



Araştırma Makalesi • Research Article

Endüstri 4.0 ve Eğitim: Bir Türkiye Perspektifi*

Industry 4.0 and Education: A Turkey Perspective

Hamit Özen ^{a**}

^a Dr. Öğr. Üy. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eskişehir/Türkiye
ORCID: 0000-0001-7604-5967

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 02 Ocak 2019

Düzeltilme tarihi: 13 Eylül 2019

Kabul tarihi: 27 Eylül 2019

Anahtar Kelimeler:

Endüstri 4.0

PISA

İnsan sermayesi

Eğitim

ARTICLE INFO

Article history:

Received 02 January 2019

Received in revised form 13 September 2019

Accepted 27 September 2019

Keywords:

Industry 4.0

PISA

Human capital

Education

ÖZ

İnsanlık sanayi devrimin dördüncüsüne bilişim teknolojileri ve endüstri faaliyetlerinin bir araya getirilmesiyle girmektedir. Bu yeni çağın adı Endüstri 4.0 çağıdır. Bu çağın çıkışına neden olan faktör eğitimin entelektüel kapasitesi yüksek, bütün ve parçalar arasındaki ilişkileri ifade edebilen bireyler yetiştirmesidir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin Endüstri 4.0 kapasitesine yönelik bir analiz yapmak ve bazı sosyal ve ekonomik dinamiklere yönelik önerilerde bulunmaktır. Bunun için Türkiye ile bazı Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkelerinin ve bazı gelişmekte olan ülkelerin demografik ve ekonomik, insan sermayesi, eğitim, politik ve rekabet edebilirlik göstergeleri tartışılmıştır. Sonuç olarak Türkiye'de Endüstri 4.0 çağını karşılayabilecek temel göstergelerin OECD ülkelerinden daha düşük düzeyde olduğu, eğitimin de çağın ihtiyaçlarını karşılamaktan uzak olduğu sonucuna ulaşılabilir.

ABSTRACT

Humanity faces the fourth industrial revolution through the integration of information technologies and industrial activities. The name of new age is Industry 4.0. The factor that leads to emergence of this era is to educate individuals with high intellectual capacity who can express the relationship between whole and part. The aim of this study is to analyze Turkey's Industrial 4.0 capacity and recommends some social and economic dynamics. In this study, Turkey's demographic and economic, human capital, education, politics and competitiveness indicators were discussed with some Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and developing countries. Finally, primary indicators that will welcome Industry 4.0 are lower than the OECD countries, and education is far from meeting needs of era.

1. Giriş

İnsanlık üçüncü bin yılın şafağında inanılması zor bir gerçekliğe uyanır. Küresel ölçekte söylenebilir ki artık insanlar kıtlık, salgın ve savaşlar ile mücadele ederek görülen zararı daha az düzeye indirmektedir. Bu sorunlar tam anlamıyla çözülemese de doğanın çözülemeyen meseleleri olmaktan çıkıp rasyonel çözümler üretilmeye başlanmıştır (Harari, 2017). Rasyonel çözümler ve analitik düşünme ile

içinde bulunduğumuz yüzyılda ulaşılan bilim ve teknoloji, insanlığa büyük avantajlar sunmaktadır.

Hâlihazırda bilim alanında insanlığın geleceğini etkileyen önemli çalışmalar yapılmaktadır. Dört yüz yıl önce teleskopun icat edilmesiyle ilk on beş yılda evren hakkında elde edilen bilgi insanlık tarihinde teleskobun icat edilmesine değin elde edilen bilgiden daha fazlaydı (Kaku, 2016). Manyetik Rezonans (MR) tekniği sayesinde son 15 yılda

* Bu çalışma 26-28 Ekim 2018 tarihleri arasında Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi'nde sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

** Sorumlu yazar/Corresponding author.
e-posta: hamitozen@hotmail.com

insan beyni hakkında elde edilen bilgi, evrenin oluşumundan bu yana elde edilen bilgidir daha çoktur (Kaku, 2016).

Bugün elde edilen teknoloji sayesinde milyarlarca ışık yılı ötedeki gökadalardan fotoğrafları çekilebilmekte, hayatı kontrol edebilen genler manipüle edilerek atom altı seviyelerine kadar inilebilmektedir. Dünyanın güneş sistemi dışındaki en yakın yıldız olan uzaklığı 38 trilyon kilometredir ve bilim insanlarının yakın vadedeki hedefi bu yolculuğu gerçekleştirmektir. Teknolojik gelişmeyi açıklayan Moore yasasına göre her 18 ayda bir, bir öncekinin iki katı güçlü bir teknolojik gelişme yaşanmaktadır yani evrende hemen hemen her olgu doğrusal (lineer) bir biçimde çoğalırken teknolojik gelişme ise üstel (exponential) olarak, katlanarak büyümektedir (Kaku, 2016).

İnsanların gelecekte önemli başarılar elde etmesi bilginin rasyonel olmasına bağlıdır. Başka bir deyişle bilinmezlik içinde olan olguların çözümlenmesi mantıksal yorum ve çıkarımlarda bulunabilecek evrensel bir düşünme süreci gerektirmektedir (Paul & Elder, 2001). Evrensel düşünmenin mutlak bir nitelik kazanması ise, hiç kuşkusuz bilimsel bir süreçte yol alınmasını gerektirir. Gelişimin yaşanmasını sağlayan en önemli etken, eğitim aracılığıyla yetiştirilen ekonomik olarak güçlü, niteliğe dayalı ekonomik kalkınmayı gerçekleştirebilecek, hukukun üstünlüğüne inanan özgür insandır (Ennis, 1985).

Entelektüel zihin kapasitesi yüksek, eleştirel ve yaratıcı düşünme yetisine sahip insan yetiştiren toplumlarda, eğitimin temel amacı parçayla bütün arasındaki ilişkileri ifade edebilen bireyler yetiştirmektir. Bu öngörü ile eğitilmiş insanlar neden sonuç ilişkilerini kurma becerileriyle kaostan yeni bir düzen yaratabilme öngörüsüne, cesaretine ve özgüvenine sahip olabilmektedirler (Özen, 2015).

Günümüzde bilişsel yeteneğin zihinsel etkililiğe dönüşebileceği yer modern eğitim ortamlarıdır. Teknolojik alanda üstel büyüme bilimin soyut bilgilerle eklektik olarak ortaya konulmasıyla değil, bağlamlar içinde kullanılabilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu durum insan zihni algoritmalarını da değiştirmektedir. İnsan zihninin form değiştirmesi olguların bağlam bütün arasındaki karmaşık ilişkileri kurabilmesinden ve geleceğe yönelik sayıtlılar üretbilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sayıtlıların, kaostan ürettiği yeni düzenin adı, yeni bir çağın başlangıcı olarak kabul edilebilecek Endüstri 4.0 çağıdır.

Endüstri 4.0 kavramını ve bileşenlerini kavramsal olarak çözümlen çetirli çalışmalar alan yazınında bulunmaktadır (Schwab, 2016; Ghobakhloo, 2018; Özsoylu, 2017; Banger, 2018). Bunun yanında Endüstri 4.0 ile akıllı fabrikalar arasındaki ilişkiyi açıklayan (Yıldız, 2018), Endüstri 4.0 sürecinde insan kaynaklarının geleceğine ve stratejilerine yönelik incelemeler yapan (Alçın, 2016; Hecklau, Galeitzke, Flachs & Kohl, 2016) ve Endüstri 4.0 sürecinde yetenek ve becerilerin geliştirilmesine yönelik eğitim gereksinimlerinin tartışıldığı (Benesova & Tupa, 2017; Pfeiffer, 2015; Yazıcı & Düzkaaya, 2016) çalışmalar mevcuttur.

Bilgi teknolojilerinin gelişimine paralel olarak Endüstri 4.0 kavramı endüstriyel, toplumsal, ekonomik ve siyasi ilişkilerden etkilenen bir olgudur. Türkiye'nin geçmişte endüstriyel gelişim süreçlerinde yaşadığı gecikmeler toplumun demografik, ekonomik ve politik dinamiklerine dayandırılabilir. Endüstri 4.0 sürecinde de geçmişte yaşanan

gecikmelerin yaşanmaması için fenomenin yukarıda sözü edilen dinamikler açısından incelenmesi gereklidir. Bu çalışmanın temel hedefi Endüstri 4.0 kavramını sadece ekonomik ve politik dinamikler çerçevesinden değil; diğer dinamikleri de etkileyecek olan eğitim açısından incelemektir. Bu amaca ulaşmak için Türkiye'nin demografik, ekonomik, insan sermayesi, eğitim, politik göstergeleri diğer OECD ve gelişmekte olan ülkelerle kıyaslanmış ve geleceğe yönelik çıkarımlarda bulunulmuştur.

