

**Bilişim Teknolojilerinin Dünü, Bugünü ve Geleceği**  
Past, Present and Future of Information Technologies

---

Hüseyin Arslan

**Prof. Dr. Hüseyin Arslan** / huseyinarslan@medipol.edu.tr

Prof. Dr. Hüseyin Arslan, lisans derecesini ODTÜ Elektrik ve Elektronik mühendisliği bölümünden 1992 yılında almış, aynı üniversitede araştırma görevliliği yaptıktan sonra, 1993 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin Texas eyaletindeki Southern Methodist Üniversitesinin Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümünde yüksek lisans ve doktora çalışmalarına başlamıştır. Yüksek lisans derecesini 1995 yılında ve doktora derecesini 1998 yılında alan Dr. Arslan 2002 yılında Güney Florida Üniversitesi'nin Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümüne öğretim üyesi olarak katılmıştır. 2013 yılında İstanbul Medipol Üniversitesinde Mühendislik Fakültesi kurmak için kurucu dekan olarak göreve başlamıştır. Dr. Arslan Türkiye'de Türksat, Savronik ve TÜBİTAK gibi kuruluşlarda danışman olarak hizmet vermiştir. Dr. Arslan'ın araştırma konuları kablosuz haberleşme sistemleri ve sinyal işleme alanlarında olup, akıllı radyolar, yazılım tabanlı radyolar; akıllı elektrik şebekeleri ve akıllı evler, insansız hava araçları (kontrol ve haberleşme); in vivo haberleşme; biyomedikal sinyal işleme; kanal modellenmesi; haberleşme sistemlerinin test ve ölçülmesi çalışma konularından bazılarıdır.

**Prof. Dr. Hüseyin Arslan** / huseyinarslan@medipol.edu.tr

Dr. Arslan (IEEE Fellow, IEEE Distinguished Lecturer) received his BS degree from the Middle East Technical University (METU), Ankara, Turkey in 1992; his MS and Ph.D. degrees were received respectively in 1994 and 1998 from Southern Methodist University (SMU), Dallas, TX. From January 1998 to August 2002, he was with the research group of Ericsson, where he was involved with several projects related to 2G and 3G wireless communication systems. Since August 2002, he has been with the Electrical Engineering Department, at the University of South Florida, where he is a Professor. In December 2013, he joined Istanbul Medipol University to found the Engineering College, where he has worked as the Dean of the School of Engineering and Natural Sciences. In addition, he has worked as a part-time consultant for various companies and institutions including Anritsu Company and The Scientific and Technological Research Council of Turkey. He has also served as a member of the editorial board for the IEEE Transactions on Communications, the IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking (TCCN), and several other scholarly journals by Elsevier, Hindawi, and Wiley Publishing.

## Özet

Beşinci nesil (5G) mobil iletişim teknolojileri endüstriden kritik altyapılara, ulaştırmadan eğitime, sağlıktan tarıma geniş yelpazede dikey sektör uygulamalarında dijital dönüşümü gerçekleştirerek verimliliğin, ekonomik büyümenin ve sosyal refahın artırılması açısından kritik öneme sahiptir. Kablosuz ağların sanallaştırma, IoT ve Endüstri 4.0'ı içeren geniş bir teknolojik ortamda hızlı evrimi ile hayatlarımız, yalnızca iletişim amaçları için değil, aynı zamanda radar, kablosuz algılama ve radyo ortamı izleme / haritalama uygulamaları ile zenginleştirilmiştir.

Gelişen Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Siber Fiziksel Sistemler (CPS) uygulamaları, günlük hayatımızın ihtiyaçlarını karşılamak için insanları, verileri, süreçleri ve nesnelere bir araya getirmeyi amaçlamaktadır. Yazılım tanımlı ağların ortaya çıkmasıyla birlikte, uyarlanabilir hizmetler ve uygulamalar, cihazların ve parametrelerinin, sistemlerinin ve hizmetlerinin kullanıcının bağlam değişikliğine otomatik olarak yapılandırılmasına izin verdikleri için daha fazla dikkat çekiyor. Bu cihazlar, ağlar ve uygulamalar yaşam kalitemizi iyileştirirken, aynı zamanda toplum için de büyük bir risk oluştururlar, sadece mevcut kablosuz radyo erişim teknolojilerinde yaygın olarak bilinen güvenlik sızıntıları nedeniyle değil, aynı zamanda radyo tabanlı algılama ile ortam hakkında çok büyük miktarda bilgi toplanabiliyor. Veri ve iletişim güvenliği, kablosuz iletişimde her zaman odak noktası olmuştur. Geçmişte kriptografi ve PHY güvenlik tekniklerinde büyük başarı elde edildi. Fakat, haberleşme teknolojilerindeki akıl almaz gelişmeler ve uygulama zenginlikleri, esnek ve akıllı ağların yaygınlaşması, ortam izleme gibi yeni uygulamaların son zamanlarda çokça çalışılıyor olması, güvenlik endişelerini tekrar gündemimize getirmiştir.

