



BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE SAYISAL
DÖNÜŞÜM: ENDÜSTRİ 4.0, YAPAY
ZEKÂ VE BÜYÜK VERİYE İLİŞKİN
GELİŞMELER

Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi
Ankara-2020

* Hazırlanan rapor bilgilendirici mahiyette olup, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun resmi görüşü olarak değerlendirilemez ve gösterilemez.

İçindekiler

ÖNSÖZ.....	vi
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	viii
1 GİRİŞ	10
2 SAYISAL DÖNÜŞÜM.....	12
2.1 Sayısal Dönüşümden Ne Anlamalıyız?	12
2.1.1 Sayısal Dönüşüm Kavramı	12
2.1.2 Sayısal Dönüşümün Temel Bileşenleri.....	13
2.2 Sayısal Dönüşüm Kapsamında Endüstri 4.0 Uygulamaları	21
2.2.1 Endüstri 4.0 Nedir?.....	21
2.2.2 Endüstri 4.0: Temel Özellikler ve İlişkili Kavramlar	23
2.2.3 Endüstri 4.0'ın Beklenen Etkileri ve Bu Süreçte Karşılaşılabilecek Zorluklar.	28
2.2.3.1 Endüstri 4.0'ın Beklenen Etkileri.....	28
2.2.3.2 Endüstri 4.0 Devriminin Getirebileceği Zorluklar	30
2.2.4 Dünya'da ve Avrupa Birliği'nde Endüstri 4.0'a Yönelik Çalışmalar	30
2.3 Sayısal Dönüşüm Kapsamında Yapay Zekâ.....	33
2.3.1 Yapay Zekâ Türleri.....	35
2.3.2 Yapay Zekâ Uygulama Alanları	36
2.3.2.1 Sağlıkta Yapay Zekâ	36
2.3.2.2 İş Dünyasında Yapay Zekâ	39
2.3.2.3 Eğitimde Yapay Zekâ.....	41
2.3.2.4 Finansta Yapay Zekâ.....	41
2.3.2.5 Hukukta Yapay Zekâ.....	41

2.3.2.6	Sosyal Hayatta Yapay Zekâ	42
2.3.3	Yapay Zekâ Uygulamaları Geliştiren Şirketler	42
2.3.3.1	Google	43
2.3.3.2	Microsoft	43
2.3.3.3	Facebook	44
2.3.3.4	Tesla	45
2.3.3.5	Alibaba	45
2.3.3.6	Netflix.....	46
2.3.3.7	Youtube	46
2.3.3.8	Amazon	46
2.3.4	Diğer Yapay Zekâ Uygulamaları.....	47
2.4	Sayısal Dönüşüm Kapsamında Büyük Veri.....	47
2.4.1	Veri Yönetimi ve Büyük Veri	47
2.4.2	Büyük Verinin Özellikleri	51
2.4.3	Büyük Veri Teknolojileri	53
2.4.3.1	MapReduce.....	55
2.4.3.2	Big Table	55
2.4.3.3	Hadoop	56
2.4.4	Büyük Veri Analiz Teknikleri	56
3	TÜRKİYE’DE SAYISAL DÖNÜŞÜM ÇALIŞMALARI	59
3.1	Türkiye’de Endüstri 4.0’a İlişkin Yapılan Çalışmalar	61
3.2	Türkiye’de Yapay Zekâ ve Büyük Veriye İlişkin Çalışmalar	67
3.2.1	Ülkemizdeki Yapay Zekâ Çalışmaları.....	67
3.2.2	Büyük Veri ve Ülkemizdeki Uygulamaları	69
4	SONUÇ	73
5	KAYNAKLAR.....	76

Çizelgelerin Listesi

Çizelge 2-1: Birbirine Bağlı Nesnelerin Yıllara Göre Adetsel Dağılımı	32
Çizelge 2-2: Yıllara Göre Sektör Bazında Yatırımlar ve 2020 Tahminleri	32

Şekillerin Listesi

Şekil 2-1: Sayısal Dönüşümün Bazı Bileşenleri.....	13
Şekil 2-2: Teknolojilerin Etkileri.....	14
Şekil 2-3: Şirketlerin Yeni Teknoloji Yatırımları.....	16
Şekil 2-4: Toplum 5.0'a Giden Yolda İnsanlığın Geçirdiği Evreler	17
Şekil 2-5: Endüstri 4.0 İle İlişkili Kavramlar	24
Şekil 2-6: Yıllara Göre Birbirine Bağlı.....	32
Şekil 2-7: Yıllara Göre Sektörlere Göre Yatırımlar ve 2020 Tahminleri	33
Şekil 3-1: Dünyada Sayısal Dönüşüm	59
Şekil 3-2: Ülkemizdeki Sektörlerin Sayısallaşma Endeksi Puanı	60
Şekil 3-3: e-Devlet Portalı ve Verilen Hizmetler	61
Şekil 3-4: Ülkelerin İleri Teknoloji Ürün İhracatı (%) ve Ülkemiz İhracatının İthalata Bağımlılık oranı (%)	64
Şekil 3-5: Endüstri 4.0'ın Üretim Kabiliyetlerine Etkileri	65
Şekil 3-6: Sektörler Bazında Sayısallaşmaya Uyum (%).....	67

ÖNSÖZ

Değerli okuyucular,

Elektronik haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler, sadece bu hizmetleri değil sosyal ve ekonomik hayatın birçok alanını da değiştirmekte ve önemli dönüşümlerin yolunu açmaktadır. Kurum olarak elektronik haberleşme teknolojilerindeki değişimlerle birlikte bu teknolojileri kullanarak hayatımıza giren yenilikler ve uygulamaları da takip etmekteyiz.

“Dünyada ve Ülkemizde Sayısal Dönüşüm: Endüstri 4.0, Yapay Zekâ ve Büyük Veriye İlişkin Gelişmeler” raporumuzda, Sayısal Dönüşüm kavramı içinde olan “Endüstri 4.0”, “Yapay Zekâ” ve “Büyük Veri” gibi kavramlar incelenmiş ve hem dünyada hem de ülkemizdeki gelişmeler analiz edilmeye çalışılmıştır.

Rapor iki ana bölümden oluşmakta olup ilk bölümde sayısal dönüşüm kavramı genel çerçevesi ile incelenerek, sayısal dönüşümün parçaları olan endüstri 4.0, yapay zekâ ve büyük veri ile ilgili detaylı bilgiler verilmektedir. İkinci bölümde ise ülkemizde sayısal dönüşüme ilişkin mevcut durum ile hâlihazırda yürütülen çalışmalardan bahsedilmektedir. Raporun sonuç kısmında ise sayısal dönüşüm uygulamaları ve Türkiye’deki duruma ilişkin genel bir değerlendirmeye yer verilmektedir.

Raporun teknolojik gelişmelere ilgi duyan herkes için yararlı olmasını dileyerek kamuoyunun bilgilerine sunuyorum, tüm sektör paydaşlarımıza başarılar diliyorum.

Saygılarımla,

Ömer Abdullah KARAGÖZOĞLU

Kurul Başkanı

YÖNETİCİ ÖZETİ

Son yıllarda mobil haberleşme ve genişbant internet teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişimin sonucunda ortaya atılan “Sayısal Dönüşüm” kavramı; nesnelerin interneti (Internet of Things, IoT), mobil teknolojiler, sosyal medya, endüstri 4.0, yapay zekâ, büyük veri, bulut bilişim, robotik teknolojiler ve üç boyutlu yazıcılar gibi birçok teknoloji ve uygulamaları kapsamakta, ticari girişimlerin ve kamu kesiminin iş yapış şekillerinde radikal değişikliklere yol açarak bu teknolojilerin iş süreçlerinin bütününde uygulanması olarak kendini göstermektedir.

Önümüzdeki 10-15 yıllık süreçte bir ağa bağlı cihaz sayısının trilyon mertebesine ulaşması beklenirken, sayısal dönüşümün dünya ekonomisine ekleyeceği verimliliğin ve maliyet düşüşünün neredeyse 500 milyar ABD Dolarını bulması beklenmektedir. Günümüzde bu dönüşüme ayak uyduramayan (örneğin Blackberry ve Blockbuster gibi) şirketler hızla piyasadaki yerlerini yitirirken gelişime ayak uydurmayı hatta öncülük etmeyi başarabilen şirketler ise (örneğin Netflix, Uber gibi) başlangıç sermayelerinin azlığına veya ticari geçmişlerinin kısalığına rağmen sektörlerinde önemli bir konuma gelebilmektedir.

İnsanoğlunun buharlı makineler, sanayide elektriğin kullanımı ve otomasyonun devreye girmesinden sonraki adımda üretimde ağa bağlı yapay zekâyâ sahip otonom cihazları kullanmaya başladığı bir dönemi tanımlamaktadır Endüstri 4.0. sürdürülebilir rekabete olumlu katkı sağlamasının yanı sıra bütün sektörlerin aynı anda gelişmesine olanak sağlayacağı için istihdam açısından da olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Endüstri 4.0 ile gelecek olan verimlilik ve maliyet avantajı, ülkelerin genel refahını artıracak ve yeni üretim tarzının ihtiyaç duyduğu vasıflara uygun eğitim programlarını zorunlu hale getirecektir. Bu durum insani gelişmişliği de arttıracaktır. 2020 yılı sonuna kadar 20 ila 30 milyar cihazın birbirine bağlı hale gelmesi ve bu sistemlerin yaklaşık 13 trilyon ABD Doları bir değer üretmesi beklenmektedir.

Bilgisayar sistemlerinde makinelerle, insan zekâsı süreçlerinin simülasyonu olarak tanımlayabileceğimiz yapay zekâ, ilk tanımlandığından beri geçen yaklaşık 65 yıllık sürede oldukça önemli mesafeler katetmiştir. Yapay zekâ; sağlık, iş dünyası, eğitim, finans, hukuk ve sosyal hayat gibi pek çok alana uygulanabilen uygulamalara sahiptir. Aralarında Google,

Amazon, Microsoft, Tesla, Alibaba gibi Dünyanın en büyük teknoloji ve alışveriş şirketlerinin bulunduğu pek çok şirket, yapay zekâ uygulamalarına ve bu konudaki Ar-Ge çalışmalarına büyük yatırımlar yapmaktadır.

Günümüzde artan veri hızları ile birlikte büyüyen veri trafiği aynı oranda büyük bir verinin depolanması anlamına gelmektedir. Bu kadar büyük bir verinin işlenmesi için üzerinde bazı çalışmalara ihtiyaç duyulmakta ve bu çalışmalar “Büyük Veri Analizi” olarak isimlendirilmektedir. Her geçen gün sanal ortamın daha da gelişmesiyle dünya genelindeki internet sayfası sayısı trilyonlarla ifade edilir hale gelmiş ve internet reklam gelirleri geleneksel televizyon reklam gelirlerini aşmıştır. Sanal ortamın bu derece genişlemesi şüphesiz paylaşılan ve depolanan veri miktarını da devasa boyutlara getirmiştir. Günümüzde sanal ortamda günlük olarak işlenen veri miktarı exabyte ile ölçülmektedir. Bu birim, alışkın olduğumuz gigabyte’ın bir milyar katıdır. Bu durumu somutlaştıracak olursak; 2019 yılında her gün ortalama 12 exabyte veri işlendiği bilgisi kayıtlara geçmişken bu değerin 2020 yılı sonunda bunun 10 katı olması beklenmektedir. Şirketler, çeşitli analiz ve modelleme yöntemleri ile bu veri yığından anlamlı bilgiler çıkartarak müşterilerinin veya kullanıcılarının bir sonraki siparişinin ne olacağından siyasi görüşüne kadar pek çok konuda tahminler yapmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerden biri olarak ülkemiz, sayısal dönüşüm konusunda göstereceği performansla üst gelir grubu ülkeler arasında kendine yer bulabilir. Sayısal dönüşüm, sadece ticari kuruluşlar için değil kamu idareleri için de elzemdir. Ülkemizde e-Devlet portalı ile önemli bir kamu sayısal dönüşüm uygulaması gerçekleştirilmektedir. e-Devlet üzerinden Ağustos 2020 itibarı ile 670 farklı Kuruma ait 5.125 hizmet alınabilirken, bu portala kayıtlı kullanıcı sayısı 50 milyona yaklaşmıştır.

Endüstri 4.0’ın, ülkemiz sanayisinin verimlilik, büyüme, yatırım ve istihdam gibi alanlarında pozitif etkiler göstererek sanayi üretiminde yıllık yaklaşık % 3’e kadar ulaşabilecek bir artışı tetikleme ve bu büyümenin Türkiye GSYİH’sinde % 1 ve üzeri bir ek büyüme ve 150-200 milyar TL düzeyinde ek gelir getirmesi beklenmektedir.

GİRİŞ

Önceleri ses hizmeti temelli olan mobil telekomünikasyon teknolojilerinin üçüncü nesille (3G) ile birlikte aboneler tarafından internet hizmeti için de kullanılabilir olması, ardından gelen 4.5G hizmetlerinin mobil veri hızlarını neredeyse sabit genişbant internet seviyelerine çıkarması hem günlük hayatımızda hem de endüstriyel anlamda bir dönüşümün başlangıcı olmuştur. Genişbant internetin mobil hale gelmesi ile sosyal ağlar, mobil bankacılık, mobil e-Devlet hizmetleri, e-Ticaret gibi günlük hayatı kolaylaştıran veya renklendiren uygulamaların yanı sıra insanların kullandığı cihazların ve sanayide kullanılan makinaların aynı ağa bağlanması ve birbirleriyle haberleşmesi de mümkün oldu. Nesnelerin interneti adı verilen bu teknoloji, bireyler için hayatı kolaylaştırırken aynı zamanda fabrikaların üretim yeteneklerini otomasyon seviyesinden daha yukarıya taşıma imkânını ve verimliliği beraberinde getirdi.

Endüstriyel makinelerin, aslında robotların demek daha doğru olabilir, birbirleri ile bağlantılı olmasının yanına bu makinelere bazı işlemlere kendi karar verme (otonom çalışma) ve öğrenme (yapay zekâ) yeteneklerinin kazandırılması ile Endüstri 4.0 adı verilen yeni bir üretim çağına girilmiş oldu. Hem maliyetler hem de verimlilik anlamında mevcut sistemlerin üzerinde performansa sahip olan Endüstri 4.0 uyumlu sistemler özellikle ülkemiz gibi daha üst seviye ekonomiye sahip olmak için çaba gösteren ülkeler için önemli bir fırsattır.

Sosyal medya, e-Ticaret e-Eğitim ve e-Sağlık gibi gelişmeler artan veri hızları ile birlikte daha büyük miktarlarda verinin oluşmasına ve depolanmasına yol açmaktadır. Artık her bireyin beğenileri, alışkanlıkları, alış-veriş tarzı, sağlık durumu gibi bilgiler o bireyin tanımlanması için kullanılabilmekte ve bir değere dönüşmektedir. Büyük veri analizi olarak adlandırılan uygulamalar, birbiri içine geçmiş veri yığınlarından ihtiyaca göre bir veri seti oluşturulması için gerekli analizlerin yapılmasına imkân sağlamaktadır.

Cihazların ve makinelerin giderek “akıllı” hale gelmesinin bir sonraki aşaması insan gibi muhakeme yaparak karar alabilir hale gelmeleridir. Yapay zekâ çalışmaları insan davranışlarından yola çıkarak geçmiş verileri de esas alarak yeni bir sentez yapabilecek

makineler üretme peşindedir. Önceleri bir insanla satranç oynamak gibi daha basit işlevler yüklenen cihazlar artık sağlık, eğitim, hukuk, sosyal hayat, finansal piyasalar ve e-Ticaret gibi alanlarda kullanılmak üzere geliştirilmektedir. Dünyanın en büyük teknoloji şirketlerinden Google, Facebook, Tesla, Youtube gibi firmaların bu konudaki yoğun yatırım ve Ar-Ge çalışmalarının yanı sıra dünyanın en büyük e-Ticaret platformlarından Amazon ve Alibaba da yapay zekâ çalışmalarına ağırlık vermektedir.

Raporun ilk bölümünde sayısal dönüşüm kavramı ile birlikte yapay zekâ, büyük veri ve Endüstri 4.0 ile ilgili bilgi verilirken ikinci bölümde ise ülkemizde sayısal dönüşüm çalışmaları kapsamında Endüstri 4.0, yapay zekâ ve büyük veri uygulamalarından bahsedilerek kamunun e-Devlet portalı ile sayısal dönüşüm yolunda attığı önemli adımlar hakkında bilgilere yer verilmiştir.

SAYISAL DÖNÜŞÜM

1.1 Sayısal Dönüşümden Ne Anlamalıyız?

1.1.1 Sayısal Dönüşüm Kavramı

Son günlerde adını giderek daha sık duyduğumuz bir kavram olan “Sayısal Dönüşüm” için kuruluşların kendi bakış açılarına göre birçok farklı tanımlama yaptıkları görülmektedir. Örneğin ticari bir şirketin bakış açısından “Sayısal Dönüşüm”ü, şirketlerin markaların sayısal çağa ayak uydurabilmek için sayısal teknoloji, sosyal medya, mobil teknolojiler ve diğer yeni teknolojileri kullanarak organizasyonel yapılarından başlayarak müşterilere ve ekosisteme değer katacak iş süreçlerini geliştirecek ve tüm şirketin yetkinliklerini yeni iş yapış ve yeni düşünüş şekillerine geçiş süreci olarak tanımlayabiliriz. Daha kısa bir tanıma göre ise sayısal dönüşüm, “sayısallaşmanın toplam ve genel toplumsal etkisi” olarak belirtilmekte ve sayısallaştırmanın, mevcut iş modellerini, tüketim modellerini, sosyo-ekonomik yapıları, yasa ve politikaları, toplumsal kalıplar ve kültürel önyargıları dönüştürmek ve değiştirmek için daha güçlü fırsatlar doğuran dijitalleşme sürecine olanak sağladığı ifade edilmektedir. TÜBİTAK-BİLGEM Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü tarafından oluşturulan Dijital Akademi Portalında ise bu kavram, *“hızla gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerinin sunduğu imkânlar ve değişen toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda, organizasyonların daha etkin, verimli hizmet vermek ve faydalanıcı memnuniyeti sağlamak üzere insan, iş süreçleri ve teknoloji unsurlarında gerçekleştirdiği bütüncül dönüşüm”* olarak tariflenmektedir¹.

Bu tanımlardan da görüleceği üzere sayısal dönüşüm tanımını kamu hizmetleri, eğitim, sağlık, sanayi, tarım, ulaştırma, finans, perakende, belediye hizmetleri ve akla gelebilecek neredeyse her alana uygulayabilmek mümkündür. Bu da sayısal dönüşümle birlikte ister özel ister kamu sektörü olsun oyunun kurallarının baştan aşağı yenilendiği bir paradigma değişiminin yaşandığını göstermektedir.

¹ TÜBİTAK-BİLGEM YTE Dijital Akademi Portalı, Dijital Dönüşüm Nedir?
<https://www.dijitalakademi.gov.tr/dijital-donusum-nedir>

1.1.2 Sayısal Dönüşümün Temel Bileşenleri

Sayısal dönüşüm konsepti aslında birçok alt bileşenin birlikte var olmasını gerektirmektedir. İnternet, mobil teknolojiler, bulut bilişim, sosyal medya kullanımı, yapay zekâ, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri, robotik teknolojileri, üç boyutlu yazıcı teknolojileri, nesnelerin interneti, makineler arası iletişim ve büyük veri bu bileşenler arasında sayılmaktadır.

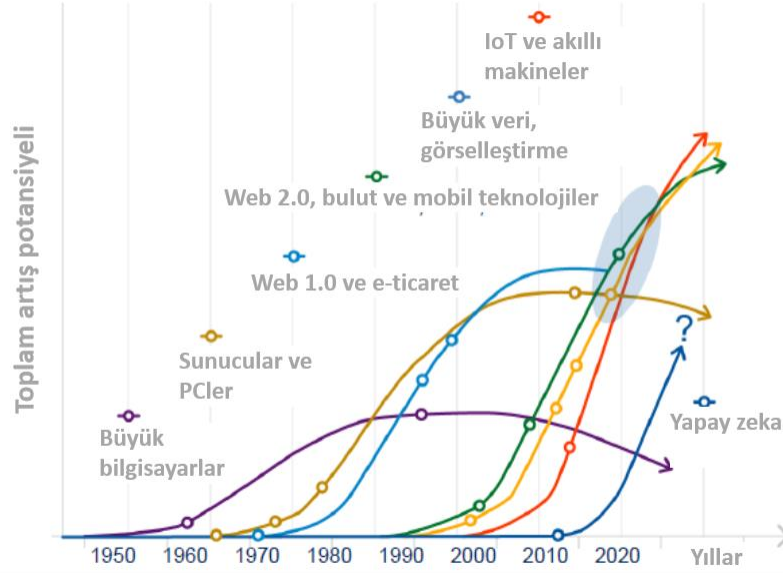
Şekil 2-1: Sayısal Dönüşümün Bazı Bileşenleri



Özellikle mobil teknolojilerdeki son yıllarda yaşanan gelişim, sayısal dönüşüme giden yolda en önemli hızlandırıcılardan biri olarak kabul edilmektedir. Dünya Ekonomik Forumuna göre, 2018 yılında 8 milyar olan internete bağlı cihaz sayısı, 2030 yılında 1 trilyona ulaşacaktır. Bu da mobil teknolojilerin ulaşacağı yer hakkında bize fikir vermektedir. Sadece mobil teknolojiler değil, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri analizleri ve öğrenen makinelerin birlikte oluşturacağı büyüme potansiyeli bu teknolojilerin tek tek var olan potansiyellerinin çok üzerinde üssel bir artış sağlayacaktır. Bu teknolojilerde yaşanacak ucuzlama bu gelişmeyi hızlandıracaktır. Örneğin 2007’de 100 bin ABD Doları maliyeti olan

“drone”ların değeri 1.000 ABD Dolarının altına, 1984’de 30 ABD Doları/km² olan güneş paneli maliyetleri ise son yıllarda 0,2 ABD Dolarının altına düşmüştür².

Şekil 2-2: Teknolojilerin Etkileri



Kaynak: Dünya Ekonomik Forumu/Accenture

Bununla birlikte bütüncül bir yaklaşımla bakıldığında gelişen teknolojinin sayısal dönüşümün sadece bir bölümü olduğunu da söylemek gerekir. Dijital teknolojiler ile ilk olarak analog kayıtlar dijital ortamda işlenir hale getirilmiş (otomasyon) ve süreçler dijital ortama aktarılmıştır (e-hizmet). Gelinen noktada ise tüm kurumsal varlıklar ve paydaş ilişkileri dijital ortamda yeniden tanımlanmaktadır. Dijitalleşme süreci tek yönlü olmayıp, organizasyonlar yeni teknolojiler ile her zaman otomasyonlarını daha verimli kılabilen ve hizmetlerindeki dijital teknoloji deneyimini iyileştirebilmektedir.

