alma, üçüncü taraflara raporlama gibi işlemler de dahil olmak üzere yapılabilecek herhangi bir işlem hakkında Deloitte'un hiçbir sorumluluğu bulunmamaktadır.

Rapor, Vodafone ve Deloitte arasında imzalanan sözleşmenin esaslarına dayanarak, yalnızca Vodafone'un kullanımı için hazırlanmıştır. Rapor ve/veya Rapor'un herhangi bir içeriği hakkında, Vodafone dışında herhangi bir üçüncü taraf ya da taraflara karşı Deloitte sorumluluk, yükümlülük ve görev kabul etmemektedir.

Rapor'da yer alan bilgiler, yapılan uzman görüşmelerinden ve kamuya açık kaynaklardan elde edilmiş ve Rapor'un uygun bölümlerinde referans verilmiştir. Deloitte söz konusu bilgilerin doğruluğu ve bütünlüğüne ilişkin hiçbir sorumluluk kabul etmemekte olup, doğrulama olmaksızın söz konusu bilgilerin doğruluğuna ve bütünlüğüne güvenmiştir. Ayrıca, Rapor'da yer alan analizlerden elde edilen sonuçlar Rapor'un yazım tarihinde mevcut olan bilgilere dayalı olup, sonraki dönemlerde yapılacak değerlendirmeler için dayanak teşkil etmemektedir.

Deloitte veya Vodafone tarafından ya da onlar adına bunların ortakları, çalışanları, acenteleri ya da herhangi bir başka kişi tarafından Rapor'da veya erişime açılan sözlü açıklamalarda yer alan bilgilerin tamlığı, kesinliği veya doğruluğu hakkında açık ya da zımni hiçbir beyan ya da garanti verilmemektedir ve Rapor'a ilişkin hiçbir sorumluluk ya da yükümlülük kabul edilmeyecektir.

Rapor'a ait fikri mülkiyet ve diğer mülkiyet hakları Deloitte ve/veya Vodafone'a aittir ve bu Rapor'a ilişkin tüm haklar, açıkça temin edilmediği sürece saklıdır.

İçindekiler

Kısaltmalar ve terimler	3
Özet	5
Amaç ve kapsam	5
5G'nin değer önerisi	5
Dünyada ve Türkiye’de 5G	6
5G’ye uzanan teknoloji yolculuğu	12
5G’nin ekonomik etkileri	27
5G’nin kısa vadeli ekonomik etkileri	28
5G’nin uzun vadeli etkileri	31
Erteleme maliyetleri	35
Toplam ekonomik etkiler	36
5G’nin etkilerinin hissedileceği ana sektörler	38
Üretim	38
Toptan ve perakende ticaret	44
Ulaşım ve lojistik	50
Bilgi ve iletişim	59
Türkiye’deki sektörlerin 5G’den beklentileri	67
5G’nin çevresel ve sosyal etkileri	72
Çevre ve iklim etkileri	73
Sosyal etkiler	79
Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve 5G	85
Politika önerileri	87
Başarılı bir 5G stratejisi için politika alanları	87
Seçili ülkelerde izlenen politikalar	92
Başarılı bir 5G stratejisi için Türkiye’nin ihtiyaçları	93
Ekler	95
Kaynakça	103

Kısaltmalar ve terimler

5GTR Forum: Yeni Nesil Mobil Haberleşme Teknolojileri Türkiye Forumu
5GTT: 5G Testbeds and Trials Programme
AB: Avrupa Birliği
ABD: Amerika Birleşik Devleti
AR: Augmented reality (Artırılmış gerçeklik)
Ar-Ge: Araştırma ve geliştirme
AT&T: American Telephone and Telegraph Company (Amerikan Telefon ve Telegraf Şirketi)
B2B: Business to business (işletmeden işletmeye)
B2C: Business to consumer (işletmeden tüketiciye)
BTK: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CAPEX: Capital expenditure (yatırım harcamaları)
CNAS: Center for a New American Security
CO2: Carbondioxide (karbondioksit)
COVID: Coronavirus disease (Coronavirüs hastalığı)
ÇSY: Çevresel, sosyal ve yönetim
DCMS: Department for Digital, Culture, Media, and Sport
EB: Exabit
EECC: European Electronic Communication Code (Avrupa Elektronik Haberleşme Yasası)
EIU: Economist Intelligence Unit (Ekonomist İstihbarat Birimi)
eMBB: Enhanced mobile broadband (geliştirilmiş mobil genişbant)
Eurostat: European Statistical Office (Avrupa İstatistik Ofisi)
FCC: Federal Communication Commission (Federal İletişim Komisyonu)
FWA: Fixed wireless access (sabit kablosuz erişim)
GBP: Great Britain Pound (İngiliz sterlini)
Gbps: Gigabyte per second (saniyede gigabit)
GHz: Gigahertz
GPS: Global Positioning System (küresel konumlama sistemi)
GSM: Global System for Mobile Communication
GSMA: Global System for Mobile Communications Association
GSYH: Gayri safi yurt içi hasıla
GTENT: Global Telekom ve Entegre Teknolojiler A.Ş.
HD: High definition (yüksek çözünürlük)
HGM: Haberleşme Genel Müdürlüğü
HMD: Head mounted display (başa takılan ekran)
HTK: Haberleşme Teknolojileri Kümelenmesi
IHS: Information Handling Services (IHS Markit)
IoT: Internet of things (nesnelerin interneti)
IP: Internet protocol (internet protokolü)
ITIF: Information Technology and Innovation Foundation
ITU: International Telecommunication Union
JD: Jingdong Century Trading Co.
KDV: Katma değer vergisi
km: Kilometre
KPN: Koninklijke PTT Nederland (Royal Dutch Telecom)
LG: Lucky Goldstar (LG Uplus)

m: Million (milyon)
MAYA: MİLAT Ağ Yönetim ve Analiz Sistemi
Mbps: Megabyte per second (saniyede megabit)
MEC: Multiple access edge computing (çoklu erişim uç nokta bilişimi)
ms: Milisaniye
MSIT: Ministry of Science and Information and Communications Technology
mHz: Megahertz
MİLAT: Milli Ağ Teknolojileri
MIMO: Massive multiple input multiple output (büyük ölçekli anten sistemlerini)
MMtel: Multimedia telephony service (ses, video, sms hizmetleri)
MMS: Multimedia messaging service (mobil çoklu ortam mesajlaşma hizmeti)
mMTC: Massive machine type communication (yoğun makine tipi iletişim)
mmWave: Millimeter waves (milimetre dalgası)
MPN: Mobile private network (mobil özel ağ)
Nikkei: Nihon Keizai Shimbun
NTIA: National Telecommunications and Information Administration
PC: Personal computer (kişisel bilgisayar)
PPP: Public private partnership (Kamu özel iş birliği)
RB: Rasen Ballsport (RB Leipzig)
RRU: Remote radio unit (uzak radyo ünitesi)
SCMP: South China Morning Post
SHRM: Society for Human Resource Management
SIM: Subscriber identity modüle (abone kimlik modülü)
SKA: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
TL/TRY: Türk Lirası
TÜBİSAD: Türkiye Bilişim Sanayicileri Derneği
TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
TZE: Tam zamanlı eşdeğer
OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development
UTİKAD: Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği
UUYM5G: Uçtan uca yerli ve milli 5G
uRLLC: Ultra reliable low latency communication (Ultra güvenilir düşük gecikmeli iletişim)
USD: Amerika Birleşik Devletleri (US) Doları
V2X: Vehicle to everything (Araçtan çevredeki her şeye)
vb: ve benzeri
VFL: Verein für Leibesübungen (VFL Osnabrück)
VR: Virtual reality (Sanal gerçeklik)
YBBO: Yıllık birleşik büyüme oranı

Özet

Amaç ve kapsam

Yeni nesil mobil teknolojiler dijitalleşmeyi hızlandırarak ekonomi ve toplum üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır. Önceki teknolojilere göre daha yüksek veri hızları, yüksek cihaz yoğunluğu kapasitesi ve ultra düşük gecikme süresi ile 5G, inovasyonu tetikleyici bir konumdadır ve Türkiye ekonomisinin birçok sektörünü dönüştürme ve bugün hayal bile edilemeyen endüstri dikeyleri oluşturabilme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte dünya, Meta evreninin konuşulduğu ve teknoloji devlerinin bu sürece adaptasyon için hazırlıklar ve önemli yatırımlar yaptığı bir dönemden geçmektedir. Meta ekosisteminin oluşturulması için elzem olan aşamaların ilki dijital deneyimin en iyi şekilde sunulmasını sağlayacak altyapıların kurulması ve yaygınlaşmasıdır. Bu altyapıların en önemlisi olarak öncü bir dönüşüm getirmesi beklenen 5G teknolojilerinin derin ekonomik ve sosyal etkileri olacaktır.

5G, Türkiye ekonomisinin birçok sektörünü dönüştürme ve bugün hayal bile edilemeyen endüstri dikeyleri oluşturabilme potansiyeline sahiptir.

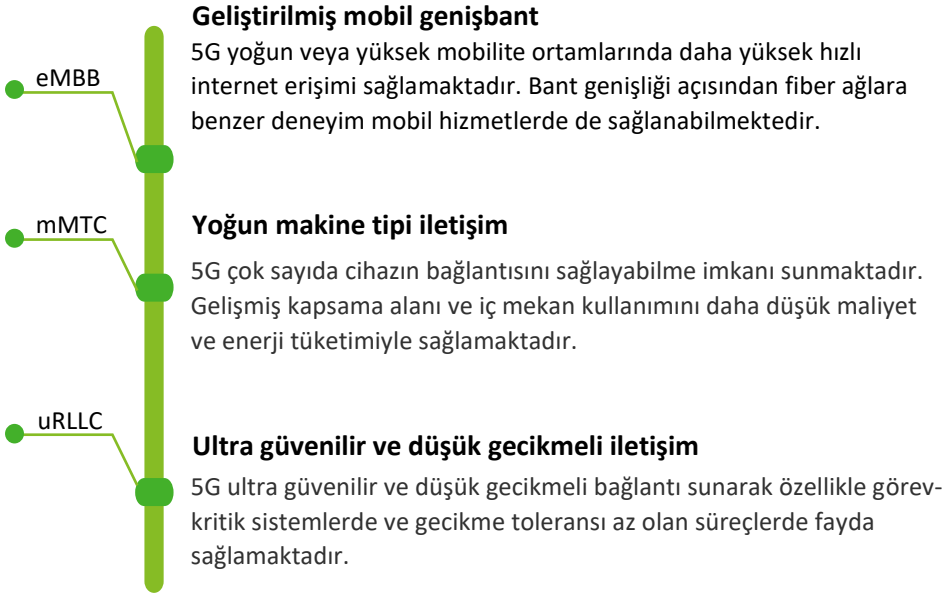
Bu rapor, Türkiye için 5G'nin değer önerisini, ekonomik ve sosyal etkilerini ortaya koyan ilk çalışma olarak 5G teknolojisinin Türkiye'de 2023 yılı itibariyle etkin hale getirilmesi durumunda, ülke ekonomisinde kısa ve uzun vadede meydana gelebilecek ekonomik, çevresel ve sosyal etkileri incelemektedir. Kısa vadeli ekonomik etkiler; operatörlerin 5G ihalesinin ardından 5 yıllık süreçte yapacağı yatırım tahminleri ile hesaplanmakta ve tedarik zincirinde tetiklenecek tüm etkileri kapsamaktadır. Uzun vadeli ekonomik etkiler ise 5G'nin kullanılmaya başlanmasından itibaren 15 yıl boyunca sektörlerin üretkenlik artışı sebebiyle 5G kullanım alanlarından elde edeceği gelir artışlarını modellemektedir. Nihayetinde Rapor'da, Türkiye ekonomisinde 5G teknolojisi ile tetiklenmesi beklenen kısa ve uzun vadeli ekonomik etkilerin gayri safi yurt içi hasılda (GSYH) oluşturacağı artış sunulmaktadır.

Dünyada 5G yaygınlaşırken ve gelişmiş ülkelerin 5G yatırımları hızla devam ederken Türkiye'nin bu dönüşüme geç kalmasının ekonomik olarak da çeşitli maliyetleri beraberinde getireceği öngörülmektedir. Bu sebeple çalışma kapsamında 5G teknolojisinin ertelenme maliyeti de çeşitli senaryolar eşliğinde önümüzdeki 10 yıllık zaman dilimi için hesaplanmaktadır.

Rapor'da ayrıca 5G'nin ölçülebilir ekonomik etkilerinin yanı sıra çevre ve toplum üzerinde oluşturabileceği etkiler Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları çerçevesinde incelenmektedir. Bu bağlamda 5G'nin çevre ve iklim, sağlık, eğitim ve güvenlik başlıklarında sunduğu değer önerileri somut örnekler ile sunulmaktadır. Sonuç bölümünde ise Rapor, 5G teknolojisinden beklenen ekonomik etkinin gerçekleşmesini ve bu teknolojinin etkin bir şekilde uygulanmasını sağlayacak politika önerilerini değerlendirmekte ve 5G alanında öncü Güney Kore, Çin, Almanya, ABD ve İngiltere gibi ülkelere politika örnekleri sunmaktadır.

5G'nin değer önerisi

Dijitalleşme ile artan mobil veri trafiği, sistemler arasındaki iletişimde ihtiyaç duyulan yüksek bağlantı hızları, düşük gecikme süreleri ve yüksek bant genişliği yeni nesil bağlantı teknolojilerine olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Hücresel ağların beşinci neslini temsil eden 5G altyapısı ise desteklediği üç temel teknolojiyle dördüncü nesil bağlantılardan daha gelişmiş bir performans sunmaktadır. 5G; akıllı telefonlar, akıllı arabalar, nesnelerin interneti (IoT) cihazları veya bulut gibi teknolojiler arasında veri aktarımını sağlamakta ve yüksek kapasiteyi desteklemektedir. Bununla birlikte 5G'nin faydalarının hızlı veri akışının ötesine geçeceği, yeni bir mobil iletişim teknolojisinden öte sanayi devrimi etkisi yaratacağı öngörülmektedir. Bu özelliği ile birçok sektörde akıllı sistemlerin kurulmasını sağlaması, otomasyon ve robotik kullanımı ile üretkenliği artırması beklenmektedir. Tüm bu etkilerle 5G teknolojilerinin kurumsal bağlantılarda devrim yaratması, kamu ve çeşitli sektörler üzerinde yıkıcı teknolojileri harekete geçirmesi beklenmektedir.



4G'ye kıyasla 5G...

-  **x1000** mobil veri hacmi
 -  **x30** hız
 -  **x1000** bağlantılı cihaz sayısı
 -  **%10** enerji tasarrufu
 -  **x25** gecikme süresinde düşüş
- ...sunmaktadır.

Dünyada ve Türkiye'de 5G

4G teknolojisi mobil abonelikler arasında küresel çapta %58'lik pay ile en yüksek seviyesine ulaşmış ve yerini 5G'ye bırakmaya hazırlanmaktadır. Nitekim Kuzey Amerika, Avrupa ve Kuzey Doğu Asya ülkeleri başta olmak üzere, 83 ülkede 209 operatör 5G'yi kullanmaya başlamıştır. Hızla devam eden yatırımlar sonucunda, 5G teknolojisinin 2027 yılına gelindiğinde küresel çapta mobil abonelikler arasında birinci konumda olacağı öngörülmektedir.

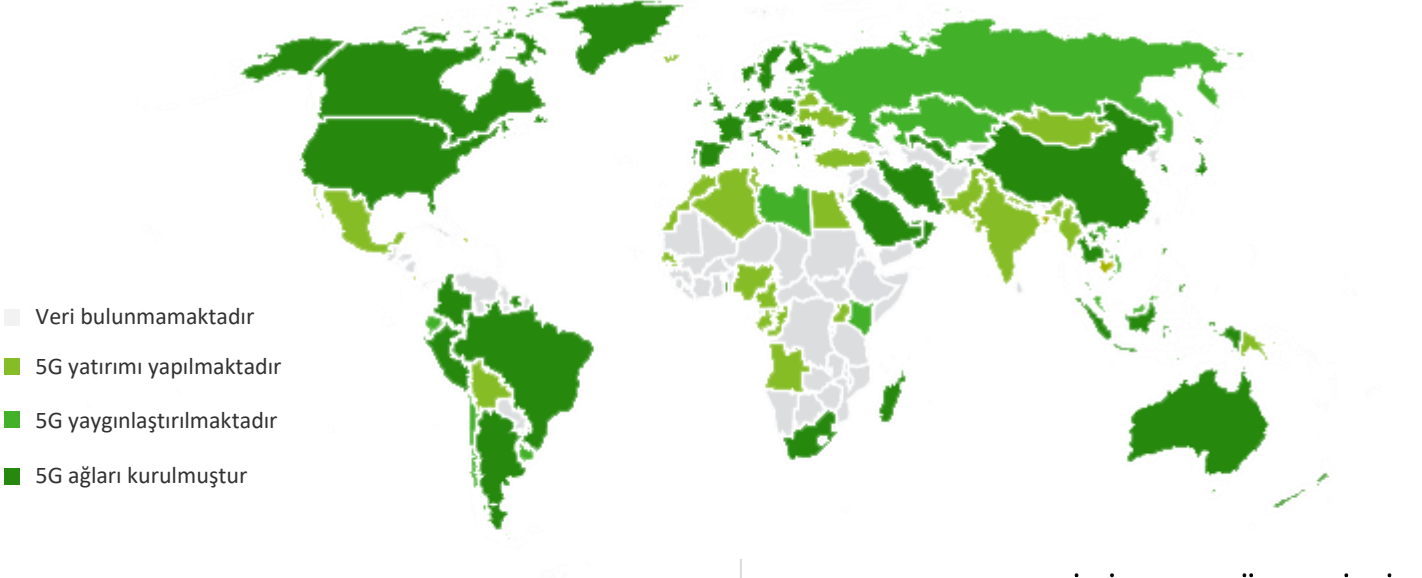
Türkiye'de %93'ünü 4,5G abonelerinin oluşturduğu toplam 87 milyon mobil abonelik mevcuttur. 6-yıllık bir sürede 80 milyon abone sayısına ulaşan 4,5G; e-ticareten finansa birçok sektörde hızla yaygınlaşan mobil teknolojisi kullanımını, daha gelişmiş bağlantı kapasitesini ve daha hızlı internete olan talebi tetiklemekte ve 5G bağlantı altyapısı ile tüketici adaptasyonu için güçlü bir zemin oluşturmaktadır. 4,5G teknolojilerinin kullanım oranından daha hızlı bir yaygınlaşma eğilimi göstereceği öngörülen 5G teknolojileri için yeni frekansların kullanılması ve telekom sektörünün çeşitli paydaşlarının altyapı yatırımlarına yönelmesi yükselen tüketici talebinin zamanında karşılanabilmesi için de önem taşımaktadır. Nitekim, Deloitte tarafından 2021 yılı sonunda yürütülen tüketici anketi araştırmalarının sonuçları abonelerin 5G teknolojilerine geçiş konusundaki isteğini ortaya koymaktadır. Buna göre; Türkiye'deki abonelerin salgın döneminde daha yüksek hızda internet hizmeti almayı tercih ettiği görülmektedir. İnternet hızına verilen bu önemin, 5G teknolojisine geçiş konusundaki tutuma da olumlu yansıdığı ve 5G teknolojisine geçmek isteyen aboneler ile operatör tercihlerini 5G kapsama alanı yeterliliğini göz önünde bulundurarak değiştirebileceğini söyleyen abonelerin çoğunluğu oluşturduğu görülmektedir.

5G teknolojisinin 2027 yılına gelindiğinde küresel çapta mobil abonelikler arasında birinci konumda olacağı öngörülmektedir.

BİR BAKIŞTA 5G TRENDLERİ

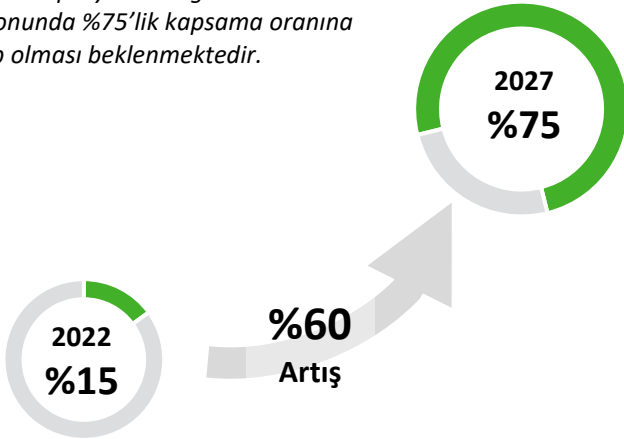
83 ülkede 209 operatör 5G hizmetlerini başlatmıştır ve önümüzdeki 5 yılda 5G ağlarının dünya çapında %75'lik bir kapsama alanına ulaşacağı tahmin edilmektedir

DÜNYADA 5G KULLANIMI



DÜNYADA 5G KAPSAMA ALANI

2021 yılı sonunda 521 milyon kullanıcıya ulaşan dünya nüfusunun %15'ini kapsayan 5G ağlarının 2027 yılı sonunda %75'lik kapsama oranına sahip olması beklenmektedir.



DELOITTE DİJİTAL TÜKETİCİ TRENDLERİ 2021 TÜRKİYE

Türkiye'deki internet kullanıcılarının %70'inin 5G teknolojisini 4G'ye kıyasla daha hızlı ve güvenilir bulduğu, yarısından fazlasının 5G ağına geçmek istediği ve %60'ının operatör tercihlerini 5G kapsama alanı yeterliliğini göz önünde bulundurarak değiştirebileceği belirtilmektedir.



BİR BAKIŞTA 5G'NİN ETKİLERİ

YATIRIM ETKİLERİ



₺21 milyar



25 bin istihdam

Operatörlerin 5G ihalesinin ardından 5 yıllık süreçte yapacağı yatırım ve hizmet harcamaları sonucu oluşacak GSYH etkisi 21 milyar TL (1,5 milyar USD)'dir.

SATIŞLARA OLAN ETKİ

₺1 trilyon



Türkiye'de 5G teknolojileri ile sağlanan üretkenlik ve ekonomik aktivite artışı ile 15 yıllık teknolojik döngüde 1 trilyon TL'nin (73 milyar USD) üzerinde gelir artışı oluşacağı tahmin edilmektedir.

ERTELENME MALİYETLERİ



₺120 milyar

5G yatırımları beklenen yıldan sadece 1 yıl gecikerek başlar ise gelir artışından 120 milyar TL feragat edileceği tahmin edilmiştir. 1-yıllık gecikme sonucu oluşan fırsat maliyeti uzun vadeli etkilerin %12'sine denk gelmektedir. Her gecikme yılının fırsat maliyeti ise katlanarak artmaktadır.

TOPLAM EKONOMİK ETKİLER



₺1.047 milyar

Ekonomik aktivite artışı

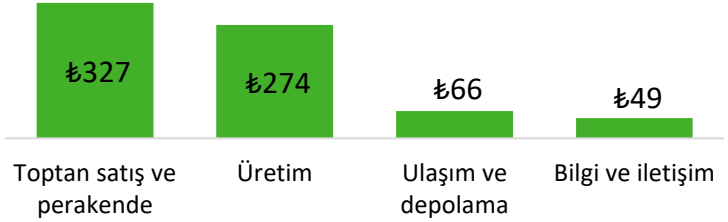


₺479 milyar

GSYH artışı

Yatırım ve hizmet harcamaları ile üretkenlik artışı sonucu oluşacak satış etkilerinin 2038'e kadar olan 15 yıllık süreçte toplam 1 trilyon 47 milyar TL (76 milyar USD) ekonomik aktivite artışı ve 479 milyar TL (35 milyar USD) GSYH artışı sağlayacağı öngörülmektedir.

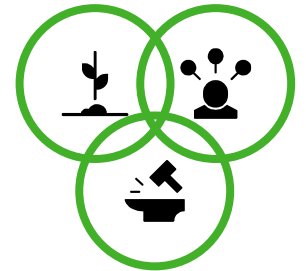
SEKTÖREL ETKİLER (Milyar TL)



Üretim, toptan ticaret ve perakende, ulaşım ve depolama, bilgi ve iletişim 5G'den en çok faydalanacak sektörler olup bu sektörlerde gerçekleşecek gelir artışlarının toplam etkinin %70'inden fazlasına denk geleceği öngörülmektedir.

ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİLER

5G teknolojileri, ekonomik etkilerin yanında çevresel ve sosyal etkileri de tetiklemektedir. Enerji tasarrufu, sera gazı salımında azaltım, akıllı mobilite çözümlerinin yaygınlaşması, sağlık ve eğitim hizmetlerine erişimin artması beklenen etkilerin başında gelmektedir.



Makroekonomik etkiler

Türkiye'deki mobil operatörlerin 5G için 5 yılda (kısa vadede) yapacağı tahmini yatırım ve hizmet harcamalarının ve 15 yıl boyunca (uzun vade) sektörlerin elde edeceği üretkenlik artışının Türkiye GSYH'sine 479 milyar TL (35 milyar USD) katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir. Toplam etkiler Türkiye'nin 2021 yılındaki GSYH'sinin %7'sini oluşturmaktadır.

Kısa vadeli etkiler

5G teknolojisinin etkin hale getirilmesi için operatörler tarafından yoğun bir altyapı ve teknoloji yatırımı gerçekleştirilecek ve yatırımların sürekliliği için de ilave hizmet harcamaları ortaya çıkacaktır. Operatörlerin geçmiş yatırım ve mobil gelir verileri kullanılarak yapılan tahminde tedarik zincirinde GSYH katkısı sağlayacak harcamaların 5 yıllık süre zarfında 19 Milyar TL olacağı öngörülmüştür. Bu harcamaların ülkedeki mevcut ekonomik aktiviteyi artırarak milli gelire ve vergi gelirlerine katkıda bulunması, ek istihdamı desteklemesi beklenmektedir.

İlk 5 yılda 5G teknolojisi için yapılması öngörülen yatırım ve hizmet harcamaları ile değer zincirinde 41 milyar TL'lik bir ekonomik aktivite artışı oluşacağı ve değer zincirindeki katma değer artışları ile GSYH'nin 21 milyar TL artacağı tahmin edilmektedir. Yatırımlar ve hizmet harcamaları ile oluşacak ekonomik aktivite artışı, operatörlerin önümüzdeki 5 yıl boyunca tahmin edilen tüm mobil gelirlerinin yaklaşık %16'sına denk gelmektedir.

Operatörlerden, tedarikçilerine, teknoloji ortaklarına ve tüketicilere kadar yayılan 5G değer zincirinin 5 yılda 25 binin üzerinde tam zaman eşdeğerinde (TZE) istihdam oluşturacağı tahmin edilmektedir. Her bir kişilik doğrudan istihdam, değer zincirinde bir kişinin daha istihdamını sağlayacaktır.

Uzun vadeli etkiler

5G bağlantısı günlük hayatımızdaki iletişim teknolojilerinin kullanımını hızlandırmakla kalmayacak, tüm sektörlerin altyapısını dönüştürücü ve hızlandırıcı etkilere sahip olacaktır. Özellikle otonom araçlar, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut teknolojileri alanında 5G teknolojilerinin sunduğu olanaklar otomotivden, perakendeye, ulaşımdan bilişim sektörüne birçok sektörü dönüştürecektir. Ayrıca Türkiye'ye bu altyapının kazandırılması ile global pazarlardaki rekabet gücünün korunması ve yeni iş hacimlerinin oluşması sağlanacaktır.

Dolayısıyla, 5G'nin uzun vadeli etkilerinin analiz edildiği uluslararası çalışmalar incelendiğinde, üç temel özellik (mMTC, eMBB, uRLLC) ile şekillenen 5G kullanım senaryoları ile sektörler üzerinde oluşturulan ilave etkilerin değerlendirildiği görülmektedir. Benzer şekilde, bu çalışma kapsamında da 5G'nin kullanım alanlarının Türkiye'de oluşturacağı üretkenlik, verimlilik ve yeni iş hacimleri gibi faktörlerle tetiklenmesi beklenen gelir artışları modellenmektedir.

Uygulanan uzun vadeli etki analizi sonuçlarına göre 5G teknolojilerinin kullanımı ile 15 yılda toplamda 1 trilyon TL'yi aşan gelir artışı olması ve bu artışın GSYH etkisinin 458 milyar TL'yi bulması öngörülmektedir. 5G kullanım alanlarından en çok etkilenecek toptan satış ve perakende, üretim, ulaşım ve depolama ve bilgi ve iletişim sektörlerinin ekonomideki 5G kaynaklı toplam gelir artışının %70'inden fazlasını oluşturacağı tahmin edilmektedir. Dahası kısa vadeli etkilerle beraber düşünüldüğünde toplam ekonomik etkinin 479 milyar TL'ye ulaşması beklenmektedir.

Sektörlerin 5G ile büyümesi, üretimlerini ve gelirlerini artırması Türkiye'nin ihracat kapasitesini de etkileyecektir. Her sektör için gelir artışlarının ihracata yansıma potansiyeli modellendiğinde uzun vadeli etkiler sonucunda Türkiye ihracat değerinin 103 milyar TL (7,4 milyar USD) artacağı tahmin edilmektedir. Bu artış Türkiye'nin 2021 yılında yaptığı toplam ihracatın %5'inden fazladır.

5G yatırımlarının değer zinciri üzerindeki etkisi ve uzun vadede firmalara sağlayacağı üretkenlik artışları neticesinde 479 milyar TL'lik bir GSYH artışı elde edilecektir.

Ertelenme maliyetleri

5G teknolojileri altyapı kurulumunun gecikmesiyle, teknoloji döngüsünün getireceği potansiyel ekonomik faydalar da gecikmekte ve ertelenmeden kaynaklı fırsat maliyeti ortaya çıkmaktadır. 5G altyapısının etkin hale gelmesi planlanan yıldan 1 yıl gecikerek başlaması ile toplam 120 milyar TL'lik bir faydadan mahrum kalınacağı hesaplanmaktadır.



120 Milyar TL

*1-yıllık gecikme
ile oluşacak
ertelenme maliyeti*

Çevresel ve sosyal etkiler

5G teknolojilerinin, dikey sektörlerle entegrasyonu sonucunda ortaya çıkan ekonomik etkilerinin yanında olumlu çevresel ve sosyal etkileri de tetikleyeceği öngörülmektedir. 5G teknolojisi; kaynakların daha verimli ve etkili kullanımına yönelik imkanlar getirmekte ve böylelikle enerji tasarrufu ve karbon salımlarının azaltılması vasıtasıyla çevrenin korunmasına katkı sağlayabilecek bir potansiyel oluşturmaktadır. Bununla birlikte teknolojinin kullanım alanları sağlık hizmetlerini geliştirerek, eğitime erişimi kolaylaştırıp kalitesini artırarak, iş ortamlarını, trafiği ve şehirleri daha güvenli hale getirerek sosyal faydalar üretebilmektedir. Tüm bu etkiler, telekomünikasyon teknolojilerinin Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na ulaşma yolunda ne derece önemli olduğunu vurgulamaktadır. Operatörlerin sürdürülebilir tedarik zincirine, üreticilerin toplum odaklı teknolojilere ve kamunun teknolojiye adil erişim hususunda yatırım yapması 5G'nin çevresel ve sosyal etkilerinin gerçekleşme kapasitesini artıracaktır.

Politika önerileri

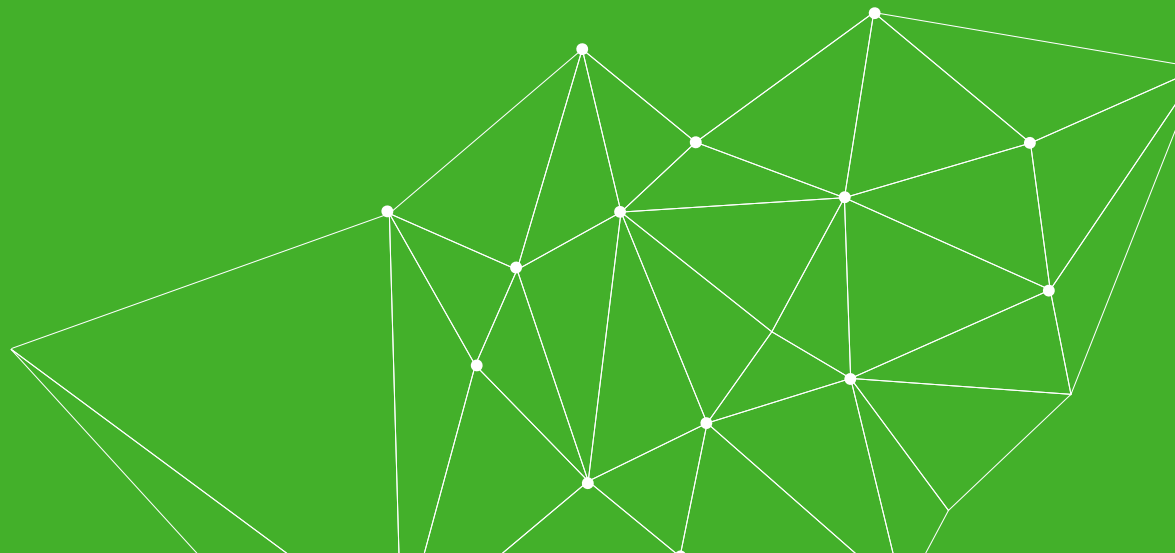
Bu çalışmada öngörülen ekonomik ve sosyal etkilerin gerçekleşmesi için kamu başta olmak üzere tüm paydaşların bir araya gelerek detaylı politika araçları tasarlaması gerekmektedir. Bu politika önerilerine emsal teşkil etmesi için 5G'yi hayata geçiren ABD, Almanya, Birleşik Krallık, Çin ve Güney Kore gibi öncü ülkeler incelenmiş ve dört ana başlıkta politika önerileri getirilmiştir:

- i. *Ulusal 5G Planı* çerçevesinde kamu ve sektör paydaşlarının bir araya gelerek stratejik yol haritası çalışmaları gerçekleştirmesi, kamusal projeler ve kamu-özel iş birliklerinin desteklenerek teknolojiye erişimin kolaylaştırılması amaçlanmaktadır.
- ii. *5G teknolojisini hızlandırıcı politikalar* benimsenerek ilave spektrum kaynaklarının 5G için ayrılması ve adil şartlarla tahsisi, yükümlülük ve yatırım dengesinin gözetilmesi, altyapı kurulumunun kolaylaştırılması ile 5G fiber transmisyon ve backhaul erişimi düzenlemelerinin yapılması hedeflenmektedir.
- iii. Sektörde *yatırımların sürdürülebilirliği* için ortak altyapı kurulumu ve kullanımının desteklenmesi, şebeke paylaşımının teşvik edilmesi ve altyapı yatırımları için teşvik (vergi, sübvansiyon vb.) önerileri öne çıkmaktadır.
- iv. *Ekosistemin geliştirilmesi* için Ar-Ge ve inovasyon odaklı teşvikler, kamu-akademi-özel sektör iş birliklerinin desteklenmesi, uluslararası standartlaşma çalışmalarında yer alınması, insan kaynağının geliştirilmesi ve sürdürülebilir tedarik zincirinin desteklenmesi alanlarında adımlar atılmaktadır.

5G teknolojisi dönüştürücü etkisi ile dijital dönüşümü hızlandırırken yeni kullanım alanlarının da ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu gelişmelerin etkin bir şekilde gerçekleşmesi için Türkiye'de 5G teknolojilerinin hızla etkinleştirilmesi sağlanırken, yatırımların sürdürülebilirliğini de gözetecek politikaların uygulanması önerilmektedir. Ulusal 5G Planı başta olmak üzere adil frekans tahsisi, transmisyon teknolojilerine kolay erişim ve ortak altyapı kurulumunun desteklenmesi gibi alanlardaki ihtiyaçların paydaşlarla değerlendirilmesi ve öncelikli politika araçlarının tasarlanması gerektiği değerlendirilmektedir. Bahsi geçen politika önerilerinin önceliklendirilmesi ve uygulanması ile maliyet etkin ve sürdürülebilir bir yatırım ortamı tesis edilerek 5G teknolojilerinin hızla yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Böylece, raporda hesaplanan ve 5G'den beklenen ekonomik ve sosyal faydaların gerçekleşmesinin de mümkün olacağı değerlendirilmektedir.

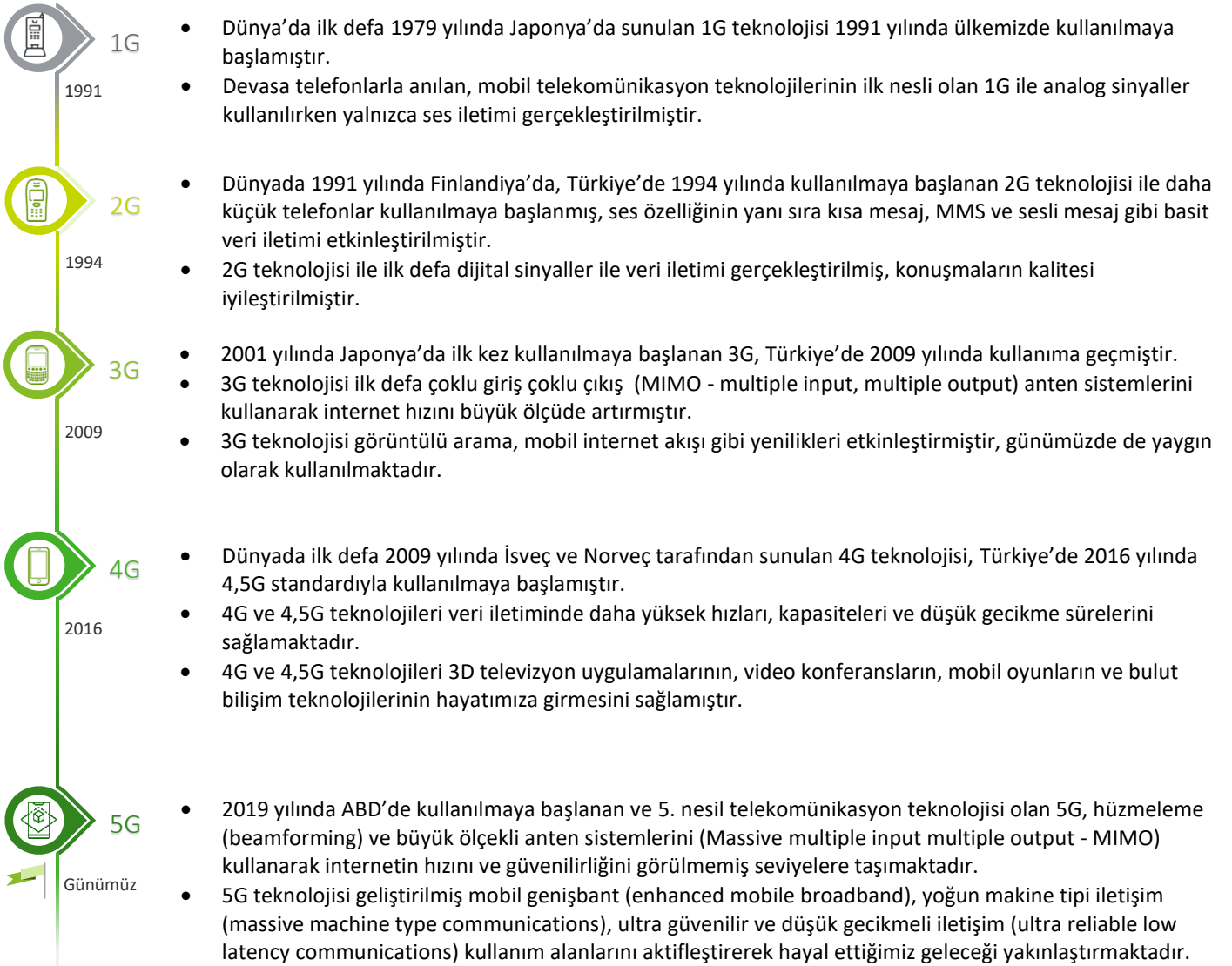


5G'YE UZANAN TEKNOLOJİ YOLCULUĞU



5G'ye uzanan teknoloji yolculuğu

Mobil telekomünikasyon teknolojileri, analog telefonlardan itibaren hem ekonomiyi hem de bireylerin günlük yaşantısını dönüştürmüştür. Yeni nesil mobil telekomünikasyon teknolojisi olan 5G yeni hayat standartlarımızın anahtarı olacaktır



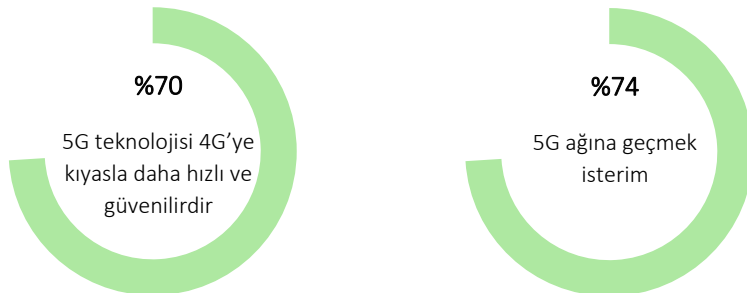
Akıllı telefon, mobil veri ve internet kullanımının hayatımızın vazgeçilmezi haline gelmesi daha hızlı ve etkili bağlantı arayışını tetiklemiştir

Dünyada sosyal medyanın, oyun sektörünün, e-ticaretin ve bağlantılı cihazların öneminin artmasıyla her yerde yüksek hızlı internet kullanma isteği öne çıkmış; mobil teknolojilere duyulan ihtiyaç artmıştır. Türkiye, akıllı telefon penetrasyonu, e-ticaretin milli gelire oranı ve sosyal medya kullanımı açısından pek çok gelişmiş ülkenin üzerinde performans göstermekteyken sabit genişbant hızı sıralamasında dünyada son sıralarda yer almakta, işletmelerin yüksek hızlı internet kullanımı açısından da Avrupa Birliği ülkeleri ortalamasının gerisinde kalmaktadır.¹ Bu nedenle tüketicilerin ve işletmelerin teknoloji adaptasyonunun bu kadar hızlı arttığı bir ortamda, hız ve kesintisiz erişime artan talep Türkiye’de 5G’nin değer önerilerini anlamlı hale getirmektedir. Nitekim Deloitte’un Dijital Tüketici Trendleri 2021 Türkiye raporunda; Türkiye’deki internet kullanıcılarının %70’inin 5G teknolojisini 4G’ye kıyasla daha hızlı ve güvenilir bulduğu, yarısından fazlasının 5G ağına geçmek istediği ve %60’ının operatör tercihlerini 5G kapsama alanı yeterliliğini göz önünde bulundurarak değiştirebileceği belirtilmektedir.

5G hücresel ağların beşinci neslini temsil etmekte, 4G’ye kıyasla bağlantı hızını önemli ölçüde iyileştirmekte ve gecikmeyi azaltmaktadır. 5G; akıllı telefonlar, akıllı arabalar, nesnelerin interneti (IoT) cihazları veya bulut gibi teknolojiler arasında veri aktarımını sağlamakta ve fazla kapasiteyi desteklemektedir. Bununla birlikte 5G’nin faydaları hızlı veri akışının ötesine geçmekte, yeni bir mobil iletişim teknolojisinden öte sanayi devrimi etkisi yaratacağı öngörülmektedir. Bu özelliği ile birçok sektörde akıllı sistemlerin kurulmasını sağlaması, otomasyon ve robotik kullanımı ile üretkenliği arttırması beklenmektedir. Tüm bu etkilerle 5G teknolojilerinin kurumsal bağlantılarda devrim yaratması, kamu ve çeşitli sektörler üzerinde yıkıcı teknolojileri harekete geçirmesi beklenmektedir.

Yüksek bağlantı hızları, düşük gecikme süresi ve bant genişliği, devrim niteliğindeki tüm teknolojilerde olduğu gibi toplumları ilerletecek, endüstrileri dönüştürecek, deneyimleri iyileştirecektir. Uzaktan sağlık hizmetleri, bağlantılı araçlar ve trafik sistemleri, bulut oyunları gibi daha önce hayal ettiğimiz teknolojileri 5G etkinleştirecek, sağladığı veri güvenliği ile teknolojiyi daha rahat kullanmamızı sağlayacaktır. Dolayısıyla 5G ile güvenli ve sürdürülebilir bir geleceğe yatırım yapılmaktadır.

Deloitte Dijital Tüketici Trendleri 2021 Türkiye



Anlık hız

5G ağları, gecikmeyi azaltırken aynı zamanda gelişmiş kapasite sağlayan hiper hızlı iletimi ve ileri iletişim protokollerini mümkün kılmaktadır.

