



DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ VE TÜRKİYE: ULUSAL YENİLİK SİSTEMİ ÇERÇEVESİNDE BİR İNCELEME* THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION AND TURKEY: A STUDY IN THE FRAMEWORK OF THE NATIONAL INNOVATION SYSTEM

Onur BİLGİN**
Hacı Bayram IŞIK***

Öz

18. yüzyıla kadar oldukça yavaş ve evrimsel bir biçimde gelişen teknoloji, son 250 yıl içerisinde ivmesini arttırmış ve sanayi devrimleri olarak ifade edilen değişimlere neden olmuştur. Ulusal kültürünü bilimsel heves ve teknik buluşlara verilen desteklerle şekillendirmiş ülkeler, mobil teknolojiler ve akıllı algoritmalar sayesinde yeni bir devrimin eşliğindedir. Bu çalışmada ilk olarak dördüncü sanayi devriminin genel amaçlı teknolojileri açıklanmış, ardından Türk ulusal yenilik sistemi incelenmiştir. Çalışma sonucunda iktisadi gelişme ve kalkınmayı amaçlayan Türkiye'nin, ulusal yenilik sistemini dördüncü sanayi devriminin genel amaçlı teknolojileri ekseninde yapılandırması gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dördüncü Sanayi Devrimi, Ulusal Yenilik Sistemi, Teknoloji.

Abstract

The technology, which has evolved quite slowly and in an evolutionarily way until the 18th century, has increased its momentum in the last 250 years and has caused changes called as industrial revolutions. With mobile technologies and intelligent algorithms, the process of industrialization is on the verge of a new revolution in countries that shaped national cultures with scientific enthusiasm and support of the technical inventions. In this study, the general-purpose technologies of the fourth industrial revolution and the Turkish national innovation system were explained. As a result of the study, it was emphasized that the national innovation system should be structured on the axis of general-purpose technologies of the new revolution.

Keywords: The Fourth Industrial Revolution, National Innovation System, Technology.

1. GİRİŞ

Günümüze kadar üç büyük sanayi devrimi gerçekleşmiştir. Birinci sanayi devrimi yaklaşık olarak 1760'lardan 1850'lere kadar süren ve enerji dönüşümü ekseninde mekanik üretime geçişi ifade eden bir süreçtir. Bu devrimle birlikte üretim, atölyelerden fabrika olarak isimlendirilen büyük tesislere kaymıştır. İkinci sanayi devrimi 19. yüzyıl sonları ile 20. yüzyılın başlarında hammaddesini çeliğin oluşturduğu, gücünü elektrik enerjisinden alan, montaj hattı ve standardizasyonla seri üretimin başladığı dönemi ifade etmektedir. Üçüncü sanayi devrimi ise 1970'lerde, üretimde ilk defa bilgi teknolojilerinin ve programlanabilir robotların kullanılmaya başlamasıyla meydana gelmiştir. Üçüncü devrim ile birlikte üretim zincirlerinin alt birimleri kendi içinde optimize olmaya başlamışlardır.

Üçüncü devrim ve dünya ekonomisinin küreselleşmesi neticesinde sermaye en çok getiri sağlayabileceği alanlara yönelmeye başlamıştır. Üretim, maliyetlerin en düşük olduğu bölgelere özellikle de işgücü maliyetlerinin düşük olmasından dolayı Uzak Doğu ülkelerine kaymıştır. Sanayi üretimini Uzak Doğu ülkelerine kaptıran ve bu durumdan rahatsız olan Batılı ülkeler, Doğunun ucuz işgücü avantajını ortadan kaldıracak teknolojileri geliştirmeye ve sanayilerini bu teknolojiler ekseninde dönüştürmeye başlamışlardır (Eğilmez, 2017). Üretimde işgücünü olabildiğince azaltacak bu teknolojiler birçok yazar tarafından yeni bir devrim olarak nitelendirilmektedir. İşte bu çalışmanın konusunu yeni devrimi sağlayan teknolojik yenilikler ve bu yeniliklerin Türk ekonomisine nasıl etki edeceğini belirleyecek olan Türk ulusal yenilik sistemi¹ oluşturmaktadır.

** Arş. Gör., Kırıkkale Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, onurbilgin@kku.edu.tr

*** Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, hbayram@kku.edu.tr

¹ Freeman (1987)'ye göre Ulusal Yenilik Sistemi teknolojiyi geliştiren, transfer eden ve toplumda yayılmasını sağlayan kamu ve özel kuruluşların oluşturduğu sistemdir. Lundvall (1992) ise ulusal yenilik sistemini dar anlamda araştırmaya yönelik kurumların, üniversitelerin, AR-GE birimlerinin ve teknoloji kurumlarının oluşturduğu bir sistem; geniş anlamda ise öğrenme ve finansal