² World Economic Forum, 2018, Digital Transformation Initiative, <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf>

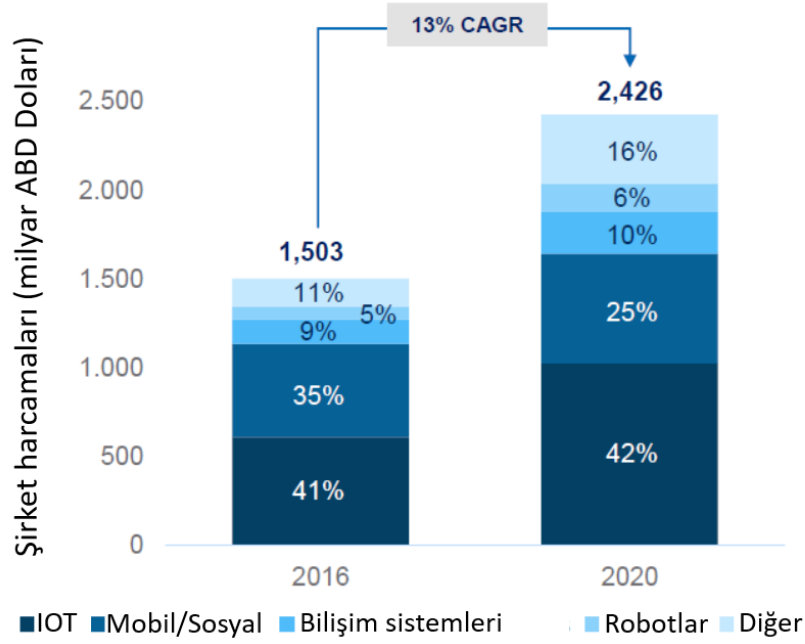
Uluslararası bir danışmanlık firmasının iki bine yakın sanayi şirketi ile yaptığı ankete göre bu şirketlerin %33'ü sayısallaşma anlamında üst bir seviyede olduklarını belirtirken %72'si ise 2020 yılı itibarı ile sayısal dönüşümde üst seviyede olacaklarını belirtmektedir³.

Aynı araştırmaya göre, sayısal dönüşümün temel amaçlarından olan verimlilik artışı konusunda şirketlerin ürün ve hizmetlerini sayısallaştırması neticesinde önümüzdeki 5 yıllık süreçte maliyetlerinin %3,6 azalacağı, buna mukabil gelirlerinin ise %2,9 artış göstereceği öngörülmektedir. Bu verimlilik ve gelir artışının parasal değerine baktığımızda ise gelirlerin yıllık 490 milyar ABD Doları artacağı ve maliyetlerin yine yıllık olarak 421 milyar ABD Doları azalacağı hesap edilmektedir. Dünya Ekonomik Forumunun bir çalışmasında ise sayısal dönüşümün önümüzdeki 10 yılda iş dünyasına ve topluma 100 trilyon ABD Dolarlık katkı yapmasının beklendiği ifade edilmiştir⁴. Aynı raporda sayısal dönüşümün hem endüstrinin hem de toplumun refah seviyesine olumlu katkı yapacağı belirtilmiştir. Dünya Ekonomik Forumuna göre, şirketler önümüzdeki dönemde yeni teknolojilere olan yatırımlarını hızla artıracaklar ve bu yatırımların 2016-2020 yılları arasında yıllık bileşik büyüme oranı (CAGR) %13'e ulaşarak 2,4 trilyon ABD Doları seviyesinde gerçekleşecektir. Şirketlerin yapacağı teknoloji yatırımlarında esas bölümü IoT ve mobil/sosyal medya yatırımlarının alması beklenmektedir.

³ Connecting Talent For Digital Transformation
<https://www.thedigitaltransformationpeople.com>

⁴ World Economic Forum, 2018, Digital Transformation Initiative
<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf>

Şekil 2-3: Şirketlerin Yeni Teknoloji Yatırımları



Kaynak: <https://www.thedigitaltransformationpeople.com>

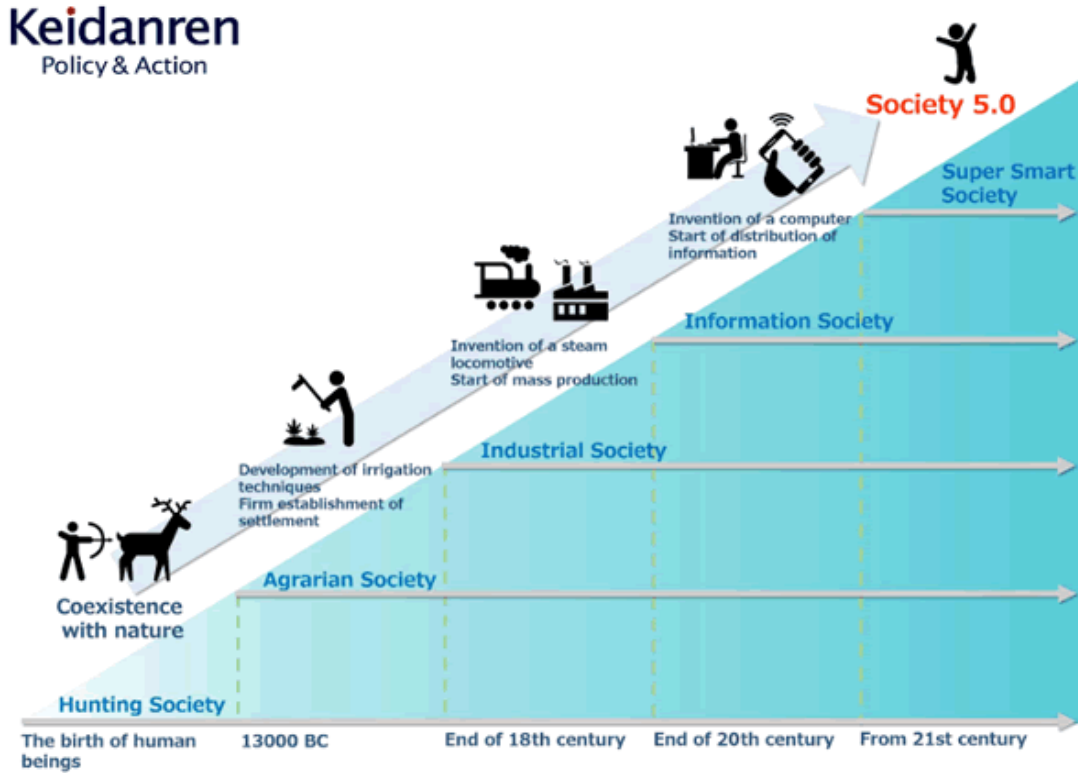
Sayısal dönüşümün, sadece ekonomiye ilişkin sektörleri değil Japonya gibi ülkelerde yaşamın tüm yönlerine de etki etmesi beklenmekte olup bu durum birçok diğer ülkedeki “sayısal dönüşüm – Endüstri 4.0” ilişkisinin dışına çıkmakta ve deyim yerindeyse ötesine geçmektedir. Bu duruma “Toplum 5.0” adı verilmektedir. Toplum 5.0 ile kastedilen ise insanoğlunun yaşadığı “avcı toplum – tarım toplumu – endüstriyel toplum – bilgi toplumu” gelişiminin yeni bir aşamaya, “Çok Akıllı Topluma (Super Smart Society)” geçmesidir⁵. Endüstri 4.0 nasıl üretim mekanizmalarının sayısal dönüşümü ise Toplum 5.0 da sayısal teknolojilerle toplumun dönüştürülmesidir. Japonya, bu kavram üzerinden kendi toplumsal yapısını iyileştirmeyi ve toplumun hayat kalitesini artırmayı planlamaktadır. Örneğin Japonya’da yaş ortalamasının giderek artması ve toplumdaki yaşlı nüfus oranının yükselmesi Japonya için önemli bir sorun olarak görülmektedir. Japonya’da 65 yaş üstü insanların oranı %26,3 olmuştur⁶. Dünyada da 2050’ye kadar 60 yaş üstü nüfusun toplam dünya nüfusunun %20’sini geçmesi beklenmektedir. Nüfusun yaşlanması, kronik hastalıklarda artış ve bu hastaların takibi için daha fazla harcama yapılmasını gerektirmekte, ayrıca yaşlı insanların

⁵ i-scoop, <https://i-scoop.eu>

⁶ i-scoop, From Industry 4.0 to Society 5.0: The Big Societal Transformation Plan of Japan <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0-society-5-0/>

mobilitelerini temin etmek için ilave tedbirler alınmasını zorunlu kılmaktadır. Japonya İş Federasyonu (Keidanren), Toplum 5.0 için bir vizyon belgesi hazırlamış ve bu gelişim için önlerindeki 5 engeli “Bakanlık ve kamu kuruluşları-hukuki altyapı-teknolojik engeller-insan kaynağı eksikliği ve sosyal kabullenme” olarak sıralamıştır.

Şekil 2-4: Toplum 5.0’a Giden Yolda İnsanlığın Geçirdiği Evreler



Kaynak: Keidanren (Japan Business Federation)

Sayısal dönüşümün nasıl gerçekleşeceğine baktığımızda ise bunun bir süreç olduğu ve bu yolculukta birçok ara hedefin gerçekleşmesinin gerektiği görülmektedir. Her ne kadar temelinde teknolojik bir değişim yatsa da sayısal dönüşüm için temel gereksinim insan kaynağıdır. Birlikte çalışabilirlik, kültür, yetenekler gibi insana özgü niteliklerin bu süreçte dönüşmesi gerekebilecektir. Amaç birçok süreç ve işlemi sayısal hale getirmek olsa da insanların yüz yüze etkileşimlere daha açık olduğu düşünüldüğünde sayısal dönüşümün de her zaman “çevrimdışı” bir kısmı olacak ve insanlar arası ilişkiler bu bölümü oluşturacaktır. Bu husus özellikle ticari şirketler için oldukça önemlidir. Bunu yanı sıra kamu kurum

kuruluşları da sayısal dönüşümle bir çok işlemi çevrimiçi olarak sağlasalar da insan faktörünün bu dönüşüme iyi entegre edilmesi gerektiği açıktır.

İyi bir sayısal dönüşüm stratejisi, yeni teknolojilerin getirdiği imkân ve fırsatları adeta bir kaldıraç etkisi ile artıran, teknolojinin etkilerini hızlandıran ve geleceğe yönelik olarak bu kabiliyetleri uyarlayan yapıda olmalıdır. Her şirketin, her ekonomik sektörün veya kamusal teşkilatın kendine özgü şartları ve bu şartlara göre uyarlanmış bir sayısal dönüşüm stratejisi olması doğaldır.

Sayısal dönüşümün gerçekleşebilmesi için iş aktiviteleri ve fonksiyonları, iş süreçleri, iş modelleri, yapılan işin içinde bulunduğu ekosistem, organizasyonel kültür, çalışanlar, yöneticiler ve müşterilerin paydaşlığı gibi birçok alanın dönüşümü de gereklidir. Bir başka ifadeyle, sayısal dönüşüm sadece teknolojiyi yenilemek anlamına gelmemektedir. Hatta yeni çıkan sayısal teknolojileri yoğun olarak kullanarak mevcut piyasada yıkıcı etkiler yapan ve çalıştıkları sektörün iş modellerini tamamen değiştiren firmalar (örneğin Uber) bu anlamda dikkatleri yoğun bir şekilde üstlerine çekse de bu tür şirketlerin sayısal dönüşümün tek ve en iyi örnekleri olduğu söylenemez. Hatta teknolojik imkânlarla büyük ilgi gören şirketlerin bir süre sonra bu dönüşümü devam ettiremediği ve piyasadan kaybolduğu da görülmektedir. Sadece piyasaya yeni giren şirketler değil yerleşik şirketler de sayısal dönüşümden olumlu bir şekilde yararlanabilirler. Önemli olan bu süreçleri devam ettirebilecek şekilde süreçlerin gözden geçirilebilmesidir. Dijital dönüşüm, yeni koşullara ve beklentilere uyum sağlamayı ve çevikliği gerektirmesi nedeni ile büyük ve başarılı kurum ve kuruluşlar için dahi bu dönüşüm zorluklar içerebilmektedir. Bu dönüşümde yaşanan temel zorluklar:

- Tüm kuruluşların ihtiyacı aynı olmadığından herkes için geçerli olabilecek tek bir çözüm bulunmamaktadır.
- Teknoloji hızlı bir şekilde değişmektedir, ancak alışkanlıkları değiştirmek oldukça zordur.
- Sayısal dönüşüm; insan, süreç ve teknoloji gibi birçok etkeni birlikte dönüştürmeyi ve yönetmeyi gerektirmektedir.
- Dönüşüm sırasında iş ve işlemler beklememektedir.
- Sayısal dönüşüm süreklilik arz etmekte olup dönüşüm geçmiş, bugün ve geleceği aynı anda düşünmeyi gerektirmektedir.

Her ne kadar sayısal dönüşümün özel şirketler veya endüstriyel kuruluşlarla ilgisi oldukça yoğun olsa da sayısal dönüşümde kamu idarelerinin rolü oldukça büyüktür. Kamu kurumlarının yoğun olarak faaliyet gösterdiği sağlık, ulaşım, kamusal altyapılar, emniyet ve güvenlik, genel vatandaşlık hizmetleri gibi alanlarda sayısal dönüşüme olan ihtiyaç oldukça fazladır. Bununla birlikte verilen kamu hizmetinin türü ve kamu idaresinin yapısı gibi faktörler burada ön plana çıkmakta ve ülkeden ülkeye değişen ihtiyaçlar oluşmaktadır.

e-Devlet hizmetleri veya sayısal kimlik programları gibi alanlarda sayısal dönüşümün kapsamı ve vatandaşların beklentileri biraz daha açık olsa da diğer kamu hizmetlerinde şeffaflık, etkinlik ve koordinasyon gibi konularda daha yerel uygulama ve süreçler oluşturulması gerekebilir.

Kamuda sayısal dönüşümü zorunlu kılan etkenlerden birisi kamu hizmetlerinin artan maliyetlerinin önüne geçebilmektir. Dünya genelinde nüfusun yaşlanması neticesinde kamunun artan hizmet harcamaları ve bu hizmetlere olan talebin artması bu hizmetlerin sağlıklı bir şekilde devamını temin edebilmek için maliyetleri düşürücü önlemler alınmasını gerektirmektedir.

Maliyet azaltıcı tedbirlerin yanı sıra kamuda sayısal dönüşüm için itici bir başka güç de vatandaşlık deneyiminin daha iyi hale getirilmesinin gerekmesi ve vatandaşların bu yöndeki talepleridir. İnsanlar kendi kişisel yaşamları veya iş hayatlarında yaşanan sayısallaşmanın kamu hizmetlerinde de olmasını talep etmektedir.

Sayısal dönüşüme yönelik her girişimin başarı ile sonuçlandığını söylemek mümkün değildir. Bu konudaki olabilecek başarısızlığın birçok sebebi olsa da olası sebepler⁷:

- Sayısal dönüşümün yanlış anlaşılması,
- Karar vericilerin ve üst yönetimlerin yeterince destek vermemeleri,
- Odak eksikliği,
- Değişime direnç,
- Hız eksikliği,

⁷ <https://cdn.manastir.co/Infoloji/presentations/2-dijital-donusum.pdf>

- Yetenek açlığı,
- Entegrasyon sıkıntıları,
- Süreklilik eksikliği

olarak sayılabilir.

Sayısal dönüşümün getirdiği yıkıcı etkiler zaman zaman çok kısa bir süre önce kurulmuş şirketlerin (start-up'ların) mazileri onlarca yıla dayanan, köklü ve dünyaya yayılmış şirketlerin önüne geçmesine imkân sağlarken bu değişime ayak uyduramayan bazı şirketlerin de bu yıkıcılıktan olumsuz etkilendiği ve piyasadan çekilmek zorunda kaldığı görülmektedir.

Örneğin, 1985 yılında kurulan ve 29 ülkede 5.000'in üzerindeki noktada 7/24 esaslı ile video kiralama işi yapan Blockbuster firması gelişen internet teknolojilerine ayak uyduramayıp müşterilerin beklentilerine cevap verememiş, kendisi ile benzer bir iş modeli ile piyasaya giren, ancak daha sonra internetin getirdiği sayısal dönüşüm ile yeni hizmet imkânlarını değerlendiren Netflix şirketi karşısında rekabet edemeyerek piyasadan çekilmek zorunda kalmış ve 2010 yılında iflasını açıklamıştır.

Sayısal dönüşüme ayak uyduramayan bir diğer şirket Blackberry'dir. İnternet üzerinden anlık mesajlaşma, sesli konuşma, e-posta, faks ve metni ses çevirme gibi birçok yenilikçi özelliğe sahip ilk akıllı telefonları üreten firma olan Blackberry; 2005-2010 arasında gösterdiği başarıyı ilerleyen yıllarda sürdürememiş, piyasada dokunmatik ekranlı telefonlara olan talebi gözardı etme, telefon tasarımlarında müşteri beklentileri ve trendlere uyum sağlayamama ve akıllı telefon pazarına daha sonra giren Apple firması ile rekabet edememe sorunları nedeni ile piyasadaki yerini yitirmiş ve 2011'den itibaren küçülme yoluna gitmiştir. Sayısal dönüşüm yolunda ilklerden olabilmeyi başarmış ve önemli özellikleri müşterilerine sunmuş olan bir şirketin daha sonraki dönemde aynı başarıyı sürdüremeyerek piyasadan silinmesine iyi bir örnek olan bu durum, daha önce ifade edildiği üzere, sayısal dönüşümün tek seferlik bir süreç olmadığı sürekli olarak devam ettirilmesi ve takibi gereken bir döngü olduğunun göstergesidir.

1.2 Sayısal Dönüşüm Kapsamında Endüstri 4.0 Uygulamaları

1.2.1 Endüstri 4.0 Nedir?

21. yüzyılda yapay zekâ devrimiyle birlikte canlı varlıkların yerine getirdikleri fonksiyonlar artık taklit edilebilmekte canlılara ait faaliyetler inorganik mekanizmalar, programlar, robotlar tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Canlılara ait kodların çözülerek sayısal hale getirildiği, canlıların yerine getirdikleri fonksiyonların kodlanarak sayısallaştırıldığı bu döneme, sayısal dönüşüm çağı diyebiliriz. Canlılara özgü fonksiyonlar, kimi zaman bir makine, bazen bir robot ya da çoğu zaman bir bilgisayar programı tarafından yerine getirilebilmektedir. Sayısallaşmayla birlikte ortaya çıkan akıllı makinelerin, düşünen cihazların, yapay zekâlı programların doğal bir sonucu olarak kategorik değişimlerin yaşanacağı ve insanoğlunun hayatında yeni yaşam formlarının ortaya çıkacağı, radikal dönüşümlerin gerçekleşeceği böylesi bir döneme, makine çağı ya da robotik çağ demek de mümkündür. Canlılara ait olan karakteristiklerin taklit edilip sayısal ortama aktarılıp, canlılara ait işlerin yerine getirilmesini sağlayan yegâne araç, canlılara ilişkin veriden başkası değildir. Veri olmadan, sayısal dönüşümden bahsetmek mümkün değildir. Bu nedenle, verinin toplanması, verinin elde bulundurulması, verinin işlenmesi, hülâsa verinin kendisi, 21. yüzyıldaki en önemli bilgi ve meta olarak karşımıza çıkmakta ve sayısal dönüşümün yapıtaşını oluşturmaktadır⁸.

Bu dönüşüme kaynaklık eden ve 4. Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan Endüstri 4.0 kavramı; hız, verimlilik, maliyet ve inovasyon odaklı üretim ve pazarlama anlayışını, süratle gelişen teknoloji olanakları sayesinde gelinen yeni bir düzeyi ifade ediyor. Endüstri 4.0 ile üretim süreçlerindeki tüm birimlerin birbirleriyle iletişim kurabilmesi, büyük verilere gerçek zamanlı ulaşabilmesi ve böylece beklentileri en iyi düzeyde karşılayacak çıktılarını elde edilmesi hedeflenmektedir.

Endüstri 4.0 kavramını ortaya çıkaran dinamiklere bakıldığında dijital dünyada meydana gelen devasa gelişmeler ve bunların ortaya çıkardığı siber-fiziksel sistemler, nesnelerin

⁸ YILDIRIM Faruk, Dijital Dönüşüm, Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, Nisan 2018
<http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/dijital-donusum/9628>

interneti adı verilen ve birbirleriyle iletişim kurabilen milyarlarca cihaz, büyük veri işleme yeteneği gibi bir dizi faktör öne çıkmaktadır.

Endüstri 4.0, geçmişteki diğer sanayi devrimlerine benzer şekilde üretim esaslı olarak ortaya çıkmış gözüke de muhtemel etkilerinin sadece bu alanda olmayacağı tahmin edilmektedir. Sayısallaşma ve onun desteklediği sistemler üretimden pazarlamaya tüm işletme fonksiyonlarını etkilemektedir. Dahası bu süreç sadece işletme düzeyinde değil, çok daha geniş bir alanı etkileyecek gözükmektedir. Büyüme, istihdam, eğitim, yatırım ortamı, girişimcilik gibi makro düzeydeki konular buna örnek olarak verilebilir. Endüstri 4.0 kavramının etkilemesi beklenen konulardan biri yeni iş modellerinin ortaya çıkması ve buna uygun yeni girişimlerin kurulmasıdır. Mevcut iş yapma biçimlerinin yanında, farklı uygulamaların ortaya çıkması, iş yaşamında yeni iş alanlarından ve mesleklerden bahsedilmesi söz konusudur⁹.

Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkışı Alman hükümetinin yürüttüğü ileri teknoloji temalı bir proje ile olmuştur. Projenin çıkış noktası, üretimin bilgisayarlaştırılması yaklaşımıdır. Daha önceki sanayi devrimlerindeki önemli dönüşümlerden esinlenen proje, Endüstri 4.0 olarak adlandırılmış ve bu kavram ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda kullanılmıştır. Endüstri 4.0, kuramsal boyutta ise ilk kez Henning Kagerman ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yayınlanan “Endüstri 4.0: Nesnelerin İnterneti İle 4. Endüstri Devrimine Giderken” başlıklı makale ile gündeme gelmiştir. Makalede, dünyanın yeni bir döneme girdiği ve bu dönemin Endüstri 4.0 olarak nitelendirilmesi gerektiği belirtilmekte ve bu süreci oluşturan bileşenler hakkında bilgi verilmektedir. Daha sonra Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (ACATECH) tarafından 2013 yılında yayınlanan “Endüstri 4.0 Stratejik İnisyatifinin Uygulanmasına Yönelik Tavsiyeler” başlıklı raporla konu kuramsal boyutta resmi bir çerçeve kazanmış oldu.

Endüstri 4.0, değer zinciri boyunca birbirleriyle özerk bir şekilde iletişim kuran teknoloji ve cihazlara dayanan üretim süreçlerinin organizasyonunu ifade etmektedir. Bu organizasyon geleceğin “akıllı” fabrikası olarak tanımlanan, bilgisayar tarafından yönlendirilen

⁹ SOYLU Ali, Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2018
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/474447>

sistemlerin fiziksel süreçleri izlediği, fiziksel bir sanal kopyasını oluşturduğu, kendi kendini örgütlenme mekanizmalarına dayalı, otonom kararlar alabilen bir yapıyı anlatmaktadır.

Endüstri 4.0, mühendislik, planlama, üretim, operasyonel ve lojistik süreçlerinde en yüksek kalite standartlarıyla birlikte daha fazla esneklik ve dayanıklılık sağlayacak, aynı zamanda maliyet, kullanılabilirlik ve kaynak tüketimi gibi çeşitli ölçütlere dayanılarak optimize edilebilen dinamik, gerçek zamanlı olarak optimize edilmiş, kendi kendini organize eden değer zincirlerinin oluşmasını ifade etmektedir¹⁰.

1.2.2 Endüstri 4.0: Temel Özellikler ve İlişkili Kavramlar

Endüstri 4.0, Almanya’da ortaya çıkmış olması itibariyle, Avrupa’da yaygın biçimde bilinmekte ve küresel ölçekte de giderek daha çok tanınmaktadır. İçinde bulunduğumuz süreçte, hızla yaygınlık kazanan 4. Endüstri Devrimindeki temel amaç, kendini yönetebilen üretim süreçlerinin olduğu akıllı fabrikaların hayata geçirilmesidir. Akıllı fabrika oluşturmak ise ancak “Siber-Fiziksel Sistem” ve “Nesnelerin İnterneti” ile mümkün olabilmektedir. O nedenle Endüstri 4.0’ı anlayabilmek için terminolojisi içerisinde sıklıkla kullanılan bu gibi kavramları öncelikle bilmekte fayda vardır. Bu kavramlardan birçoğunun bugün hayata geçirilmiş olması her birini Endüstri 4.0’ın ilk işaretleri olarak göstermekle birlikte, gelecekte neler olabileceğine dair de önemli ipuçları vermektedir. Özellikle de bugünden hayatımıza giren ve birçok alanda etkilerini görebildiğimiz 3 boyutlu yazıcılar ve nesnelerin interneti bireye dokunan en önemli ipuçlarına örnektir. Aşağıdaki şekilde Endüstri 4.0 ile ilişkili kavramlar gösterilmektedir¹¹.