Gerçek zamanlı veri toplama

5G, nesnelerin interneti cihazlarından çoklu erişim uç nokta bilişimi (MEC) teknolojisi ile uç cihazlara daha yakın veriler toplanmasını sağlayacaktır.

Genişletilmiş altyapı

5G, daha yüksek yoğunlukta ve uç cihazlara yakın noktalarda çalıştığı için akıllı cihazların yoğun olduğu bölgelerde kapsama alanını artırmaktadır.

Yüksek güvenlik

5G, cihazlar için iki yönlü kimlik doğrulama ve daha güçlü 256 bit şifreleme sunar. Bu, 5G’nin son kullanıcılar için daha yüksek düzeyde koruma sağlamasına olanak tanır.

Zengin iş potansiyeli

5G ağlarının, tek bir fiziksel altyapı (ağ dilimleme) kullanarak birden çok sanal 5G ağı oluşturma yoluyla sunduğu esneklik; şirketlerin üretkenliğini artırmasını ve kullanıcı deneyimini geliştirmesini sağlar.

Bulut yerel uygulamalar

5G’nin etkinleştireceği ağ dilimleme teknolojisi ile bulutta ağ kalitesinin ve genel hizmet kalitesinin kontrolü sağlanır, daha yüksek güvenlik ve veri segmentasyonu elde edilir.

5G altyapısı üç temel teknolojiyi desteklemektedir

Geliştirilmiş mobil genişbant

Enhanced mobile broadband (eMBB)

Geliştirilmiş mobil genişbant, yoğun veya yüksek mobilite ortamlarında yüksek hızlı interneti sağlayarak sorunsuz kullanıcı deneyimi sunmaktadır. Özellikle bant genişliği açısından fiber ağlara benzer deneyimin mobil hizmetlere taşınmasını sağlamakta ve mevcut 4G ağları tarafından sağlanan hızın 20 katını vadetmektedir. Önümüzdeki on yıl içerisinde artacak taleple birlikte geliştirilmiş mobil genişbant teknolojinin önemini artırması beklenmektedir.



Ultra yüksek kaliteli medya



Sanal/artırılmış gerçeklik

Yoğun makine tipi iletişim

Massive machine type communications (mMTC)

Yoğun makine tipi iletişim teknolojisi düşük güçlü, düşük enerjili cihazları destekleyen çok sayıda cihazın bağlantısını sağlamakta ve nesnelerin interneti cihazlarının ölçeklenebilmesine olanak tanımaktadır. mMTC düşük maliyet ve enerji verimini sağlarken sensör teknolojilerinin iç mekanda kullanımını yaygınlaştıracaktır.



Akıllı şehirler



Giyilebilir teknolojiler

Ultra güvenilir ve düşük gecikmeli iletişim

Ultra-reliable low latency communication (uRLLC)

Ultra güvenilir ve düşük gecikmeli iletişim teknolojisi, düşük gecikme süresine ve yüksek güvenilirliğe büyük ölçüde bağımlı olan uygulamaları etkinleştirmektedir. Bu uygulamalar özellikle görev-kritik sistemlerde (mission-critical systems) önem kazanmaktadır. Görev-kritik sistemlere özellikle ulaşım, sağlık ve kamu alanlarında rastlamak mümkündür.

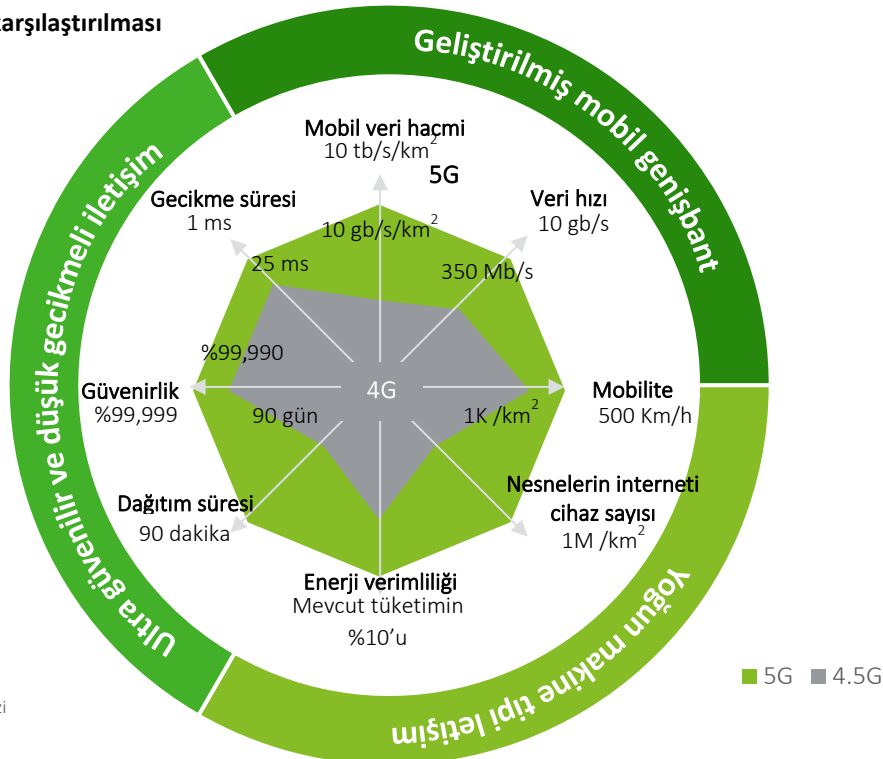


Robotik



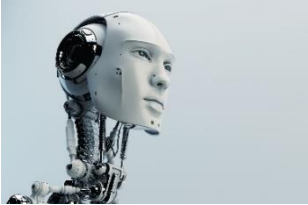
Otonom araçlar

5G ve 4G teknolojilerinin karşılaştırılması



Kaynak: Deloitte (2018), Deloitte analizi

5G; nesnelerin interneti, yapay zeka, büyük veri gibi teknolojileri bir arada çalıştırarak yeni kullanım alanları oluşturmakta ve yenilikleri tetiklemektedir

	Nesnelerin interneti	Makine öğrenmesi & Yapay zeka	Karma gerçeklik	Büyük veri	Bulut teknolojisi
					
5G ile ilişki	Nesnelerin interneti teknolojisinin başarısı nesnelerin kendi aralarında kurdukları iletişimin hızıyla yakından ilgilidir. 5G'nin sunduğu 20 kata varan yüksek hızla nesneler gecikme olmadan iletişim kurabilmekte ve veri transferi yapabilmektedirler. Bunun yanında 5G ağının daha fazla sayıda bağlantılı nesneyi içinde barındırabilmesi ve bu nesneler arasında daha güvenilir ve istikrarlı iletişimi sağlayabilmesi açısından kritik öneme sahiptir.	5G, eş zamanlı etkileşim halindeki cihaz sayısının artmasını ve iletişimin milisaniyelik hızlarda gerçekleştirilebilmesini sağlayarak yapay zeka modellerine daha fazla ve hızlı veri girişini mümkün kılmaktadır. Bu sayede kurulan modellemeler daha hızlı öğrenerek daha doğru ve verimli çalışabilmektedir. 5G ile çeşitli ve daha gelişmiş yapay zeka uygulamalarının kullanımı artarak nesnelerin yapay zekasının oluşturulması sağlanacaktır.	Artırılmış veya sanal gerçeklik uygulamaları gerektiğinde farklı konumlarda birçok kaynaktan büyük miktarda verinin buluta aktarıldığı ve buluttan karma gerçeklik cihazlarına indirilerek görüntünün oluşturulduğu teknolojilerdir. Bu aşamada 5G'nin mümkün kıldığı büyük boyutlara sahip yüksek kaliteli görüntü transferi, güvenli ve düşük gecikmelerle sağlanan iletişim ve geniş kapsama alanı kritik önem taşımaktadır.	Yüksek hızda ve hacimde üretilen büyük verilerin 5G'nin sunduğu yüksek bant genişliği ile kısa sürelerde indirilebilmesi veya yüklenebilmesi yaşanan veri trafiğini ve bunun getirdiği problemleri en aza indirebilmektedir. 5G, verilerin üretildiği kaynaklar, nesneler, sensörler ile bu verilerin işlenip analiz edilerek yapay zeka, tahminleme, karma gerçeklik, veri analitiği gibi birçok teknolojiye girdi sağladığı veri merkezleri arasında hızlı aktarımı sağlayan bir köprü görevi üstlenmektedir.	5G'nin yüksek bant genişliği sayesinde daha çok veri bulutta saklanabilmekte, düşük gecikme süresi ile verilerin buluta aktarılması daha az zaman almaktadır. Bunun yanında 5G mobil uç nokta bilişimi ile veri depolama ve işleme fonksiyonlarını verinin üretildiği kaynağa yaklaştırarak düşük gecikmeyi sağlamakta, maliyetleri azaltmakta ve bulut hizmeti alınan veri merkezlerinin uzak konumda olmalarının getirdiği dezavantajları en aza indirmektedir.
Örnek kullanım alanı	- Akıllı ev ortamı - Otonom araçlar	- Görüntü işleme teknolojisi ile kalite kontrol - Şehirlerde yapay zeka destekli güvenlik	- Sağlık görevlileri için sanal tıbbi hizmetler - Konser, müze gibi alanlarda AR deneyimi	- Büyük dosyaları hızla iletmek - Akıllı şehirlerde veri işlenmesi	- Bulut oyun uygulamaları - Yoğun veri ile depolama ihtiyaçlarının karşılanması
Temel teknoloji	mMTC 	eMBB uRLLC 	eMBB uRLLC 	eMBB 	eMBB uRLLC 

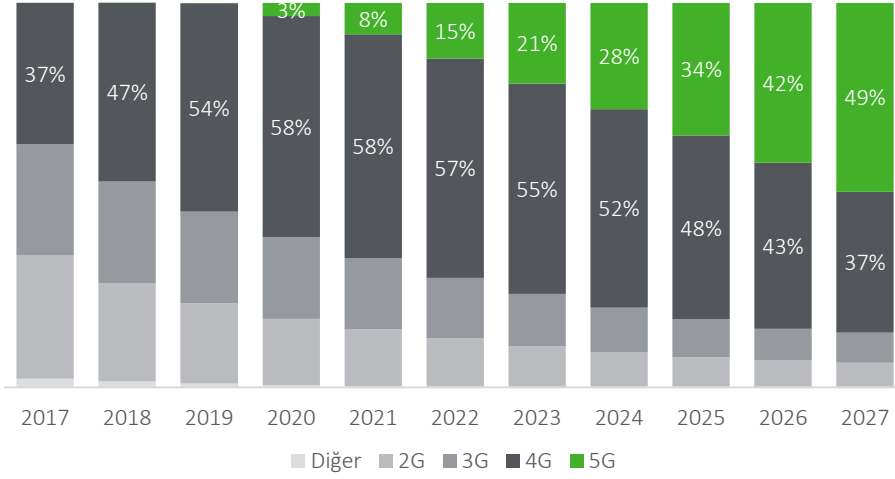
Kaynak: Stardust, (n.d.), Forbes (2020), Forbes (2021B), Medium (2018), Verizon (n.d.), STL (2021), Deloitte (2020C), Deloitte analizi

Küresel 5G trendleri

4G teknolojisi yerini 5G'ye bırakmaya hazırlanıyor

Endüstrinin ölçekleyebilme yeteneği ve şebeke verimliliğindeki gelişmeler sayesinde 2021 yılı itibarıyla piyasada yaklaşık 20 bin farklı 4G cihazı kullanılmaktadır. 4G teknolojisi günümüzde mobil abonelikler arasındaki %58'lik payı ile kullanılmaya başladığı zamandan itibaren sahip olduğu en yüksek kullanıcı sayısına ulaşmıştır. Ulaştığı bu tepe seviyesinden sonra yerini zamanla 5G'ye bırakırken lider konumunun 2026'ya kadar süreceği tahmin edilmektedir.

Mobil aboneliklerin teknolojilere göre dağılımı, 2017-2027 (%)

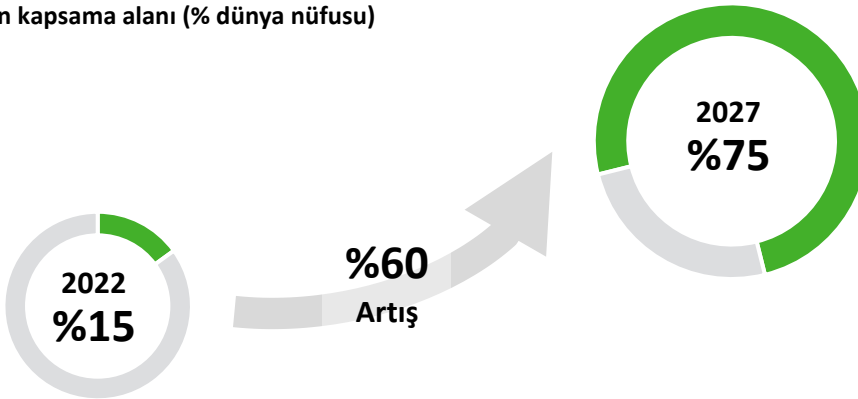


Kaynak: Ericsson (2021)

2G ve 3G teknolojileri aşamalı şekilde devre dışı kalmaya devam ederken dünya üzerinde belirli bölgelerin bu teknolojilere bağımlılığı sebebiyle 2027 yılı itibarıyla çok sınırlı da olsa kullanım alanlarına sahip olmaları beklenmektedir. 2030 yılı itibarıyla ise kullanımlarının tamamen son bulacağı öngörülmektedir.

2021 yılı sonunda 521 milyon kullanıcıya ulaşan dünya nüfusunun %15'ini kapsayan 5G ağlarının 2027 yılı sonunda %75'lik kapsama oranına sahip olması beklenmektedir.

5G'nin kapsama alanı (% dünya nüfusu)



Kaynak: Ericsson (2021)

2030 yılı itibarıyla 2G ve 3G teknoloji kullanımlarının tamamen son bulacağı öngörülmektedir.

5G'nin yükselişi 4G'den daha hızlı olacak

4G'nin 2009'da canlıya geçtikten sonra 6. yılında 1 milyar abone sayısına ulaşırken 5G mobil abone sayısının aynı rakama 2018'deki canlıya geçişinden itibaren 4. yılında ulaştığı görülmektedir. Çin'in 5G'ye 4G'ye kıyasla daha erken dahil olması ve birçok tedarikçinin cihazlarını piyasaya erken sürmesiyle fiyatların daha hızlı düşmesi gibi etkenler 5G'nin süreci 4G'ye göre daha hızlı yaşamasını sağlamıştır.

Günümüzde 400'den fazla 5G uyumlu akıllı telefon modeli piyasaya sunulmuştur ve bu 2,5 yıl içerisinde 5G destekli akıllı telefonlar global pazarın %23'ünü oluşturmuştur. Teknoloji döngüsünün aynı aşamasında 4G için bu seviye yaklaşık %9 olarak ölçülmüştür (Ericsson, 2021).

Kullanılmaya başlanmasından 18 ay sonra 3G ve 4G bağlantıları %2,2'lik kullanım oranını geçemezken aynı dönemde 5G, global mobil bağlantıların %5,5'inden fazlasını oluşturmuştur (GSMA, 2022A). Bu veriler ışığında 5G bağlantılarının önceki teknolojilere kıyasla daha hızlı yaygınlaşması beklenmektedir.

Orta ve uzun vadede 5G hakim olmaya hazırlanıyor

Önümüzdeki dönemde 5G aboneliklerinin ve bununla birlikte cihaz başına düşen trafiğin de artması beklenmektedir. 5G yeteneklerini avantaja çeviren yeni cihazlar, iş modelleri ve uygulamalar arttıkça endüstrilerin ve işletmelerin dijitalleşmesi de ivme kazanarak devam edecektir.

2021'de dünya genelindeki toplam mobil aboneliklerin %8'ini oluşturan 5G'nin 2027 yılı itibarıyla payını %49'a çıkartarak lider konuma ulaşması beklenmektedir. Bunun yanında 5G'nin başlangıç versiyonlarının ve 4G'nin kırsal bölgelerde kullanılması; 2G ve 3G teknolojilerinin varlığını tamamen yitirmesi beklenmektedir. Daha uzun vadedeyse tüm mobil teknolojilerin 5G'ye evrilmesi beklenmektedir.

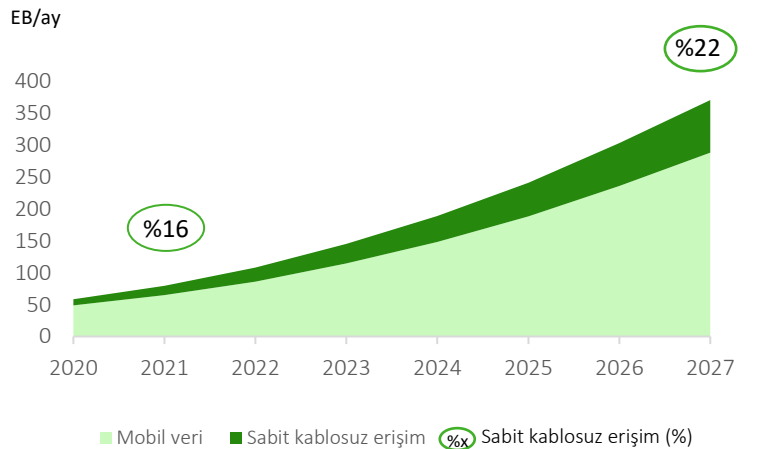
5G teknolojisi büyümesi beklenen sabit kablosuz erişim hizmetinde de önemli rol oynayacak

Özel ve ticari uygulamalar için kullanılan sabit kablosuz erişim hizmetinin (fixed wireless Access – FWA) oluşturduğu trafik toplam trafiğin günümüzde %16'sına denk gelirken gelecekte %22 seviyelerine ulaşacağı öngörülmektedir. 2021 yıl sonu itibarıyla dünya genelinde hizmet sağlayıcılarının %75'inden fazlası sabit kablosuz erişim hizmeti de sunar hale gelmiştir.

Mobil veri trafiğinin 2020'den sonraki 7 yıl içinde yaklaşık 5 kat artması beklenirken sabit kablosuz erişim trafiğinin 7,5 kattan fazla artması beklenmektedir. Küresel çapta 5G sabit kablosuz erişimi sağlayan hizmet sunucusu sayısı 2021 yılında 6 ayda %25 artış göstermiştir. Bu alanda gelişme gösteren operatörlerin önemli bir kısmını Orta Doğu ve Afrika bölgesinde fiber altyapısının olmadığı bölgelere kablosuz erişim götüren operatörler oluşturmaktadır.

Kullanılmaya başlanmasından 18 ay sonra 3G ve 4G bağlantılarının küresel çapta kullanım oranları %2,2'yi geçemezken aynı dönemde 5G, global mobil bağlantıların %5,5'inden fazlasını oluşturmuştur.

Trafik dağılımı, 2020-2027 (Exabit/ay)



Kaynak: Ericsson (2021)

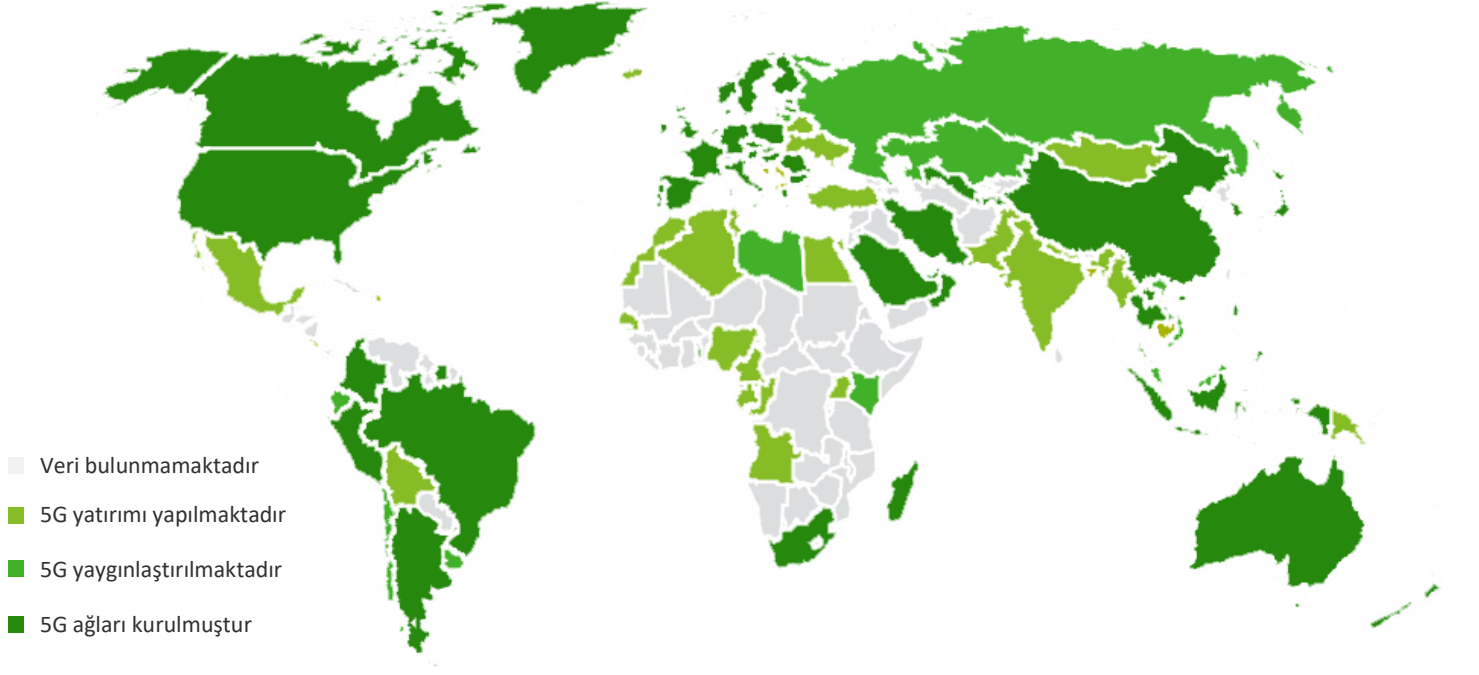
5G teknolojilerinin günümüzde, orta ve uzun vadede kullanımı

	Mevcut Durum	Orta Vade	Uzun Vade
 5G kullanımı	5G teknolojisi ve kullanım alanları dünyada gelişmiş ekonomilerde hayata geçmişken, gelişmekte olan ekonomilerin bir kısmında yatırımlar devam etmekte, bir kısmında ise bu teknolojiler henüz test aşamasındadır. Orta Doğu ülkeleri, Çin ve Güney Kore şebeke kurulumunu büyük ölçüde tamamlamıştır. Çin ve Güney Kore şebeke kurulumunun yanında 5G hizmetlerinin son kullanıcı ve dikey sektörler tarafından yaygın olarak kullanıldığı ülkeler olarak öne çıkmaktadırlar.	2026 yılına kadar B2B mikro pazarları ve seçilmiş yoğun nüfuslu bölgeler için 5G kullanımının başlaması beklenmektedir. 4G & Wifi teknolojisinin 5G ile birbirlerini tamamlayıcı şekilde kullanılması öngörülmektedir. Dönemin sonlarında artan pazar talebi ve 5G için yeni gelir modellerinin üretilmesiyle 5G New Radio standardının kullanımının artması beklenmektedir.	2027 itibarıyla, B2B ve B2C müşterilerin 5G kullanım alanlarını yaygın şekilde kullanması, sektörlerin yüksek olgunluk seviyesi gerektiren kullanım alanlarını da uygulamaya başlamaları beklenmektedir.
 Örnek 5G kullanım alanları	- Artırılmış gerçeklik - Geliştirilmiş mobil deneyim	- Otomatize drone'lar - Sanal gerçeklik - Otomatize tarama ve güvenlik	- Robotik & yapay zeka - Kritik uzaktan operasyonlar - Hologramlar
 5G bağlantı gereksinimi	- Geliştirilmiş mobilite - Geliştirilmiş mobil bant genişliği (bağlantı hızı)	- Geliştirilmiş gecikme - Hizmet kalitesi - Bağlantı yoğunluğu - İyileştirilmiş pil ömrü	- Yoğun bağlantı yoğunluğu - Ultra güvenilir düşük gecikme süresi - Daha yüksek ağ yakınsaması
 Lider teknoloji	- Wi-Fi çift bant 4G - Fiber	- Wi-Fi çift bant 5G - Wi-Fi 6 (başlangıç aşamaları)	5G - Wi-Fi 6 (5G ile tamamlayıcı şekilde)
 Kapsama alanı (% dünya nüfusu)	5G %15-%25 4G %83 - %86	5G %35-%62 4G %88 - %94	5G %75+ 4G %96
 Mobil abonelik sayısı (milyon)	5G 664 4G 4.741	5G 1.200 - 3.000 4G 4.700 - 4.150	5G 4400+ 4G 3300+
 Sabit kablosuz erişim bağlantı sayısı (milyon)	5G 1 - 3 4G 72 - 85	5G 7 - 56 4G 98 - 118	5G 110+ 4G 120 - 117

Kaynak: Deloitte (2019), Ericsson (2021), Deloitte analizi

Dünyada 5G çalışmaları hızla devam ederken Doğu Asya, ABD ve Avrupa değişime öncülük ederek 5G teknolojilerini hayata geçirmeye başlamıştır

Dünya'da 5G teknolojilerinin yayılımı



Kaynak: GSA (2021)

Dünyanın dört bir yanındaki operatörler, ticari 5G şebekelerini oluşturmak ve yaygınlaştırmak için uğraşırken, küresel ekonomide rekabetçi kalmak isteyen ülkeler, artan bir hızla 5G teknolojisine yatırım yapmaktadır.

Afrika ve Orta Doğu ülkeleri 5G yatırımlarına başlamışken, Rusya, Vietnam ve Libya gibi ülkelerde 5G yaygınlaştırılmaktadır. Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa, Avustralya, Çin, Japonya ve Singapur gibi teknolojiye liderlik eden ülkelerde ise 5G ağı kurulmuştur.

Çin bir devlet politikası olarak 5G'yi benimseyip yaygınlaştırırken, dünyada 5G bağlantılarını ilk kez etkinleştiren ülke olan Güney Kore'de son kullanıcılar 5G teknolojilerini yaygın olarak kullanmaktadır. Son üç yıldır dünyanın en akıllı şehri seçilen Singapur'da ise 5G teknolojilerinin nesnelerin interneti araçlarıyla kullanımına başlanmıştır.

Nitekim IHS (2020) verilerine göre, dünya çapındaki 5G yatırımlarının 2035 yılına kadar 3,8 trilyon USD'lik bir ekonomik aktivite oluşturması ve yaklaşık 23 milyonluk istihdamı desteklemesi beklenmektedir. Global ekonomik etkilerin yarısından çoğunun, 5G'ye dünyanın geri kalanından erken ve yoğun yatırım yapan Çin ve ABD'de görülmesi beklenmekte ve Japonya, Almanya ve Güney Kore'nin Çin ve ABD'yi takip edeceği öngörülmektedir.

“Hepimizin 5G'ye ihtiyacı var. İnsanlık ilerlemeye devam ederken, hiçbir şirket tek başına küreselleşmiş bir endüstri geliştiremez. 5G'nin etkin kullanımı için dünya çapında uyumlu çabalar gerekmektedir.”

Ren Zhengfei
Huawei CEO

2021 yılının sonunda dünya çapında 660 milyondan fazla 5G bağlantısının olduğu ve 2027 yılına kadar 5G bağlantılarının 4,3 milyarı geçerek neredeyse 6 kat artacağı ve 4G teknolojilerini geçeceği tahmin edilmektedir (Ericsson, 2021). Mevcut durumda 5G teknolojileri en çok Kuzey Doğu Asya ve Kuzey Amerika'da yaygınken, 2027 yılında Batı Avrupa'nın Kuzey Doğu Asya'yı geçeceği beklenmektedir.

4G ve 5G teknolojileri mobil aboneliklerin dağılımı, 2021-2027



Kaynak: Ericsson (2021), Deloitte analizi

5G teknolojilerine liderlik eden ülkeler spektrum dağılımlarında katmanlı bir yaklaşım izlemişlerdir

5G teknolojisi ile çeşitli uygulama ve hizmetlerin sunulabilmesi için farklı spektrum bantlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle 5G için frekans tahsisleri düşük, orta ve yüksek bant olarak adlandırılan 1 GHz altı, 1- 6 GHz arası ve 6 GHz üstü bantlarda yapılmaktadır.

Düşük bant frekans spektrumu (<1GHz), geniş kapsama alanı sağlamak ve iç mekan erişimi sağlamak için kullanılmaktadır. Bu bantlar ile sağlanacak iç mekan erişimi özellikle uzaktan çalışma gibi kullanım alışkanlıklarının yaygınlaşmasından sonra önem kazanmıştır. Bu aralıktaki bantların daha fazla tahsisi ile kapasitesinin artırılması, şehir ile kırsal arasındaki bağlantı farklarını gidermek için de önem taşımaktadır. 700 MHz bandı, geniş alan kapsamı sağlamak için kullanılabilir ve 5G'nin mMTC hizmeti için özellikle önemlidir.

Orta bant frekans spektrumu (1-6 GHz), kapsama ve kapasite dengesi sağlamaktadır. Bu bant aralığı, 3,5 GHz bandı (C-bant), mobil kullanıcılara Gbps veri hızları sağlamak için idealdir ve 5G için en çok tercih edilen frekanslar olarak konumlanmaktadır. Bu bantlarda büyük ve kesintisiz bloklar tahsis edilmesi teknolojinin hız ve gecikme parametrelerine ilişkin performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Nitekim, ITU tarafından da 100 MHz'lik blokların kullanılması önerilmektedir (ITU, 2020). 5G teknolojisinin uzun vadede uluslararası standartlarda performans gösterebilmesi için orta bantlardaki frekanslar kritik olup, bu banttaki frekansların mobil operatörlere tahsisinin planlanması önem taşımaktadır. GSMA analizine göre, 2030 yılında ITU tarafından 5G teknolojisi için ortaya koyulan performans kriterlerinin sağlanabilmesi için 2 GHz ilave orta bant frekans kaynağına ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir. Bu bantların tahsis edilmemesi halinde ise küresel ekonomide 5G'den beklenen faydanın %40'ının kaybedebileceği tahmin edilmektedir. Bu bakımdan bu bantlarda ihtiyacın izlenmesi ve yeni tahsislerin yapılması önem taşımaktadır (GSMA, 2022B).

Yüksek bant frekans spektrumu (>6 GHz), daha kısa dalga boyları nedeniyle sınırlı kapsama alanına ve iç mekan penetrasyonuna sahiptir. Bu frekans aralığındaki geniş spektrum miktarı, küçük hücre (small cell) kullanılarak yüksek bant genişlikleri ve trafik yoğunluğunun yönetilebilmesine olanak tanımaktadır. Genellikle 26 GHz aralığında kullanılan *mmWave* olarak da adlandırılan yüksek bantlar, yoğun nüfuslu kentsel alanlarda ve fabrika içi uygulamalarda kapasite sağlayacak şekilde konumlandırılır. Örneğin, ulaşım merkezleri, eğlence mekanları, endüstriyel alanlar veya alışveriş merkezleri gibi yüksek talepli alanlarda konumlanması mümkündür.

Dünyada 5G teknolojisinin uygulanması konusunda lider konumunda olan ülkelerin hepsinde orta bantta tahsislerin yapıldığı görülmektedir. Birçok ülkede düşük bantlarda da tahsisler tamamlanmış, yüksek bantlar için planlamalar yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, operatörlerin daha önceki ihalelerde tahsis edilen bantları teknoloji bağımsız olarak 5G için kullanabilmesi performansı arttırmaktadır. Birçok ülkede uygun olan frekans bantları bu şekilde 5G için kullanılmaya başlanmıştır.

5G için öncelikli olan bantlarda, büyük ve kesintisiz bloklar tahsis edilmesi, teknolojinin hız ve gecikme parametrelerine ilişkin performansını önemli ölçüde etkilemektedir.

Öncü ülkelerde 5G frekans tahsis

Ülke	Düşük bant	Orta bant	Yüksek Bant
ABD	✓	✓	✓
Çin	✓	✓	☑
Güney Kore	—	✓	✓
Japonya	—	✓	✓
Almanya	✓	✓	✓
Fransa	✓	✓	☑
İngiltere	✓	✓	☑

Kaynak: European 5G Observatory (2021), KPMG (2019), Qualcomm (2020)

 Tamamlandı
  Planlanıyor
  Planlar bilinmiyor

5G teknolojisi dönüştürücü etkisi ile dijital dönüşümü hızlandırırken yeni kullanım alanlarının da ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu gelişmelerin etkin bir şekilde gerçekleşmesi için mobil şebekeler daha fazla frekans kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, doğru zamanda doğru miktarda frekans kaynağının mobil şebekelere tahsis edilmesi hem yatırım maliyetlerinin düşürülmesi hem de teknolojinin beklenen faydayı sağlaması bakımından kritik önem taşımaktadır. Düzenleyici kurumların spektrum yönetimi sürecini telekom sektörü ile birlikte yürütmesi ile öngörülebilirlik sağlanmakta ve etkin bir süreç işletilebilmektedir. Bu bakımdan teknolojinin gelişmesi ile evrilen ve öngörülebilir bir spektrum yol haritasının bulunması, 5G yatırımlarını teşvik edecek ve dijital ekonominin gelişmesini sağlayacaktır.

5G ekosistemi paydaşları

Mobil şebeke operatörleri

Bağlantı hizmeti, şebeke planlaması hizmetleri ve yönetimi sağlayan, kablolu ve kablosuz ağları işleten mobil şebeke operatörleri (Vodafone, Turkcell, Türk Telekom vb.)

Hiper ölçekleyiciler

Şebeke operatörlerinin ana fonksiyonları için platform ve bulut hizmeti sağlayan global ölçekli oyuncular (Amazon, Google, Facebook vb.)

Sistem entegratörleri

5G ağını oluşturan fiziksel ve sanal unsurları entegre eden, yazılım ve donanımın bağlantısını kuran, endüstriler için kullanım alanı geliştiricileri vb. (Deloitte, Accenture, Cap Gemini vb.)

B2B müşteriler

5G hizmetlerini ve kullanım alanlarını sektörlerinde verimlilik artışına yönelik kullanan işletmeler (Ford, Arçelik, Enerjisa vb.)

Donanım ve yazılım tedarikçileri

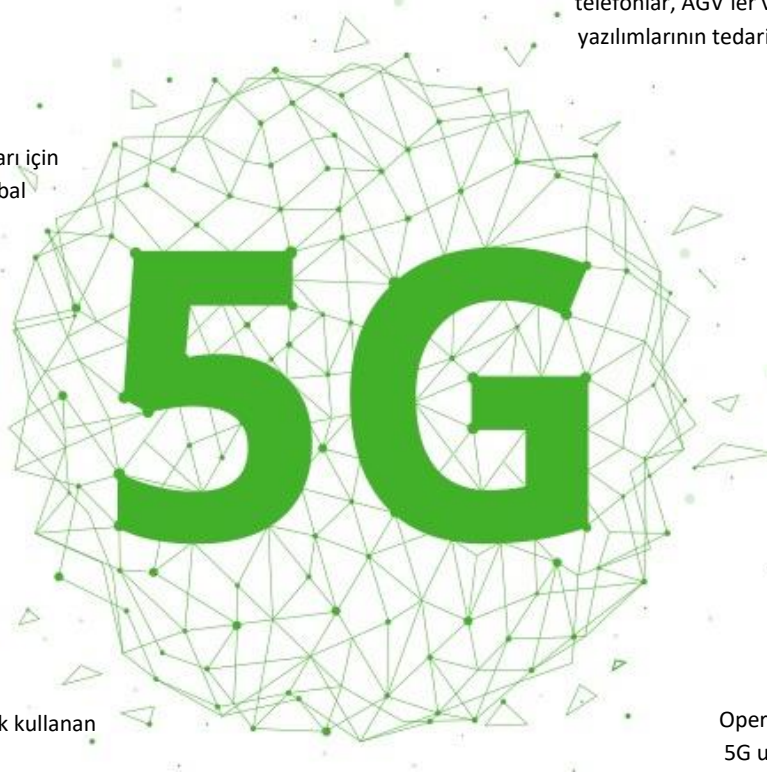
5G şebekesinde kullanılmak üzere şebeke operatörlerine donanım cihazları sağlayan üreticiler (radyo üniteleri vb.), son kullanıcı cihazlarının (akıllı telefonlar, AGV'ler vb.) üreticileri, şebeke ve işletme yazılımlarının tedarikçileri (Huawei, Nokia, Altıstar, Oracle vb.)

Düzenleyici ve yürütücüler

Sektörlere yönelik düzenlemeler, spektrum ihaleleri ve ulusal dijitalleşme hedeflerinde söz sahibi olan organlar (Strateji Geliştirme Başkanlığı, BTK, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Dijital Dönüşüm Ofisi, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı vb.)

B2C müşteriler

Operatörlerin sunduğu veri paketleri ve 5G uygulamalarıyla portföye eklenecek hizmetlerden faydalanan son kullanıcılar



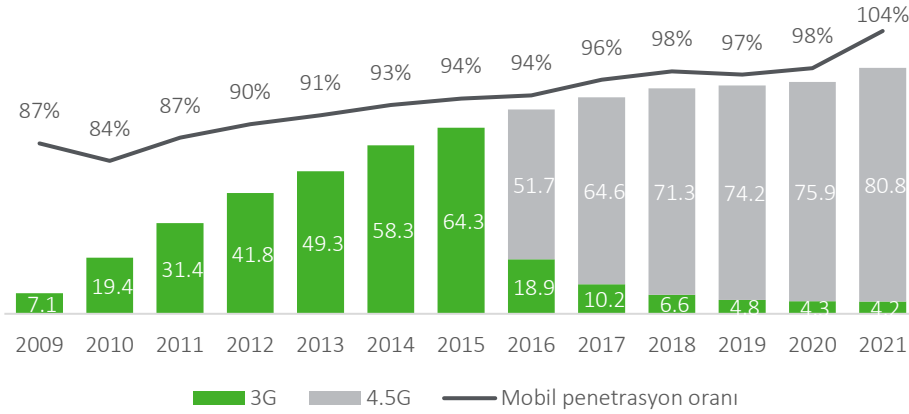
Kaynak: Deloitte (2020B), Deloitte (2020A)

5G ekosisteminin arz kısmında mobil şebeke operatörleri, hiper ölçekleyiciler, sistem entegratörleri, donanım ve yazılım tedarikçileri bulunmaktadır. Bu paydaşlar geliştirdikleri ürün ve hizmetler ile kullanıcıların 5G teknolojisinden faydalanmasını sağlayacaktır. Kurumsal ve bireysel müşteriler ekosistemdeki talebi tetikleyen paydaşlardır. Bu paydaşlar yeni hizmetler, ürünler ve iş modelleriyle daha gelişmiş deneyimler elde etmeyi ve iş verimliliklerini artırmayı hedeflemektedirler. Devlet kurumları ve düzenleyici kuruluşlar gibi paydaşlar ekosistemde 5G teknolojisinin kullanımına yönelik strateji geliştirme, düzenleme ve kılavuzları oluşturma görevlerini üstlenmektedir.

Türkiye’de lider mobil teknoloji haline gelen 4,5G kullanımı, 5G’nin adaptasyonu için güçlü bir zemin oluşturmaktadır

Türkiye’nin 2016 yılında 4,5G altyapısına geçmesinin doğal bir sonucu olarak 3G abone sayısı ciddi oranda azalmış, yerini 4,5G abonelerine bırakmıştır. Bu eğilim devam etmiş ve 2021 yılının ikinci çeyreğinde 4,5G abone sayısı 80,8 milyona ulaşmıştır.

Türkiye’de mobil teknolojilerin yayılma oranı, 2009 – 2021 (Milyon abone, %)



Kaynak: BTK (2021)

Mobil teknolojinin bu seviyelerde yaygınlaşması daha fazla cihazın yüksek verimlilikte çalışabileceği bağlantı kapasitelerine ve daha hızlı internete olan talebi tetiklemekte, 5G altyapısına olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Nitekim Deloitte’un Dijital Tüketici Trendleri 2021 Türkiye raporunda; tüketicilerin %32’si 5G ağları kurulur kurulmaz, %25’i bir süre içinde, %19’u ise 5G’nin başarılı uygulamaları sonucunda 5G’ye geçiş yapacağını belirtmiştir. Tüm bu rakamlar tüketicilerin %74’ünün kısa-orta vadede 5G ile tanışmak istediğini göstermekte ve 5G için olan talebi ortaya koymaktadır.

Tüketicilerin %74’ü kısa-orta vadede 5G ile tanışmak istemektedir.

5G teknolojisi bir mobil bağlantının ötesinde faydaları etkinleştirecek, kullanıcılara sunduğu avantajların ötesinde ekonomide yeni üretim ve hizmet kavramlarının oluşmasına fırsat tanıyacaktır. Gelişen ve gelişmekte olan tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye de bu yeniliğe kayıtsız kalmamış, 5G’ye geçiş süreci için çalışmalarını başlatmış, politika adımlarını oluşturmaya başlamıştır. Cumhurbaşkanlığı 11. Kalkınma Planı, 5G ve ötesi çalışmalarına yönelik Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesini planlamış, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Strateji belgesinde 5G teknolojilerini odak teknolojileri arasına almıştır. Dahası Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ulusal Genişbant Stratejisi Eylem Planı’nda 5G ve ötesine yönelik Ar-Ge çalışmalarının yönetilmesini ve akıllı kent ve ulaşım sistemlerine yönelik çalışma adımlarını planlamıştır. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu ise Stratejik Planı’nda 5G mobil haberleşme teknolojisine geçişi stratejik amaçlarına dahil etmiş, 5G teknolojilerinin dikey sektörlerde kullanımına yönelik çalışmalar yayınlamıştır.

Bunun yanında, Ulak Haberleşmenin önderliğinde sürdürülen 4,5G baz istasyonları çalışması 5G baz istasyonu çalışmalarına evrilmiş, Çınar projesi ile güvenlik altyapılarına yatırım yapılmış, Uçtan Uca Yerli ve Milli 5G projesiyle mobil 5G şebekesinin hayata geçirilmesinin adımları atılmış, 5GTR Forum kurularak dünyada 5G teknolojilerinin takip edilmesi sağlanmıştır.

5G bağlantısının teknolojik temelleri atılmaya başlarken telekom sektörünün önde gelen paydaşları altyapının millileşmesi için yatırımlarını sürdürmektedir



ULAK projesi

2013 yılında 4,5G makrocell baz istasyonu geliştirme ile faaliyetlerine başlayan ULAK projesi, çalışmalarını geniş alan ağlarının güvenliğini ve kolay yönetimini sağlamaya yönelik MİLAT ve MAYA projelerini gerçekleştirecek şekilde genişletip mobil ağ alanında önemli bir paydaş haline gelmiştir.

ULAK projesi 5G için kritik önem taşıyan 500 yerli ve milli baz istasyonunu aktif hale getirmiştir.

ULAK projesi kapsamına 5G ve sonrası teknolojilere uyumlu çalışabilmek için 5G altyapısına uygun teknolojiler geliştirme çalışmalarına başlanmıştır.



ÇINAR projesi

ÇINAR projesinin 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 Şebekenin; Görev-Kritik Servisler, MMTel Servisleri (Ses, Video, SMS) ve yüklemeye kanal optimizasyonu sağlayarak çoklu gönderim servislerini verebilmeyi sağlayacağı tahmin edilmektedir.



UUYM5G

5G için atılan önemli adımlardan biri HTK'nın başlattığı Turkcell, Vodafone, Türk Telekom gibi operatörlerin de dahil olduğu TÜBİTAK destekli "Uçtan Uca Yerli ve Milli 5G Geliştirmesi (UUYM5G)" projesidir.

2018 yılında başlayan projenin yerli yazılım ve donanım ürünleri ile mobil 5G şebekesini kurması hedeflenmektedir.

Bu hedefler kapsamında HTK içindeki 10 firma ile GTENT kurulmuştur. GTENT; 5G Temel Bant Ünitesi, 5G Çekirdek Şebeke, IP Multimedia Subsystem (IMS) & TAS (Telephony Application Server), Görev-Kritik Sistemler, 5G Sanal Telekom Element Yönetim Sistemi (EMS) alanlarında önemli çalışmalar yürütmektedirler.



5GTR Forum

Nisan 2016'da kurulan Yeni Nesil Mobil Haberleşme Teknolojileri Türkiye Forumu (5GTR Forum) 5G teknolojileri konusunda rekabetçi kalmayı, katma değerli ürün üretmeyi ve küresel pazarda etkili bir ekosistem oluşturmayı hedeflemektedir.