## **Abstract**

Fifth-generation (5G) of mobile communication signaled a paradigm shift in wireless networks by introducing diverse services with varying requirements rather than focusing merely on increasing the achievable data rates. With the rapid evolution of wireless networks across a broad technological environment which includes virtualization, IoT and Industry 4.0, our lives are surrounded by electronic devices capable of wireless radio transmission and reception, not only for communication purposes but also for radar, wireless sensing, and radio environment monitoring/mapping.

Emerging Internet of Things (IoT) and Cyber-Physical Systems (CPS) applications aim to bring people, data, processes, and things together, to fulfill the needs of our everyday lives. With the emergence of software-defined networks, adaptive services and applications are gaining much attention since they allow automatic configuration of devices and their parameters, systems, and services to the user's context change. Granted, these devices, networks, and applications are huge commodities and improve our quality of life, but, they also present a major risk for society, not only because of widely recognized security leaks in the current wireless radio access technologies but also for the enormous amounts of information over a medium which can be extracted by radio-based sensing. Data and communication security have always been a focal point in wireless communication, and we have had great success with cryptography and PHY security techniques. However, recent studies have suggested using wireless transmissions for sensing the radio and physical environment to enable flexible, aware networks and environmental monitoring applications. Anything related to the wireless transmission, anything that the signal interacts with, can be or is being sensed, including user mobility and spectrum usage behavior, objects in the environment, and much more.

## **Bilişim Teknolojilerinin Dünü, Bugünü ve Geleceği**

**Hüseyin Arslan**

### **Giriş**

İnsanlığın işleri kolaylaştırmak için geliştirdiği teknik ve onun gelişme düzeyini ifade eden teknoloji, toplumsal yaşamı yakından etkilemiştir. Teknoloji, insan hayatını kolaylaştırıcı bir etkiye sahiptir ve medeniyetlerin ortaya çıkmasını, gelişmesini ve nihayet yok olmasını sağlayan unsurların toplamıdır. Medeniyetlerin ortaya koyduklarının bir toplamı ve birbiri üzerine eklenmesi sonucu ortaya çıkan teknoloji, milletlerin ve devletlerin bir birleri üzerinde tahakküm kurmasının da başat unsuru olmuştur.

Başlangıcından günümüze insanlığın tabiat ile mücadelesi, teknolojinin üzerine konumlandığı bir birikim yaratmış, ortaya çıkan gelişmeler, toplumların değişmesi yanında mücadele alanını da oluşturmuştur. Topluluklar olarak yaşamaya başlayan bireylerin ilişkileri farklılaşmış, yeni kurallar, uygulamalar, düzenlemeler ve yönetsel yapılar ortaya çıkmıştır. Bilimdeki ilerlemeler ve teknolojiadaki gelişmeler, tarihsel süreç içerisinde hâkim olduğu koşullara göre insanların bilme ve iletme gereksinimini yaratmıştır (Bulduklu & Karaçor, 2019: 15). Gelişen noktada iletişim ve bilgi teknolojileri, dijital çağ denilen bugünü yaratmış; geçmişin iş yapış ve yaşayış biçimleri neredeyse tümüyle dönüşmüştür.

Gelişen telekomünikasyon, bilgi ve iletişim araçları, insan ile insan iletişimini aracı hale getirmiş; nesnelere de birbirleriyle iletişimi sonucunu yaratmıştır. Farklı versiyonlarla ifade edilen iletişim ve haberleşme biçimleri zamandan, mekândan ve kablodan bağımsız hale gelmiştir. Sayıların hâkim olduğu yeni yapı, aynı zamanda yüksek veri trafiği, yaşamı kolaylaştıran uygulama çeşitliliği ve kritik toplumsal durumların nedeni ve sonucu olma niteliğini bünyesinde barındırmaktadır. Dünyanın yaşadığı son dönem, çok sayıda gelişme ve yerleşik yapılardaki değişme, bilgi teknolojilerinin mevcut durumunu ortaya koyması açısından ilgi çekicidir.

2019 yılının son döneminde yaşanan ve sonrasında pandemi ilan edilen süreç, bilgi iletişim teknolojilerinin tüm dünyada yaşama dâhil oluş düzeyini artırmış;

hayatın tüm düzeyleri sayısallaşmıştır. Pandemi süreci, iletişim teknolojilerinin sadece haberleşme işlevi için kullanılmayacağını en çarpıcı örneğini oluşturmuştur. Hastalığın yayılmaması için yapılan uyarılar başta olmak üzere salgının denetim altına alınmasına yönelik önleyici tedbirlerin başat aktörü, yeni iletişim teknolojileri olmuştur ve bu durum, bilişim teknolojilerinin geleceğine ilişkin olarak da fikir vericidir. Tüm yerleşik alışkanlıkları tehdit eden pandemi süreci, zaman içinde değişen teknolojinin nasıl hayatın kendisi haline geldiğini ve kültürel bazı uygulamaların gelecekte ne düzeyde farklılaşacağını göstermesi açısından ilgi çeki bir örnek oluşturmaktadır.