¹⁰ a.g.e

¹¹ EBSO, Sanayi 4.0, 2015

http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf

Şekil 2-5: Endüstri 4.0 İle İlişkili Kavramlar



Endüstri 4,0'ın temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir¹²:

➤ **Birlikte Çalışabilirlik**

Siber-fiziksel sistemler insanların ve akıllı fabrikaların birbirlerine bağlanmalarını ve iletişim kurmalarını sağlar. Buna örnek olarak traktör vb. tarım araçları için hidrolik valflerin üretildiği Almanya'daki bir fabrikada uygulanan bir pilot proje verilebilir. Proje kapsamında insanlar, makineler ve ürünler birbirlerine bağlı olarak çalışmakta, gelecekte üretim ortamının nasıl olacağına ilişkin bir fikir vermektedir.

➤ **Sanallaştırma**

Akıllı Fabrikanın sanal bir kopyası, sensör verilerinin sanal modellemeler ve benzetim modelleriyle birleştirilmesiyle oluşturulur. Örneğin yine Almanya'daki bir fabrika bu şekilde kurulmuş ve üretim süreçleri fabrikada kullanılan ileri teknolojiler sayesinde kendini müşteri isteklerine göre hızla ayarlayabilecek duruma getirilmiştir.

¹² SOYLU Ali, Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2018

<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/474447>

➤ **Yerinden Yönetim**

Siber-fiziksel sistemlerin kendi kararlarını verme yeteneğine sahip olması ve 3D baskı gibi teknolojiler sayesinde ürünlerin yerel olarak üretilmesi sağlanmaktadır. Bu gelişmelerin sonucunda birçok şirket üretim merkezlerini düşük maliyetli bölgelerden yeniden şirket merkezlerinin bulunduğu ülkelere taşımaya başlamış durumdadır.

➤ **Gerçek Zamanlı Yetenek**

Verileri toplama ve analiz etme yeteneği ve türetilmiş analizleri hemen sunma olanağı bulunmaktadır. Örneğin bir enerji yönetim şirketi olan Eaton, yüksek basınç hortumlarına, hortumun ne zaman aşınabileceğini fark eden sensörler yerleştirerek muhtemel tehlikeli kazaların önüne geçebilmektedir. Ayrıca hortumların kilit bileşeni olduğu makinelerin yüksek atıl durma maliyetinden tasarruf edilmesi sağlanmaktadır.

➤ **Platform Odaklı Hizmetler**

Servis sağlayıcı platformlar üzerinden siber-fiziksel sistemler, insanlar ve akıllı fabrika servislerinin sunulmasını ifade etmektedir. Üretim, müşteri odaklı olmalıdır ve bu bağlamda insanlar ve akıllı cihazlar, müşterinin özelliklerine dayalı ürünler üretmek için servis sağlayıcı platformlardan verimli bir şekilde bağlanabilmelidir.

➤ **Modülerlik**

Değişen ihtiyaçlara yanıt verebilecek değiştirilebilir veya genişletilebilir modüllere sahip akıllı fabrikaların değişen ihtiyaçlara esnek adaptasyonunu sağlamak mümkün olabilmektedir.

Endüstri 4.0 bir takım bileşenlere sahiptir. Bu bileşenler; siber güvenlik, siber-fiziksel sistemler, bulut teknolojileri, akıllı fabrikalar, nesnelerin interneti, internet servisleri, öğrenen robotlar, büyük veri, sanal gerçeklik ve 3 boyutlu yazıcı teknolojileridir¹³.

¹³ AKBEN İbrahim, AVŞAR İlker İbrahim, Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 2018
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/465518>

➤ **Siber Güvenlik**

Pek çok kritik uygulamanın alt yapısında merkezi denetim ve veri toplama sistemleri kullanılmaktadır. Bu uygulamalar siber saldırılara her geçen gün artan bir oranda hedef olmaktadır. Bunun sonucu olarak işletmeler bilişim teknolojilerini verimli bir şekilde kullanabilmek, akıllı cihazların iletişimde kesintiye uğramamak, verilerinin yetkisiz kişilerin eline geçmesini engellemek gibi sebeplerden siber güvenlik uzmanları ile çalışma zorunluluğuyla karşı karşıya kalabilirler.

➤ **Siber-Fiziksel Sistemler**

Siber-Fiziksel Sistemler (SFS), çevredeki fiziksel dünya ve onun devam eden süreçleri ile yoğun bir bağlantı içinde olan; aynı zamanda veri erişim ve veri işleme servislerinin internet üzerinde kullanımda olduğu ortak çalışan hesaplama varlıklarının sistemleridir. SFS uygulamasında veri doğrudan algılayıcılardan ölçülebilir veya kontrol ünitelerinden elde edilebilir.

➤ **Bulut Teknolojileri**

Bulut bilişim, imalat sanayi için önemli bir destekleyici olarak ortaya çıkmıştır. Talep karşılığında işletmelere sunucu, depolama, ağ, yazılım gibi bilgi teknolojileri kaynağı sağlar. Daha geniş bir ifadeyle bulut bilişim, bilgisayar ağı, sunucu, depolama uygulamaları ve hizmetleri gibi yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarının paylaşıldığı bir havuza isteğe bağlı ağ erişimini kullanışlı hale getirmek için geliştirilmiş bir modeldir.

➤ **Akıllı Fabrikalar**

Akıllı üretim, üretim ve tedarik zinciri aşamalarında ağ tabanlı bilgi teknoloji bileşenlerinin kullanılması ile oluşur. Akıllı Fabrika (AF) Endüstri 4.0'ın anahtar özelliğidir. Bir AF teknolojik olarak SFS'lere dayanır. Bu sistemler görevlerini fiziksel ve sanal dünyadan gelen bilgiler ile başarırlar. AF, çeşitlenmiş ürün yanında tam zamanında üretimi az kayıp ile olanaklı kılacak özellikte ve müşteri taleplerine anında yanıt verecek nitelikte olmalıdır.

➤ **Nesnelerin İnterneti**

Yeni İnternet protokolü IPv6'nin 2012 yılında devreye girmesi ile akıllı nesnelerin direk ağlarda iletişim halinde olabilmesi için yeterli adres sağlanmış oldu. Bununla birlikte ağ

kaynakları, bilgi, nesnelere ve insanlar etkileşime girerek Nesnelere İnternetini ve servislerini oluşturmaları mümkün olmuştur. İmalat sektöründe böylesine bir gelişme endüstrileşmenin dördüncü aşaması olarak adlandırılabilir. Nesnelere İnterneti ve İnternet servisleri üretim sürecinde dördüncü endüstri devrimini başlatmıştır. Nesnelere İnterneti algılayıcı, taşınır cihaz gibi aygıtların ortak bir amaca hizmet etmek için benzersiz adresleme şemaları ile birbirleriyle etkileşime girmesine ve çevredeki akıllı bileşenlerle işbirliği yapmasına izin verir.

➤ **İnternet Servisleri**

İnternet servisleri, servis sağlayıcıların servislerini internet aracılığı ile sunmalarına imkân tanır. Hizmet için bir altyapı, iş modeli ve servisin kendisi İnternet Servis modelini oluşturur. İnternet Servisi ile olası dijitalleştirme seviyesine bağlı olarak işletmelere dünya çapında hizmetler sunulabilir.

➤ **Öğrenen Robotlar**

Bir robot için önemli kabiliyet olan, geçmiş tecrübelerden edindiği bilgiyle mevcut bir problemi çözebilmesidir. Değişen bir ortamda deneyimlerinden yararlanan insanlar daha başarılı olacaklardır. Robot geliştiricilerin amaçlarından bir tanesi de deneyimlerinden yararlanabilme özelliğini robotlara kazandırmaktır. Bu deneyimsel bilginin, programcılar tarafından klasik programlamaya göre avantajları vardır. Bir robot için bu avantaj, geçmiş tecrübelerden edindiği bilgilerle bir sorunu çözmesi olacaktır.

➤ **Büyük Veri**

Büyük veriler, veri tabanlarına ve veri analizine dayalı geleneksel çözümlere alternatif sağlamayı amaçlayan popüler bir olgudur. Bu olgu sadece veri erişimiyle veya büyük verileri depolamayla ilgili değildir. Aynı zamanda Büyük Veri çözümleri, onları anlamaya ve değerlerini kullanmaya yönelik olarak verileri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Büyük Veri, terabyte, petabyte, hatta exabyte seviyesinde olan veri kümelerine atıfta bulunur, bu veri kümelerinin büyük boyutları, ortalama bir veri tabanı yazılımı aracının veriyi etkin şekilde yakalama, depolama, yönetme ve analiz etme yeteneğinin ötesine geçer. Büyük Veri genellikle geniş aralıkları, karmaşık yapısı ve boyutu nedeniyle geleneksel veri işleme yöntemleri tarafından kullanılamayacak bir veri kümesidir. Büyük veri kuruluşlar için değer

yaratmada ve rekabette önemli bir etkiye sahip olabilir. Örneğin müşteriler ile etkileşimde bulunmakta, yeni ürünler geliştirmekte avantajlar sağlayabilir. Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerinden olan nesnelerin interneti işletmelerde tablettan sensörlere kadar geniş bir cihaz yelpazesinde veri oluşturan yapısıyla büyük veri kullanmanın önemli olduğu alanlardan bir tanesidir.

1.2.3 Endüstri 4.0'ın Beklenen Etkileri ve Bu Süreçte Karşılaşılabilecek Zorluklar

Endüstri 4.0 devrimiyle birlikte oluşan gelişmeler her alanda önemli etkilere neden olacağı gibi beraberinde bu sürece uyum açısından önemli zorluklar da doğurmaktadır¹⁴.

1.2.3.1 Endüstri 4.0'ın Beklenen Etkileri

Endüstri 4.0 tartışmalarının başladığı Avrupa'da yapılan çalışmalar ve araştırmalar incelendiğinde, yeni üretim tarzının olası etkileri; İstihdam, Sürdürülebilir Rekabet, Toplumsal, Çevresel, İnovasyon, Araştırma ve Geliştirme üzerindeki etkiler olmak üzere beş başlık altında toplamak mümkündür.

➤ İstihdam Üzerindeki Etkisi

Batı ekonomilerinin yeni üretim tarzıyla temel hedefleri, üretimde ve dolayısıyla istihdamda süren düşüş eğilimini tersine çevirmek ve yükselen sektörlerde istihdam olanakları sağlamaktır. Nitekim Avrupa'da finansal olmayan sektörlerde, 2007 yılında toplam istihdam oranı %27 iken 2009 yılında % 22'lere düştüğü görülmektedir. Avrupa ülkelerinin lokomotif gücüne sahip olan Almanya'nın öncülüğünde gelişen yeni üretim tarzının temel hedefi Asya üretim tarzı olarak bilinen ucuz emeğe dayalı üretim tarzı yerine akıllı üretim tarzını ikame ederek artan işsizliği azaltacak yeni istihdam alanları yaratmaktır. Avrupa tarafından 2020 yılı için oluşturulan yol haritasında çok sektörlü ve boyutlu bir şekilde geleceğin üretimini ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirme planlanmaktadır. Yeni üretim tarzı, otomotiv, mikroelektronik, telekomünikasyon, tekstil ve giyim, sağlık ürünleri, ev aletleri, elektroteknik ekipman, makineler, vb. gibi birçok imalat sektöründe etkili olacaktır. Bu sektörlerin yeni üretim tarzına uyum sağlayabilmesi ileri ve

¹⁴ BAĞCI Erdem, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2018

<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/564552>

geri bağlantılı sektörlerin gelişmişliğine bağlıdır. Bu bağlamda yeni üretim tarzı bütün sektörlerin aynı anda gelişmesine olanak sağlayacağı için Avrupa açısından istihdam olanakları sağlayacak ve işsizliği azaltıcı bir etki doğuracaktır.

➤ **Sürdürülebilir Rekabet Üzerindeki Etkiler**

Endüstri 4.0 devrimi ile birlikte oluşan yeni üretim tarzı üreticilerin karlılığını, pazar payını arttıracığı için uzun vadede teknolojik rekabet gücüne daha fazla yatırım yapılmasına imkân sağlayacaktır. Bu bağlamda Avrupa'nın ihracat lideri olması hedeflenmektedir. Yeni üretim tarzının sağladığı imkânlar sonucu, düşük ücret avantajından yararlanmak için Avrupa'dan Asya'ya yönelen üretim amaçlı yatırımların tersine dönmesi mümkün olacaktır. Bu durum kalite, maliyet ve ürün teslimi konularında Avrupa'nın rekabet gücünü arttıracaktır. Yeni üretim tarzına uyum süreci yenilikçi yaklaşımların gelişmesini tetikleyecek ve bilgi yoğun becerilerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu beceriler sayesinde kıt kaynakların geri dönüştürülmesi mümkün olacağı gibi yüksek performanslı ve küçük ölçekli üretimi mümkün kılacaktır. İmalatta kaynak verimliliği, tedarik zinciri dinamiklerinin etkin yönetilmesi ve hızlı karar alabilme yeteneğinin doğması önemli düzeyde rekabet gücü sağlayacaktır. Rekabet gücünün önemli unsurlarını oluşturan verimlilik, üretkenlik, esneklik, piyasaya duyarlılık, kalite ve sıfır hataya dayalı üretim, yeni üretim tarzının en önemli kazanımları olacak ve yüksek katma değerli üretim imkânı sağlayacaktır.

➤ **Toplumsal Etkiler**

Yeni üretim tarzının toplumsal etkileri sadece istihdam yönünden olmayacaktır, aynı zamanda toplumu oluşturan bireylerin başarısını arttıracak ve güvenli bir iş ortamı sağlayacaktır. Buna ek olarak yeni üretim tarzının ihtiyaç duyduğu vasıflara uygun eğitim programları zorunlu hale gelecektir. Bu durum insani gelişmişliği de arttıracaktır. Nitekim beyaz yakalı ve mavi yakalı çalışanların entegrasyonunu sağlayacak ve toplumsal uyumu getirecektir.

➤ **Çevresel Etkiler**

Yeni üretim tarzının çevresel etkileri en basit haliyle, daha az kaynak ile daha fazla üretimin mümkün kılacağı için doğa tahribatı daha düşük düzeyde olacaktır. Üretimde kalite ve verimliliğe odaklanma olacağı için emisyon ve atıkların düzeyinin düşeceği tahmin

edilmektedir. Nitekim sanal ortamda, üretim süreci prototipi oluşturulması ve süreç kontrollerinin yapılması mümkün olacağı için üretim tesisi kurulmadan, yatırımlar gerçekleşmeden sanal ortamda her türlü risklerin değerlendirilmesi mümkün olacaktır. Yenilebilir enerji kullanımı artacak ve klasik enerji kaynaklarının kullanımı azalacaktır. Bu durum önemli düzeyde kaynak tasarrufu sağlayarak olumlu çevresel etkiler sağlayacaktır.

➤ **İnovasyon, Araştırma Geliştirme Üzerindeki Etkiler**

Yeni üretim tarzının dinamizmini oluşturan temel faktör araştırma ve geliştirme ile ortaya çıkan inovasyondur. Bu nedenle, ekonomiyi oluşturan temel dört önemli birimden biri olan firmaların rekabet davranışının belirleyicisi de araştırma ve geliştirme faaliyetleri olacaktır. Firmaların ayakta kalabilmelerinin tek yolu araştırma ve geliştirmeye önemli düzeyde kaynak ayırmasıdır. Bu durum doğal olarak daha iyi ürünü, daha hızlı ve daha az kaynak ile üretmeyi ve müşteri talebine daha hızlı yanıt verebilmek için yapılacak çalışmaları hızlandıracaktır. Tüm bu gelişmeler zaman tasarrufu sağlayarak farklı ürün ve hizmetlerin üretilmesine ve sunulmasına imkân tanıyacaktır.

1.2.3.2 Endüstri 4.0 Devriminin Getirebileceği Zorluklar

Yeni sanayi devrimi ile birlikte gelecekte farklı becerilere sahip bireylere ihtiyaç duyulacaktır. Bu nedenle, hükümetlerin yeni sanayi devrimiyle oluşan alanlar ile ilgili eğitimi desteklemesi ve insan gücünü ona göre yetiştirmesi gerekmektedir. Bazı bölgelerde demografik değişimlerin olması kaçınılmaz olacaktır.

1.2.4 Dünya’da ve Avrupa Birliği’nde Endüstri 4.0’a Yönelik Çalışmalar

Başlangıçta Endüstri 4.0’ı mümkün kılan şartlar Almanya’ya özgü olarak gelişmiş, rekabetçi ve yenilikçi imalat sektörü ile ülkenin endüstriyel üretim araştırma geliştirme alanındaki teknolojik liderliğini sürdürebilmek için Almanya uzun vadeli strateji olarak Endüstri 4.0’a yatırım yapmıştır.

Almanya’da sanayileşme alanında yaşanan bu gelişmeleri izleyen Avrupa Birliği tarafından 2012 yılında sürdürülebilir bir Avrupa için, Avrupa’nın göreceli olarak bozulan ekonomisini

geleceğe yönelik olarak yeniden ayağa kaldıracak bir dizi çalışma başlatıldı. Bu çalışma kapsamında;

- 1) Kaynak verimliliğini artırmak için teknik düzenlemeler yapıldı. Bu düzenlemeleri teşvik etmek, yeni teknolojilerin benimsenmesini hızlandırmak için altyapı ile Ar-Ge / inovasyon projelerini destekleyen alanlarda teşvik verilmesi kararlaştırıldı. Bu kapsamda gelişmiş imalat teknolojileri, temel teknoloji pazarları, bio ürün pazarları, hammaddeler pazarı, sürdürülebilirlik için temiz araçlar pazarı ve akıllı şebeke sistemleri teşvik kapsamına alındı.
- 2) Bir yandan iç pazarda ticareti canlandırmak için iyileşmeler yaparken diğer yandan Avrupa ekonomisinin bel kemiğini oluşturan KOBİ'leri güçlendirerek ihracatı artırmak için hızlı büyüyen ekonomilere yönelik ticareti serbestleştirecek anlaşmalar yapma kararı alındı.
- 3) Kamu ile özel sektörde yatırım ve inovasyonu desteklemek için yeterli finansal kaynağı sağlamak başlıca hedef olarak konuldu.
- 4) Yeni sanayiye yönelik gerekli yetişmiş insan gücünü sağlayacak eğitimleri düzenlemek için çalışmalar başlatıldı.

2020 yılı sonuna kadar 24 ila 30 milyar civarında cihazın birbirine bağlı olması beklenmekte olup bunların 10 milyar adedinin telefonlar, tabletler ve giyilebilir sistemlerden oluşacağı tahmin edilmektedir. Bu sistemin geliştirilmesi, uygulamaların hazırlanması, cihaz donanımları, sistem entegrasyonları, veri depolama sistemlerinin oluşturulması güvenlik ve bağlantı gibi nesnelerin interneti çözümlerine ise milyarlarca dolarla ifade edilen kaynaklar aktarılacaktır. Bu kaynakların ekonomiye katkısının ise 2025 yılına kadar 13 trilyon ABD Doları olarak hesaplanmaktadır.

Bu konuda önemli çalışmalar yapan Gartner şirketi birbirine bağlı nesnelerin 2016 yılında 2015 yılına göre % 30 arttığını ve 6,4 milyara ulaştığını düşünmektedir. Şirket, 2016 yılında her gün 5,5 milyon nesnenin birbirine bağlandığını ifade ederek, 2020 yılında 20,8 milyar adede ulaşacağını tahmin etmektedir. Bunun yanında, bu alana yapılan yatırımların da 2016 yılında 2015 yılına göre % 22 artacağı tahmin edilmektedir¹⁵.

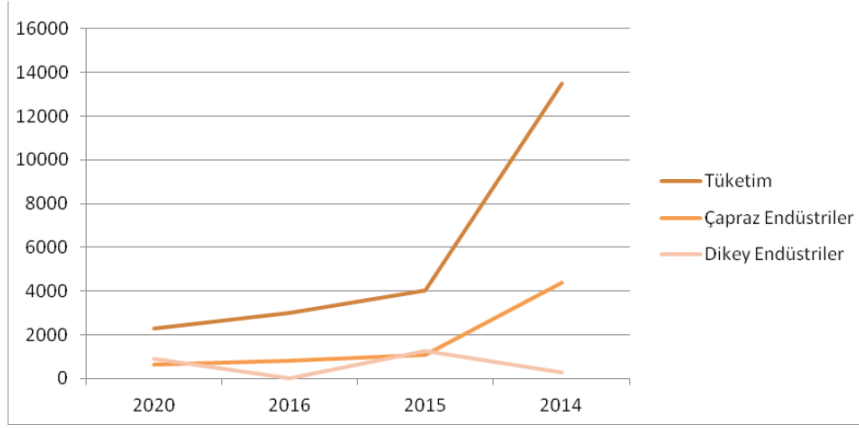
¹⁵ MÜSİAD, Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği, 2017
<https://www.musiad.org.tr/uploads/yayinlar/arastirma-raporlari/pdf/lojistik-raporu.pdf>

Çizelge 2-1: Birbirine Bağlı Nesnelerin Yıllara Göre Adetsel Dağılımı

Birbirine Bağlı Cihaz Sayıları (Milyon Adet)				
Kategori	2014	2015	2016	2020
Tüketim	2277	3023	4024	13509
Çapraz Endüstriler	632	815	1092	4408
Dikey Endüstriler	898	1,065	1276	288
Toplam	3,807	4,902	6,392	20,797

Kaynak: Gartner

Şekil 2-6: Yıllara Göre Birbirine Bağlı Nesnelerin Adetsel Dağılımı (milyon adet)



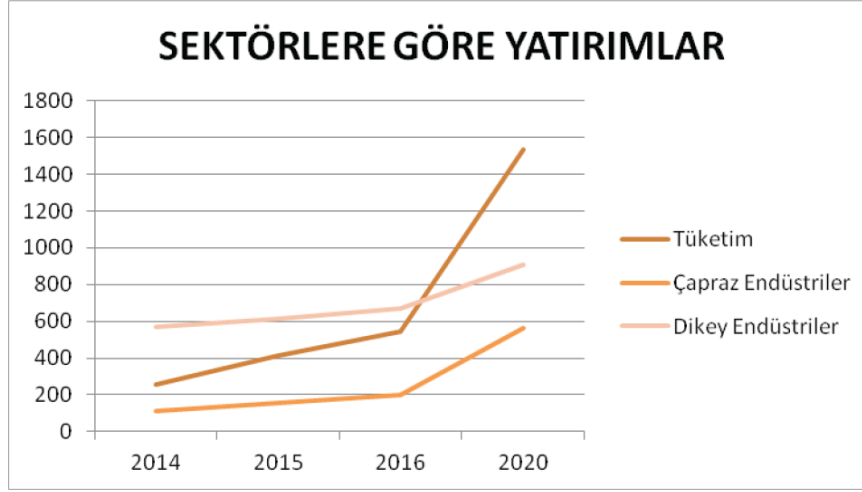
Kaynak: Gartner

Çizelge 2-2: Yıllara Göre Sektör Bazında Yatırımlar ve 2020 Tahminleri

Sektörlere Göre Yatırımlar (Milyar Dolar)				
Kategori	2014	2015	2016	2020
Tüketim	257	416	546	1534
Çapraz Endüstriler	115	155	201	566
Dikey Endüstriler	567	612	667	911
Toplam	939	1,183	1,414	3,01

Kaynak: Gartner

Şekil 2-7: Yıllara Göre Sektörlere Göre Yatırımlar ve 2020 Tahminleri



Kaynak: Gartner

Bu ekosistemlerin başta nihai tüketiciler, hükümetler ve işletmeler tarafından kurulup kullanılacağı öngörülmektedir. Özellikle imalat, ulaştırma, savunma, tarım, lojistik, bankalar, bağlı ev hizmetleri ve sağlık alanlarında bu hizmetlerin kullanılacağı düşünülmektedir.