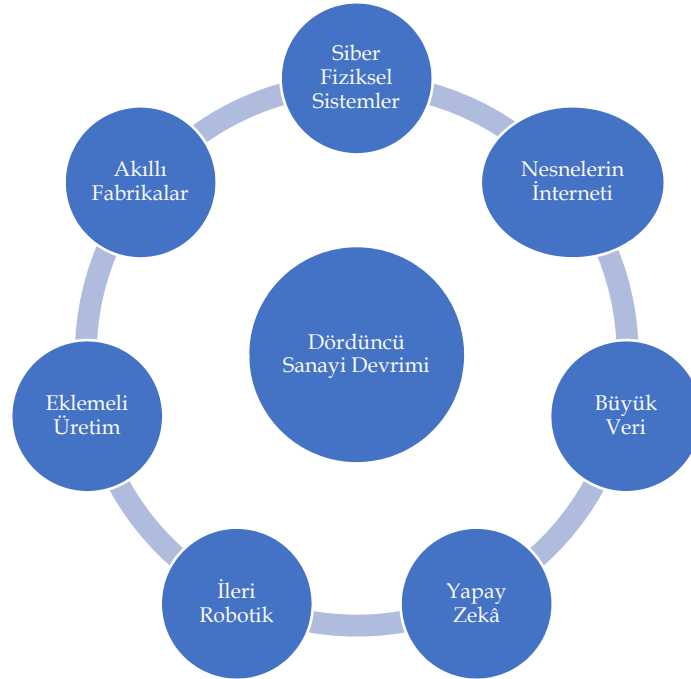


2. DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ

Teknoloji yazınında hiç kuşkusuz son yılların popüler konularının başında yeni sanayi devrimi söylemi gelmektedir. Tartışmalar ilk olarak 2011 yılında Almanya’da düzenlenen Hannover Fuarı ile başlamış ve fuarda gündeme gelen Endüstri 4.0 kavramı, devrimin üretim zincirlerinin örgütlenişini nasıl dönüştüreceğini tasvir etmek için kullanılmıştır (Schwab, 2016). Alman hükümeti aynı dönemde bu kavram çerçevesinde Yüksek Teknoloji Stratejisi Eylem Planını hazırlamıştır. Almanya’nın ardından İspanya “Gelişmiş Fabrikalar”, İtalya “Akıllı Fabrikalar”, Fransa ise “Geleceğin Sanayisi” isimleri altında ulusal girişimler başlatmışlardır (TÜBİTAK, 2016). Ancak günümüzdeki değişimin ya da belirlenen politikaların adı tam olarak hangi terimle tanımlanırsa tanımlansın, teknoloji ve üretim sürecinin attığı bu yeni adımın altyapısı özünde aynıdır.

İktisat literatüründe dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan bu yeni devrim, üretim ve tüketim ilişkilerini bütünüyle değiştirebilecek bir yapıyı içermektedir. Bu yapı tüketicinin değişen ihtiyacına anlık olarak uyum sağlayabilen bir üretim sistemi olarak tanımlanabileceği gibi, birbiriyle sürekli iletişim ve koordinasyon halinde bulunan akıllı üretim sistemleri olarak da tanımlanabilir (Akçıl, 2016). Kagerman ve ark. (2013) bu devrimi ürünlerin yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi olarak tanımlarken, Mrugalska ve Wyrwicka (2017) ticari ve toplumsal çıktıları daha iyi tahmin, kontrol ve planlayabilmek için karmaşık fiziksel makine ve cihazların ağ bağlantılı sensörler ve yazılımlarla bütünleşmesi olarak tanımlamaktadır. Kolberg ve Zühlke (2015) ise bileşenlerin ve makinelerin giderek akıllandığı ve iyi çalıştığı ispatlanmış internet standartlarıyla yapılandırılmış bir ağ yaklaşımı olarak tanımlamaktadırlar. Bu tanımlamalardan görüleceği üzere yeni devrimin temelinde birbirleriyle sürekli bağlantılı olan cihazlar bulunmaktadır. Bu bağlamda dördüncü sanayi devrimini üretim zincirlerinin alt birimlerinin kendi içlerinde otomasyonun ötesinde tüm zincirlerin birbirleri ile gerçek zamanlı ve sürekli iletişim halinde olması ve dışarıdan gelen anlık veriler yardımıyla, neredeyse insan müdahalesi olmadan kendilerini yapılandırmalarını ve optimize etmelerini sağlayan üretim biçimi olarak ifade etmek mümkündür. Dördüncü sanayi devriminin çerçevesini oluşturan teknolojik yenilikler şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: Dördüncü Sanayi Devriminin Temel Bileşenleri



2.1. Siber-Fiziksel Sistemler (Cyber-Physical Systems)

Dördüncü sanayi devriminin çerçevesini siber-fiziksel sistemler oluşturmaktadır. Siber-fiziksel sistemler, fiziksel dünya ile siber (sanal ya da dijital) dünyasının bağlantılı ve iç içe geçtiği durumu ifade

kurumların alt unsurlar olarak işlev gördüğü yenilik sürecinde işleyen tüm kurumların bir bütünü olarak görmektedir. Benzer bir şekilde OECD bir ülkede yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasını etkileyen piyasa içi ve piyasa dışı kurumların ulusal yenilik sistemini oluşturduğunu belirtmektedir (Taymaz, 2001:26). Bu tanımlamalardan anlaşılacağı üzere UYS yalnızca AR-GE ve yenilik faaliyetlerini kapsamamakta, icattan yeniliğe, tüm teknolojik gelişme sürecini etkileyen unsurları içermektedir.



etmektedir. Farklı bileşenlerden oluşan siber fiziksel sistemler gerçek dünya ile etkileşimde bulunmak için genellikle gömülü yazılım², iletişim teknolojileri, sensörler ve aktüatörler³ içermektedir (Ozsoylu, 2017). Siber-fiziksel sistemlerin başlıca görevi, üretim sürecinin dinamik gereksinimlerini yerine getirmek ve tüm sanayinin etkinliğini ve verimliliğini yükseltmektir. Diğer bir ifadeyle siber-fiziksel sistemler fiziksel süreçlerle hesaplamaların bütünleştirilmesidir. Bu bütünleşme, üretim sürecinde kontrol, gözetim, şeffaflık ve verimliliğin yeni bir biçimini sağlamaktadır (Yıldız, 2018). Kısacası dördüncü sanayi devrimini mümkün kılan nesnelerin interneti, büyük veri ve yapay zekâ gibi teknolojilerin işlerlik kazandığı ve bu teknolojilerin değer yaratma süreçlerinin tümleşik bir yapısını ifade etmektedir.