Bu amaçla, 5G teknolojilerin test edilebilmesi için 5G Vadisi Açık Test Sahası (5GVATS) oluşturulmuş; üreticiler, girişimci teknoloji firmaları, işletmeler, akademisyenler, araştırmacılar gibi paydaşların faydalanabileceği açık bir test-deneme alanı kurulmuştur. 5GVATS aracılığıyla pek çok kurum ve kuruluş 5G teknolojilerini deneyimleme imkanı sunulmaktadır.

Kaynak: Türkiye Bilişim Derneği (2019)





5G'NİN EKONOMİK ETKİLERİ



5G'nin ekonomik etkileri

Teknolojik gelişmelerin büyümenin itici gücü olduğu iktisat teorilerinin temelinde yer almaktadır. Bu bağlamda 1980'lerden beri yaklaşık her 10 yılda bir hayatlarımıza giren yeni nesil mobil teknolojik gelişmeler; yaşamlarımız üzerinde derin etkiler yaratmakta, ekonomik büyümeyi hızlandırmakta ve daha önce birçokları için erişilemeyen ekonomik fırsatları genişletmektedir

Tüketiciler için geliştirilmiş mobil deneyimler sunmanın yanı sıra 5G ticari alanda geniş bir yelpazede uygulama alanları oluşturmakta, verimliliği ve üretkenliği artırmak için süreç boyunca otomasyon gibi yeni yollar sunmaktadır. Ayrıca bazı işletmeler için 5G yenilik, yeni ürün, yeni hizmet ve yeni gelir akışlarını etkinleştirebilmektedir. Tüm bu sebeplerle küresel değer zincirine sunacağı etkilerle beraber 5G'nin Türkiye ekonomisinde de anlamlı bir etki oluşturması beklenmektedir. Bu çalışma ile oluşacak etkileri tartışabilecek öncü bir platform oluşturulmakta ve nihayetinde, 5G'nin bir altyapı projesi olması ile oluşacak etkilerin yanı sıra yukarıda bahsedilen teknolojik gelişmelerin tetikleyeceği üretkenlik ve verimlilik artışı ile meydana gelecek ekonomik etkiler hesaplanmaktadır.

Öncelikle 5G teknolojik bir altyapı projesidir ve benzer diğer yatırımlar gibi yerli tedarik zincirindeki harcamalar aracılığıyla değer zincirinde gelir ve istihdam artışı meydana getirecektir. Dolayısıyla, çalışma kapsamında 2023 yılı itibarıyla 5G teknolojisinin etkin hale geleceği ve yatırımların çoğunun ilk 5 yılda yapılacağı varsayımı ile yatırım harcamaları kaynaklı ekonomik etkiler hesaplanmaktadır. 5G teknolojisinin kullanılmaya başlamasını takiben firmaların verimlilik ve üretkenlik kazancıyla elde edeceği ekonomik aktivite artışları ise 15 yıl için tahminlenerek GSYH üzerinde oluşacak toplam etkiler sunulmaktadır.

5G teknolojisi – Ekonomik etki analizi zaman tablosu



5G'nin kısa vadeli ekonomik etkileri

5G teknolojisinin ülkemize kazandırılması öncelikle yüksek altyapı ve güçlendirme çalışmaları ile mümkündür. Bu çalışmalar kapsamında Türkiye'deki operatörler tarafından yatırım, altyapı ve hizmet harcamaları gerçekleştirilecektir. Örneğin, yatırım harcamalarının içerisinde radyo alıcı/vericisi (RRU), batarya, redresör (doğrultucu), anten ekipmanları, çekirdek şebeke ve mobil özel ağ gibi fiziki alımların yanı sıra yazılım alımları da yer almaktadır.

5G için planlanan donanım ve hizmet alımlarının ekonomik büyüklüğü küresel çapta dikkat çekicidir. Deloitte araştırmalarına göre Avustralya'da 5G teknoloji altyapısı yatırımları kapsamında yıllık 5,7 milyar USD'lik harcama öngörülmürken Güney Kore'deki operatörlerin harcamalarının yıllık 7,3 milyar USD'ye yaklaşacağı tahmin edilmiştir. 5G çalışmaları için yapılması öngörülen yüksek yatırım harcamalarını ilgili devlet politikaları etkilemekte ve desteklemektedir. Örneğin, Güney Kore hükümetinin 5G ekosistemini desteklemek için 2019 – 2022 döneminde yıllık ortalama 6,5 milyar USD'lik yatırım planladığı açıklanmıştır. Avustralya hükümeti ise 5G'nin üretkenliği arttıran uygulamalarının benimsenmesini hızlandırmak amacıyla 5G İnovasyon Girişimi kapsamındaki projeler için 2021 yılında yaklaşık 20 milyon USD finansman ayırdığını duyurmuştur. Bu çalışma kapsamında ise operatörler tarafından Türkiye'de 5G için yıllık ortalama 1 milyar USD değerinde harcama yapılacağı öngörülmüştür.

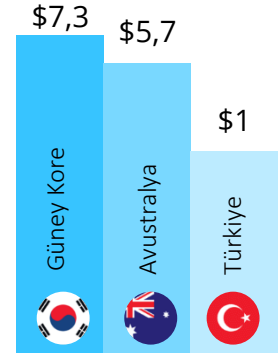
Tüm bu satın almaların ülke ekonomisine olan etkisinin hesaplanabilmesi için harcamaların canlandırdığı sektörlerin çarpan etkisini modellemek gerekmektedir. 5G için yapılacak harcamalar zincirleme bir etki ile ekonomik katma değer oluşturacaktır. Bahsedilen tüm bu faydaları ölçümlemek amacıyla Rapor'da Girdi-Çıktı Tabloları kullanılarak hesaplanan ekonomik etki analizi yapılmakta ve bu model ile 5G harcamalarının çarpan etkisiyle oluşturacağı doğrudan, dolaylı ve tetiklenen ekonomik etkiler hesaplanmaktadır. İlgili tanımlara Ek-1'de yer verilmiştir.²

5G teknolojisi için yapılacak yatırım ve hizmet harcamalarına ilişkin kamuya açık veriler ile birlikte yatırımların 5 yıllık bir dönemde tamamlanacağı varsayımı ile yaklaşık 19 milyar TL değerinde doğrudan GSYH etkisi olacak yatırım ve hizmet harcaması gerçekleştirileceği tahmin edilmiştir. Bu harcamaların sektörel dağılımları gözetilerek hesaplanan tedarik zinciri etkilerinin (dolaylı etkiler) ve çalışan ücretlerindeki artış ile meydana gelen etkilerin (tetiklenen etkiler) ülke ekonomisine 5 yıl boyunca yaklaşık 41 milyar TL (3 milyar USD) ekonomik aktivite artışı sağlayacağı öngörülmektedir. Nitekim bu artışla birlikte önemli bir GSYH etkisi elde edilecektir.

Gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) etkisi

GSYH etkisi tüm ekonomide ortaya çıkan katma değer artışıyla hesaplanmaktadır. Katma değer ise ekonomide mal ve hizmet üretimi gerçekleştiren işletmelerin, sundukları nihai ürünlerin satış değeri ile bu ürünlerin üretiminde kullanılan ara tüketim harcamaları arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır.³ Farklı sektörlerde kullanıma sunulan nihai ürünlerin katma değeri, ilgili sektörlerin ürün/katma değer oranı ile çarpılarak elde edilmektedir. Buna göre, ilk 5 yıllık dönem için oluşacak toplam GSYH etkisi 10,9 milyar TL (toplam GSYH değerinin %52'si) olarak hesaplanmaktadır. Doğrudan yaratılan bu değere ek olarak, 5,3 milyar TL'lik etki (toplam GSYH değerinin %26'sı) tedarik zinciri yoluyla satın alımlara bağlı endüstrilerden dolaylı GSYH etkisi olarak gelmektedir. Son olarak çalışanların gelirlerindeki artışın yeniden ekonomiye kazandırılması ile 4,6 milyar TL'lik (toplam GSYH değerinin %22'si) tetiklenen GSYH etkisi oluşmaktadır.

Yıllık 5G yatırım harcamaları, milyar



Kaynak: Deloitte Access Economics (2017),
Deloitte UK (2020)

GSYH etkisinin kırılımı

GSYH etkisi (m)				
Etki kanalları	Doğrudan etki	Dolaylı etki	Tetiklenen etki	Toplam
Yatırım, altyapı ve hizmet harcamaları	₺10.925 (\$789)	₺5.335 (\$385)	₺4.591 (\$331)	₺20.851 (\$1.505)

Kaynak: Deloitte analizi

İstihdam etkisi

Tam zaman eşdeğerindeki (TZE) çalışan sayısı; ilgili sektörlerde yaşanan katma değer artışı ile o sektörde çalışan başına elde edilen ortalama katma değer verilerinin oranlanması ile elde edilmektedir ve bu ifade bir çalışanın bir yılda tamamladığı iş günlerini ifade etmektedir. Buna göre yatırım ve hizmet harcamaları sonucu toplamda 25.015 kişilik istihdam (TZE) oluşturulması öngörülmüşken, bu istihdamın yaklaşık yarısının doğrudan etkiler sayesinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Doğrudan, dolaylı ve tetiklenen istihdam etkileri aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi sırasıyla 12.839, 6.636 ve 5.541 olarak tahmin edilmektedir.

İstihdam etkilerinin kırılımı

İstihdam (#)				
Etki kanalları	Doğrudan etki	Dolaylı etki	Tetiklenen etki	Toplam
Yatırım, altyapı ve hizmet harcamaları	12.839	6.636	5.541	25.015

Kaynak: Deloitte analizi

Deloitte tarafından yakın zamanda 5G hizmetlerine başlayan Portekiz için benzer bir ekonomik etki analizi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada yatırım harcamalarının %80'inin ilk 4 yılda tamamlanacağı varsayımıyla Portekiz ekonomisinde kısa vadede 1,3 milyar USD değerinde ekonomik aktivite artışı yaşanacağı ve yaklaşık 19.500 kişilik istihdamın ilgili sektörler tarafından destekleneceği değerlendirilmiştir. Türkiye için 5G yatırımları kaynaklı kısa vadeli ekonomik aktivite artışının Portekiz'deki etkinin 2 katından fazlasına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Tahmin edilen bu artışlar, yatırımların başlangıç yıllarındaki ülke GSYH'lerine oranlandığında iki ülke için %0,5 seviyesinde benzer sonuçlar vermektedir.



Ekonomik aktivite



İstihdam



\$3
milyar

25 bin



\$1,3
milyar

19 bin

Vergi geliri etkisi

İlgili çalışmalar ile kısa vadede gerçekleştirilecek ekonomik faaliyetlerden toplam 4,6 milyar TL vergi geliri sağlaması beklenmektedir. Vergi geliri yoluyla devlet bütçesine en büyük katkının %52'lik oranla doğrudan etkilerden geleceği öngörülmektedir.

Doğrudan katma değer katkısı ile oluşturulan doğrudan vergi gelirleri 2,4 milyar TL olarak hesaplanmaktadır. Benzer şekilde, dolaylı ve tetiklenen katma değer etkilerinin oluşturduğu dolaylı ve tetiklenen vergi gelirleri sırasıyla 1,2 milyar TL ve 1 milyar TL'dir.

Vergi gelirlerinin kırılımı

Vergi geliri (m)				
Etki kanalları	Doğrudan etki	Dolaylı etki	Tetiklenen etki	Toplam
Yatırım ve altyapı harcamaları	₺2.408 (\$174)	₺1.176 (\$85)	₺1.012 (\$73)	₺4.596 (\$332)

Kaynak: Deloitte analizi

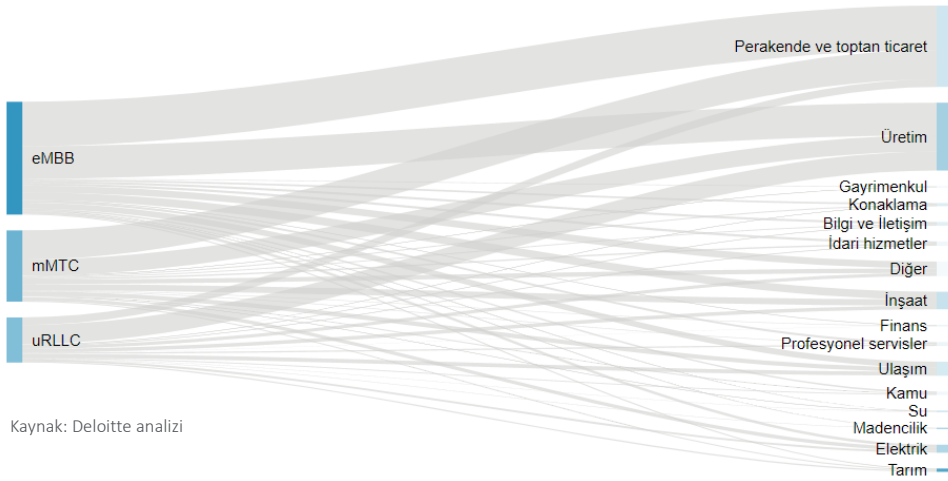
5G'nin uzun vadeli etkileri

5G teknolojileri 15 yılda ülke çapında 1 trilyon TL'lik gelir artışı sağlayacaktır

5G bağlantısı günlük hayatımızdaki iletişim teknolojilerinin kullanımını hızlandırmakla kalmayacak, tüm sektörlerin altyapısını dönüştürücü ve hızlandırıcı etkilere sahip olacaktır. Özellikle otonom araçlar, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut teknolojileri alanında 5G teknolojilerinin sunduğu olanaklar otomotivden, perakendeye, ulaşımdan bilişim sektörüne birçok endüstriyi dönüştürecek. Ayrıca Türkiye'ye bu altyapının kazandırılması üretim ve hizmet sektörleri için global pazarlardaki rekabet gücümüzü koruyacak ve yeni iş hacimleri oluşmasını sağlayacaktır. Bu nedenlerle, çalışmamız kapsamında 5G'nin kullanım alanlarının oluşturacağı üretkenlik, verimlilik ve yeni iş hacimleri gibi etmenlerle oluşması beklenen gelir artışları tüm sektörler için modellenmiştir.

Uzun vadeli ekonomik etkiler, 5G teknolojilerinin olgunlaşacağı 15 yıllık bir teknolojik döngü için gerçekleştirilmiştir. Analiz, Rapor'un "5G altyapısı üç temel teknolojiyi destekler" bölümünde detaylı açıklanan üç temel teknolojinin (genişletilmiş mobil genişbant, yoğun makine tipi iletişim ve ultra güvenilir ve düşük gecikmeli iletişim) ana kullanım alanlarını gözetmekte ve 5G'nin değer önerilerini 4G'ye kıyaslayarak marjinal bir şekilde hesaplamaktadır.

5G temel teknolojilerinin sektörlere etkisi

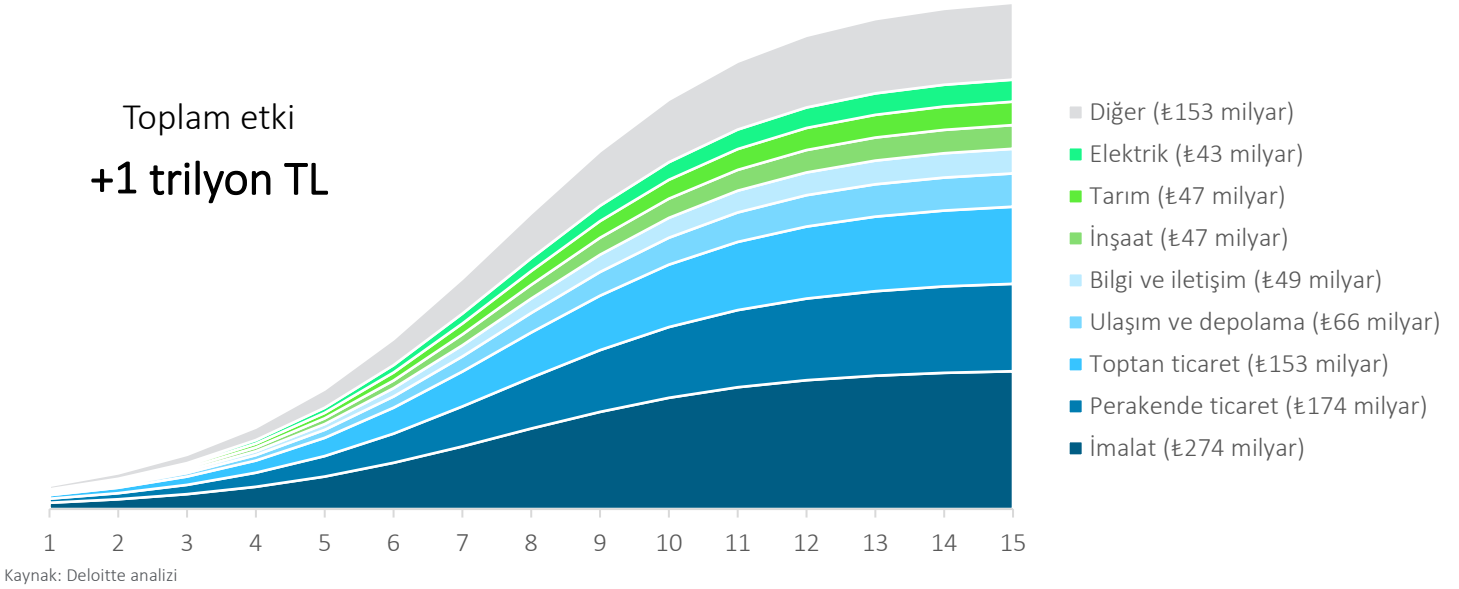


5G teknoloji döngüsünün sonunda toplam 1.006 milyar TL'lik (73 milyar USD) ekonomik aktivite artışı sağlaması ve 458 milyar TL'lik (33 milyar USD) GSYH etkisinin olması beklenmektedir. Bu etkilerin %45'i genişletilmiş mobil genişbant teknolojilerinin kullanım alanlarından, %28'i yoğun makine tipi iletişim kullanım alanlarından, %27'si ise ultra güvenilir düşük gecikmeli iletişim kullanım alanlarından elde edilecektir.

5G teknolojilerinin etkilerinden en çok üretim, perakende ve toptan satış, ulaştırma ve depolama sektörlerinin faydalanacağı öngörülmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri sektörünün ise 5G ile en çok büyüyecek sektör olması beklenmektedir. Bu durum bilgi ve iletişim sektörünün 5G altyapısını kuracak sektör olması ve ilgili tüm yatırımlarda yer almasıyla açıklanabilir.

5G'nin üç temel teknoloji hizmetine bakıldığında üretim, perakende ve toptan satış sektörlerinin her üç teknolojiye de en fazla faydayı sağlayacak sektörler olduğu görülmektedir.

5G'nin 15 yıllık teknoloji döngüsünde sektör gelirlerine etkisi

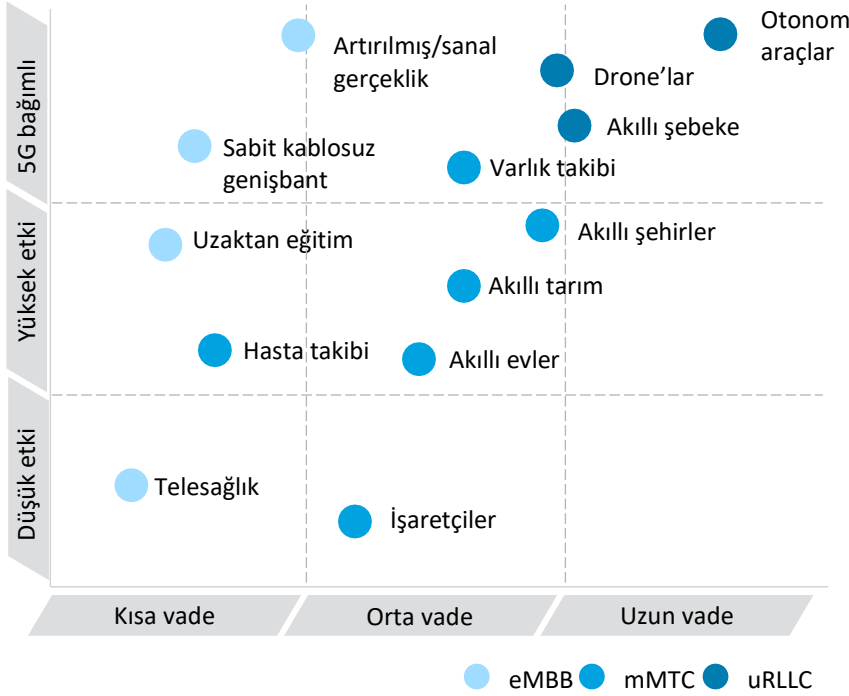


İmalat, perakende ve toptan satış, ulaştırma ve depolama, bilgi ve iletişim sektörleri etkinin %71'ini oluşturmaktadır. İmalat sektörü 5G'nin sektördeki kullanım alanları ve sektörün büyüklüğü düşünüldüğünde 5G teknolojilerinden en çok etkilenecek sektör olarak görülmektedir ve beklenen etkinin %27'sini kapsamaktadır. Perakende ve toptan ticaret sektörlerinin de ekonomimizdeki yeri büyük olup, 5G altyapısıyla daha iyi hizmet verebilecek duruma gelecektir. Ulaştırma ve depolama sektöründe limanlar ve filolar 5G teknolojilerinden fayda sağlayacak alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bilgi ve iletişim sektörü ise 5G teknolojilerinin uygulayıcısı olarak 5G'den yarar sağlayacaktır. Raporun "5G'nin Türkiye'deki sektörler etki" bölümünde 5G'nin bu dört sektöre potansiyel etkisi, olası kullanım alanları ve dünyadan kullanım örnekleri detaylı olarak incelenmektedir. Ek-2'de 5G'nin tüm sektörler etki etkiye detaylı olarak yer verilmiştir.

Geliştirilmiş mobil genişbant ve yoğun makine tipi iletişim teknolojilerinin kullanım alanları daha erken yaygınlaşacaktır

5G kullanım alanları; 5G'nin desteklediği temel teknolojilerin gelişimi, tüketicilerin ve işletmecilerin teknolojileri kullanma istekliliği ve teknolojilerle birlikte gelişecek devlet politikaları ile birbirinden farklı zaman aralıklarında yaygınlaşacaktır. Şekil, temel 5G kullanım alanlarının Türkiye'de yaygınlaşma öngörüsünü sunmaktadır. Kullanım alanları teknolojilerin 4,5G ve 5G ile gerçekleştirilme ihtimaline göre değerlendirilmiş, 5G etkisi düşükten yükseğe göre sıralanmıştır. Üçüncü sıradaki kullanım alanları 5G bağımlı teknolojilerdir.

Kullanım alanlarının zamana ve 5G altyapısına bağımlılığına göre dağılımı



Kaynak: Deloitte analizi

Teknoloji uzmanlarınca Türkiye’de kısa vadede geliştirilmiş mobil genişbant (eMBB) teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Nitekim, sabit kablosuz genişbant (*fixed wireless access*) teknolojisi dünyada en çok yaygınlaşan 5G teknolojileri arasındadır. Uzaktan eğitim pandemi ile birlikte hayatımıza girmiş olsa da 5G teknolojileri ile eğitimde kesintisiz bir deneyim sunulacak, artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları yaygınlaşacak, laboratuvar veya el becerisi gerektiren derslerde bile uzaktan eğitim mümkün olacaktır. Bununla birlikte, artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının 5G teknolojilerinin yaygınlaşmasına daha bağımlı olduğu, bu nedenle kısa-orta vadede kullanılacağı tahmin edilmektedir.

Orta vadede varlık takibi, akıllı evler (*smart home*), akıllı tarım (*smart/precision agriculture*) ve akıllı şehir (*smart city*) gibi yoğun makine tipi iletişim uygulamalarının yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir. Yoğun makine tipi iletişim teknolojilerinin iyileştireceği işaretçi (*beacons and connected shoppers*) uygulamalarının özellikle alışveriş merkezlerinde müşteri deneyimini iyileştirmesi beklenmektedir. Bununla birlikte bu kullanım alanının 4,5G ve Wifi bağlantılarıyla da sınırlı bir şekilde uygulanabileceği düşünülmektedir. Öte yandan, 5G teknolojileri 4,5G bağlantısının destekleyemeyeceği şekilde nesnelerin interneti cihazlarının ölçeklenmesini sağlayacak, ağ dilimlenmesi yetkinliklerini etkinleştirerek yoğun cihaz kapasitesi sunacaktır. Bu özellikler akıllı evler, akıllı tarım ve akıllı şehir uygulamaları için özellikle önemli görülmektedir.

Uzun vadede akıllı şebeke (*smart grid*), drone ve otonom araçlar (*autonomous vehicles*) gibi ultra güvenilir ve düşük gecikme süreli iletişim uygulamalarının yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Otonom araçlar filo otomasyonları sağlayacak, günlük hayatımızda otobüs ve kişisel araçlar olarak yer edinecektir. Akıllı şebeke ve drone’lar sensörlerle birlikte ani müdahale gerçekleştirebilecek, afet önleyici uygulamaları yaygınlaştırabilecektir. Düşük gecikme süresi ve yüksek cihaz kapasitesi özellikle akıllı

Geliştirilmiş mobil genişbant (eMBB) ve yoğun makine tipi iletişim (mMTC) ile iyileştirilmiş hizmetlerin etkileri kısa vadede hissedilecek, ultra güvenilir düşük gecikmeli iletişim (uRLLC) ile desteklenecek iş modelleri ise dönüştürücü etkiler sunacaktır.

şebekelerde farklı kaynaklardan enerji akışının yönetilmesinde kritik olacaktır. Hasta takibi uygulamaları ile halihazırda uzaktan görüşme ve basit giyilebilir cihazlarla temel yaşam göstergeleri takip edilebilirken, ultra güvenilir ve düşük gecikme süreli iletişim teknolojileriyle uzaktan ameliyat, uzaktan muayene gibi uygulamaların da 5G ile hayata geçeceği tahmin edilmektedir.

5G teknolojilerinin ihracat hacmine 103 milyar TL fayda sağlayacağı tahmin edilmektedir

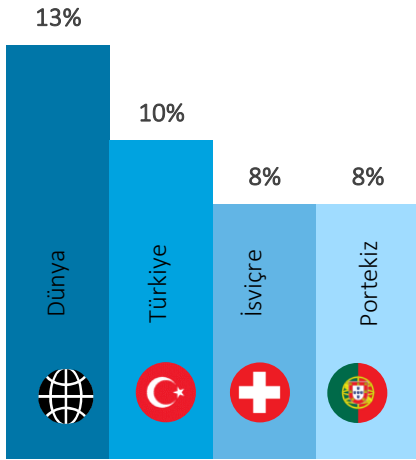
5G'nin ihracata etkisi Türkiye'deki ihracatın toplam çıktıya oranı bazında değerlendirilmiş, ihracat payı toplam etkiye ve sektörlerde beklenen 5G etkisine oranlanmıştır. Bunun sonucunda toplam etkinin %10,3'ünü oluşturan 103 milyar TL'lik gelirin ihracat artışı kaynaklı olacağı öngörülmüştür. Bu etki Türkiye'nin 2021 yılı ihracatının %5'inden fazlasını oluşturmaktadır. Sektörler arasında en fazla etkiye ve en fazla ihracat payına sahip olan imalat, %78 ile 5G'nin ihracata etkisinden en fazla payı alan sektör olmuştur. İmalatı ulaştırma ve depolama, tarım ve bilgi ve iletişim teknolojileri sektörleri takip etmektedir.

5G teknolojileri ile ihracat hacminde 103 milyar TL'lik artış olacağı tahmin edilmektedir.

Benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında Türkiye'de 5G olduğu görülmektedir

Çalışmamızla benzer metodolojiyi kullanan Deloitte'un Portekiz, Tech4i'nin İsviçre ve IHS Markit'in global raporu incelendiğinde toplam satış etkilerinin 2022 yılı tahmini GSYH'sine oranı %8-%13 bandında gerçekleşmiştir. Diğer çalışmalarla kıyaslanabilir olması adına uzun vadeli etkileri 2035 yılına kadar incelediğimizde Türkiye için 2022 yılı tahmini GSYH'sinin %10'u kadar bir gelir etkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de üretkenlik artışı sebebiyle beklenen gelir etkileri literatürdeki çalışmalar ile uyumludur.

Benzer çalışmalarda 5G'nin uzun vadeli etkilerinin 2022 yılı GSYH tahminine oranı, %



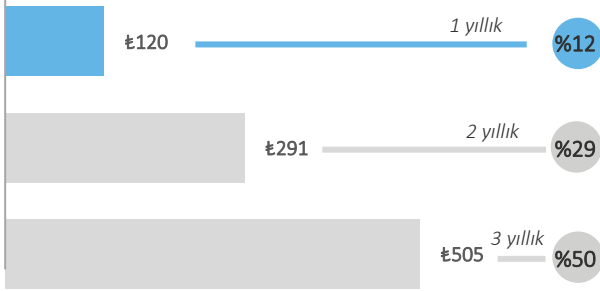
Kaynak: IHS Markit, Tech4i, Deloitte analizi

Erteleme maliyetleri

5G teknolojilerinin bir yıl ertelenmesi 120 milyar TL'lik gelir kaybını ifade etmektedir

Erteleme maliyetleri 5G teknolojilerinin altyapı kurulumundaki gecikmesinin ekonomide oluşturacağı fırsat maliyetini ifade etmektedir ve bu çalışma kapsamında 5G teknolojilerinin kullanılmaya başlayacağı baz yıldan itibaren gecikme senaryoları eşliğinde erteleme maliyetleri hesaplanmaktadır. Örneğin, bir yıllık gecikmenin Türkiye ekonomisinde 120 milyar TL (9 milyar USD) değerinde bir ekonomik aktiviteden mahrum kalmaya neden olacağı ve böylelikle 5G'nin teknolojik döngüsünde elde edilecek 1.006 milyar TL'lik ekonomik aktivitenin %12'sinin kaybedilebileceği tahmin edilmektedir. Erteleme maliyetleri hesabının detayları Ek-3'te yer almaktadır.

Erteleme maliyetleri, 10-yıllık süreç (Milyar TL) ve toplam etkiye oranı (%)



Kaynak: Deloitte analizi

1 yıllık gecikme ile oluşan 120 milyar TL'lik maliyet sadece sektörlerde beklenen iş hacimlerinden feragat edilmesi sonucunda oluşmuştur. Halbuki dünyadaki teknolojik gelişmelerden geri kalmanın rekabetçilik üzerinde de kalıcı etkileri olabilmektedir. 5G'nin gecikmesi, 5G ile gerçekleştirilebilecek hız ve düşük gecikme süresine ihtiyaç duyan her sektörün gelişimini rakip ülkelere kıyasla baltalama, girişim ekosisteminde oyun sektörü gibi gelişmekte olan alanlarda girişimcilerin dünya ile rekabetini düşürme gibi riskleri beraberinde getirmektedir. Bu durum Türkiye'nin ilgili sektörlerdeki yabancı yatırımcılar için geri planda kalmasına ve yabancı yatırımların sağladığı finansman, teknolojik aktarım ve iş birliği gibi fırsatlardan mahrum kalmasına neden olacaktır.

Diğer taraftan, bu çalışmada her ne kadar iş dünyasındaki üretkenliğe odaklanılsa da 5G'nin tüketici deneyimleri üzerindeki etkileri tüketici refahını iyileştirici değer önerileri sunmaktadır. 5G teknolojilerinin gecikmesi sanal sağlık hizmetleri, video görüşmeleri ve uzaktan eğitim süreçleri gibi kullanıcı deneyiminin ön planda olduğu alanları olumsuz etkileyecek ve tüketici refahında olumsuz etkiler oluşturacaktır.

Bunların dışında dünya genelinde 5G teknolojilerinin geliştirilmesi sürmekte, Ar-Ge çalışmaları yapılmakta ve yatırımlar planlanmaktadır. Bu yatırımlar çerçevesinde elektronik haberleşme ekipmanları üretilmekte ve geliştirilmektedir. 5G bağlantılarını kullanan haberleşme cihazları kendilerini yeniledikçe teknoloji standartlarının şekillenmesinde de rol oynamaktadır. Bu süreçte rol alan firmalar ve ülkeler standartların belirlenmesinde karar verici olma fırsatını yakalayacak ve 5G'nin gereklilikleri ve yeterlilikleri konusunda söz sahibi olacaktır.

5G teknolojilerinin geliştirilmesinde rol alan firmalar ve ülkeler teknoloji standartlarının belirlenmesinde karar verici olma fırsatını yakalayacaktır.

5G teknolojileri sunduğu iş üretkenliği ve verimliliği artışı, makro ölçekli teknolojik yatırım ve rekabetçilik hamlesi ve tüketici refahı kazanımları ile gecikmeden Türkiye'ye kazandırılırsa sosyal ve ekonomik faydalardan en üst seviyede yararlanma imkanı oluşacaktır.

Toplam ekonomik etkiler

Yatırım ve hizmet harcamaları ile önemli sektörlerdeki üretkenlik artışı sonucu oluşacak satış etkilerinin 15 yıllık süreçte toplam 1.047 milyar TL ekonomik aktivite artışı ve 479 milyar TL GSYH artışı sağlayacağı öngörülmektedir.



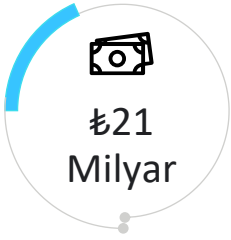
Kısa vadeli etkiler
(ekonomik aktivite)



Uzun vadeli etkiler
(ekonomik aktivite)



Toplam etkiler
(ekonomik aktivite)



Kısa vadeli etkiler (GSYH)



Uzun vadeli etkiler (GSYH)



Toplam etkiler (GSYH)



5G'NİN ETKİLERİNİN HİSSEDİLECEĞİ ANA SEKTÖRLER



5G'nin etkilerinin hissedileceği ana sektörler

Üretim

Üretim sektörü Türkiye GSYH'sinde en büyük paya sahip sektör olarak ülke genelinde istihdama önemli ölçüde katkı sağlamaktadır

- Üretim sektörü Türkiye GSYH'sinin yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır.
- Sektör, toplam istihdamın %20'sine denk gelen 5,6 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır.
- İmalat sanayindeki girişimlerin %56'sından fazlası düşük teknoloji faaliyetlerinde yer almaktadır. Sektörün yüksek teknoloji hamlesi ile katma değerli üretime odaklanması hedeflenmektedir.

5G üretim sektörünü uzun dönemde nasıl etkileyecek?

5G insan ve makine arasında gelişmiş bir iletişim kurulmasını sağlayarak üreticilerin üretim süreçlerine yönelik algılama ve cevap verebilme yeteneklerini artırmaktadır. Önceki teknolojilerle kısıtlı seviyede mümkün olan üretimin her aşamasında güvenli ve yoğun iletişim, otomatikleştirilmiş süreçler, yüksek senkronizasyon ve kalite kontrol 5G teknolojisiyle daha gelişmiş seviyede sağlanabilmektedir. 5G'nin yapay zeka, nesnelerin interneti gibi diğer tamamlayıcı teknolojilerle birlikte kullanılarak üretkenlik ve verimlilik artışları sayesinde sektöre uzun dönemde ekonomik fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Sektörlere göre 5G ilişkili satış artışları



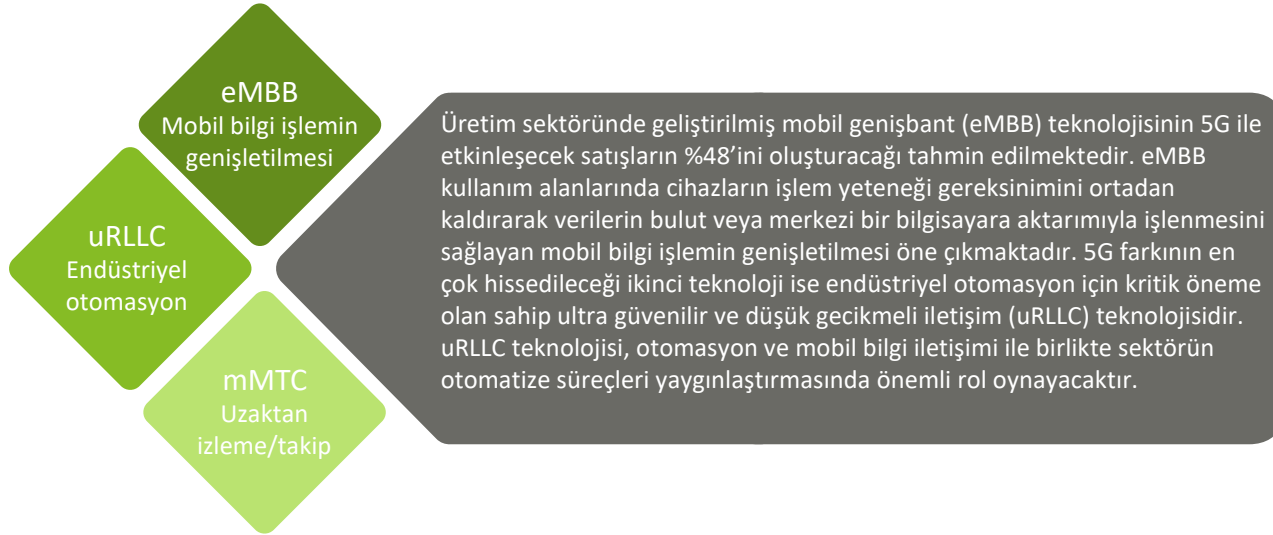
₺274 milyar

5G'nin 2035'e kadar etkinleştireceği satışlar

%3,6

5G'nin sektör satışlarını artırıcı etkisi

Mevcut teknolojilerin limitli kaldığı durumlar 5G yetkinliklerinin önemli fark yaratabileceği oyun alanları olarak ortaya çıkmaktadır. Üretim sektörünün diğer tüm ekonomik faaliyetlerle yakından ilişkili olması ve ülkede gerçekleşen toplam satışa sağladığı yüksek katkı sayesinde 5G teknolojisiyle elde edilecek marjinal etkinin de sektörde yüksek olacağı öngörülmektedir. İhracat sektörün toplam gelirinde önemli paya sahip olduğu için 5G etkisiyle etkinleşecek satışlar ülke ihracatında da önemli artış sağlayacaktır.



5G teknolojisiyle sağlanan düşük gecikme, yüksek kapasite ve gelişmiş bant genişliği üretim sektöründe yeni potansiyel kullanım alanları oluşturmakta ve mevcutta kullanımda olan çok sayıda uygulamanın daha verimli, etkili ve güvenli şekilde kullanımını mümkün kılmaktadır. 5G teknolojisinin üretim sektöründeki kullanım alanlarında zaman ve maliyet tasarrufu, verimlilik ve üretkenlik artışı, yüksek kalite standartlarına erişim, artan çalışan ve ekipman güvenliği gibi potansiyel faydaları mevcuttur.

Üretim sektöründe potansiyel 5G uygulamaları

Kullanım alanı		Potansiyel Faydalar			
		Zaman/Maliyet Tasarrufu	Verimlilik/ Üretkenlik	Kalite	Güvenlik
Gelişmiş üretim süreçleri	Kalite takibi				
	Süreç optimizasyonu				
	Ürün tasarımı				
	Kestirimci ve önleyici bakım				
	Giyilebilir cihazlar				
Gelişmiş güvenlik	Acil durum müdahale				
	Uzaktan kontrol				
Gelişmiş mobilite	Modüler fabrika				
	Otomatik güdümlü araçlar				

Kaynak: Gartner (2020B), Deloitte analizi

Üretim adımlarının optimizasyonu ve kalite takibiyle artan ürün çıktısı, bakım süreçlerinin optimizasyonunu sağlayan kullanım alanlarını ve daha gelişmiş üretim süreçlerinin dizaynını mümkün kılmaktadır. Hatların ve tesislerin esnek yapıya kavuşması ve otomatik güdümlü araçlar sektörün ihtiyaç duyduğu mobilitayı sağlarken ekipmanların uzaktan kontrolünün yaygınlaşması ve ortam güvenliğinin hassas takibi iş güvenliğini üst seviyelere çıkarmaktadır.



Gelişmiş üretim süreçleri



Yüksek ürün çıktısı

Kalite takibi

Ürünlerde ve üretim süreçlerindeki hatalar ve bozukluklar yüksek çözünürlüklü görüntüyle izleme, video analizi, makine öğrenmesi, yapay zeka ve uç nokta bilişim ağ geçitleri sayesinde otomatik şekilde tespit edilerek süreçler iyileştirilmektedir.

Süreç optimizasyonu

Üretim süreçlerinde dijital ikizler yaratılarak süreçler yüksek hassasiyet ile analiz edilebilecek ve planlanabilmektedir. Makineler, stoklar ve üretim hattından gerçek zamanlı olarak toplanan veriler ile süreçler için dijital ikizler üzerinde denemeler ve iyileştirmeler yapılabilmektedir. Bunun yanında üretim takip sistemlerine adapte olmuş 5G ağları sayesinde hızlı ve otomatik stok ikmali gerçekleştirilecektir.

Ürün tasarımı

Ürün tasarımcıları ve tedarikçiler gerçek zamanlı veriye erişim sağlamak, büyük ölçekli 3 boyutlu ürün verilerini transfer etmek, ürün tasarımlarında artırılmış ve sanal gerçeklik, dijital ikiz uygulamalarını kullanmak için 5G hizmetlerine ihtiyaç duymaktadırlar.



Bakım optimizasyonu

Kestirimci ve önleyici bakım

5G'nin nesnelerin interneti ve yoğun sensör kullanımı için sunduğu yoğun makine tipi iletişim özelliği geliştirilmiş makine öğrenmesi ve yapay zeka ile birlikte kullanılarak makine ve ekipmanların sürekli takibi sağlanmakta ve otomatize edilmiş kestirimci ve önleyici bakım uygulamaları ile üretimde plansız duruşların önüne geçilmekte, problemler oluşmadan müdahaleler sağlanmaktadır.

Giyilebilir cihazlar

Başa takılabilen, hafif ve rahat kullanımı olan artırılmış ve sanal gerçeklik görüntüleme uygulamaları, 5G'nin sağladığı hizmetler ve bunları destekleyen uç nokta bilişimi sayesinde çalışanların makine ve ürünlerle görsel etkileşimi sağlanarak bakım, operasyon ve eğitim süreçleri uzaktan yapılabilmektedir.



Gelişmiş güvenlik



İş yeri güvenliği

Acil durum müdahale

Üretim tesislerinde yoğun sensör kullanımı ve 5G altyapısı ile bu sensörlerin neredeyse anlığa yakın tepki süresiyle çalışma ortamlarında insana olan ihtiyaç azalmakta ve sensörlerin hızlı tepkisiyle acil kapatma kararları daha duyarlı ve hızlı şekilde alınabilmektedir.



Çalışan güvenliği

Uzaktan kontrol

5G; programlanabilir mantık denetleyicilerinin ayarlarını uzaktan yapma, gerçek zamanlı veriyi canlandırma ve yüksek çözünürlükte görüntü sağlamaya yarayarak tekrarlayan, zorlu ve tehlikeli koşullarda makinelerin uzaktan kontrol edilebilmesini sağlamaktadır.



Gelişmiş mobilite



Üretimde esneklik

Modüler fabrika

5G'nin endüstriyel ethernet bağlantılarının yerini almasıyla birlikte üretim hattı kurulumlarında veya değişikliklerinde daha az efor harcanacak, bağımsız ve kullanıma hazır üretim modülleri oluşturulabilecek, makine ve robotlar kolayca başka amaçlara uygun hale getirilebilecektir.



Otomasyon

Otomatik güdümlü araçlar

5G'nin sunduğu düşük gecikmeli, ultra güvenilir iletişim ve geliştirilmiş konum belirleme özellikleri, mobil uç nokta bilişimi ve yapay zeka ile kullanıldığında üretim sahasında otomatik tanıma ve sevkiyat yapan sürücüsüz araçların daha yüksek performanslarda kullanılmasını sağlamaktadır.

Ford Motor Company Essex, İngiltere

Değişen koşullara hızlı adaptasyon

Ford Motor Company, elektrikli araç fabrikasında kurduğu 5G mobil özel ağı sayesinde birçok kullanım alanını süreçlerine entegre etmektedir.