2. Endüstri 4.0

2.1. Giriş: Tanım ve Kavram

Almanya'nın öncülüğünde ilerleyen, daha sonra tüm dünyada konuşulmaya başlanan Endüstri 4.0, Davos'ta 2016 yılında düzenlenen Dünya Ekonomik Forumu'nun da ana konusu olmuştur. Endüstri 4.0, yapay zekâ, 3D (üç boyutlu) yazıcılar, robotik ve biyoteknoloji, nanoteknoloji ve uzay teknolojisi alanlarında yaşanan gelişmeler ile birlikte belirli bir ekonomik değere sahip canlı-cansız her nesnenin internet bağlantılarıyla diğer nesnelere iletişime ve etkileşime geçebileceği akıllı üretim dönemi olarak tanımlanmaktadır (Börteçin, 2014; Schwab, 2016). Üretimde dijitalleşmenin yaşanmaya başladığı bu dönemde sanal ve fiziksel sistemlerin birbirine entegre olduğu ve internete bağlı olan nesnelere böylelikle akıllanacağı üretim sistemlerinden söz edilmektedir (Aksoy, 2017).

Endüstri 4.0'ın dijital dönüşüm dinamiklerinden yola çıkarak geleceğin akıllı üretim ekonomisini doğurmada olduğu söylenebilir. Akıllı üretim sistemlerinin doğmasına neden olan şey eleştirel düşünen aklın yaratıcı düşünme becerisiydi. Hemen hemen tüm bilgisayarların birbirine bağlı olduğu günümüzde üretim sırasında ve sonrasında özellikle fabrikalar gibi büyük üretim tesislerindeki makineler ile diğer üretim araç ve gereçlerinin hem birbirleriyle hem de ürettikleri ürünler ile bağlantıda olması geleceğin, insan beyniyle teknolojinin harmonik bir gelişim içinde dünya sistemlerini değiştireceği olgusudur (Rıfkın, 2015).

Endüstri 4.0'ın ana konseptine göre üretim sürecinde fabrikalardaki makineler, bilgisayarlar, sensörler ve diğer entegre bilgisayar sistemleri birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunacak, insanlardan neredeyse tamamen bağımsız olarak kendi kendilerini koordine ve optimize ederek üretim yapabilecek düzeye gelebilecektir (Cachay, Wennemer & Tenberg, 2012). Optimizasyonun sağladığı avantajlar sonucunda üretim süresi, maliyetler ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarı düşerken üretim miktarı ve kalitesi artabilecektir. Günümüzün modern sistemlerinden farklı olarak, üretilen her bir ürün benzersiz bir seri numarasına dolayısıyla bir kimliğe sahip olacak, ayrıca belleklerinde sadece bazı temel bilgileri değil kendi geçmişlerini de tutacaklardır. Tüm bunların yanı sıra bu ürünler, tıpkı ürettiklerindeki makineler gibi sürekli internete bağlı olacak (dolayısıyla konumları ve durumları her an kolaylıkla belirlenebilecek), sensörleri sayesinde buldukları çevreyi inceleyip gerektiğinde yine kendi yetenekleri ölçüsünde fiziksel tepki verebilecek ve bunu yaparken de tüm dünya genelinde internete bağlı diğer cihazlarla gerçek zamanlı olarak bilgi alışverişinde bulunabileceklerdir (Börteçin, 2014).

Bu yeni üretim tekniğinin beraberinde getirdiği esneklik sayesinde kişiye özel ürünlerin üretimi de çok kısa bir süre içinde mümkün olabilecek ve tüm bu üretim sürecinin, gerektiğinde birbirinden binlerce kilometre uzaktaki çok az sayıda insanın katılımıyla gerçekleştirilebilecek olması da Endüstri 4.0'ın diğer ayırıcı özelliklerinden biridir.

Endüstri 4.0 hedefine odaklanmış ülkeler sahip oldukları yüksek teknolojiyi rekabet avantajına dönüştürmek için eylem planlarını üç ana unsur üzerinde temellendirmektedirler. Bunların ilki hızlı yenileşme (inovasyon) döngüleri ile bir ürünü pazara çok hızlı çıkarabilme hedefidir (Ghobakhloo, 2018).

İkincisi kitlesel üretime meydan okuma olarak kişiye özel üretimin yapılmasıdır. Günümüz üretim anlayışı, bireyselliği ön plana çıkarmakta, kişiye özgü hazırlanmış ürünleri el üstünde tutmakta aynı üretim bandından, kişiselleştirilmiş ürünleri aynı hızda çıkarmayı sağlayacak, dijitalleştirilmiş ve kompleks iş süreçleri Endüstri 4.0'ın en önemli yeniliklerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Geissbauer, Vedso & Schrauf, 2016).

Son olarak bu dijital dönüşüm üretim tesislerine müthiş bir verimlilik getirdiğinden dolayı Endüstri 4.0 ile akıllı fabrikalarda, maliyetler düşmekte ve insana bağlı hataları ortadan kaldırılarak çok daha etkin üretim süreçleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum çok yakın gelecekte Endüstri 4.0'ın gelişmesiyle artan üretim hızı ve ürünün kalitesi rekabet için yeterli olmayacak ve en çok üreten değil müşterinin isteğini en iyi karşılayan bir üretim-tüketim ilişkilerine yol açacaktır (Lee, Kao & Yang, 2014).

Almanya 2011 yılında Hannover'de yapılan bir endüstri fuarında endüstri 4.0 kavramını ortaya attıktan sonra 2013 yılının Nisan ayında endüstri ve araştırma kuruluşlarının da öncülüğünde uygulamalar için stratejik planlama belgesini yayınladı. Böylece aynı yıl açıklanan yol haritasıyla 2020 yılına yönelik rekabet edebilir bir süreç hedeflenmiş oldu. Böylece zaten bilgi teknolojisi alanında Almanya, güçlü olan konvansiyonel üretim kapasitesi ile akıllı üretim teknolojisi standartlarını belirleyerek önemli bir hamle yapmış oldu. Bu açılımın temelini bilgi teknolojisiyle akıllı teknolojinin birleşmesi oluşturmaktadır.

Geleneksel üretim yöntemlerine nazaran Endüstri 4.0 ile tasarlanan yeni üretim biçimlerinin her alanda büyük bir kapasite artışı yaratması beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın ortaya koyacağı bu kapasite artışı lojistikten satış sonrası hizmetlere kadar her alanda teknoloji, endüstri gibi birçok alanları kapsayacaktır. İnsanlık artık bireye yönelik tasarımın gerçekleştirileceği yeni bir çağa girmektedir. Bu çağ, sadece geleneksel endüstriyel kontrol ile bilgi yönetim teknolojilerinin arasındaki mesafeleri yok etmekle kalmayıp bununla birlikte akıllı üretim yapan fabrikaların oluşmasına yol açacaktır.

Dünyada her alanda olduğu gibi teknolojik alanda da gelişmelerin sağlanması için yatırımların yapılması gerekmektedir. Küresel çaptaki sanayi şirketleri Endüstri 4.0'a yönelik olarak 2020 yılına kadar 907 milyar dolarlık yatırım yapmış olacaktırlar (Geissbauer, Vedso & Schrauf, 2016).

Bu yatırımların odak noktası, sensörler veya bağlantı cihazları gibi dijital teknolojilerin yanı sıra dijital üretim sistemleri, yazılımlar ve uygulamalardır. Buna ek olarak, şirketlerin çalışanlarını eğitmek ve örgütsel değişimi sağlamak için hali hazırda yatırımları bulunmaktadır. PricewaterhouseCoopers (PwC) tarafından 26 ülkede 9 endüstriyel sektörde ve 2000'den fazla katılımcı ile yapılan bir araştırma sonucuna göre, katılımcıların yarısından fazlası Endüstri 4.0 için yaptıkları yatırımların iki yıl veya daha kısa bir sürede %5'lik kısmının geri döneceğini beklemektedirler. Ayrıca 2020 yılına kadar şirketlerin hali hazırda %33 düzeyinde sahip oldukları yüksek dijital teknoloji seviyelerinin 2020 yılında %72'ye çıkması beklenmektedir. Dijital dönüşümü gerçekleştirmiş 196 şirketin tamamı yıllık gelirlerinde %30 artış ve üretim maliyetlerinde ise %30 azalma olduğunu ifade etmişlerdir. Endüstri 4.0 alanında gelişmeye başlayan şirketlerin veri toplama ve analiz yeteneklerinin beş yıl içinde %33 oranında artacağı öngörülmektedir (Geissbauer, Vedso & Schrauf, 2016).

