



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş: 04.12.2017 ✓Accepted/Kabul: 28.02.2018

DOI: 10.30794/pausbed.424955

Araştırma Makalesi/ Research Article

Soylu, A. (2018). "Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar", Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, sayı 32, Denizli, s.43-57.

## ENDÜSTRİ 4.0 VE GİRİŞİMCİLİKTE YENİ YAKLAŞIMLAR\*

Ali SOYLU\*\*

### Özet

Dünyanın 18. yy da I. Sanayi Devrimi ile başlayan endüstrileşme yolculuğu bugün yeni bir döneme girmiş gözüküyor. Su ve buhar enerjili mekanik üretim sistemlerinin ortaya çıkmasıyla başlayan endüstrileşme süreci, 20. yy başlangıcında elektriğin ve kitle üretim sistemlerinin kullanılmasıyla ikinci aşamaya geçmiş, 1970'lerden itibaren üretim otomasyonunu daha üst düzeye taşıyan elektronik ve bilgi teknolojilerinin devreye girmesiyle de üçüncü aşama başlamıştır. 2011 yılına gelindiğinde ise ilk kez Almanya'da kullanılan Endüstri 4.0 kavramı yeni bir dönemin başlangıcını tüm dünyaya ilan etmiş oldu. Endüstri 4.0'ı tanımlayan temel konular ise siber- fiziksel sistemlere ve dinamik veri işlemeye dayalı üretim sistemlerinin ortaya çıkmasıdır. Endüstri 4.0; çok hızlı bir dijital dönüşüm yaşanan dünyada, bilişim, iletişim ve internet teknolojilerinin üretim süreçlerini yoğun biçimde etkilediği bir ortamı ifade etmektedir. Bu durumun üretimde verimlilik, maliyet avantajı, karlılık gibi firma düzeyindeki etkilerinin yanı sıra, büyüme, istihdam, insan kaynakları, eğitim, yatırım, girişimcilik gibi makro düzeydeki etkileri de söz konusudur.

Bu çalışmanın amacı kavramsal düzeyde Endüstri 4.0'ı inceleyerek, günümüz girişimcilik anlayışına muhtemel etkilerini incelemek ve olası bir "Yeni Girişimcilik" konseptinin temel paradigmasını tartışmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Girişimcilik, Yeni İş Modelleri.

## INDUSTRY 4.0 AND NEW APPROACHES TO ENTREPRENEURSHIP

### Abstract

The industrialization of the world that began with the Industrial Revolution of the 18th century seems to have entered a new phase today. The industrialization process, which started with the emergence of water and steam-powered mechanical production systems, passed to the second stage by the use of electricity and mass production systems at the beginning of the 20th century. Since the 1970s, electronic and information technology, which brings production automation to a higher level, has also started to take third stage. When it came to 2011, the concept of Industry 4.0, which was first used in Germany, proclaimed the beginning of a new era all over the world. The main issues that define Industry 4.0 are the emergence of production systems based on cyber-physical systems and dynamic data processing.

Industry 4.0; A very fast digital transformation is an environment in which information, communication, and internet technologies affect the production processes heavily in the world. This is the firm-level effects such as productivity, cost advantage, and profitability in production, as well as macro level effects such as growth, employment, human resources, education, investment and entrepreneurship.

The aim of this study is to examine the possible impacts on today's entrepreneurial understanding by examining Industry 4.0 at the conceptual level and to discuss the basic paradigms of a possible "New Entrepreneurship" concept.

**Keywords:** Industry 4.0, Entrepreneurship, New Business Models.

\* Bu metin 12-15 Ekim 2017 tarihinde III. Uluslararası Girişimcilik, İstihdam ve Kariyer Kongresi'nde sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

\*\*Doç. Dr. Pamukkale Üniversitesi İletişim Fakültesi, Halkla İlişkiler ve Tanıtım Bölümü, DENİZLİ .

e-posta: asoylu@pau.edu.tr (orcid.org/0000-0002-3881-9420)

## **1. GİRİŞ**

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 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 gözükse de muhtemel etkilerinin sadece bu alanda olmayacağı tahmin edilmektedir. Dijitalleşme 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 söz edilmesi söz konusudur. Ancak özellikle bu konuda literatürde yeterli çalışma olmadığı görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı kavramsal düzeyde Endüstri 4.0'ı inceleyerek, özellikle girişimcilik açısından bir değerlendirme yapmak ve geleceğe ilişkin muhtemel senaryoları ortaya koyarak literatüre katkı sağlamaktır.