Elektrikli araç fabrikası içerisine kurulan çok sayıda sensörden kesintisiz şekilde elde edilen veriler sayesinde üretim hatları uçtan uca izlenerek çevresel koşullarda veya hammaddede meydana gelen değişimlere göre süreçte ani düzenlemeler yapılmakta ve bitmiş ürün kalitesi optimize edilmektedir. Üretim hattının değişimlere hızlı şekilde reaksiyon gösterebilmesi 5G'nin sağladığı düşük gecikmeli bağlantı sayesinde, makine ayarlarının otomatik şekilde milisaniyeler içinde değiştirilebilmesiyle sağlanmaktadır.



500 bin

Dakikada üretilen veri sayısı

Büyük veri toplama

Motor ve elektrik pili üretiminin lazerli kaynaklama aşamasında; her dakikada tamamlanan, kaynağın teknik özelliklerini içeren, devrelerin ve aracın kusursuz çalışmasını etkileyecek kritikliğe sahip 500 bin veri üretilmektedir. Bu süreçte üretilen büyük veriler 5G'nin sağladığı yüksek hızlı bağlantı sayesinde güvenli şekilde toplanabilmektedir.

Dijital ikiz ve uzaktan bağlantı

5G bağlantısı sayesinde üretim süreçlerinin dijital ortamda ikizleri yaratılarak yeni teknikler üretim hattı durdurulmadan denenebilmektedir. Bunun yanında 5G teknolojisine sahip Cambridge'deki The Welding Institute'da uzmanlar uzaktan bağlantı ile anlık olarak Ford'un sahasındaki mühendislere kaynak konusunda destek verebilmektedir. İki merkez arasında büyük ölçekli verilerin sürekli olarak taşınmasını gerektiren bu süreç 5G sayesinde sorunsuz şekilde yürütülebilmektedir.

Artırılmış ve sanal gerçeklik

Ford ekipman tedarikçilerinden artırılmış ve sanal gerçeklik başlıkları sayesinde uzaktan destek alabilmekte ve ekipmanlar üzerinde yeni ayarları test edebilmektedir.

Esnek ve uyarlanabilir üretim kabiliyeti

Mevcut durumdaki üretim ortamında çoğu ekipman sabit ve kablolar ile birbirine bağlı durumdayken 5G ağının sağlayacağı mobilite ile Ford daha esnek ve yeniden uyarlanabilir tesislere sahip olmayı planlamaktadır. Kabloların yerini alan 5G ağı ile veriyi ihtiyaç olan yere zahmetsiz şekilde taşıyabilme, değişiklikler yapabilme imkanının otomotiv üretiminde artan kişiselleştirme talebini karşılamaya büyük katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir.

**Baosteel
Zhanjiang Iron
and Steel
Zhanjiang, Çin****Çevrim içi izleme ve
tespit**

Baosteel, Zhanjiang'taki çelik üretim fabrikasında kurduğu 5G ağı ile zorlu ve tehlikeli koşullar içeren üretim ve bakım süreçlerini iyileştirerek akıllı fabrika olma yolunda ilerlemektedir.

Çelik üretiminde kullanılan büyük üfleyicilerin güvenli ve istikrarlı çalışma düzenine sahip olması gerekmektedir. Bu ekipmanlar üretim esnasında büyük çapta veri üretmektedirler. 4G teknolojisi, verinin gerçek zamanlı taşınmasını ve çevrim içi izlenmesini sağlayamadığı için günlük manuel denetimleri zorunlu kılmakta ve yapılan müdahalelerin kalitesini ölçmekte eksik kalmaktadır. Tüm üfleyicilerin 5G ile bağlantılı hale getirilmesiyle çevrim içi izleme ve tespit sağlanarak tesis erken arıza uyarı oranı %90, bakım ve operasyon verimliliği %50 oranında artırılmaktadır.

**%90**

Erken arıza uyarı oranında artış

**%50**

Operasyonel verimlilikte artış

**%65**

Arıza giderme başarısında artış

**%30**

Güvenlik kazalarının başarılı erken uyarılarında artış

Uzaktan bağlantı

Yüksek uzmanlık gerektiren bakım ve tamir durumlarında 5G ağının düşük gecikme özelliğinden faydalanılarak yüksek çözünürlüklü kameralara sahip artırılmış gerçeklik gözlükleriyle farklı konumdaki teknik uzman ile sahadaki arıza giderici personel; görüntülü, sesli, gerçek zamanlı ve interaktif bağlantı kurabilmektedir. Bu şekilde arıza durumlarında teknik personelin fiziksel olarak sahada bulunması gerekliliği büyük ölçüde azalmakta, verimlilik artmakta ve arıza giderme başarısı %65 oranında artmaktadır.

**Operasyonel
güvenlik**

Geleneksel 4G ağı bant genişliğinin yetersiz kalması sebebiyle çelik üretim fabrikasının yüksek sıcaklık, basınç ve risk içeren bölgelerinde yüksek çözünürlüklü anlık izleme sağlanamamaktadır. 5G kullanımıyla artan izleme kabiliyeti ve yapay zeka kullanımıyla bu bölgelerde çalışan işçilerin tehlikeli davranışlarının tespiti ve erken uyarısı yapılabilmektedir. Güvenlik kazalarının erken uyarı başarısı bu önlemlerle %30 artmaktadır.

Toptan ve perakende ticaret

Güçlü perakende pazarı ve gelişen e-ticaret sektörü ile toptan ve perakende ticaret pazarı Türkiye ekonomisinin itici güçlerindendir

- GSYH'nin neredeyse %13'ünü üretmektedir.
- Sektör son 5 yılda reel olarak %26 büyümüştür
- 4 milyonu aşan istihdam rakamı ile toplam istihdamın %14'üne ev sahipliği yapmıştır.
- Toplam e-ticaret pazarı ise 2020 yılında ulaştığı 220 milyon TRY hacim ile toplam perakende sektörünün yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır.

5G toptan ve perakende ticaret sektörünü nasıl etkileyecek?

Mağaza içi müşteri deneyimi geçtiğimiz 10 yılda önemli bir değişim kaydetmemiş olsa da yapay zeka, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik ve daha birçok yeni teknoloji ile dijitalleşmenin perakende sektörü üzerinde önemli etkileri olacağını söylemek mümkündür. 5G teknolojisi ise bu süreçte ivmelendirici bir rol üstlenerek mağaza içi müşteri deneyimini geliştirecek ve kişiselleştirilmiş alışveriş imkanını sunmaya yardımcı olacaktır. Bununla birlikte; Covid-19 pandemisinin de etkisiyle online alışveriş pazarının hızla büyümesi, bu süreçteki üretim, depo ve lojistik uygulamalarının yönetimi ve takibi gibi konularda da 5G teknolojilerinin tedarik zinciri operasyonlarının verimliliğini artıracak şekilde kullanılması fırsatlarını ortaya çıkarmakta ve önemli potansiyel ekonomik etkiler oluşturmaları sağlamaktadır.

Sektörlere göre 5G ilişkili satış artışları



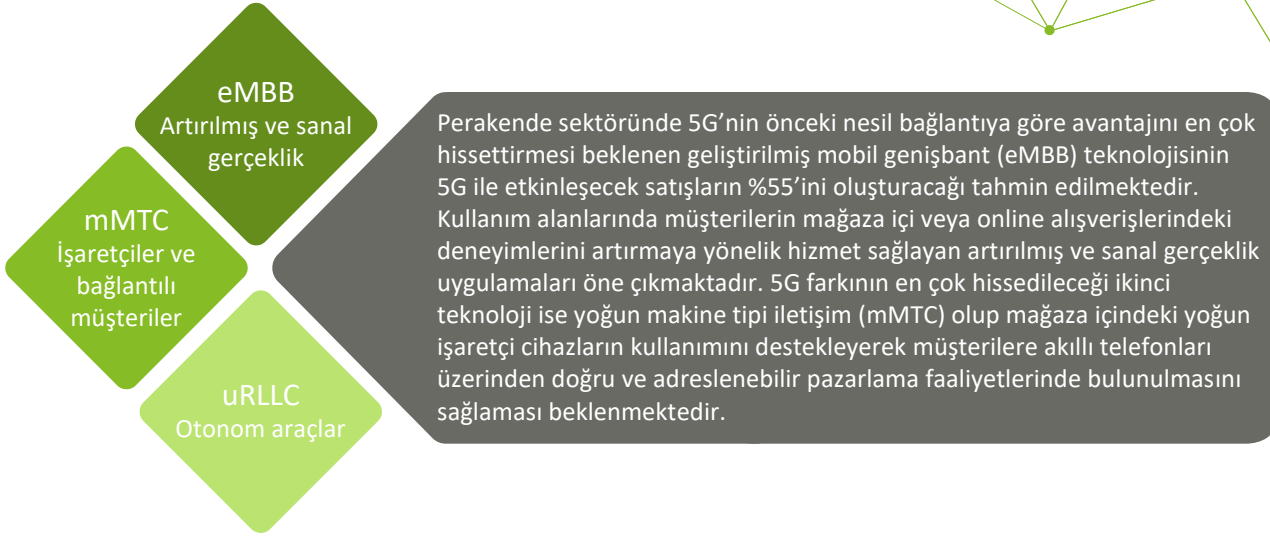
₺327 milyar

2035'e kadar 5G'nin sektörde etkinleştireceği satışlar

%3,0

5G'nin sektör satışlarını artırıcı etkisi

Ekonomik faaliyetlere göre ülkenin toplam cirosu içinde en yüksek paya sahip sektör olan perakende ve toptan satış sektöründe 5G ile gerçekleştirilecek iyileştirmelerin etkisinin de sektörün hacmi nedeniyle yüksek olması beklenmektedir. Bağlantı teknolojilerinin sektördeki kullanım alanlarında 5G'nin mevcut teknolojilere göre daha çok etki yaratacak kapasitede olması 5G'nin sektöre katacağı marjinal etkiyi artırmaktadır. Alışveriş deneyimlerinin zenginleştirilmesi ve operasyonel verimin artmasıyla sektör 5G ile en çok satış artışı yaşayacak sektörlerden biri olmaktadır.



Perakende sektöründe 5G teknolojisinin getirdiği uygulama alanları ile alışveriş deneyimleri sırasında müşterilerin memnuniyetinde artışlar hedeflenmektedir. Daha doğru adreslenebilen pazarlama faaliyetleriyle ayrılan bütçeler daha etkili değerlendirilebilmekte ve müşteriler doğru yönlendirmelerle fayda sağlayabilmektedir. Alışveriş deneyimlerinin pratik ve kolay hale gelmesinin insanları teşvik edici etkisi olması beklenmektedir. Öte yandan satış öncesindeki tedarik süreçlerinin izlenebilirliğinin artması, artan verimle düşen maliyetler, stok takibiyle kaçan siparişlerde azalma gibi faydalar sektöre önemli potansiyel faydalar sunmaktadır.

Sektörde potansiyel 5G uygulamaları

Kullanım alanı		Potansiyel faydalar			
		Müşteri memnuniyeti	Pratik alışveriş	Operasyonel verim	Verimli pazarlama
Akıllı alışveriş deneyimi	Ürün içerik bilgilendirmesi				
	Alışveriş öncesi ürün simülasyonu				
	Sanal aynalar				
	Mağaza içi yönlendirme				
	Otomatik ödeme				
	Akıllı otomat				
Kişiselleştirilmiş alışveriş deneyimi	Kişisel deneme kabinleri				
	Kişiselleştirilmiş reklamlar				
	Kitle davranış takibi				
Gelişmiş tedarik zinciri takibi	Tedarik zinciri takibi				
	Verimli lojistik ve üretim				
	Stok takibi				
	Ortam güvenliği				

Kaynak: Gartner (2020A), Deloitte Analizi

Perakende sektöründeki potansiyel 5G kullanım alanları müşterileri ürün hakkında bilgilendirerek, simülasyon imkanı sunarak alışverişin bilinçli şekilde yapılmasını mümkün kılabilir. Buna ek olarak teknolojik çözümlerle mağaza içinde yönlendirmeler ve akıllı hesap ödeme sistemleriyle alışveriş deneyimleri akıllı hale getirilebilmektedir. Davranışlar ve alışkanlıklar hakkında daha çok bilgi toplanabilmesi sayesinde perakendeciler hedef ve odaklarını daha iyi belirleyebilirken müşteriler de kişiselleştirilmiş alışverişin faydalarını deneyimleyebilmektedirler. Sektör için gün geçtikçe globalleşen ve kompleks yapıya ulaşan tedarik zincirlerinin etkili yönetimine yönelik kullanım alanları ise satış öncesindeki sürecin iyileştirilmesini sağlamaktadır.



Akıllı alışveriş deneyimleri

Ürün içerik bilgilendirmesi

Süpermarketler kendilerine özgü uygulamalar ile tüketicilere 5G uyumlu telefonlarıyla raflardaki ürünleri tarayıp alerjenik özellikler, kalori miktarı, son kullanma tarihi veya fiyat konularında gerçek zamanlı karşılaştırma yapma imkanı sağlayabilmektedir.



Bilinçli alışveriş

Alışveriş öncesi ürün simülasyonu

Tüketiciler, online alışverişleri sırasında 5G uyumlu akıllı telefonlarıyla almayı düşündükleri ürünlerin kullanmayı planladıkları yerde nasıl görüneceğini artırılmış gerçeklik başlıklarıyla gerçek zamanlı olarak görebilmektedirler. 5G'nin sunduğu yüksek hız ve düşük gecikme özellikleri bilgisayar-video tanıma ve yapay zeka ile desteklenerek kullanım alanının boyutlarını analiz etmekte ve ürünün gerçeğe en yakın görüntüsünü alışveriş aşamasında müşteriye sunabilmektedir. Bu simülasyonlar sayesinde müşteriler daha doğru kararlar vereceğinden ürünlerin iadelerinde önemli azalmalar sağlanabilecektir.

Sanal aynalar

5G ile daha yüksek hızda ve düşük gecikmeli hizmet veren ağlar sayesinde artırılmış gerçeklik teknolojisiyle müşteriler farklı ürünleri 3 boyutlu ve gerçek zamanlı olarak sanal aynalar veya başlıklar sayesinde üstlerinde görebilecek, farklı beden ve tasarım seçimlerini anlık olarak hızlı şekilde karşılaştırabileceklerdir.



Pratik alışveriş

Mağaza içi yönlendirme

Satış elemanına ihtiyaç duymadan mağaza içinde müşterilere görüntülü konuşma ile aradıkları ürünlerin lokasyonlarını bildiren uygulamalar kullanılabilmektedir. Ürün tercihlerine göre mağaza içinde kişiye özel reklamlar sunulabilmektedir.

Mağaza içinde hareket halinde olan robotlar müşterilere fiyat, promosyonlar ve ürünlerin lokasyonları hakkında bilgi verebilmektedir.



Akıllı hesap ödeme yöntemleri

Otomatik ödeme

5G teknolojisinin sağlayacağı bağlantı ile akıllı hesap ödeme yöntemleri kullanılarak mağazalar sadece ürünlerin sergilendiği bir alana dönüşebilmektedir. Alışveriş sırasında tüketicilerin sepetlerindeki ürünlerin gerçek zamanlı takibiyle hesap tutarı otomatik şekilde belirlenerek geleneksel ödeme işlemleri daha verimli hale getirilebilmekte veya tamamen ortadan kalkarak ödemelerin kişilerin hesaplarından mağazadan çıkarken otomatik olarak alınması sağlanabilmektedir.

Akıllı otomat

Akıllı otomatlar biyometrik yüz tanıma sistemleriyle kişileri tanıyarak alışveriş tutarlarını hesaplarından otomatik olarak çekebilmekte ve alışveriş teşvik edebilmektedir.



Kişiselleştirilmiş alışveriş deneyimi



Kişiyeye özel deneyimler

Kişisel deneme kabinleri

5G ile bağlantılı hale getirilmiş deneme kabinleri müşterilerin denemekte olduğu ürün kodunu otomatik tarayarak ekranlarda öğrenilmiş tercihlere göre kişiselleştirilmiş benzer veya tamamlayıcı ürün reklamları sunabilmekte, ürünün başka bedenlerini kabine çağırabilmekte veya sosyal medya bağlantısıyla anlık olarak yakın çevrelerinin fikirlerini almaya imkan sağlayabilmektedir.

Kişiselleştirilmiş reklamlar

Yüz tanıma teknolojisi 5G'nin daha hassas konum bilgisi sağlayabilme özelliğiyle kullanılarak müşterilere mağaza içindeki veya alışveriş merkezlerindeki konumlarına göre kişiselleştirilmiş reklam ve bildirimler sunulabilmektedir.



Müşteri profil analizi

Kitle davranış takibi

Mağazalarda artan sensör kullanımıyla davranışlar ve deneyimler hakkında veri bazlı içgörü elde etmek, bulut tabanlı ve gerçek zamanlı analizlerle içgörü üretmek ve bunları kullanmak mümkün kılınmaktadır. Bu içgörülere göre müşteri kitleleri için özelleştirilmiş raf düzenleri, hizmetler ve stoklar için güçlü tahminlemelerle mağazalar kişilere özgü işleyen tesisler haline alabilmektedir.



Gelişmiş tedarik zinciri takibi

Tedarik zinciri takibi

Mağazalarda satılmak üzere tedarik edilen ürünlerin üretim ve dağıtım aşamalarında 5G'nin yoğun makine tipi iletişimi hizmetiyle uyumlu sensörler kullanıldığında ürünlerin tedarik zincirindeki durakları, ürün ve hammaddelerin orijin bilgileri elde edilebilmektedir. Bu şekilde özellikle çabuk bozulan veya limitli raf ömrüne sahip ürünler için tedarik, nakliye ve depolama süreçlerinin hesap verebilirliği artırılarak zaman ve maliyet tasarrufu sağlanabilir. Buna ek olarak satın alınan bir yiyeceğin nerede yetiştirildiği, hangi kanallarla mağazaya ulaştığı bilgileri de müşterilere erişilebilir kılınmaktadır.

Verimli lojistik ve üretim

Online ve mağazalardaki satışların performansı lojistik ve tedarik zinciriyle yakından ilişkilidir. 5G teknolojileri artan otomasyon ile üretim tesislerini daha verimli hale getirmekte; makinelerin, stokların anlık takibini ve otonom araçların yüksek güvenlikle çalışmasını sağlamakta, rota optimizasyonlarıyla teslimat sürelerini düşürmektedir. Tüm bu etkilerle 5G teknolojilerinin ürün maliyetlerini azaltırken perakende satışlarını da artırması beklenmektedir.



Depo yönetimi

Stok takibi

5G teknolojileri ile mağazalar stokları hakkında gerçek zamanlı bilgiye sahibi olabilmekte; yoğun sayıda 5G bağlantılı sensörler, bilgisayar destekli video tanıma sistemleriyle stoklarını daha etkin şekilde takip edebilir hale gelebilmekte ve mağaza içinde veya depolarda dolaşan robotlarla stok ikmali yapabilmektedirler.

Ortam güvenliği

5G uyumlu uzaktan kontrol edilebilen drone'lar veya yoğun sensörler ile mağaza veya depoların nem ve sıcaklık ölçümü gibi kontrolleri yapılabilmektedir.

Silk City, Hangzhou, Çin

Sanal aynalar

Hangzhou bölgesindeki 600'den fazla mağazayı içeren, ipek pazarında kurulan 5G bağlantılı sanal ayna ile müşterilere sanal kıyafet deneme imkanı sunulmaktadır.

Alışveriş deneyimini artırmak için bir alışveriş mağazasında 5G bağlantılı artırılmış gerçeklik aynaları müşterilerin kullanımına açılmıştır. Bir dakikadan az sürede beş kıyafeti üzerinde deneyebilen müşteriler aynı zamanda ürünün renk seçeneklerini de anlık olarak görebilmekte ve renk karşılaştırması yapabilmektedir. Bunlara ek olarak müşterilere kıyafetleri üzerindeyken çanta, şapka gibi çeşitli aksesuarlarla kombinler yapabilme imkanı sunulmaktadır. Sanal kıyafetler müşterilerin hareketlerine de uyumlu şekilde görüntü sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde müşteriler stoklarda kalmamış ürünleri de deneyerek siparişlerini oluşturmaktadır ve mağazalar satış kaybının önüne geçmektedirler. 5G'nin yüksek bant genişliği ve düşük gecikmeli bağlantısı sayesinde ayna karşısındaki görüntünün buluta aktarılması, işlenip tekrar aynaya aktarılması gerçek zamanlı gerçekleşerek bu kullanımı mümkün kılmaktadır.

Kaynak: Huawei (2019B)

**JD e-ticaret,
Beijing, Çin**

E-ticaret şirketinin 5G bağlantılı akıllı deposunda tüm operasyonlar ve izleme işlemleri uçtan uca 5G bağlantısı ile sağlanmaktadır

Akıllı araç yükleme

Geleneksel yöntemlerde sürücülerin sahaya girişi, yükleyeceği veya boşaltacağı alanı bulması ve bunların planlama süreci birçok manuel müdahaleyi gerektirmektedir. 5G ile dijitalleşen depoda yükleme yapılacak olan kamyonlar alana giriş yaparken tanımlanarak akıllı planlama sistemi sayesinde ürün alacakları yükleme birimlerine atanmaktadırlar. Atama sonrası bağlantılı kamyonlardaki sistem, sürücülerini bu birimlere yönlendirmektedir. Dolu ve boş kamyonların dolum işlemlerinin gerçek zamanlı takibi ve uçtan uca optimize şekilde çalışması nesnelerin interneti ve yapay zeka teknolojilerinin 5G bağlantısıyla sahadaki operasyonlardan ve hareketli araçlardan gerçek zamanlı ve kesintisiz olarak edindiği ve işlediği veriyle mümkün olmaktadır.

**İzleme ve takip
sistemi**

Yüksek bant genişliği, nesnelerin interneti teknolojisinin etkili kullanımını sağlayarak çalışanların ve akıllı makinelerin anlık iletişim kurmasını ve saha operasyonlarının bütüncül şekilde takip edilmesini mümkün kılmaktadır. Akıllı depodaki 5G altyapısı ile forkliftler ve paletlerin konumları, 10 cm'ye kadar ulaşan hassasiyetle anlık olarak izlenebilmekte, forklift veya paletlerde bir problemle karşılaşılması halinde anında müdahale edilebilmektedir.

Kaynak: JD (2020B), JD (2019), JD (2020C), JD (2020A)



Ulaşım ve lojistik

Ulaşım ve lojistik sektörüne yapılan önemli yatırımlar iç ve dış ticaret altyapısını oluşturarak ekonomik faaliyetlere katkıda bulunmaktadır

- Ulaşım ve lojistik sektörü Türkiye GSYH'sinin yaklaşık %8'ini oluşturmaktadır.
- Sektör son 5 yılda reel olarak %5 büyümüştür.
- 1,3 milyon kişiyi istihdam eden sektör, toplam istihdamın %5'ini oluşturmaktadır.
- Sektörün dış ticaret için stratejik önemi bulunmaktadır. 2020 yılı dış ticaretinin ağırlık bazında %90'ı denizyolu taşımacılığı ile yapılmaktayken yurt içi yolcu ve yük taşımacılığında en çok karayolu tercih edilmektedir.
- Taşımacılık sektörünün uluslararası hizmet ihracatı içindeki payı pandemi öncesinde %72 seviyelerindeyken 2020'de %65'e gerilese de lider konumunu korumuştur.

5G ulaşım ve lojistik sektörünü uzun dönemde nasıl etkileyecek?

Büyüyen tüketim ihtiyaçlarına hizmet etmek amacıyla gelişen ve globalleşen tedarik zincirleriyle birlikte ürün akışını sağlayan kritik lojistik süreçleri de uluslararası, çok modlu ve kompleks hale dönüşmektedir. Ürün akışlarında yaşanabilecek gecikmeler bütün zinciri uçtan uca etkileyerek zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır. Global ölçekte faaliyet gösteren lojistik operasyonları süreç içerisinde olumsuz dış etkilere açık hale geldiği için süreçlerin 5G teknolojisiyle izlenebilirliği ve tahmin edilebilirliği, optimizasyonunun ve etkili yönetiminin artması önemli ekonomik faydaları beraberinde getirmektedir.

Yük taşımacılığının yanı sıra insanların gün geçtikçe artan mobilite ihtiyacıyla birlikte yoğunlaşan havayolu trafiği ve gelişen nüfusla büyüyen şehirler ve karmaşıklaşan trafik altyapıları zaman içindeki payını artırmaktadır. Hata toleransı az olan ulaşım planlamalarında meydana gelen öngörülemez aksamalar zincirleme olarak önemli zaman kayıplarına neden olmaktadır. Zamanın para değeri düşünüldüğünde ulaşım sistemlerinin verimli çalışmasının yanı sıra yolcuların deneyimlerinin iyileştirilmesiyle de pek çok süreç kısaltılabilmektedir. Öte yandan yeni dönemde araçların otonom hale gelmesiyle ulaşımın güvenlik ve yönetilebilirlik açısından farklı bir seviyeye taşınması beklenmektedir. 5G teknolojisinin tüm bu gelişmeler için gerekli altyapıyı ve bağlantıyı sağlayarak öngörülen faydayı sağlaması beklenmektedir.

Sektörlere göre 5G ilişkili satış artışları



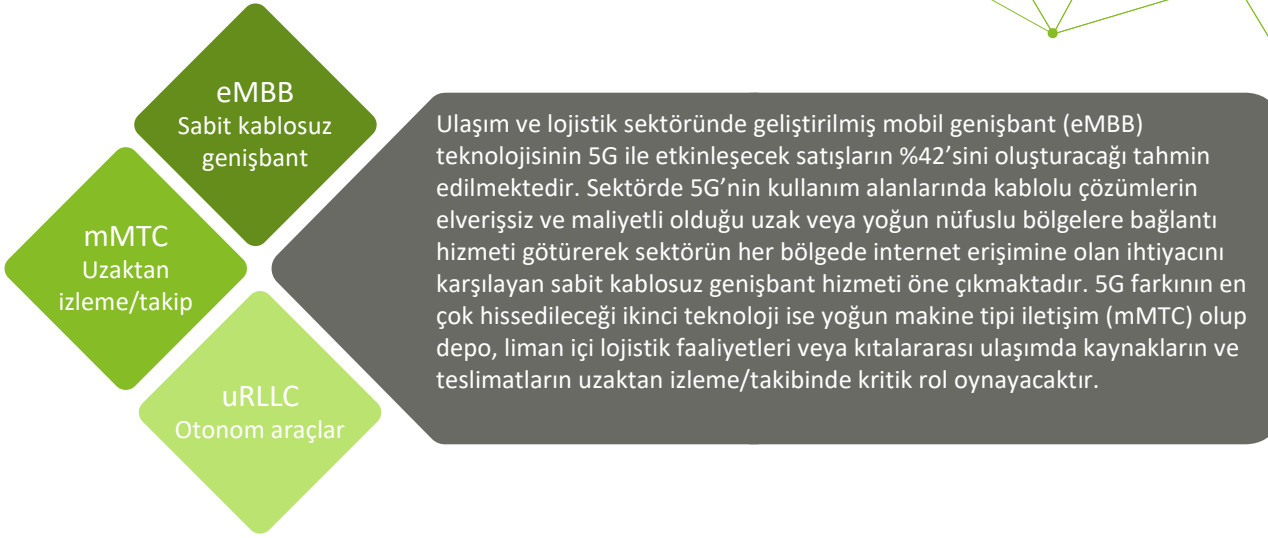
₺66 milyar

2035'e kadar 5G'nin sektörde etkinleştireceği satışlar

%4,2

5G'nin sektör satışlarını artırıcı etkisi

5G teknolojisi kullanımıyla tedarik zincirleri içerisindeki lojistik süreçlerinin optimize şekilde yönetilmesi ve izlenebilirliğinin artması; ulaşım sistemlerindeki hataların ve zaman kayıplarının önlenmesi, güvenli mobilitenin sağlanmasıyla ülkede sektörde gerçekleşen satışlarda önemli artışlar beklenmektedir.



Bağlantılı akıllı cihazların, takip sensörlerinin ve otonom araçların sayısının artmasıyla mobil ağların mevcut spektrumlarla bu kapasiteleri yönetmesi gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Öte yandan sektörlerin riskleri azaltmak için süreçlerine yönelik veriye dayalı tahminleme modellerini yoğun olarak kullanmaya başlaması büyük ölçekli verileri gerektiğinde anlık toplayabilme ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. 5G'nin önceki teknolojilere göre daha fazla cihazdan daha yüksek hızda veriyi toplayabilme kapasitesi ile lojistik sektöründe de süreçlere önemli faydalar sağlaması beklenmektedir (DHL, 2020).

Lojistik sektörde potansiyel 5G uygulamaları

	Kullanım alanı	Potansiyel Faydalar		
		Zaman/maliyet tasarrufu	Şeffaf tedarik zinciri	Güvenlik
Filo yönetimi	Yük araçlarının takibi			
	Konvoy oluşturma			
	Otonom yük araçları			
	Uzaktan tamir			
Teslimat süreci	Nakliye takibi			
	Nakliye güvenliği			
	Son teslimat etabı			
Akıllı depo	Stok takibi			
	Depo yönetimi			
Akıllı liman	Vinçlerin uzaktan kontrolü			
	Otonom saha araçları			
	Liman yönetimi			

Kaynak: Forbes (2021A), DHL (2020), Blume Global (2020), Deloitte analizi

Özellikle otonom yolcu taşıtları gibi sektörün geleceğinin kökten değiştiği noktada araçların çevreleriyle yoğun haberleşme ihtiyacı ve gecikmeye toleransız yapısı 5G teknolojisini vazgeçilmez kılmaktadır. Bunun yanında havaalanları gibi birbirini izleyen çok sayıda operasyonun sorunsuz ve aksamadan işlemesinin ve zamanlamanın kritik olduğu yolcu terminallerinde 5G önemli faydalar sağlayabilmektedir.

Ulaşım sektöründe potansiyel 5G uygulamaları

	Kullanım alanı	Potansiyel faydalar		
		Zaman/maliyet tasarrufu	Operasyonel mükemmellik	Güvenlik
Akıllı trafik	Otonom yolcu taşıtları			
	Trafik yönetimi			
Akıllı havalimanı	Yolcu görevlerinin kolaylaşması			
	Problem tespiti			
	Otonom saha araçları			
	Saha araçları takibi ve yönetimi			
	Drone ile denetim			
	Kestirimci bakım			
	Uzaktan bakım			

Kaynak: DHL (2020), Capgemini (2021), Carriotech Telecommunications (2017), Huawei (2019A), Inbound Logistics (2019), Deloitte

5G yetkinlikleri lojistik alanında filoların yönetimi, önemli hacimde yük akışının yaşandığı limanlar ve akıllı depolama süreçlerine önemli zaman ve maliyet kazançları sağlayan kullanım alanları oluşturmaktadır. Öte yandan 5G kullanım alanları sayesinde tedarik zincirlerinin izlenebilirliği ve bu sayede tahmin edilebilirliği artarak riskler azaltılabilmektedir.



Gelişmiş lojistik uygulamaları

Yük araçlarının takibi

5G bağlantısı lojistik şirketlerine filo yönetiminde önem arz eden sürücü davranışı, rota ve yakıt verimliliğine yönelik verileri kontrol merkezinden anlık olarak takip edebilme imkanı sunmaktadır. Araçlara yerleştirilen akıllı sensörler ve bilgisayarlar ile konum, hız, yakıt tüketimi, aracın sağlığı veya parçalarının durumu ile ilgili veriler merkeze olan uzaklıktan bağımsız olarak kesintisiz şekilde toplanıp analiz edilebilir ve izlenebilir hale gelmektedir.

Konvoy oluşturma

5G teknolojisi aynı filoya ait yük taşıyan araçların otobanlarda aralarında sabit bir aralığı koruyacak şekilde konvoy halinde güvenli şekilde hareket etmelerini sağlamaktadır. 5G bağlantısı araçların çevrelerindeki her şey (V2X) ile arasındaki iletişimi düşük gecikmeyle sağlayabilmektedir. Bu sayede koordineli ve birbirlerine yakın şekilde hareket edebilen araçlar uzun mesafeleri daha az savrulma riski ve konvoy hareketinden kaynaklı daha az yakıt tüketimiyle katedebilmektedirler.

Otonom yük araçları

Karar verme süreçlerinde milisaniyelik gecikmelerin dahi kritik önem arz ettiği otonom araçların kullanımında 5G önceki jenerasyona göre 50 kat daha iyi performans göstererek anahtar rol oynamaktadır. Otonom yük araçları sürecin insana bağıllığından kaynaklanan günlük seyahat limitlerini ortadan kaldırarak aralıksız çalışabilme özellikleriyle teslimat sürelerinin ve maliyetlerin azalmasını sağlayacaktır. Tam kapasite çalışabilen, çevreleriyle sürekli iletişim halinde olan otonom tırlar sürücü hatalarını ortadan kaldırarak teslimat ve trafik güvenliğini de artıracaktır.

Uzaktan tamir

5G teknolojisi artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerini destekleyerek yolculuk sırasında araçlarda meydana gelebilecek arızalarda sürücülere uzmanlar tarafından teknik destek verilmesini sağlayabilmektedir. Direkt müdahalenin zaman alacağı zorlu arazi ve şartlarda sürücüler AR/VR gözlükleri veya başlıklarıyla yüksek kaliteli ve hızlı görüntü aktarımı sayesinde uzmanlardan yönlendirme alabilmektedirler. Bu şekilde araçların duruş süresi azalmakta ve sürücülerin güvenliği sağlanmaktadır.

Nakliye takibi

Tedarik edilen ürünlere, paletlere veya konteynerlere takılan portatif internet bağlantılı takip cihazlarıyla nakliyatın konumu, sıcaklığı, nem, ışık derecesi gibi önemli bilgiler mobil şebeke üzerinden takip edilebilir hale gelmektedir. Akıllı etiketleme teknolojisiyle lojistik şirketleri teslimatları hakkında sürekli bilgi aktarımı sağlayarak tedarik zincirinin şeffaflığını artırmakta ve teslimat rotasını sürekli olarak optimize edebilmektedir. 5G teknolojisi yüksek mobil trafiğe sahip bölgelerde veya kırsal arazilerde de takibi kesintisiz olarak mümkün kılmaktadır. Bu şekilde teslimatın gecikmesi, ürünün yolda zarar görmüş olması gibi problemler gecikme olmadan alıcıya iletilebilmekte ve alıcının gerekli planlamaları önden yaparak zararını en aza indirmesi sağlanmaktadır.

Nakliye güvenliği

5G ile internet bağlantılı elektronik kilitler ise özellikle uluslararası nakliyatlarda hırsızlık risklerini, ürün üzerinde onaysız değişiklik girişimlerini ulaşım esnasında gerçek zamanlı olarak raporlayabilmektedir.

Son teslimat etabı

Lojistik sürecinin dağıtım merkezleri ve son kullanıcı arasında kalan son adımında 5G teknolojisi drone'lar ile teslimatı destekleyerek iş yükünün önemli kısmını oluşturan bu sürecin hızını ve verimliliğini artırmaktadır. Uzaktan kontrol edilebilen veya otonom olarak çalışabilen drone'lar 5G'nin desteklediği sensörleri ve iletişim becerileri sayesinde son kullanıcıya ürün teslimatı yapabileceklerdir. Drone'lar



Filo yönetimi



Teslimat süreci



Akıllı depo

bulutta işlem gören yapay zeka algoritmalarıyla anlık iletişim kurarak bir sonraki teslimata veya şarj istasyonuna girme kararlarını verebileceklerdir.

Stok takibi

Nesnelerin internetinin ürün bazında kullanılmasıyla depolardaki stok miktarları ve konumları gerçek zamanlı ve hassas şekilde takip edilebilmekte ve stoklar daha etkin yönetilebilmektedir. Siparişlerin kaçması, ürünü bulamama ve stokların zamanında yenilenememesi, ürün eksikliğinden dolayı üretimin durması gibi verimsizlik ve maliyetler ortadan kalkabilmektedir.

Depo yönetimi

Otonom olarak çalışan veya uzaktan kontrol edilebilen palet, forklift ve robotlarla depo içindeki yoğun ürün trafiğini yönetebilmek ve optimize edebilmek için 5G; tüm araçların birbirleriyle, çevreleriyle ve trafik optimizasyon algoritmasının çalıştığı merkez ile arasındaki kesintisiz iletişimi çok düşük gecikmeler ile sağlayabilmektedir. Zaman ve maliyet tasarrufunun yanında insansız hale gelen akıllı depolar iş güvenliğini de en üst seviyeye çıkarmaktadır.

**Gelişmiş liman operasyonları****Vinçlerin uzaktan kontrolü**

Limanlarda vinç operatörlerinin yüksek ve zor şartlar içeren kabinlerde çalışmaları hata ve kazalara açık bir ortam oluştururken 24 saat kesintisiz devam eden operasyonların sürekli rotasyon gerektirmesiyle çok sayıda operatör ihtiyacını da doğurmaktadır. Vinçlere yerleştirilen kameralar ve programlanabilir akıllı kontrol cihazlarıyla operatörler kontrol merkezlerinden aynı anda 3 – 6 vinci kontrol edebilmektedirler. Liman sahasında aynı anda çalışan çok sayıda vince yerleştirilen kameralar yüksek çözünürlükteki görüntüleri aktarmak için yüksek bant genişliğine, kontrol cihazları ise merkezden verilen komutları uygulayabilmek için düşük gecikmeli iletişime ihtiyaç duymakta ve bu şartlar 5G teknolojisinin yetkinlikleriyle mümkün olmaktadır.



Akıllı liman

Otonom saha araçları

5G yüksek bant genişliği ile mevcut durumda açık alanda otomatik olarak hareket eden ve yük taşıyan araçların sayılarının artmasını, bu araçların görüntü işleme teknolojileriyle çevredeki etmenlere karşı duyarlı hale gelmesini ve rotalarını optimize edebilmelerini sağlamaktadır. Bunun yanında 5G otonom hareket eden yük tırlarının yükleme alanına gidişini, saha içinde insanlar veya diğer araçlarla uyumlu ve güvenli hareket edebilmesini de düşük gecikmeli iletişimi sayesinde sağlayabilmektedir.

Liman yönetimi

Konteyner ve içindeki ürünlere yerleştirilmiş sensörlerle kargoların giriş, çıkış işlemleri ve saha içindeki konum takipleri, kargonun alıcılarına anlık durum bildirimleri, vinçlerdeki kameralar ve yapay zeka ile konteyner kodlarının tespiti ve otomatik kaydı, vinç operatörlerinin yüz ifadeleri ve şüpheli fiziksel durumlarının görüntü işleme ile takibi sonucu güvenliklerini tehlikeye atabilecek durumlarda müdahale edilmesi, araçların plakaları, sürücüleri ve kargoyu otomatik tanımlaması, akıllı insansız hava araçları ve robotlarla sahada denetim yapılması gibi birçok operasyonel ve idari işlemlerde 5G teknolojisi yüksek bant genişliği ve düşük gecikmeli bağlantısıyla kilometrelerce büyüklükte alanlara yayılmış limanların verimli ve aksamadan işlemesine yardımcı olabilmektedir.



Akıllı havalimanı



Müşteri deneyimi

Yolcu görevlerinin kolaylaşması

Kimlik, pasaport ve güvenlik kontrolü, uçak kaydı ve valiz teslimi gibi zaman alan işlemlerde yüz tanıma teknolojisiyle yolcu bilgilerinin gerekli sistemlere aktarılması, hololensleri kullanan personellerin yolcuların uçuş detaylarına erişerek yönlendirmelerde bulunması önemli zaman kazançları sağlayacaktır. Akıllı robotlar yolcuları kendi dillerinde yönlendirebilirken yolcular uygulama üzerinden bagajlarındaki sensörlerle konumlarını gerçek zamanlı takip edebileceklerdir.

Problem tespiti

Yapay zeka ile destekli bilgisayar görüşü sayesinde havaalanı HD kameralar tarafından sürekli taranarak bagaj kayıpları durumunda ekiplerin anında uyarılması, geç kalan yolcuların tespiti ve terminallere yönlendirilmesi, kalan el bagajı kapasitesinin tahmini ve çalışanların bu yönde bilgilendirilmesi gibi konularda 5G ağı yapay zeka algoritmalarını hızlı şekilde büyük miktarda veriyle besleyerek katkı sağlayacaktır.



Saha yönetimi

Otonom saha araçları

Geniş havalimanı sahalarında bagaj ve yolcu taşıma, yakıt, su ve yiyecek ikmali, pist temizleme, yolcu indirme ve bindirme gibi işlemler 5G ağına bağlı mevcut saha araçlarının uzaktan kontrolü veya otonom araçlarla daha hızlı, güvenli ve dinamik optimum rota hesabı ile yapılarak operasyonel süreçlere önemli katkılarda bulunacaktır.

Saha araçları takibi ve yönetimi

Sahadaki araçlardan sürekli olarak konum ve görev bilgisinin yüksek hassasiyetle ve gecikme olmadan alınabiliyor olması yönetim merkezlerindeki kontrolü önemli ölçüde artırarak süreçlerin önceliklendirilmesi, yeniden planlanması ve görev atamalarının yapılmasını kolaylaştıracaktır.

Drone ile denetim

5G ağına bağlı çalışan insansız hava araçlarıyla geniş alanlardaki kör noktalara erişim, denetleme, uzak mesafedeki acil durum senaryolarında hızlı durum tespiti yüksek kaliteli ve kesintisiz görüntü aktarımıyla yapılabilmektedir.



Bakım

Kestirimci bakım

Saha operasyonlarında kullanılan araçların veya uçakların durumunun 5G ağına bağlı yoğun sensör kullanımı ile anlık olarak takip edilmesiyle arıza, duruş veya plansız bakım gereksinimleri gibi tüm organizasyona zarar verebilecek durumlar önlenmektedir. Ağa bağlanan cihaz sayısı arttıkça daha fazla parametre izlenebilir hale gelerek verilerin hassas ve güvenli şekilde toplanması ve yapay zeka algoritmalarını beslemesi sağlanmaktadır. Bu şekilde düzeltici ve periyodik bakımların yerini kestirimci bakım uygulamaları olarak maliyet ve zaman açısından kazançlar sağlanmaktadır.

Uzaktan bakım

5G teknolojileri, yüksek uzmanlık gerektiren bakım ve tamir uygulamalarının uzaktan gerçekleştirilmesini mümkün kılmakta; artırılmış gerçeklik, yüksek çözünürlüklü görüntü ve video verilerinin kesintisiz ve ultra hızlı transferini etkinleştirerek uzmanların problemi 3 boyutlu inceleyip analiz edebilmesini sağlamaktadır. Bu şekilde uzmanlar yönlendirmelerini sahadaki teknisyenlere aktararak araçların duruş sürelerini önemli ölçüde azaltabilmektedirler.



Gelişmiş trafik sistemleri

Otonom yolcu taşıtları

Yolcu taşıyan otonom araçlar hareket halindeyken trafikteki diğer araçlar ve canlı varlıklarla iletişim haline olmaya, sensörler sayesinde çevrelerini sürekli olarak izlemeye ihtiyaç duymaktadır. Çevreden devamlı alınan büyük boyuttaki verilerin işlenmesi için veri merkezine veya buluta gönderilmesi, veri merkezinde algoritmaların verdiği kararın ise tekrar araca aktarılması gibi araç dışındaki bu iletişim süreçlerinin araçlar, binalar ve engellerle çevrili ortamda hareket halindeyken milisaniyeler içinde gerçekleşme gerekliliği 5G teknolojisini otonom taşıtlar için bir şart haline getirmektedir.



Akıllı trafik

Trafik yönetimi

Trafikteki araçların birbirleri ve çevresindeki etmenler dışında trafik altyapısıyla da iletişim halinde olarak hız, yakıt tüketimi, sürücü davranışları gibi verileri 5G sayesinde gerçek zamanlı şekilde trafik yönetim sistemiyle de paylaşabilmektedirler. Trafik lambalarının yoğunluğa göre optimize edilmesi, rota ve hatların optimizasyonu, araçların trafik yönergeleriyle iletişim halinde daha doğru hızlanma ve yavaşlama kararları vermesini sağlayabilmektedir. Yaklaşan aracın hızına ve büyüklüğüne göre emisyonu optimize eden trafik lambaları, trafiğin işleyişine göre yakıt tüketimini optimize eden sürüş kararlarının çevreye de önemli katkıları olması beklenmektedir. Öte yandan yol çalışmaları ve kazalar hakkında yaklaşan sürücülere gerçek zamanlı bildirim yapılabilen, acil durum araçlarının hızlı ulaşımı için trafik lambaları ve diğer araçlar yönlendirilebilmektedir.

Livorno Limanı, Livorno, İtalya

Lojistik görevlerin gerçek zamanlı optimizasyonu

5G şebekesi 2500 m²'lik konteyner alanında cihazların, araçların ve yüklerin iletişimini sağlayabilmek için hizmet vermektedir.