Yine yapılan aynı çalışmanın bulgularına göre Amerika kıtasında 2016 yılında sahip olunan dijital teknoloji düzeyinin 5 yıl içerisinde %32'den %74'e, Avrupa, Orta Doğu ve Afrika kıtasında %36'dan %71'e ve Asya-Pasifik ülkelerinde ise %36'dan %67'ye çıkması hedeflenmektedir. Ayrıca çalışmaya katılan sanayi sektörleri liderlerinin azınlık bir kısmı 2022 yılında alanlarında 493 milyar dolarlık gelir artışı beklemektedirler (Geissbauer, Vedso & Schrauf, 2016).

2.2. Endüstriyel Gelişim Süreci

Endüstri devriminden bu yana insanlığın teknoloji alanında yaşadığı yolculuk günümüze gelinceye kadar dört kademede gerçekleşmiştir. İlk endüstriyel gelişim süreci 18. ve 19. yüzyılda yaşanan makineleşme ile gerçekleşmiştir. Endüstri 1.0 olarak da adlandırılan birinci süreçte, su ve buhar gücü kullanımı ile çalışan mekanik sistemler vardı. İkinci aşama ortaya büyük fabrikaların çıkmasına neden olan makinaların kullanılmaya başlanması ile yaşanmaya başladı. Endüstri 2.0 olarak isimlendirilen bu süreçte elektrik enerjisinin kullanılmaya başlaması ile seri üretime geçiş oldu. Üçüncü ve şu an genel olarak yaşanan endüstri 3.0 süreci ise, elektronik ve bilişim teknolojilerinin entegre kullanılması ile başladı. Sanal ve fiziksel sistemlerin entegre olarak kullanılacağı yeni başlayan süreç ise endüstri 4.0 olarak adlandırılmaktadır (Alasdair, 2016). İnternete bağlı her nesnenin üretim alanında daha fazla kullanımını içeren ve Endüstri 4.0 olarak nitelendirilen yeni bir dönem başlamaktadır.

2.3 Endüstri 4.0 ve Değer Bileşenleri

Endüstri 4.0, insanların ekonomik gelirleriyle birlikte yaşam kalitesini yükselteceği umulan yeni bir açılmadır. Yeni açılımlar, yeni paradigma dönüşümleri kendi kavramlarını ortaya çıkarır. Yaşanan değişimleri ve açılımları kendi kavramları üzerinden anlamaya çalışmak daha bütüncül bir resmin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Dolayısıyla Endüstri 4.0'da kendisiyle birlikte ortaya çıkan kavramlarıyla düşünülmesi gereken bir olgudur. Bunun içinde nesnelerin interneti, büyük veri analizi, bulut bilişim (bulut teknolojisi), siber fiziksel sistemler ve arttırılmış gerçeklik gibi kavramlar bulunmaktadır.

2.3.1. Nesnelerin İnterneti

Günümüzde özellikle teknolojiye ve yapay zekâ konusunda yapılan çalışmalarla artık internet insanları birbirine bağlamanın yanında cihazların başka cihazlarla iletişimini kurmaktadır. Bu gelişme insan yaşamında büyük kolaylıklara yol açmaktadır. Akıllı teknolojilerin gündelik yaşamlara uygulanması ve sanal iletişim aracılığıyla örneğin akıllı evlerin dizayn edilmesi kolaylıkla yapılmaktadır (Kreutzer & Alimoğlu, 2017).

Çok kısa bir gelecekte yani 2020 yılında nesnelerin interneti ile 1,9 trilyon dolarlık bir pazar oluşması beklenmekte ve yine aynı yılda 20 cihazın internete göndereceği veri miktarı 2014'teki veri miktarından daha büyük olacağı öngörülmektedir. Nesnelerin interneti sayesinde seri üretim yapan fabrikalar daha akıllı hale gelerek daha kısa sürede hatasız ürünler üretecektir. Nesnelerin interneti için basit bir tanımlama yapmak gerekirse, nesnelerin kusursuz dijital adreslemeyle kendi aralarında küresel ağ üzerinden belirli bir protokol aracılığı ile iletişim içinde olmalarıdır (Alasdair, 2016).

Nesnelerin interneti kavramını internet aracılığıyla birbirine bağlanmış cihazlar olarak da tanımlamak mümkündür. 90'lı yılların başında nesnelerin interneti ilk kez bir kahve makinasının görüntüsünün belli zaman aralıklarıyla bilgisayar ekranına getirilmesi ile gündeme geldi. Artık günümüzde nesnelerin interneti kavramı sadece iki cihazın birbiriyle belirli bir protokol üzerinden internet aracılığı ile bilgiyi paylaşması değil bazı algılayıcılar ve hissediciler (sensor) aracılığı ile bilgi üretmesi halini almıştır (Boulos & Soleymani, 2016). Gelişen teknoloji ışığındaki öngörülere göre 2020 yılında, 20 adet tipik ev cihazının üreteceği bilgi miktarı, 2008 yılında üretilen tüm internet aracılığı ile üretilen tüm bilgiden daha fazla olacaktır (Şuman, 2017b). Bu tahmin gelecekte nesnelerin internetinin gerçekten insan zihnini zorlayabilecek düzeylere gelebileceğini göstermektedir.

2.3.2. Büyük Veri Analizi

Nesnelerin interneti kavramını yaratan teknolojiler; internet ağı ile internet ağına bağlı cihazlar arasında mükemmel bir entegrasyon oluşturdu. Endüstri 4.0 ile her nesnenin kolayca kontrol edilebileceği, internet aracılığı ile nesneler arasındaki iletişimin sağlanacağı ve hatta nesnelerin karar alabileceği konusunda vizyon açıcı gelişmeler yaşanmaktadır. Fakat bu gelişmelerin gerçeğe dönüştürülebilmesi entegrasyon ile birbirine bağlanan her bir teknolojik cihazın ürettiği verilerin anlamlandırılmasına bağlıdır.

Veri analizi veri madenciliği adı verilen büyük veri setlerindeki bilgilerin çıkarılması amacıyla özgün algoritma ve yöntemlerin keşfini ve kullanımını gerektirir. Birçok farklı terimler de veri madenciliğinin yerine kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları veri tabanlarından bilgi keşfi, bilgi çıkarma, örüntü analizi, veri arkeolojisi, veri tarama ve bilgi hasatı gibi kavramlardır. Veri madenciliğinin hedefi etkili yordayıcı ve betimleyici büyük hacimli veri modelleri oluşturmaktır. Oluşturulan veri setinin sadece modele uyumlu olması ve modeli betimlemesi yetmeyebilir bunun yanında kendinden sonra üretilecek olan bilgiyle de eklenilebilir olması istenmektedir. Kısaca veri madenciliği veri tabanlarından ve zengin verilerin bulunduğu

kaynaklardan kullanıcının ihtiyacı olan uygun bilginin çıkarılması anlamına gelmektedir (Corea, 2016).

Veri madenciliğinin gerçekleştirilmesi çeşitli aşamalarda yapılmaktadır. Bu aşamalardan birincisi verinin hazırlanmasıdır. Bu kullanıcının kendisi için gerekli olan bilgiyi hazırlaması aşamasıdır ve bu süreç kendi arasında çeşitli alt çalışmalarla gerçekleştirilir. Bu alt çalışmalardan birisi çeşitli veri kaynaklarında araştırılan bilginin neye ihtiyaç duyuluyorsa o bağlamda birleştirilmesi ve bilgi kirliliğinden arındırılarak anlamlı hale getirilmesidir. İkinci çalışma ise anlamlı olabilecek bilgilerin veri madenciliği sistemine aktarılması ile işlenecek hale hazır getirilmesi sürecidir. İkinci aşama veri madenciliğinin gerçekleştirilmesi ile yapılır. Bu süreçte, sorulara cevap olmak amacıyla çıkarılan veriler önce mantığa büründürülür ve anlamlı hale getirilir. Son aşama ise elde edilen örüntülerin raporlanarak sunumunun yapılması aşamasıdır (Boulos & Soleymani, 2016).

2.3.3. Bulut Bilişim (Bulut Teknolojisi)

Yeni bir dünyanın küreselleşme süreci endüstri 4.0 ile birlikte küresel düzeyde yerelleşme davranışına dönüşmektedir. Yerelleşme ise üretim süreçlerinin kişiye özgü yeni ürünlerin ortaya çıkmasına neden olması olarak öngörülmektedir. Bu öngörü, veri, veri toplama, veri madenciliği gibi kavramlara yol açmışken bunun yanında verinin depolanması dijital teknolojinin en önemli çabalarından biri olmaktadır (Şuman, 2017a).