Şu anda başta Honeywell, Hitachi, Ge, Cisco, IBM, Google, Skyworks, Tesla, Apple, Ambarella, ARM Holdings, Microsoft, Zebra gibi teknoloji şirketleri olmak üzere birçok uygulama veri toplama amaçlı olarak çalışıyor. Çeşitli IoT platformları da cihazların sensörleri ve veri ağları arasından köprü görevi görmektedir. Bu platformların başlıcaları Amazon Web Services, Microsoft Azure, ThingWorx IoT Platformu, IBM Watson, Cisco IoT Cloud Connect, Salesforce IoT Cloud, Oracle Cloud, GE Predix gibi şirketlerdir.

1.3 Sayısal Dönüşüm Kapsamında Yapay Zekâ

Yapay zekâ, kısaca özellikle bilgisayar sistemlerinde makinelerle, insan zekâsı süreçlerinin simülasyonu olarak tanımlanabilir. Yapay zekâ tanımı, 1956'da disiplinin doğduğu The Dartmouth Konferansı'nda Amerikalı bir bilgisayar bilimcisi olan John McCarthy tarafından yapılmıştır ve bugün, robotik süreç otomasyonundan gerçek robotlara kadar her şeyi kapsayan bir şemsiye terimdir. Son zamanlarda kısmen büyük verilere bağlı olarak öne

çıkıştır. Yapay zekâ, veriyi insanlara göre daha etkin bir şekilde tanımlamak gibi görevler gerçekleştirerek, işletmelerin verilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır.

Yapay zekâ, makinelerin karmaşık problemlere insanlar gibi çözümler üretmesini sağlama ile ilgilenen bir bilim dalıdır. Bu genellikle insan zekâsının karakteristiğini alıp, bilgisayara algoritma olarak uygulanması ile gerçekleştirilmektedir. Talep edilen veya arzulanan ihtiyaçlara göre, hangi etkiye karşı hangi akli tavır sergilenecekse, az veya fazla esnek ya da etkili yaklaşımlar gösterilebilmektedir. Genellikle bilgisayar bilimleri ile ilişkilendirilse de matematik, biyoloji, psikoloji, felsefe ve diğer farklı bilimler ile de yakından ilgilidir. Tüm bu alanlardaki bilgilerin kombine edilmesi eninde sonunda yapay zekâ konusundaki gelişmelere bağlı olacaktır.

Yapay zekâ giderek hayatımızın daha fazla alanına girmeye başlamış bulunmaktadır. Elon Musk, Stephen Hawking, Mark Zuckerberg, Bill Gates ve Ray Kurzweil gibi günümüz dünyasının şekillenmesinde büyük rol oynayan isimlerin yapay zekâya dair çeşitli fikirleri bulunmaktadır. Birçok girişim, şirket, otomobil markası ve sosyal medya ağı yapay zekânın potansiyellerinden faydalanmak adına işe koyulmuştur. Günlük hayatımızı kolaylaştırma motivasyonu ile yola çıkan birçok girişimde yapay zekâ destekli teknolojiler görülebilmektedir. Yapay zekâlı moda asistanı, klinik, fotoğraf stüdyosu ve uykuya yardımcı yapay zekâ sayılabilecek örneklerden sadece birkaçını oluşturmaktadır. Hatta yapay zekâ sadece insanlığa fayda sağlayacak ürünlere değil kültürel etkinliklere de el atmış durumdadır. Satranç, Go ve hatta kumar oynayabilen yapay zekâ şarkı da besteleyebilmektedir.

Oxford ve Yale Üniversitelerinin yaptığı bir çalışmaya göre önümüzdeki 50 yılda yapay zekâ milyonlarca işin üstesinden gelecektir. Çalışma, robotların insanların görevlerini zamanla alacağını düşünen 352 yapay zekâ araştırmacısının anket sonuçlarına dayanmaktadır. İleri düzey matematik, kitap yazmak gibi karışık görevlerin yapay zekâlar tarafından gerçekleştirilmesi daha uzun zaman alacak olsa bile 2051 yılında insanların gerçekleştirdiği bütün görevlerin ve 2136 yılında da tüm mesleklerin otomatikleşebileceği düşünülmektedir¹⁶.

¹⁶ <https://www.dunyahalleri.com/2017nin-yapay-zeka-gelismeleri/>

1.3.1 Yapay Zekâ Türleri

Yapay zekâ, çeşitli şekillerde kategorize edilebilir. Bunlardan birincisi, yapay zekâ sistemlerini ya “Zayıf Yapay Zekâ” ya da “Güçlü Yapay Zekâ” olarak sınıflandırmaktadır. “Dar Yapay Zekâ” olarak da bilinen Zayıf Yapay Zekâ, belirli bir görev için tasarlanmış ve eğitilmiş bir yapay zekâ sistemidir. Apple'ın Siri gibi sanal kişisel asistanları bir Zayıf Yapay Zekâ türüdür.

Yapay Genel Zekâ olarak da bilinen Güçlü Yapay Zekâ, genelleştirilmiş insan bilişsel yeteneklerine sahip bir yapay zekâ sistemi olup, bilinmeyen bir görevle birlikte sunulduğunda, bir çözüm bulmak için yeterli kabiliyeti vardır. 1950 yılında matematikçi Alan Turing tarafından geliştirilen Turing Testi, bir bilgisayarın aslında insan gibi düşünebilip düşünemediğini belirlemek için kullanılan yöntemdir.

Michigan State Üniversitesi'nde bütünleştirici biyoloji ve bilgisayar bilimi ve mühendisliği yardımcı doçenti Arend Hintze; bugün var olan yapay zekâ sistemlerinden, henüz mevcut olmayan duyarlı sistemlere kadar, yapay zekâyı dört türe ayırmaktadır. Bunlar:

- **Tip 1- Reaktif Makineler:** Buna bir örnek Garry Kasparov'u 1990'larda yenen IBM satranç programı Deep Blue'dur. Deep Blue, satranç tahtasındaki parçaları tanımlayabilmekte ve tahminlerde bulunabilmektedir. Ancak hafızası yoktur ve gelecekteki kararlar için geçmiş deneyimleri kullanamamaktadır. Olası hamlelerini yaparken kendini ve rakibini analiz ederek en stratejik hareketi seçmektedir. Deep Blue ve Google'ın AlphaGO'su dar amaçlar için tasarlanmış ve başka bir duruma kolayca uygulanamamıştır.

- **Tip 2- Sınırlı Hafıza:** Bu yapay zekâ sistemleri, gelecekteki kararlar için geçmiş deneyimleri kullanabilmektedir. Otonom araçlarda karar verme işlevlerinden bazıları bu şekilde tasarlanmıştır. Gözlemler, şerit değiştirmiş bir araba gibi, çok uzak olmayan bir gelecekte meydana gelecek eylemler hakkında bilgi vermek için kullanılmaktadır. Bu gözlemlere ait veriler kalıcı olarak saklanmamaktadır.

• **Tip 3- Akıl Teorisi:** Bu bir psikoloji terimidir. Kendi inanç, arzu ve niyetleri olanların aldıkları kararların etkilerini, diğerlerinin anlamalarını ifade etmektedir. Bu tür yapay zekâ henüz mevcut değildir.

• **Tip 4- Öz farkındalık:** Bu kategoride, yapay zekâ sistemleri bir benlik duygusuna sahiptir. Öz-farkındalığa sahip makineler mevcut durumlarını ve diğerlerinin neler hissettiğini anlamak için bu bilgiyi kullanabilmektedirler. Bu tür yapay zekâ henüz mevcut değildir¹⁷.

1.3.2 Yapay Zekâ Uygulama Alanları

1.3.2.1 Sağlıkta Yapay Zekâ

Tıbbi uzman sistemler, tıbbi alanlar içerisindeki yapısal sorunları çözmek ve yanıtlar sağlamak amacıyla geliştirilmektedir. Tıbbi uzman sistemler bir veya daha çok tıbbi uzmanın tavsiyeleri doğrultusunda geliştirilmektedir. Böylece en uygun sorular dikkate alınarak doğru sonuçların üretilmesi sağlanmaktadır. Tıbbi uzman sistemlerin amacı hekimin yerini almaktan çok hastaya ait verilere dayanarak, hekime tavsiye ve önerilerde bulunmaktır. “Tıbbi yapay zekâ”nın temel ilgi alanı klinik teşhis işlemlerini gerçekleştirebilecek ve tedavi önerilerinde bulunabilecek yapay zekâ programlarının oluşturulmasıdır¹⁸.

Sağlıktaki yapay zekâ çalışmalarında geliştirilen uygulamalar doğal dili anlamakta ve sorulan sorulara cevap verebilmektedir. Sistem, bir hipotez oluşturmak için hasta verilerini ve diğer mevcut veri kaynaklarını inceleyerek, puanlama şeması oluşturmaktadır. Diğer yapay zekâ uygulamaları arasında; soruları yanıtlamak ve müşterilere yardımcı olmak için çevrimiçi olarak kullanılan bir bilgisayar programı ile sohbet robotları, takip randevularının planlanması veya hastalara faturalandırma sürecinde yardım edilmesi ve temel tıbbi geri bildirim sağlayan sanal sağlık asistanları bulunmaktadır.

¹⁷ <http://searchcio.techtargget.com/definition/AI>

Sağlık alanında başta hasta tanı ve tedavi sonuçlarını iyileştirmek olmak üzere, maliyetleri düşürmek için kullanılan yapay zekâ teknolojileri, insanlara göre daha iyi ve daha hızlı teşhis yapmak için geliştirilmektedir.

Sağlık sektöründe yapay zekâ olarak gelecek yıllarda devrime yol açması beklenen bazı uygulamalara aşağıda yer verilmektedir:

Google Deepmind

Son zamanlarda, yapay zekâ araştırmaları için şirketin kendi bünyesinde başlatılan Google Deepmind sağlık projesinde, tıbbi kayıtlar daha hızlı ve daha iyi sağlık hizmeti vermek amacıyla kullanılmaktadır. Google Deepmind dakikalar içinde tıbbi bilgilerin işlenmesini yapabilmektedir. Araştırma erken aşamasında olsa da, Google şu anda Moorfields Hospital ve NHS gibi kurumlarla sistemi geliştirebilmek için işbirliği yapmaktadır.

IBM WatsonPaths

IBM Watson, Cleveland Clinic ve Lerner Case Western Reserve Üniversitesi Tıp Fakültesi ile işbirliği yaparak kendi bünyesi içinde WatsonPaths adlı bir proje başlatmıştır. WatsonPaths, hekimlerin daha bilinçli, daha doğru ve daha hızlı kararlar almalarına yardımcı olmak, elektronik tıbbi kayıtları (EMR) analiz etmek için tasarlanan ve Watson Yapay Zekâ algoritması kullanılan IBM'in yürüttüğü bir projedir.

Careskore

Careskore, Chicago'da ortaya çıkan, sağlık sistemi ve hekimler için bulut tabanlı yapay zekâ çözümleri sunan bir platformdur. Careskore temel olarak gerçek zamanlı Zeus algoritmasıyla hastaların klinik, laboratuvar, demografik ve davranışsal verilerini kaynak olarak kullanarak tahminler yapan bir yapay zekâdır. Topladığı bu veriler ışığında hastaların kendi sağlıkları hakkında daha şeffaf bilgi edinmesini ve hastanelerin hizmet kalitelerini arttırmalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca hastalar bireysel olarak sisteme kaydolarak yapay zekâ temelli bu sistem sayesinde kendi sağlıklarındaki risk ve sorunlar hakkında bilgi edinebilmektedir.

Tümör Toplantılarına Katılan Yapay Zekâ

Kanser tedavisine karar verirken doktorlar genellikle bir ‘tümör toplantısı’nda bir araya gelerek seçenekleri gözden geçirmektedir. IBM’in Watson adlı yapay zekâ programı da Güney Kore ve Hindistan gibi bazı ülkelerde bu toplantılara katılmaya başlamıştır. Genellikle doktorlarla aynı kararı alabilen Watson’ın performansını değerlendiren IBM, Watson’un teşhiste bulunmadığını doktorlara tümör hakkında ayrı bir bakış açısı sunduğunu açıklamıştır.

Hastaların Ayağına Giden, Taşınabilir ve Otonom Bir Yapay Zekâ Kliniği

Artefact Group adlı bir tasarım ajansı AIM adını verdiği, hastaların ayağına giden, taşınabilir ve otonom bir yapay zekâ kliniği geliştirmiştir. Otonom araç formundaki AIM, yapay zekâ kullanarak hastaların sağlık problemlerini tespit edip isabetli tanılarda bulunmakta ve bazı ihtiyaçlar ortaya çıktıkça çözümler sunmaktadır. Sistem hastaların basit etkileşimler kullanarak nasıl hissettiklerini anlatmalarını sağlamaktadır. Bünyesinde bulunan ısı görüntüleme ve nefes analizi gibi teşhis sistemleri sayesinde hastalıkları kolayca belirleyen sistem, ayrıca hastanın ağırlığını, vücut kütle endeksini, denge ve duruş özelliklerini ölçebilmektedir. AIM’in içindeki koltuk, solunum sistemi ve kalp ritminin ses analizini yapmaktadır.

Tıbbi Görüntülemelerde Yapay Zekâ

Tıbbi görüntüleme ve vücudun içyapılarını görüntülemeye yarayan yöntemleri kapsamaktadır ve bu yöntemlerden X-ışını, MRI, Ultrasonografi, Tomografi yaygın olarak bilinenlerden bir kaçıdır. Bu görüntüleme teknikleri hakkında düşününce akla ilk olarak, bazen bir odadan bile daha büyük, pahalı görünümlü ve karmaşık makineler gelmektedir. Şu andaki bu etkili görüntüleme teknolojilerinin yaygınlaşmamasının en büyük sebebi pahalı ve nitelikli insan gücüne ihtiyaç duyulmasıdır. Bu sorun tam olarak da yapay zekâ start-up’larının çözmeye çalıştıkları problemdir. Ülkemizde oldukça yaygın olsa da dünyanın %60’ı halen modern medikal görüntülemelere ulaşamamaktadır.

3Scan

San Francisco tabanlı bu start-up, laboratuvar ve araştırmacıların mikroskoplar yardımıyla dokular hakkında daha iyi görünüm oluşturması için görüntü işleyen yapay zekâ tasarlamayı

amaçlamaktadır. Şirketin kurucularından ve CEO'su Megan Klimen'e göre, 3Scan doku analizinde araştırmacılar için sıkıcı bazı angarya manuel süreçleri ortadan kaldırebilmektir. Ayrıca Klimen, 3Scan'ın geleneksel yöntemlerle bir patoloğun bir günde inceleyeceği dokuları çok daha kısa sürelerde analiz edebileceğini belirtmektedir.

Enlitic

Enlitic, derin öğrenme teknolojileri sayesinde özellikle Radyoloji görüntülerinde veri toplama, bu verileri analiz etme ve görüntü tanımda kullanılmaktadır.

Enlitic'in yapay zekâsı tıbbi görüntüleri milisaniye cinsinden yorumlayabilmektedir. Bu da ortalama bir radyologdan yaklaşık 10.000 kat daha hızlıdır. Buna ek olarak, yapılan bir testte, birlikte yorumlayan üç uzman radyoloğa karşı Enlitic sisteminin malign tümörleri sınıflandırmada %50 daha iyi olduğu görülmüştür.

1.3.2.2 İş Dünyasında Yapay Zekâ

Robotik süreç otomasyonu, insanlar tarafından normal olarak gerçekleştirilen çok tekrarlı görevlere uygulanmaktadır. Makine öğrenimi algoritmaları, müşterilere nasıl daha iyi hizmet verileceğiyle ilgili bilgileri ortaya çıkarmak için analitik ve müşteri ilişkileri yönetimi platformlarına entegre edilmektedir. Müşterilere anında hizmet vermek için internet sitelerine dâhil edilmiştir. Business Insider'ın araştırma hizmeti olan BI Intelligence tarafından yayınlanan rapora göre yapay zekâ perakendede karlılığı artırmaktadır.

e-Ticaretin yaygınlaşması perakendecilerin önceliklerini de değiştirmiştir. Online satış kanallarında avantaj elde etmenin yollarını bulmak, günümüzde hemen hemen tüm perakendecilerin öncelikli stratejileri arasında yer almaktadır. Bunu yapmak için birçok işletme mağaza içi alışverişin kişisel hissini, çevrimiçi portalların rahatlığıyla birleştiren deneyimler oluşturarak kendilerini rakiplerinden ayırmaya çalışmaktadır.

Kişiselleştirilmiş çevrimiçi deneyimler, yapay zekâ tarafından desteklenmektedir. Yapay zekâ sayesinde, e-Ticaret siteleri, alışveriş yapan kişilere özel ürünler önermekte, sesli ya da görüntüler üzerinden ürün arama yapılabilir. Müşteri deneyimini kişiselleştirmek için

yapay zekâ kullanmak, perakendecilere büyük bir katma değer sağlayabilmektedir. Boston Consulting Group (BCG) tarafından hazırlanan bir rapora göre, kişiselleştirme stratejileri uygulayan perakendeciler satış oranlarını % 6-10 oranında artırırken, diğer perakendecilere göre 2-3 kat daha hızlı büyümektedir¹⁹.

BI Intelligence tarafından yayınlanan bir raporda, perakende sektöründeki çeşitli yapay zekâ uygulamalarının ve teknolojilerinin perakendecilere sağladığı avantajlar vaka analizleri ile örneklendirilmektedir. Rapor perakendecilerin yapay zekâ uygulamaları esnasında karşılaşılabileceği özellikle teknik ve örgütsel zorlukları ele alırken, yapay zekâ teknolojilerinin başarıyla uygulanabilmesi için atılabilecek adımlar avantaj ve dezavantajları şu şekilde ifade edilmektedir:

- Dijital perakendeciler, yapay zekâ kullanımı ile son derece seçkin deneyimler oluşturarak müşteri yolculuğu için yeni standartlar belirlemektedirler. Mobil uygulama ve internet siteleri, mağaza içi satış temsilcisi gibi seçenekler müşterilerin etkileşim isteklerini karşılamaktadır.
- Yapay zekâ kişiselleştirilmiş internet siteleri, özelleştirilmiş ürün tavsiyeleri ve daha alakalı ürün aramanın yanı sıra hızlı ve kullanışlı bir müşteri hizmeti sunmak için kullanılabilir.
- Yapay zekânın uygulanmasında kısmi engeller bulunmaktadır. Genel olarak bu engeller, eski perakendecilerin sistemlerinin büyük verilerin yönetilmesi için yetersiz olan örgüt yapılarından kaynaklanmaktadır.
- Birçok perakende satıcısı için, yapay zekânın başarılı bir şekilde kullanılabilmesi üçüncü taraflarla ortak çalışmayı gerektirmektedir. İşbirliği olmaksızın kurum içinde yeni bir teknolojinin kullanılması son derece pahalı ve zor olabilmektedir. Rapor perakendecilerin yapay zekâ teknolojisini kullanarak nasıl bir avantaj elde edebileceklerini gösteren vaka incelemelerini kullanarak, perakende sektöründe yapay zekâ uygulamasına genel bir bakış sunmaktadır. Uygulamalar arasında çevrimiçi arayüzlerin kişiselleştirilmesi, ürün önerilerinin uyarlanması, arama sonuçlarının alaka düzeyinin artırılması ve verimli bir müşteri hizmetleri servisinin

¹⁹ Business Insider, Artificial Intelligence News
<http://www.businessinsider.com>

sunulması yer almaktadır. Raporda ayrıca yapay zekâyı uygulamak isteyen perakendecilerin, eski ve esnek olmayan veri depolama sistemlerinden kaynaklanan zorluklar ve kişiselleştirme stratejilerinin etkin bir şekilde yürütülmesini önleyen kurumsal engellere de yer verilmektedir.

1.3.2.3 Eğitimde Yapay Zekâ

Yapay zekâ not vermeyi otomatikleştirerek eğitimcilere daha çok zaman kazandırabilecek, öğrencileri değerlendirerek kendi ihtiyaçlarına göre uyarlayabilecek ve onların kendi hızlarında çalışmasına yardımcı olabilecektir. Yapay zekâ eğitmenleri öğrencilere ek destek sunabilecektir.

1.3.2.4 Finansta Yapay Zekâ

Yapay zekâ uygulamaları kişisel verileri toplayarak finansal danışmanlık sağlayabilecektir. IBM Watson gibi programlar, bir ev satın alma sürecine uygulanmıştır. Bugün bu tip yazılımlar Wall Street'te kullanılabilir.

1.3.2.5 Hukukta Yapay Zekâ

Hukukta belgeleri tarama, insanlar için önemli bir zaman ve emek sürecini ifade etmektedir. Bu süreci otomatikleştirmek zamanın daha iyi ve daha verimli kullanımı anlamına gelecektir.

İngiliz bilim adamları yapay zekâ teknolojisi ile 'robot yargıç' geliştirmiştir. Yapay zekânın son ürünü, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nde (AİHM) görülen davalardan % 79'unun hükmünü doğru tahmin etmiştir. Londra'daki UCL Üniversitesi ile Sheffield Üniversitesi'ndeki bilgisayar mühendislerinin geliştirdiği algoritma, davaları hem yasal hem ahlâki boyutlarıyla inceleyebilmektedir.

Algoritmayı geliştiren ekip, yapay zekâsı olan bir bilgisayara AİHM'de görülen 584 davayı yüklemiştir. Bilgisayar ortada bir insan hakları ihlali olduğunda; bazı ifadelerin veya bilgilerin dava metinlerinde daha sık kullanıldığını tespit etmiştir.

'Robot yargıç' 600'e yakın davanın hükümleriyle ilgili tahminlerde bulunmuş ve neredeyse her beş karardan dördünü doğru tahmin etmiştir.

Araştırmayı yöneten UCL'den Dr. Nikolaos Aletras, yapay zekâ üzerinde büyük bir ilgi olduğunu ancak yapay zekânın yakın bir gelecekte yargıçların veya avukatların yerine geçebileceğini düşünmediklerini, davaların yapısını daha hızlı algılayacağı için kullanışlı olabileceğini ve ayrıca Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'ne göre hak ihlalinin yaşandığı davaları bulmakta kolaylık sağlayabileceğini ifade etmiştir.

Araştırmanın bir sonraki aşamasında ise uzmanların sisteme daha fazla veri yükleyecekleri belirtilmiştir²⁰.

1.3.2.6 Sosyal Hayatta Yapay Zekâ

Yapay zekâ insanların fiziksel ve ruhsal sağlığında her geçen gün daha büyük bir rol oynamaktadır. Almanya'da gösterime sunulan bir robot din adamı (BlessU-2), insanlara dua edebilmektedir. BlessU-2'nun, bir başı, iki kolu ve bir ışığı bulunmaktadır. Ziyaretçilerle bir ATM cihazı gibi, göğsünde bulunan ekran aracılığıyla etkileşim kuran robot, kadın ya da erkek sesiyle dua edebilmektedir. Ziyaretçiler robotun konuştuğu dili ve dua tarzını değiştirebilmektedir. Dileyen ziyaretçi robot din adamından cesaret verici ya da arındırıcı dualar alabilmektedir.