2.2. Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT) ve Büyük Veri (Big Data)

İlk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından ifade edilen nesnelerin interneti, fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu bir iletişim ağıdır (Greengard, 2017). Günlük hayatta kullanılan kişisel bilgisayarlar ve akıllı telefonların yanı sıra giysilerin, evlerin, beyaz eşyaların, ulaşım araçlarının, kargo paketlerinin vb. aklınıza gelebilecek her türlü nesnenin çeşitli sensörler, işlemciler ve iletişim araçlarıyla donatılması ve internet aracılığıyla bağlantılı olacağı yönündeki vizyonu tanımlamaktadır (Ege, 2014). Ayrıca bu vizyona tüketici tarafındaki nesnelerin yanı sıra tedarik sürecinde kullanılan tüm makineler ve araçların bağlantılı olması durumu eklenmektedir ve endüstriyel nesnelerin interneti olarak da adlandırılmaktadır (Ercan & Kutay, 2016).

Sensörlerle donatılan nesnelere anlık olarak veriler toplamakta ve bu verilere büyük veri denilmektedir. Büyük veri kavramı verinin yalnızca hacimsel büyüklüğü ile ilgili değildir. Toplanan verinin anlık olmasını ve kesintisiz bir süreç olmasını vurgulamaktadır (Usta & Doğanekin, 2017). Veri akışının kesintisiz olması sayesinde nesnelerin interneti, süreç kontrollerini hızlandıran yeni bir veri yönetimi sunmaktadır. Bu bakımdan siber-fiziksel sistemleri harekete geçirecek bilginin toplanması ve dönüştürülmesinde bir platform görevi görmektedir (Lee ve ark., 2015).

2.3. Yapay Zekâ, İleri Robotik, Eklemeli Üretim: Akıllı Fabrikalar

Günümüzün gelişmiş sanayi ekonomileri, küreselleşen dünyada rekabet güçlerini koruyabilmek ve hatta arttırabilmek için akıllı üretim birimlerine yatırım yapmakta ve bu çerçevede politikalar oluşturmaktadırlar. 2016 yılında ABD hükümeti, akıllı üretim teknolojilerinin araştırması ve geliştirilmesini sağlamak amacıyla Akıllı Üretim Liderlik Koalisyonunu oluşturmuştur (Department of Energy, 2016). Aynı yıl Japon Hükümeti akıllı üretim sistemleri ile toplumsal dönüşümü birleştirdiği Toplum 5.0 planını, Türkiye ise akıllı fabrikaları geliştirilebilmek amacıyla *Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritasını* açıklamıştır (Japan Business Federation, 2016; TÜBİTAK, 2016).

TÜBİTAK hazırladığı raporda yeni devrimin kritik önemdeki teknolojilerini tablo 1'de gibi ifade etmiştir.

Tablo 1. 'Akıllı Üretim Sistemleri' Kritik ve Öncü Teknolojiler

Dijitalleşme	Büyük Veri ve Bulut Bilişim Sanallaştırma Siber Güvenlik
Etkileşim	Nesnelerin İnterneti Sensör Teknolojileri
Geleceğin Fabrikaları	Eklemeli İmalat İleri Robotik Sistemler Otomasyon ve Kontrol Sistemleri

Kaynak: (TUBİTAK, 2016, s. 5)

Akıllı fabrikaların oluşturulmasında siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, büyük veri gibi teknolojik yeniliklere ek olarak yapay zekâ, ileri robotik ve eklemeli üretim cihazlarının ayrı bir önemi vardır. İleri robotik ve eklemeli üretim cihazlarıyla donatılmış ve bu cihazların koordinasyonu belli düzeylerde yapay zekâyâ teslim edilmiş tesisler, bu devrimin akıllı fabrikalarını oluşturmaktadır (Qin, Liua, & Grosvenora, 2016). Bu fabrikalarda eklemeli üretim özellikle prototip oluşturma ve ürünlerin

² (Embedded Software) Bilgisayar sayılmayan cihazlar için yazılmış yazılımlardır.

³ Bir mekanizmayı veya sistemi kontrol eden veya hareket ettiren bir tür motordur.



özelleştirilmesi aşamasında, ileri robotik ise ürünlerin seri üretimi aşamasında ön plana çıkmaktadır. Nesnelerin internetinden elde edilen verilerin değerlendirildiği, akıllı teknolojilerle donatılmış ve neredeyse hiçbir insanın çalışmadığı bu fabrikalara, karanlık fabrikalar da denilmektedir. Karanlık fabrikaların ilk örnekleri günümüzde görülmeye başlanmıştır. Çin'deki bir cep telefonu modülü üreticisi, üretim sürecinde robotları etkin bir şekilde kullanmaya başlamış ve bu sayede işçi sayısı, 650'den 60'a düşerken ürün çıktısındaki kusurlu parça oranı, %25'lerden %5'lere düşmüştür (Aksoy, 2017, s. 38).