Bulut bilişim; küresel çapta yerel rekabet etme, üretim sistemlerinin ve firmaların hantallıklarını pro-aktif eylemlere döndürme, yeni ürünleri optimizasyon anlayışıyla kişiye özgü tasarım, üretim ve teslimat için gerekli her tür bilginin depolandığı bir ortamdır. Genel anlamda bilgisayar ve diğer teknolojik cihazlar için gerektiğinde bilgisayarların kullanıcılar tarafından paylaşılmasını sağlayan internet kaynaklı bilişim uygulamalarıdır. Böylece bulut teknolojisi aracılığıyla büyük verinin internet ortamında depolanabilirliği ve bu verilerin kolayca ulaşılabilirliği teknolojik açıdan devrim olarak kabul edilebilecek bir gelişmedir (Şuman, 2017a; Şuman, 2017b; Velte, Velte & Elsenpeter, 2010).

Bulut bilişim teknolojisi; bilgisayar, lap-top, tablet ve akıllı telefon gibi dijital teknolojik cihazlar aracılığıyla her ortamda her tür genel ve bireysel veriyi saklamayı ve bu veriye ulaşmayı sağlayan sanal bir sunucu ortamı olarak adlandırılmaktadır (Seyrek, 2011). Günümüzde bulut bilişim kendi içinde bazı bölümlere ayrılmaktadır. Bu ayrımın temelinde yatan mantık yazılımın servis, hizmet ve altyapı olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. İlk olarak tanımlanabilecek bulut bilişim çeşidi genel bulut olarak adlandırılmaktadır. Bu teknoloji küçük ve orta büyüklükte ölçeklenen kişi, kurum ya da şirketlere yönelik veri aktarımı ve depolanmasını sağlayan bir ortamdır. Bir şirketin kendi içinde elektronik mektuplaşmayı gerçekleştirdiği e-posta sistemi örnek olarak verilebilir.

İkinci bulut bilişim şekli özel buluttur ve bulut bilişim kurum ve şirketlerin erişim güvenliği ve gizliliği yüksek olan bilgilerinin saklandığı veri depolarıdır. Örneğin Ar-Ge'ye çok önemli miktarda yatırım yapan ve yaptığı inovatif çalışmalarla stratejik bilgi üreten kurum ve şirketlerin

verilerini çeşitli şifreleme teknikleriyle koruduğu bulut bilişim ortamıdır (Şuman, 2017a).

Diğer bir çeşit ise melez ya da topluluk bulut olarak adlandırılan bulut bilişim çeşididir. Bu teknoloji genel ve özel bulut bilişiminin birleşmesiyle oluşturulmuş ve çeşitli ortaklıklar kurmuş kurum ve kuruluşların kendi veri havuzlarında veriyi depolayabilmesi ve istediği anda ulaşabilmelerini sağlayan bir teknoloji öncülüdür (Şuman, 2017a).

Bulut bilişimin günlük hayata uygulanabilmesi web hizmetleri (web services), sanal uygulamalar (virtual applications) ve ızgara (grid) bilişimi olarak gerçekleşmektedir. Web hizmetleri internet üzerinden bağımsız programlar aracılığıyla kullanıcıların kolay erişimini sağlayan yazılımlardır. Yazılımın bağımsızlığı programın ve işletim sisteminin birbirine bağımlı olmadan çalışabilmesine bağlıdır. Örnek vermek gerekirse çeşitli dillerde oluşturulan web hizmetleri başka platformları kullanan kişiler tarafından da kolayca faydalanılabilir (Hayes, 2008). Bir Word dokümanı başka bir kullanıcı tarafından ortak bir protokol aracılığıyla farklı bir platformda açılabilir, üzerinde işlem yapılabilir ve saklanabilir. Böylece yazılımcılar geliştirdikleri programları diğer kullanıcıların faydasına sunabilir, diğer kullanıcılar zamandan ve ekonomiden tasarruf etmektedirler.

Bulut bilişimin diğer kullanımı sanal uygulamalardır. Bu uygulama ile az sayıdaki bilgisayarlar üzerinde çok sayıda sanal terminaller oluşturularak mevcut donanım çok daha etkin ve hızlı bir şekilde kullanılabilir. Sanal uygulamalar havacılık sektöründe etkili olarak kullanılmaktadır. Uçuş simülatörleri temel olarak pilot yetiştirmek ve ileri eğitimler için kullanılmakta hem çok düşük maliyet hem de en yüksek verimlilikle gerçekleştirilmektedir. Bunun yanında en riskli anların, coğrafi koşulların ve hava şartlarının benzetimleri programlanarak pilotların tehlike anlarını birebir yaşaması ve çözüm üretmeleri mümkün kılınır. Son olarak bulut bilişimin üçüncü bileşeni ızgara bilişim teknolojisidir. Bu teknoloji aracılığıyla, farklı bilgisayarların diğer bilgisayarlarla ağlar aracılığıyla birbirine bağlanarak güç, bellek, veri analizi ve veri depolaması gibi yüksek maliyet gerektiren alanlarda hem optimizasyonu sağlanır hem de daha güçlü bilgisayarlar oluşturulur (Sultan, 2010; Seyrek, 2011).

2.3.4. Siber Fiziksel Sistemler

Siber (cyber) kelime anlamı olarak bilgisayar veya bilgisayar ağlarını içeren bir kelimedir. Bir başka kavram siber alem (cyber space) ise birbiriyle bağlantılı donanım, yazılım, sistem ve insanların iletişim ve/veya etkileşimde buldukları soyut veya somut alanı tarif etmek için kullanılmaktadır (Mitchell & Chen, 2014; Alippi & Roveri, 2017). Siber fiziksel sistemleri kısaca açıklamak gerekirse artık kullandığımız neredeyse teknolojik cihazların tamamı birçok fonksiyona sahiptir (Zanero, 2017). Cep telefonları iletişimin yanında televizyon olarak kullanılabilir, müzik çalmakta, üst düzey kalitede video ve fotoğraf çekimi yapmakta ve en önemlisi bir bilgisayar gibi hizmet sunmaktadır. Teknolojik cihazlar kendi içlerinde kendi bilgisayarlarına sahiptirler. Bundan dolayı bu tür sistemlere gömülü sistemler adı verilmektedir. Gömülü sistemler; bir

cihazın içinde bulunduğu başka bir teknolojik cihaz ile kullanılmasını sağlayan donanım ve yazılımdan oluşan tüm bir sistem anlamına gelmektedir (Wenli, 2015). Artık işlemcilerin cihaz içinde olmasındansa bulut içine alınması fikri siber fiziksel sistemler olarak ifade edilmektedir.

Siber fiziksel sistemler verimin artırılmasını sağlayan ve insandan kaynaklanan hataları en aza indirmeyi hedefleyen sistemlerdir. Böylece anında fonksiyon değiştirebilen, hiç hata yapmayan robotlar kısa bir sürede iş dünyasında yer alacaktır. Siber sistemleri oluşturan bileşenler internet ve sanal ortamlardır. Endüstri 4.0 devriminde internet bu sürecin kalbiyken üretim yapan cihazların çeşitli ara yüzler üzerinden farklı ağlara bağlanarak akıllı fabrikaları oluşturması da temel amaçtır. Yani akıllı fabrikalardaki teknolojik cihazların otomasyon süreçleri, cihazların birbirleriyle haberleşerek üretim basamaklarını ve süreçlerini kendi içlerinde hatasız olarak gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Böylece verimin maksimum hale getirildiği sistemler ortaya çıkabilecektir. Böyle sistemler sayesinde birbiriyle konuşan cihazlar ürünün üretilme anından sonuna kadar tüm süreçleri gerçekleştirecek, hataları ön kontrollerle büyük veri analizleriyle oluşmadan önleyecek (hatasız ürün üretilen) fabrikalar oluşturulacaktır (Wang, Wan, Li & Zhang; 2016).

2.3.5. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ortamı üzerinde ileri teknoloji kullanarak cihazlara grafik, ses ve diğer duysal geliştiricilerin eklenmesidir. Böylece ses, video gibi bazı veriler; bilgisayar tarafından üretilip duysal girdi ile canlandırılan imgelerin yeni bir algı ortamındaki dolaylı bir görünümüdür. Artırılmış gerçeklikle insan duyusuna hitap edecek ve hislerini hareket geçirecek girdiler bilgisayar tarafından modifiye edilip zenginleştirilir ve ortaya çıkan yeni gerçeklik kullanıcının algısına sunulur (Kahraman, 2017). Artırılmış gerçeklik ile kullanıcı, gerçeklik ortamını oluşturan bilgilerle ve diğer öğelerle etkileşime girebilir. Bulunulan çevreyle ilgili yapay bilgi ve öğeler gerçek dünyayla bağdaşabilir (Craig, 2013).