1.3.3 Yapay Zekâ Uygulamaları Geliştiren Şirketler

Günümüzde yapay zekânın kullanılma potansiyeli olan binlerce uygulama alanı bulunmaktadır. Bu alanlar otonom kontrolü ve hedef tespiti gibi askeri uygulamalardan, bilgisayar oyunları ve robotik hayvanlar gibi eğlence dünyasına kadar geniş bir yelpazede değerlendirilebilmektedir. Bunun yanında bankacılık, sağlık ve sigorta şirketlerinde müşteri davranışları ve trend tespiti gibi çok fazla miktarlarda bilgi işlenmesi gereken alanlarda da kullanılabilir.

Günümüze kadar birçok bilim kurgu filmine de konu olan yapay zekânın ilerleyen yıllarda bu yöndeki araştırmaların hızlanması ve gelişmesi ile günlük hayatımızı çok farklı yönlere

²⁰ <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-37750409>

taşıyacağı kesin gibi görünmektedir. Özellikle askeri amaçla kullanımı geçmiş yıllardan beri birçok kişi tarafından dile getirilmekte ve yakın gelecekte artık insanlar yerine robotların savaşaacağına kesin gözle bakılmaktadır.

1.3.3.1 Google

Dünyada dijital teknolojilerde Ar-Ge çalışmalarına en büyük bütçe ve zaman ayıran firmaların başında birçok dijital hizmeti bulunan Google gelmektedir. Google, sunduğu hizmetlerde yapay zekânın daha fazla yer alabilmesi için önemli çalışmalar yürütmektedir. Bunların başlıcaları şu şekilde sıralanabilir:

Yapay Zekâ Destekli Fotoğrafçılık Uygulamaları

Google'ın Storyboard, Selfissimo! ve Scrubbies adını verdiği yeni uygulamaları Google araştırmacıları tarafından geliştirilen Motion Stills, deneysel stabilizasyon ve işleme teknolojilerini kullanarak kısa videoları sinemagraflara ve zaman atlamalı çekime (time lapse) dönüştürebilmektedir.

Google bunların yanı sıra ürettiği yapay zekâ programları ile, kanser tespit etme, yüksek seviyeli Go oyunu oynama gibi farklı alanlarda da yapay zekâ uygulamalarını kamuoyu ile paylaşmaktadır

1.3.3.2 Microsoft

Bir diğer teknoloji devi Microsoft kod yazan yapay zekâ geliştirmiştir. Şubat 2017'de Microsoft ve Cambridge Üniversitesi araştırmacılarının iş birliği ile geliştirilen yapay zekâ, kendisine verilen açıklamaları çalışan bilgisayar kodlarına dönüştürebilmektedir. DeepCoder adı verilen yazılım, geliştiricilerden aldığı bilgileri, geniş kod parçacığı veri tabanından geçirmekte ve saniyeler içinde çalışan bir kod üretmektedir. MIT'den Armando Solar-Lezama, *"Bu tarz bir teknolojinin sunduğu otomasyon potansiyeli, yazılım geliştirmek için harcanan zaman ve emeği ciddi oranda azaltabilecek ve insanlar çok daha üretken bir hale gelebilecektir. Böylece geçmişte yapmaları mümkün olmayan sistemleri kolayca üretebileceklerdir."* demiştir.

Ayrıca Microsoft, insandan daha başarılı bir ses tanıma sistemi üretmiştir. Microsoft, Ağustos 2017’de yaptığı bir açıklamada, sohbet konuşmalarını anlama sisteminin hata oranının %5,1’e kadar düştüğünü açıklamıştır. Bu başarıya ulaşmak için Microsoft’un konuşma tanıma sisteminin yapay sinir ağı tabanlı akustik ve dil modelleri geliştirilmiştir. Ayrıca ses algılayıcının konuşmanın tamamını dikkate alarak, konuşmanın bağlamını da göz önünde bulundurması sağlanmıştır. Böylece yazılım, tıpkı insanların yaptığı gibi, konuşmanın gidişatını göz önünde bulundurarak, bir sonraki kelimenin ne olacağı hakkında tahmin yürütebilir hale gelmiştir.

Microsoft, bilgisayar görüşü kullanarak görme engellilere çevredeki kişileri ve objeleri tanımlayan akıllı telefon uygulaması *Seeing AI*’ı Eylül 2017’de kullanıma sunmuştur. Uygulamayı indiren kullanıcılar telefonlarının kamerasını bir kişiye doğrulttuğunda uygulama o kişinin kim olduğunu ve nasıl hissettiğini kullanıcıya bildirmektedir. Aynı şekilde bir ürün de tanımlanabilmekte ve tüm bunlar, telefon üzerinde çalışan bir yapay zekâ ile mümkün olmaktadır.

1.3.3.3 Facebook

Yıllar içinde sitede gezinirken yapılan tüm hareketleri toplayan Facebook, cinsel eğilimlerden siyasi eğilimlere, dini görüşlerden kişilik özelliklerine kadar kullanıcılara ait pek çok bilgiyi barındırmaktadır. Parsons Üniversitesi Teknoloji ve Tasarım Bölümü Öğrencileri Do Thi Duc ve Regina Flores Mir, Facebook’un kullanıcı hakkında bildiği şeyleri kullanıcıya söyleyebilecek bir eklenti geliştirmiştir. Tanıtım videosunda kişilerin ‘anlayışlılık’, ‘dışa dönüklük’ ve ‘açık görüşlülük’ seviyelerinin belirlenebildiği görülmektedir. Data Selfie adı verilen yazılım Chrome tarayıcı eklentisi olarak kullanıma sunulmuştur. Eklenti kullanıcının Facebook aktivitesini takip ederek, reklamcıların gördüğüne benzer bir profil oluşturmaktadır. Eklenti kullanıcının imleç hareketlerini, kaydırma işlemlerini, tıklamalarını ve yazdığı tüm yazıları kaydetmektedir. Proje, internet üzerinde gitgide daha yaygın bir şekilde kullanılan algoritmaların, kullanıcı profilini nasıl oluşturduğuna dair fikir vermektedir. Ekip uygulamayı geliştirirken IBM’in Watson yapay zekâ yazılımından faydalanmıştır. Hedeflenen pazar, çocuklarına internetin nasıl bilgi topladığını öğretmek isteyen ailelerdir. Ekip, uygulamanın amacının ailelerin çocuklarını gözetlemesi olmadığını ifade etmektedir. Uygulama dahilinde toplanan veriler herhangi bir

yere gönderilmemektedir. Kullanıcının kendi bilgisayarında muhafaza edilmekte ve istendiğinde silinebilmektedir.

Facebook'un yapay zekâ laboratuvarındaki araştırmacılar, yapay zekâ algoritması tarafından kontrol edilen bir robot üretmiş bulunmaktadır. Algoritma yüzlerce Skype konuşmasından örnekler alınarak geliştirilmiştir. Böylece robot, insanların duygularını nasıl ifade ettiğini taklit edebilecektir. Yapılan denemelerde robot tıpkı bir insan gibi başarı göstermiştir. Öğrenimi en üst noktaya taşımak adına, algoritma her bir Skype konuşmasına göre insan yüzünü 68 kilit bölgeye ayırmaktadır. İnsanlar karşılardaki kişiyi dinlediğini göstermek için doğal olarak başlarını sallamakta, göz kırpmakta veya çeşitli ağız hareketleri yapmaktadır. Sistem de bunları yapmayı öğrenmiştir.

Bir diğerk çalışmada Facebook, diyalog birimlerinin makine öğrenimi kullanarak pazarlık etmeyi öğrendiğini belirtmektedir.

1.3.3.4 Tesla

Ürettiğı tamamen elektrikli otomobillerle adını duyuran Tesla, ayrıca otonom sürüş konusunda da önemli aşamalar kaydetmiştir. Tesla'nın otonom araçlarının yaptığı kazalar tek tek incelenmiş, haberlere konu olmuştur. ABD Ulusal Karayolları Trafik Güvenliğı Yönetimi'nin (NHTSA) Ocak 2017'de yaptığı bir incelemeye göre, Tesla'nın Autosteer (otomatik direksiyon) özelliğı eklediğı otomobillerde trafik kazası oranı %40 oranında düşmüştür. Daha önce her bir milyon kilometrelik seyahatte ortalama 1,3 kez kaza yapan Tesla araçlar, Autosteer özelliğinin ardından sadece ortalama 0,8 kez kaza yapmaya başlamıştır. Yani yapay zekâ, insanlardan daha güvenli bir şekilde otomobil kullanmaktadır.

1.3.3.5 Alibaba

e-Ticaret devi Alibaba, yapay zekâlı moda asistanı üzerinde çalışmaktadır. Alibaba'nın FashionAI olarak adlandırılan moda asistanları, Yalnızlar Günü'nde Çin'deki 13 alışveriş merkezine konulmuş, bu 13 alışveriş merkezindeki kıyafetlere dijital ekran tarafından okunabilen çipler yerleştirilmiştir. Müşteri, içinde dijital ekran bulunan bir kabine girdiğinde sistem hemen kıyafeti tanıyarak o parçayla uyabilecek kıyafetler önermeye başlamaktadır. Böylece, FashionAI müşterinin hem çevrimiçi hem de geleneksel yöntemlerle alışveriş

yaparken daha fazla seçeneğe göz atmasına imkân sağlamaktadır. Müşteri seçim yapmak istediğinde ise ekranın üzerindeki butona dokunmakta ve bir görevli çağırıp kıyafetin uygun bedenini isteyebilmektedir. Yapay zekâlı moda asistanının ileride sadece tek bir gün değil her gün kullanılması planlanmaktadır.

1.3.3.6 Netflix

100 milyonu aşan abone sayısı ile dünyanın en büyük internet televizyonu olmayı başaran Netflix'in arkasında da yapay zekâ bulunmaktadır. Netflix'deki tüm kullanıcı hareketleri detaylı bir şekilde kaydedilmekte ve bu veriler yapay zekâ algoritmalarıyla işlenerek hangi izleyicinin neyi beğeneceği tahmin edilmekte ve buna göre de yeni yapımlar hazırlanmaktadır.

1.3.3.7 Youtube

Google'dan sonra en çok arama YouTube'da yapılmaktadır. YouTube, dakikada 300 saatlik videonun yüklendiği sunucularında hem güvenlik hem de kullanıcılara en iyi video önerilerini yapabilmek için yapay zekâ kullanmaktadır. YouTube iOS ve Android uygulaması derin sinir ağı teknolojisi kullanılarak geliştirilmiştir. Videolar izlendikçe izleyeni tanıyan ve öneride bulunan bir algoritma devrede bulunmaktadır.

1.3.3.8 Amazon

Dünyanın en büyük online perakende mağazası olan ve aynı zamanda dünyanın en değerli teknoloji şirketleri arasında yer alan Amazon.com'da binlerce mühendis yapay zekâ üzerine çalışmaktadır. Amazon'un makine öğrenmesiyle geliştirilen yapay zekâ kamerası Echo Look'un karşısına geçildiğinde hangi kıyafetin daha çok yakışacağını söylemektedir. Echo Look'un yapay zekâsı moda trendlerini yakından takip edip yönlendirme yapabilmektedir.

Amazon, müşteri siparişlerini tahmin edip öncesinde depolamayı optimum şekilde yaparak milyonlarca dolarlık tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca Amazon'un yapay zekâsı yapılan alışverişlere bakarak müşteriler için bir profil oluşturup ürün önerilerinde bulunmaktadır²¹.

²¹ <http://www.gazetevatan.com/hasan-genc-1121660-yazar-yazisi-hayatumiza-sizan-yapay-zeka-uygulamaları/>

1.3.4 Diğer Yapay Zekâ Uygulamaları

Tüm bu uygulamaların yanı sıra dudak okuyan, resim yapan, şarkı söyleyen, aile içi şiddete karşı kullanılabilen, otomobilleri daha güvenli hale getiren birçok yapay zekâ çalışması bulunmaktadır. İnsan gibi hareket eden veya konuşan robot çalışmaları da bu çalışmalar arasında gösterilebilir. OpenAI ve Berkeley Üniversitesi tarafından Mart 2017’de gerçekleştirilen bir araştırmada, yapay zekâ birimleri, herhangi bir yönlendirme olmadan kendi ihtiyaçları doğrultusunda yeni bir dil geliştirmeyi başarmıştır. Biyolojik gelişimde konuşmanın nasıl ve ne sebeple ortaya çıktığının anlaşılması için önemli bir kaynak niteliği taşıyan çalışma, modern öğrenme birimlerinden yeni bilgiler elde etmektedir. Araştırmada yapay zekâ birimleri, fiziksel dünyanın bir simülasyonu içerisinde birbirlerine çeşitli görevler vermiştir. Bu görevler ‘git’, ‘bak’ ya da ‘hiçbir şey yapma’ gibi basit görevlerdir. Yapay zekâ birimleri kelimenin tam anlamıyla duyulabilecek şekilde konuşmamakta ama simülasyon dünyada kendi aralarındaki iletişimleri, bizim gerçek dünyamızdaki iletişime benzetmektedir²².

1.4 Sayısal Dönüşüm Kapsamında Büyük Veri

1.4.1 Veri Yönetimi ve Büyük Veri

Büyük veri kavramı her ne kadar son yıllarda popüler hale gelse de büyük verinin gelişimine giden yol neredeyse 60 yıl öncesine dayanmaktadır. İlk bilgisayar ağının 1969’da ABD’de kullanılmaya başlanması ile birlikte veri depolama adına önemli bir gelişme kaydedilmiştir. 1991 yılında İngiliz bilim adamı Tim Berners-Lee tarafından yapılan Dünya Çapında Ağ (World Wide Web, www) tüm dünyanın kullanımına sunuldu²³. Bu sayede internet alanında büyük bir gelişme gerçekleşmiştir. 1995 yılında Yahoo firmasının anahtar kelime ile reklam uygulamasını hizmete sunması ve 2000 yılında Google firmasının Adwords’u geliştirmesi ile birlikte internet üzerinden ticari faaliyetler hızlanmıştır²⁴. 2007 yılında sosyal medya uygulamaları yaygınlaşmaya başlamış ve pek çok kişisel veri sanal ortamda paylaşılmaya

²² <https://www.dunyahalleri.com/2017nin-yapay-zeka-gelismeleri/>

²³ Wikipedia

https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web

²⁴ Google vs Yahoo

https://www.diffen.com/difference/Google_vs_Yahoo

başlanmıştır. Her geçen gün sanal ortamının daha da gelişmesiyle 2011 yılında dünya genelinde internet sayfası sayısı 1 trilyonu aşmıştır²⁵. 2012 yılında internet reklam gelirleri geleneksel televizyon reklamı gelirlerini aşmıştır. Sanal ortamın bu derece genişlemesi şüphesiz paylaşılan ve depolanan veri miktarını da devasa boyutlara getirmiştir. Günümüzde sanal ortamda işlenen veri miktarı exabyte ile ölçülmektedir. Bu durumu somutlaştıracak olursak; dünya üzerindeki tüm dillere ait kelimelerin toplamının 5 terabyte ve 1999 yılında işlenen toplam veri miktarının 2 terabyte olduğu, günümüzde ise her gün ortalama işlenen veri miktarının exabyte'lar (1 exabyte=1 milyon terabyte, 1 milyar gigabyte) seviyesinde olduğu düşünüldüğünde günümüzde veri toplama konusunda gelinen nokta daha iyi anlaşılacaktır. 2019 yılında her gün ortalama 12 exabyte veri işlendiği bilgisi kayıtlara geçmişken bu değer 2020 yılı sonunda bunun 10 katı (120 exabyte) olması beklenmektedir²⁶. Bu kadar büyük miktarlarda verinin depolanması ayıklama ve değerlendirme konusunda bazı zorluklara neden olmuştur. Geleneksel yöntemlerle bu kadar büyük miktarda verinin değerlendirilmesi neredeyse olanaksız hale gelmiştir. Bu kapsamda büyük veri kavramı doğmuş ve büyük miktarda verinin değerlendirilebilmesi için projeler geliştirilmeye başlanmıştır.

Büyük veri, geleneksel veri işleme yazılımlarının kabul edilebilir bir geçen süre zarfında başa çıkamadığı çok büyük veya karmaşık veri kümelerini ifade etmek için kullanılan bir terimdir. 'Büyük veri' terimi 1990'lardan beri kullanılmaktadır. Veri yönetimindeki her yeni yenilik dalgası, belirli bir tür veri yönetimi problemini çözmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Örneğin, ilişkisel veritabanı piyasaya çıktığında, yöneticilerin veri unsurları arasındaki ilişkiyi incelemesini sağlamak için bir dizi araca ihtiyacı vardı. Büyük veri felsefesi, yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış verileri kapsamakla birlikte ana odağı yapılandırılmamış verilerdir. Bazı veriler geleneksel bir ilişkisel veritabanında yapılandırılır ve saklanır. Belgeler, müşteri hizmetleri kayıtları ve hatta resimler ve videolar dâhil olmak üzere diğer veriler yapılandırılmaz. Diğer bir deyişle, şirketler yapılandırılmamış verileri depolamaya başladığında, analistler yeni yeteneklere ihtiyaç

²⁵ Total number of Websites,
<https://www.internetlivestats.com/total-number-of-websites/>

²⁶ World Economic Forum, 2018, Digital Transformation Initiative, <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf>

duydular. Keza Google gibi bir arama motoru şirketi liderinin yöneticisinin, para kazanılabilecek çok büyük miktarda veriye erişimi olduğunu fark etmesi oldukça doğaldır.

Bilgi işleme teknolojileri 1960'ların sonunda ticari pazara girerken, veriler hiçbir yapı oluşturmayacak şekilde saklanmaktaydı. Şirketler müşterileri hakkında ayrıntılı analizlere ihtiyaç duyduklarında, verilerden fayda sağlayan bilgi oluşturmak için çok ayrıntılı programlama modelleri dahil olmak üzere bu anlamda özelleşmemiş yöntemler uygulamak zorunda kaldılar. 1970'lerde ise ilişkisel veri modelinin icadı ve yapıyı dayatan İlişkisel Veri Tabanı Yönetim Sistemi (Relational Database Management System, RDBMS) bilgi işleme teknolojilerinin performansını artırdı. En önemlisi yeni ilişkisel model yaklaşımı yapılandırılmış sorgu dili (SQL), rapor üreticileri ve veri yönetimi araçlarını içeren bir soyutlama seviyesi ekledi. Böylece analistler veya programcılar, verilerden para kazanmayı sağlayacak bilginin türetilmesine yönelik büyüyen talepleri daha kolay karşılama imkânı buldular.

İlişkisel model kapsamında yazılım şirketleri tarafından sunulan çok sayıda ürünle geniş bir ekosistem ortaya çıkmıştır. Bu çözümler, şirketlerin verilerini daha iyi düzenlemelerine ve bir coğrafyadan diğerine yapılan işlemleri karşılayabilmelerine yardımcı olmuş ve artan bir ihtiyacı karşılamıştır. Ayrıca işletme yöneticilerinin envantere yer alan ürün bilgileriyle müşteri siparişi bilgisini karşılayabilmelerini sağlayarak karar almalarına yardımcı olmuştur. Ancak, verilerden ticari bilgi türetme taleplerinin patlaması artan veri hacminin saklanması pahalılığı ve bilgiye erişimin yavaşlığı sorununu ortaya çıkarmıştır. Daha da kötüsü, çok sayıda tekrarlanan veri bulunmaktaydı ve bu verilerin gerçek işletme değerini ölçmek zordu.

1990'larda kuruluşların yönetmesi gereken veri hacmi kontrolden çıktığında, veri ambarı çözümü ortaya çıktı. Veri ambarı, bilişim teknolojileri organizasyonunun depolanan verilerin alt kümesini seçmesini sağladı ve bu sayede işletmelerin işleri kolaylaştı. Veri ambarı, şirketlerin veri hacmini, işin belirli bir alanına daha küçük ve daha odaklı bir şeye düşürerek analiz edebilmeleri için giderek daha fazla miktarda yapılandırılmış veri ile başa çıkmalarına yardımcı olmak için tasarlandı. Performans nedenleriyle operasyonel karar destek işleme ve karar desteğini ayırma ihtiyacını doldurdu. Ek olarak, veri depoları örgütsel

performansı anlamak, eğilimleri belirlemek ve davranış modellerini ortaya çıkarmaya yardımcı olmak için geçmiş yıllara ait verileri saklamaktaydı. Ayrıca, analiz için kullanılacak çeşitli veri kaynaklarından entegre bir bilgi kaynağı sağladı. Bugün hem içerik yönetim sistemleri hem de veri ambarları, donanımın ölçeklendirilebilirliği, sanallaştırma teknolojilerinin yanı sıra tümleşik donanım ve yazılım sistemleri oluşturma yeteneğindeki geliştirmelerden yararlanabilir.

Zamanla bu veri ambarlarının kendileri de çok karmaşık ve büyük hale gelmişler ve iş dünyasının gerektirdiği hız ve çeviklikte bilgiyi sunamamışlardır. Bu sorunun üstesinden gelmek için veri ambarının bazı kısımları organizasyondaki spesifik grupların ihtiyacını cevap verecek şekilde ayrıştırılmıştır. “*Data mart (veri marketi)*” olarak adlandırılan bu matrisler ile belirli iş konularına odaklanılan ve hızlı sorgulama gerektiren iş gereksinimleri daha büyük veri ambarlarına kıyasla daha kolay bir şekilde karşılanmıştır.

Veri ambarları ve veri marketleri, yapılandırılmış büyük işlem verilerini yönetmek için tutarlı bir yol arayan şirketler için birçok sorunu çözmüştür. Ancak, büyük hacimlerdeki yapılandırılmamış veya yarı yapılandırılmış verilerin yönetimine gelince, veri ambarı çözümü değişen talepleri karşılamakta yetersiz kalmıştır. Veri ambarları genellikle haftalık veya günlük olmak üzere belli aralıklarla beslenir. Bu durum planlama, finansal raporlama ve geleneksel pazarlama kampanyaları için uygun olmakla birlikte gerçek zamanlı veri işlenmesi açısından çok yavaştır.

1990'larda İnternetin yükselişiyle, kuruluşlar belgelerin ötesine geçmek ve İnternet içeriğini, görüntüleri, sesleri ve videoları depolamak ve yönetmek istediler. Veri yönetimi piyasası da bu unsurları iş süreci yönetimi, sürüm kontrolü, bilgi tanıma, metin yönetimi ve işbirliğini içeren bir platformda birleştiren daha bütünleşik bir modele dönüştü. Bu yeni nesil sistemlere meta veri (depolanan bilgilerin organizasyonu ve özellikleri hakkında bilgiler, üst veri) eklendi. Bu çözümler şirketler için önemli olmaya devam ediyor. Ancak, veri yönetiminde bir sonraki dalgaya yönlendiren yeni nesil ihtiyaçlar ortaya çıkmaya başladı. Bu yeni gereksinimler, büyük ölçüde, internet, sanallaştırma ve bulut bilgi işlem gibi faktörlerin bir araya gelmesiyle oluştu. Bu yeni dalgada, kuruluşlar, daha önce hiç duyulmamış bir hızda

işlenmesi gereken, şimdiye kadar görülmemiş miktarda ve çeşitli veri kaynaklarıyla yeni nesil veri kaynaklarını yönetmeleri gerektiğini anlamaya başladılar.