Ürünler, makineler, nakliye sistemleri ve insanlar arasındaki yakın bağlantı ve iletişimin, mevcut üretim mantığını değiştirmesi beklenmektedir. Akıllı fabrikada ürünler, üretim süreci içerisinde yollarını kendileri bağımsız olarak bulabilir, her zaman kolayca tanımlanabilir ve yerleri tespit edilebilir. Bu üretim süreci maliyet açısından verimli, son derece esnek ve özelleştirilmiş ürünlerin üretilebilmesini sağlamaktadır (Hoffman & Rüsç, 2017).

Özetle, tüm nesnelerin internete bağlanabilmesi veya nesnelere arası iletişim ağı "nesnelerin interneti", bu nesnelere sensörler aracılığıyla toplanan veriler "büyük veri" ve bu veriyi anlık olarak işleyen ve anlamlandıran algoritmalara da (makinelerin öğrenmesi gibi) yapay zekâ denilmektedir. Tüm bu bileşenlerin gerçek dünyada fiziksel süreçlerle etkileşime girmesi, fiziksel bir uyarı karşısında uyarının dijital ortamda değerlendirilip yeni bir fiziksel süreç başlatılması durumu ise "siber-fiziksel sistemleri" oluşturmaktadır. Tüm bu yapının ortasında akıllı üretim birimleri olan "akıllı fabrikalar" bulunmaktadır. Gerçek dünyadan toplanan veriler anlık olarak bu fabrikalarda değerlendirilecek ve üretim bu veriler çerçevesinde optimize edilecektir.

3. TÜRK ULUSAL YENİLİK SİSTEMİ

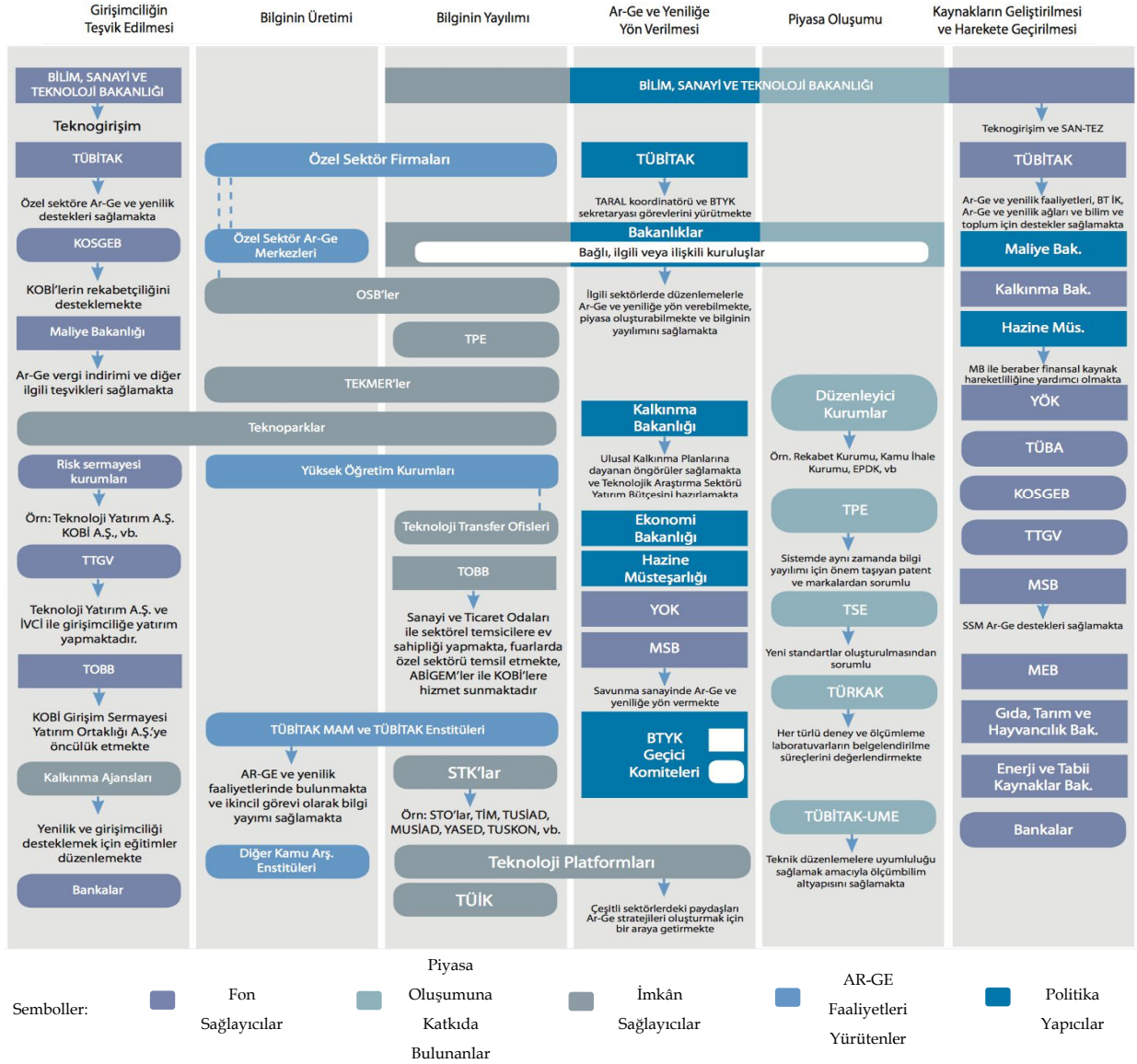
Dördüncü sanayi devriminin dünya ekonomisi üzerinde çok yönlü ve birini diğerinden ayırmanın son derece zor olacağı kadar geniş etkileri olacaktır. Aslında GSYİH, yatırım, tüketim, istihdam, dış ticaret, enflasyon, gelir dağılımı vb. akla gelebilecek bütün ekonomik değişkenler etkilenecektir. Devrimin Türkiye ekonomisinde meydana getireceği etkilerinin şekillenmesinde önemli unsurlardan biri de Türk Ulusal Yenilik Sistemi (UYS) olacaktır. Farklı ülkeler tarafından geliştirilen teknolojilerin transfer edilmesinde, tersine mühendislikte, yeni bilgilerin ve teknolojilerin geliştirilmesinde, yeniliklerin etkilerinin topluma yayılması gibi süreçlerde UYS'nin bileşenleri aktif rol oynamaktadır.