Artırılmış gerçeklik özellikle endüstriyel tasarım alanında kullanılmaktadır. Herhangi bir ürünün dizayn aşamasında tasarım ve işleyiş testlerinin yapılması için kullanılmaktadır. Örneğin görselleştirilen bir arabanın çarpışma testleri artırılmış gerçeklikle yapıldığında maliyet alanında büyük azalmalar yaşanacaktır. Bunun yanında mekânsal etkileşim olarak da kullanılabilir. Birbirleriyle gerçek anlamda aynı ortamda olmayan kişiler için aynı ortamdaymış gibi alanlar yaratılabilir ve etkili toplantılar ve ortak çalışmalar gerçekleştirilebilir. Artırılmış gerçekliğin kullanımı sayesinde inovatif ürünlerle insanın hayal gücü çok daha farklı düzeylere gelecektir (Kahraman, 2017).

2.4. Türkiye ve Endüstri 4.0

Bu bölümde Türkiye'nin Endüstri 4.0 sürecindeki durumunu ve bu durumu etkileyen faktörleri ortaya çıkarmak amacıyla uluslararası istatistik verilerle dayanarak ülkeler arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu bağlamda ülkelerin demografik ve ekonomik göstergeleri, insan sermayesi göstergeleri, eğitim göstergeleri, politik göstergeleri ve rekabet edebilirlik göstergeleri incelenmiştir. Karşılaştırma yapılan ülkelerin seçiminde öncelikle Endüstri 4.0 ve

bileşenlerinde öncül durumunda olan, ekonomi ve eğitim alanında gelişmeler kaydetmiş ülkeler bulunmaktadır. Bunun yanında Arjantin, Meksika gibi Türkiye'ye ekonomik ve sosyal göstergeler açısından benzeyen ülkeler çalışmaya katılmıştır.

Tablo 1. Demografik Göstergeler

Ülkeler	Nüfus (USD Milyon)	GSMH* (USD Milyon)	Kişi başına düşen GSMH (USD Bin)
Meksika	122.3	1.100	8.906
Yeni Zelanda	4.700	.182	38.34
Norveç	5.300	.370	70.39
Güney Afrika	55.90	.350	6.192
Türkiye	80.80	1.160	10.51
İngiltere	65.60	2.600	40.09
USA	325.8	19.48	59.79
Japonya	126.9	4.938	38.91
İtalya	60.70	1.900	31.41
Almanya	82.70	3.700	44.65
Danimarka	5.700	.306	53.74
Finlandiya	5.500	.236	43.16
Arjantin	43.60	.545	12.50

Kaynak: World Economic Forum (2018)

*GSMH (Gayri Safi Milli Hasıla)

Tablo 1'de verilen demografik ve ekonomik göstergeler ışığında, Türkiye 80.8 milyonluk bir nüfusa sahip olan bir ülkedir. Buna karşılık en kalabalık nüfusa sahip olan ülke 325.8 milyon ile USA olmakla birlikte en küçük nüfusa sahip ülkeler 4.7 milyon ile Yeni Zelanda ve 5.3 milyon ile Norveç'tir. GSMH verileri göz önüne alındığında Türkiye'nin yıllık 1.160 milyon dolar gelire sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanında USA'nın 19.485 milyon dolar GSMH'ye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna ilave olarak Yeni Zelanda'nın 182 milyon dolar ile en düşük GSMH'ye sahip olduğu ve bu ülkeyi 236 milyon dolar ile Finlandiya'nın takip ettiği görülmektedir. Kişi başına düşen GSMH göz önüne alındığında; Norveç'in 70.39 bin dolar ile en yüksek gelire sahip olduğu, USA'nın 59.79 bin dolar ile Norveç'i takip ettiği bulgusuna ulaşılmaktadır. Türkiye'nin kişi başına düşen GSMH'ye bakıldığında 10.51 bin dolar ile OECD'ye üye ülkeler içinde düşük bir seviyeye sahip olduğu görülmektedir. Yine Güney Afrika'nın 6.192 bin dolar ile en düşük kişi başına düşen GSMH'ye sahip olduğu ifade edilebilir.

Tablo 2. Ekonomik Göstergeler

Ülkeler	Katma değere sahip üretim (USD Milyon)	Ekonomi içinde katma değere sahip üretim (% GSMH)	Katma değere sahip üretimde yıllık büyüme (%)	Katma değere sahip üretim içinde yüksek teknoloji payı (%)
Meksika	204.9	16.6	2.0	39.8
Yeni Zelanda	16.97	9.9	1.0	17.2
Norveç	34.85	7.4	0.6	46.1
Güney Afrika	51.20	12.3	1.3	24.4
Türkiye	147.4	15.8	3.3	29.9
İngiltere	226.2	8.3	1.7	47.4
USA	1.968	11.7	3.9	41.2
Japonya	1.075	18.8	1.7	55.3
İtalya	290.3	14	1.6	42.7
Almanya	774.1	20.6	1.7	61.4
Danimarka	39.34	11.8	0.3	53.4
Finlandiya	37.66	15.1	1.3	44.5
Arjantin	77.41	14.6	-4.1	26.0

Kaynak: World Economic Forum (2018)

Tablo 2'ye göre, Endüstri 4.0'ın en önemli göstergesi olan katma değere sahip üretim kapasitelerine bakıldığında Türkiye'nin yıllık 147.4 milyon dolarlık bir üretime sahip olduğu ve bu üretim miktarının da GSMH'nin %15.8'ine denk geldiği görülmektedir. Buna ilave olarak ülkede gerçekleştirilen katma değere sahip ürünlerin üretilmesinde orta ve yüksek düzeyde teknoloji üreten endüstrinin payı %29.9'dur. Türkiye katma değere sahip üretimde yıllık olarak %3.3 büyüme sağlamıştır. Bu durum Endüstri 4.0 için bir engel olabilir. Endüstri 4.0 alanında başı çeken ülkelerden olan Almanya 774.1 milyon dolarlık bir GSMH'ye sahip olup, katma değere sahip ürünler üretiminin GSMH içindeki payı %20.6 ve orta ve yüksek düzeyde teknoloji üreten endüstrinin GSMH içindeki payı %61.4 ile Türkiye'nin neredeyse iki katından daha fazla olduğu görülmektedir. Bu verilere göre Türkiye'nin katma değere sahip üretiminde yüksek teknolojinin payı OECD ülkeleri içinde en düşük düzeyde olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3. İnsan Sermayesi Kaynaklı Ekonomik Göstergeler

Ülkeler	Direkt yatırım girişi ve teknoloji transferi*	Şirket bazlı yeni teknolojilere yatırım*	Bilgi yoğun sektörde iş kapasitesi * (% çalışanlar)	Bilim insanı ve mühendis bulunma kolaylığı*	Nüfusun digital becerileri*	Ülkenin yeteneği çekme ve tutma kapasitesi *	Aykırı düşüncelere verilen önem*
Meksika	5.0	3.5	18.9	4.2	3.8	3.5	3.3
Yeni Zelanda	5.2	4.9	42.9	4.7	5.4	4.9	4.9
Norveç	5.1	5.2	51.7	5.1	5.9	5.1	4.5
Güney Afrika	4.5	4.2	22.5	3.5	3.3	3.3	3.9
Türkiye	4.5	N/A	20.5	4.3	N/A	2.9	3.0
İngiltere	5.5	5.2	47.6	4.9	4.7	5.7	4.7
USA	5.6	6.0	38.0	5.7	6.0	5.8	5.3
Japonya	5.1	5.0	24.8	5.3	4.5	3.6	3.7
İtalya	4.0	3.5	35.7	4.5	4.3	2.7	3.2
Almanya	5.4	5.5	44.2	5.2	5.3	5.1	4.8
Danimarka	4.9	4.9	45.1	4.4	5.3	4.4	4.4
Finlandiya	4.8	5.5	46	6.0	5.9	4.4	4.3
Arjantin	3.5	3.4	23.9	3.9	3.9	3.3	3.5

Kaynak: World Economic Forum (2018)

*(1 En kötü-7 En iyi)