## **2. ENDÜSTRİ 4.0 YA DA 4. SANAYİ DEVRİMİ**

Tüm dünyada geniş bir biçimde ele alınarak tartışılmaya başlanan Endüstri 4.0 ya da diğer bir deyişle 4. Sanayi devrimi, dünya çapında ekonomik, sosyal ve siyasal alanda çarpıcı gelişmelerin de bir habercisi gibi algılanmaktadır. Konu sadece üretim sistemleri boyutuyla değerlendirilemeyecek kadar karmaşık ve derinlikli görülmekte ve birçok açıdan ele alınmaktadır. Bu yönüyle öncelikle Endüstri 4.0 kavramının gelişim sürecini ortaya koymak yararlı olacaktır.

### **2.1 Tarihsel Süreçte Sanayi Devrimleri**

18. yy. sonlarında İngiltere merkezli olarak Avrupa'da görülmeye başlayan bir dizi teknolojik gelişme dünyadaki üretim sistemlerinin atölyeden fabrikaya, parça başı üretimden yığın üretime geçmesi sonucunu doğurmuştur. Buharla çalışan makinelerin üretilmesi, yığın üretimi yapabilecek teknolojilerin icat edilmesi bu sürecin önemli belirleyicileri olmuştur. Endüstri alanındaki çarpıcı gelişmeler Avrupa'nın başta ekonomi olmak üzere birçok alanda diğer bölgelere göre büyük üstünlük kurmasına yardımcı olmuş ve doğurmuş olduğu sonuçlar itibarıyla bu süreç "Sanayi Devrimi" (Endüstri 1.0) olarak adlandırılmıştır (EBSO, 2015:4).

19. yy ortalarına gelindiğinde çok önemli bir gelişme yaşanmış, elektrik teknolojileri ilk kez fabrikalarda üretim hatlarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu yeni teknoloji beraberinde yeni üretim şekillerinin gelişmesine katkı sağlamıştır. İlk kez Henry Ford'un geliştirdiği ve otomotiv sektöründe uyguladığı bant tipi seri üretim tarzı devrimsel bir etki meydana getirmiştir. Düşük maliyet, kitlesel üretim ve standart ürüne dayalı bu üretim modeli on yıllar boyunca güncelliğini korumuş ve 2. Sanayi Devrimi (Endüstri 2.0) olarak kabul edilmiştir (Alçın, 2016:20)

1970'li yılların başında ilk kez geliştirilen programlanabilir makineler sanayileşmede yeni bir dönemin habercisi oldular. Bu dönemde üretim süreçlerinin elektronik ve bilgi teknolojileri ile otomasyonunun sağlanması üretim teknolojilerine yeni boyut katmıştır. Bu dönemde ilk mikro bilgisayar geliştirilmiş, dijital teknolojiler öne çıkmıştır. 3. Sanayi Devrimi (Endüstri 3.0) olarak kabul edilen bu dönem mikroişlemciler, elektronik ve bilgisayar temelli bir üretim yapısını belirginleştirmiştir (SIEMENS, 2016:5).

21. yy başlarına gelindiğinde ise bilişim ve iletişim teknolojilerindeki çok önemli gelişmeler internetin yaygın kullanımını, bunun yanında yazılım alanındaki gelişmeler de akıllı sistemlerin gelişmesini sağladı. Bu süreçte ortaya çıkan fiziksel ve dijital sistemler arasında bağlantı kurarak üretim süreçlerini insansız biçimde kurgulayabilen

yeni üretim sistemleri, 4. Sanayi Devrimi ya da günümüzde yaygın biçimde kullanılan adıyla Endüstri 4.0 olarak değerlendirilmeye başlandı.

## **2.2 Endüstri 4.0 Nedir?**

Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkışı Alman hükümetinin yürüttüğü ileri teknoloji temalı bir projesiyledir. Proje üretimin bilgisayarlaştırılması yaklaşımı ile hazırlanmıştır. Daha önceki sanayi devrimlerindeki önemli dönüşümlerden esinlenen proje, yeni dönemi Endüstri 4.0 olarak adlandırmıştır. Kavram ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda kullanılmıştır (Banger, 2016: 79). Endüstri 4.0, kuramsal boyutta ise ilk kez Kagerman ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yayınlanan "Endüstri 4.0: Nesnelerin interneti ile 4. Endüstri Devrimine Giderken" başlıklı makale ile gündeme gelmiştir (Kagerman, vd.,2011). 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 İnişiyatifinin Uygulanmasına Yönelik Tavsiyeler" başlıklı raporla konu kuramsal boyutta resmi bir çerçeve kazanmış oldu (Acatech, 2013).