Türkiye'de etkin bir UYS inşa etme çabaları 1963-67 dönemine ait Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile başlamıştır. Bu plan çerçevesinde doğa bilimlerinde temel ve uygulamalı araştırmaların yapılmasında, yapılacak araştırmaların yönlendirilmesi, örgütlenmesi, iş birliği sağlanması ve özendirilmesi amacıyla 1963 yılında TÜBİTAK kurulmuştur. Bu tarihten sonra Türkiye'nin bilim ve teknoloji alanındaki gelişiminde TÜBİTAK'ın ayrı bir yeri vardır. TÜBİTAK bilimsel araştırma kurumu olarak hızla gelişmiş; bilim adamı ve araştırmacı yetiştirilmesini, bilim kurumlarının yapısal olarak güçlenmesini ve bilim ve teknoloji politikası önerilerinin geliştirilmesini sağlamıştır (Kepenek, 2016, s. 654-655).

TÜBİTAK dışında bilim, teknoloji, yenilik politikalarının belirlenmesinde bir diğer önemli unsur Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'dur (BTYK). Bu kurul Türkiye UYS'nin geliştirilmesinde en üst düzey karar organıdır. 1983 yılında kurulmuş olan BTYK'nın başlıca amaçları arasında bilimsel düşüncenin yayılması, araştırma hedeflerinin tespit edilmesi ve planlanması, araştırmacı insan gücünün yetiştirilmesi, hükümete politika önerileri sunulması ve tüm programlama ve yürütme aşamalarında sektörler-kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanması gibi unsurlar bulunmaktadır (Saatçioğlu, 2005). TÜBİTAK tarafından hazırlanan ve "Türkiye ulusal yenilik ve girişimcilik sistemi" olarak isimlendirilen aşağıdaki şekil ulusal yenilik sisteminin paydaşlarını göstermektedir.



Şekil 2: Türkiye'nin Ulusal Yenilik Sisteminin Temel Aktörleri



Kaynak: (TÜBİTAK, 2012)

Şekil 2'ye göre, Türk UYS 6 katmandan ve bu katmanları oluşturan 5 farklı kurum, kuruluş ve organizasyondan oluşmaktadır. Katmanlar girişimciliğin teşvik edilmesi, bilginin üretimi, bilginin yayılımı, AR-GE ve yeniliğe yön verilmesi, piyasa oluşumu ve son olarak kaynakların geliştirilmesi ve harekete geçirilmesi olarak sıralanmaktadır. Katmanları oluşturan kurum ve kuruluşlar ise fon sağlayıcılar, piyasa oluşumuna katkıda bulunanlar, imkân sağlayıcılar, AR-GE faaliyetleri yürütenler ve politika yapıcılar olarak sıralanmaktadır.

Özellikle son 20-25 yıllık süreçte UYS'nin bileşenlerinin oluşturulmasında ve bu bileşenlerin aralarındaki ağı geliştirilmesinde önemli gelişmeler yaşanmıştır. TÜBİTAK, KOSGEB gibi fon sağlayıcı kurumlar tarafından verilen destekler büyük ölçüde artırılmıştır. KOSGEB'in destek verdiği konu başlıkları genişletilmiş ve 2006 yılında 143 milyon TL olan destek bütçesi, 10 yılda yaklaşık olarak 7 kat artırılarak 991 milyon TL'ye çıkarılmıştır (KOSGEB, 2017). Finansal desteğin yanı sıra bilim sistemini geliştirmek için birçok ilde yeni üniversiteler açılmıştır. 1992 yılında 51'i devlet, 2'si vakıf, 53 tane olan üniversite sayısı, 2017 itibarıyla 134'ü devlet, 73'ü vakıf olmak üzere toplamda 207'ye çıkarılmıştır (Yükseköğretim Kurumu, 2017). Üniversitelerin bünyelerinde birçok Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (teknopark) kurulmuştur. Günümüzde 57'si faaliyette, 24'ü yapım aşamasında bulunan toplam 81 teknoloji geliştirme bölgesi bulunmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2017). UYS'yi oluşturan bileşenlerin sayısal olarak artış göstermesi ve bölgesel olarak Türkiye'nin her bir yanına yayılması, ülkenin yenilik üretim kapasitesini artırmaktadır.