Tablo 3'te verilen insan sermayesi kaynaklı ekonomik göstergelere bakıldığında ülkelerin üretim kaynaklı aldığı yatırım ve teknoloji transferi kapasitesine bakıldığında Türkiye'nin 4.5 indekse sahip olduğu görülmektedir. Oysa bu alanda en yüksek indekse sahip olan iki ülkenin 5.6 ile USA, 5.5 ile İngiltere olduğu görülmektedir. Bilgi yoğun sektörde iş kapasitesinin toplam çalışanlara oranını ifade eden değişkene bakıldığında Türkiye'nin %20.5 ile Meksika'dan sonra en kötü durumda olan ülke olduğu görülmektedir. Buna karşılık Norveç'te ülkenin çalışan nüfusunun %51.7'sinin bilgi yoğun sektörlerde çalıştığı anlaşılmaktadır. Ülkelerin bilim insanı ve mühendis bulma kolaylığını gösteren verilere bakıldığında Türkiye'nin 4.3 indeksine sahip olduğu görülmekle birlikte bu indeks USA'da 5.7'dir. Beyaz yakalılar olarak adlandırılan yüksek ve kaliteli eğitime sahip çalışanları ülkeye çekme kapasiteleri kontrol edildiğinde Türkiye'nin 2.9 ile tabloda verilen ülkelerin en alt sıralarında olduğu görülmektedir. Buna karşılık olarak USA'nın 5.8'lik indeksle en çok beyaz yakalıları cezbeden ülke olduğu görülmektedir. Değişimlerin öncülü olarak kabul edilen aykırı fikirlerle şirketlerin verdiği önemi belirten indekse göre Türkiye 3 ile en düşük değere sahiptir. Oysa 5.3 ile USA'nın en yüksek değere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4. Eğitim Göstergeleri

Ülkeler	Matematik ve fen eğitimi kalitesi *	Mesleki ve teknik eğitimde kalite*	Eğitimde eleştirel düşünme becerisi *	İş üzeri uygulama *	Entelektüel sermayenin korunması *
Meksika	2.9	4.2	3.0	4.1	4.1
Yeni Zelanda	5.3	5.4	5.3	5.4	6.2
Norveç	4.9	5.4	5.1	5.6	5.7
Güney Afrika	2.6	3.6	3.1	4.5	4.8
Türkiye	3.3	3.2	2.3	3.8	3.6
İngiltere	4.6	4.6	5.0	5.4	6.2
USA	5.4	5.4	5.2	5.7	5.8
Japonya	5.1	5.0	2.9	5.3	5.8
İtalya	4.6	4.4	3.5	4.4	4.4
Almanya	5.3	5.6	5.1	5.5	5.7
Danimarka	5.3	5.5	5.5	5.6	5.6
Finlandiya	6.2	5.5	5.3	5.7	6.5
Arjantin	3.1	4.6	3.2	4.3	3.7

Kaynak: World Economic Forum (2018)

*(1 En kötü-7 En iyi)

Ülkelerin Endüstri 4.0 çağını karşılayabilecek nitelikli elemanlarını yetiştirecek en önemli dinamik eğitimdir. Ülkelerde verilen eğitimin niteliğinin ölçülmesi konusunda son yıllarda en çok konuşulan sınavlardan birisi PISA sınavlarıdır. Açılımı "Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı" olan PISA, OECD tarafından üçer yıllık dönemler hâlinde, 15 yaş grubundaki öğrencilerin kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren bir araştırmadır.

PISA'nın temel amacı, öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamda kullanma becerisini ölçmektir. Ayrıca öğrencileri daha iyi tanımak; onların öğrenme isteklerini, derslerdeki performanslarını ve öğrenme ortamları ile ilgili tercihlerini daha açık bir biçimde ortaya koymaktır. Bu bağlamda Tablo 4'te eğitim göstergeleri ve ülkeler arasında yapılan değerlendirme sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda en yüksek matematik ve fen eğitimi kalitesine 6.2 ile Finlandiya sahipken Türkiye'nin 3.3 ile Güney Afrika, Meksika ve Arjantin'den sonra geldiği görülmektedir. Mesleki ve teknik eğitimin kalitesine bakıldığında Almanya 5.6 ile en yüksek kaliteye sahipken Türkiye'nin 3.2 ile tablodaki en düşük seviyeye sahip ülke olduğu görülmektedir. Eğitimde eleştirel düşünme becerileri söz konusu olduğunda Danimarka 5.5 ile en üst düzeyde birey yetiştirirken Türkiye'nin 2.3 ile en düşük düzeyde eleştirel düşünce becerisine sahip birey yetiştirdiği gözlenmektedir.

PISA sınavlarının en önemli hedeflerinden birisi okullarda verilen bilgilerin gerçek hayatta ne kadar kullanabildiğini belirlemektir. Tabloda verilen iş üzeri uygulama değerleri okulda verilen bilgilerin gerçek yaşamla ne kadar örtüşüğünü göstermektedir. Bu bağlamda 5.7 ile USA ve Finlandiya en etkili ülkeler kategorisindeyken Türkiye'nin 3.8 ile en son sırada olduğu görülmektedir.

Entellektüel sermaye bir kurumu geleceğe taşıyan bir unsur olarak kabul edilmektedir. Bu sermayenin içinde bulunan

kişilerin kuruma kattığı değerlerin, kuruma sağladığı stratejilerin, kurumsal yapının ve sistem ve süreç içerisinde paydaşlarla kurduğu ilişkinin tamamı bulunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında Türkiye'nin 3.6 değeri ile tabloda en düşük düzeye sahip olduğu görülebilir. Oysa Finlandiya'nın sahip olduğu 6.5 endeks değeri entelektüel sermayeyi koruyan en iyi ülke olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 5. Politik Göstergeler ve Rekabet Edebilirlik Kapasiteleri

Ülkeler	Yasaların işlerliği *	Yolsuzluk *	Politika yönlendirebilme kapasitesi**	Rekabet edebilirlik kapasitesi (2016 Sıra)	Rekabet edebilirlik kapasitesi (2017 Sıra)	Rekabet edebilirlik kapasitesi (2017)
Meksika	69.1	30	3.3	45	48	67.3
Yeni Zelanda	89.4	90	5.3	16	16	88.6
Norveç	71.4	85	5.0	9	11	93.0
Güney Afrika	65.6	45	3.2	52	53	62.3
Türkiye	61.7	41	3.9	38	47	68.1
İngiltere	82.6	81	4.5	18	19	86.7
USA	85.2	74	5.7	3	4	98.6
Japonya	80.9	72	4.6	26	26	82.2
İtalya	69.8	47	2.6	35	44	70.5
Almanya	71.8	81	5.2	12	13	91.5
Danimarka	88.4	90	4.6	6	7	95.5
Finlandiya	76.2	89	5.1	20	15	88.8
Arjantin	51.4	36	3.3	55	58	57.6

Kaynak: World Economic Forum (2018), Cabolis (2018)

*(0 En kötü-100 En iyi); ***(1 En kötü-7 En iyi)

Politik göstergelere ve rekabet edebilirlik kapasitelerine bakıldığında öne çıkan en önemli kavramların hükümetlerin politika yönlendirebilme kapasitesi, yasaların uygulanabilirliğini etkileyen hukukun gücü ve yolsuzluk gibi bileşenlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Hukuk toplumu düzenleyen ve devletin yaptırım gücünü belirleyen yasalar bütünü olarak tanımlanır. Bu tanım en genel olarak hak ve adaleti kapsayan bir bilim dalını ifade eder. Yasaların işlerliği kavramı da hukukun hak ve adalet değerlerinden yola çıkarak devletin hem bireye hem de kamuya eşit bir şekilde davranmasını gerektirir. Tablo 5'te, yasaların işlerliği hakkında verilen değerler ışığında yasaların herkese eşit olarak uygulandığı ülkeler içinde Yeni Zelanda 89.4 ile başı çekmekteyken Türkiye 61.4 ile Arjantin'den bir basamak üstte bulunmaktadır. Elde edilen değerler Türkiye'de düşük olması özel ve tüzel kişiliklerin hak ve adaletli davranış beklentilerinin karşılanmadığı gerçeğini akla getirebilir. Bunun yanında yolsuzluk endeksi göz önüne alındığında en düşük yolsuzluğa sahip olan ülkelerin 90 ile Yeni Zelanda ve Danimarka olduğu görülürken Türkiye'nin 41 puanla Arjantin ve Meksika'dan daha iyi konumda olduğu ifade edilebilir. Hükümet politikalarını, devletlerin sürekliliği için izlemeleri gereken ve kamusal alanı kapsayan politikalar olarak tanımlamak mümkündür. Kamu politikaları sadece ülkelerin güvenlik, sağlık, eğitim gibi alanlarına ayrılan bütçe planlamalarından ibaret değildir.