### **Bilişim Teknolojilerinin Gelişimi**

Buhar makinesinin 18. Yüzyılın sonunda toplumların yaşamına girmesi, dünyada var olan çok sayıda alışkanlığın değişmesinin ve sonraki pek çok icadın önünü açmış; içten yanmalı motorlar, insanlığın yaşantısında önemli yerler edinmeye başlamıştır. Bu olay ile bağlantılı ancak farklı biçimde bilimin ortaya çıkışı ve pozitivist çalışmaların gündeme gelmeye başlayışı, gözlenebilir ve kaydedilebilir biçimde bazı çalışmaların gelişmesinin önünü açmış; yeni keşifler ve icatlar, evrenin işleyişinde bir dönüşüm yaratmıştır. Bu dönüşüm, Sanayi Devrimini ortaya çıkarmış, kas gücüne dayalı pek çok üretim, mekanize olmuştur. Kömürün üretiminde ve ısınmada kullanımı, buharlı makinelerin keşfi ve demirin üretiminde ve işlenmesinde ortaya çıkan yeni gelişmelerle birlikte toplumda kaynak bölümümü değişmiş, yeni siyasi ve ekonomik sistemler de bu sayede ortaya çıkmıştır (Bulduklu & Karaçor, 2019:16).

Dünya tarihinin 19 ve 20. yüzyıl deneyimleri farklı gelişmelerle realize olsa da son yüzyıl hem hızı hem de değişimin niteliği açısından ayrı biçimde ele alınmayı gerektirir. Son milenyuma bakıldığında bilişim teknolojilerinin tüm dünyaya hâkim olduğu açık biçimde müşahade edilebilir. Günümüzü içine alan bu çağda insan ve toplumlar üzerinde bilgi temelli teknolojilerin giderek çok daha büyük etkilerinin olduğu görülmektedir. Teknolojinin toplumlara ve yaşama etkisini vurgulamak için bugüne “dijital çağ” adının verilmesi, sadece iki karakter ile ifade edilen sayısallaşmanın tüm alanlara hâkim olmasının sonucudur (Şeker ve Bulduklu, 2016:366). Karakter sayısı azalsa da bilgi ve iletişim teknolojilerinin maharetinin arttığı görülmektedir. Özellikle haberleşme sistemlerinin inanılmaz boyutlarda dijitalle doğru değişim göstermesiyle tüm insanlığın günlük yaşamında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. 19. yüzyılın sonlarında ilk radyo sistemlerinin Guglielmo Marconi tarafından geliştirilmesi sonrasında dünya savaşları ile beraber yaygınlaşmaya başlayan haberleşme teknolojilerinin kullanımı, 20. yüzyıl ortalarında Claude Shannon tarafından temel haberleşme teorisinin geliştirilmesiyle daha da hız kazanmıştır. 20. yüzyıl sonlarına gelindiğinde ise dünyada ve Türkiye’de cep telefonu haberleşmesi ve İnternet kullanımı çok yaygın olmasa da önemli bir ihtiyaç haline dönüşmeye başlamıştır. 2020 yılı itibarıyla içinde bulunduğumuz bu dönemde yirmi yıl öncesine kıyasla, özellikle kablosuz haberleşme teknolojileri ve İnternet kullanımı açısından dünya genelinde devrim niteliğinde bir değişim yaşanmıştır ( T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018). *Dijital*

*devrim* metaforu ile isimlendirilebilecek bu büyük değişimin neticesinde bilişim teknolojilerinin ekonomi, insan ve toplum üzerindeki etkileri göz ardı edilemeyecek bir seviyeye ulaşmış; bu teknolojilerin farklı dikey sektörlerle olan ilişkileri birbirinden kopamaz hale gelmiştir (BTK, 2020). Yakın gelecekte tüm bu etki ve ilişkilerin daha fazla artacağı öngörülmektedir.

Dijital devrim, 20. yüzyıla damgasını vuran sanayi devriminin önüne geçerek ülkelerin gelişmişlik düzeylerini doğrudan belirleyen kritik bir gösterge haline gelmiştir. Bu devrim, medeniyetler ve bağlantılı olarak ülkeler arasındaki rekabet anlayışını doğurmuş; değişime ayak uyduranlar ve değişimi yönetebilenler rekabette öne çıkmış diğerleri ise geride kalmıştır. İlerde olanların geride olanlara tahakküm kurduğu yeni yapı, dijitalleşme ile farklı bir boyut kazanmıştır. Sanayi devriminde geride kalan Çin, dijital devrim liginin en önemli oyuncularından biri olarak ekonomik açıdan Avrupa'yı geride bırakmıştır. Avrupa ülkeleri ise ABD'nin dijital dönüşüm hızını yakalayamadığından bu yeni çağda dijital devrimi geriden takip eden ülkeler arasında kalmıştır. Günümüzde dijital devrime ABD ve Çin liderlik etmektedir (UNCTAD, 2020). Dijital devrimin en önemli silahı olarak sayılabilecek *verinin (dijital bilgi)* kontrolü büyük ölçekte bu ülkeler tarafından sağlanmaktadır. Böylece dijital devrim lideri ülkeler, bilişim teknolojilerine yön verebilmektedirler. Son on yıl içerisinde özel sektör firmalarının ekonomik büyüklükleri açısından dünya sıralamasındaki yerlerinde büyük değişimler yaşanmıştır. Veriyi yöneten bilişim firmaları, köklü dev sanayi firmalarını geride bırakarak en tepede yer edinmiştir. ABD ve Çin'de bulunan teknoloji firmaları da zirveye çıkmışlardır.