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 sistemlerin fiziksel süreçleri izlediği, fiziksel bir sanal kopyasını oluşturduğu, kendi kendini örgütlenme mekanizmalarına dayalı, otonom kararlar alabilen bir yapıyı anlatmaktadır (Industry 4.0, 2016: 20)

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 etmektedir (Acatech, 2013: 20)

## **2.3 Endüstri 4.0: Temel Özellikler ve İlişkili Kavramlar**

Endüstri 4.0'daki temel amaç, kendini yönetebilen üretim süreçlerinin olduğu akıllı fabrikaların hayata geçirilmesidir. Bu ise ancak "Siber-Fiziksel Sistem" ve "Nesnelerin interneti" ile mümkün olabilmektedir. O nedenle Sanayi 4.0'ı anlayabilmek için terminolojisi içerisinde sıklıkla kullanılan bazı kavramları öncelikle bilmekte yarar vardır. Bu kavramlardan birçoğunun bugün hayata geçirilmiş olması her birini Sanayi 4.0'ın ilk işaretleri olarak göstermekle birlikte, gelecekte neler olabileceğine dair de önemli ipuçları vermektedir. Örneğin 3 Boyutlu Yazıcılar ve Nesnelerin interneti bireye dokunan en önemli ipuçları arasında sayılabilir (EBSO, 2015:9).

Endüstri 4.0'ın temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir (ITRE, 2016: 21):

- **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 Bosch Rexroth Hamburg fabrikasında uygulanan bir pilot proje verilebilir. Proje kapsamında insanlar, makineler ve ürünler birbirlerine bağlı olarak çalışmakta, gelecekte üretim ortamının nasıl olacağına ilişkin bir fikir vermektedir (TOBB, 2016: 18)

- **Sanallaştırma:** Akıllı Fabrikanın sanal bir kopyası, sensör verilerinin sanal modellemeler ve benzetim modelleriyle birleştirilmesiyle oluşturulur. Örneğin Siemens'in Almanya'daki Amberg fabrikası bu şekilde kurulmuş ve üretim süreçleri fabrikada kullanılan ileri teknolojiler sayesinde kendini müşteri isteklerine göre hızla ayarlayabilecek duruma getirilmiştir (TOBB, 2016: 21)

- **Yerinden Yönetim:** Siber-fiziksel sistemlerin kendi kararlarını verme yeteneğine sahip olması ve 3d baskı gibi teknolojiler sayesinde ürünleri yerel olarak üretmek. 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. Örneğin bir enerji yönetim şirketi olan Eaton, yüksek basınç hortumlarına, hortumun ne zaman aşınabileceğini fark eden sensörler yerleştirerek muhtemel tehlikeli kazaların önüne geçebiliyor. Ayrıca hortumların kilit bileşeni olduğu makinelerin yüksek atıl durma maliyetinden tasarruf edilmesi sağlanmış oluyor (Schwab, 2016: 151)

- **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.

Endüstri 4.0 kavramıyla ilişkili ve onu açıklamaya yardımcı olabilecek önemli kavramlardan söz etmek gerekir. Bu kavramlar ve içerikleri şu şekilde açıklanabilir;

- **Nesnelerin İnterneti:** Endüstriyel internet olarak da isimlendirilen Nesnelerin İnterneti (IoT), akıllı fabrikalar, akıllı ürünler ve akıllı servislerin temelini oluşturmaktadır Bir işyeri ya da fabrikada bulunan farklı kaynaklardan verilerin toplanılabilmesi, çoğaltılabilmesi ve organize edilebilmesini anlatmaktadır (Alçın, 2016:25)

Nesnelerin interneti; fiziksel dünyadaki nesnelerin bunların içinde gömülü olan sensörlerin kablosuz ya da kablolu bağlantılar aracılığıyla İnternete bağlanmalarına olanak sağlayan bir sistemi ifade etmektedir. Burada sensörler nesnelerin interneti ağında veri toplama cihazlarıdır (Banger, 2016:95).

Bu yapıda nesnelerin birbirleriyle iletişim halinde olmaları ve işleri kendileri yönetmeleri söz konusudur. Örneğin Mitsubishi, makineden makineye (M2M) platformu oluşturarak, bu platform üzerinden farklı makineler arasında bağlantı ve nesnelerin interneti üzerinde çalışmaktadır. Özellikle bu platform kapsamında, CNC ve robot teknolojilerinin birleştirilmesi sağlanmış ve bu bütünlük teknoloji sayesinde, ultra modern olarak nitelendirilen akıllı ürünler elde edilebilmiştir (EBSO, 2015:13- 35).