Ülkelerin idari gücünün esasını kamusal alan oluşturmaktadır. Dolayısıyla hükümet politikalarında etkinliğin sağlanması, ülkelerin kamu alanında ne kadar başarılı kamu politikaları oluşturabilmesi ve yönlendirebilmesine dayanır. Tablo 5'te görülen veriler ışığında en yüksek değere sahip ülkelerin 5.7 ile USA ve 5.2 ile Almanya olduğu görülmektedir. Bunun yanında Türkiye'nin hükümet politikalarını yönlendirebilme kapasitesinin 3.9 olduğu görülmektedir. Ülkelerin Endüstri 4.0 yolculuğunu belirleyen en önemli değişkenlerden birisi de küresel güçler arasında rekabet edebilirlik kapasiteleridir. Türkiye 2016 yılında 63 ülke arasında 38. sıradayken 2017 yılında 9 basamak birden gerileyerek 47. sıraya düşmüştür. Buna göre Türkiye'nin rekabet edebilirlik gücünü etkileyen ekonomik, sosyal ve politik dinamiklerde olumsuz gelişmeler olduğu sonucuna ulaşılabılır.

3. Sonuç ve Tartışma

GSMH bir ülkenin yurt dışında çalışan vatandaşlarının ülkeye gönderdikleri faktör gelirlerinin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)'e eklenip, ülkede çalışan yabancıların kendi ülkelerine gönderdikleri faktör gelirlerinin GSYİH'den düşülmesi ile elde edilen değerdir. Ayrıca bu değer diğer ülkelerdeki kişi başına gelir ile karşılaştırılması yabancı yatırımcıların referans olarak aldığı önemli bir kavram ve ölçüdür (Tarı, 2002). Bu bağlamda Türkiye kalabalık nüfusu ile OECD ülkeleriyle kıyaslandığında daha düşük bir GSMH ve kişi başına düşen GSMH'ya sahiptir. Bu durum hem bireysel hem de toplumsal açıdan ekonomik dinamikleri harekete geçirecek niteliklerin geliştirilmesi önünde bir engel olabilmektedir. Ayrıca Türkiye'de üretilen katma değere sahip ileri teknoloji üretiminin GSMH'daki payı diğer ülkelerle kıyaslandığında düşük olması ülke için Endüstri 4.0 çağında bir handikaptır. Türkiye bilgi ve teknoloji içeriği düşük, ekolojik riski büyük üretim sektörleri yerine bilgi içeriği ve katma değeri yüksek üretime yönelmelidir. Bunun yolu da hali hazırda var olan sektörlerden sağlanacak sermaye birikimini gelişmiş ülkelerin yaptığı gibi patent, lisans, endüstriyel tasarım, know-how gibi bilgi ağırlıklı ulusal üretim sektörlerinin rekabet güçlerinin geliştirilmesinde kullanmaktır (Industrial Development Report, 2016). Türkiye'nin insan sermayesi kaynaklı ekonomik göstergeleri diğer ülkelerle karşılaştırıldığında toplam çalışan oranında bilgi yoğun sektörün ağırlığı en düşük düzey ülkelerden bir olduğu görülmektedir. Bunun yanında bilim insanı ve mühendis bulma ve kaliteli eğitime sahip entelektüel sermayeyi ülkeye çekme ve tutma kapasitesi de kıyaslanan ülkeler içinde alt sıralarda olduğu bulgusuna işaret etmektedir. Bilim insanı ve mühendis bulma kolaylığı ülkelerin teknolojik ve bilim iklimiyle yakından ilgilidir. Bu iklimi canlandıracak temel kavramlar ise Ar-Ge ve inovasyon faaliyetleridir. Gelişmiş ülkeler bilgi teknolojisi kapasitelerinin artırılması amacıyla yatırımcıların vergiler ya da genişletilmiş teşviklerle desteklenmektedir (OECD, 2014: 23). Türkiye'nin de bu alanda etkin bir yatırım sürecine girmesi gereklidir. Zira teknolojik kapasite, daima ekonomik büyüme ve refahın temel belirleyicilerinden biri olmuştur (Archibugi & Coco, 2004: 629).

Doğrudan yabancı yatırım bir ülke sınırları dışındaki yatırımcıların ilgili ülkeye yaptıkları reel yani üretime dönük yatırımlarıdır. Türkiye'nin üretim kaynaklı aldığı doğrudan yabancı yatırımı girişi ve teknoloji transferi kapasitesine

bakıldığında kıyaslama yapılan OECD ülkeleri arasında en alt düzeyde olduğu görülmektedir. Buna ilave olarak Ekonomi Bakanlığı'nın 2018 yılının Nisan ayına ilişkin "Uluslararası Doğrudan Yatırım Verileri Bülteni"ne göre Türkiye'ye uluslararası net doğrudan yatırım girişinin ocak-nisan döneminde azalması (Ekonomi Bakanlığı, Haziran 2018) Endüstri 4.0 alanında gerçekleşebilecek gelişmelere ve yatırımlardan kaynaklanacak teknoloji transferinin düşüşüne, bilgi yoğun sektördeki iş kapasitesinin azalmasına, AR-GE, inovasyon teknoloji ve bilim öncülü girişimlere olumsuz etkide bulunabileceği söylenebilir.

Türkiye'nin 21. yüzyılın gerektirdiği en önemli teknik ve insani kapasitesini geliştirecek dinamik eğitimidir. Bilim, sanat, kültür ve teknoloji alanında diğer ülkelerden daha iyi konumda bulunabilmek için bireylerin her açıdan en iyi şekilde yetişmesi aynı zamanda hem bir ülke hem de dünya vatandaşı olarak insanların sahip olacağı entelektüel sermayeye de katkılar sağlayabilecektir. Endüstri 4.0'ın en önemli yordayıcı eğitim bileşenlerinden matematik ve fen, mesleki ve teknik eğitimin kalitesi açısından bakıldığında Türkiye'nin bu teknolojik dönüşümü gerçekleştiren ülkeler düzeyinde olmadığı ifade edilebilir. Bunun yanında Türkiye'de öğrencilere okul yaşamı süresince verilen bilgilerin güncel yaşamla uyumlu olmadığı da görülmektedir. Buna ilave olarak geleceğin teknolojik devrimini oluşturacak en önemli düşünce becerisi eleştirel düşünme kapasitesidir. Bu alanda da Türkiye'nin eğitim açısından insanların bilme yetisinin zayıf ve güçlü yanlarını belirleyecek, insan zihninin tüm bilgilerini bağlam ve bütün içinde olan doğal yatkınlığını geliştirecek, belirsizlikleri göğüsleyerek anlamayı öğrenen insanlar yetiştiren yeni jenerasyon bir eğitim sistemine ihtiyacı vardır (Morin, 2013).

Endüstri 4.0 çağını dizayn eden en önemli bileşenlerden birisi toplumsal kurguları düzenleyen hukuksal altyapılardır. Ülkelerin rekabet edebilirlik kapasiteleri ülkelerin aynı zamanda bölgesel ve ulusal yenilik alanlarını da kapsamaktadır. Bu bağlamda küresel ölçekte oluşturulması hedeflenen eko-yenilikçi, kapsayıcı, sürdürülebilir ve rekabetçi bilgi toplumlarındaki uygulamalar hukuk bilimine dayanmaktadır. Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular doğrultusunda yasaların işlerliği, hükümetlerin politika yönlendirebilme kapasiteleri açısından bakıldığında Türkiye'nin daha görünür, şeffaf ve yolsuzluğu azaltıcı uygulamalara ihtiyacı olduğu ifade edilebilir.

4. Öneriler

Türkiye'nin ürettiği ürün için harcadığı para ile aynı ürünü sattığı süreç içerisinde kazandığı para arasındaki fark düşüktür. Bunun nedeni Türkiye'nin düşük teknoloji ürünleri üretmesidir. Katma değer üretimini arttırabilmek, Endüstri 4.0 ile gelişen teknolojileri yakalayabilmek ve rekabette yerini alabilmek için Türkiye yüksek düzey teknoloji ürünlerinin üretiminde daha üst düzey politikalar geliştirmelidir.

Doğrudan yabancı yatırım girişi ve teknoloji transferinde Türkiye Güney Afrika ile sonuculuğu paylaşmaktadır. Bu durumda Türkiye yeni bir yatırım ya da yapılan yatırımı devam ettirme konusunda yabancı ülkelerle olan etkileşiminde geri planda kalmıştır. Yabancı ülkelerle olan

endüstri politikaları daha sağlam hukuki ve politik zeminlerde geliştirilmeli ve sürdürülmelidir.

Bilgi yoğun sektörde iş kapasitesine bakıldığında Türkiye daha iyi konuma gelebilir. Endüstri 4.0 Türkiye'de etkilerini göstermeye başlamasına rağmen endüstri sektöründe kas gücü halen etkin konumdadır. Gelişmeleri yakalayabilmek için otonom üretim sistemlerine (akıllı fabrikalar ve akıllı robotlar) bir an önce geçilmelidir.