Konteyner terminal alanına yerleştirilen 3 boyutlu lazer tarayıcılar, ışık ve karanlıktan etkilenmeyen yüksek çözünürlüklü kameralar, akıllı sensörler ve hareket eden araçlardan 5G bağlantısı sayesinde büyük boyutlarda veri sürekli olarak buluta aktarılmaktadır. Bu verileri işleyen yapay zekaya dayalı ana operasyon kontrol sistemi gerçek zamanlı veri akışıyla liman içerisindeki operasyonel kararları vererek ve lojistik görevlerinin sıralamasını oluşturarak optimize edilmiş görevleri çalışanların kullandıkları cihazlara göndermektedir.

Yük kabulü ve depolama

Limana gelen yüklerin tanımlanma ve kabul edilme süreçleri otomatik olarak yapılmaktadır. Yüklerin 3 boyutlu tarama ile boyutları çıkarılmakta, diğer karar kurallarına göre ise optimizasyon algoritmaları, görüntü işleme ve yapay zekanın ortak kullanımıyla optimum depolama konumu belirlenmektedir.

Dijital ikiz ve sanal gerçeklikle depo kontrolü

Sahadaki çok sayıda araç ve görüntüleme cihazlarından elde edilen verilerle limanın dijital ikizi elde edilmektedir. Operatörler sanal gerçeklik başlıklarını takarak dijital ikizi çıkarılmış konteyner ve yük depolama sahasını sanal olarak ziyaret edebilmekte, forkliftlerin depo alanındaki hareketlerini gerçek zamanlı gözlemleyebilmektedir. İstendiği takdirde konteynerler hakkında içerik, boyut, ağırlık gibi bilgilere sanal not panosu şeklinde erişilmekte ve bu şekilde deponun uzaktan takibi yapılabilmektedir.

Artırılmış gerçeklikle navigasyon

Sürüş sırasında artırılmış gerçeklik başlıkları veya tabletleri kullanan forklift sürücüleri görsel işaretler ve yönlendirmeler ile kendilerine atanan bir sonraki konteyneri nereden alacağı, aldığı yükü depolama sahasında yerleştirmesi gereken yerin konumu veya vinçlerin önüne getirmesi gereken yükün konumu hakkında bilgilendirilmektedirler. Yük ve araç hareketlerinin hassas konum takibi ve optimum yerleştirme düzeni için arka planda gerekli olan düşük gecikmeli büyük veri transferleri için 5G teknolojisi kullanılmaktadır.

Projenin ilerleyen
aşamalarında beklenen
çıktılar:

Vinçlerin uzaktan kontrol
edilmesiyle,



%20 – %25

Verimlilik artışı

Optimize süreçler sayesinde
saha içerisinde gereksiz
mobilitenin azalmasıyla,



%8,2

Konteyner terminali başına
CO₂ salımında azalma

Araç – altyapı iş birliği projesi,**Xiamen, Çin**

Xiamen şehrinde 60 km'lik hatta toplu taşıma otobüslerinin ve trafik altyapısı ilişkisinin 5G bağlantılı yönetildiği uygulama; zaman, maliyet ve çevre açısından önemli kazançlar sunmaktadır.

Minimum kaza riski

Maliyetli ve kurulumu daha zor olan kablolu bağlantı yerine kavşaklara 5G bağlantılı yerleştirilen lazer radarları, HD kameralar ve uç nokta bilişim sunucuları; 360° tarama ile çevredeki yayalar, motorlu araçlar, motorsuz araçlar ve diğer unsurları kör nokta olmadan tespit edebilmektedir. Bu şekilde aynı sisteme bağlantılı otobüslerin kaza riski en aza indirilmektedir.

Trafik lambası koordinasyonu

Kavşaklardaki kamera ve radarlardan gelen trafik verisiyle gerçek zamanlı beslenen buluttaki yapay zeka algoritmaları trafik ışıklarını mevcut yoğunluğa göre otobüslerin geçişini önceliklendirecek şekilde ayarlayarak toplu taşımanın verimliliğini artırabilmektedir. Bu yöntem ile otobüsle ortalama seyahat süresinin en az %15 oranında azaltılabileceği tahmin edilmektedir.

**%15**

Ortalama seyahat süresinde azalış

Akıllı hız stratejisi

Yol kenarlarında trafik altyapısına bağlı sensörler trafik hakkındaki verileri anlık olarak uç nokta bilişim sunucusuna göndererek geçmiş trafik verileri, sürücünün kullanım alışkanlıkları gibi kayıtları da dikkate alarak en doğru yavaşlama veya hızlanma stratejisini otobüs sürücülerine aktarabilmektedir. Bu şekilde ani hızlanma ve yavaşlama gereksinimleri önlenerek her 100 km'de yakıt tüketiminin %10 azaltılabileceği tahmin edilmektedir.

**%10**

Her 100 km'de yakıt tasarrufu

Güvenli ve hassas park

Uç nokta bilişim platformu çeşitli rota planlama ve algılama algoritmaları, yüksek hassasiyetli haritaları kullanarak otobüslere yapacağı yüksek miktarda veri transferiyle otobüslerin duraklara doğru şekilde girerek platform ile kaldırım arasındaki mesafeyi 10 cm'den az olacak şekilde park etmelerini sağlayabilmektedir. Bu şekilde yolcuların iniş ve biniş sırasındaki güvenliği artırılmaktadır.

Çarpışma önleme

Aynı hatta yolculuk yapan bağlantılı otobüsler birbirleriyle gerçek zamanlı olarak hız, konum ve diğer sürüş bilgilerini paylaşmakta ve art arda seyahat eden iki otobüs aralarındaki mesafeyi koruyacak şekilde hızlanma veya yavaşlama aksiyonlarını göstermekte, sürücülerini uyarabilmektedir.

Bilgi ve iletişim

Türkiye’de bilgi ve iletişim sektörü girişimcilik ekosisteminin de gelişmesiyle son yıllarda hızlı bir yükselişe geçmiştir

- Sektörün GSYH içindeki payı %3’e yaklaşmıştır.
- Sektör son 5 yılda reel olarak %53 büyümüştür.
- Sektörde 247 bin kişi istihdam edilirken bu rakam toplam istihdamın %1’ine denk gelmektedir.
- Sektör girişimcilik ekosisteminden beslenmektedir. Toplam yatırımları 177 milyon USD’yi geçen, 6 unicorn çıkaran ekosistemde; oyun, yapay zeka ve veri analitiği gibi alanlarda artan girişim sayıları dikkat çekmektedir.

5G bilgi ve iletişim sektörünü uzun dönemde nasıl etkileyecek?

5G altyapısı bir iletişim teknolojileri bütünüdür ve önemli etkilerinden biri mobil internet kullanıcılarına olacaktır. 5G bağlantıları yaygınlaştığında kullanıcılar yüksek hızlı düşük gecikme süreli internete ulaşacak, mobil işlemlerini hızla gerçekleştirebileceklerdir. Hızlı bağlantı ve düşük gecikme süreleri medya ve eğlence sektörünü de derinden etkileyerek video indirme ve yükleme, görüntü kalitesi, çoklu kişi video görüşmeleri gibi 4G ile yüksek kalitede verilemeyen hizmetleri iyileştirecek, artırılmış/sanal gerçeklik gibi teknolojilerin kullanımını yaygınlaştıracaktır.

Sektörlere göre 5G ilişkili satış artışları



₺49 milyar

2035’e kadar 5G’nin sektörde etkinleştireceği satışlar

%9,9

5G’nin sektör satışlarını artırıcı etkisi

Bilgi ve iletişim sektörü 5G altyapısının sağlayıcısı olduğundan hem kullanıcıların bağlantılarından hem de üretim, perakende, ulaşım ve enerji gibi farklı sektörlerde 5G’nin kullanımından sorumlu olacaktır. Böylelikle 5G’nin sektörel satışlara etkisinin sektörün çıktısına oranla en çok bilgi ve iletişim sektöründe olacağı öngörülmektedir.



Bilgi ve iletişim sektöründe 5G'nin önceki nesil bağlantılara göre avantajının en çok hissedileceği teknolojinin geliştirilmiş mobil genişbant (eMBB) olması beklenmektedir. 5G'nin bilgi ve iletişim sektöründeki etkisinin %49'unu oluşturması beklenen eMBB teknolojisi kullanım alanlarından AR/VR, sabit kablosuz genişbant ve mobil bilgi işlemin genişletilmesi öne çıkmaktadır. 5G'nin farkını en çok hissettireceği ikinci teknolojinin ise yoğun makine tipi iletişim olması beklenmektedir.

Bilgi ve iletişim sektöründe özellikle geliştirilmiş mobil genişbant ve ultra güvenilir düşük gecikmeli iletişim teknolojileriyle kullanıcılara yüksek kapasiteli düşük gecikmeli internet sunulmakta, yeni potansiyel kullanım alanları da ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, sektör özelinde 5G'nin yüksek hız, yüksek görüntü kalitesi, düşük gecikme süresi sağlaması ve tüketicilere yeni nesil medya deneyimleri sunması beklenmektedir.

Bilgi ve iletişim sektöründe potansiyel 5G uygulamaları

Kullanım alanı		Yüksek kaliteli internet	Artan internet erişimi	İyileşen müşteri deneyimi
İletişim altyapısı	Hızlı ve düşük gecikme süreli internet			
	Uzaktan çalışma			
	Kırsal bölgelerde bağlantı			
Gerçeğe yakın oyun deneyimi	Bulut oyun			
	Artırılmış/sanal gerçeklikli oyun			
	Giyilebilir cihazlar			
	Üç boyutlu holografik görüntüler			
Video/müzik yayınları	Bağlantılı mekan deneyimleri			
	Uzaktan prodüksiyon ve yayın			
	Genişbant televizyon yayınları			
	Araba içi eğlence			
	Yeni reklam fırsatları			

Kaynak: BTK (2018A), BTK (2018B), Intel (2018) ve Deloitte analizi



İletişim altyapısı



İyileştirilmiş kullanıcı deneyimi

Hızlı ve düşük gecikme süreli internet

5G, geliştirilmiş mobil genişbant ve düşük gecikme süreleriyle kullanıcılara günlük hayatlarında her yerden kesintisiz ve hızlı internet vadetmektedir. Düşük gecikme süreleri ve artan hız ile çoklu video görüşmeleri, içerik görüntüleme ve birden fazla uygulamanın aynı anda kullanılması gibi performans sorunu yaşanan mobil deneyimler iyileştirilecek, artırılmış/sanal gerçeklik uygulamaları yaygınlaşacaktır.

Uzaktan çalışma

Pandemiyle birlikte hayatımıza giren uzaktan çalışma yaygınlaşacak, fiziksel bir ortamda birlikte bulunmayı gerektiren işler uzaktan gerçekleştirilebilecektir. Örneğin, bir tasarım ekibi bir prototip üzerinde artırılmış/sanal gerçeklikle birlikte çalışabilecek, ürünü son haline getirebilecektir.



Genişletilen mobil altyapı

Kırsal bölgelerde bağlantı

5G altyapısı sabit kablosuz genişbant teknolojisiyle fiber kablo ile internet sağlamanın güç olduğu bölgelere internet bağlantısı sağlayabilecektir. Kırsal bölgelere altyapı sağlamanın maliyetine çözüm olarak bu bölgelere insansız hava araçlarıyla internet sağlama denemeleri de yapılmaktadır. 2020 yılında OECD ülkelerinde 100 kişi başına düşen mobil ağ aboneliği 117,5 iken, Türkiye’de 100 kişi başına düşen abonelik sayısı 78,7 olduğu düşünüldüğünde 5G’nin önemi artmaktadır.



Gerçeğe yakın oyun deneyimi



Cihaz bağımsız oyun deneyimi

Bulut oyun

Mobil teknolojiler daha önce iyi bir oyun deneyimi için ihtiyaç duyduğumuz konsollara ve sabit mekanlara olan bağımlılığı ortadan kaldırmaktadır. Daha önce konsolda gerçekleşen tüm grafik ve video işlemleri artık bulutta gerçekleşebilmekte, bulut sunucusuna erişebilen neredeyse tüm cihazlarda oyun oynanabilmektedir. Mevcut durumda sınırlı kullanılan bulut oyun deneyimi; ultra düşük gecikme süreleri ile hızlanacak, oyun komutlarının neredeyse gerçek zamanlı gerçekleşebilmesi sağlanacak, çoklu kullanıcı deneyimi iyileştirilecek ve her yerde optimal oyun koşulları sunulacaktır. GSMA’nın gerçekleştirdiği tüketici araştırmasına göre “gamer”ların 5G teknolojilerine geçme isteği ortalama bir akıllı telefon tüketicisinden %29 fazladır (GSMA, 2021A).



Karma gerçeklik

Artırılmış / sanal gerçeklikli oyun

Artırılmış ve sanal gerçeklikle oyunların içerisinde sanal objeler kullanılabilir, gerçeğe yakın görüntüler elde edilebilecektir. Intel’in araştırmasına göre artırılmış/sanal gerçeklikten elde edilen gelirin %90’ının oyun sektöründen gelmesi beklenmektedir.

Giyilebilir cihazlar

Giyilebilir cihazlarla hissedilebilir hale gelen oyun deneyimi oyun sektörü için önemli fırsatlar sunmaktadır. 5G’ye bağlı giyilebilir cihazlar, medya deneyimlerine yeni bir duyuşsal boyut kazandırabilecektir. Daha önce 4G teknolojilerinin sağlayamadığı ölçüde düşük gecikme süreleriyle iletişim kurulabilecek, çoklu oyuncu deneyimi sağlanabilecektir. Örneğin, ısı ve basınç özellikleri bir aksiyon oyununa entegre edilebilecek, oyunculara gerçeğe yakın bir deneyim yaşatılabilecektir.

Üç boyutlu holografik görüntüler

Volumetrik video ile hazırlanmış görüntülerle oyunculara üç boyutlu holografik bir deneyim sunulabilecektir. 5G teknolojileri üç boyutlu görüntüleri taşıyacak kapasiteyi ve görüntünün kalitesini iyileştirecek, düşük gecikme süresiyle görüntülerin iletilmesini sağlayabilecektir.

**Video/Müzik yayınları****Canlı yayınlar****Bağlantılı mekan deneyimleri**

5G ile konser, maç ve gösteriler gibi mekan deneyimleri; artırılmış bağlantı kapasitesiyle iyileştirilecek, izleyiciler için daha doyurucu bir deneyim sunulacaktır. Örneğin, 5G'nin sunacağı yüksek bant genişliği ve düşük gecikme süresi ile maç arasında izleyiciler artırılmış gerçeklikle sahada oyun oynuyormuş gibi bir deneyim yaşayabilecekler, konserlerde artırılmış gerçeklikle yayın yapılabilecek, arkalarda kalan seyircilerin deneyimleri iyileştirilebilecektir. Aynı zamanda artan bağlantılar ile izleyiciler hakkında daha çok bilgi edinilebilecek, veriye dayalı kararlar verilerek izleyicilere çeşitli hizmetler sunulabilecektir. Artan bağlantı kapasitesi ile kalabalığı kontrol etmek ve trafik akışını tahmin edip yönetmek kolaylaşacaktır.

Uzaktan prodüksiyon ve yayın

5G altyapısı artırdığı kapasite ve kapsama alanıyla canlı yayınların uzaktan prodüksiyonu ve yayınlanmasını yeni seviyelere ulaştırmaktadır. Pandemi ile birlikte önemi artan uzaktan yayınların popülaritesini artırması beklenmektedir. Haivision Broadcast IP Transformasyon Raporu'na göre yayın şirketlerinin %39'u uzaktan yayın teknolojisini kullanmakta, %46'sı ise uzaktan yayının medya sektörünün yeni teknolojisi olacağını belirtmektedir (Haivision, 2021). 5G teknolojisi uzaktan kamera kontrolünü artıracak, yayın süreçlerini hızlandıracak ve yayınların bulutta gerçekleşmesini sağlayacaktır. Bulut yardımıyla gerçekleşen yayınlarda altyapı maliyetleri, uydu ve işçi maliyetleri de azaltılabilecektir. Mobil izleyiciler için yüksek çözünürlüklü video, artırılmış /sanal gerçeklik teknolojileriyle canlı yayın mümkün olacaktır.

**Sabit yayınlar****Genişbant televizyon yayınları**

Artan ağ kapasitesi operatörlerin sabit genişbant kullanımını artıracaktır. Operatörler geliştirilmiş mobil altyapı teknolojileri ve sabit genişbant teknolojilerini kullanıcılara ortak bir altyapıdan sağlayabilecek, böylece video ve televizyon yayınları için daha düşük gecikmeli ve hızlı sabit genişbant altyapısının yaygınlaştırılması mümkün olacaktır.

Araba içi eğlence

5G teknolojileri sürüş deneyimlerini kökten değiştirecek potansiyele sahiptir. Özellikle araçların otonomlaşmasıyla sürücü ve yolcuların daha fazla boş zamanı olacak, daha fazla medya tüketebileceklerdir. Ağ kapasitesi ve düşük gecikme süresi yüksek hızlarda otomobil bağlantısını geliştirerek gecikmeyi ve durmayı azaltacaktır.

Yeni reklam fırsatları

5G'nin sağlayacağı altyapı ile dışarıda pano ile verilen reklamlardan hareket eden görüntüler ve video reklamları yaygınlaşacak, dijital ve sosyal medya ile reklam biçimleri artacaktır. Artırılmış/sanal gerçeklik ile reklam formatları oluşabilecektir. Aynı zamanda göz hareketlerinin takibi ve biometrik gibi uygulamalarla reklamların etki seviyesi gerçek zamanlı ölçülebilecektir.

**AR/VR ile bulut
oyun
Seul, Güney
Kore**

LG Uplus, Seul'da bulunan Yongsan'daki merkezinde dünyada ilk kez 5G ağına dayalı bulut oyun pazarına gireceğini duyurmuş, oyunlarına sanal gerçekliği de entegre ettiklerini açıklamıştır. Şirket, 5G tabanlı bulut oyun hizmetleri sunarken ürün içeriğini ve altyapısını genişletmek üzere evde golf simülasyonu sağlayan Kakao VX ve dünyadaki en büyük eğlence parkı olan Lotte World ile stratejik iş birliğine de girmiştir.

**%60**Gecikme süresindeki
düşüş**Bulut oyun**

Bulut oyunları bilgisayar, oyun konsolları veya kabloları bağlama ve cihazları kurma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Bulut sunucuları tarafından yayınlanan oyunlar 5G ağlarının kurulduğu her yerde yüksek kalite ile oynanabilecektir. LG Uplus bulut oyunları 4G ile 52,5 ms olan gecikme süresini 20,5 ms'ye düşürmekte, indirme hızını ise 69 Mbps'den 476,5 Mbps'ye çıkarmaktadır.

**%86**İndirme hızındaki
artış**Artırılmış/sanal
gerçeklik deneyimi**

Başa takılan ekran (Head mounted display - HMD) oyun konsollarının performansı VR oyun özellikleri nedeniyle önemli olsa da, 5G ağ tabanlı bulut servisleri ile cihazların performansından bağımsız olarak yüksek kaliteli içerikler yayınlanabilmektedir. LG Uplus, çevrim içi dijital oyun platformu Steam ile ortaklaşa olarak, yaklaşık 10 tür bilgisayar VR oyunu ve popüler VR konsol oyunu sunmaktadır. Lotte World ortaklığıyla LG Uplus müşterileri, Lotte World bünyesinde yayınlanan popüler içerikleri herhangi bir kısıtlama olmaksızın deneyimleyebileceklerdir.

Kaynak: Korea IT Times (2019)

Benzer bir kullanım örneğini Microsoft, Xbox oyunları için gerçekleştirmiştir. Microsoft'un Xbox'ını kullanmak için konsol gerektirmeyen bulut oyunu olan xCloud, web üzerinden PC'ler ve macOS bilgisayarların yanı sıra iPhone'lar ve iPad'ler de dahil olmak üzere iOS cihazlarının tamamında kullanılabilir. Nisan 2021'den bu yana yalnızca davetlilerin girebildiği bir beta döneminde olmakla birlikte Game Pass Ultimate aboneleri oyunlara doğrudan cihazlarından erişebilmektedir. Hizmet; ABD, Avustralya, Belçika, Brezilya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, Almanya ve Fransa gibi pek çok ülkede mevcuttur (SK Telecom, 2020).

Hindistan'da ise Airtel 5G test ağına ülkenin ilk bulut oyun demosunu gerçekleştirmiştir. Etkinlik, Hindistan'daki oyun ortamına ilişkin beklentileri artırmış ve her seviyeden oyuncunun sevdikleri çevrim içi oyunları üst düzey oyun konsollarına veya yazılımlara ihtiyaç duymadan oynayabileceğini kanıtlamıştır. Hindistan'ın iki profesyonel oyuncusu ile test edilen teknoloji, 3500 MHz yüksek kapasiteli bir spektrum bandına bağlı orta segment akıllı telefonlar ile denenmiştir. Airtel 5G test ağı, 1 Gbps'nin üzerinde indirme hızları ve 10 milisaniyelik gecikme süresi sunarak oyunculara 5G oyun performansını tanıtmıştır (Hindustan Times, 2022).

5G ile Bundesliga, Almanya

Canlı yayın

Bundesliga, Almanya'nın en iyi futbol ligi ve dünyanın en büyük 3. yerel ligidir. Sky ise önde gelen bir küresel yayıncıdır ve futbolun evde izlenme şeklini değiştirmesiyle bilinmektedir. Sky ve Bundesliga Almanya'daki maç deneyimini iyileştirmek üzere 5G altyapısını kullanarak iş birliğine gitmiştir.

2020'nin sonlarında Merkur Spiel Arena'da Fortuna Düsseldorf ile VFL Osnabrück arasında oynanan Bundesliga 2 maçının TV yayınının bir parçası olarak yeni 5G mobil standardının kullanımı test edilmiştir.

Denemede, kablosuz kameralardan canlı yayını doğrudan buluttaki sanal düzenleme stüdyosuna ve ardından herhangi bir sapma olmadan TV ekranına veya akıllı telefona yayınlamak için bir 5G ağı kullanılmıştır.

5G altyapısı canlı görüntülerin izleyici deneyimini iyileştirecek şekilde daha az gecikmeyle müşterilere gönderilmesini, prodüksiyon ekibinin ayrıca kurulum maliyetinden tasarruf etmesini, kabloya bağlı olmayan kameralarla daha esnek hareket edebilir ve daha önce erişilmesi zor olan yerlere ulaşabilir hale gelmesini sağlamıştır.

5G altyapısıyla uygulama

Sky Sport ve Vodafone, Almanya'da Bundesliga stadyumlarında canlı maçları izleyen taraftarlara gerçek zamanlı kamera açıları ve tekrarlar sunan 5G özellikli bir uygulamayı RB Leipzig ve Borussia Dortmund maçında kullanmıştır. İzleyicilere beş farklı kamera açısı sunulmuştur.

'5G Multiview' (5G çoklu aç) uygulamasının arkasındaki fikir, kalabalıktaki Sky Sport abonelerinin, yayıncının canlı yayınının tüm özelliklerine erişmeye devam ederken stadyum atmosferini soluyabilmeleridir.

Taraftarların maçı tribünlerde otururken akıllı telefondan izlemeleri mümkün olsa da, mevcut mobil teknolojiler bu kapasiteyi kaldıramamaktadır. On binlerce taraftar aynı anda yüksek kaliteli video izlediğinde, mevcut nesil mobil ağlar tıkanmakta ve geleneksel telekom mimarisiyle ilişkili yüksek gecikme seviyesi, oyun alanındaki aksiyonun arkasında akışların olduğu anlamına gelmektedir.

Sky ve Vodafone, ultra yüksek hızlar, devasa kapasite ve ultra düşük gecikme süresi sunan yüksek bant 26 GHz frekanslarıyla desteklenen 5G bağlantısını kullanarak bu sorunları çözmektedir.

5G bağlantılı set aydınlatması

Telia, TV2 Danimarka ve BB&S, film ve yayın aydınlatması için uzaktan prodüksiyon, gelişmiş verimlilik ve maliyet tasarrufu sağlayabilecek yeni bir çözüm üretmek için ortaklık kurmuştur.

Film prodüksiyonu ve TV stüdyoları için aydınlatma kurulumlarında, genelde yüzlerce lamba bağlanmakta ve üreticiler tarafından sahada dinamik olarak kontrol edilmektedir.

Mevcut çözümlerin yüksek gecikme süresi ve düşük güvenilirliği, set aydınlatmasının uzaktan ve kablosuz kontrolünü engellemektedir.

Telia, TV2 Danimarka ve BB&S 5G altyapısı kullanarak teknisyenlerin aydınlatmayı uzaktan kontrol etmesini sağlamış ve sette olma ihtiyacını ortadan kaldırmıştır.

5G kullanılarak, ışıklar uzaktan, gerçek zamanlı olarak yönetilebilmiş, bu da operasyonel verimlilik ve maliyet avantajları için zemin oluşturmuştur.

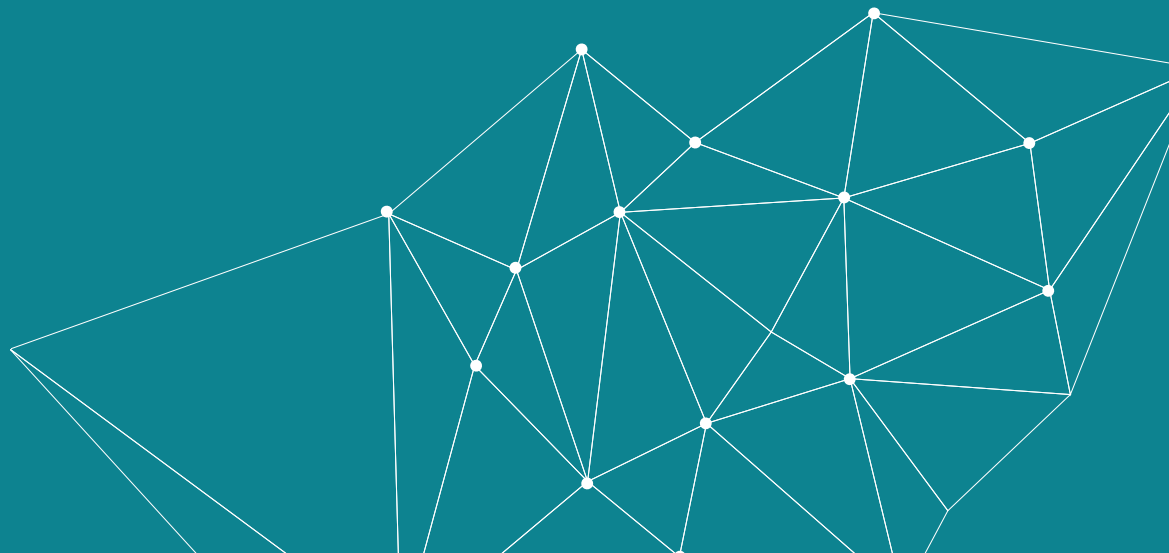


100+

Aynı anda kontrol edilen ışık sayısı



TÜRKİYE'DEKİ SEKTÖRLERİN 5G'DEN BEKLENTİLERİ



Türkiye'deki sektörlerin 5G'den beklentileri

5G teknolojisi sektörler ve firmaların farklı ihtiyaçlarına yönelik kullanım alanları oluşturarak maliyet tasarrufu, verimlilik, güvenlik ve enerji yönetimi alanlarında iyileştirmeleri öne çıkaracaktır

Çalışma kapsamında üretim, enerji, makine ve servis sektörlerinden toplam 7 firma ve 1 sendika ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler kapsamında uzmanlardan 5G'nin sektörlerindeki ve firmalarındaki mevcut problemlere sunabileceği çözümler, halihazırda uygulamada olan veya planlanan 5G kullanım alanları, 5G ile birlikte kullanımının artması beklenen yardımcı teknolojiler başlıkları altında bilgiler edinilmiş ve firma isimleri anonim olarak ilgili sektörlerle refere edilerek kullanılmıştır.



Maliyet tasarrufu

5G teknolojisi, ekipmanların daha fazla sayıda sensörle donatılarak kestirimci bakım uygulamalarıyla bakım ve arıza maliyetlerinin azaltılmasını, bulutta hızlı veri işleme imkanı sunarak yüksek donanım maliyetlerinin önlenmesini sağlamaktadır. Görüşülen *Öncü Teknoloji Merkezi*'nde yürütülen robotik yapay zeka projesinde istasyona gelen ürünü otomatik tanıyarak yerleştiren uygulamayı daha az maliyetli kamera kullanımı ile 5G altyapısı üzerinden bulutla haberleştirerek gerçekleştirme üzerine çalışılmaktadır. Görüştüğümüz *İş Makineleri Firması* halihazırda sahadaki araçlarına uyguladığı kestirimci bakım süreçlerinin 5G teknolojisinin sağlayacağı yüksek sensör kapasitesiyle daha hassas ve etkili yürütülebileceğini belirtmektedir.



Operasyonel verimlilik

5G teknolojisi az sıklıkta veri toplanmasını, otonom araçların düşük maliyetlerle kullanımını ve kaliteli uzaktan bağlantı imkanını sunarak operasyonel verimlilik sağlamaktadır. Bir *Rafineri ve Enerji Firması* mevcut durumda kullandığı artırılmış gerçeklik temelli akıllı baret uygulamasıyla arıza anında yurt dışındaki uzman ekiplere bağlanarak aldığı desteği 5G teknolojisiyle daha kesintisiz ve canlıya yakın görüntü yayını ile alabileceğini belirtmektedir. Diğer bir *Yenilenebilir Enerji Firması* ise kırsal bölgelerdeki rüzgar türbinlerinin mevcut durumunu 5G teknolojisiyle gerçek zamanlı takip ederek doğru üretim planlaması ve tahmini yapabileceğini düşünmektedir.



Güvenlik

5G teknolojisi tehlikeli çalışma ortamlarında araçların uzaktan kullanımını, sensörler ile ortam koşullarının anlık takibini ve acil durumların daha hızlı ve etkili yönetilmesini sağlayarak iş yeri güvenliğini artırmaktadır. *Öncü Teknoloji Merkezi*'nde denemeleri yapılan başka bir robotik projede 5G'nin geniş kapsama alanı sayesinde kameraya sahip robot ücra veya tehlikeli bölgelerde devriye ve güvenlik görevi üstlenerek elde ettiği görüntüyü buluta aktarabilmektedir.



Enerji yönetimi

5G teknolojisi nesneler arasındaki iletişimi ve haberleşmeyi geliştiren, büyük ölçekli ve hızlı veri aktarımını sağlayabilen, sensör kullanımını yaygınlaştırabilen yetkinlikleriyle enerji yönetimini geliştirebilmektedir. Çalışma kapsamında görüştüğümüz *Elektrik Dağıtım Firması* yetkilileri; gelecekte enerji sektörünün sistemler ve cihazlar arası haberleşme ve iletişimin yüksek boyutta olduğu, evlerin çatısındaki paneller, şebeke, batarya ve elektrikli araçların birbirleriyle entegre çalıştığı, mikrogrid yoğunluklu, sensörlerle enerji verimliliğinin takip edildiği bir yapıya evrileceğini ve bu dönüşümde 5G teknolojisinin önemli olacağını belirtmektedir.

Maliyet tasarrufu

Enerji sektörü



Yenilenebilir Enerji Firması ile yapılan görüşmeye göre 5G'nin hizmet edebileceği ihtiyaçlar firmanın uzak ve kırsal arazilerdeki operasyonları odağında şekillenmektedir. 5G bağlantısı ve nesnelerin interneti teknolojisiyle erişimi kolay olmayan bölgelerde konumlanan maddi değeri yüksek türbin ekipmanlarının ve parçalarının durumu gerçek zamanlı olarak takip edilerek arıza ve hasarlar oluşmadan tespit edilebilecektir. Bu şekilde termin süresi 3 – 4 ayı bulan plansız tamirat ve duruşların önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Makine bakım, servis, kiralama sektörü



İş Makineleri Firması farklı konumlarda ve çekim gücünün zayıf olduğu kırsal bölgelerde operasyon gösteren araçlarının takibi ve kontrolü için yüksek kaliteli mobil şebeke bağlantısına ihtiyaç duymakta ve 5G teknolojisinin firma için kritik önem arz ettiğini düşünmektedir.

Mevcut bağlantı ile sahadaki iş araçlarındaki sensör verileri 15 dakika veya günlük periyotlarla alabilmekte, bu koşullarda yerleştirilebilen sensör sayısı ve kullanılan kestirimci bakım uygulamaları da sınırlı kalmaktadır. 5G'ye geçildiği takdirde artan sensör sayısı ve gerçek zamanlı veri aktarımı sayesinde bu müdahalelerin hassasiyetinin önemli ölçüde artış göstermesi beklenmektedir.

İş Makineleri Firması mevcut durumda dijital ikiz uygulamalarını çok fazla harekete ve hıza sahip olmayan araçları için yapabilmektedir. 5G'nin sensör sayısını artırmaya olanak sağlamasıyla sahada daha hareketli olan cihaz ve makinelerin de dijital ikizinin oluşturulabileceği düşünülmektedir.

Rafineri sektörü



Rafineri ve Enerji Firması 5G teknolojisinin ana odağında nesnelerin interneti uygulamalarını görmektedir ve üretim boyunca yerleştirilen sensörlerle üretimi optimize etmeyi, kestirimci bakım uygulamalarıyla plansız duruşları engellemeyi ve bakım maliyetlerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

Metal sektörü



Görüşme yapılan *Çelik Üretim Firması* üretim tesislerinde süreçlerden belirli sıklıkta veri toplamaktadır. Ancak düşük frekanslı veri ihtiyacı olduğunda bu durum sınır (edge) cihazlar kullanılarak sağlanmaktadır. 5G teknolojisinin bu cihazlara olan ihtiyacı ortadan kaldıracağı düşünülmektedir.

Üretim sektörü



Öncü Teknoloji Merkezi'nde yürütülmekte olan projede mevcut şartlarda makinelerin üzerine yapılan yüksek maliyetli kamera ve donanım yatırımıyla istasyona gelen parçaların robot tarafından tanınması ve yerleştirilmesi işleminin 5G altyapısıyla daha az maliyetle yapılması amaçlanmaktadır. 5G teknolojisi ile tek bir kameranın sağladığı görüntü 5G altyapısı üzerinden merkezi sisteme aktarılması ve oradaki algoritma tarafından işlenerek parçaların tanınması sağlanmaktadır. Bu şekilde önemli yatırım ve bakım maliyetlerinden tasarruf edilmesi sağlanmaktadır.

Merkezde yürütülen diğer bir projede ise 5G, kestirimci bakım algoritmaları için kullanılmaktadır. Bu uygulamada, makinelerden toplanan verinin gerçek zamanlı işlenmesinin ardından, analiz sonucu gerekli parametrelerin düzenlenmesi için tekrar makineye aktararak parça kırılmalarının önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

Elektrik dağıtım sektörü



Elektrik Dağıtım Firması şehirlerde sorumlu olduğu aydınlatma sistemlerinde saat uygulaması yerine 5G bağlantılı sensörlerle ışık seviyesine göre devreye giren sokak aydınlatmalarının önemli tasarruflar sağlayabileceğini düşünmektedir. Bağlantılı sensörler sayesinde 48 saat geçmeden arızaların giderilmesiyle sorumlu dağıtım şirketlerinin karşılaşacağı cezaların azaltılabileceği öngörülmektedir.

Verimlilik

Enerji sektörü



Yenilenebilir Enerji Firması 5G altyapısının sahadan ve türbinlerden kesintisiz olarak veri akışının sağlanmasıyla mevcut enerji kapasitesinin dinamik şekilde tespit edilerek daha az sapmalı üretim planları ve tahminlemeler yapılabileceğini düşünmektedir. Mevcut durumda mobil şebekeye bağlı rüzgar türbinlerinden kapsama alanı sorunları sebebiyle veri alınamaması durumunda ilgili kapasite düşürülmekte bu durum gün içi satış kaybına sebep olmaktadır.

Otomotiv sektörü



Görüştiğimiz *Otomotiv Firması* üretim tesislerinde iç lojistik süreçlerinde kullandığı otomatik güdümlü araçlarının (AGV) bağlantısını 5G ile sağlamak üzere testlerini sürdürmektedir. Mevcut durumda *Otomotiv Firması'nın* kablosuz ağ üzerinden haberleşen AGV'leri belirlenen sabit bir rotada hareket edebilmektedir. AGV'ler görüntü işleme teknolojisinin kullanımıyla daha dinamik ve akıllı hale getirilmek istendiği takdirde mevcut kablosuz ağın bant genişliği yetersiz kalmakta ve verinin cihaz üzerinde işlenmesi yüksek maliyet oluşturmaktadır. 5G bağlantısının yüksek bant genişliği sayesinde veriler merkezde toplanıp gerçek zamanlı işlenerek AGV'lerin birim maliyetinin azaltılması hedeflenmektedir.

Buna ek olarak firma, üretimin yüksek senkronizasyon gerektiren motor birleştirme sürecinde yüksek oranda kesintisizliğini, düşük erişim sürelerine olan ihtiyacını ve frekans çatışmasıyla yaşanabilen senkronizasyon sorunlarını 5G bağlantısıyla gidermeyi planlamaktadır.

Rafineri sektörü



Rafineri ve Enerji Firması mevcut durumda 4G bağlantılı drone ile topladığı görüntüyü buluta aktararak kullanarak tesis bacalarının kontrolünü sağlamaktadır. Yetkililer 5G bağlantısıyla daha kaliteli, canlıya yakın ve kesintinin az olduğu bir görüntü elde ederek denetimin kalitesini artırabileceklerini düşünmektedirler.

Rafineri ve Enerji Firması'nda teknisyenler taktığı gözlük ve mikrofon içeren akıllı baret uygulaması ile arıza durumlarında mevcut şartlarda yurt dışından gelmesi 3 – 4 gün sürecek olan uzman ekibe uzaktan bağlanarak gördükleri görüntüleri ve sesleri aktarma suretiyle teknik destek almaktadırlar. Bu şekilde üretimin duruş süreleri azaltılmakta ve bakım maliyeti düşürülmektedir.

Elektrik dağıtım sektörü



Elektrik Dağıtım Firması şebekenin arıza veren uzak noktalarında drone ile denetim sağlayarak normalde %75'e varan zaman tasarrufuyla arızanın konumunu belirleyebilmektedir. Ancak sorumlu bölgenin geniş ve kırsal bölgeleri de içermesi mevcut GSM bağlantısının yeterli olmadığı durumlarla da sıklıkla karşılaşılmasına sebep olmaktadır. Buna ek olarak, mevcut durumda sahada el terminalleri olan operatörler artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinden çekim gücü yeterli oldukça faydalanabilmekteyken 5G ile kullanımın daha yaygın ve kaliteli şekilde yapılabileceği düşünülmektedir.

Otomotiv sektörü



Görüştiğimiz *Diğer Otomotiv Firması* üretim kampüsü içerisindeki tesisleri arasında malzeme taşınması sırasında hataları önlemeyi, optimum rota üzerinden sevkiyat yapmayı ve katma değersiz işleri en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla öndeki elektrikli araca bağlı hareket eden malzeme konvoyunu otonom hale getirmek için çalışmalar sürdürmektedirler. 5G bağlantısı olduğu takdirde otonom araçları bilgisayar ve ağır teknolojilerle donatmak yerine tüm araçlardan verileri veri merkezine gerçek zamanlı olarak gönderip işlenmesi sağlanabilecek ve araç başına düşen maliyet azaltılmış olacaktır.

Firma açık ve geniş alanlarda depoladığı arabalara yönelik konum ve durum bilgisine ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple her bitmiş araca takılacak sensörlerle bu tip geniş depolama alanlarında 5G ağı üzerinden takip yapmanın mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Metal sektörü



Çelik Üretim Firması stok sahası yönetimi gibi koordinat bazlı tutulan sistemler, el terminalleri gibi kesinti toleransı olmayan uygulamalarda Wifi veya erişim noktalarında meydana gelebilen kesintileri 5G'nin çözüm yaratabileceği alanlar arasında görmektedir.

Firma, 5G'nin önemli faydalarını yoğun şekilde kullandığı limanla aralarında entegrasyonun sağlanması halinde görebileceklerini de vurgulamaktadır. Türkiye'de bulunan bir *Lojistik Firması* ise işlettiği limanda 5G'nin kullanılmaya başlanmasıyla gemi bilgilerinin veya malzemelerin üretime gelene kadarki süreçte gerçek zamanlı takibinin üretim planlama süreçlerine önemli katkısı olacağını belirtmektedir.

Güvenlik

Enerji yönetimi

Üretim sektörü



Öncü Teknoloji Merkezi'nde yürütülen robotik projede Wifi kapsama alanının yetersiz kaldığı büyük alanlarda ve tesislerde süreçler, 5G'nin sağladığı kapsama alanıyla birlikte hiçbir kesintiye maruz kalmaksızın yönetilebilir hale gelmektedir. Görüntü verisi robottan canlı olarak hızlı aktarımla alınarak bulutta gerçek zamanlı işlenebilmektedir. 5G mobil şebekesi mevcut durumda robotlara yapılması gereken yüksek maliyetli donanım ve işlem gücü yatırımı ortadan kaldırarak hızlı haberleşme altyapısıyla veri işleminin merkezi bir altyapıda yapılmasını sağlamakta ve önemli tasarruflar elde edilmesini sağlamaktadır. Robotlar güvenlik amaçlı devriye görevini vardiya kısıtı olmaksızın sürekli olarak yerine getirebileceği için firmalara güvenlik ve maliyet açısından katkıda bulunması beklenmektedir. Dünyada bu tip uygulamaların yüzde maske taramasında kullanıldığı örnekler mevcutken gelecekte askeri güvenlik bölgelerinde, toplumsal olaylara müdahale durumlarında kullanımı öngörülmektedir.

Rafineri sektörü



Rafineri ve Enerji Firması'nda mevcut durumda işçilere takılan Wifi destekli dedektörler ile mobil gaz ölçümü yapılarak sahanın online gaz haritası çıkarılabilmektedir. Bu uygulamanın kampüsün tamamını kapsamı istendiğinde ise Wifi ağını her yere götürmenin maliyetli olması sebebiyle firma daha geniş alana yayın yapan 5G gibi teknolojilere ihtiyaç duymaktadır. Tesisin tamamını izleyecek sayıda mobil kablosuz kameraların ve işçilere takılan yaka kameralarının 5G ile bağlantısının sağlanmasıyla kriz merkezine anlık ve yüksek kalitede görüntü aktararak krizlerin daha iyi yönetilebileceği düşünülmektedir.

Makine bakım, servis, kiralama sektörü



İş Makineleri Firması gelecekte artan sensör sayısı ve milisaniyelik gecikmeli bağlantı ile operatörlerin aracın içinde oturuyormuş hissiyatıyla güvenli ofis ortamlarından makineleri kontrol edebilme imkanının oluşabileceğini düşünmektedir.

Elektrik dağıtım sektörü



Elektrik Dağıtım Firması ile yapılan görüşmede sektörün gelecekte mikrogridlerin yoğun olduğu, enerjinin üretildiği yerde tüketildiği, evlerin çatısındaki paneller, şebeke, batarya ve elektrikli araçların birbirinin ihtiyaçlarına cevap verebildiği, birçok sistemle entegre, veriye dayanan, sistemler ve cihazlar arası haberleşme ve iletişimin yüksek boyutta olduğu bir yapıya evrileceği ve 5G'nin de bu dönüşüm için sağlayacağı altyapıyla kritik olacağı sonucuna varılmaktadır. Bahsi geçen bu dönüşümde meydana gelecek veri hacminin mevcut jenerasyon mobil şebeke ile taşıyabilmenin mümkün olmadığı belirtilmektedir.

Sektörde enerji verimliliğinin, tüketim alışkanlığı yönetiminin daha da önem kazanması beklenmektedir. Akıllı sayaçların ve şebeke ve tüketim alanlarındaki sensör kullanımının gelecekte önemli ölçüde artacağı düşünüldüğünde bu sensör verilerinin kullanımı, haberleşmesi ve iletişimde 5G teknolojisinin payının yüksek olacağı düşünülmektedir.



5G'NİN ÇEVRESEL VE SOSYAL ETKİLERİ



5G'nin çevresel ve sosyal etkileri

5G teknolojileri, dikey sektörlerle entegrasyonu sonucu ortaya çıkan ölçülebilir ekonomik etkilerin yanında toplum ve yaşadığımız çevre üzerinde de iyileştirici ve dönüştürücü sosyal etkileri tetiklemektedir

5G teknolojilerinin çevre, sosyal, yönetim alanındaki etkileri Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na da hizmet etmektedir.