- **Siber Fiziksel Sistemler:** Üretim süreçlerindeki gözlemlene, koordinasyon ve kontrol gibi temel prensiplerin, hesaplama ve iletişim karmasıyla oluşan bir teknoloji tarafından yönetildiği sistemlerdir. Bu yapı fiziksel makineleri siber teknoloji ile bütünleştirme yoluyla çok daha akıllı hale getirmektedir (NSF, 2017)

Siber-fiziksel sistemler, sanal ve fiziksel dünyaları bir araya getirerek, akıllı nesnelerin birbirleriyle iletişim kurdukları ve birbirleriyle etkileşime girdiği, gerçekten ağa bağlı bir dünya yaratan teknolojileri etkinleştirmektedir.

Siber-fiziksel sistemler ve gelişmiş sensör ağları, mevcut gömülü sistemlerin bir sonraki evrimsel adımını temsil etmekte; İnternet, çevrimiçi sunulan veri ve hizmetler ile birlikte gömülü sistemler (sensörler), siber-fiziksel sistemleri oluşturan temel bileşenler olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin General Electric ve Rolls Royce ortak geliştirdikleri jet motorunun üretiminde geçmiş uçuş bilgileri yanında sensörler yardımıyla anlık uçuş bilgilerini de üretim geliştirme aşamasında kullanmaktadırlar (Dai, vd, 2012, akt Alçın, 2016: 27).

Siber-fiziksel sistemler, akıllı hizmetleri ve ürünleri mümkün kılan Nesnelerin İnternetinin oluşturulmasını temel alır. Bu yenilikçi ve ulaşılabilir teknolojiler gerçek ve sanal dünyalar arasındaki sınırı ortadan kaldırmaya aday gözükmekte, internetin kişisel iletişim ve etkileşimi değiştirdiği gibi, fiziksel dünyayla olan etkileşimlerimizde de devrim yapacaklarına işaret etmektedir.

Siber-fiziksel sistemler aynı zamanda devrim niteliğindeki yeni uygulamalar, servis sağlayıcılar ve değer zincirlerinin mümkün olmasından dolayı mevcut iş ve pazar modellerinden bir paradigma kırılmasını temsil etmektedir. Örneğin, otomotiv endüstrisi, enerji ve sağlık hizmetleri de dâhil olmak üzere sanayi sektörleri, bu yeni değer zinciri modelleri ile dönüşüme geçecek gözükmektedir (GTAI, 2014: 8)

- **Üç Boyutlu (3 D) Yazıcılar:** Eklemeli üretim olarak da adlandırılan bu sistemde dijital bir tasarımdan fiziksel bir nesne oluşturmak için, eritilmiş çok ince katmanlardan oluşan malzemelerin üst üste yerleştirilmesi söz konusudur (Montess, 2016: 1).

3D yazıcılar birçok farklı malzeme ve kombinasyonlar kullanılarak genetikten bilim teknolojilerine, tıptan sanayiye kadar çok farklı alanlarda kullanımı mümkün olabilmektedir. Bilimde ve teknolojide çığır açan bu yöntem esnek, düşük maliyetli ve stoksuz üretim sistemlerini desteklemesi ile Endüstri 4.0 kavramının kapsamı içerisinde değerlendirilmektedir(Montess, 2016: 1).

- **Akıllı Fabrikalar:** Sanal ve fiziksel dünyaların siber-fiziksel sistemler aracılığı ile birleşmesi ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan teknik süreçlerin ve iş süreçlerinin bir araya getirilmesi, "akıllı fabrika" konseptiyle en iyi tanımlanabilecek yeni bir endüstriyel dönemi ifade etmektedir. Siber-fiziksel sistemlerin üretim sistemlerine yerleştirilmesi "akıllı fabrika"yı doğurmaktadır. Akıllı fabrika ürünleri, kaynakları ve süreçleri siber-fiziksel

sistemler ile karakterizedir; Bu yapı klasik üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında önemli oranda kalite, zaman, kaynak ve maliyet avantajları sağlar.

Akıllı fabrikalar, sürdürülebilir ve hizmet odaklı iş uygulamalarına göre tasarlanmıştır. Bu uygulamalar, uyarlanabilirlik, esneklik, kendi kendini uyarlama ve öğrenme özellikleri, hata toleransı ve risk yönetimi olarak özetlenebilir.