Türkiye'nin istihdam yarattığı bilim insanı ve mühendis oranı oldukça düşüktür. Bunun en büyük nedeni yeterli ve güçlü bir çalışma sahası bulamayan bilim insanlarının ve mühendislerin başta ABD olmak üzere pek çok Avrupa ülkesine beyin göçünde bulunmasıdır. Beyin göçünün önüne geçecek hatta tersine beyin göçü yaratacak sosyal, kültürel ve ekonomik önlemler uygulamaya konmalıdır.

Türkiye matematik ve fen eğitimi, mesleki ve teknik eğitimde karşılaştırılan ülkelerin gerisinde kalarak son sırada yer almıştır. Bu durumun Endüstri 4.0 ve Türkiye'nin geleceği açısından olumsuz bir gösterge olduğu söylenebilir. Türkiye yeni endüstri çağına ayak uydurmak için eğitimin kalitesini arttırmalıdır.

21. yüzyıl becerileri arasında yer alan eleştirel düşünme becerisi açısından Türkiye'nin daha iyi konuma gelmesi gereklidir. Öğrencilerin pasif konumda olmaları ve öğretmenlerin bilgiyi sağlayan birincil kaynak olmaları eleştirel becerilerin düşük olmasına sebep olabilir. Bir başka deyişle öğrenciler sunulan bilgiyi sorgulamadan, eleştirmeden doğrudan kabul etmektedir. Ne yazık ki öğrenciler bilişsel anlamda da geri kalmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için yapılması gereken şey öğretmenlerin bilgiyi bulmada ve anlamlandırmada yol gösterici ve rehber olduğu düşüncesinin yaygınlaştırılması ve öğrencilerin eğitim ve öğretim sürecinde daha aktif olmasıdır.

İş üzeri uygulamada geri kalan Türkiye'de, mesleki ve teknik, matematik ve fen bilimleri alanında verilen eğitimin sadece bilgi ve teori boyutunda kaldığı, eğitimin gerçek yaşamla entegre edilemediği ve bu sebeple öğrencilerin ya da bireylerin öğrendikleri bilgileri pratikleyemediği sonucuna ulaşılabilir. Bu handikapı yok etmek için okulda öğrencilere bilgiye nasıl ulaşılacağı ve bilgiyi nasıl yanlışlayabileceğini gösteren hipotetik mantıksal süreçlerini kullanabilmesi öğretilmelidir.

Geleneksel ekonomi, yüksek teknoloji ve katma değer üreten bilgi ekonomisine dönüştürülmelidir. Endüstri 4.0 Türkiye'nin düşük katma değerli üretimden kurtulması için iyi bir fırsattır. Bu sebeple Endüstri 4.0 temel bileşenleri Türkiye ekonomisine başarılı bir şekilde entegre edilmelidir.

İnovatif çalışmalara öncülük edebilmek ve elde edilen avantajları sürdürebilmek adına AR-GE çalışmalarına ağırlık verilmeli ve bu çalışmalara ayrılan bütçe artırılmalıdır. Aynı zamanda gerekli eğitimlerim verilebileceği teknoparklar kurulmalıdır.

Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan akıllı (otonom) sistemler, internet ve siber-fiziksel sistemler Türkiye sanayisinin de gelişmesine katkı sağlayacaktır. Endüstri 4.0'ın Türkiye

sanayisine başarılı bir şekilde entegre edilebilmesi için bu konuya ilişkin eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Bu sebeple üniversiteler sanayi sektörü ile iş birliği içerisinde olmalıdır. Benzer ya da birbirinin aynı projeler üretmektense yüksek katma değerli robotlar ya da yazılımlar geliştirme projeleri yürütülmelidir. Bilim insanları, akademik personel için yükseköğretim kurumlarına daha çok teşvik verilmelidir.

Kaynakça

- Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *Katkı*, 4, 34-44.
- Alasdair, G. (2016). *Industry 4.0: The industrial internet of the things*. New York: A Press.
- Alçın, S. (2016), Endüstri 4.0 ve insan kaynakları. *Popüler Yönetim Dergisi*, 63, 46-47.
- Alippi, C. & Roveri, M. (2017). The (not) far-away path to smart cyber-physical systems: An information-centric framework. *Computer*, 50(4), 38-47.
- Archibugi, D. & Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries. *World Development*, 32(4), 629-654.
- Banger, G. (2018). *Endüstri 4. uygulama ve dönüşüm rehberi*. Dorlion: Ankara.
- Benešová, A. & Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 2195 -2202.
- Boulos, W. K. & Soleymani, M. R. (2016). A novel machine-to-machine communication strategy using rateless coding for the internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(6), 937-950.
- Börteçin, E. (2014). 4. Endüstri Devrimi Kapıda mı? *Bilim ve Teknik*, 558, 27-29.
- Cachay, J., Wennemer, J., Abele, E., & Tenberg, R. (2012). Study on action-oriented learning with a learning factory approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 1144–1153.
- Cabolis, C. (2018). *IMD world competitiveness yearbook: The 30th edition*. Switzerland: IMD World Competitiveness Center.
- Corea, F. (2016). *Big data analytics: A management perspective*. Switzerland: Springer.
- Craig, A. B. (2013). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking. *Educational Leadership*, 43 (2), 45–48.
- Ekonomi Bakanlığı (2018, Ankara). *Uluslararası doğrudan yatırım verileri bülteni*. <https://eb.ticaret.gov.tr/portal/content/conn/UCM/uid/dDocName:EK-261146> adlı siteden 20.09.2018 tarihinde alınmıştır.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf> adlı siteden 29.09.2017 tarihinde alınmıştır.
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910-936.
- Harari, N. Y. (2016). *Homo deus: Yarının kısa tarihi* (Çev. Poyzan Nur Taneli). Ankara: Kolektif.
- Hayes, B. (2008). Cloud computing. *Communications of ACM*, 51(7), 9-11.
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Proc. CIRP* 54, 1–6.
- Industrial Development Report (2016). *The role of technology and innovation in inclusive and sustainable industrial development*. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).
- Kahraman, H. (2017). *Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)*. <http://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/> adlı siteden 29.09.2017 tarihinde indirilmiştir.
- Kaku, M. (2016). *Geleceğin fiziği* (Çev. Y. Saraç Oymak, H. Oymak). Ankara: ODTU.
- Kreutzer, U. & Alimoğlu, Z. (2017). Siemens geleceğin enerji çözümü. *Gelecek ve Trendler, Temmuz*, 1-12.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, 16, 3–8.
- Mitchell, R. & Chen I. (2014). A survey of intrusion detection techniques for cyber-physical systems. *ACM Comput Surv*, 46(4),1–29.
- Morin, E. (2013). *Geleceğin eğitimi için gerekli yedi bilgi* (Çev. H. Dilli). İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi.
- OECD. (2014). *OECD Science, technology and industry outlook 2014*. New York: OECD Publishing.
- Özen, H. (2015). *Okul müdürlerinin kullandığı motivasyonel dilin intibak ettirici liderlik üzerine etkisi*. Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Paul, R. W. & Elder, L. (2001). *Critical thinking - tools for taking charge of your learning and your life*. Prentice Hall, New Jersey.
- Pfeiffer S. (2015). *Effects of Industry 4.0 on vocational education and training*. <http://epub.oeaw.ac.at/0xc1aa5576%200x0032aa5d.pdf> adlı siteden 25.02.2019 tarihinde alınmıştır.
- Rıfkın, J. (2015). *Nesnelerin interneti ve işbirliği çağı*. İstanbul: Optimist.

- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. UK: Penguin.
- Seyrek, İ. H. (2011). Bulut bilişim: İşletmeler için fırsatlar ve zorluklar. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 701-713.
- Sultan, N. A. (2010). Reaching for the cloud: How SMEs can manage. *International Journal of Information Management*, 31(June), 272-278.
- Şuman, N. (2017a). Ezber bozan bulut her şeyi birbirine bağlayacak. *Fortune*, 10(117), 52-56.
- Şuman, N. (2017b). *Akıllı üretim çağı: Endüstri 4.0*. <http://www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841> adlı siteden 03.08.2017 tarihinde ulaşılmıştır.
- Tarı, R. (2002). *Ekonometri*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Velte, A.T., Velte, T. J., & Elsenpeter, R. (2010). *Cloud computing: A practical approach*. San Francisco: McGraw-Hill.
- Wenli, S. (2015). Study on the vulnerability analysis method for industrial embedded devices. *Automation Instrument*, 36(10), 63-67.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: An outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 1-10.
- World Economic Forum (2018). *Readiness for the future of production report 2018*. http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf adlı siteden 13.12.2018 tarihinde alınmıştır.
- Yazıcı, E. & Düzkaaya, H. (2016). Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı? *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7(13), 49-88.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 546-556
- Zanero, S. (2017). Cyber-physical systems. *Computer*, 50(4), 14-16.