## **Bilişim Teknolojilerinin Bugünü ve Geleceği**

Geçmişte olduğu gibi bugün de verilerin akış kanalları ve yeni haberleşme teknolojileri, her geçen gün daha fazla önem kazanmaya devam etmektedir. Bilişim teknolojilerinin ana sürükleyicisi haline gelen kablosuz ya da mobil haberleşme teknolojileri, özellikle son on yıldaki gelişmeler ışığında yüksek veri trafik yoğunluğuna (Ericsson, 2020) ek olarak, farklı uygulama çeşitliliklerine de cevap verebilecek tasarım hedefleriyle oluşturulmuştur. Yeni iletişim teknolojisi, bu araçlar karşısında kullanıcıyı güçlendirmiş; günümüzde bilgi iletişim teknolojisinin tüketicisi aktif ve araç karşısında tercih unsuru ile öne çıkan hale gelmiştir (Bulduklı, 2017:3). Bugün gelinen noktada kullanıcı dostu ve hızlı iletişimin mümkün olduğu; eş zamanlı bilgi paylaşımını olanaklı kılan çok sayıda platform (Kaplanhan & Korkut, 2016: 135) ve takip etmeyi sağlayan dijital mecralar, toplumsal yaşamın vazgeçilmezi olmuştur. On yıl öncesine kadar kitle iletişim araçları karşısından pasif izleyicinin olduğu ve haberleşme ihtiyaçlarının karşılanmasına bilişim teknolojileri yön verirken, son on yıl içerisinde 5G haberleşme ağlarının da gelişimi sırasında teknolojilere farklı haberleşme ihtiyaçları yön vermeye başlamıştır. Artık sadece kişilerin değil her şeyin birbirleriyle haberleşmesi konsepti bilişim dünyasında öncelik kazanmıştır (BTK, 2018). Önümüzdeki yıllarda yoğun şekilde kullanılmaya başlanacak 5G haberleşme ağları da yüksek veri trafik yoğunluğu, uygulama çeşitliliği ve her şeyin birbirleriyle haberleşmesi ihtiyaçları temel

alınarak son yıllarda standartlaştırılmıştır. Benzer doğrultuda tahmini beş yıl sonra standartlaştırma çalışmaları başlayacak ve on yıl sonra da kullanılabilir olan *6G haberleşme ağları*, daha çok uygulama çeşitliliği ile beraber klasik veri haberleşmesi dışında *ortam bilgisi* denilebilecek haberleşme verisi dışındaki bilgileri kullanarak haberleşme kalitesini arttırmaya yönelik çok çeşitli optimizasyonlarının yapılabileceği bir tasarım olabilecektir. Böylece 5G ile ilk adımları atılan yeni nesil kablosuz haberleşme vizyonunun tamamlayıcısı niteliğinde sayılabilecek bir 6G geliştirilebilir görünmektedir.

Pandemi sürecinde haberleşme sistemlerinin önemi aşikâr şekilde ortaya çıkmıştır (Şeker vd., 2020). Fiziksel mesafelerin korunduğu bu süreçte insanlık haberleşme teknolojileri ile birbirine yakın kalabilmiştir. Haberleşme teknolojileri ve internet sayesinde insanlar (özellikle gençler) evde tutulabilmiş; süreci yönetenlerin tavsiyeleri doğrultusunda hayat eve sığdırılmıştır. Bilişim ve iletişim teknolojilerinin yükselişi ile karakterize bu dönem, özellikle uzaktan eğitim ve uygulamalarla farklı deneyimleri oluşturmuştur. Uzaktan sağlık alanının geliştirilmesi gerektiği (uzaktan teşhis, uzaktan müdahale, vb.) sonucunu ortaya çıkaran Covid-19 pandemisi, ileriki yıllarda çok daha güçlü bir kablosuz haberleşme altyapısına ihtiyaç olduğunu da göstermiştir. Özellikle eğitimin tüm boyutlarının uzaktan hale gelişi, veri transferinde sorunlar yaşanmasına yol açmıştır. Deprem gibi afet durumlarında herkesin çok yoğun şekilde mobil haberleşme sistemlerine yüklenmesi de haberleşmeye bir anda çok fazla kişi tarafından yoğun şekilde ihtiyaç duyulabileceğinin basit bir göstergesidir. Geçtiğimiz yıllarda yaşanan orta ölçekli depremlerde kablosuz haberleşme altyapısının başarılı şekilde iletişim sağlayamayışı, daha esnek ve güçlü mobil haberleşme sistemlerine olan gereksinime işaret etmektedir. Hız, kapasite, gecikme, esneklik, sağlamlık ve bağlanabilirlik özellikleri açısından ön plana çıkan 5G haberleşmesi ile bu yönde önemli bir adım atılmıştır. Afet ve acil durum senaryoları dışında, 5G haberleşme ağlarının tasarımına etki eden çeşitli uygulamalara bakıldığında, akıllı ulaşım ve şehircilik, sürücüsüz yer ve hava araçları, akıllı şebeke sistemleri, uzaktan sağlık, uzaktan eğitim, sanal ve artırılmış gerçeklik, akıllı sanayi gibi örnekler yatay ve dikey sektörlerde rastlanılmaktadır. *Nesnelerin İnterneti* konsepti kapsamında evlerdeki buzdolapları dahi haberleşme çemberine dâhil olacaktır. Tüm bu farklı sektörlerden örnekler bakıldığında, iletilecek verinin miktarı, haberleşme cihazlarının sayısı ve uygulama çeşitliliği konusunda önemli bir artış yaşanacaktır. Örneğin, sürücüsüz araçlar açısından, taşınabilir haberleşme cihazları, taşınabilir haberleşme cihazlarına dönüşmektedir. Bu dönüşüm sırasında ise iletilecek toplam veri miktarı, haberleşecek olan cihaz sayısı ve haberleşme kullanacak olan uygulama çeşitliliği yüksek seviyede artış gösterecektir.