	 Çevre	 Sosyal	 Yönetişim
Kapsam	- Sera gazı emisyonları - Enerji yönetimi - Yakıt yönetimi - Su yönetimi - Atık Yönetimi - Ekolojik etkiler	- İnsan hakları ve toplum ilişkileri - İnsan sağlığı ve güvenliği - Müşteri gizliliği - Erişim ve satın alınabilirlik - Ürün kalitesi ve güvenliği	- İş etiği ve şeffaflık - Yolsuzlukla mücadele - Siber güvenlik - Yasal ve düzenleyici ortamın yönetimi
5G etkisi	5G özellikle üretim, enerji, kamu ve ulaşım sektörlerinde enerjinin optimum düzeyde kullanımını destekleyerek karbon salımlarının azaltılmasını ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlayacaktır.	5G'nin sosyal etkileri özellikle sağlık, eğitim ve güvenlik alanlarında gözlenecektir. Uzaktan eğitim, uzaktan tedavi ve benzeri kullanım alanlarıyla 5G, toplumun önemli bir kesiminin yaşamını kolaylaştıracaktır.	5G'nin yönetim alanında veri ve siber güvenlik ile ilgili etkileri bulunmaktadır; ancak yönetim etkileri bu Rapor kapsamına dahil değildir.
SKA'larla uyum			

Çevre ve iklim etkileri

5G teknolojisi küresel çevre ve iklim hedeflerine katkı sağlayacaktır

Global ölçekte dikkate alınan ve tüm ülkeleri ilgilendiren çevreyi koruma önlemleri son yıllarda hız kazanarak somut enerji tasarrufu ve karbon gaz emisyonu hedeflerini ortaya çıkarmış; konuyla ilgili mutabakatları, partnerlikleri ve anlaşmaları tetiklemiştir.

Birleşmiş Milletler'in 2016 yılında imzaladığı Paris Anlaşması ile 191 ülke küresel ortalama sıcaklıktaki artışın 2°C'nin altına düşürülmesi ve mümkünse 1,5°C ile sınırlandırılması amacını benimsemiştir. 2018 yılında Uluslararası Denizcilik Örgütü uluslararası gönderimlerde sera gazı emisyonlarının azaltılması ve elimine edilmesini ve 2050 yılına kadar 2008 yılına göre sera gazı emisyonlarının %50 azaltılmasını hedeflediğini belirtmiştir. Avrupa Birliği'nin 2019 yılında imzaladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı ile 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarının sıfırlanması üye ülkelerce hedeflenmiştir.

Uluslararası arenada gelişmiş ülkelerin 5G teknolojilerini benimseme hızı, bu teknolojilerin getireceği akıllı mobilite çözümleri ve sera gazı emisyonlarını azaltıcı etkiler dikkate alındığında küresel çevre hedefleri ile uyum içerisindedir.

5G teknolojisi sektörler aracılığıyla çevreye önemli katkılar sağlamaktadır

5G teknolojisi üretim, perakende, enerji, ulaşım, eğitim, kamu, sağlık gibi sektörlerde yarattığı kullanım alanları aracılığıyla çevre üzerindeki olumsuz etkileri de azaltmaktadır. Süreçlerin daha verimli ve yalın hale gelmesi, veriye dayalı daha doğru kararlar verilerek optimizasyonun sağlanması, mobilite ihtiyacının birçok alanda ortadan kalkması, etkili enerji yönetiminin sağlanmasıyla enerji tasarrufu sağlanırken karbondioksit salımı da aynı ölçüde azalmaktadır. Bunların yanında, mahsullerin, orman alanlarının daha etkin takibiyle doğal varlıkların korunması ve sürdürülebilirliğine yönelik katkılar da sağlanmaktadır.

5G KULLANIM ALANI	ÇEVREYE ETKİLERİ		
- Modüler fabrika - Süreç optimizasyonu - Bakım optimizasyonu - Kalite takibi	Üretim, bakım ve tedarik zinciri süreçlerinin optimize edilmesi, üretim süreçlerinde hata payı azaltılarak atık miktarının düşürülmesi, üretim hatlarının hızlı ve düşük maliyetle düzenlenebilmesine paralel olarak enerji ve diğer kaynakların daha verimli kullanılması	           	ENERJİ TASARRUFU
- Akıllı şebeke - Akıllı enerji yönetimi	Doğalgaz altyapı şebekelerinin dijitalleşmesi ile hızlı karar mekanizmaları oluşturma ve enerji kayıplarında azalma		
Uzaktan eğitim	Eğitmenlerin ve öğrencilerin azalan mobilite ihtiyacı doğrultusunda azalan karbon salımı	           	CO2 TASARRUFU
Alışverişte AR/VR kullanımı	Müşteri alışverişlerinde daha doğru ve kesin karar süreçleri ile verimlilik artışı, maliyet azalışı ve çevresel etkiler açısından yük oluşturan sipariş iade süreçlerinin iyileştirilmesi		
- Akıllı trafik kontrolü - Araçtan araca iletişim	Akıllı araç yönetimi ile toplu taşıma araçlarının etkin kullanılması Yeşil ve sürdürülebilir mobilite çözümleri ile çevreye verilen zararın azaltılması	           	
Uzaktan hasta kontrolü	Uzaktan tedavi ve ameliyat uygulamalarının etkinleştirilmesi, mobilite ihtiyacı ve karbon salımının azalması		
Gelişmiş dış mekan kapsama alanı	İnsansız hava ve kara araçları ile keşif, kurtarma ve takip süreçlerinin geliştirilmesi, orman varlıklarının korunması	           	DOĞAL VARLIKLAR
Akıllı tarım	Mahsul üretimi ile çiftlik hayvanı yetiştiriciliğinin daha etkin ve sürdürülebilir takibi ile girdi gereksinimlerinin ve doğal kaynak kullanımının azalması		

Kaynak: Deloitte analizi

Gaz dağıtım şirketi, Shangai, Çin

Uygulama alanı

Shangai'de operasyonları bulunan bir gaz şirketi gaz boru hatlarının denetimini ve kontrolünü 5G teknolojisi ile boruların üzerinde dolaşan yüksek kalitede 4K kameralar ile çalışan insansız hava araçlarıyla yapmaktadır.

5G teknolojisinin farkı

İnsansız hava araçlarıyla denetim; mevcut 4,5G bağlantılarının destekleyemeyeceği ancak 5G teknolojileriyle etkinleşen ultra güvenilir düşük gecikmeli bağlantı, yüksek simetrik veri iletimi ve ileri video analizi yetkinliklerini gerektirir.

Etki

Fosil yakıtlı araç ile hatların denetimini yapan 3 kişilik ekibin yerini hava cihazını uzaktan kontrol eden bir denetimci almaktadır. Manuel denetimde saha ekipleri saatte 7 km ilerleyebilirken, cihaz saatte 80 km ile hareket ederek boruların kontrolünü sağlayabilmekte ve önemli zaman tasarrufu sağlamaktadır. Böylece firma 6 kata yakın verimlilik kazancı elde etmektedir.

Öte yandan denetim ekibinin borulara yaklaşmasının önüne geçilerek çalışanların olası zararlı gazlardan veya kötü hava şartlarından etkilenmesi engellenmektedir.

Bunlara ek olarak 1 litre yakıtla insansız hava cihazları geleneksel yöntemle göre çok daha fazla yol katederek %39 oranında daha az karbondioksit salımı yapmaktadır.



x6

Verimlilik kazancı



%39

Karbondioksit salımındaki azalma



Kaynak: GSMA (2021B)

Wageningen Üniversitesi, Hollanda

Uygulama alanı

Wageningen Üniversitesi yabancı otları tespit etmek ve mahsüllerden zararlı organizmaları hassas bir şekilde püskürtmek için bilgisayar vizyonu kullanan ve 5G altyapısıyla çalışan bir robot geliştirmiştir. Bu robotu şeker pancarı tarlalarında istenmeyen bir şekilde yetişen patates mahsüllerini temizlemek için kullanmıştır. İlgili teknoloji KPN ve Huawei altyapısıyla uygulanmıştır.

5G teknolojisinin farkı

5G altyapısıyla geniş bir alanda yüksek çözünürlüklü görüntü ve düşük gecikme süreleri ile iletilebilmekte, birçok robot aynı anda çalışabilmektedir.

Etki

Robotun bir hektarlık alanı taraması yalnızca 3 saat sürerken bu süre manuel işlemlerde 60 saate ulaşmaktadır. Robotla gerçekleştirilen işlem manuel sürenin %5'ini oluşturmaktadır. Bununla birlikte enerji ve zamandan tasarruf edilmektedir. Manuel işlemlere kıyasla robot yabancı otları %95 doğruluk payıyla tespit edebilmektedir.



x20

Ot tespitindeki zaman tasarrufu



%95

Zararlı ot tespitindeki doğruluk payı



Kaynak: GSMA (2020)

Akıllı şehirler sağlık, eğitim, ulaşım, güvenlik gibi çeşitli alanlardaki tüm uygulamaları kapsayan ve şehir yaşamını bütüncül bir biçimde dijitalleştiren önemli bir dönüşüm olmasının yanı sıra getirdiği olumlu çevresel etkiler ile ön plana çıkmaktadır.



Çevre – Akıllı şehirler



Ulaşım ve lojistik

Akıllı trafik kontrolü

Sensörler ve kameraların trafiği sürekli ve gerçek zamanlı izlemesi ile yoğunluğa göre trafik ışıklarının ve trafiğin yönetimi sağlanır, trafikteki yoğunluk ve araçların yolda kalma süresi kısılır.

Akıllı filo izleme

Gerçek zamanlı veri aktarımı, araçtan araca iletişim ve artan nesnelerin internet cihazları ile yol optimizasyonunun mükemmelleştirilmesi sağlanır. Otonom araçların yaygınlaşmasıyla tek araçla araç müfrezesi de sağlanacaktır.



Enerji

Akıllı enerji yönetimi

Akıllı şebekelerle elektrik dağıtımı gerçek zamanlı izlenebilecek, enerji talebi tahminlenecek ve potansiyel kusurların önüne geçilebilecektir. Ev, ofis, otel, AVM gibi tüm binalara nesnelerin interneti cihazlarının eklenmesiyle enerji tüketimi kullanıcılar tarafından sınırlandırılabilir.

Akıllı aydınlatma

Akıllı aydınlatma cihazlarının sağlayacağı interaktif aydınlatma ile ortam boş olduğunda ışıkların az kullanılması, parlaklık ve günlük kullanım seviyelerinin belirlenmesi sağlanır.



Doğal varlık yönetimi

Doğal varlıkların izlenmesi

5G'nin sağlayacağı ölçekli bağlantı ile yüksek çözünürlüklü görüntüler aktarılabilir, gerçek zamanlı izleme, drone'lar ve insansız araçlarla anında müdahale sağlanabilecektir. Bu müdahaleler ormanlar, su ve hava için geçerli olabilecektir.

Atık yönetimi

5G ile akıllı atık yönetimi ölçeklenecek, optimize edilmiş rotalarla daha az enerji tüketimi sağlanacak ve çevreye zararlı etkiler azaltılacaktır.

Park yeri müsaitliği, The West Midlands, İngiltere

Uygulama alanı

İngiltere'nin The West Midlands bölgesindeki sokaklarda 5G teknolojisi kullanılarak kaldırım kenarında park etmeye müsait alanların tespit edilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

Yoğun park sorunu yaşanan bölgelerde dolaşan kargo, teslimat araçlarına veya yolcu otobüslerine yerleştirilen HD kamera, GPS ve 5G SIM ile yakalanan görüntü ve konum bilgileri 5G ağı üzerinden buluta gönderilmektedir.

Teknoloji sağlayıcısı AppyWay'in yapay zeka algoritması görüntüyü işleyerek potansiyel park alanının müsaitliğini onaylamakta ve park konumunu AppyWay'in geliştirdiği uygulamayı kullanarak park yeri arayan sürücülere gerçek zamanlı olarak göstermektedir.

5G teknolojisinin farkı

5G'nin sağladığı yüksek hızlı veri yükleme imkanı, düşük gecikmeli ve yüksek kapasiteli bağlantısı şehir merkezindeki trafik ve park yeri bilgisinin çok sayıda tarayıcı araçtan gerçek zamanlı gelen veriyle tespitini ve anlık olarak sürücülere bildirimini mümkün kılmaktadır.

Etki

Yoğun park sorunu yaşanan The West Midlands şehir merkezinde trafikteki araçların yaklaşık %30'unun park yeri aradığı düşünülmektedir ve park yeri bulabilme süresi ortalama 8 dakika olarak ölçülmektedir.

Uygulamanın yaygınlaşmasıyla sürücüler yüksek doğrulukta tahminlerine ulaşarak yolculuk sürelerini ve böylece karbon emisyonlarını azaltabileceklerdir. Uygulama ile elde edilecek zaman ve yakıt tasarrufu sayesinde yıllık yaklaşık 373 milyon GBP kazanç sağlanacağı öngörülmektedir. Park sorununun azaltılmasıyla bölgenin eğitim, sanayi ve finansal büyüme için daha ulaşılabilir hale geleceği tahmin edilmektedir.



£373
milyon

Yakıt ve zaman
tasarrufu karşılığı



Kaynak: WM5G (2020)

5G teknolojisini sürdürülebilir kılmak ve çevreye olası etkilerini azaltmak için çeşitli stratejiler uygulanmalıdır

5G teknolojinin faydalarını açığa çıkartırken meydana gelebilecek olumsuz etkilerin önüne geçebilmek ve teknolojinin beraberinde getirdiği dönüşümü doğru yönetebilmek için ekosistemdeki tüm oyuncuların üzerine önemli görevler düşmektedir. Sürdürülebilir bir dönüşüm için kaynaklar daha verimli kullanılmalı, yenilikçi teknolojilerle mevcut problemlere daha akıllı çözümler üretilmelidir.



Dekarbonizasyon

5G teknolojinin yaygınlaşmasına paralel olarak elektrik tüketiminin de önemli ölçüde artması kaçınılmaz olmaktadır. Artan bu talebi bilgi, iletişim ve teknoloji sektörü üreticileri, endüstriyel kullanıcılar, operatörler, hiper ölçekleyiciler gibi enerji tüketiminde önemli pay sahibi oyuncuların yenilenebilir veya düşük karbonlu enerji kaynaklarından karşılaması enerji tüketiminin dekarbonizasyonuna yönelik etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Esnek elektrik şebekesi yapısı, yenilenebilir enerjinin depolanması, fosil yakıt kullanımı sonrası karbon yakalama ve depolama gibi gelişmelerin tüm sistemin karbon ayak izini önemli ölçüde azaltması beklenmektedir.



Etkili soğutma sistemleri

Veri merkezlerinde yoğun olarak çalışan ekipmanların soğutulması en yoğun enerji tüketimi gerektiren süreçlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu süreçte güneş paneli ve akıllı güç kontrolü sistemleri kullanılarak enerji tüketimini % 40 oranında azaltmak mümkün olmaktadır. Öte yandan su ile soğutma yöntemleri hava soğutmalı sistemlerin tükettiği enerjinin %10'u kadarıyla çalışabilmekte ve atık ısıyı ortam ısıtmalarında kullanma imkanı sunmaktadır. Bu sayede sıvı ile soğutmalı veri merkezlerinin karbon emisyonlarını %90 oranında azaltılabileceği hesaplanmaktadır. Enerji tüketimi yoğun olan bu süreçlere yönelik yenilikçi ve verimliliği artırıcı çözümler 5G teknolojisiyle çevre üzerine gelebilecek ek yükün hafifletilmesini sağlayabilecektir.



Biyolojik olarak parçalanabilen sensörler

Telefon, bilgisayar ve diğer elektronik cihazlara yerleştirilen çoğu sensör çevreye ve insan sağlığına tehdit oluşturabilecek ağır metaller içermektedir. Sağlık sektöründe de uygulandığı gibi biyolojik olarak parçalanabilir hammaddeler kullanılarak üretilen ve ömrü dolduğunda doğada çözünebilen sensörlerin geliştirilmesi gelecekte nesnelerin interneti uygulamalarının yaygınlaşmasıyla artacak sensör kullanımının zararlı etkilerinin önüne geçebilecektir.

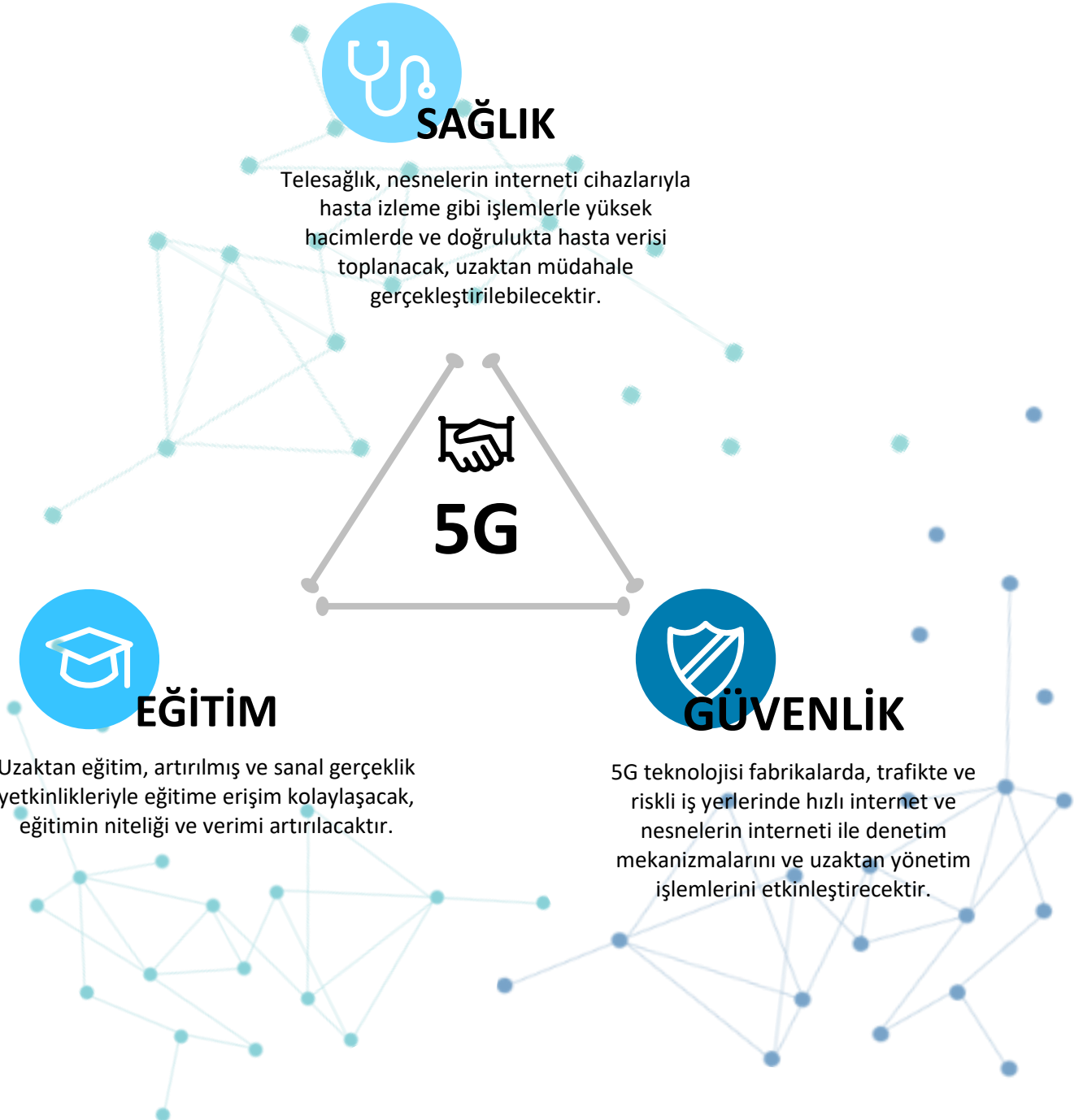


Geri dönüşüm

Üretilen cihazlarda kullanılan değerli metaller ve malzemelerin bir kısmı geri dönüştürülerek tekrar kullanılabilir. Bu cihazların satıcıları veya üreticileri tarafından kullanıcılara yönelik getirilebilecek geri dönüşümü mümkün kılan kısıtlamalar, teşvik edici politikalar, satış ve pazarlama stratejileri gün geçtikçe büyümekte olan atık cihaz yükünün azalmasını ve sürdürülebilir kaynaklarla karşılanmasını sağlayacak potansiyele sahiptir.

Sosyal etkiler

5G teknolojisi yarattığı ekonomik faydalar ve tetiklediği çevresel etkilerin yanında sağlık, eğitim ve güvenlik gibi sosyal açılardan da topluma fayda sağlamaktadır. 5G kullanım alanları verilen sağlık hizmetlerini geliştirerek, eğitime erişimi kolaylaştırıp kaliteyi artırarak, iş ortamları ile trafiği ve şehirleri daha güvenli hale getirerek topluma sosyal açıdan katkıda bulunmaktadır.



Sağlık etkileri

5G ağları sağlık sektörünün tüm paydaşlarını kapsayacak teknolojileri tetikleyerek hastaların uzaktan tedavisine, hastanelerdeki yoğunluğun azaltılmasına ve sağlık verilerinin en etkin şekilde toplanıp işlenmesine olanak tanır.



Sağlık



Hasta uygulamaları

Sağlık takibi

IoT cihazları ile toplanan hasta verileri 5G ile bulutta toplanır, yüksek hacimli veriler hızlı bir biçimde sağlık personeline iletilerek bilinçli ve hızlı kararlar alınmasına yardımcı olur.

Dijital sağlık asistanları

Ultra güvenilir düşük gecikmeli ağların etkinleştireceği robot hemşireler, dijital ilaç dispanserleri ile gerçek zamanlı hasta bakımını mümkün kılar.

Uzaktan danışmanlık

Ultra güvenilir, düşük gecikmeli bağlantılar, hasta bilgilerinin hastaneye bağlı platformlar tarafından toplanarak, hastanın sağlık profesyonellerine ihtiyacı olduğu anda ulaşmasını sağlar.



Hastane uygulamaları

VR ile eğitim, uzaktan cerrahi ve tedavi

Düşük gecikmeli 5G teknolojileriyle iyileşen sanal gerçeklik ile uzaktan cerrahi müdahale ve cerrahi eğitimlerin verilmesi mümkün olabilmektedir. Akıl sağlığı ve ağrı yönetimi tedavilerinin sanal gerçeklik ile gerçekleştirilmesi sağlanabilmektedir.

Telemetri

Olası bir bulaşıcı hastalıkta hastalardan uzaktan ve güvenli bir biçimde büyük ölçekli veri toplanması sağlanabilmektedir.

Uzaktan robotik cerrahi

Düşük gecikmeli ve düşük dalga bozumu ile gerçek zamanlı göz ve beyin koordinasyonu sağlanarak uzaktan robotik cerrahi gerçekleştirilmektedir.



Veri toplayıcılar ve cihazlar

Görüntüleme yetkinlikleri

5G ile yapay zeka bir arada kullanılarak termal kamera gibi elektronik cihazlardan hasta olabilecek kişiler tespit edilebilmekte, bu kişilere yönelik önlemler alınabilmektedir.

Gerçek zamanlı yer takibi

Yüksek kaliteli medikal görüntüler 5G ile en yüksek hızlarda işlenip, yüklenip indirilebilmekte ve bulut üzerinden hız kısıtlaması olmadan gönderilebilmektedir.

Drone'lar

5G bağlantılarıyla hızlandırılmış drone'lar ilk yardım ekipmanlarının ve ilaçların güvenli ve acil olarak hastalara ulaşmasını sağlayabilmekte, insanların yaşam belirtilerini izlemeye ve acil durumlarda gerekli uyarıları vermeye yardımcı olabilmektedir.

Hospital Clínic, Barcelona, İspanya

Uygulama alanı

Barcelona'da Hospital Clinic hastanesinde bir kalp ameliyatı esnasında kıdemli bir kalp cerrahı ameliyata kendi ofisinden 5G bağlantısıyla katılım göstererek tecrübesi doğrultusunda ameliyatı yönlendirmiştir. Uzak konumdaki uzmana ameliyat odasında mümkün olan her açıdan video yayını yapılmıştır. "Telestrain" adı verilen aracın da kullanımı ile uzman görüntünün üstünde serbest çizimler yaparak operasyon odasındaki hekimlere anlatımlarda bulunmuştur.

5G teknolojisinin farkı

Ameliyat esnasındaki görüntü 5G bağlantısı sayesinde daha yüksek kalite ve çözünürlükle aktararak uzaktaki hekime daha fazla bilgi aktarımı sağlanabilmiştir. Bunun yanında 5G teknolojisiyle 0,27 saniyelik gecikme periyodu 0,01 saniyeye inmiştir. Ağ dilimlemesi sayesinde hastane diğer ağdan bağımsız daha güvenilir ve stabil bir ağa sahip olmuştur.

Etki

The Lancet'te 2015 yılında yayınlanan veriye göre tüm dünyada 143 milyon ameliyat özel yetkinlik gerektiren konularda bilgi eksikliğinden dolayı yapılamamıştır. Bu kullanım ile alanında uzman kişiler uzaktan katılım sağlayarak operasyon esnasında anlık olarak tavsiye ve yönlendirmelerde bulunabilmektedirler.

Görüntü kalitesi ve çözünürlüğündeki artış sayesinde tıbbi uzmanlara daha çok bilgi ulaştırılmakta ve daha doğru kararlar vermeleri sağlanmaktadır.



143
milyon

Dünyada bilgi eksikliği sebebiyle gerçekleştirilemeyen ameliyat sayısı



Kaynak: Health Management Journal (2018)

Hasta tedavi takibi, Liverpool, İngiltere

Uygulama alanı

Özellikle yaşı ilerlemiş veya engeli hastalar, gün içinde belirli zamanlarda çok sayıda ilaç kullanmaya veya tedavilerine yönelik bazı sorumluluklar konusunda yönlendirmeye ihtiyaç duymaktadır. İngiltere'de hastaların tedavi sürecine uyum seviyesi %55 olarak ölçülmektedir. Liverpool'da test amaçlı 31 hastanın evine kurulumu gerçekleştirilen, 5G teknolojisini kullanan "Paman" isimli cihaz ile 9 aylık deneme süresi boyunca merkezdeki sağlık uzmanları her gün hastalarla sesli ve görüntülü görüşmeler gerçekleştirerek tedavilerinin takibini gerçekleştirmişlerdir.

5G teknolojisinin farkı

5G teknolojisi video bant genişliğini artırarak ve hücresel üzerindeki yükü azaltmış, uygulamanın kesintiye uğramadan güvenilir şekilde yürütülmesini sağlamıştır.

Etki

Uygulama grubunda hastaların tedavi süreçlerine uyum oranı %95 seviyesine çıkmıştır. Uygulamayla birlikte önlenen ilaç ve tedavi israfıyla yılda 100 kişi başına 208 bin GBP tasarruf edilebileceği tahmin edilmektedir.



%95

Hastaların tedaviye uyum oranı



£208 bin

Yılda 100 kişi başına düşen ilaç ve tedavi tasarrufu karşılığı



Kaynak: The Liverpool 5G Consortium (2019)

Eğitim etkileri

5G teknolojisinin sunduğu yetkinliklerle eğitim kalitesinde ve erişilebilirliğinde artış sağlanırken eğitim kampüslerinin idari yükleri de önemli ölçüde azaltılmaktadır.

	Eğitim
 Eğitim kalitesi	AR/VR teknolojilerinin kullanımı İş yeri eğitimlerinde veya akademide artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri kullanılarak üç boyutlu modeller üzerinde konu anlatımı, ameliyat veya endüstriyel bakım süreci gibi konularda yapay gerçeklik üzerinden pratik kazanımı; eğitimin daha verimli, kaliteli ve öğretici olmasını sağlamaktadır. Artan işlem kapasitesi 5G'nin sunduğu etkin bulut teknolojisi kullanımı, yüksek hızlı internet gibi yetkinlikler sayesinde cihazların işlem gücü artmakta, bununla birlikte bazı kompleks uygulamaların kullanımı ve uzun zamanlar alan analizlerin daha hızlı tamamlanması mümkün kılınmaktadır.
 Eğitim erişilebilirliği	Uzaktan eğitim 5G'nin sunduğu yüksek hız ve düşük gecikme sayesinde sağlık durumu el vermeyen, refah seviyesi daha düşük, seyahat engeli bulunan kişilerin aynı kalitedeki eğitimlere bulundukları konumlardan bağımsız olarak erişimleri sağlanmaktadır. Eğitmenlere erişim Yüksek hızlı bağlantılar sayesinde fiziksel olarak ortamda bulunma gerekliliği olmadan alanında uzman kişiler ders ve konu anlatımlarını lokasyon değişikliğine gerek kalmadan yapabilmektedirler. Bu şekilde mevcut şartlarda ulaşılamayan kaynaklara erişim sağlanarak eğitim seviyesi ve kalitesi artarken azalan mobilité ihtiyacı ile karbon salımının da azalması sağlanmaktadır.
 Akıllı kampüs	Verimli kampüs yönetimi 5G'nin kampüs içinde fazla sayıda sensör kullanımını sağlaması sayesinde akıllı bina, otopark yönetimi, atık ve depo yönetimi gibi süreçlerin gerçek zamanlı takibi, yönetimi, optimizasyonu, dijitalleştirilmesi sağlanarak operasyonel verim artmakta, idari yükün azalmasıyla eğitime verilen odak artmaktadır.

5G ile eğitim, Miami Üniversitesi, ABD

Uygulama alanı	5G sayesinde cihazların işlem gücü artmakta ve böylece bazı kompleks uygulamaların kullanımı ve analizlerinin yapılması mümkün olmaktadır.
5G teknolojisinin farkı	4,5G teknolojisinin aksine 5G teknolojisi milyonlarca cihaza hızlı internet sağlayabilecek kapasitededir. Aynı zamanda, 4,5G'den farklı olarak 5G teknolojisi her yöne değil, belirli yönlere bağlantı sağlayıp, sadece 5G cihazlarına ulaşmakta, hızlı internet sağlamaktadır.
Etki	Öğrenciler derslerde ve laboratuvarlarda ders konularına yönelik örnekler, illüstrasyonlar ve modellemeler üzerinde giyilebilir başlıklarla incelemeler ve değiştirmeler yaparak daha etkili öğrenme süreci deneyimlemektedirler. Diğer üniversitelerde alanlarında uzman profesör ve eğitimcilerin uzaktan eğitim vermeleri sağlanmaktadır.



Kaynak: University of Miami News (2020), University of Miami News (2019)

5G laboratuvarı, Cleveland İlkokulu, ABD

Uygulama alanı	Okulda kurulan 5G inovasyon laboratuvarında öğrenciler VR gözlükleriyle galaksideki gezegenleri, canlı organizmaların hücrelerini yakından inceleyebilmekte, bilgisayardan üretilmiş görüntüler üzerinde gecikme ve donma olmadan oynama, değişiklik yapma, merak ettikleri uygulamaları deneme ve yanılma imkanına sahip olmaktadır.
5G teknolojisinin farkı	5G teknolojisi, 4,5G teknolojisi ile mümkün olamayacak hızları ve bant genişliğini gerçekleştirerek artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarını mümkün kılmaktadır.
Etki	5G'nin sunduğu yüksek hızlı internet sayesinde konuyla ilgili 3D filmler saniyeler içinde indirilip derslerde anında yardımcı materyal olarak kullanılabilir. Okulda kullanılan dijital tahtaların dosya indirme ve yükleme özelliği, kolay ve yaratıcı kullanım özellikleri ile etkili ve verimli bir ders ortamı oluşturmaktadır.



Kaynak: Verizon (2019)

Güvenlik etkileri

5G otonom araçlarla, uzaktan kontrol ve denetim mekanizmalarıyla işçilerin tehlikeli durumlarda çalışmasını önlerken aynı zamanda nesnelerin interneti cihazlarıyla acil durumlara anında müdahaleyi sağlayacaktır.



Güvenlik



Otonom araçlar

Güvenli ulaşım

5G teknolojisinin önemli rol oynadığı akıllı ulaşım sistemlerinin, trafikte otonom araç kullanımının ve 5G bağlantılı araçların insan hatasını minimize ederek daha güvenli ulaşım sağlaması beklenmektedir. Hava, yol durumu analizi, akıllı park özelliklerine sahip 5G bağlantılı otonom araçlar; diğer araçlar ve nesnelerle haberleşerek trafik içerisindeki güvenliğini artırmaktadır.

Otonom iş araçları

Limanlarda, üretim sahalarında yoğun şekilde kullanılan tır, forklift ve diğer araçlar sürücüsüz kullanılabilir hale gelmektedir. 5G'nin sunduğu düşük gecikmeli bağlantı sayesinde araç hareket halindeyken çevredeki insanların daha hızlı algılanması ve bu hareketlere tepki verilmesiyle olası kazalar en aza indirilmektedir.



Uzaktan kontrol

Makinelerin uzaktan kontrolü

5G'nin sunduğu hizmetlerle birlikte üretim hatlarında makinelerin etkin uzaktan kontrolüyle tehlikeli çalışma ortamları insansız hale getirilebilmektedir. Madenlerde uzaktan kontrol edilen kazı işlemleri sayesinde yer altında çalışan işçi ihtiyacı azalmaktadır.

Uzaktan denetim

Kırsal ve zorlu arazilerde yüksek kaliteli görüntü sunabilen insansız hava araçlarıyla ekipmanların denetimi, hayati tehlike barındıran üretim ortamlarının robotlarla kontrolü, ölçümlerin ve denetimlerin yapılması güvenliği artırmaktadır.

Öte yandan akıllı şehir uygulamaları kapsamında drone'larla sokakların ve mahallelerin güvenliğinin kontrolü kesintisiz şekilde insan gücüne ihtiyaç olmadan yapılabilmektedir.



İşyeri güvenliği

Acil durum müdahale

Çok sayıda nesnenin ve güvenlik sensörlerinin birbirleriyle iletişimini ve düşük gecikmeli bağlantısını sağlayan 5G teknolojiyle bu sensörler depolarda, madenlerde, üretim hatlarında meydana gelen gaz sızıntılarının, mevcut şartlardaki hidrolojik değişimlerin hızlı şekilde tespiti ve gecikme olmadan müdahale edilmesini sağlamaktadır.

Yapay zeka, termal görüntüleme ve artırılmış gerçeklik teknolojileri 5G ile birlikte kullanılarak yangınların kaynağı tespit edilmekte, söndürme işlemi daha verimli yapılabilmektedir.

Kömür madeni, Xianyan, Çin

Uygulama alanı

Maden ocaklarında 5G ağına bağlı olarak çalışan robotlar tarafından insansız şekilde denetlenerek elde edilen büyük miktardaki veri, yüksek çözünürlükteki video ve ses kayıtları kontrol merkezine aktarılabilir. 5G ağına bağlı olarak bant genişliği, düşük gecikme gibi yetkinlikler sayesinde yer altındaki ekipmanlar kontrol merkezindeki operatörler tarafından kontrol edilebilmektedir. Nesnelerin interneti ağı kullanılarak 5G uyumlu sensörler tarafından yer altında sürekli hidroloji ve gaz ölçümleri yapılmakta ve kablosuz teknolojiyle kontrol merkezinden takip edilebilmektedir.



%15

Hata oranındaki azalma

5G teknolojinin farkı

Yer altında büyük miktarda video iletimi geleneksel bağlantılardan farklı olarak daha fazla bant genişliği gerektirmektedir. 5G aynı zamanda düşük gecikme ve yüksek güvenilirlikli bağlantı sağlayarak yer altındaki makinelerin yer üstünden yönetilmesini sağlar.



≈ \$1M

Maliyet tasarrufu ve verimlilik

Etki

Uzaktan kontrol edilen kazı işlemleri sayesinde tehlike altında çalışan işçi sayısı en aza indirilmektedir. Yer altındaki denetimler ve kontroller insansız yürütülmekte ve güvenlik problemlerine anında müdahale sağlanabilmektedir.



Kaynak: GSMA (2021)

Havalimanı güvenlik dronu, Brüksel, Belçika

Uygulama alanı

Havalimanlarında bölgeye kontrolsüz giriş yapmış yaban hayvanları, izinsiz uçan drone'lar hava trafiğinde tehlike yaratabilmektedir. Bunun yanında meydana gelen kazaların anında tespit edilebilmesi ve ilk tespitlerin hızlı şekilde yapılabilmesi gerekmektedir. Mevcut yöntemlerdeki fiziksel denetimler ve sabit kameralar hareketlilik ve çeviklik açısından kısıtlı kalmaktadır. Brüksel havalimanındaki özel 5G ağı 12,5 km² alanı kapsayabilmekte ve bağlantılı drone'lar 100 km uzaktaki başka bir merkezden kontrol edilerek gözetleme ve denetleme faaliyetleri yürütülmektedir. 3 simülasyonla drone'lar saha denetimi, yaban hayatının yaratabileceği tehlikeler ve uçak kazası senaryolarında denenmiştir.



12,5 km²

Drone'ların uçuş güvenliğini sağladığı saha büyüklüğü

5G teknolojinin farkı

Özel 5G ağı drone'ların daha gelişmiş gerçek zamanlı kontrolünü ve yüksek bant genişliğiyle yüksek çözünürlüklü video yayınına mümkün kılmaktadır.



100 km

Drone'ların kontrol merkezine uzaklığı

Etki

5G bağlantılı drone'lar tehlike yaratabilecek durumları gerçek zamanlı tespit edip aynı anda yüksek kalite görüntüyle ilk izlenimleri ekipler alana varmadan merkeze ileterek doğru ve zamanında müdahalelerin yapılmasını, tehlikeli durumların önlenmesini sağlamaktadır. Uzaktan kontrol edilebilen drone'lar 5G ağına bağlanabilen herhangi bir merkezden yürütülebildiği için esneklik sağlamaktadır.



Kaynak: Enterprise IoT Insights (2021)

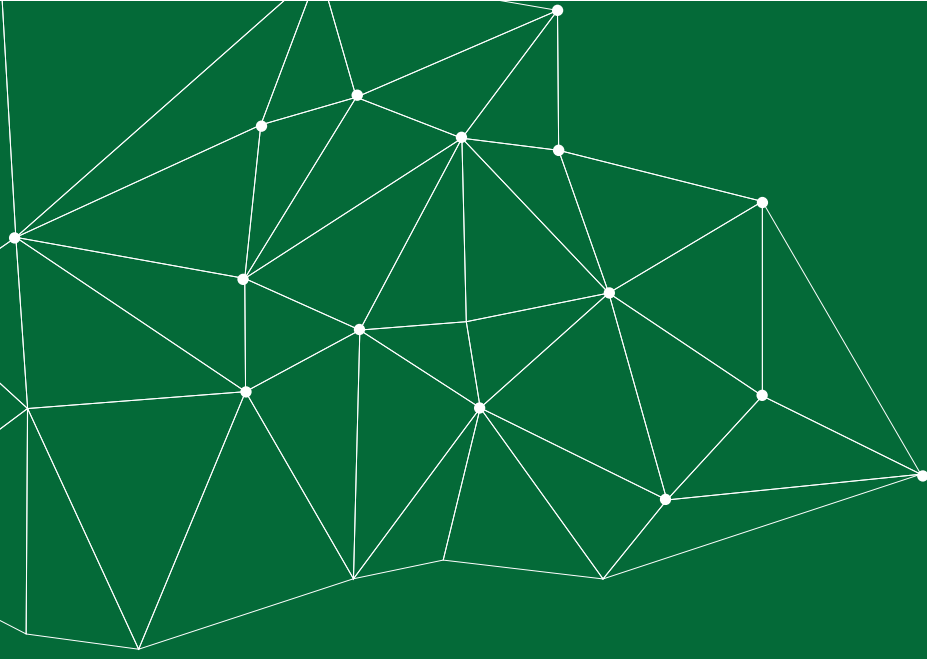
Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve 5G

5G çevresel, sosyal etkileri ve sektörleri değiştiren ve dönüştüren gücüyle Birleşmiş Milletler'in sürdürülebilir kalkınma amaçlarına katkı sunacaktır. 17 temel sürdürülebilir kalkınma amacı, ÇSY'nin Rapor kapsamında işlenen çevre ve sosyal kırılımları çerçevesinde sınıflandırılmış ve örnek etkilerle birlikte sunulmuştur.

ETKİLER

		3 SAĞLIK VE KALİTE YASAM	4 NİTELİKLİ EĞİTİM	5 TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTLİĞİ	7 ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİ	8 İNSANA YAKIŞIR VE EKONOMİK BÜYÜME	9 SANAYİ, YENİLİKÇİLİK VE ALTYAPI	11 SÜRDÜRÜLEBİLİR ŞEHİRCİLER VE TOPLULUKLAR	12 SORUMLU ÜRETİM VE TÜKETİM	13 KLİM EYLEMİ
 Çevre	Uzaktan bakım ve dijital performans yönetimi ile operasyonel maliyetlerde düşüş									
	Akıllı araç yönetimi ile toplu taşıma araçlarının etkin kullanılması									
	Yeşil ve sürdürülebilir mobilite ile çevreye zararın azaltılması									
	Akıllı şebekelerle ve sistemlerle çalışan fabrikaların enerji tasarrufları									
	Doğalgaz ağlarının dijitalleşmesiyle hızlı karar mekanizmaları ve kayıplarda azalma									
 Sosyal	Akıllı fabrikalar ile üretimde otomasyon, büyük veri, analitik ile kalite, güvenilirlik artışı									
	Uzaktan araç ve makine kontrolü ile insan güvenliğinin korunmasında iyileşme									
	Otonom araçlarla bireylerin enerjiyi ve zamanlarını en etkili şekilde kullanmaları									
	Giyilebilir teknolojiler ile sağlığın korunması, uzaktan ameliyat ve uzaktan cerrahi eğitimi									
	Eğitime kırsal ve kentsel kesimlerin eşit erişimi									
	Sanal öğrenme fırsatları ve deneyimleri									
	İnsansız hava ve kara araçlarının keşif, kurtarma ve takip işlemlerinin geliştirilmesi									
	Bağlantılı ambulanslar, drone'lar, uzaktan/destekli sürüş									

Kaynak: World Economic Forum (2020), Deloitte analizi



POLİTİKA ÖNERİLERİ



Politika önerileri

5G altyapısının başarılı bir şekilde kurulumu ve kullanımının yaygınlaştırılması için ulusal 5G stratejisi çeşitli politika araçları ile desteklenmelidir. 5G alanındaki öncü ülkeler ulusal telekomünikasyon stratejileri dahilinde hızlandırıcı, sürdürülebilir ve destekleyici politika araçlarından faydalanmaktadır.

5G teknolojisine geçiş yapan lider ülkelerde ulusal bir strateji çerçevesinde bu yenilikçi teknolojiye geçişi kolaylaştırmak ve inovasyon ekosistemini desteklemek için kamu ve diğer paydaşların katkılarıyla çeşitli politikalar oluşturulmuştur. Bu alanda öncü ülkelerin başında gelen ABD, Almanya, Birleşik Krallık, Güney Kore ve Çin’de geçiş sürecini hızlandırmak ve 5G teknolojilerinden azami fayda sağlamak için çeşitli politika araçlarına başvurulmuştur. Bu çalışmada ilgili politika araçları ulusal 5G planı, 5G teknolojisini hızlandırıcı politikalar, yatırımların sürdürülebilirliği ve ekosistemin geliştirilmesi olarak dört ana başlıkta incelenmektedir.

Başarılı bir 5G stratejisi için politika alanları

1. Ulusal 5G Planı

Teknoloji değişimlerinde kamu kurumları, özel sektör temsilcileri, sivil toplum kuruluşları gibi önemli paydaşlar farklı hedef ve önceliklere sahip olabilmektedir. Kamu ve diğer paydaşların bir araya gelerek bu değişimden en iyi şekilde faydalanabilmenin yollarını araması ve stratejik bir yol haritası oluşturması önem arz etmektedir. Bu kapsamda oluşturulacak ulusal bir 5G planının stratejik yol haritası çalışmaları için rehber niteliği taşıması ve kamusal projeler ile kamu-özel iş birlikleri tarafından desteklenmesi önemli taşımaktadır.