Akıllı fabrikada yüksek otomasyon seviyesi standart bir uygulamadır. Otomasyon, üretim süreçlerini büyük ölçüde otomatik olarak denetleyen, sanal bir fiziksel sistem tabanlı üretim sistemleri ağıyla mümkün olur. Hemen hemen gerçek zaman koşullarında cevap verebilen esnek üretim sistemleri, kurum içi üretim süreçlerinin radikal olarak optimize edilmesini sağlar. Üretim avantajları yalnızca bir defalık üretim koşullarıyla sınırlı değildir, aynı zamanda şebeke örgüt yapılarında birden fazla operatöre ait uyarlanabilir ve optimize edilebilir.

Bu sistem, hem yenilikçilik, hem de maliyet ve zaman tasarrufu açısından bir üretim devrimini sunmakta, aynı zamanda yeni ve daha fazla pazar fırsatları yaratan, ağ kapasitesini arttıran, üretim değer yaratma modelinin oluşturulmasını temsil etmektedir (GTAI, 2014:10). Yakın gelecekte akıllı fabrikaların sağladığı üretim avantajları sayesinde üretim maliyetlerinin hammadde hariç %15-25 arasında iyileşeceği öngörülmektedir (EBSO, 2015: 25).

- **Akıllı Robotlar:** Endüstri 4.0'ın hedeflediği üretim süreci, üretimin tam otomatik olarak gerçekleşmesiyle mümkündür. Müşteri ve tedarikçilerden toplanan verileri kullanarak üretimi daha verimli kılacak analizler yapabilmek için akıllı fabrikalarda robotlar kullanılarak üretim yapılması öngörülmüyor. Geleneksel üretim bandında hareket eden malzemeler akıllı robotlar tarafından sensör teknolojileriyle tanımlanıp nasıl bir işlemde geçmesi gerektiği biliniyor. Böylece üretim hattında ürünleri sıfır hatayla işleyip takip etmek mümkün olabiliyor. Sonraki aşamada ise birbiriyle konuşan, bağlantılı makineler ürünün kalite kontrolünü yaparak üretim sürecindeki muhtemel hataları daha hızlı belirleyebiliyor. Tüm bu sürecin birbirine bağlı siber fiziksel sistemler tarafından idare edilmesi planlanıyor (EKOIQ, 2014: 4-5).

- **Büyük Veri:** Büyük veri (Big Data), boyutları, tipik veri tabanı yazılım araçlarının yakalamak, depolamak, yönetmek ve analiz etme kabiliyetinin ötesinde olan veri kümelerini ifade eder. Ancak bu tanım sübjektiftir ve bir veri kümesinin büyük veri olarak kabul edilmesi için ne kadar büyük olmasının gerektiği konusunda hareketli bir tanımlama içermektedir Zamanla teknoloji ilerledikçe, büyük veri niteliği taşıyan veri kümelerinin boyutunun da artacağı varsayılmaktadır (McKinsey, 2011:1).

Uygulamada Büyük Veri kavramı; toplumsal medya paylaşımları, ağ günlükleri, bloglar, fotoğraf, video, log dosyaları vb. gibi değişik kaynaklardan toparlanan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş şekli olarak ele alınmaktadır.

Büyük verinin elde edilmesinde internet sunucularının logları, internet istatistikleri, sosyal medya yayınları, bloglar, mikrobloglar, iklim algılayıcıları, GSM operatörleri gibi mecralardan gelen devasa büyüklükte bilgiden yararlanılmaktadır.

Büyük veri, doğru analiz yöntemleri ile yorumlandığında şirketlerin stratejik karar almalarına, risklerini daha iyi yönetmelerine ve inovasyon yapmalarına imkân sağlayabilmektedir (EBSO, 2015:19).

Üretimde yeni yeni kullanılmaya başlanan büyük veriden yararlanarak analiz yapma yöntemleri, bir taraftan üretim kalitesini yükseltirken, diğer taraftan da enerji tasarrufu sağlama ve ekipman bakımını kolaylaştırma etkisiyle maliyetleri düşürmektedir. Örneğin yarı iletken malzemeler üreten "Infineon Technologies" şirketi üretim sürecinin sonundaki test aşamasında tek çipten elde edilen veriler ile sürecin önceki aşamalarında elde edilen süreç verilerini ilişkilendirerek ürün hatalarını azaltmış ve şirket bu sayede üretim sürecinde hatalı çiplerin ayıklanmasını sağlayan yapıları belirleyerek üretim kalitesini arttırmıştır (BCG, 2015: 5).

- **Bulut Bilişim Sistemi:** İşlevsel anlamıyla çevrim içi bilgi dağıtımı da denilen Bulut Bilişim Sistemi; bilişim aygıtları arasında ortak bilgi paylaşımını sağlayan hizmetlere verilen genel isimdir. Temel kaynaktaki yazılım ve bilgilerin paylaşımı sağlanarak, mevcut bilişim hizmetinin; bilgisayarlar ve diğer aygıtlardan elektrik dağıtıcılarına benzer bir biçimde bilişim ağı üzerinden kullanılmasıdır.