Haberleşme sistemleri üzerinden iletilen toplam veri miktarının ve haberleşecek cihaz sayısının sürekli artıyor oluşu, *siber güvenlik* araştırmalarını çok daha önemli bir noktaya taşımıştır (NCCoE, 2020). Buna ek olarak özellikle 5G sonrası haberleşme sistemlerinde iletilen veri haricinde ortam bilgisi denilen haberleşme ortamına ve kullanıcılara ait birçok farklı bilginin de yoğun şekilde toplanması ve paylaşılması öngörüldüğünden siber güvenlik konuları daha da kritik hale



gelmiştir. Siber güvenlik için en kritik komulardan birisi olan verinin aktığı haberleşme kanallarının güvenliğinin sağlanması elzem olmuştur. Kriptoloji tabanlı veri güvenliğine ilaveten haberleşme kanallarının güvenliği için fiziksel katman güvenlik tekniklerinin yaygınlaşması gerekmektedir. Veri ve haberleşme kanal güvenliği dışında ortam bilgisinin korunması da bu tür fiziksel katman güvenlik yöntemleriyle mümkün hale gelecektir. Siber güvenliğin sağlanması noktasında haberleşmenin doğasına dayalı konseptlerden yararlanılmasının önümüzdeki yıllarda daha da önem kazanacağı öngörülmektedir. 5G ve 6G haberleşme ağları açısından insanların bir kaygısı olacaksa bu kaygıların siber güvenlik açısından ele alınması daha doğru olacaktır.

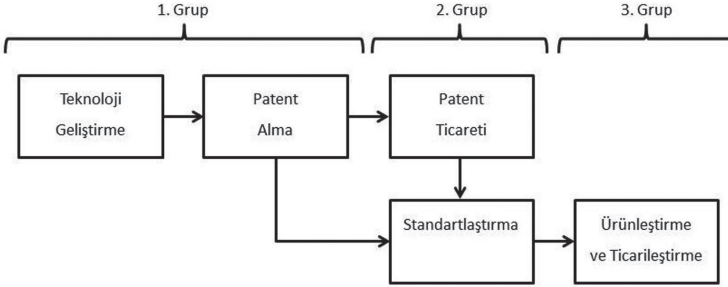
Siber güvenlik dolayısıyla geçtiğimiz yıl ABD tarafından Çin merkezli Huawei firmasına uygulanan yaptırımlar ve sonrasında Çin'e karşı başlatılan ambargo girişimi, dijital devrimde *yerli ve milli teknoloji* geliştirilmesi gerekliliğini ispat eder nitelikte bir tecrübe olmuştur (RUSI, 2020). ABD'nin siber güvenlik açısından Huawei'nin ülkelerine girmesini engellemesine karşılık Türkiye'de haberleşme altyapısının büyük çoğunluğu Çinli firmalara emanet edilmiş durumdadır. Kendi ülkeleri tarafından yoğun şekilde desteklenen ve piyasada tekel olma gayretindeki teknoloji geliştirici firmalar, diğer ülkelerin milli teknoloji geliştirmelerini istememektedir. Dünyadaki ekonomik dengelerin korunmasına ve değişimine doğrudan etki etmekte olan milli teknoloji geliştirmenin önemi Pandemi sürecinde de daha iyi anlaşılmıştır. Ülkelerin içine kapanmaya eğilim gösterdiği 2020 yılında yerli ve milli teknoloji geliştirme bağımsızlığı olmayan ülkeler iletişim altyapısı ve siber güvenliğini sağlayamama tehdidiyle karşı karşıya kalmıştır. Dijital iletişime ve güvenliğine en çok ihtiyaç duyulan Pandemi döneminde bu tehdidin büyüklüğü ve önemi daha çok anlaşılmıştır.