ABD

Dönüştürücü teknolojilerin sürekli olarak geliştirildiği ve çoğu teknoloji alanında dünyaya liderlik eden bir küresel güç olarak Amerika Birleşik Devletleri 5G konusunda ülke vizyonunu belirlemek için Mart 2020 tarihinde “5G için Ulusal Strateji” belgesini yayınlamıştır. Bu vizyon kapsamında 5G’nin yaygınlaştırılmasını kolaylaştırmak, altyapı kullanımından kaynaklanan ekonomik ve ulusal güvenliğe yönelik riskleri yönetmek, 5G altyapısının küresel gelişimini ve kurulumunu teşvik etmek gibi çeşitli konularda hedefler belirlemiştir. Bu stratejiye uygun olarak 5G uygulamalarının daha hızlı ölçeklenebilmesi ve kullanıma alınması için kamu projeleri ile arzi destekleyen talep oluşumunun önemli olduğu görülmüştür. Bu anlamda ABD’de belirli kamu kuruluşları son yıllarda 5G kabiliyetlerini üst düzeye çıkaracak çeşitli programlar açıklamıştır. Bununla birlikte, 5G teknolojisi özelinde kamu-özel iş birlikleri hayata geçirilmeye başlanmıştır. Örneğin; California eyaletinde bulunan San Jose’de kent yönetimi, küçük hücre (small cell) kurulumu ile desteklenecek yaygın bir genişbant altyapısına ulaşmak için 2018 yılında AT&T, Verizon ve Mobilitie ile ortaklık kurma kararı almıştır. Yaklaşık 4.000 cadde ışığına

5G’de öncü ülkelerde ulusal bir strateji çerçevesinde yatırımlar planlanmış, bu çerçevede kamu-özel iş birlikleri teşvik edilmiş ve stratejik yol haritaları oluşturulmuştur.

küçük hücre kurulumu hedefleyen plan çerçevesinde şehirde 500 milyon USD'nin üzerinde özel sektör yatırımı gerçekleşmiştir.

Birleşik Krallık

Birleşik Krallık da 5G teknolojisinin hayata geçirilmesi için stratejik bir yol haritası benimsemiş ve ilgili hedefleri çeşitli teşviklerle desteklemiştir. 2016 yılında 5G teknolojisinde dünya liderliği hedefiyle atılması gereken adımlara ilişkin çeşitli tavsiyeler Ulusal Altyapı Komisyonu (NIC) tarafından belirlenmiştir. 2017 yılında yayımlanan "Yeni Nesil Mobil Teknolojiler: Birleşik Krallık için 5G Stratejisi" belgesiyle frekans tahsisi, 5G'nin güvenli kurulumu ve kullanımı, kapsama alanı ve kapasite gereklilikleri gibi birçok kritik konuda stratejik bakış açısı geliştirilmiştir. Detaylı planlamalar ve zamanında atılan adımlar ile Birleşik Krallık 2019 yılında 5G teknolojisini hayata geçirmiştir. Hükümet yeni teknolojinin canlıya alınması ile başlayan bu süreçte mobil şirketlerin ve yerel konseylerin 5G altyapısını yaygınlaştırma faaliyetlerine destek olmak amacıyla kamu-özel iş birliklerine destek vermeye başlamıştır. Kamuya ait varlıklara ekipman kurulumu sürecini yalınlaştırmak ve hızlandırmak amacıyla 2021 yılında 5,5 milyon USD değerinde bir finansal destek yerel kurum ve mobil operatör şirketlerine tahsis edilmiştir.

Güney Kore

Teknolojiyi uygulamaya başlayan ülkelerin başında gelen Güney Kore oluşturduğu ulusal 5G planı ile önemli bir başarı yakalamış ve yolun başındaki ülkelere örnek olmuştur. Güney Kore'de 5G'nin dönüştürücü potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için kapsamlı bir ulusal strateji oluşturulmuş ve altyapı yatırımları desteklenerek teknolojiye erişimin yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Bu planın uygulanması ve yakın takibi ile 3,5 GHz ve 28 GHz bantlarında dünyanın ilk eş zamanlı 5G spektrum ihalesi, dünyanın ilk B2C akıllı telefon tabanlı ticari lansmanı dahil birçok ilke imza atılmıştır. Kilometre taşı niteliğindeki bu hedeflerin gerçekleşmesi ve 5G altyapılarının kısa sürede önemli bir ölçeğe ulaşması, ulusal strateji planı çerçevesinde kurulan kamu ve diğer önemli paydaşlar arasındaki iş birliğine atfedilmektedir. Bir yandan uzun vadeli yatırım ve spektrum politikalarının belirlenmesi ile öngörülebilirlik sağlarken, diğer yandan da kamu-özel iş birlikleri ile arızın ülke genelinde yaygınlaşması, KOBİ'ler dahil farklı endüstrilerde kullanılması ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi ile talebin de artırılması sağlanmaktadır. Tüm bunlara ek olarak 2020 yılında hükümet tarafından belirlenen Kore Yeni Anlaşması (New Deal) ile akıllı, yeşil ve kapsayıcı bir ülke vizyonu getirilmiş ve bu anlamda 5G teknolojisi veri ve inovasyon odaklı bir ekonomi için kritik önemde destekleyici altyapı olarak tanımlanmıştır. Bu vizyon kapsamında 5G teknolojisinin yaygınlaşması ve hem endüstride hem de devlet kurumlarında kullanımının artırılması için projeler oluşturularak teşviklerle desteklenmesi kararlaştırılmıştır.

2. 5G teknolojisini hızlandırıcı politikalar

2.1. İlave spektrum kaynaklarının 5G için ayrılması ve adil şartlarla tahsisi

5G frekans tahsisi için ihale sürecinin gerçekleştirilmesi ve mobil operatörler arasında ilgili kıt kaynakların etkin şekilde kullanımı sağlamak üzere adilane bir şekilde paylaşılması bu politikanın temelini oluşturmaktadır. Spektrum politikasının, 5G teknolojisinin hız ve kapsama gibi performans kriterleri üzerinde direkt etkileri olduğu, bu nedenle frekans tahsislerinin doğru zamanda, doğru miktarda ve uygun koşullarda yapılmasının 5G'ye geçişte kritik önem taşıdığı görülmektedir. 5G teknolojisi ile birlikte daha uzun vadeli planlamalar yapılması ihtiyacı nedeniyle birçok ülkede spektrum politikaları proaktif olarak belirlenmektedir. Uzun vadeli spektrum politikalarının belirlendiği ülkelerin başında Güney Kore gelmektedir. 2010 yılı itibarıyla planlamalara başlandığı, trafik artışları ve 5G için ihtiyaç duyulacak bantlar için tahsislerin planlandığı görülmektedir.

Spektrum politikasının 5G teknolojisinin hız ve kapsama gibi performans kriterleri üzerinde direkt etkileri olduğu, bu nedenle frekans tahsislerinin doğru zamanda, doğru miktarda ve uygun koşullarda yapılmasının 5G'ye geçişte kritik önem taşıdığı görülmektedir.

Spektrum politikasının diğer bir özelliği de 5G'nin dönüştürücü etkisini ortaya çıkaracak yenilikçi teknoloji ve hizmetleri desteklemek olduğundan, frekanslar bantlar bölünmeden ve operatörler arası adil dağılımı sağlayacak şekilde tahsis edilmiştir. Çin'de ihale yöntemi yerine idari tahsis yöntemi kullanılmakta olup, operatörlerin 5G için kritik olan orta bantlarda en az 100 MHz bant genişliğinde frekans kullanım hakkı almaları sağlanmıştır. İngiltere'de ise orta bantlarda frekans planlamasının yapılması ve sektördeki ihtiyacın karşılanabilmesi için frekans tahsisleri 2018 ve 2021 yıllarında olmak üzere iki kez yapılmıştır. İkinci frekans tahsisinde uzun vadede yatırımların desteklenmesi için frekans bedellerinin düşüğü görülmektedir.

2.2. Yükümlülük ve yatırım dengesinin gözetilmesi

Spektrum bedellerinin yüksek olması ve yükümlülüklerin zorlayıcı olması gibi koşulların yatırımlar üzerindeki olumsuz etkisi bilinmektedir. 5G teknolojisine geçişin ülkeler arasında kazanılması gereken önemli bir rekabet konusuna dönüşmesi bu konudaki hedef ve destekleri etkilemiştir. 5G teknolojisinde bayrak taşıyıcı ülke konumunda bulunan Çin'de ise bu geçiş süreci ulusal politika haline getirilmiş ve operatörlere birçok kolaylık sağlanmıştır. Hükümet 5G frekanslarını doğrudan ilgili operatörlere tahsis etmiş, ilk 3 yıl için 5G spektrum ücretlerini kaldırmış ve 4-6 yıl arasında kullanım ücretleri için indirim sağlamıştır. Almanya'daki ihale süreçlerinde belirlenen lisans bedeli miktarlarının diğer ülkelerle kıyaslandığında yüksek kalması ve operatörleri zorlayıcı yükümlülüklerin getirilmesi çeşitli çalışmalarda belirtildiği üzere tüketici refahını ve süreci olumsuz etkilemiştir. Almanya'da mobil kapsama istenen seviyeye ulaşamamış; bu nedenle de öncelikle 2019 yılında kırsal mobil kapsama için 1,1 milyar EUR destek sağlanmış, Covid-19 sonrası dönemde ise 7 milyar EUR devlet desteği sağlanarak sektördeki yatırımlar iki farklı dönemde teşvik edilmiştir. Bu şekilde frekans tahsisinden alınan yüksek bedeller sektöre geri döndürülmüş, yükümlülük ve yatırım dengesi sağlanmaya çalışılmıştır.

2.3. Altyapı kurulumunun kolaylaştırılması

Altyapı kurulumunun kolaylaştırılması, kullanım izni aranmadan gerekli alanların operatörlere tahsisi ve bürokratik süreçlerin hızlandırılması gibi konular önem arz etmektedir. ABD'de bulunan Federal İletişim Komisyonu (FCC) 5G altyapı yatırımları için süreci hızlandırmak ve telefon ile elektrik direkleri (utility poles) gibi yapılara eklenecek yeni şebeke elemanlarının maliyetlerini azaltmak amacıyla genişbantın yaygınlaştırılması ve rekabeti teşvik etmeye yönelik programları hazırlamıştır. Komisyon, "Tek dokunuşla hazır (one-touch, make ready)" olarak adlandırılan bu süreç ile ilgili yapıların hızlı bir şekilde hazır hale getirilmesini sağlayarak genişbant kurulumunu hızlandırmakta ve maliyeti düşürmektedir. Bürokratik süreçleri hızlandıran bir diğer uygulama ise Avrupa Birliği tarafından üye ülkelerdeki küçük hücre (small cell) izin süreçleri için belirlenmiştir. AB Elektronik Haberleşme Kodunun (EECC) 57. maddesine göre operatörler üzerindeki idari yükün hafiflemesi için küçük hücrelerin konuşlandırılması gereksiz yere kısıtlanmayacak ve ilgili kuralların ulusal düzeyde tutarlı olması sağlanacaktır. Tarihi ve çevresel koruma alanı gibi belirli alanlar dışındaki yerlerde small cell kurulumlarının şehir planlama ve ön izin süreçlerinden muaf tutularak kolaylaştırılacağı belirtilmiştir. Kamuya ait alanlar, binalar ve yapılarda adil makul şartlarda ve süreç şeffaflığı tek bir iletişim noktasından sağlanarak işletmeciler taleplerinin karşılanacağı belirtilmiştir.

2.4. 5G fiber transmisyon ve backhaul erişimi düzenlemeleri

5G fiber transmisyon ve backhaul erişimi düzenlemelerinin gerçekleştirilmesi yeni teknolojinin yaygın kullanımı için bir diğer önemli parametre olarak değerlendirilmektedir. ABD, Almanya ve İngiltere'de belirli kullanım alanları için çeşitli regülasyon düzenlemeleri yapılmakta veya planlanmaktadır. Çin ve Güney Kore ülkelerinde ise fiber altyapısı 5G

Spektrum bedellerinin yüksek ve yükümlülüklerin zorlayıcı olması gibi koşulların yatırımlar üzerindeki olumsuz etkisi bilinmektedir. 5G teknolojisine geçişin ülkeler arasında önemli bir rekabet unsuruna dönüşmesi, yükümlülük ve yatırım dengesinin gözetilmesi konusundaki hedef ve destekleri etkilemiştir.

teknolojisinin hayata geçirilmesinden de önce düzenli olarak geliştirilmiş ve yaygınlaştırılmıştır.

3. Yatırımların sürdürülebilirliği

3.1. Ortak altyapı kurulumu ve kullanımının desteklenmesi

5G yatırımları yüksek maliyetli olduğu için, bazı ülkelerde operatörlerin birlikte yeni bir şirket kurmasına izin verilerek ortak altyapı kurulumu desteklenmiştir. Önceki yıllarda hayata geçirilmesi ve uygulama sonrası verilerin ölçümlenmiş olması nedeniyle Çin'de gerçekleştirilen ortak altyapı uygulaması, bu ve benzer politikaların potansiyel faydalarına ışık tutmaktadır. Maliyetleri sürdürülebilir kılmak ve finansal kaynaklardan efektif şekilde yararlanmak adına bu konuda en büyük adım 2019 yılında iki büyük Çinli telekom operatörü olan China Telecom ve China Unicom'un "Birlikte inşa et/ortak paylaş" projesi ile atılmıştır. 5G'nin ekonomik ve sosyal faydasını en üst düzeye taşımayı hedefleyen bu model ile 2 operatör 2019-2021 Ağustos döneminde 86 milyar CNY (13,3 milyar USD) tasarruf sağlamıştır.

3.2. Şebeke paylaşımının teşvik edilmesi

Şebeke paylaşımına izin verilmesi ve teşvik edilmesi 5G yatırımlarının maliyet etkin şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan önemli bir politika olarak öne çıkmaktadır. Güney Kore'de kırsal ve uzak bölgelerde baz istasyonlarının ortak inşası ve ağ paylaşımı teşvik edilerek operatörler arası ortaklık süreçleri kamu tarafından kolaylaştırılmıştır. Bilim ve Bilişim Bakanlığı (MSIT) tarafından duyurulan bu hamlenin ülkenin önemli telekomünikasyon şirketlerinden olan SK Telecom, KT Corp., LG Uplus ve SK Broadband'in mükerrer yatırımlar yapmasını engelleyeceği öngörülmüştür. Güney Kore'deki mobil operatörlerin 5G ağı için altyapı oluşturma maliyetlerini paylaşacağı ve 10 yıllık dönemde yaklaşık 938 milyon USD tasarruf sağlayacağı değerlendirilmektedir.

3.3. Altyapı yatırımları için teşvikler (vergi, sübvansiyon vb.)

Vergi teşviklerinin 5G yatırımlarında yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Örneğin; Güney Kore, 5G yatırımlarında özel finansmanı teşvik etmek amacıyla 5G ağındaki yatırımlar için yüzde 3'e kadar vergi kredisi sağlamaktadır. Diğer ülkelerde de benzer politikaların uygulandığı görülmektedir.

Altyapı yatırımlarının hızlanması için etkili olan bir diğer politika aracının sübvansiyon olduğu değerlendirilmektedir. 2020 yılında Amerikan Federal İletişim Komitesi, "Amerika'nın Kırsal Bölgeleri için 5G Fonu" kurmayı planlayan bir karar almış ve 5G genişbant hizmetleri verilemeyen alanların hizmet kapsamına dahil edilmesi için 10 yılda 9 milyar USD'ye kadar federal sübvansiyon sağlamayı taahhüt etmiştir. 5G teknolojisinde öncü ülkelerin tamamında bu ve benzer uygulamaların hayata geçirildiği görülmektedir.

Güney Kore'de kırsal ve uzak bölgelerde baz istasyonlarının ortak inşası ve ağ paylaşımı teşvik edilerek operatörler arası ortaklık süreçleri kamu tarafından kolaylaştırılmıştır.

4. Ekosistemin geliştirilmesi

4.1. Ar-Ge ve inovasyon odaklı teşvikler

Almanya'da Federal Hükümet "Geleceğin Endüstriyel İletişimi" inisiyatifi ile büyük ölçekte yenilikçi 5G çözümleri için araştırma ve geliştirmeyi finanse etmeyi taahhüt etmiştir. "Sektörde güvenilir kablosuz iletişim", "5G: endüstriyel internet" ve "5G: dokunsal internet (tactile internet)" olarak tanımlanan 3 odak noktasını merkeze alan bu girişimin faaliyetleri için 80 milyon EUR değerinde kaynak ayrılmıştır. Bunun yanında ABD Senatosu, teknoloji araştırma ve geliştirme faaliyetlerini geliştirmek amacıyla 250 milyar USD'lik tasarını 2021 yılında onaylamıştır. Bu tasarı 5G inovasyonunu desteklemek amacıyla 1,5 milyar USD değerinde bir harcama kalemi de öngörmektedir.

4.2. Kamu, akademi, özel sektör iş birliklerinin desteklenmesi

Kamu, akademi, özel sektör iş birliklerinin desteklenmesi ekosistem gelişimine en büyük katkı sağlayan etkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Almanya'nın en iyi araştırma enstitülerinden Fraunhofer Üretim Teknolojisi Enstitüsü ile Ericsson, Aachen Üniversitesi'nin Melaten kampüsünde Avrupa'nın en büyük endüstriyel araştırma ağı olacak 5G Avrupa Endüstri Kampüsü'nü kurma kararı almıştır. Bu projenin önümüzdeki üç yıl boyunca Alman Federal Ulaştırma ve Dijital Altyapı Bakanlığı tarafından 6,2 milyon EUR ile desteklenmesi planlanmıştır.

4.3. Uluslararası standartlaşma çalışmalarında yer almak

5G teknolojisinin uluslararası standartlaşma çalışmaları teknolojinin kullanımı açısından kritik öneme sahiptir. Bu alanda öne çıkan ülkelerin başında Çin gelmektedir. Araştırmalara göre "5G için gerekli" fikri mülkiyet haklarının %10'unun Çin'e ait olduğu tahmin edilmektedir. Radyo erişimi, modülasyon ve çekirdek ağ teknolojileri ve standartları bu alanlar içerisinde yer almaktadır. Ulusal 5G teknolojisi için diğer ülkelerin de gerek kamu gerek özel girişimleri destekleyerek bu konuda katkı sağladığı değerlendirilmiştir.

4.4. İnsan kaynağının geliştirilmesi

Beşeri sermayenin geliştirilmesi 5G teknolojisinin kesintisiz gelişmesi ve ardından gelecek yeni teknolojilere zemin açılması bakımından önem arz etmektedir. Bu konuda Birleşik Krallık bünyesindeki politikalar ve çeşitli paydaşların girişimleri öne çıkmaktadır. University of Surrey bünyesinde bulunan ve dünyanın ilk akademik 5G araştırma merkezi olarak bilinen 5G İnovasyon Merkezi, University of Warwick, Kraliyet Mühendislik Akademisi ve Birleşik Krallık Hükümeti tarafından verilen Bhattacharyya Ödülü'ne layık görülmüştür. Ödül kapsamında sağlanacak finansal desteğin bu alandaki araştırmacıların çalışmalarına katkı sağlaması ve beşeri sermayeyi kuvvetlendirmesi beklenmektedir.

4.5. Sürdürülebilir tedarik zincirinin desteklenmesi

Teknoloji ve ürün geliştirmeleri ile sektörel hedeflerin belirlenmesi 5G uygulamalarından alınacak faydayı en üst düzeye çıkarmak için gerekli kritik konulardan biri olarak değerlendirilmektedir. Birleşik Krallık'ın telekom tedarik zincirini güçlendirme ve güvence altına almayı hedefleyen Çeşitlendirme Stratejisi kapsamında 10'dan fazla uluslararası ve yerel ekipman üreticisi desteklenmektedir. Sektörel yaklaşım olarak 5G Programı çerçevesinde tarım, enerji, otomotiv, ulaşım ve lojistik gibi hedeflenen endüstrilerde yaklaşık 140 kullanım alanı (use case) keşfedilmekte ve üzerine çalışmalar yürütülmektedir.

Almanya'nın en iyi araştırma enstitülerinden Fraunhofer Üretim Teknolojisi Enstitüsü ile Ericsson, Aachen Üniversitesi'nin Melaten kampüsünde Avrupa'nın en büyük endüstriyel araştırma ağı olacak 5G Avrupa Endüstri Kampüsü'nü kurma kararı almıştır.

Seçili ülkelerde izlenen politikalar

İlgili politika önerileri 5G teknolojisinin yakın zamanda hayata geçirildiği farklı bölge ülkeleri nezdinde incelenmiştir. Bu ülkelerde yeni teknolojinin hızlı ve sağlıklı bir şekilde gelişmesinde ilgili önerilerin planlanması ve uygulanmasının etkili olduğu görülmüştür. İlgili ülkelerdeki politika uygulamaları aşağıda verilmiştir.⁴

		ABD 	Almanya 	Birleşik Krallık 	Güney Kore 	Çin 
ULUSAL 5G PLANI	Ulusal/bölgesel 5G planı					
	Stratejik yol haritası çalışmaları					
	Kamusal projeler ve kamu-özel iş birlikleri					
5G TEKNOLOJİSİNİ HIZLANDIRICI POLİTİKALAR	İlave spektrum kaynaklarının 5G için ayrılması ve adil şartlarla tahsisi					
	Yükümlülük ve yatırım dengesinin gözetilmesi					
	Altyapı kurulumunun kolaylaştırılması					
	5G fiber transmisyon ve backhaul erişimi düzenlemeleri					
YATIRIMLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ	Ortak altyapı kurulumu ve kullanımının desteklenmesi					
	Şebeke paylaşımının teşvik edilmesi					
	Altyapı yatırımları için teşvikler (vergi, sübvansiyon vb.)					
EKOSİSTEMİN GELİŞTİRİLMESİ	Ar-Ge ve inovasyon odaklı teşvikler					
	Kamu, akademi, özel sektör iş birliklerinin desteklenmesi					
	Uluslararası standartlaşma çalışmalarında yer almak					
	İnsan kaynağının geliştirilmesi					
	Sürdürülebilir tedarik zincirinin desteklenmesi					

 Uygulama/planlama

Başarılı bir 5G stratejisi için Türkiye'nin ihtiyaçları



Ulusal 5G Planı

Ülkemizin 2023 hedefleri gibi uzun vadeli vizyonunu ve kamu-özel tüm paydaşların ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran ulusal bir 5G planına sahip olması kritik öneme sahiptir. 5G teknolojisini hızlandırıcı politikalar, yatırımların sürdürülebilirliği ve ekosistemin geliştirilmesi gibi yaklaşımları içinde bulundurması beklenen bu planın tüm kamu kurumlarını koordine ederek bu yenilikçi teknolojiden makro seviyede faydalanılmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. 5G teknolojisi için güçlü altyapı ve hizmet ağı kurulumunun yanı sıra yeni teknolojiye erişilebilirliğin artırılması ve kullanımın desteklenmesi önem arz etmektedir. 5G'nin kullanıma sunulacağı ilk yıllarda kamu kurumları tarafından geliştirilen çeşitli projeler (meydan ve havaalanları kullanımı gibi) ile yaygınlaştırılması ve kamu-özel iş birlikleri (PPP) ile endüstriyel ve kamusal alanlarda 5G deneyiminin teşvik edilmesi ekosisteme önemli katkılar sunacaktır.



Yatırımların sürdürülebilirliği

5G teknolojisi için gerçekleştirilmesi öngörülen çeşitli altyapı ve hizmet yatırımlarının operatörlere büyük maliyet getireceği tahmin edilmektedir. Maliyetlerin azaltılarak yatırımların sürdürülebilir olması için ortak altyapı kurulumu ve kullanımını destekleyen düzenlemelerin getirilmesi ve frekans kullanım sürelerinin uzun vadeli (20 yıl +) planlanması yatırımları destekleyecektir. 5G altyapı yatırımlarının veya imalat sektöründeki uygulamaların süper teşvik kapsamına alınması, işletmelerin 5G teknolojisini deneyimlemeleri ve 5G adaptasyonu için teşvik mekanizmalarının kurulması, altyapıların yaygınlaştırılmasını teşvik amacıyla vergi ve sübvansiyon düzenlemelerine gidilmesi gibi yaklaşımların geliştirilmesi önem arz etmektedir.



5G teknolojisini hızlandırıcı politikalar

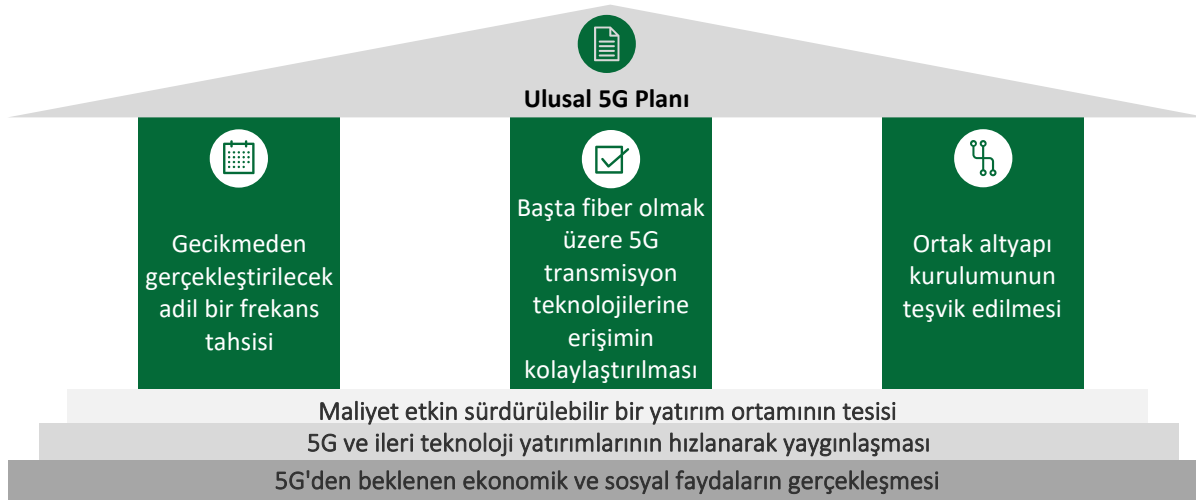
5G kullanımı için gerçekleştirilecek frekans tahsisi, teknoloji kullanımı için ilk adım olarak öne çıkmaktadır. Mevcut operatörlerin ve telekom sektörünün güncel gelişimi göz önüne alınarak frekans tahsisinin uzun vadeli yatırımları teşvik edici bir şekilde hızlıca kurgulanması ve yeterli miktarda spektrum tahsisi tüm sektör oyuncularının menfaatine olacaktır. Frekans bedelleri, kapsama oranı gibi çeşitli yatırım ve yükümlülüklerin denge gözetilerek kurgulanması ile bürokratik izin ve işlemlerin yalınlaştırılarak altyapı kurulumunun kolaylaştırılması 5G teknolojisinin hızlıca kullanıma alınmasında kritik öneme sahiptir. 5G teknolojilerinin teknik gereksinimlerinin karşılanabilmesi için elzem olan taşıyıcı fiber altyapı ihtiyacına yönelik gerek kazı izinlerine ilişkin süregelen sektör sorunlarının giderilmesi gerekse pasif ve aktif altyapıya erişim koşullarının iyileştirilmesi gerekmektedir.



Ekosistemin geliştirilmesi

Ekosistemin geliştirilmesi hem ürün çeşitliliğinin artması hem de sektörlerin yeni teknolojinin kullanım alanlarından faydalanarak katma değer sağlaması bakımından önemlidir. Bu anlamda, gelişen teknolojiler yakından takip edilerek uzun vadeli politikalar ile uluslararası standartlaşma çalışmalarına katkı verilmesi ve üreticilerin yetkinliklerine, sektörlerin insan kaynağı ihtiyaçlarına yönelik adımlar atılması planlanmalıdır. Pilot uygulamalar ve testlerin hızla gerçekleştirilmesiyle frekans kullanımı gibi alanlarda paylaşımı destekleyen esnek yaklaşımların hayata geçirilmesi paydaşları olumlu etkileyecektir. Ar-Ge Fonu ve Evrensel Hizmet Fonunun 5G ekosistemi için kullanılması gibi Ar-Ge ve inovasyon odaklı teşviklerin verilmesi, organize sanayi bölgeleri gibi üretim alanlarında 5G MPN kurulumu ve kamu-akademi-özel sektör iş birliklerinin desteklenmesi ile sürdürülebilir tedarik zincirinin oluşturulması 5G ekosisteminin geliştirilmesine fayda sağlayacaktır.

Türkiye'nin 5G teknolojisinden en hızlı şekilde faydalanabilmesi için ulusal 5G planı başta olmak üzere adil bir frekans tahsisi, transmisyon teknolojilerine kolay erişim ve ortak altyapı kurulumunun desteklenmesi alanlarındaki politika çalışmalarına öncelik verilmesi gerektiği değerlendirilmektedir



5G teknolojisi dönüştürücü etkisi ile dijitalleşmeyi hızlandırırken yeni kullanım alanlarının da ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu dönüşümün etkin bir şekilde gerçekleşmesi ise yatırımları teşvik edecek modeller ile mümkün olacaktır. 5G'ye geçişte frekans bedellerinin yüksek olması ve yükümlülüklerin zorlayıcılığı gibi koşulların yatırımlar ve tüketici refahı üzerindeki olumsuz etkisi bilinmektedir. Bu bakımdan söz konusu frekans tahsislerinin uzun vadede yatırımların sürdürülebilir olmasını sağlayacak şekilde kurgulanması önem taşımaktadır.

5G teknolojinin uluslararası standartlarda uygulanabilmesi için mobil şebekeler daha fazla frekans kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de de 5G teknolojinin ekonomik ve sosyal faydalarının hayata geçebilmesi için öncelikle frekans tahsislerinin adil dağılımı sağlayacak şekilde gecikmeden gerçekleştirilmesine ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Bununla birlikte, 5G teknolojinin tam performans ile uygulanabilmesi ve yaygınlaşabilmesi için fiber taşıyıcı altyapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, fiber altyapıların yaygın kullanımını sağlayacak kazı izinlerinin, pasif ve aktif altyapılara erişim gibi süreçlerin basitleştirilmesi ve 5G teknolojisini destekleyecek şekilde gözden geçirilmesi önerilmektedir.

Dünyada 5G teknolojisini hızla yaygınlaştıran ülkelerde görüldüğü üzere ortak altyapıların kurulumu hem fiber hem de mobil altyapılar için kullanılmakta ve önemli bir maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Bu tip altyapı yatırım modellerinin Türkiye'de de teşvik edilmesi altyapıların daha yaygın olması bakımından önerilmektedir. Bahsi geçen politika önerilerinin önceliklendirilmesi ve uygulanması ile maliyet etkin ve sürdürülebilir bir yatırım ortamı tesis edilerek 5G teknolojilerinin hızla yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Böylece, raporda hesaplanan ve 5G'den beklenen ekonomik ve sosyal faydaların gerçekleşmesinin mümkün olacağı değerlendirilmektedir.

Ekler

Ek-1: Kısa vadeli etkiler için ekonomik etki analizi metodolojisi

5G'nin Sosyoekonomik Etki Analizi'nin ("Proje") ekonomik etki analizi çalışması, 5G teknolojisine geçiş çalışmalarının Türkiye'nin ekonomik faaliyetine, katma değerine ve istihdamına beklenen ekonomik katkısını hesaplamaktadır. Rapor'un bu bölümü, ekonomik etki analizi için izlenen ayrıntılı metodolojiyi açıklamaktadır.

Projenin ekonomik etkileri doğrudan, dolaylı ve tetiklenen etkiler olarak adlandırılırken 5 yıllık dönemde kısa vadeli etkiler hesaplanmıştır. Katma değer etkileri hesaplanırken harcama yöntemi baz alınmış ve ithalata giden harcamalar kapsam dışı olarak değerlendirilmiştir. **Raporda yer verilen tüm hesaplamalar 2022 fiyatları ile gerçekleştirilmiştir. 2022 yılı için ortalama USD/TL ve EUR/TL kurları Economic Intelligence Unit (EIU) kaynağından elde edilerek sırasıyla 13,8500 ve 14,9970 olarak hesaplanmıştır.**

Aşağıdaki harcama kalemleri nicel analizlere dahil edilir ve projenin doğrudan ekonomik katkısı olarak değerlendirilir:

- Yatırım ve altyapı faaliyetleri için yerli servis ve ekipman alımı

Yukarıda verilen harcama kalemleri sadece Proje'nin doğrudan katkısını temsil etmektedir. Ancak, Proje'nin etkileri bu harcamalarla sınırlı değildir. Bu harcamaların gerçekleştiği endüstrilerde ekonomik genişleme meydana gelirken, Proje aynı zamanda tedarik zinciri ile bağlantılı endüstrilerde ekonomik genişlemeyi desteklemektedir. Ek olarak bu faaliyetlerin gerçekleştiği sektörlerde istihdam edilen çalışanların artan geliri nedeniyle mal ve hizmetlere yapılan harcamalardaki genel artış da tetiklenmektedir. Bu etkiler sırasıyla dolaylı ve tetiklenen etkiler olarak değerlendirilmektedir.

Tetiklenen etki; Doğrudan ve dolaylı etkiler sebebiyle meydana gelen çalışan ücretlerindeki artışın ilave ekonomik talebe dönüşmesi kanalıyla oluşan etkilerdir.

Dolaylı (tedarik zinciri) etki; 5G teknolojisine hizmet verecek iş ortaklarının çarpan etkisiyle kendi tedarik zincirlerinde oluşturacakları ikincil etkiyi ifade etmektedir.

Doğrudan etki; 5G için operatörlerin iş ortaklarından 5 yılda yapacağı yatırım ve hizmet harcamaları ile ekonomide oluşturacağı birincil etkiyi ifade etmektedir.

Girdi-Çıktı Modelinde, sektörlerin oransal etkileşimleri analiz edilmektedir. Girdi-Çıktı Modelinde yer alan 64 sektörün her biri için, dolaylı ve tetiklenen katma değer etkilerinin hesaplanmasında kullanılacak olan çarpanlar hesaplanmıştır. Girdi-Çıktı Modeli, 2016 yılında Türkiye İstatistik Kurumu ("TÜİK") tarafından yayımlanan 2012 Girdi-Çıktı Tabloları esas alınarak hazırlanmıştır.

Katma değer hesaplamalarına ek olarak, projenin doğrudan, dolaylı ve tetiklenen istihdam etkileri ayrı ayrı hesaplanmaktadır. İlgili sektörlerde gerçekleşen katma değer artışı, ilgili sektörde çalışan başına üretilen katma değer miktarı ile oranlanarak tahmini istihdam (TZE) miktarına ulaşılmaktadır.

5G teknolojisine geçiş kapsamında operatörler tarafından gerçekleştirilecek harcamalar sonucu ekonomide yaşanacak katma değer artışı ile kamu kurumlarına ek vergi geliri sağlanması beklenmektedir. Vergi gelirleri yoluyla devlet bütçesine katkı, toplam vergilerin (KDV, gelir, kurumlar ve diğer) toplam katma değere oranı olarak tanımlanan efektif vergi oranı kullanılarak hesaplanmaktadır.

Aşağıdaki bölümler, 5G ekonomik etki analizinde yer alan hesaplama ve nicel analizlere ilişkin daha detaylı bilgi vermektedir.

Yatırım ve altyapı harcamaları

5G teknolojisine geçiş sürecinde ulusal düzeyde faaliyet gösteren operatörlerin altyapılarını güçlendirmeleri ve yeni teknolojiye uygun hale getirmeleri için belirli harcamalar gerçekleştireceği öngörülmektedir. Bu harcamalar içerisinde servis ve ekipman satın alımı maliyetlerinin önemli yer tutacağı tahmin edilmektedir. Hesaplamalarda kullanılmak üzere ilgili kalemlere ilişkin ülkemizde faaliyet gösteren operatörler için BTK'ya rapor edilen yıllık yatırım harcamaları (capex) ve birbirlerine oranları göz önüne alınarak tüm sektör için tahmin edilmiş ve hesaplamalara dahil edilmiştir. Sektör uzmanları ile yapılan görüşmeler ve ilgili maliyet kısımları incelenerek yapılacak harcamalarda yerlilik oranı ekipman maliyetleri için %20 olarak değerlendirilirken servis maliyetleri için %100 olarak baz alınmıştır. Ekipman harcamalarının telekomünikasyon, imalat ile bilgi ve iletişim sektörleri arasında dağılacağı öngörülürken servis harcamalarının ise elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı ile telekomünikasyon sektörlerinde yapılacağı değerlendirilmiştir. İlgili dağılımlar sektör uzmanları ile yapılan görüşmeler sonucu Deloitte analizi ile tahminlenmiştir.

İstihdam hesaplamaları

TÜİK'ten elde edilen istihdam verileri, ekonomik faaliyetlerdeki artışa bağlı olarak gerçekleşecek istihdam etkisini tahminlemek için kullanılmıştır.

Güncel katma değer verileri TÜİK'ten elde edilmiştir. 2012 Girdi-Çıktı tablosundan her sektörün toplam katma değere katkı oranı güncel katma değer verilerini incelemek için kullanılmıştır. Her sektörde çalışan başına üretilen katma değer hesaplaması için ilgili sektörün çalışan sayısı baz alınmıştır. 2022 yılı için çalışan başına üretilen katma değer, Economic Intelligence Unit (EIU) kaynağından temin edilen verilerle tahmin edilmiştir. Yaşanan katma değer artışının ne kadarlık bir istihdama (TZE) denk geldiği bu şekilde hesaplanmıştır.

Vergi hesaplamaları

Proje kapsamında gerçekleştirilecek harcamalardan doğacak vergi gelirleri, efektif vergi oranı ile doğrudan katma değer katkılarının çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Geçerli vergi oranı KDV, gelir vergileri, kurumlar vergisi gibi vergi kalemlerini kapsar ve belirli bir yıl için tüm vergiler toplamının o yılda elde edilen toplam katma değere bölünmesiyle hesaplanır. Toplam vergi verileri 2016-2020 yılları için TÜİK ve Gelir İdaresi Başkanlığı verilerinden alınmıştır. Vergi gelirlerinin hesaplanmasında ağırlıklı ortalama efektif vergi oranı olan %22,04 kullanılmıştır. Hesaplanan ek vergi geliri, devlet bütçesine katkı olarak değerlendirilmektedir.

Ek-2: Uzun vadeli etki modeli

Uzun vadeli etki modeli 5G'nin Türkiye'deki tüm sektörlerin satışlarına potansiyel etkisini ifade etmektedir. Model IHS Markit, Tech4i ve Deloitte Portekiz gibi uluslararası otoritelerce uygulanmış, etkileri ortaya konmuştur.

Uzun vadeli etki modeli 5G'nin etkilerini 18 NACE sektörü ve 21 kullanım alanında incelemektedir. Modelin iki temel aşaması bulunmaktadır.

İlk aşamada teknoloji uzmanlarıyla görüşülerek 5G'nin sektörlerde oluşturacağı etki tartışılmış ve sayısallaştırılmıştır. Çalışma kapsamındaki analizlerde kullanılacak veri ve görüşleri toplamak üzere telekomünikasyon sektörü uzmanları, 5G teknolojisiinden etkileneceği düşünülen sektörlerden temsilciler ve uluslararası Deloitte profesyonelleri (Portekiz, Çin, Singapur, ABD, İngiltere, Kanada) ile 30'dan fazla ikili görüşme gerçekleştirilmiş ve 5G teknolojisinin ilgili sektörlerde uzun vadede oluşturacağı etkileri incelemek amacıyla etki anketi çalışması düzenlenmiştir. Bu aşamada yarı nicel bir yöntem izlenerek uzmanların 5G teknolojilerinin oluşturacağı etkiyi belirlenen 21 kullanım alanı ve 18 sektörde 0-5 arasında puanlamaları istenmiştir. "0" ilgili 5G kullanım alanının sektöre etki etmeyeceğini, "5" ise tüm etkilerini sektörde göstereceği anlamına gelmektedir. 4,5G altyapısının bazı kullanım alanlarına sınırlı da olsa hizmet edebileceği göz önünde bulundurularak her kullanım alanı ve sektör için 4,5G etkisi de uzmanlara sorulmuş, 5G'nin net etkisi ortaya konmuştur. Her sektör için kullanım alanlarına verilen net puan toplanarak sektördeki etki sayısallaştırılmıştır. Uluslararası literatürde IHS Markit ve IHS Markit'in metodolojisini replike eden diğer çalışmalar, elde edilen 10 puanlık bir etkinin sektördeki çıktıyı %1 artıracakını kabul etmiş, bu Rapor'da da aynı yöntem uygulanmıştır. Etki anketi çalışması Aralık 2021 – Ocak 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve 20 TMT uzmanından görüş alınmıştır. Anket sonuçları anonim bir şekilde değerlendirilmiş ve analizlere dahil edilmiştir.

Modelin ikinci aşaması 15-yıllık teknolojik döngü içerisinde Türkiye'nin sektörel satışlarını tahmin etmeyi kapsamaktadır. Satışlar tahminlenirken 2020 yılında gerçekleşen sektörel satışlar baz alınmış, Türkiye için Economic Intelligence Unit'in büyüme öngörülleri kullanılarak 2038 yılına kadar satışlar tahmin edilmiştir. Satışlar sektör bazında tahmin edilirken sektörlerin son beş yılda ekonomideki payı dikkate alınmıştır. Böylelikle, son yıllarda Covid-19 pandemisinin sektörler üzerinde yaratmış olabileceği etkiler ortadan kaldırılmıştır. Etkiler enflasyondan arındırılarak 2022 fiyatlarıyla verilmiştir. Harcama kalemlerinin USD cinsinden verildiği hesaplarda Economic Intelligence Unit'in belirlediği 13,85 USD/TL kuru kullanılmıştır.

5G'nin sektörel etkileri satış tahminleriyle çarpılarak 15-yıllık teknolojik döngü içerisinde 5G'nin kümülatif etkileri bulunmuştur. Etkilerin teknoloji benimseme oranını dikkate alan "S" şeklindeki eğri ile dağılacığı varsayılmaktadır. Aynı eğri İsviçre'de 5G etkilerini inceleyen Tech 4i tarafından da kullanılmıştır. "S" eğrisi dört bölümde incelenmektedir. İlk birkaç yılda teknolojilerin yavaş yayılacağı, sonraki dönemde hızlı bir yayılma ile atağa geçeceği, daha sonra yayılmanın yavaşlayıp sonunda sabit taleple yayılmanın duracağı varsayılmaktadır.

5G teknolojilerinin sektörlere etkisi detaylı olarak aşağıdaki tabloda verilmiştir. Her sektör için etkili olan temel 5G hizmetlerinin (geliştirilmiş mobil genişbant, yoğun makine tipi iletişim, ultra güvenilir düşük gecikme süreli iletişim) dağılımı, sektörlerde 5G'nin temel kullanım alanları, 5G'nin ilgili sektördeki satışa ve GSYH'ya olan etkileri sunulmuştur.

Sektörlere göre 5G teknolojinin 15-yıllık teknolojik döngüde satışlara ve GSYH' e etkisi

Sektörler	5G Hizmetleri	Temel Kullanım Alanları	Sektörün Toplam 5G Etkisindeki Payı (%)	Satışlara Etki (Milyar TL)	GSYH Etkisi (Milyar TL)
İmalat		Endüstriyel otomasyon Uzaktan izleme/takip	27,2%	273,8	56,5
Perakende ticaret		İşaretçiler Artırılmış/sanal gerçeklik	17,3%	173,9	104,7
Toptan ticaret		İşaretçiler Artırılmış/sanal gerçeklik	15,2%	153,1	92,2
Ulaştırma ve depolama		Otonom araçlar Uzaktan izleme/takip	6,6%	66,2	30,8
Bilgi ve iletişim		Artırılmış/sanal gerçeklik Sabit kablosuz genişbant	4,9%	48,9	28,6
İnşaat		Artırılmış/sanal gerçeklik Uzaktan izleme/takip	4,7%	47,3	17,6
Tarım, hayvancılık ve balıkçılık		Akıllı tarım Drone'lar	4,6%	46,7	27,7
Elektrik ve su sistemleri		Akıllı şebeke Uzaktan izleme/takip	4,3%	43,4	9,7
Motorlu araçlar perakende ve ticareti		İşaretçiler Artırılmış/sanal gerçeklik	3,5%	34,9	21,0
Kamu yönetimi ve savunma		Otonom araçlar Drone'lar	3,3%	33,5	21,2
Finans ve sigorta faaliyetleri		Mobil bilgi işlemin artması Akıllı şehirler	1,7%	17,3	10,3
Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler		Artırılmış/sanal gerçeklik Mobil bilgi işlemin artması	1,6%	16,3	9,8
Konaklama ve yiyecek hizmeti faaliyetleri		Artırılmış/sanal gerçeklik Akıllı şehirler	1,5%	15,4	7,6
İdari ve destek hizmet faaliyetleri		Uzaktan eğitim Sabit kablosuz genişbant	1,2%	11,9	7,3
İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri		Uzaktan hasta takibi Uzaktan izleme	0,7%	6,9	4,0
Madencilik ve taşımacılığı		Otonom araçlar Artırılmış/sanal gerçeklik	0,5%	5,4	0,9
Kültür, sanat, eğlence, dinlence ve spor		Artırılmış/sanal gerçeklik Drone'lar	0,4%	4,5	2,6
Eğitim		Uzaktan eğitim Artırılmış/sanal gerçeklik	0,4%	3,7	3,1
Gayrimenkul faaliyetleri		Artırılmış/sanal gerçeklik Sabit kablosuz genişbant	0,3%	3,3	2,7

5G'nin imalat, perakende ticaret, toptan ticaret, ulaştırma ve depolama ve bilgi ve iletişim sektörlerine etkileri Rapor'un "5G'nin sektörlere etkisi" kısmında detaylı açıklanmaktadır.