Ancak teknoparkların, araştırma enstitülerinin veya üniversitelerin sayısal olarak artış göstermesi UYS'nin etkin bir biçimde çalışabilmesi için yeterli değildir. Oluşturulan bu teknoparklarda ya da enstitülerde bilimsel bilgi birikimi yeterli olan kişilerin çalışması gerekmektedir. UYS'nin geliştirilmesinde atılan birçok olumlu adıma karşın yükseköğrenim görmüş nüfus oranı gelişmiş ülkelerin seviyesine erişememiştir. Günümüzde nüfusun yalnızca %18'i yükseköğrenim görmüş durumdadır. Bu oranın OECD ortalaması %35 iken 1960'larda Türkiye'den kötü durumda olan Güney Kore'de bugün %45,5 düzeyindedir. OECD ülkeleri içerisinde Türkiye'nin oranından düşük yalnızca Meksika ve İtalya bulunmaktadır (OECD, 2018a).

Düşük üniversite mezunu oranına benzer bir şekilde akademisyen açığı bulunmaktadır. Tüm üniversitelerdeki toplam öğretim üyesi sayısı 2017 yılı itibarıyla 158 bin civarındadır. Bunların akademik unvanlara göre dağılımı şu şekildedir: 24 bin profesör, 15 bin doçent, 35 bin doktor öğretim üyesi, 35 bin öğretim görevlisi ve 46 bin kadar da araştırma görevlisi bulunmaktadır. Bu sayılar mutlak olarak bakıldığında çok gibi görülebilir ancak öğrenci başına düşen öğretim üyesi sayısına bakıldığında Türkiye'nin çok daha fazla akademisyen yetiştirmesi gerektiği açıktır. Gelişmiş ülkelerde ortalama 5 öğrenciye bir öğretim üyesi düşerken, bu oran Türkiye'de 25 öğrenciye 1 öğretim üyesi şeklindedir (Şen, 2017, s. 103).

Dördüncü sanayi devriminde öncü ülkelerden biri olabilmenin temel unsurlarından birisi ülkelerin bilimsel bilgi üretim kapasitesidir. Akademisyen sayısındaki eksiklik ve genel anlamda eğitim seviyesinin düşük olması, bilimsel makale sayılarına yansımaktadır. Aşağıdaki tabloda seçilmiş ülkelerin 2003, 2010 ve 2016 yılları itibarıyla yayımlanan makale sayıları, bu yıllar arasındaki değişimi ve dünya toplam makale sayısına oranları gösterilmiştir. Türkiye 2003 yılında %1,13 olan dünya payını 2016 yılında %1,48 yükseltmiştir. Tablodaki gelişmekte olan ülkeler incelendiğinde bu artışın görece zayıf kaldığı görülmektedir. Uzun yıllardır ambargo altında bulunan İran dahi, Türkiye'den daha iyi bir performans göstermiştir. Çin son 15 yılda yüksek teknoloji ürün ihracatında yaptığı sıçramayı bilimsel makale üretiminde de göstermiştir. Dünyadaki payını %7,3 seviyelerinden %18,5 seviyelerine çıkarabilmiştir.

Tablo 2: Makale Sayıları

	Makale Sayısı (2003)	Dünyadaki Payı (%)	Makale Sayısı (2010)	Değişim (%)	Dünyadaki Payı (%)	Makale Sayısı (2016)	Değişim (%)	Dünyadaki Payı (%)
Türkiye	13.354	1,13	25.584	91,59	1,31	33.902	32,51	1,48
Güney Kore	23.201	1,96	50.935	119,54	2,61	63.063	23,81	2,75
Brezilya	16.752	1,41	41.755	149,25	2,14	53.607	28,38	2,33
İran	3.768	0,32	25.209	568,95	1,29	40.975	62,54	1,78
Hindistan	26.797	2,26	62.790	134,32	3,21	110.320	75,70	4,80
Çin	86.621	7,30	316.915	265,86	16,21	426.165	34,47	18,56
Almanya	70.448	5,94	97.179	37,95	4,97	103.122	6,11	4,49
AB	388.657	32,77	568.066	46,16	29,06	613.774	8,05	26,73
ABD	321.766	27,13	409.853	27,38	20,97	408.985	-0,21	17,81
Dünya	1.185.942		1.954.924	64,84		2.296.271	17,46	

Kaynak: Dünya Bankası verilerinden düzenlenmiştir.

Teknoloji ve yenilik politikalarının en önemli amaçlarından biri, teknoloji geliştirme sürecinin temel girdisi olan AR-GE faaliyetlerini geliştirmektir. Türkiye, AR-GE harcamalarının GSYİH içerisindeki payını her yıl yükseltmeyi başarmıştır. Türkiye'de AR-GE harcamalarının GSYİH'ya oranı 2001 yılında %0,53 seviyesinde iken, 2010 yılında %0,80'lere, 2016 yılı itibarıyla ise %0,94 seviyesine yükselmiştir (TÜİK, 2018). Ancak bu veriler diğer ülke verileri ile karşılaştırıldığında %0,94'lük oranın esasen yeterli olmadığı görülmektedir. İsrail GSYİH'sının %4,25'ini, Güney Kore 4,22'sini AR-GE'ye ayırmaktadır. OECD ortalaması ise %2,33'dür. OECD ülkeleri içerisinde Türkiye'nin oranından düşük durumda bulunan yalnızca 7 ülke bulunmaktadır (OECD, 2018b).