Mevcut tüm uygulama, program ve verilerin sanal bir sunucuda (bulutta) depolanması ve internet ortamında herhangi bir cihaz aracılığıyla bu bilgilere, verilere, programlara kolayca ulaşım sağlanabildiği hizmetler bütününe Bulut Bilişim veya Bulut Teknolojisi (Cloud Computing) denmektedir (EBSO, 2015: 22).

Gelecekte, bilgisayar hard disklerinin yerine çevrim içi bulutların kullanılacağı öngörülmekte, diğer bir deyişle bilişim aygıtlarında herhangi bir altyapı hazırlamadan, tamamen çevrim içi ağ aracılığıyla işlevsel uygulamalara ulaşmanın mümkün olacağı tahmin edilmektedir (EBSO, 2015: 22).

Şirketler, halihazırda kurumsal ve analitik uygulamalar için birtakım bulut tabanlı yazılımlar kullanmalarına karşılık, yakın gelecekte tesisler ve şirketler arasında ürünlerle ilgili daha fazla verinin paylaşılması gerekecek. Bulut teknolojilerinin performansının giderek artması veri paylaşım hızı ve büyüklüğünü arttıracak, bunun sonucu olarak, bulut platformlarda yer alan makinelerle ait veriler ve işlevler artacak ve üretim sistemlerine veriye dayalı daha fazla hizmet sunulacak. Sonuçta süreçleri takip ve kontrol eden sistemlerin bile buluta taşınması sürpriz olmayacak (TÜSİAD, 2016: 29).

- **Simülasyon:** Gerçek sistemin yapısı ve davranışını anlayabilmek için mantıksal ve matematiksel ilişkiler içeren, sistem dışında bilgisayar veya başka araçlarla deney yapma olanağı sağlayan yöntem simülasyon (benzetim) olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzde tasarım aşamasında ürünlerin, malzemelerin ve üretim süreçlerinin 3 boyutlu simülasyonundan yararlanılmaktadır. Ancak gelecekte simülasyonların fabrika operasyonlarında daha da yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Gerçek zamanlı verilerden yararlanarak hazırlanan sanal modellemelerde, makineler, ürünler ve insanlarla beraber fiziksel dünyanın sanal gerçekliği oluşturulacaktır. Böylece operatörler üretim hattında takip eden ürün için makine parametrelerini gerçekten ayarlamadan önce sanal dünyada test etme fırsatı bularak, makine kurulum süresini kısaltacak ve kaliteyi arttıracaktır (BCG, 2015: 5).

- **Sanal Gerçeklik:** Sanal Gerçeklik, katılımcılarına gerçekmiş hissi veren, bilgisayarlar tarafından yaratılan dinamik bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan, üç boyutlu bir benzetim modelidir (Bayraktar, Kaleli, 2007: 1).

Sanal gerçeklik uygulamaları birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu bağlamda endüstriyel üretimdeki planlama, tasarım, üretim, servis, bakım, test ve kalite kontrol gibi her noktada sanal ortamlardan yararlanılabilmektedir. Bu boyutlarıyla Sanal Gerçeklik, Endüstri 4.0'ın da temel özelliklerinden biri olarak ortaya çıkıyor. Örneğin, bir fabrikanın ne kadar verimli çalışacağını görmek için fabrikanın fiziksel olarak kurulmasını beklemeye gerek kalmadan, fabrika sanal ortamda kuruluyor, çalıştırılıyor ve analiz ediliyor. Bu faaliyet sadece fabrika düzeyinde değil, tek tek tüm üretim süreçleri ya da makineler de incelenip detaylandırılabilir. Örneğin, makinelerin servis ve bakımından sorumlu personel sanal ortamda uygulamalı eğitim alabiliyor, makinelerin ulaşılamayan parçaları dahi gözlemlenebiliyor, hata olasılıkları öngörülebiliyor (SIEMENS, 2016: 13).

- **Yatay ve Dikey Entegrasyon:** Yatay Entegrasyon, üretim ve planlama sürecindeki her bir adımın kendi arasında, ayrıca farklı işletmelerin üretim ve planlama süreçlerindeki adımlar arasında kesintisiz bir akışı ifade etmektedir. Bu entegrasyon; ham madde tedarikinden tasarıma, üretime, pazarlamaya, sevkiyata kadar her noktayı kapsamakta, bütünleşik ve uçtan-uca sistemler kurmaktadır.