Veri yönetiminde büyük veri dönüşümü daha önceki dönüşümlerde olduğu gibi geçmişteki veri yönetim tekniklerinin üzerine evrimleşerek ortaya çıkmıştır. Bu dönüşümde yeni olan ise ilk defa hesaplama çevrimlerinin geliştirilerek depolamanın maliyetinin kritik bir noktaya ulaşmasıdır. Kısa süre öncesine kadar organizasyonlar veriyi depolama ve işleme maliyetleri yüksek olduğu için analiz etmek istedikleri her türlü veriyi saklamaları mümkün olmamaktaydı. Şirketler sadece önemli olduğunu düşündükleri verilerle kendilerini sınırlamaktaydı. Büyük veri dönüşümü ile veriler bulut tabanlı depolama uygulamaları ile daha etkin ve düşük maliyetli bir şekilde saklanabilmektedir. Ayrıca, ağ hızı ve güvenilirliğindeki gelişmeler büyük miktarlardaki verileri makul bir hızda yönetebilmeyi mümkün kılmıştır. Bu teknolojik ilerlemelere bilgisayar belleğinin daha sofistike ve daha ucuz olması da eklenebilir. Tüm bu teknolojik ilerlemeler şirketlerin kısa süre öncesinde önce düşünülemeyecek olan veri işleme yöntemlerini denemelerine olanak sağlamıştır.

Büyük veri dönüşümü sadece ticari kuruluşlarla sınırlı bir gelişme değildir. Bilim, araştırma ve hükümet faaliyetleri de büyük veri dönüşümünü ilerletmeye yardımcı olmuştur. Örneğin, insan genomunu analiz etmek, gözlemlerinde toplanan tüm astronomik verilerin depolanması ve işlenmesi de büyük veri çözümlerine yönelik bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır. Keza devletlerin güvenlik amaçlı topladığı veri miktarı da göz önünde bulundurulduğunda büyük veri kavramının sadece ticaretle ilgili olmadığı açıktır.

1.4.2 Büyük Verinin Özellikleri

Dünyanın kişi başına teknolojik bilgi depolama kapasitesi, 1980'lerden bu yana her 40 ayda bir kabaca ikiye katlanmıştır. IDC'nin tahminine göre küresel veri hacmi 2013 ve 2020 arasında 4,4 zettabyte'tan 59 zettabyte'a yükselmiştir²⁷. Önümüzdeki 3 yılda da oluşturulan veri miktarının geçtiğimiz 30 yılda oluşturulan veri miktarından daha fazla olacağı IDC tarafından tahmin edilmektedir. Gelişmiş ekonomiler gittikçe artan oranda veri yoğun

²⁷ IDC, IDC's Global DataSphere Forecast Shows Continued Steady Growth in the Creation and Consumption of Data

<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46286020>

teknolojileri kullanmaktadır. Dünyada 4,6 milyar cep telefonu aboneliği var ve internete 1 milyar ila 2 milyar kişi giriyor. 1990 ve 2005 yılları arasında dünya genelinde 1 milyardan fazla insan 'orta sınıfa' girmiştir. Diğer bir deyişle, bu olgu daha fazla insanın okuryazar olduğu ve daha fazla veri oluşturulduğu anlamına gelmektedir. Global olarak depolanan bilgilerin üçte biri, çoğu büyük veri uygulaması için en faydalı format olan alfasayısal metin ve hareketsiz görüntü verileri biçimindedir. Bu aynı zamanda henüz kullanılmamış verilerin (yani video ve ses içeriği biçiminde) potansiyelini gösterir. Veri kümelerinin hızla büyümesini sağlayan diğer bir etkende bilgi ve iletişim teknolojilerinin ekonomik ve sosyal hayata daha fazla nüfuz etmesidir. Mobil cihazlar, anten (uzaktan algılama), yazılım kayıtları, kameralar, mikrofonlar, radyo frekansı tanımlama (RFID) okuyucuları gibi cihazların maliyetlerinin ve fiyatlarının düşmesi ve kablosuz sensör ağlarının yaygınlaşması ile muazzam miktarda veri oluşmaktadır.

Veri miktarının artması ile büyük verinin boyutu, zaman içerisinde birkaç düzine terabyte'tan çok sayıda exabyte'a kadar değişim geçirmiştir. Bu kapsamda, büyük verinin büyük veri olması için gereken büyüklük teknolojik ilerlemenin depolanan bilginin sürekli artmasına olanak vermesi ile zaman içerisinde sürekli değişen bir hedeftir. Günümüzdeki zorluk verilerin miktar ve türlerinin çok çeşitlenmesinden kaynaklanmaktadır. Büyük verinin işlenmesi sürecinde karşılaşılan zorluklar arasında veri yakalama, veri saklama, veri analizi, arama, paylaşma, aktarma, görselleştirme, sorgulama, güncelleme, bilgi gizliliği ve veri kaynağı sayılabilir.

Büyük veri ilk etapta hacim, çeşitlilik ve hız olmak üzere üç temel kavramla ilişkilendirilmiştir. Bu özelliklere daha sonra doğruluk kavramı da katılmıştır. Büyük verinin özellikleri arasında aşağıdaki unsurlar yer almaktadır:

- **Hacim:** Üretilen ve depolanan verilerin miktarını göstermektedir. Verilerin boyutu, değeri ve potansiyel öngörüyü ve büyük veri olarak kabul edilip edilemeyeceğini belirlemektedir.
- **Çeşitlilik:** Verinin türü ve doğasını göstermektedir. Bu özellik, elde edilen tahminin etkin bir şekilde kullanması için onu analiz eden kişilere yardımcı olmaktadır. Büyük veri metin, resim, ses veya video formatında olabilir.

- **Hız:** Verilerin üretilme ve işleme hızı da önemlidir. Büyük veri genellikle gerçek zamanlı olarak bulunur. Küçük verilerle karşılaştırıldığında büyük veriler genellikle sürekli üretilir. Büyük veri ile ilgili olarak üretme sıklığı ve kullanım, kayıt ve yayınlama sıklığı hızları önemlidir.
- **Gerçeklik:** Büyük veriler için veri kalitesi, verinin doğruluğu ve veri değeri anlamına gelen genişletilmiş tanımdır.

1.4.3 Büyük Veri Teknolojileri

Fiziksel altyapı ve ölçeklenebilirlik büyük veri mimarisi için temel bir özelliktir. Aslında, sağlam fiziksel altyapıların bulunmaması durumunda, büyük veriler muhtemelen bu kadar önemli bir eğilim olarak ortaya çıkmayacaktı. Büyük veri özelinde beklenmeyen veya öngörülemeyen bir veri hacmini desteklemek için gereken fiziksel altyapının geleneksel altyapılardan farklı olması gerekmektedir. Bu kapsamda fiziksel altyapı, dağıtılmış bir bilgisayar modeline dayanmaktadır. Yani veriler; ağ, dağıtılmış bir dosya sistemi kullanımı gibi çeşitli büyük veri analiz uygulamaları aracılığı ile bütünleştirilmiş şekilde fiziksel olarak birçok farklı yerde depolanmaktadır.

Birçok farklı kaynaktan gelen çok fazla veriyle uğraşıldığı için fazla kapasite (redundancy) önemlidir. Fazla kapasite birçok biçimde oluşturulabilmektedir. Örneğin, bir şirket iç kullanımı için özel bir bulut oluşturduysa, değişen iş yüklerini desteklemek için fazla kapasite oluşturması anlamlı olacaktır. Benzer bir işletme bilgi teknolojisi altyapısını yedeklemek için harici bulut hizmetlerini kullanabilir.

Büyük veri analizlerinin ticari olarak önemi arttıkça verilerin güvence altına alınması da daha önemli bir hale gelmektedir. Örneğin, demografik değişiklikler veya hastanın ihtiyaçlarındaki değişimleri belirlemek için büyük veri uygulamaları kullanmak isteyen bir sağlık kuruluşu, analiz için gerekli teknik yeterlilikleri sağlarken hastaların mahremiyetini korumak zorundadır. Diğer bir deyişle, verileri kimin görmesine ve hangi şartlar altında analiz yapmasına izin verildiğine karar vermeniz gerekir. Analizi yapan kullanıcının kimliğini doğrulamanın yanı sıra hastaların kimliğini de korumanız gerekir. Bu tür güvenlik gereksinimleri, baştan itibaren büyük veri yapısının bir parçası olmalıdır.

Geleneksel olarak, operasyonel bir veri kaynağı, ilişkisel bir veri tabanında iş kolu tarafından yönetilen yüksek yapılandırılmış verilerden oluşuyordu. Ancak, dünya değiştiğiçe, operasyonel verilerin şu anda tüm biçimlerde müşteri ve sosyal medya verileri gibi yapılandırılmamış kaynaklar da dâhil olmak üzere daha geniş bir veri kaynağı setini kapsamaması gerektiğini anlamak önemlidir.

Belge, grafik, sütunlu ve coğrafi veritabanı mimarileri dâhil olmak üzere büyük veri dünyasında veri yönetiminde yeni ortaya çıkan yaklaşımlar toplu olarak NoSQL olarak adlandırılmaktadır. Özünde, büyük veri mimarisinin haritalandırılmasına ihtiyaç vardır. Böylece ihtiyaç duyduğunuzda doğru verinin elde edilmesi sağlanmış olacaktır. Ayrıca karmaşık yapılandırılmamış içeriği destekleyen veri mimarilerine de ihtiyaç vardır. Büyük verilerden faydalanma yaklaşımına hem ilişkisel veritabanlarının hem de ilişkisel olmayan veritabanlarının eklenmesi gerekir.

Tüm bu operasyonel veri kaynaklarının ortak özellikleri vardır:

- İşletmenin gerçek zamanlı, günlük çalışması için gereken kritik verileri izleyen kayıt sistemlerini temsil ederler.
- İşletme birimleri ve internet üzerinden gerçekleşen işlemler temelinde sürekli güncellenmektedirler.
- Bu kaynakların işletmenin doğru bir temsilini sağlaması için yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri harmanlamaları gerekir.
- Bu sistemler aynı zamanda binlerce kullanıcıyı tutarlı bir şekilde desteklemek için ölçeklenebilmelidir. Bunlar arasında işlemsel e-Ticaret sistemleri, müşteri ilişkileri yönetimi sistemleri veya çağrı merkezi uygulamaları bulunabilir.

Performans, kullanacağınız veritabanının türünü de belirleyebilir. Örneğin, bazı durumlarda, iki farklı veri ögesinin birbiriyle nasıl ilişkili olduğu anlaşılabilir. Bir sosyal ağdaki gündem ile satışlardaki büyüme arasındaki ilişki nedir gibi bir sorgu yapılandırılmış, ilişkisel bir veritabanı için sorabileceğiniz tipik sorgu değildir. Bir grafik veri tabanı, “düğümleri” veya varlıkları “özelliklerinden” veya o varlığı tanımlayan bilgilerden ve “kenar” veya “düğümler” ve “özellikler” arasındaki ilişkiden ayırmak için özel olarak tasarlandığı için

daha iyi bir seçim olabilir. Doğru veritabanını kullanmak da performansı artıracaktır. Genellikle grafik veritabanı bilimsel ve teknik uygulamalarda kullanılmaktadır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin ilerlemesi ile daha önce büyük masraflarla sadece süper bilgisayarlar tarafından kullanılarak işlenebilen çok büyük miktarlarda veriyi yönetip analiz etmek mümkün hale gelmiştir. Donanımın fiyatlarının düşmesi ile birlikte yeni dağıtılmış hesaplama tekniklerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Büyük veri dönüşümünde gerçek atılım Yahoo, Google ve Facebook gibi şirketlerin sundukları hizmetler karşılığında elde ettikleri büyük miktardaki verilerin ticarileştirilmesi halinde büyük karlar elde edebileceklerini anladıklarında gerçekleşmiştir. Bu gelişmekte olan şirketlerin verileri ticarileştirebilmek için büyük miktarlarda veriyi gerçek zamanlı olarak saklamalarına, erişmelerine ve analiz etmelerine olanak verecek yeni teknolojiler bulmaları gerekiyordu. Sonuçta ortaya çıkan çözümler veri yönetimi pazarını dönüştürüyor. Özellikle MapReduce, Hadoop ve Big Table gibi yeni teknolojiler en temel sorunlardan birini, yani büyük miktarda veriyi verimli, uygun maliyetli ve zamanında işleme yeteneği sağlamışlardır.

1.4.3.1 MapReduce

MapReduce, Google tarafından toplu iş modunda büyük miktarda veriye karşı bir dizi işlevi etkin biçimde yürütmenin bir yolu olarak tasarlanmıştır²⁸. MapReduce modeli büyük miktarda verinin paralel işlenmesine dayalı bir yapıya sahiptir. “Harita” bileşeni, programlama problemini veya görevleri yükü dengeleyecek ve arızaları engelleyecek şekilde çok sayıda sisteme dağıtır. Dağıtılmış hesaplama tamamlandıktan sonra “azaltma” olarak adlandırılan başka bir işlev, dağıtılmış tüm öğeleri yeniden bir araya toplayarak sonucu ortaya çıkarır. Oldukça başarılı olan MapReduce algoritması diğer uygulamalara temel teşkil etmiştir.

1.4.3.2 Big Table

Big Table, yüksek ölçeklendirilebilir yapılandırılmış verileri yönetmeyi amaçlayan dağıtılmış bir depolama sistemi olarak Google tarafından geliştirilmiştir²⁹. Veriler, satır ve

²⁸ Wikipedia
<https://en.wikipedia.org/wiki/MapReduce>

²⁹ Wikipedia
<https://en.wikipedia.org/wiki/Bigtable>

sütun içeren tablolarda düzenlenmiştir. Big Table geleneksel ilişkisel veritabanı modelinden farklı olarak seyrek, dağıtılmış, kalıcı çok boyutlu bir sıralama haritasıdır. Sunucularda büyük miktarda veri depolamak için tasarlanmıştır.

1.4.3.3 Hadoop

Hadoop, Apache tarafından yönetilen, MapReduce ve Big Table'tan türetilmiş bir yazılım çerçevesidir³⁰. Hadoop, MapReduce'u temel alan uygulamaların büyük miktarda sunucu donanımından oluşan kümeler üzerinden çalışmasına izin verir. Proje, Yahoo'nun işini destekleyen bilgi işlem mimarisinin temelidir. Hadoop, hesaplamaları hızlandırmak ve gecikmeyi gizlemek için bilgi işlem düğümleri arasında veri işlemeyi paralelleştirmek için tasarlanmıştır. Hadoop'un iki ana bileşeni mevcuttur: *petabytelarca veriyi destekleyebilen büyük ölçüde ölçeklenebilir bir dağıtılmış dosya sistemi ve toplu olarak sonuçları hesaplayan büyük ölçüde ölçeklenebilir bir MapReduce motoru.*

1.4.4 Büyük Veri Analiz Teknikleri

Amazon ve Google gibi şirketler büyük verileri analiz etmekte gösterdikleri büyük ilerleme neticesinde elde ettikleri bilgileri rekabet avantajı elde etmek için kullanmaktadır. Amazon'un öneri motorunu ele alırsak; şirket satın alma geçmişinizi bilmekte ve sizinle ilgili bildikleriyle satın alma alışkanlıklarınızı ve sizin gibi insanların satın alma alışkanlıklarını bir araya getirerek oldukça iyi önerilerde bulunabilmektedir. Bir pazarlama makinesi olan Amazon'u başarılı kılan büyük veri analiz etme becerisidir.

Büyük veri analizinde ne tür bir analiz tekniği kullanılacağı öncelikle karşılaşılan problemin türüne bağlıdır. Çözülmeye çalışılan örneğin ticari bir sorun net değilse, büyük veri analizi ile belki de iş ile ilgili iyileştirilmesi gereken alanlara odaklanmak uygun olabilir. Analitik güdümlü bir strateji - doğru alana yönelik - büyük verilerle faydalı sonuçlar sağlayabilir. Büyük veri analizi; temel analiz, gelişmiş analiz, operasyonlaştırılmış analiz ve parasallaştırılmış analiz başlıkları altında sınıflandırılabilir.

³⁰ <https://hadoop.apache.org/>

Temel analizler verilerinizi araştırmak için kullanılabilir. Bu, basit görselleştirmeler veya basit istatistikler içerebilir. Temel analiz, sıklıkla çok miktarda farklı verilere sahip olduğunuzda kullanılmaktadır: Dilimleme ile veriler keşfedilmesi daha kolay olan küçük veri kümelerine bölünebilir. Büyük miktarda veri gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Asıl gözlemin beklenenden farklı olduğu bir olay gibi anormallikleri tanımlamak mümkün olabilir.

Gelişmiş analiz teknikleri, yapılandırılmış veya yapılandırılmamış verilerin karmaşık analizi için algoritmalar sağlar. Gelişmiş istatistiksel modeller, makine öğrenimi, sinir ağları, metin analitiği ve diğer gelişmiş veri madenciliği tekniklerini içerir. Tahmin etme, öngörü ve karmaşık olay işlemede kalıplar bulma amacıyla kullanılan tekniklerdir. Gelişmiş analiz teknikleri, istatistikçiler ve matematikçiler tarafından on yıllardır kullanılsa da, bugün olduğu gibi analitik alanın bir parçası değildi. Bugün, söz konusu gelişmiş analiz teknikleri giderek yaygınlaşmaktadır. Hesaplama gücündeki artışlar, gelişmiş veri altyapısı, yeni algoritma geliştirme ve gittikçe artan miktarda veriden daha iyi bir tahmin elde etme zorunluluğuyla, şirketler karar alma süreçlerinin bir parçası olarak ileri analitik kullanımına yönelmektedir. İşletmeler daha iyi tahmin ve öngörülerin rekabet güçlerinde artış sağlayabileceğinin farkındadır. Gelişmiş analiz tekniklerinin bazıları aşağıda yer almaktadır:

- **Tahmin amacıyla modelleme:** Tahmine dayalı bir model, gelecekteki sonuçları belirlemek için hem yapılandırılmış hem de yapılandırılmamış verilerde (birlikte veya ayrı ayrı) kullanılacak algoritmalar ve tekniklerden oluşan istatistiksel veya veri madenciliği çözümdür. Örneğin, bir telekomünikasyon şirketi sunduğu hizmete olan aboneliğinden vazgeçebilecek müşterileri tahmin etmek için bir model kullanabilir.
- **Metin analizi:** Yapılandırılmamış veriler büyük verilerin çok büyük bir parçasıdır. Bu nedenle yapılandırılmamış metni analiz etme, ilgili bilgileri çıkarma ve daha sonra çeşitli şekillerde yararlanılabilecek yapılandırılmış bilgilere dönüştürme süreci büyük veri ekosisteminin önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Metin analizlerinde hesaplamalı dilbilim, istatistik ve diğer bilgisayar bilimleri disiplinlerinden

kaynaklanan tekniklerden yararlanılır. Metin analizi, karmaşayı öngörmekten sahtekârlığa ve sosyal medya analizine kadar her türlü analizde kullanılmaktadır.

- **Diğer istatistiksel ve veri madenciliği³¹ algoritmaları:** Bu yöntemler gelişmiş tahmin, optimizasyon, segmentasyon için küme analizini içerebilir.

Operasyonlaştırılmış analiz, büyük veri analizinin ticari operasyon haline getirilmesi anlamına gelmektedir. Örneğin, bir sigorta şirketi tazminat taleplerini içeren dosyalarını büyük veri analiz teknikleri kullanılarak sahtekârlıkları tespit etmek amacıyla analizini yaptırabilir. Sistemin yüksek olasılıkla sahtekârlık işaretini verdiği dosyalar ayrıntılı incelemeye tabi tutulabilir.

Parasallaştırılmış analiz ise firmaların topladıkları büyük verileri veya büyük veri analizlerini ticari ürün haline getirmesidir. Örneğin, telekomünikasyon firmaları abonelerinin coğrafi konumlarını perakende ürün satan firmalar ile paylaşabilir. Kredi kartı firmaları da müşterilerin harcama verilerinden türettikleri bilgiyi ürünleştirip başka firmalara satabilir.

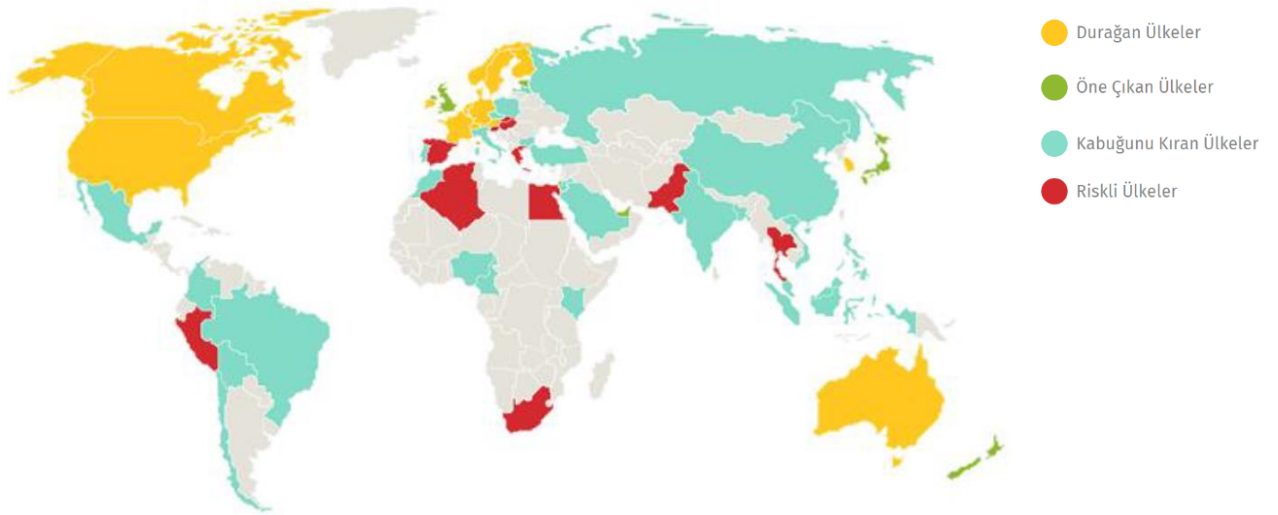
³¹ Veri madenciliği, verilerdeki kalıpları bulmak için büyük miktarda veriyi araştırmayı ve analiz etmeyi içerir. Veri madenciliği teknikleri, veritabanı yönetimi ile istatistik ve yapay zekâ alanlarının birleştirilerek kullanımını içermektedir.

TÜRKİYE’DE SAYISAL DÖNÜŞÜM ÇALIŞMALARI

Dünyadaki ekonomiler arasında gelişmekte olan ülkeler sınıfında sayılan ülkemizin gelişmiş ülkeler arasında yer alabilmesinin temel koşullarından biri, internet teknolojilerinin ve mobil teknolojilerin büyük gelişim gösterdiği bu dönemde teknolojiyi sayısal dönüşüm için verimli bir şekilde kullanabilmektir.

Bu çerçevede ülkemizde vatandaşların devlet kurumlarından alacakları hizmetler kadar endüstriyel uygulamalar ve tüketiciye ulaşan satış kanalları dahil olmak üzere sayısal dönüşüm kapsamında bir çok çalışma yürütülmektedir. Dünyada yürütülen sayısal dönüşüm çalışmalarında Mastercard’ın yaptığı bir araştırmaya göre ülkelerin görünümü şu şekildedir³².