*Yapay zekâ* (makine öğrenmesi, vb.) ve veri bilimi alanlarında da ABD ve Çin tarafından diğer ülkelere kıyasla çok yüksek sayıda patent alındığı görülmektedir (WIPO, 2020). 6G mobil haberleşme ağları ve siber güvenliğe ek olarak yapay zekâ teknolojilerinin de önümüzdeki yıllarda çok büyük rol oynayacağı yadsınmaz bir gerçek haline gelmiştir. Yapay zekânın 6G haberleşmesi ve siber güvenlik alanlarında kullanımına dair birçok teknoloji son yıllarda geliştirilmiştir. Bu çalışmalara benzer özgün ve yenilikçi araştırmaların Türkiye'de de yapılmasının yerli ve milli kritik teknolojilerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşıdığı değerlendirilmektedir.

Yerli ve milli kritik teknolojilerin geliştirilmesine bilişim ve en önemli oyuncusu olan haberleşme açısından bakıldığında Türkiye'de zaman zaman heyecan verici girişimlerin başlatıldığı görülmektedir. 1G, 2G, 3G, 4G ve 5G sistemlerinin geliştirilme süreçleri ele alındığında, her biri için yapılan ilk araştırma-geliştirme (Ar-Ge) çalışmaları ile ilk üretim-geliştirme (Ür-Ge) çalışmaları arasında yaklaşık on yıl olduğu görülmektedir. Bu on yıllık araştırma süreçlerinin son iki üç yıllık kısımlarını standartlaştırma çalışmaları oluşturmaktadır. Ürünleştirme çalışmaları başladıktan sonra ise bir sonraki nesil hücreli haberleşme sistemlerinin araştırma çalışmaları hız kazanmaktadır. Esasında Ar-Ge faaliyetleri hiç durma-

maktadır. Türkiye’de 20. yüzyılın sonlarında ASELSAN firması tarafından 2G haberleşmesine yönelik cep telefonları geliştirilmiştir. Geçtiğimiz yıllarda ise ULAK Haberleşme tarafından 4G baz istasyonları üretilmiştir. 5G kapsamında farklı çalışmalar sürdürülmekle beraber, Ar-Ge faaliyetlerinin yine eksik kaldığı görülmektedir. 5G için yapılan patent başvuru sayılarına bakıldığında bu çabaların yoğunluk düzeyi anlaşılmaktadır (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2020).

Şekil 1. Teknolojik Ürünlerin Geliştirilme Süreci



Şekil 1’de, 1. Grup ve 2. Grup aşamalarının atlanarak sadece 3. Grup aşamalarına önem verilmesi durumunda uluslararası pazarda kâr elde edilememesi ya da çeşitli hukuki sıkıntıların çıkması kaçınılmaz olmaktadır. Ekonomik olarak en kârlı çıkan ülke ve firmaların ilk iki grup aşamalarının atlamadığı tüm aşamaların birlikte ele alınabildiği ülkelerden çıktıkları görülmektedir. Türkiye’de son dönemde kablosuz haberleşme sistemlerine yönelik yapılan devlet destekli çalışmaların daha çok 3. Grup kapsamında olduğu değerlendirilmektedir. Yerlileştirme ya da yerli Ür-Ge denilebilecek bu çalışmalardan zengin ve güçlü bir patent portföyünün elde edilmesi zorlaşmaktadır. Bu yerlileştirme çalışmalarının da büyük önem taşıdığı göz ardı edilmeden patent almaya yönelik temel Ar-Ge faaliyetleri konusunda gerekli önlemler alınmalıdır.

Dijital dönüşümde ticari ürünler için en önemli konulardan biri patenttir. Standartlara tabi olunması nedeniyle, geliştirilen üründe hak sahibi olunmayan bir patente konu teknoloji kullanılmak durumunda kalmırsa, ilgili patent sahiplerine çeşitli ödemelerin yapılması gerekmektedir. Bu durumda ise üründen elde edilecek kâr giderek azalmaktadır. Standartlarda kabul edilen patent sayıları genel olarak teknoloji devi firmalar arasında paylaşılmaktadır. Birbirlerine büyük bir üstünlük kuramadıklarından karşılıklı dengeler içerisinde kârlarını muhafaza edebilmektedirler. Bu firmaların ligine yükselebilmek için ise en başta olabildiğince fazla teknoloji geliştirerek patentlerini almak gerekmektedir. Standartlarda anlaşma masasına oturulduğunda ilgili firmanın elinin bilimsel olarak çok güçlü olması, bu tür ticari Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetlerinden ekonomik olarak çok büyük kârlar elde etmek açısından tek yöntemdir. Asıl ekonomik güç ve prestij, sadece ürün geliştirmeden ziyade, temel teknoloji geliştirme ile beraber ürün geliştirme yöntemiyle sağlanabilmektedir. Ar-Ge’siz ürün geliştirme yüksek kâr sağlamaz ve temel teknolojilerde dışa bağımlılık problemine sebep olur; yerli ürün olma-

dan Ar-Ge'nin yapılması durumunda ise üretim safhasında dışa bağımlılık oluşur. ABD örneğinde milli Ar-Ge'nin çok geliştiği ama yerli üretimin zayıf kaldığı; Türkiye örneğinde ise tersi durum olduğu görülmektedir. Çin örneğinde şartların el vermesiyle hem milli Ar-Ge hem de yerli üretim konusunda eşit ağırlıkta bir politikanın izlendiği anlaşılmaktadır.