Dikey Entegrasyon süreçler arasında değil, tüm süreçlerde kullanılan teknolojik altyapıda kesintisiz bir iletişim ve akış sağlamak anlamına gelmektedir. Örneğin üretim alanındaki sensörler, vanalar, motorlar, kumanda panelleri, üretim yönetimi sistemleri, kurumsal kaynak planlama yazılımları, iş zekâsı uygulamaları gibi birimlerin entegrasyonu bu kapsamda ele alınmaktadır.

Dikey ve yatay entegrasyonun gerçekleştirildiği Endüstri 4.0 sayesinde, üretim süreçlerindeki değişikliklere ve sorunlara hızla karşılık verilebilmesi, müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretimin kolaylaşması, kaynak verimliliğinin artırılması, küresel tedarik zincirinde optimizasyon elde edilmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca işletmelerin daha esnek bir yapıya kavuşması mümkün olmakta ve ihtiyaç duyulan değişiklikler basit arayüz güncellemeleriyle sağlanabilmektedir (SIEMENS, 2016: 10).

- **Siber Güvenlik:** Dikey ve yatay entegrasyonun gelişmesiyle birlikte, kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerine karşı koruma amacıyla, makinelerin kimliklerinin belirlenmesi ve makinelere erişimin yönetilmesi temelli güvenli iletişim önem kazanacaktır (BCG, 2015: 6).

#### 2.4. Endüstri 4.0' Sürecinde Beklenen Gelişmeler

Endüstri 4.0 uygulamaları bir çok gelişmeyi de beraberinde getirmektedir. Beklentiler genel olarak olumlu



olsa da beraberinde yeni zorlukları da getireceği üzerinde durulmakta ve tartışılmaktadır.

**Olumlu Beklentiler** (Selek, 2016:1)

- Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması
- Sistemlerin ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması
- Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışlarıyla sürdürülebilir olması
- Daha yüksek verimliliğin sağlanması
- Üretimde esnekliğin artırılması
- Maliyetin azaltılması
- Arttırılmış müşteri memnuniyeti
- Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi

**Zorluklar** (Baysal, 2015:19)

- Ölçümü zor ekonomik faydalar ve aşırı yatırım ihtiyacı
- Öğrencilerin yetkinliklerle mezun edilmesi gerekliliği
- Yetkin çalışan yetersizliği
- Uluslararası standartlardaki eksiklikler
- Rekabet verisinin kullanımını düzenleyen kanunlardaki yetersizlikler
- Yatırımlarla ilgili vergi teşviklerinin yetersiz olması
- Standart dönüşümleri, yasal düzenleme ve sertifikasyon eksikleri
- Ar - Ge faaliyetlerine teşvik ve özendirilmede yaşanan yetersizlikler
- Network altyapısının iyileştirilmesi gerekliliği
- Dışarıya ait verinin kullanımı ile ilgili kanuni düzenlemelerin yetersizliği

### **3. ENDÜSTRİ 4.0 BAĞLAMINDA GİRİŞİMCİLİKTE YENİ YAKLAŞIMLAR VE FIRSATLAR**

Endüstri 4.0 uygulamalarının önemli beklentilerinden biri yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi ve buna bağlı olarak yeni tür girişimlerin ortaya çıkmasıdır. Nitekim bu konuda önemli gelişmeler yaşanmaktadır.

#### **3.1. Yeni İş Modelleri**

İş modeli bir işletmenin nasıl değer yarattığının, bunları pazar ve müşteriye nasıl ulaştırdığının ve sonuçta nasıl gelir elde ettiğinin hikâyesidir (Kırım,2010: 44). Endüstri 4.0 uygulamaları da beraberinde yeni iş modellerini gündeme getirmektedir.

Endüstri 4.0'ın, iş süreçlerini derinden etkileyen sanal gerçeklik, nesnelerin interneti, üç boyutlu yazıcılar gibi yıkıcı teknolojileri, çekirdek bilgilerle birlikte dijital entegrasyon ve veri odaklı hizmetler için yeni fırsatlar yaratmakta ve bu durum yeni değer önermeleri etrafında yeni iş modelleri ortaya çıkmaktadır. Yeni ticari modeller, entegrasyon ve yeni hizmetler etrafında çözümler sunmakta ve şirketleri bu yükselen değerler doğrultusunda biçimlenmektedirler. Bu bağlamdaki veriler, operasyonel etkinlikle ilişkili olmaktan çok, değer üretmek için kaldıraçlanmış bir varlık olarak görülmektedir.