Şu ana kadar ifade edilen veriler UYS'nin çerçevesini oluşturan birimlere ait nicel göstergelerdir. Bir de bu sistem içerisinde üretilmiş malların teknoloji yoğunluğuna veya ülke patent sayılarına bakmak, mevcut UYS'nin nasıl bir çıktı ürettiğini görmek açısından önemlidir. Türkiye'nin toplam ihracatı içerisinde yüksek teknoloji içeren ürünlerin payı son derece düşüktür. 2017 yılı verilerine göre yüksek teknoloji ürün %2,7 düzeyinde iken orta-yüksek teknoloji ürünlerin payı %33,6 düzeyindedir. Teknoloji yoğunluğuna göre



dış ticaretin diğer ucunu orta-düşük ve düşük teknoloji yoğunluklu ürünler oluşturmaktadır. Bunlar 2017 yılında sırasıyla %29,4 ve %34,3 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018). Bir diğer önemli gösterge patent sayılarıdır. OECD'nin üçlü (triadic) patent verileri; Avrupa Patent Ofisi, ABD Patent ve Marka Tescili Ofisi ve Japon Patent Ofisi olmak üzere 3 büyük patent ofisinin verilerini kapsamından dolayı, ülkeler arasında karşılaştırma yaparken sıklıkla kullanılmaktadır. Türkiye 49.6 triadic patent sayısı ile 54 ülke arasında 29. sırada bulunmaktadır (OECD, 2018c).

UYS verilerini son olarak bilgi ve iletişim teknolojileri özelinde incelemek gerekmektedir. Daha önce de açıklandığı gibi dördüncü sanayi devrimi genel anlamda üretim ve tüketim sürecinde kullanılan cihazların birbirleri ile anlık olarak iletişim kurabilmeleri sayesinde mümkün olmaktadır. Bu nedenle bu devrimi gerçekleştirmek isteyen ülkelerin bilgi ve iletişim teknolojilerini geliştirmesi ve bu teknolojileri diğer birçok farklı sektöre eklemeyerek katma değer üretiminde adeta bir kaldıraç olarak kullanması gerekmektedir. Bu açıdan Türkiye'nin bilgi ve iletişim teknolojileri verilerini ve bu teknolojileri kullanarak yaşadığı dijitalleşme sürecini incelemek önemlidir. Türkiye bilgi ve iletişim teknolojileri mallarını üretme ve ihraç etme noktasında dünya ortalamasının bir hayli altında bulunmaktadır. Türkiye'nin 2016 yılı toplam ihracatı içerisinde BİT malları ihracatı %1,34 seviyesinde iken bu oran Güney Kore'de %22,27; dünya ortalaması ise %11,28 seviyesindedir (Dünya Bankası, 2018). Türkiye dijital dönüşümünü daha çok BİT ürünlerinin ithalatı üzerinden gerçekleştirmektedir. Bu verilere karşın Tufts Üniversitesi tarafından yayınlanan 2017 yılı Dijital Dönüşüm Endeksine göre Türkiye hızlı dijitalleşme gösteren ülkeler arasında yer almaktadır. Şüphesiz bu sonuçta Türkiye'nin özellikle e-devlet dönüşümü önemli bir unsuru teşkil etmektedir. Ancak dijitalleşmeyi büyük ölçüde BİT ürünlerinin ithalatı ile sağlamaya çalışmak pek sürdürülebilir bir yapı değildir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojik gelişmelerin hızı her geçen yıl artmaktadır. Dördüncü devrimin genel amaçlı teknolojileri öncekilerden çok daha hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Birinci sanayi devriminin simgelerinden iplik makinelerinin Avrupa dışına çıkması 120 yıl sürmüştü. Buna karşılık internet 20 yıldan kısa bir sürede tüm kıtalara yayılmış durumdadır. Benzer bir yayılma hızı mobil teknolojilerde söz konusudur. Dördüncü sanayi devriminin sıklıkla tartışıldığı, ekonomisi güçlü devletlerin devrimin öncüsü olma amacıyla art arda politikalar ürettiği bir dünyada Türkiye'nin kaybedecek zamanı bulunmamaktadır.

Etkin bir UYS oluşturabilmek için son çeyrek asırda büyük yatırımlar yapılmıştır. 1992 yılında 53 olan üniversite sayısı günümüzde yaklaşık dört kat artarak 207'ye çıkmıştır. Ayrıca üniversitelerin bünyelerinde birçok Teknoloji Geliştirme Bölgeleri kurulmuştur. 2018 yılı verilerine göre işler vaziyette 57, yapım aşamasında ise 24 bölge bulunmaktadır. 2003 yılında Türkiye'nin bilimsel makale yayınlamada dünyadaki payı %1,13 iken bu oran 2016 yılında %1,48'e yükselmiştir. Bilim sistemine ait nicel göstergelerin yanı sıra UYS'nin alt unsurlarından olan finansal sisteme ait verileri de incelemek gerekmektedir. Yeni işletmelerin gelişebilmesi ve mevcuttaki işletmelerin dünya ile rekabetini arttırabilmesi amacıyla KOSGEB'in destek verdiği konu başlıkları genişletilmiş ve 2006 yılında 143 milyon TL olan destek bütçesi, 10 yılda yaklaşık olarak 7 kat arttırılarak 991 milyon TL'ye çıkarılmıştır (KOSGEB, 2017).

Türkiye ulusal yenilik sistemini bu devrimin genel amaçlı teknolojileri ekseninde yapılandırmalıdır. Özellikle yapay zekânın geliştirilmesi ve bu teknolojiyi kullanarak yalnızca sanayide değil tarımda, sağlıkta veya eğitim gibi birçok farklı hizmet sektöründe katma değeri yüksek ürünlerin ve hizmetlerin geliştirilmesini sağlayacak mekanizmaların kurulması gerekmektedir. Türkiye etkin işleyen bir UYS kuramadığı takdirde dördüncü sanayi devriminin kilit önemdeki teknolojilerini geliştirme, katma değeri yüksek ürünleri üretme ve 2023 vizyonu⁴ çerçevesinde dünyanın ilk 10 ekonomisi arasında yer alma hedeflerini gerçekleştiremeyecektir.