Kablosuz haberleşme alanında Türkiye'deki durum değerlendirildiğinde, ilk bakışta, endüstride Ar-Ge ve patent kültürünün yeterli seviyede olmadığı görülmektedir. Daha temelde ise, Ar-Ge tanımının yanlış anlaşılabilirdiği değerlendirilmektedir. Genel olarak akademi ve endüstri iş birliklerinin zayıf olduğu, patent ticarileştirmesinin yetersiz kaldığı ve standartlara yön verebilme yeteneğinin oluşmadığı anlaşılmaktadır. Yerli üretim faaliyetlerinin beraberinde Ar-Ge çalışmalarının da yapılmasına önem verilmesi gerekmektedir. Ar-Ge çalışmaları eksik kaldığında, standartlara ve teknolojiye yön veren lider firmalardan olunamayacaktır.

Ar-Ge çalışmaları uzun vadede sonuç verebilme özelliği taşımakta, yüksek risk ama yüksek kâr anlamına gelmektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta, Ar-Ge çalışmalarına yoğun şekilde girildiğinde bu işin kesintisiz devam ettirilmesi gerekliliğidir. Diğer türlü Ar-Ge çalışmaları kesintiye uğradığında önceki çalışmalar zayıf olmakta, sonraki çalışmalarda eski tecrübelerden yararlanılamamaktadır. Bilişim ve haberleşme pazarında tek el olma gayretindeki firmalar ve ülkeler tarafından diğer ülkelerde yapılan Ar-Ge çalışmaları farklı yollarla kesintiye uğratılmaya çalışılarak gelişmekte olan ülkelerin milli teknoloji hamlelerine zarar verilmektedir. Örneğin, 5G ve sonrası haberleşme sistemleri ile ilgili yapılacak çalışmalar bazı ülkelerde dursa bile, diğer ülkeler bu çalışmalara devam edecektir. Nihayetinde, bu çalışmaları kesintiye uğratmış ülkeleri gelecek yıllarda kendi yerli ve milli teknolojileri için birer pazar olarak kullanacaklardır.

## Sonuç

İnsanlık tarihi boyunca teknoloji toplumların değişim ve dönüşümünde önemli düzeyde etki oluşturmuştur. Geline noktada verilerin akış kanalları ve yeni haberleşme teknolojileri, toplumsal yaşamın ve ülkelerin rekabetinin esas unsuru olmuştur. İletişim ve bilişim teknolojileri her geçen gün daha fazla önem kazanmaya da devam etmektedir. Bilişim teknolojilerinin ana sürükleyicisi haline gelen kablosuz ya da mobil haberleşme teknolojileri ise yaşamın her alanı domine etmeye devam etmektedir. Geline noktada kullanıcı dostu ve hızlı iletişimin mümkün olduğu teknolojiler, 5G ile nesnelere de içine alan ve 6G ile uygulama çeşitliliğini artıran boyuta doğru evirilmektedir. 5G ile birlikte teknolojilere farklı haberleşme ihtiyaçları yön vermeye başlamıştır. Günümüzde kişilerin iletişimi yanında nesnelere de birbiri ile haberleştiği bir yapı ortaya çıkmış durumdadır. Gelişen teknoloji farklı yatırımlara olan ihtiyacı ortaya çıkarmış; haberleşme ağları, yüksek veri trafik yoğunluğu, uygulama çeşitliliği ve her şeyin birbirleriyle haberleşmesi ihtiyaçları temel alınarak standart bir hale gelmiştir.

Tüm dünyada yaşanan son gelişmeler, 5G sonrası haberleşme sistemlerinde iletilen veriler ile birlikte haberleşme ortamına ve kullanıcılara ait birçok farklı bilgilerin erişilebilir olmasını ortaya çıkarmıştır. Bu bilgilerin yoğun şekilde toplanması ve paylaşılmasının uzun vadede siber güvenlik sorunu ortaya çıkaracağı değerlendirilmektedir. Veri ve haberleşme kanal güvenliğine yoğunlaşma yanında ortam bilgisinin korunmasına ve siber güvenliğe yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Siber güvenliğe yönelik akademik çalışmalar ve teknoloji geliştirme önümüzdeki yıllarda daha da önemli olacaktır.