Şekil 3-1: Dünyada Sayısal Dönüşüm



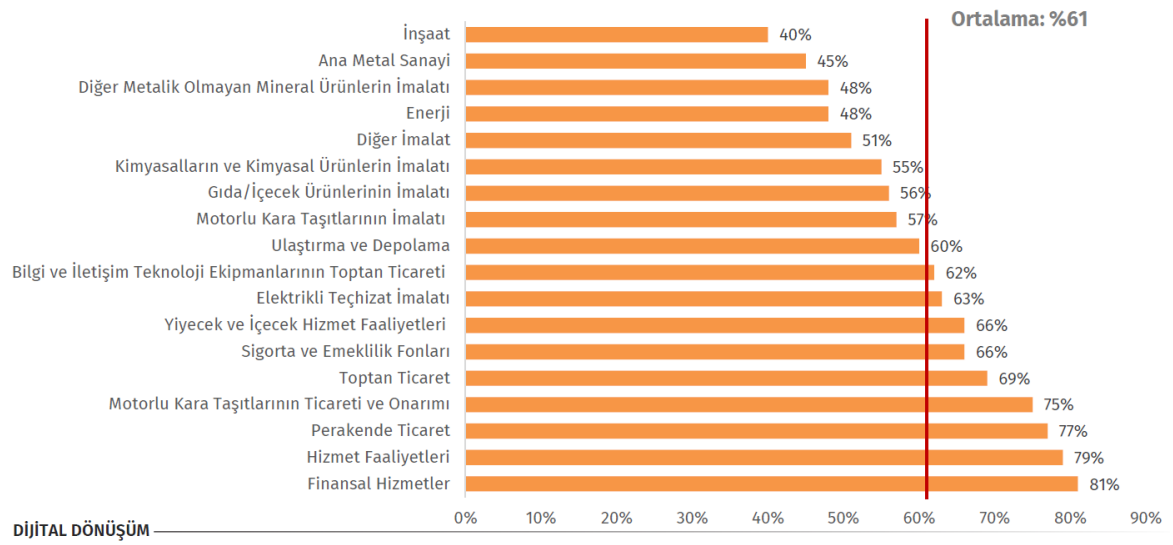
Araştırmada ülkemiz “Kabuğunu Kıran Ülkeler” arasında gösterilirken, bu ifade ile “diğerlerine göre daha düşük dijital gelişim düzeyine sahip olmakla birlikte hızlı ivme

³² <https://cdn.manastir.co/Infofolji/presentations/2-dijital-donusum.pdf>

gösterdiklerinden ve gelişime açık olduklarından dolayı yatırımcılar için cazip ülkeler”in kastedildiği belirtilmektedir.

Bir danışmanlık firmasının 2016 yılında yayınladığı çalışmaya göre ülkemizdeki sektörlerin sayısallaşma endeksi şu şekildedir³³.

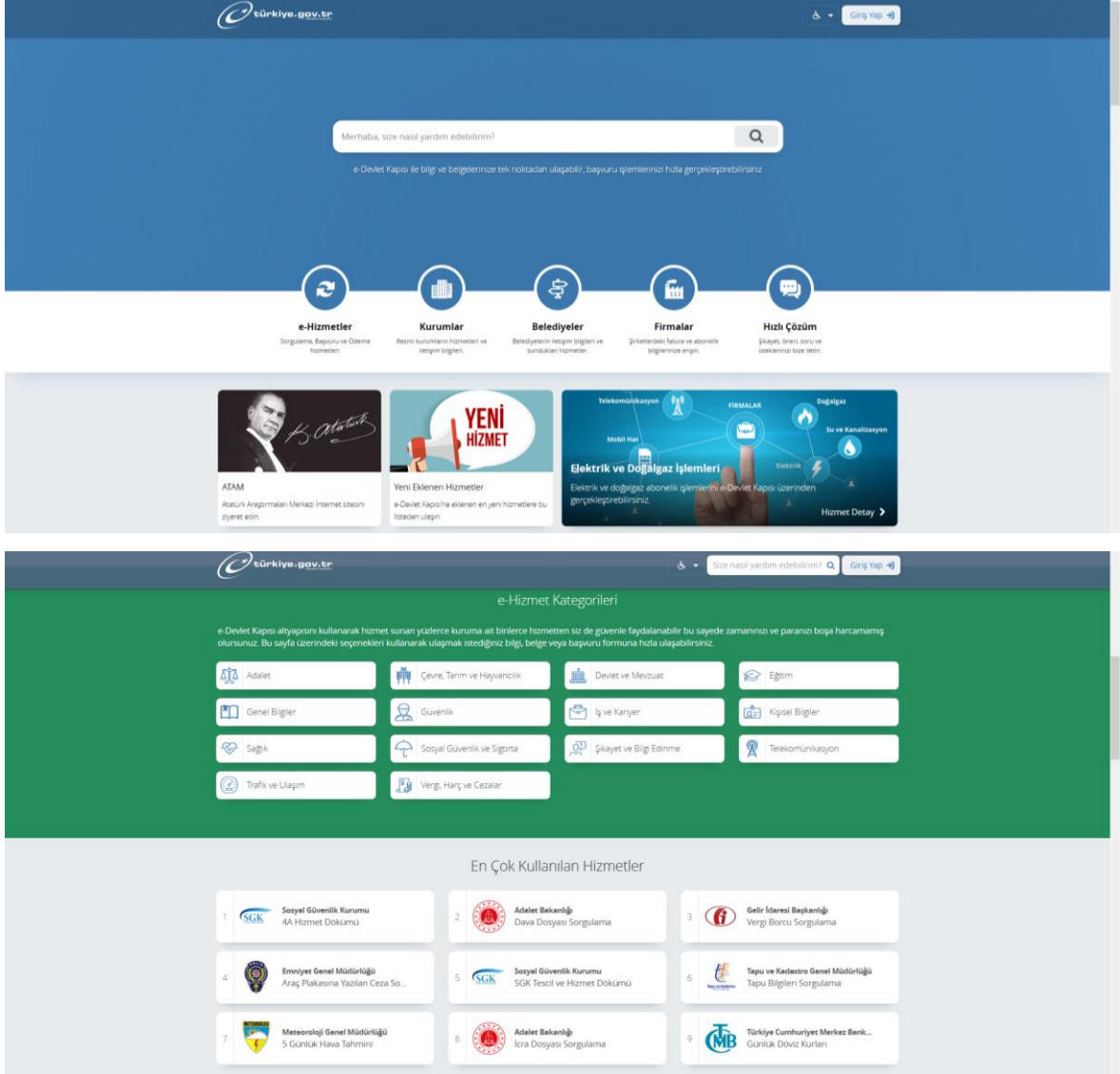
Şekil 3-2: Ülkemizdeki Sektörlerin Sayısallaşma Endeksi Puanı



Ülkemizde sayısal dönüşüm çalışmalarında en önemli örneklerden biri de “e-Devlet” portalıdır. e-Devlet, hem kamunun sayısal dönüşümüne iyi bir örnek olması açısından hem de neredeyse ülke nüfusunun tamamının hayatını büyük ölçüde kolaylaştıran bir sayısal dönüşüm çalışması olması açısından önemli bir örnektir. www.turkiye.gov.tr internet adresi üzerinden hizmet veren portalda adaletten, telekomünikasyona, vergi yükümlülüklerinden şikâyet ve bilgi edinmeye kadar birçok işlem devlet kurumlarına gitmeye gerek kalmaksızın çevrimiçi olarak vatandaşların faydasına sunulmaktadır. Portalda yalnızca devlet kurumlarına ait işlemler değil elektrik, doğalgaz, telekomünikasyon gibi özel sektör eliyle yürütülen hizmetler için de abonelik sorgulama, abone olma ve abonelikten ayrılma başvurusu gibi işlemleri yapmak mümkündür. e-Devlet üzerinden Ağustos 2020 itibarı ile 670 farklı Kuruma ait 5.125 hizmet alınabilirken, bu portala kayıtlı kullanıcı sayısı 50 milyona yaklaşmıştır.

³³ a.g.e

Şekil 3-3: e-Devlet Portalı ve Verilen Hizmetler



1.5 Türkiye’de Endüstri 4.0’a İlişkin Yapılan Çalışmalar

Endüstri 4.0 dönüşümünde sensörler, makineler, ekipmanlar ve bilişim sistemleri, değer zinciri boyunca tek bir işletmenin ötesine bağlanacaktır. Bu bağlı sistemler (siber-fiziksel sistemler olarak da adlandırılır), İnternet protokollerini kullanarak birbirleriyle etkileşime girebilir ve

başarısızlığı tahmin etmek, kendilerini yapılandırmak ve değişikliklere uyum sağlamak için verileri analiz edebilir. Endüstri 4.0, makineler arasında veri toplamayı ve analiz etmeyi mümkün kılarak, düşük maliyetle daha kaliteli ürünler üretmek için daha hızlı, daha esnek ve daha verimli süreçler oluşturmayı mümkün kılacaktır. Bu da üretim verimliliğini artıracak, ekonomiyi değiştirecek, endüstriyel büyümeyi teşvik edecek ve işgücünün profilini değiştirecek olup sonuçta da şirketlerin rekabet gücü artacaktır.

Akıllı robotlar, büyük veri, nesnelerin interneti, 3D yazıcılar, bulut bilişim gibi teknolojileri içinde barındıran endüstri 4.0, sadece değer zincirlerinin parçalarının kendi içlerinde otomasyonunun ötesinde birbirleri ile entegre olmasını da içermekte olup bu entegrasyonun en önemli özelliği ise tüm değer zinciri adımlarının birbiri ile gerçek zamanlı ve sürekli iletişim içinde olması ve bu sayede akıllı ve kendisini uyarlayan bir sanayi sürecine ulaşma vizyonudur. Bu vizyonun sonucunda, daha hızlı, daha esnek, kalitesi daha yüksek ve daha verimli bir endüstriye sahip olmak amaçlanmaktadır.

Rekabet gücü yüksek ekonomiler kümesi içinde yer almak isteyen Türkiye için, küresel düzeydeki bu gelişmeleri takip etmek ve bunun ötesinde endüstri 4.0'ın uygulayıcı öncü ekonomileri arasında yer almak kaçınılmaz bir önemdedir. Özellikle rekabet gücü göstergelerinin çeşitlilik ve hızlı bir değişkenlik gösterdiği bu dönemde düşük iş gücü maliyetleri ve lojistik avantajı gibi ülke olarak rekabetçiliğimizin temelini oluşturan etkenlerin artık önemli baskılara maruz kalması beklenebilir.

Ülkemizdeki endüstri 4.0 dönüşümüyle dört önemli kategoride gelişme kaydedilmesi beklenmektedir³⁴:

- Verimlilik: Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulandığı durumda, günümüz ekonomik büyüklüğünde, Türkiye'deki üretim sektörlerinin verimliliğinde 50 milyar TL'ye varabilecek bir fayda kaydedilmesi potansiyeli mevcuttur. Bu analizin temeli, toplam üretim maliyeti göz önüne alındığında, verimlilikteki artışın % 4-7 arasında olacağı beklentisine dayanmaktadır. Sadece dönüşüm maliyeti (malzeme maliyetleri

³⁴ TÜSİAD, 2016, Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0 <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8671-turkiyenin-sanayi-4.0-donusumu>

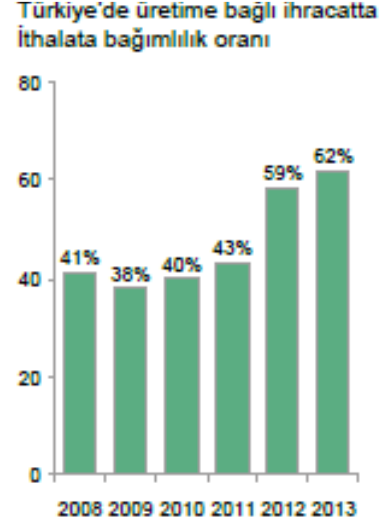
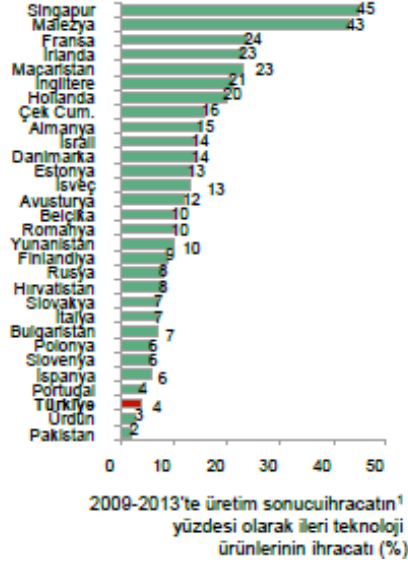
hariç üretim maliyeti) değerlendirildiğinde, verimlilik artışının % 5-15 arasında olması beklenmektedir.

- Büyüme: Küresel değer zincirlerine entegrasyon ve endüstri 4.0 çevresinde oluşacak ekonomi yoluyla kazanılacak rekabet avantajının, sanayi üretiminde yıllık yaklaşık % 3'e kadar ulaşabilecek bir artışı tetiklemesi beklenmektedir. Bu büyüme Türkiye GSYİH'sinde % 1 ve üzeri bir ek büyüme ve 150-200 milyar TL düzeyinde ek gelir anlamına gelmektedir.
- Yatırım: Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim sürecine dahil edilmesi için önümüzdeki 10 yıllık süreçte –günümüz fiyatları ve ekonomik büyüklüğü baz alındığında- yılda yaklaşık 10-15 milyar TL (üreticilerin gelirlerinin yaklaşık %1 - %1,5'i) yatırım yapılması gerektiği tahmin edilmektedir.
- İstihdam: Büyüme hedeflerinin de gerçekleşeceği varsayımıyla, toplam sanayide istihdam edilen iş gücü ihtiyacının artacağı ve daha da önemlisi çok daha nitelikli, eğitim ve gelir düzeyi yüksek bir iş gücü yapısının oluşacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda önümüzdeki on yılda, istihdamda yetkinlik düzeyi düşük işlerde iş gücünün azalması olası olmakla birlikte, sanayi üretiminin artması ile toplamda mutlak bir artış yaşanması beklenmektedir. Aynı zamanda, yüksek nitelikli işgücü yapısı ile gelir piramidinin ve Türkiye "know-how" altyapısının gelişeceği değerlendirilmektedir.

Ülkemiz coğrafi konumunun sağladığı lojistik avantajı sayesinde ve esnek, düşük maliyetli üretim yapabilmelerini sağlayan görece düşük maliyetli işgücünü kullanarak, küresel değer zincirinde oldukça rekabetçi şekilde konumlanmıştır. Üretim ücretleri, verimlilik, enerji maliyetleri ve döviz kurlarını dikkate alarak oluşturulan BCG Global Üretim Maliyeti Endeksi'nde, Türkiye 98 ortalama birim maliyet ile üretim yaparken, ABD 100, Almanya ise 121 ortalama birim maliyetle üretim gerçekleştirmektedir. Diğer bir deyişle, Türkiye'deki ortalama doğrudan üretim maliyetleri Almanya'nın % 23, ABD'nin ise % 2 altındadır³⁵. Bununla birlikte, üretim maliyetleri anlamında bazı dezavantajlarımız da bulunmaktadır. Katma değerli ürün üretim ve ihracatımızın görece düşüklüğü, yoğun ara mal ithalatı ihtiyacı bunlardan bazılarıdır.

³⁵ a.g.e

Şekil 3-4: Ülkelerin İleri Teknoloji Ürün İhracatı (%) ve Ülkemiz İhracatının İthalata Bağımlılık oranı (%)



Kaynak: TÜSİAD

Bu anlamda Endüstri 4.0 ülkemiz için daha da kritik hale gelmektedir. Diğer ülkelere karşı var olan rekabet avantajımız, orta vadede Endüstri 4.0 konusunda gösterebileceğimiz kötü performansla eriyebileceği gibi üretim konusundaki ithalat bağımlılığı ve katma değerli ürün üretme konusunda beklenen seviyede olmama gibi mevcut sorunlarımızın daha da büyümesine yol açabilecektir. Bu durumda ülkemiz üzerindeki rekabet baskısı artacak ve bu durum üretim maliyetlerine de olumsuz yansıtılabilecektir. Ülkemizin Endüstri 4.0'a geçiş konusunda başarılı olması ile bu değişimden pozitif etkilenmesi ve küresel değer zincirinden daha fazla pay alarak kaliteli işgücü istihdamında artış sağlaması mümkündür. Endüstri 4.0'ın ülkemizin üretim kabiliyetlerine olumlu etkilerinin oluşturacağı döngü şu şekilde özetlenebilir:

Şekil 3-5: Endüstri 4.0'ın Üretim Kabiliyetlerine Etkileri



Kaynak: TÜSİAD

TÜSİAD'ın bir danışmanlık şirketi olan BCG ile birlikte yürüttüğü bir çalışmada altı farklı sektörde yer alan şirketlerle görüşmeler yapılarak Endüstri 4.0'e geçiş konusunda şirketlerimizin durumu incelenmiştir. Buna göre halihazırda şirketlerimiz "Entegre, otomasyonlu ve mükemmel iş akışı, sanal ürün tasarımı, esnek üretim, akıllı ve otomatize lojistik ve öğrenen süreçler" gibi konularda Endüstri 4.0'ı uygulamaktadır. Yine aynı çalışmada doğru uygulanan Endüstri 4.0 ile birlikte ülkemizin üretim sektörünün 50 milyar ₺'lik verimlilik artışı faydası elde edilebileceği belirtilmektedir. İlave olarak endüstri 4.0'ın sanayi üretiminde yıllık %3'e kadar bir artış katkısı sağlayabileceği, bununla birlikte bu faydaların elde edilebilmesi için Endüstri 4.0'a geçiş için de şirketlerin 10 yıllık süreçte 10-15 milyar ₺ civarında yatırım yapmasının gerekeceği ifade edilmektedir.

Endüstri 4.0'ın istihdam üzerindeki etkisi ise ülkemiz gibi genç nüfus oranının göreceli olarak yüksek olduğu ve her yıl çok sayıda gencin istihdam piyasasında kendine yer aradığı bir ülke için oldukça önemlidir. Endüstri 4.0 ile birlikte beklenen üretim, kalite ve bakım gibi düşük nitelikli işleri yapanların işlerini sağlanacak otomasyon ile makinelere bırakmasıdır. Bununla birlikte nitelikli iş gücüne olan ihtiyacın da artmasının yanı sıra beyaz ve mavi yakalı çalışanların daha farklı yetkinlikleri haiz olmaları beklenmektedir. Yine TÜSİAD'ın yaptığı araştırmaya göre, Endüstri 4.0 ile birlikte ülkemizde düşük nitelikli işlerde önümüzdeki 10 yıllık süreçte 400-500 bin kadar işçi ihtiyacında azalma beklenirken yaklaşık

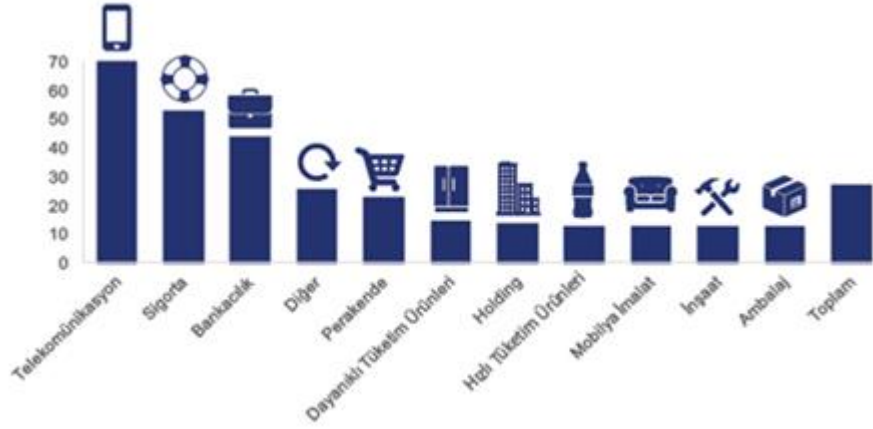
100 bin kadar yeni yüksek nitelikli çalışan ihtiyacı olacağı ve bunun yanında sanayileşmenin getireceği büyüme akımı sonucunda 400-500 bin kadar yeni iş imkânı doğacağı öngörülmektedir. Bu yaklaşım neticesinde toplam istihdamda azalma olacakmış gibi görünse de daha önce bahsedildiği üzere Endüstri 4.0 ile gelecek yıllık ilave %2-3'lük büyümenin getireceği istihdam ihtiyacının eksilen istihdamı karşılaması hatta ilave %5 artırması beklenmektedir. Dolayısı ile Endüstri 4.0 ile birlikte çalışan kesimin yeni paradigmanın gerektirdiği kabiliyet ve bilgi birikimine sahip olması halinde yeni dönemde istihdamın pozitif etkilenmesi beklenirken aksi durumda hem istihdam tarafından sıkıntılar oluşabilecek hem de firmalar yeterince nitelikli çalışan bulmakta zorlanacaklarından üretim sektörünün büyümesi zorlaşacaktır. Bu anlamda, sadece üretime yönelik kurum ve kuruluşların değil aynı zamanda eğitim kurumlarının da Endüstri 4.0'a kendilerini hazırlamaları elzemdir. Ülkemizde sıklıkla dile getirilen "akademi-sanayi işbirliği" hususu burada daha da öne çıkmakta olup bilişim teknolojileri üzerine eğitim veren eğitim kurumlarının Endüstri 4.0'ı oluşturan yapay zekâ, büyük veri, bulut bilişim, makineler arası iletişim gibi konularda daha fazla eğitim imkânı ve endüstrinin ihtiyaçlarını gözetten bir yapıda eğitim vermeleri önem kazanmaktadır.

Benzer şekilde ülkemizdeki işletmecilerin var olan ve yeni yatırımlarla giderek genişleyen altyapılarını kurgularken artık iletişimin ve yüksek hızlı internetin sadece bireylerin yoğun olarak yaşadığı kent merkezlerinde değil, Endüstri 4.0'a geçiş için sanayi ve üretim tesislerinin bulunduğu alanlarda da vazgeçilmez bir husus olduğu ve bugünkünden daha yüksek kapasiteli altyapıların bu alanların temel gereksinimi olduğu gerçeğini göz önüne almaları gerekmektedir.

Telekomünikasyon sektörü sayısallaşma açısından tüm sektörlerin önünde yer almaktadır. Aşağıdaki grafikten de görüleceği üzere sektörler bazında yapılan yatırımın ne kadarının sayısallaşmaya harcandığı ve bu anlamda ülkemizin önünde atılması gereken adımlar olduğu, bununla birlikte telekomünikasyon sektörünün öncülüğünün bilişim çağında diğer sektörlerin gelişimine pozitif etki edeceği söylenebilir³⁶.

³⁶ Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, Türkiye'de Endüstri 4.0, www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/

Şekil 3-6: Sektörler Bazında Sayısallaşmaya Uyum (%)



Kaynak: www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/

1.6 Türkiye’de Yapay Zekâ ve Büyük Veriye İlişkin Çalışmalar

1.6.1 Ülkemizdeki Yapay Zekâ Çalışmaları

Ülkemizde son on yıldır yapay zekâ konusunda çalışmalar artmış olup Dünya ve Avrupa ile eş zamanlı ilerlememekle birlikte son zamanlarda bir ivme kazandığı gözlenmektedir. Bu çerçevede genellikle bilgisayar mühendisliği ve elektrik-elektronik mühendisliğinde yazılım tarafını içeren yapay zekâ çalışmaları yapılmaktadır. Yapay zekâyâ gençler daha çok ilgi duymakta olup, üniversitelerde yapay zekâyâ ilişkin bölümlerin açılmasının yanı sıra, araştırma merkezleri de kurulma aşamasındadır.