KAYNAKÇA

- Akçıl, Sinan (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 19-30.
- Aksoy, Suat (2017). *Değişen teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş*. SAV Katkı(4), 34-44.
- Dünya Bankası (2018). *ICT Exports*. World Data Indicator: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.ICTG.ZS.UN?locations=TR-KR-1W> adresinden 14.09.2018 tarihinde alındı.
- Department of Energy. (2016). *FACT SHEET: President Obama Announces Winner of New Smart Manufacturing Innovation Institute and New Manufacturing Hub Competitions*. Energy: <https://www.energy.gov/eere/amo/articles/smart-manufacturing-transforming-american-manufacturing-information-technology> adresinden 14.09.2018 tarihinde alındı
- Eşiyok, B. Ali (2016, Nisan 29). Yeni Türkiye'nin Ekonomisi: Düşük ve Orta Teknoloji Temelli. *Herkese Bilim Teknoloji*, s. 23.
- Ege, Börteçin (2014, Mayıs). Dördüncü Endüstri Devrimi Kapıda Mı?. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 27-29.

⁴ 61. ve sonraki Hükümet Programlarında ifade edilen vizyondur. Vizyonda ilk 10 ekonomi arasına girmek, kişi başı GSYİH'yi 25 bin ABD Doları yapmak, 500 milyar ABD Doları ihracat yapmak gibi hedefler bulunmaktadır.



- Ercan, Tuncay ve Kutay, Mahir (2016). Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT). Uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 599-607.
- Eğilmez, M. (2017, 05 08). *Endüstri 4.0*. mahfieğilmez.com: <http://www.mahfieğilmez.com/2017/05/endustri-40.html?m=1> adresinden alındı
- Greengard, Samuel (2017). *Nesnelerin İnterneti (1 b.)*. (M. Çavdar, Çev.) İstanbul: Optimist Kitap.
- Hoffman, Erik ve Rüşch, Marco (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers In Industry*, (89), 23-34.
- Japan Business Federation. (2016). *Toward realization of the new economy and society - Reform of the economy and society by the deepening of "Society 5.0"*. http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf adresinden 03.09.2018 tarihinde alındı
- Kagerman, Henning, Wahlster, Wolfgang ve Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion.
- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. *IFAC - PapersOnLine*, 48(3), 1870-1875.
- KOSGEB. (2017, 11 28). *Plan, Raporlar ve Mali Tablolara*. KOSGEB: http://www.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/PERFORMANS_2016.pdf adresinden alındı
- Lee, J., Ardakani, H. D., Yang, S., & Bagheri, B. (2015). Industrial big data analytics and cyber-physical systems for future maintenance & service innovation. *Procedia CIRP*(38), 3-7.
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466-473.
- OECD (2018a). *Population with tertiary education*. <https://data.oecd.org/eduatt/population-with-tertiary-education.htm> adresinden 13.09.2018 tarihinde alındı
- OECD (2018b). *Gross domestic spending on R&D (indicator)*. doi: 10.1787/d8b068b4-en adresinden 13.09.2018 tarihinde alındı.
- OECD (2018c). *Triadic patent families (indicator)*. <https://data.oecd.org/rd/triadic-patent-families.htm> adresinden 18.09.2018 tarihinde alındı
- Özsoylu, A. Fazıl (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 41-64.
- Qin, J., Liua, Y., & Grosvenora, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *Procedia CIRP*, (52), 173-178.
- Ross, Alec (2016). *The Industries of the Future (1 b.)*. Simon & Schuster.
- Saatçioğlu, C. (2005). Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Uygulanan Bilim ve Teknoloji Politikaları: İsrail, AB ve Türkiye Örneği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 179-198.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2017). *İstatistikler*. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri: <https://btgm.sanayi.gov.tr/Handlers/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=fc58fc90-5bc4-4786-8b12-0125a54394a1> adresinden alındı
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi (1 b.)*. (Z. Dicleli, Çev.) İstanbul: Optimist.
- Şen, Z. (2017). *Bilim ve Türkiye*. TÜBİTAK.
- Taymaz, Erol, *Ulusal Yenilik Sistemi - Türkiye İmalat Sanayisinde Teknolojik Değişim ve Yenilik Süreçleri*. Ankara, TÜBİTAK. 2001.
- TÜBİTAK. (2012). *Türkiye'nin Bilim, Teknoloji, Yenilik Sistemi ve Performans Göstergeleri*.
- TÜBİTAK. (2016). *Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması [2016/101]*. https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2016_101.pdf adresinden alındı
- TÜİK. (2018). *Araştırma-Geliştirme Faaliyeti İstatistikleri*. http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1620 adresinden alındı
- TÜİK. (2018, 02 28). *Dış Ticaret İstatistikleri, Ocak 2018*. Ağustos 2018 tarihinde Haber Bülteni: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27784> adresinden alındı
- TUBİTAK. (2016). *Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*. Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı.
- Usta, Ahmet ve Doğanekin, Serhat (2017). *Blockchain 101*. İstanbul: MediaCat.
- Yükseköğretim Kurumu. (2017). *YÖK İstatistik*: <https://istatistik.yok.gov.tr> adresinden alındı
- Yıldız, Aytaç (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(22), 546-556.