Dünyadaki ekonomik dengeleri değiştiren bilişim teknolojileri, aynı zamanda önemli düzeyde Ar-Ge ve Ür-Ge çabalarını gerektirmektedir. Bu çalışmaların ülkelerin kendi imkanları çerçevesinde yapılması ise hem güvenlik hem de rekabet açısından önemlidir. Özellikle pandemi süreci, milli teknoloji geliştirmenin kıymetini açık biçimde anlaşılır kılmıştır. Hayatın eve sığdırıldığı bu süreç, diğer taraftan ülkeler iletişim ve bilişim altyapısı ile siber güvenliğini sağlayamama tehdidiyle karşı karşıya kalmasına neden olmuştur. Güvenlik önemli bir sorun olarak ortaya çıkmış; siber güvenliğinin sağlanması, dijital dönüşüm karşısında bir isteksizlik durumunu ortaya çıkarmıştır.

Dijital dönüşüm, teknolojiyi geliştirenler açısından bir güç oluşturmakta; teknoloji sahipliği, kaynak dağılımında önemli hale gelmektedir. Bu noktada ülkelerin ve teknoloji üreticilerinin patent sahibi olmasına dönük ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Genel görünümüne bakıldığında patent sayılarının genel olarak teknoloji devi firmalar arasında paylaşıldığı görülmektedir. Ülkelerin ve bilim insanlarının Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetlerine özel olarak yoğunlaşması yanında patent çalışmalarına da odaklanması gerekmektedir.

## Kaynakça / References

- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu – BTK (2018). *5G ve Ötesi Beyaz Kitap*: <https://www.btk.gov.tr/uploads/announcements/5g-ve-otesi-beyaz-kitap/beyaz-kitap-son.pdf> [01.06.2020].
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu – BTK (2018). *5G ve Dikey Sektörler Raporu*: <https://www.btk.gov.tr/uploads/announcements/5g-ve-dikey-sektorler-raporu-yayimlandi/20180308-5gvedikeyselktorerraporu.pdf> [01.06.2020].
- Bulduklu, Y. (2017). Mobile Games on The Basis of Uses And Gratifications Approach: A Comparison of The Mobile Game Habits of University and High School Students. *Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, 25(5-6), 901-917.
- Bulduklu, Y. & Karaçor, S. (2019). *Kitle İletişim Kuramları*. Konya: Çizgi Kitabevi.
- Ericsson. (2020). *Ericsson Mobility Report*: <https://www.ericsson.com/49da93/assets/local/mobility-report/documents/2020/june2020-ericsson-mobility-report.pdf> [01.06.2020].
- Kaplanhan, F. & Korkut, C. (2016). Untaxed Social-Media Problem and Potential Solutions. *Inquiry: Sarajevo Journal of Social Sciences*, 2(2), 135-152.
- National Cybersecurity Center of Excellence (NCCoE). (2020). *5G Cybersecurity: Preparing a Secure Evolution to 5G*: <https://www.nccoe.nist.gov/sites/default/files/library/project-descriptions/5G-pse-project-description-final.pdf> [21.06.2020].

- Royal United Services Institute (RUSI). (2020). *5G Cyber Security: A Risk-Management Approach*: [https://rusi.org/sites/default/files/20200602\\_5g\\_cyber\\_security\\_final\\_web\\_copy.pdf](https://rusi.org/sites/default/files/20200602_5g_cyber_security_final_web_copy.pdf) [12.06.2020].
- Şeker, M. & Bulduklı, Y. (2016). Dijital Çağda Ahlaki Değerler Bağlamında Hekim - Hasta İlişisine Eleştirel Bir Bakış. *Değerler Bilançosu Sosyoloji, Felsefe, Ekonomi, Eğitim, İletişim, Müzik, Tıp Beyaz Kitap* (ss. 365-388), Konya: Çizgi Kitabevi.
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2018). Dijital Türkiye Yol Haritası: [https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023\\_Dijital-Turkiye-Yol-Haritasi.pdf](https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_Dijital-Turkiye-Yol-Haritasi.pdf) [05.06.2020].
- Türk Patent ve Marka Kurumu (2020). <https://portal.turkpatent.gov.tr/anonim/arastirma/patent/detayli> [05.06.2020].
- Şeker, M., Özer, A., Tosun, Z., Korkut, C. & Doğrul, M. (2020). *COVID-19 Küresel Salgın Değerlendirme Raporu*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 34. Erişim: <http://www.tuba.gov.tr/files/images/2020/kovidraporu/T%C3%9CBA%20Covid-19%20Raporu%206.%20G%C3%BCncelleme.pdf> [21.06.2020].
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2019). The Digital Economy Report: [https://unctad.org/en/Pages/DTL/STI\\_and\\_ICTs/ICT4D-Report.aspx](https://unctad.org/en/Pages/DTL/STI_and_ICTs/ICT4D-Report.aspx) [21.06.2020].
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2020). *China Becomes Top Filer of International Patents in 2019 Amid Robust Growth for WIPO's IP Services, Treaties and Finances*, PR/2020/848, Cenevre/İsviçre: [https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2020/article\\_0005.html](https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2020/article_0005.html) [21.06.2020].