Bu kapsamda ülkemizde aşağıda açıklanan yapay zekâyâ dayalı bazı ürünler geliştirilmiştir³⁷:

Serdo: 2015 yılında başlanan projede bir yıllık Ar-Ge çalışmaları sonucunda Türkiye’nin ilk yapay zekâ ürünü piyasaya çıkmıştır. Ürün yazılı iletişimin yoğunlukla kullanıldığı müşteri hizmetleri ve çağrı merkezlerine yönelik olarak geliştirilmiş olup, Türkçe doğal dil işleme yeteneği ile müşterilerden dijital kanallar üzerinden gelen yazılı e-posta, mesajı ya da sosyal medya içeriklerini otomatik analiz ederek müşteriye anında cevap verebiliyor veya

³⁷ Makinatek, Türkiye’de Yapay Zekâ Uygulamaları, 2018
<http://makinatek.com.tr/uncategorized/178-turkiyede-yapay-zekauygulamalari/>

konunun en kısa sürede çözülerek müşteriye dönüş yapılabilmesi için konunun uzmanı müşteri temsilcisine yönlendirebiliyor. Yapılan pilot denemelerde yapay zekâ çözümünün, yazılı kanallarda müşteriye dönüş süresini %50'ye yakın kısalttığı, hızlı içerik anlama yeteneği ile de çağrı merkezlerinde yazılı iletişime ayrılan sürede %40 tasarruf sağladığı belirtilmektedir.

Udentify: Fiziksel mağazalar için Google analitik olarak bilinen Udentify, müşteri davranışlarını analiz etmektedir. Öncelikle bir resim karesi içinde insan figürünün tüm özelliklerini (omuz yapısı, bel yapısı, yüz yapısı) makinelere öğrettiği Udentify, kameraya olan uzaklığa göre bu figürlerin boyutları değiştiği için sürekli bir öğretim yaparak ilerleyebilmektedir. Gerçekleşen hareket ve insanın temel özelliklerinin tespitinden sonra video içindeki her fotoğrafta makinenin aynı insanı bulmasını sağlayabilmektedir. Bu da sisteme takip yeteneği kazandırmaktadır. Bir sonraki aşamada ise elde edilen veri senaryolar haline getirilerek deneyim tanımlanmaktadır. Henüz çok yeni bir girişim olan Udentify, şu anda üçü tam zamanlı beş kişilik bir ekiple geliştirme yapmaya devam etmektedir.

Monument: Kickstarter'da en fazla fon toplayan yerli girişim olan Monument, resim ve video odaklı 'deep learning' teknolojileri üzerine çalışmalar yapan bir firmadır. Şirket son kullanıcıya yönelik resim ve video medyalarının yönetiminde farklılaştırıcı özelliklere odaklanan bir merkezi depolama donanımı geliştirmiş durumdadır. Bu ürün için yüz tanıma ve içerik tanıma özellikleri geliştiren Monument, otomatik albüm oluşturma, resimleri benzerliklerine göre gruplama, bulanık resimleri anlama gibi özellikleri de zamanla gerçekleştirmeyi öngörmektedir. Öğrenen algoritmalar sayesinde analiz ettiği içerik sayısı arttıkça daha iyi sonuçlar sunmayı hedeflemektedir. Kickstarter'daki hedefinin 11 katından fazla destek toplayan Monument, şu anda 10 kişilik bir ekiple çalışmakta ve iki kişi tamamen derin öğrenme üzerine odaklanmış durumdadır.

Dahi.ai / Yapaytech: Yapaytech, öncelikli olarak doğal dil işleme ve makine öğrenmesine odaklanan bir teknoloji şirketi olarak kurulmuştur. En çok bilinen ürünü ise sohbet botu platformu 'Dahi.ai' olmuştur. Dahi.ai, kullanıcıların herhangi bir teknik bilgiye sahip olmadan kendi sohbet botunu oluşturmasını sağlayan bir altyapı vaat etmektedir. Yapaytech de bu altyapıyı bilgi toplama, heceleme ve tahmin yapma gibi yöntemlerle güçlendirebilmektedir. Öğrenen algoritmalarla sohbet botu-insan etkileşimi mümkün

olduğunca doğal hale getirilmeye çalışılmaktadır. 2013 yılında kurulan Yapaytech şirketi, şu anda beş kişilik bir ekiple hizmet vermeye devam etmektedir.

Veslabs / Jetlink: Jetlink, doğal dil işleme kütüphanesini kullanarak sohbet botu geliştiren girişimlerdendir. Jetlink Chatbot Framework ile hızla büyüyerek, hem akış bazlı sohbet botu kurgularına hem de doğal dil anlama noktasındaki müşteri ihtiyaçlarına cevap vermeyi amaçlamaktadır. Bir yandan da canlı destek paneliyle, müşteri temsilcilerinin günlük hayatını kolaylaştıracak makine öğrenmesi temelli birçok öneri mekanizması hizmeti verilmektedir.

Anatolian Technologies&Labs: Anatolian Technologies&Labs, gerçek manada otomobillerin dış dünya ile günlük konuşma diliyle (Türkçe ve İngilizce) bağlantı kurabilmesine imkân veren yapay zekâ teknolojileri geliştiren bir şirkettir. Otomobillerin, tıpkı insanlar gibi arızalarını gözlemleyebilmesini ve bu gözlemleri dış dünyaya aktarmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda kullanım karakteristiklerindeki hataların çözülmesi için sesli bildirimlerle optimizasyon imkanı verilmektedir. On iki yıllık sektör tecrübesine sahip olan Anatolian Technologies kadrosu altı mühendisten oluşmaktadır.

Paym.es: Paym.es, mesajlaşma uygulamaları için geliştirdiği sohbet botlarıyla güvenli alışveriş ve satış yapmalarına olanak sağlayan bir girişimdir. Sosyal ticaret yapan kullanıcılara karmaşık formlar, uzun onay süreleri olmayan bir e-Ticaret deneyimi sunmak isteyen Paym.es'in amacı da kullanıcıların karşısında bir insan zekâsı olduğunu hissettirmektir. Bunun için kişinin sosyal medyadaki hareketlerine, ürünlerine ve konuşmalarına göre özel bir deneyim yaşatmayı amaçlamaktadır. Ürünü yayına almak, filtreleme yapmak, popüler ürün listesi oluşturmak, satın almada yaşanan problemleri çözmek gibi çeşitli kararlar alan Paym.es platformu, satıcıların alıcılarla olan diyaloglarını analiz ederek birçok yanıtı otomatik veren bir sistem geliştirmeyi amaçlamaktadır. Üç yıldır bu alanda çalışan girişim şu anda beş kişilik bir ekiple geliştirme yapmaktadır.

1.6.2 Büyük Veri ve Ülkemizdeki Uygulamaları

Büyük veri günümüzde hem özel sektörde hem de kamu sektöründe kullanılmaktadır. Büyük verinin başlıca kullanım örnekleri şu şekildedir:

- **Kamu Sektörü:** Verilere erişebilirlik sağlama, gizlilik ve şeffaflık oluşturma, uygun ürün ve hizmetler için eylem uygulama, risk ve sahtekârlığı azaltma gibi durumlarda,
- **Teknoloji:** Gerçek zamanlı analiz, hızlı cevap üretme, işlem süresini azaltma, riskleri azaltma konusunda otomatik sistemler ile karar vermede,
- **Eğitim:** Eğitim sistemlerinin programlanması, öğrenci analizi, ders planlaması gibi durumlarda,
- **Sağlık:** Hastalık tespiti, hasta kontrolü, kişisel DNA analizi gibi çalışmalarda,
- **Kişisel Konum Verileri:** Bölgeye göre reklam hedefleme, akıllı yönlendirme, acil müdahale gibi durumlarda,
- **Perakende Satış:** İşçi geliri optimizasyonu, mağaza davranış analizi, müşteri ilişkileri analizi, ürün çeşitliliği ve fiyat optimizasyonu çalışmalarında,
- **İşletme:** Müşteri analizi, dağıtım ve lojistik optimizasyonu, müşteri kişileştirme gibi durumlarda³⁸,
- **Finans:** Büyük veri algoritmaları, özellikle yüksek frekanslı alım satım alanında da alım-satım kararını vermede, hisse senedi alım satımlarının sosyal medyadan ve haber sitelerinden toplanan verilerden istifade edilerek saniyeler içinde sonuçlandırılmasında³⁹

kullanılmaktadır.

Bu kapsamda ülkemizde büyük veri ile ilgili çalışmalar yapılmakta ve büyük veri uygulamalarını hem kamu hem de özel sektörde görebilmekteyiz. 2006 yılında başlatılan e-Dönüşüm projeleriyle veri paylaşımı ve analizi ile ilgili önemli bir başlangıç olmuştur. Ülkemizde büyük verinin yaygınlaştırılması ve daha da etkin kullanılması adına pek çok proje yürütülmektedir. Büyük veri ile ilgili projeler yürüten kurumlar ve proje içerikleri şu şekildedir;

- **Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) Projeleri:** SGK, e-Bildirge sistemi, MEDULA ve Veri Ambarı projelerini yürütmektedir. e-Bildirge sistemi ile tüm sigorta prim tahsillerinin ve işyeri tescil kayıtlarının takibinin gerçekleştirilmesi beklenmektedir. MEDULA projesi ile vatandaşlara ait tüm sağlık ödemelerinin belirlenen kurallar çerçevesinde yürütülmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Veri Ambarı projesi

³⁸ <https://alimutlu.com.tr/teknoloji/big-data-nedir-ne-ise-yarar-kullanim-alanlari-nelerdir>

³⁹ <http://www.yeniisfikirleri.net/buyuk-veri-big-data-nerelerde-ve-nasil-kullaniliyor/>

ile de sağlık, sigortalama, tahsis (emeklilik) rapor grupları ile ortalama 500 standart rapordan on binlerce farklı birleşimlerde sorgu yapılarak rapor üretilebilen bir veri ambarı oluşturulmaktadır. Tüm Türkiye genelinde hizmet veren 500'e yakın uygulamaya ait verileri raporlayabilmek ve analiz etmek için kurulan veri ambarı 150 Terabyte büyüklüğe ulařmıştır⁴⁰.

- **Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Projeleri:** MEB; e-Okul, FATİH ve ALO 147 projelerini yürütmektedir. e-Okul projesi bir öğrencinin okula kaydından başlayıp, mezuniyetine kadar olan tüm süreci içeren bir sistemdir. FATİH projesi Milli Eğitim Bakanlığı ile Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı işbirliği ile Türkiye'deki tüm dersliklere birer adet dizüstü bilgisayar, projeksiyon cihazı ve akıllı tahta koymaktır. Projenin ön kısımlarında her öğrenciye tablet bilgisayar verilmesi öngörülmektedir. Projenin amacı, bilgi toplumu oluşturmak ve eğitimde teknolojiyi yararlı kılmaktır. ALO 147 projesi ise Bakanlığın görev ve sorumluluklarıyla ilgili her türlü talep, Şikâyet, görüş ve öneri, ihbar, bilgi edinme soruları ile bakanlığın vermiş olduğu tüm hizmetler hakkında bilgiyi etkin ve hızlı bir biçimde sunabilmek ve sorunların çözüme kavuşturulabilmesi amacıyla kurulmuştur.
- **Sağlık Bakanlığı:** Hastaların tıbbi verilerinin güvenli bir Şekilde depolanması ve hastaların dosyalarına rahatlıkla erişebilmeleri için büyük veri uygulamaları kullanılmaktadır. Bu amaç kapsamında Sağlık Bakanlığı, e-Nabız projesi, Sağlık.Net projesi ve Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS) projesini hayata geçirmiştir. e-Nabız Projesi ile muayene, tetkik ve tedavi bilgileri başta olmak üzere tüm sağlık verilerinin yönetebildiği, tıbbi özgeçmişe tek bir yerden ulaşabilen bir kişisel sağlık kaydı sistemi oluřturulmuřtur⁴¹. Sağlık.Net, tüm vatandaşları kapsayan, her bireyin kendi bilgilerine erişebildiği, bireyin doğumundan önce başlayıp tüm yaşamı boyunca sağlığıyla ilgili verilerden oluşan işlevsel bir veri tabanının, yüksek bant genişlikli ve tüm ülkeyi kapsayan bir iletişim omurgasında paylaşılması ve tele-tıp uygulamalarına varan teknolojilerin mesleki pratikte kullanılmasını temel alan elektronik kayıt sistemidir. MHRS; vatandaşların Sağlık Bakanlığı'na bağlı 2. ve 3. basamak hastaneler ile ağız ve diş sağlığı merkezleri için Alo182 hattından MHRS'yi

⁴⁰ <http://www.ugurkizmaz.com/diger/kamubib/2016/CG4-Buyuk-Veri-Uygulamalari-2016.pdf>

⁴¹ a.g.e

arayarak canlı operatörlerden veya internet üzerinden kendilerine istedikleri hastane ve hekimden randevu alabilecekleri bir uygulamadır.

Bu çerçevede büyük verinin kullanım alanları geçmişten günümüze sürekli olarak artmıştır. Nesnelerin interneti, makine öğrenimi, bulut bilişim ve yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte uygulamaların veri toplama kapasiteleri daha da artacaktır. Bu durum büyük veriyi geçmişte olduğundan daha önemli bir hale getirecektir. Günümüzde pek çok alanda kullanılan büyük veri uygulamaları gelecekte daha da yaygınlaşacak, hem kamu hem de özel sektör için vazgeçilemez bir nitelik kazanacaktır.

SONUÇ

Sayısal dönüşümü genel bir tanımla, ister ticari şirket ister kamu kuruluşu tüm kurumların sayısal çağa ayak uydurabilmek için sayısal teknoloji, sosyal medya, mobil teknolojiler ve diğer yeni teknolojileri kullanarak organizasyonel yapılarından başlayarak müşterilere ve ekosisteme değer katacak iş süreçlerini geliştirecek ve tüm kuruluşun yetkinliklerini yeni iş yapış ve yeni düşünüş şekillerine geçiş süreci olarak tanımlayabiliriz.

Bu şemsiye tanımdaki süreçler; internet, mobil teknolojiler, bulut bilişim, sosyal medya kullanımı, yapay zekâ, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri, robotik teknolojileri, üç boyutlu yazıcı teknolojileri, nesnelerin interneti, makineler arası iletişim ve büyük veri gibi birçok alt bileşeni içinde bulundurmaktadır. Sayısal dönüşümün işletmeler için hem verimlilik artışı hem de maliyetlerde azalma sağlaması beklenmektedir. Bir danışmanlık şirketi bu verimlilik ve gelir artışının parasal değeri ile ilgili olarak gelirlerin yıllık yaklaşık 490 milyar ABD Doları artacağı ve maliyetlerin yine yıllık olarak 421 milyar ABD Doları azalacağını öngörmektedir. Sayısal dönüşüm yeni kurulan şirketler için hızla büyüme imkânı sağlayabilirken köklü kuruluşlar sayısal dönüşüme ayak uydurabildikleri ölçüde yerlerini koruyabilecektir.

Hız, verimlilik, maliyet ve inovasyon odaklı üretim ve pazarlama anlayışını, süratle gelişen teknoloji olanakları sayesinde geline yeni bir düzeyi ifade eden Endüstri 4.0 ile birlikte üretim süreçlerindeki tüm birimlerin birbirleriyle iletişim kurabilmesi, büyük verilere gerçek zamanlı ulaşabilmesi ve böylece beklentileri en iyi düzeyde karşılayacak çıktılar elde edilmesi hedeflenmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte sanayide robotik üretimin artması kişileri daha vasıflı olmaya zorlayacak ve bu da yeni üretim tarzının ihtiyaç duyduğu vasıflara uygun eğitim programları zorunlu hale gelecektir.

Bilgisayar sistemlerinde makinelerle, insan zekâsı süreçlerinin simüle edilmesi olan yapay zekâ, kültürel etkinliklerden üretime ve toplumsal hayata kadar birçok alanda kendine uygulama imkânı bulabilmektedir. Bazı araştırmacılar 2051 yılında insanların gerçekleştirdiği bütün görevlerin ve 2136 yılında da tüm mesleklerin otomatikleşebileceğini öngörmektedir. Google, Facebook, Microsoft, Amazon ve Alibaba gibi Dünyanın önde

gelen bilişim ve perakende şirketleri yapay zekâ alanına yaptıkları yatırımları artırarak bu alanda gelecekte söz sahibi olmayı planlamaktadır. Gerçek bir insan gibi sohbet edebilen, rezervasyon yapabilen yapay zekâ uygulamaları günümüzde önemli bir aşama kaydetmiştir.

Gelişen internet altyapı ve teknolojilerinin her geçen gün daha hızlı bağlantı imkânı sunması daha fazla bağlanan insan ve daha fazla içeriğin internette bulunmasına yol açmaktadır. İnternet ortamındaki günlük veri miktarının exabytelarla ölçülür hale gelmesi neticesinde bu kadar büyük bir veri yığınının ihtiyaç duyulan verinin bulunabilmesi ancak büyük veri analizleri ile olabilmektedir. Şirketler, kendi elde ettikleri bilgilerden veya bazen de diğer kaynaklardan edindikleri verilerden oluşan muazzam veri yığınınını müşterileri ve potansiyel müşterileri için farklı ve daha iyi hizmet sunmak üzere analiz etmektedir. Büyük veri sadece ticari işletmelerin kullandığı bir yöntem değildir. Devletler de özellikle güvenlik gerekleri ile büyük veri analizlerine başvurmakta ve suçluları tespit etmede bu imkânlardan yararlanmaktadır.

Sayısal dönüşüm çoğu kez ticari şirketlerin konusu gibi algılansa da vatandaş olarak kamudan aldığımız hizmetlerin de çağın getirdiği teknolojik imkânlar çerçevesinde gözden geçirilmesi gerektiği açıktır. Ülkemizde e-Devlet portalı ile Ağustos 2020 itibarı ile 670 farklı kuruma ait 5.125 hizmet vatandaşlarımızın günlerce sürebilecek ve oldukça maliyetli birçok işlemi internet bağlantısı ile dakikalar hatta saniyeler içinde alabilmesini sağlamaktadır. Bu portaldaki hizmet sayısı ve kullanıcılar gün geçtikçe artmaktadır. Büyük bir coğrafi alana yayılmış olan ülkemizde devlet hizmetlerinin il veya ilçe merkezlerinden sunulması vatandaşların basit bir bilgi için dahi birçok zorluğa katlanmasını ve devletin bu noktalara hizmet götürebilmek için önemli maliyetlere katlanmasını gerektirmekteydi. Ülke olarak gelişen internet altyapımız, genişbant abone sayımız ve kurulan e-Devlet portalı (www.turkiye.gov.tr) ile vatandaşlarımızın yaşam kalitesi artırılmıştır. İlerleyen dönemde daha birçok kamu hizmetinin e-Devlet portalından sunulabilir hale gelmesi beklenmektedir. Bu da başlı başına bir sayısal dönüşümdür.

Ülkemiz, ekonomik anlamda gelişmekte olan ülkeler arasında sınıflandırılmakta olup, kısa zamanda dünyanın gelişmiş ekonomileri arasında yer almak ana hedeflerimiz arasındadır. Ülkemizin teknolojik olarak uluslararası konumuna baktığımızda, mobil şebekelerin

yaygınlığı ve aboneye verilen hizmetin kalite ve çeşitliliği, genişbantın gelişimi, fibere yapılan yatırımlar gibi konularda ülkemiz yükselen bir trende sahiptir. 2019 sonu itibarı ile %100'e yakın mobil abonelik penetrasyonu, 74 milyonun üzerinde 4.5G abonesi, 77 milyona yaklaşan genişbant abone sayısı ve birçok ülkeye kıyasla kapsama ve hizmet kalitesinde gelmiş olduğu üst seviye ile ülkemiz için ekonomik olarak sınıf atlatacak unsurun bilgi ve iletişim teknolojilerindeki başarımızın diğer üretim sektörlerinde ve kamu hizmetlerinde yaşanacak sayısal dönüşüm için kullanılabilmesi olduğu değerlendirilmektedir.

Ülkemiz, sahip olduğu görece genç nüfusu ile yapay zekâ ve büyük veri gibi yenilikçi teknolojiler konusunda önemli bir istihdam potansiyeline sahiptir. Bu gençlerin alacağı üst düzey eğitimler hem ülkemizin sayısal dönüşümden azami ölçüde istifade etmesini sağlayacak hem de robotik teknolojilerinin kullanılması ile vasıfsız işlerde oluşacak işsizliği önleyebilecektir.

Sayısal dönüşüm için yapılacak yatırımların ülkemizden beklenen ekonomik gelişmeyi çok daha hızlı yapabilmemizi sağlayacağı ve bu yönde atılacak adımların elektronik haberleşme yatırımlarını da güçlendireceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- (1) TÜBİTAK-BİLGEM YTE Dijital Akademi Portalı, Dijital Dönüşüm Nedir?
<https://www.dijitalakademi.gov.tr/dijital-donusum-nedir>
- (2) World Economic Forum, 2018, Digital Transformation Initiative,
<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf>
- (3) Connecting Talent For Digital Transformation
<https://www.thedigitaltransformationpeople.com>
- (4) World Economic Forum, 2018, Digital Transformation Initiative
- (5) i-scoop
<https://i-scoop.eu>
- (6) i-scoop, From Industry 4.0 to Society 5.0: The Big Societal Transformation Plan of Japan
<https://www.i-scoop.eu/industry-4-0-society-5-0/>
- (7) <https://cdn.manastir.co/Infofolji/presentations/2-dijital-donusum.pdf>
- (8) YILDIRIM Faruk, Dijital Dönüşüm, Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, Nisan 2018
<http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/dijital-donusum/9628>
- (9) SOYLU Ali, Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2018
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/474447>

- (10) a.g.e.
- (11) EBSO, Sanayi 4.0, 2015
http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf
- (12) SOYLU Ali, Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2018
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/474447>
- (13) AKBEN İbrahim, AVŞAR İlker İbrahim, Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 2018
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/465518>
- (14) BAĞCI Erdem, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2018
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/564552>
- (15) MÜSİAD, Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği, 2017
<https://www.musiad.org.tr/uploads/yayinlar/arastirma-raporlari/pdf/lojistik-raporu.pdf>
- (16) <https://www.dunyahalleri.com/2017nin-yapay-zeka-gelismeleri/>
- (17) <http://searchcio.techtargget.com/definition/AI>
- (19) Business Insider, Artificial Intelligence News
<http://www.businessinsider.com>
- (20) <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-37750409>
- (21) <http://www.gazetevatan.com/hasan-genc-1121660-yazar-yazisi-hayatimize-sizanyapay-zeka-uygulamalari/>

- (22) <https://www.dunyahalleri.com/2017nin-yapay-zeka-gelismeleri/>
- (23) Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web
- (24) Google vs Yahoo
https://www.diffen.com/difference/Google_vs_Yahoo
- (25) Total number of Websites,
<https://www.internetlivestats.com/total-number-of-websites/>
- (26) World Economic Forum, 2018, Digital Transformation Initiative
<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf>
- (27) IDC, IDC's Global DataSphere Forecast Shows Continued Steady Growth in the Creation and Consumption of Data
<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46286020>
- (28) Wikipedia
<https://en.wikipedia.org/wiki/MapReduce>
- (29) Wikipedia
<https://en.wikipedia.org/wiki/Bigtable>
- (30) <https://hadoop.apache.org/>
- (32) <https://cdn.manastir.co/Infooloji/presentations/2-dijital-donusum.pdf>
- (34) [TÜSİAD, 2016, Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0](#)

<https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8671-turkiyenin-sanayi-4.0-donusumu>

(36) [Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, Türkiye'de Endüstri 4.0,](http://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/)

<http://www.endustri40.com/turkiyede-endustri-4-0/>

(37) [Makinatek, Türkiye'de Yapay Zekâ Uygulamaları, 2018](http://makinatek.com.tr/uncategorized/178-turkiyede-yapay-zekauygulamalari/)

<http://makinatek.com.tr/uncategorized/178-turkiyede-yapay-zekauygulamalari/>

(38) <https://alimutlu.com.tr/teknoloji/big-data-nedir-ne-ise-yarar-kullanim-alanlari-nelerdir>

(39) <http://www.yeniisfikirleri.net/buyuk-veri-big-data-nerelerde-ve-nasil-kullaniliyor/>

(40) <http://www.ugurkizmaz.com/diger/kamubib/2016/CG4-Buyuk-Veri-Uygulamalari-2016.pdf>