İnşaat sektöründe büyük makinelerin uzaktan kontrolü, otonom araçlar ve artırılmış/sanal gerçeklikle kalite kontrolü gibi 5G teknolojilerinin mümkün kılacağı uygulamalar tehlikeli bölgelere işçilerin girmesini engelleyecek, maliyet avantajları da kazandıracaktır.

Tarım, ormancılık ve balıkçılıkta özellikle akıllı tarım kullanım alanı öne çıkmaktadır. 4,5G teknolojileriyle sınırlı sayıda kullanılan sensörler 5G ile ölçeklenerek çiftçilerin veri ile hareket etmesini, ani müdahaleleri ve arazinin her bölgesine uygun mahsul yetiştirmeyi mümkün kılacaktır. Aynı zamanda, otonom araçların kullanımı 5G altyapısıyla yaygınlaşacak, geniş arazilerde zararlı haşerelere müdahale hızlanacaktır.

Elektrik ve su sistemlerinde 5G güvenilirliği ve güvenliği artıracaktır. Özellikle elektrik sektöründe akıllı şebekelerle artan sensörler enerji üretimini ve tüketimini gerçek zamanlı takip edebilecek, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasıyla dağınık kaynaklardan gelen enerji 5G'nin düşük gecikme süreleri yardımıyla yönetilebilecek, artırılmış/sanal gerçeklik ve drone'larla kırsal bölgelerde dağıtım alanları taranabilecektir. Evlerde artan nesnelerin interneti cihazlarıyla elektrik ve su tüketimi daha doğru yönetilebilecektir. Kamu sektöründe özellikle otonom araçlarla ulaşım, drone'larla güvenlik takibi ve akıllı şehir kullanım alanları öne çıkmaktadır. Akıllı şehirler Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem planında 5G altyapısına ilişkin hedeflerde yer almaktadır. Plana göre, afet durumlarına acil tepki, akıllı trafik yönetimi ve kent bilgi sistemi gibi akıllı şehir uygulamaları önceliklendirilmektedir (HGM, 2017).

Finans ve sigorta sektöründe 5G'nin hızlandıracağı bulut uygulamaları, mobil bilgi işlemin artırılması ve artırılmış ve sanal gerçeklik kullanım alanları öne çıkmaktadır. 5G teknolojileri ile müşterilerin otomatikleştirilmiş, self-servis uygulamalara erişiminin artmasını sağlayacak, gerçek zamanları verileri görünür hale getirecek ve yapay zeka kullanımını artıracaktır. Profesyonel hizmetler için 5G özellikle mobil bilgi işlemin artırılmasıyla işlemlerin uzaktan halledilebilmesi ve bulut uygulamalarına erişim anlamına gelmektedir. Aynı zamanda 5G ile şirketlerin uzaktan birlikte çalışma performansı iyileştirilecek, artırılmış/sanal gerçeklik uygulamaları ile zenginleştirilebilecektir.

Konaklama ve yiyecek hizmetleri sektöründe 5G teknolojisi artan veri ile yeni içgörülerin elde edilerek daha iyi müşteri hizmeti sağlanmasından robotlarla misafirlerin yönlendirilmesine kadar pek çok kullanım alanı bulabilecektir. Müşteri davranışları izlenerek oda veya yiyecek tercihleri için daha doğru hizmet verilebilecek, eğlence alanlarından artırılmış/sanal gerçeklikli yayın yapılabilir, odalardaki ışık, ısı ayarı uzaktan gerçekleştirilebilecektir. İdari ve destek hizmet faaliyetlerinde özellikle mobilite gerektiren tur aktiviteleri, özel güvenlik işlerinde 5G teknolojisi hız ve düşük gecikme süreleriyle anında müdahaleyi mümkün kılacak, artırılmış/sanal gerçeklikle alan taramayı etkinleştirecektir. Sağlık sektöründe 5G artan nesnelerin interneti cihazlarıyla hastaların evlerinden takip edilmesini mümkün kılacak, artan veri kapasitesiyle her hastanın daha doğru teşhis edilmesini ve hastaya özel çözümler sunulmasını sağlayacaktır. Daha önemlisi, düşük gecikme süreli internetle uzaktan ameliyat imkanları artacak, daha fazla hastanın belirli bir alanda uzmanlaşmış doktora erişimi artacaktır. Madencilik sektörü 5G'nin sağlayacağı uzaktan makine yönetimi, artırılmış/sanal gerçeklik ve otonom araç teknolojilerinden yararlanarak, sektör için hayati önem taşıyan güvenliği artıracaktır. Kùltür, sanat ve eğlence sektörü özellikle artırılmış/sanal gerçeklik uygulamalarından faydalananak, izleyicilere artırılmış gerçeklikle konser veya saha alanlarında oyunlar sunulabilecek, sanal gerçeklikle izleyicilerin deneyimi geliştirilebilecektir.

Bulut yayınları ile kameraların kablolarla bağlı kalmaması sağlanıp gösterileri uzaktan takip eden izleyicilerin deneyimi iyileştirilecektir. Gayrimenkul sektöründe evlerin artırılmış/sanal gerçeklik uygulamalarıyla uzaktan gösterilmesi mümkün olacaktır.

Uluslararası çalışmalarla karşılaştırma

Sektörler Milyar USD %	Türkiye	Dünya	ABD	Portekiz
İmalat	19,8 3,6%	4.771 5,5%	350 1,3%	4,6 3,3%
Perakende ve toptan ticaret ⁵	26,1 3,0%	1.144 5,2%	269 1,3%	5,0 2,2%
Ulaştırma ve depolama	4,8 4,2%	603 5,6%	217 1,8%	1,4 3,6%
Bilgi ve iletişim	3,5 9,9%	1.493 10,9%	404 3,5%	2,2 9,9%
İnşaat	3,4 2,2%	730 4,4%	106 1,3%	0,8 3,0%
Tarım, hayvancılık ve balıkçılık	3,4 3,2%	416 5,5%	36 1,3%	0,4 2,9%
Elektrik ve su sistemleri	3,1 3,6%	289 4,0%	37 1,5%	1,1 4,5%
Kamu yönetimi ve savunma	2,4 3,3%	961 6,4%	158 0,8%	-
Finans ve sigorta faaliyetleri	1,2 2,4%	646 4,7%	197 1,3%	0,8 2,2%
Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler	1,2 3,4%	561 3,0%	264 1,2%	0,6 2,5%
Konaklama ve yiyecek hizmeti faaliyetleri	1,1 3,0%	108 2,3%	77 1,6%	0,9 3,3%
İdari ve destek hizmet faaliyetleri	0,9 1,9%	-	-	0,6 1,9%
İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri	0,5 3,9%	437 4,0%	192 1,5%	0,4 3,2%
Madencilik ve taşocakçılığı	0,4 2,8%	254 5,1%	33 1,4%	0,1 2,9%
Kültür, sanat, eğlence, dinlence ve spor	0,3 3,5%	62 3,5%	75 2,0%	0,3 3,4%
Eğitim	0,3 3,1%	264 3,6%	20 1,1%	0,1 2,9%
Gayrimenkul faaliyetleri	0,2 2,0%	360 2,5%	250 1,3%	0,2 2,1%

5G teknolojilerinin uzun vadeli etkileri benzer bir metodolojiyle dünya, ABD ve Portekiz için hesaplanmış, teknolojinin her sektör için sağladığı ekonomik aktivite artışı ve sektörü büyütme oranı karşılaştırılan ülkeler için sunulmuştur.

Ek-3: Erteleme maliyetleri modeli

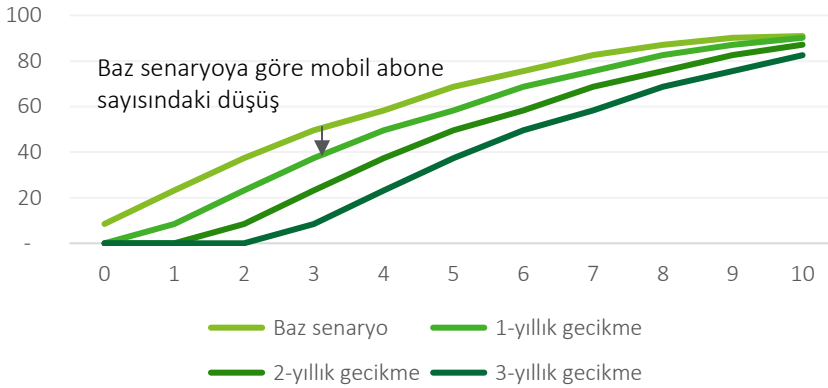
Erteleme maliyetleri modeli İsviçre’de Tech4i tarafından uygulanan benzer bir 5G etki analizi çalışmasının metodolojisini temel almaktadır.

Erteleme maliyetleri hesaplanırken 5G teknolojilerinin etkisinin ilk 10 yıldan sonra neredeyse sabit kalacağı öngörülmüş, daha önceki mobil telekomünikasyon teknolojilerinin de 10 yıllık bir süreçten sonra yerini yeni nesil bir teknolojiye bıraktığı göz önünde bulundurularak erteleme maliyetlerinin toplam etkileri muhafazakâr bir tahmin yapabilmek için 10-yıllık bir zaman aralığı için hesaplanmıştır.

Her yıl için erteleme maliyetleri erteleme sonucu mobil kullanıcı sayısındaki yüzdelik düşüşün o yıl ortaya çıkacak 5G etkisiyle çarpılmasıyla bulunur. 10-yıllık süreç için bu maliyetler toplanarak her bir erteleme senaryosunda toplam fırsat maliyeti elde edilir.

*İlgili yılın ertelenme maliyeti = Gecikme süresinde baz yıla göre abone sayısındaki düşüş (%) * İlgili yıla kadar görülmesi beklenen 5G etkisi*

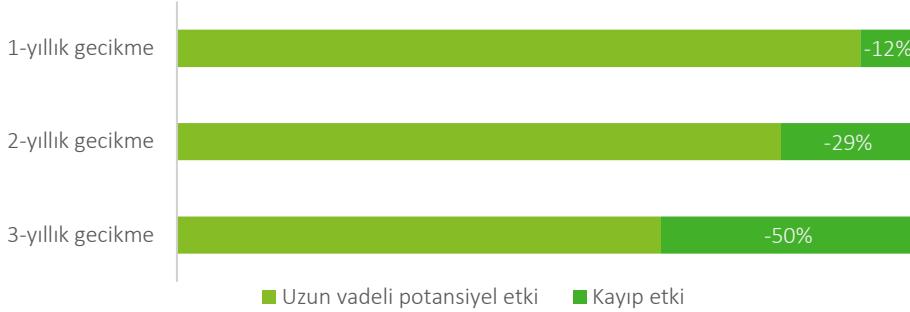
Farklı senaryolara göre 5G kullanıcı sayısı (Milyon abone)



Kaynak: Deloitte analizi

Erteleme maliyetleri üç senaryo için hesaplanmıştır. Baz yıla göre 1,2 ve 3 yıllık gecikmenin maliyetleri bulunmuştur. Erteleme maliyetleri analizine göre 5G teknolojilerinin yaygınlaştırılmasındaki bir yıllık gecikme baz yıla göre 10 yılın sonunda 120,4 milyar TL (8,7 milyar USD), iki yıllık gecikme 291,2 milyar TL (21,0 milyar USD) ve üç yıllık gecikme 504,5 milyar TL (36,4 milyar USD) çıktıdan feragat anlamına gelmektedir. Bu da 5G’nin teknolojik döngüsünde elde edilecek 1.006,4 milyar TL’lik gelirin gecikme süresine göre sırasıyla %12, %29 ve %50’ sinin kaybedilmesi anlamına gelmektedir.

Erteleme maliyetleri (% etki)



Kaynak: Deloitte analizi

5G teknolojilerinin kullanılmaya başlayacağı ilk yıllarda teknolojinin yayılması daha düşük olacağından erteleme maliyetleri de görece düşüktür.

Son notlar

¹ Akıllı telefon penetrasyonu, e-ticaret hacmi/GSYH ve sosyal medya kullanımı ile ilgili detaylı analizlere Deloitte TÜBİSAD e-ticaret etki analizi raporundan, internet hızı analizlerine We are social 2022 raporundan ulaşılabilir. Hız verileri için Speedtest baz alınmıştır. Analizlerde TÜİK Girişimlerde Bilişim Kullanımı ve Eurostat kaynaklarından faydalanılmıştır.

² Operatörlerin frekans tahsisi için kamuya ödeyeceği lisans ücretleri bu etkilerin kapsamında yer almamaktadır. İlgili ücretlerin kamu bütçesine ek katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

³ Katma değer hesabı nihai hizmet ve ürün çıktılarında ara mamüllerin maliyetinin çıkarılmasıyla elde edilir. Bu haliyle vergiler ve sübvansiyonların net etkisinin gösterildiği mili gelir (GSYH) hesabına benzer. Bu sebeple Rapor'daki katma değer etkilerinin GSYH üzerinde oluşacak etkiler olarak değerlendirilmesi uygundur. Rapor'da yer alan etkiler 5G teknolojisi için gerçekleştirilmesi öngörülen yerli tedarik zincirindeki yatırım ve hizmet harcamaları modellenerek hesaplanmaktadır. Ekonomik etki modeli yıkıcı inovasyon etkisini kapsam dışında bırakmakta ve 5G harcamaları sebebiyle azalacak 4G harcamalarını göz önünde bulundurmamaktadır.

⁴ Bu analiz için geniş bir literatür taraması yapılmış, ülkelerin ulusal 5G planları incelenmiş ve öncü telekomünikasyon araştırma merkezlerinin strateji ve politika dökümanlarından faydalanılmıştır. Kullanılan kaynaklar: NTIA (2021), Federal Government of Germany (2017), European 5G Observatory (2020), World Bank (2021), FierceWireless (2014), The White House (2020), The Office of Governor of State of Connecticut (2020), New Jersey Wireless Association (2021), New America (2021), Ericsson (2019), Cullen International (2022), Analysys Mason (2020), FCC (2018), Bauer, J.M. & Bohlin, E. (2021), Deutsche Telekom (2020), Insider (2019), Nikkei (2021), KPMG (2019), Reuters (2019), Fierce Wireless (2018), ITIF (2020), GSMA (2018), Politico (2021), International Trade Administration (2020), Telecoms (2019), RCRwireless (2020), EY (2018), Hannover Messe (2020), Indiana 5G Zone (2022), Royal Academy of Engineering (2021), FierceWireless (2015), CNAS (2019), Department for Digital, Culture, Media & Sport of Government UK. (2021), Counterpoint (2018), SHRM (2020), UK Parliament Committee (2020), Yonsei University (2018), Tianjin University (2022), NTIA (2021), Politico (2021), Observatoria Nacional 5G (2021), SCMP (2020), National Law Review (2020), GSMA (2021), Deloitte analizi.

⁵ Global çalışmalarda perakende, toptan ticaret ve motorlu araçlar ticaretinin sonuçları birlikte verildiğinden, karşılaştırırken Türkiye için de sonuçlar birlikte sunulmuştur.

Kaynakça

Accenture. (2021). *The Impact of 5G on the European Economy*.

Analysys Mason. (2021, Ağustos 2). *Falling Behind: Comparing 5G spectrum policies in Canada and OECD countries*.
https://www.analysysmason.com/contentassets/3142cca88f924253be79605a6703503a/analysys_mason_5g_spectrum_canada_nov2021_rdnt0.pdf adresinden alındı

Analysys Mason. (2020, Nisan). *Extensive coverage for 5G – global regulatory best practice to maximise 5G's socio-economic impact*.
https://www.analysysmason.com/contentassets/c0b6cc240d2a410d91f25dfc6aad7c84/analysys_mason_5g_extensive_coverage_white_paper_april2020.pdf adresinden alındı

Blume Global. (2020). *How Will 5G Technology Benefit Logistics Service Providers?* Blume Global:
<https://www.blumeglobal.com/learning/how-will-5g-technology-benefit-logistics-service-providers/> adresinden alındı

Bauer, J.M. & Bohlin, E. (2021, Ekim 19). *Regulation and innovation in 5G markets*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308596121001646> adresinden alındı

BTK. (2018A). *5G ve Dikey Sektörler Raporu*. Ankara.

BTK. (2018B). *5G ve Ötesi Beyaz Kitap*.

BTK. (2021). *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Üç Aylık Pazar Verileri Raporu (3.Çeyrek)*.

Capgemini. (2021). *5G for Airport Operations*. Capgemini.

Carritech Telecommunications. (2017, Şubat 28). *5G Use Cases: Vehicles and Transportation*. Carritech Telecommunications: <https://www.carritech.com/news/5g-use-cases-vehicles-transportation/> adresinden alındı

CNAS. (2019, Kasım 7). *Securing Our 5G Future*. <https://www.cnas.org/publications/reports/securing-our-5g-future> adresinden alındı

Columbia Climate School. (2020, Ağustos 13). *News from the Columbia Climate School: The Coming 5G Revolution: How Will It Affect the Environment?* Columbia Climate School Web site:
<https://news.climate.columbia.edu/2020/08/13/coming-5g-revolution-will-affect-environment/> adresinden alındı

Corealis. (2020A). *5G Impacts on Port of Livorno Logistics*. Corealis.

Corealis. (2020B). *5G-enabled IoT smart terminal operations (RTPORT)*. Corealis.

Council on Foreign Relations. (2019, Kasım 3). *China Is Moving Quickly on 5G, but the United States Is Not Out of the Game*. <https://www.cfr.org/blog/china-moving-quickly-5g-united-states-not-out-game> adresinden alındı

Counterpoint. (2018, Ağustos 20). *5G Ecosystem: Huawei's Growing Role in 5G Technology Standardization*.
<https://www.counterpointresearch.com/huawei-role-5g-standardization/> adresinden alındı

Cullen International. (2022, Mart). *5G Overall Summary*

Deloitte - TÜBİSAD. (2021). *Ekonominin dönüştürücü gücü: e-ticaret etki analizi*. TÜBİSAD.

Deloitte. (2018). *The Impact of Mobile Broadband and 5G*. Deloitte.

Deloitte. (2019). *Impact of 5G on Portugal*. Deloitte.

Deloitte. (2020A). *5G Benefits for Higher Education*. Deloitte.

Deloitte. (2020B). *The 5G Landscape*. Deloitte.

Deloitte. (2020C). *5G Smart Cities Whitepaper*. Deloitte.

Deloitte Access Economics. (2017). *5G Mobile - Enabling Businesses and Economic Growth*. Deloitte.

Deloitte UK. (2020). 5G: evolution deferred – what’s next for connectivity? *Digital Consumer Trends 2020*.
<https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/digital-consumer-trends-5g.html> adresinden alındı

Department for Digital, Culture, Media & Sport of Government of UK. (2020, Şubat 20). New £65 million package for 5G trials. <https://www.gov.uk/government/news/new-65-million-package-for-5g-trials> adresinden alındı

Department for Digital, Culture, Media & Sport of Government UK. (2021, Temmuz 2). *New £30 million competition to make UK a pioneer in building 5G networks* adresinden alındı

Department for Digital, Culture, Media & Sport of Government UK. (2021, Ağustos 2). *5G Testbeds and Trials Programme*.
<https://www.gov.uk/guidance/5g-testbeds-and-trials-programme> adresinden alındı

Department for Digital, Culture, Media & Sport of Government UK. The next generation mobile communication standard that is set to transform business and society.
https://uk5g.org/media/uploads/resource_files/DCMS_5G_Prospectus.pdf adresinden alındı

Deutsche Telekom. (2020, Eylül 11). *SKT and DT to Establish 5G Technology Joint Venture in Germany*.
<https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/skt-and-dt-to-establish-5g-technology-joint-venture-in-germany-612216> adresinden alındı

DHL. (2020, Şubat 3). *5G and what it means for logistics*. DHL Web site: <https://www.dhl.com/discover/en-global/business/productivity/5g-and-logistics> adresinden alındı

Enterprise IoT Insights. (2021, Nisan 6). *Citymesh runs drones tests on private 5G network at Brussels Airport*. Enterprise IoT Insights Web site: <https://enterpriseiotinsights.com/20210406/channels/news/citymesh-runs-drones-tests-on-private-5g-at-brussels-airport> adresinden alındı

Ericsson. (2019). *Auctions and 5G spectrum: be careful what you wish for*.
<https://www.ericsson.com/en/blog/2019/10/auctions-and-5g-spectrum-be-careful-what-you-wish-for> adresinden alındı

Ericsson. (2020). *Port of the future*. Ericsson.

Ericsson. (2021). *Mobility Report*. Ericsson.

- Ernst&Young. (2018). *China is poised to win the 5G race*. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_cn/topics/tmt/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en.pdf?download#:~:text=10%20%7C%20China%20is%20poised%20to%20win%20the%205G%20race&text=In%20China%2C%20operators%20are%20saying,that%20will%20match%20customer%20demands. adresinden alındı
- European 5G Observatory. (2020). *National 5G Strategies*. <https://5gobservatory.eu/national-5g-plans-and-strategies/#1533565204161-26729f2d-8f63> adresinden alındı
- European 5G Observatory. (2021). *5G Spectrum Assignments*. European 5G Observatory: <https://5gobservatory.eu/> adresinden alındı
- FCC. *America's 5G Future*. <https://www.fcc.gov/5G> adresinden alındı
- FCC. (2018, Ağustos 2). *FCC Speeds Access to Utility Poles to Promote Broadband, 5G Deployment*. <https://www.fcc.gov/document/fcc-speeds-access-utility-poles-promote-broadband-5g-deployment> adresinden alındı
- Fiercewireless. (2015, Şubat 6). *Ericsson, Chinese Academy sign MOU on joint 5G research*. <https://www.fiercewireless.com/tech/ericsson-chinese-academy-sign-mou-joint-5g-research> adresinden alındı
- Fiercewireless. (2014, Haziran 9). *China, South Korea commit to 5G leadership, while Japan and U.S. rely on private efforts*. <https://www.fiercewireless.com/tech/china-south-korea-commit-to-5g-leadership-while-japan-and-u-s-rely-private-efforts> adresinden alındı
- Fiercewireless. (2018, Nisan 12). *South Korean operators to share 5G network infrastructure costs*. <https://www.fiercewireless.com/wireless/south-korean-operators-to-share-5g-network-infrastructure-costs> adresinden alındı
- Forbes. (2020, Mayıs 8). *How 5G Will Unleash AI*. Forbes Web site: <https://www.forbes.com/sites/tomtaulli/2020/05/08/how-5g-will-unleash-ai/?sh=7e8ef83248c3> adresinden alındı
- Forbes. (2021A, Haziran 7). *How Can 5G Transform Transportation And Logistics?* Forbes Web site: <https://www.forbes.com/sites/tmobile/2021/06/07/how-can-5g-transform-transportation-and-logistics/?sh=5c681a2c5e80> adresinden alındı
- Forbes. (2021B, Ekim 15). *How 5G Will Transform XR: Emerging Use Cases In 3 Key Industries*. Forbes Web site: <https://www.forbes.com/sites/tmobile/2021/10/15/how-5g-will-transform-xr-emerging-use-cases-in-3-key-industries/?sh=4a36c56937c7> adresinden alındı
- Gartner. (2020A). *Market Trends: 5G for Retail*. Gartner.
- Gartner. (2020B). *Market Trends: 5G in Manufacturing*. Gartner.
- Global Construction Review. (2020, Mayıs 20). *Beijing launches first 5G construction site with smart glasses and heart monitors*. <https://www.globalconstructionreview.com/beijing-launches-first-5g-construction-site-smart/> adresinden alındı
- GSA. (2021, Haziran). *LTE to 5G: June 2021 – Global Update*. GSA Web site. adresinden alındı
- GSMA. (2018, Mart). *The 5G era in the US*. <https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/03/The-5G-era-in-the-US.pdf> adresinden alındı

GSMA. (2018, Haziran 27). *GSMA: The Right Policy Incentives will Help Realise 5G Opportunity in China's Enterprise Sectors*. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-the-right-policy-incentives-will-help-realise-5g-opportunity-in-chinas-enterprise-sectors/> adresinden alındı

GSMA. (2018). *Study on Socio-Economic Benefits of 5G Services Provided in mmWave Bands*. GSMA.

GSMA. (2020). *Smart Farming: Weed Elimination with 5G Autonomous Robots*. GSMA.

GSMA. (2021A). *The Mobile Economy*.

GSMA. (2021B). *5G Use Cases for Vertical China*. GSMA.

GSMA. (2022). *The Mobile Economy Report 2022*.

GSMA. (tarih yok). *5G Internet of Things Case Study: 5G Enabled Manufacturing UK*. GSMA.

Hannover Messe. (2020, Ocak 19). *Europe's largest 5G research network is ready to launch*. <https://www.hannovermesse.de/en/news/news-articles/europes-largest-5g-research-network-is-ready-to-launch> adresinden alındı

Haivision. (2021). *Broadcast IP Transformation*.

Health Management Journal. (2018). 5G opens the future of telesurgery. *Health Management*.

HGM. (2017). *Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı*.

Hindustan Times. (2022, Şubat 28). *Airtel's live 5G Cloud Gaming trial stuns pro gamers Mortal and Mamba*. Hindistan Times Web site: <https://www.hindustantimes.com/brand-stories/airtels-live-5g-cloud-gaming-trial-stuns-pro-gamers-mortal-and-mamba-101631609442866.html> adresinden alındı

Huawei. (2019A). *5G Smart Port White Paper*. Huawei.

Huawei. (2019B). *Huawei: Success Stories, 5G Virtual Mirrors and Commerce Cloud Illuminate Hangzhou's Silk City*. Huawei Web site: <https://carrier.huawei.com/en/success-stories/Industries-5G/5G-AR> adresinden alındı

IDC. (tarih yok). *Global ICT Spending*. IDC Web site: <https://www.idc.com/promo/global-ict-spending/forecast> adresinden alındı

IHS Markit. (2020). *The 5G Economy in a Post-COVID-19 Era*.

Inbound Logistics. (2019, Kasım 19). *Three Ways 5G Will Benefit the Logistics Industry*. Inbound Logistics Web site: <https://www.inboundlogistics.com/cms/article/three-ways-5g-will-benefit-the-logistics-industry/> adresinden alındı

Indiana 5G Zone. (2022). *Practical 5G Projects*. <https://indiana5gzone.com/projects/> adresinden alındı

Insider. (2019, Ocak 23). *Vodafone and Telefónica in 5G infrastructure joint venture*. <https://www.insider.co.uk/news/vodafone-telefonica-joint-venture-5g-13894840>

Intel. (2018). *How 5G will transform the business of media & entertainment*.

- International Bar Association. (2020). *China initiates its new infrastructure campaign, with 5G leading the way*.
<https://www.ibanet.org/article/0FE64200-BE7D-4FC4-88A9-77581323D232> adresinden alındı
- International Trade Administration. (2020, Nisan 23). *Market Intelligence - United Kingdom 5G*.
<https://www.trade.gov/market-intelligence/united-kingdom-5g> adresinden alındı
- ITIF. (2020, Haziran 18). Comments on the National Strategy to Secure 5G Implementation Plan Docket No. 200521-0144.
<https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/itif-06252020.pdf> adresinden alındı
- ITU. (2020). *Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s)*.
- JD. (2019, Ekim 28). *JD Corporate Blog: JD.com unveils China's first 5G-powered smart logistics park*. JD Web site:
<https://jdcorporateblog.com/jd-com-unveils-chinas-first-5g-powered-smart-logistics-park/> adresinden alındı
- JD. (2020A, Ekim 16). *JD Corporate Blog: JD.com 5G Logistics Park Becomes the Industry Benchmark Case*. JD Web site:
<https://jdcorporateblog.com/jd-com-5g-logistics-park-becomes-the-industry-benchmark-case/> adresinden alındı
- JD. (2020B, Mart 9). *In-Depth Report: Shared Supply Chain, Shared Future*. JD Web site: <https://jdcorporateblog.com/in-depth%EF%BC%9Ashared-supply-chain%EF%BC%8Cshared-future/> adresinden alındı
- JD. (2020C, Mart 11). *JD Corporate Blog: Top Industry Magazine Highlights JD's 5G Powered Logistics Park*. JD Web site:
<https://jdcorporateblog.com/top-industry-magazine-highlights-jds-5g-powered-logistics-park/> adresinden alındı
- Korea IT Times. (2019, Temmuz 2). *LG Uplus to Introduce the World's First 5G Cloud VR Game*. Korea IT Times Web site:
<http://www.koreaittimes.com/news/articleView.html?idxno=91619> adresinden alındı
- KPMG. (2019). *Encouraging 5G Investment*. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/uk/pdf/2019/12/encouraging-5g-investment.pdf> adresinden alındı
- Livemint. (2021, Şubat 10). *Huawei CEO ready to transfer 5G tech*. Livemint web site:
<https://www.livemint.com/companies/news/huawei-open-to-transfer-5g-technology-in-entirety-11612960757211.html> adresinden alındı
- Medium. (2018, Mayıs 12). *The Intersection of Big Data and 5G*. Medium Web site: <https://medium.com/the-research-nest/the-intersection-of-big-data-and-5g-b543490d45a0> adresinden alındı
- Minister for Communications, Urban Infrastructure, Cities and the Arts of Australia. (2021, Ağustos 21). *Investing in 5G innovation to support Australia's future*.
<https://www.paulfletcher.com.au/sites/default/files/attachments/Media%20Release%20--%20Paul%20Fletcher%20--%20Investing%20in%205G%20innovation%20to%20support%20Australia%E2%80%99s%20future.pdf> adresinden alındı
- Mobile Europe. (2020, Eylül 21). *Telia trials 5G-connected lighting for broadcasters*. Mobile Europe Web site:
<https://www.mobileeurope.co.uk/telia-trials-5g-connected-lighting-for-broadcasters/> adresinden alındı
- National Law Review. (2020, Ekim 29). *FCC Establishes \$9 Billion Fund to Support 5G Services in Rural America*.
<https://www.natlawreview.com/article/fcc-establishes-9-billion-fund-to-support-5g-services-rural-america> adresinden alındı

- New America. (2021, Nisan 21). *Beijing Authorities Push Rapid 5G Deployment Despite COVID-19 Headwinds*.
<https://www.newamerica.org/cybersecurity-initiative/digichina/blog/beijing-authorities-push-rapid-5g-deployment-despite-covid-19-headwinds-translation/> adresinden alındı
- New Jersey Wireless Association. (2021). *U.K. Government Encourages Public/Private Partnerships to Boost 5G*.
<https://newjerseywireless.org/feed-rss/u-k-government-encourages-public-private-partnerships-to-boost-5g/> adresinden alındı
- Nikkei. (2021, Ağustos 21). *Chinese telecom operators cut back 5G network construction*.
<https://asia.nikkei.com/Spotlight/5G-networks/Chinese-telecom-operators-cut-back-5G-network-construction> adresinden alındı
- NTIA. (2021, Ocak 6). National Strategy to Secure 5G Implementation Plan.
https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/2021-1-12_115445_national_strategy_to_secure_5g_implementation_plan_and_annexes_a_f_final.pdf adresinden alındı
- OECD. (2022). *Mobile Broadband Subscriptions*. OECD Data Web site: <https://data.oecd.org/broadband/mobile-broadband-subscriptions.htm> adresinden alındı
- Qualcomm. (2020). *Global update on spectrum for 4G and 5G*.
- Pinsent Masons. (2019, Ağustos 29). *UK telcos to gain enhanced rights to deploy 5G equipment*.
<https://www.pinsentmasons.com/out-law/news/uk-telcos-to-gain-enhanced-rights-to-deploy-5g-equipment> adresinden alındı
- Politico. (2021, Şubat 2). Berlin's €2B plan to wean off Huawei (Nokia and Ericsson too).
<https://www.politico.eu/article/germany-huawei-telecoms-plan/> adresinden alındı
- Politico. (2021, Kasım 30). Cracks appear in West's 5G strategy after Huawei. <https://www.politico.eu/article/us-europe-5g-strategy-huawei/> adresinden alındı
- RCRWireless. (2021, Haziran 9). *Senate passes \$250b measure to boost US chips, tech R&D*.
<https://www.rcrwireless.com/20210609/policy/senate-passes-250b-measure-to-boost-us-chips-tech-rd> adresinden alındı
- Rcrwireless. (2022, Ocak 26). *Korean government cooperate with local firms on future 6G networks*.
<https://www.rcrwireless.com/20220126/carriers/korean-government-cooperate-local-firms-future-6g-networks> adresinden alındı
- Reuters. (2019, Ocak 23). *O2 and Vodafone extend UK network sharing deal to include 5G*.
<https://www.reuters.com/article/uk-vodafone-telefonica-britain-idUKKCN1PH0JO> adresinden alındı
- Royal Academy of Engineering. (2021, Eylül 16). World's first academic 5G research centre named UK's best university-industry partnership. <https://www.raeng.org.uk/news/news-releases/2021/september/world-s-first-academic-5g-research-centre-named-uk> adresinden alındı
- SCMP. (2020, Ağustos 5). China unveils major tax incentive policy to encourage innovation in domestic semiconductor industry. <https://www.scmp.com/tech/policy/article/3096131/china-unveils-major-tax-incentive-policy-encourage-innovation-domestic> adresinden alındı

- SHRM. (2020, Ocak 28). The 5G Workforce Needs a Big Boost. <https://www.shrm.org/resourcesandtools/hr-topics/talent-acquisition/pages/5g-workforce-labor-shortage.aspx> adresinden alındı
- SK Telecom. (2020, Eylül 16). *SKT and Microsoft Launch SKT 5GX Cloud Game Powered by Xbox Game Pass Ultimate*. SK Telecom Web site: https://www.sktelecom.com/en/press/press_detail.do?page.page=1&idx=1481 adresinden alındı
- Sky Group. (tarih yok). *Real-time television: Sky and Vodafone test first-time use of 5G mobile technology for media production in the German football league (Bundesliga)*. Sky Group Web site: <https://www.skygroup.sky/real-time-television-sky-and-vodafone-test-first-time-use-of-5g-mobile-technology-for-media-production-in-the-german-football-league-bundesliga-> adresinden alındı
- South China Morning Post. (2020, Ağustos 5). *China unveils major tax incentive policy to encourage innovation in domestic semiconductor industry*. <https://www.scmp.com/tech/policy/article/3096131/china-unveils-major-tax-incentive-policy-encourage-innovation-domestic> adresinden alındı
- Stardust. (tarih yok). *5G and Its Impact on the Internet of Things*. Stardust CTG Group Web site: <https://www2.stardust-testing.com/en/5g-and-impact-on-iiots> adresinden alındı
- Telecoms. (2019, Eylül 23). *Shenzhen Subsidizes 5G Deployment: Why Are Governments around the World Subsidizing 5G?*. <https://telecoms.com/intelligence/shenzhen-subsidizes-5g-deployment-why-are-governments-around-the-world-subsidizing-5g/> adresinden alındı
- The Office of Governor of State of Connecticut. (2020). *Press Releases*. The Office of Governor: <https://portal.ct.gov/Office-of-the-Governor/News/Press-Releases/2020/01-2020/Governor-Lamont-ATT-Announce-Public-Private-Partnership-to-Enhance-Service-on-New-Haven-Line> adresinden alındı
- STL. (2021, Ağustos 19). *Effects of 5G on the Cloud Ecosystems*. STL Web site: <https://www.stl.tech/blog/effects-of-5g-on-the-cloud-ecosystems/> adresinden alındı
- The Federal Government of Germany. (2017, Temmuz). *5G Strategy for Germany*. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile adresinden alındı
- The Information Technology and Innovation Foundation. (2020, Haziran 18). *Comments on the National Strategy to Secure 5G Implementation Plan*. <https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/itif-06252020.pdf> adresinden alındı
- The Liverpool 5G Consortium. (2019). *Health and Social Care Testbed: Benefits, Outcomes and Impact*.
- The White House. (2020, Mart). *National Strategy to Secure 5G*. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2020/03/National-Strategy-5G-Final.pdf> adresinden alındı
- Tjian University. (2022, Mart 7). *TJU and DTmobile to Construct the First 5G Application Demonstration Base among Chinese Universities*. <http://www.tju.edu.cn/english/info/1010/3079.htm> adresinden alındı
- Total Telecom. (2021, Haziran 29). *Non-telcos to gain 5G spectrum in South Korea*. Total Telecom: <https://www.totaltele.com/510123/Non-telcos-to-gain-5G-spectrum-in-South-Korea> adresinden alındı
- Total Telecom. (2022, Ocak 22). *French and German govts team up to fund private 5G projects*. <https://www.totaltele.com/512256/French-and-German-govts-team-up-to-fund-private-5G-projects> adresinden alındı

Türkiye Bilişim Derneği. (2019). *Yerli ve Milli 5G Çalışma Raporu*. Ankara.

TÜSİAD. (2021). *Perakendenin Geleceği*. TÜSİAD.

UK Parliament Committees (2020, Ekim). *Written Evidence Submitted by Mavenir (UKT0038)*.
<https://committees.parliament.uk/writtenevidence/13372/html/> adresinden alındı

U.S. Department of Defense. (2020, Ekim 8). *DOD Announces \$600 Million for 5G Experimentation and Testing at Five Installations*. <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/2376743/dod-announces-600-million-for-5g-experimentation-and-testing-at-five-installati/> adresinden alındı

University of Miami News. (2019, Haziran 11). *5G to fuel research and academic pursuits at the University of Miami*. University of Miami Web site: <https://news.miami.edu/stories/2019/11/primed-for-the-next-generation-of-technology.html> adresinden alındı

University of Miami News. (2020, Aralık). *How Does the University's Upgrade to AT&T's 5G Affect U?* University of Miami Web site: <https://www.it.miami.edu/about-umit/it-news/adobe-and-innovation/att-5g-2020/index.html> adresinden alındı

UTİKAD. (2020). *Lojistik Sektörü Raporu*. UTİKAD.

Verizon. (2019, Aralık 30). *A Cleveland school is the first to receive Verizon 5G*. Verizon Web site: https://www.verizon.com/about/news/cleveland-school-first-receive-verizon-5g?adobe_mc=MC MID%3D63061270048053874743709865700549785291%7CMCORGID%3D7ED836675AB3A4860A495CAD%2540AdobeOrg%7CTS%3D1640806886 adresinden alındı

Verizon. (tarih yok). *How 5G will pull the cloud closer*. Verizon Web site: <https://www.verizon.com/about/our-company/5g/how-5g-will-pull-cloud-closer> adresinden alındı

Yonsei University. (2018, Aralık 27). *Yonsei Reveals the Virtual Future of Education and Research with World's First 5G OPEN Platform*. https://www.yonsei.ac.kr/en_sc/yonsei_news.jsp?article_no=169354&mode=view adresinden alındı

WM5G. (2020). *AppyWay 5G Kerbside Parking Availability Trial*. WM5G.

World Bank. (2021, Haziran). *ENTERING THE 5G ERA: LESSONS FROM KOREA*. WORLD BANK GROUP KOREA OFFICE: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/35780/Entering-the-5G-Era-Lessons-from-Korea.pdf?sequence=1&isAllowed=y> adresinden alındı

World Economic Forum. (2020). *The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society*. World Economic Forum.

Hakan Göl
Şirket Ortağı
hgol@deloitte.com

Yasemin Satır Çilingir
Kıdemli Yönetici
ysatir@deloitte.com

Türker Türkököl
Kıdemli Danışman
tturkekole@deloitte.com

Emre Ateş
İş Analisti
eates@deloitte.com

Nazemin Erkinay
İş Analisti
nerkinay@deloitte.com

Deloitte.

Deloitte Türkiye

İstanbul Ofis
Deloitte Values House
Maslak No1
34485
İstanbul
+90 (212) 366 60 00

Ankara Ofis
Armada İş Merkezi
A Blok Kat:17 No:27-28
Söğütözü, Ankara
06510
+90 (312) 295 47 03

İzmir Ofis
Novus Tower
Şehit Polis Fethi Sekin Cad.
No:4 Kat:21
Ofis: 241-242-243
Bayraklı, İzmir
+90 (232) 464 70 64

Bursa Ofis
Efe Towers
Odunluk Mah.
Akademi Cad.
B Blok No:16
Nilüfer, Bursa
+90 224 324 25 00

Çukurova Ofis
Güneş Panorama İş Merkezi
Reşatbey Mah.
Türk Kuşu Cad. Bina No:1
B Blok Ofis:704-705-706
Seyhan, Adana
+90 (322) 237 11 00



www.deloitte.com.tr



@deloitteturkiye



@deloitteturkiye



@deloitteturkiye



@deloitteturkey



@deloitte



@deloitteturkey

Deloitte; Deloitte Touche Tohmatsu Limited ("DTTL") şirketini, uluslararası üye firma ağındaki şirketlerden ve ilişkili tüzel kişiliklerden (birlikte, "Deloitte kuruluşu") bir veya birden fazlasını ifade etmektedir. DTTL ("Deloitte Global" olarak da anılır) ve üye firmalarının her biri yasal olarak ayrı ve bağımsız birer tüzel kişiliktir ve üçüncü taraflara karşı birbirlerini yükümlü kılamaz veya bağlayamazlar. DTTL ve her bir DTTL üye firması ve ilgili tüzel kişilik sadece kendi eylem ve ihmallerinden sorumludur, birbirlerinin eylem ve ihmallerinden sorumlu tutulamazlar. DTTL müşterilere hizmet sunmamaktadır. Daha fazla bilgi almak için www.deloitte.com/about adresini ziyaret ediniz.

Deloitte, Fortune Global 500®'ün yaklaşık %90'ına ve binlerce özel şirkete denetim ve güvence, vergi ve hukuk, danışmanlık, finansal danışmanlık ve risk danışmanlığı hizmetleri sağlayan dünyanın önde gelen firmalarından birisidir. Profesyonellerimiz, sermaye piyasalarına olan kamu güvenini pekiştirmeye yardımcı olan, müşterilerin kendilerini değiştirmelerini ve geliştirmelerini sağlayan, daha güçlü bir ekonomiye, daha adil bir topluma ve sürdürülebilir bir dünyaya giden yolda öncülük eden ölçülebilir ve kalıcı sonuçlar sunar. 175 yılı aşkın bir geçmişe sahip olan Deloitte, 150'den fazla ülke ve bölgeyi kapsamaktadır. Deloitte'un yaklaşık 415,000 kişilik uzman kadrosunun iz bırakan bir etkiyi nasıl yarattığı konusunda daha fazla bilgi almak için www.deloitte.com ziyaret ediniz.

Bu dokümanda yer alan bilgiler sadece genel bilgilendirme amaçlıdır ve Deloitte Touche Tohmatsu Limited, onun üye firmaları veya ilişkili kuruluşları (birlikte, "Deloitte Network" olarak anılacaktır) tarafından profesyonel bağlamda herhangi bir tavsiye veya hizmet sunmayı amaçlamamaktadır. Şirketinizi, işinizi, finansmanınızı ya da mali durumunuzu etkileyecek herhangi bir karar ya da aksiyon almadan, yetkin bir profesyonel uzmana danışın. Bu dokümandaki bilgilerin doğruluğu veya eksiksizliği konusunda hiçbir beyan, garanti veya taahhüt (açık veya zımni) verilmemektedir ve DTTL, üye firmaları, ilgili kuruluşları, çalışanları veya temsilcilerinden hiçbiri, bu dokümana itibar eden herhangi bir kişiyle bağlantılı doğrudan veya dolaylı olarak ortaya çıkabilecek zarar veya ziyandan sorumlu veya yükümlü olmayacaktır. DTTL ve üye firmalarının her biri ve bunların ilgili kuruluşları yasal olarak ayrı ve bağımsız kuruluşlardır.

© 2022. Daha fazla bilgi için Deloitte Türkiye (Deloitte Touche Tohmatsu Limited üye şirketi) ile iletişime geçiniz.