Yeni değer önermeleri mevcut ve yeni oyuncular için fırsatlar sunarken, yıkıcı teknolojileri kullanan dört yeni iş modeli ortaya çıkıyor (McKinsey, 2011: 35):

##### **3.1.1. Platformlar**

İlk yeni işletme modeli, sanal platformlar etrafında ortaya çıkmış olup, ürün, hizmet ve bilgilerin önceden

tanımlanmış iletişim akışlarıyla değiştirilebildiği ortak noktalara sahiptir. Platformlar iki ana model etrafında şekillenmektedir (McKinsey, 2011: 36-37):

İlk model **Etkileşim Platformu**'dur. Bu platform birden fazla tarafı birbirine bağlamak ve etkileşimlerini koordine etmek için teknolojik koşullar sağlayan bir Pazar Yeri'dir. Bu sistemde sunucu, pazara sunulan mal ve hizmetlerin belirli bir kalite seviyesini ve ideal dağılımını sağlayarak sisteme katma değer kazandırmaktadır. Uygulamada şirketlerin makine satmanın yanı sıra, Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) modelleri kullanarak belli bir sözleşmeye bağlı olarak müşterilerin isteklerine göre üretmeleri söz konusu. Platform yapılarında temel vizyon, makinelerin internet üzerinden bağlandığı ve müşteri siparişlerinin optimum kapasite kullanımı ile üretildiği entegre bir üretim ağı geliştirmektir.

İkinci model, **Teknoloji Platformu veya Ekosistemi**'dir. Bu yeni iş modelinde, şirketlerin kendi orijinal teknolojileri ve ürünleri üzerinde gelişmiş ürün ve uygulamaların daha da geliştirilmesi sağlanıyor. Örneğin bir yazılım tedarikçisi herkese açık bir teknoloji geliştirme platformu oluşturarak ürünlerini kullanıma açmıştır. Platform üzerinden ürünlerin daha da iyileştirilebilmesi için kullanıcılardan destek sağlanmakta ve aynı zamanda kendi teknolojilerini geliştirmek isteyen şirketlere de destek verilmektedir. Bu iş modeli birçok şirketin, tedarikçi firma teknolojisini kendi uygulamaları ve ürünlerinin geliştirilmesi için bir platform olarak kullanması ve aynı zamanda firmanın ürün ve markasını tanıtmaya yardımcı olmuştur.

### **3.1.2. Hizmet Sektörü Odaklı İş Modeli**

Teknoloji ve otomasyon sağlayıcıları, artık makineleri satmak yerine kullanıma dönük bir modele geçmektedir. Bu sistemde ödeme kullanıma dayalıdır. Böylece işletmeler açısından yüksek sabit maliyet ve kapasiteye sahip olmak yerine, değişken maliyet ve esnek kapasite avantajı sağlanmaktadır. Tedarikçi açısından da, özellikle makinenin çalışması sırasında toplanabilecek ek verileri dikkate alındığında, ilginç fırsatlar ortaya çıkmaktadır. İlk olarak makine satışıyla, bir kerelik olan gelir akışı olan abonelik tabanlı modellerle sürekli hale gelmektedir. Başka bir nokta, üretim ağlarının modüler hale gelmesiyle, bir makine bir üreticide bulunurken, boşta kaldığı sürelerde aynı bölgede başka bir üreticiye yönlendirilebilmektedir. Örneğin bir yazılım tedarikçisi benzer bir abonelik modeline geçerek karlılığını %90 oranında arttırmıştır (McKinsey, 2011: 37).

### **3.1.3. Fikri Mülkiyet Hakları Tabanlı İş Modelleri**

Bu modeller, bir defaya mahsus bir varlık satışı yerine yinelenen gelir yaratma yöntemini içermektedir. Birçok imalat şirketi şu anda mülkiyet verilerinden değer üretmek için uzmanlık ve deneyime sahip değildir. Birçok şirket, ürünleriyle ilgili derin uzmanlığa sahip olduğundan, bu alandaki bilgi ve tecrübelerini eğitim kursları gibi ek hizmetler sunarak kazanca çevrilebilir. Müşterilerin varlık kullanımını optimize etmelerine yardımcı olmak, fikir mülkiyet tabanlı bir gelir modeli olacaktır. Bu iş modeli, yazılımların ve verilerin hammadde olarak kullanılmasının giderek daha değerli hale gelmesiyle yakından ilişkilidir (McKinsey, 2011: 37).

### **3.1.4. Veri Odaklı İş Modelleri**

Verileri toplama ve kullanmayla ilgili yeni uygulamalar, veri odaklı iş modellerini geliştirmektedir. Bu model verilerin doğrudan veya dolaylı kullanılması olarak iki şekilde uygulanmaktadır.

Verilerin doğrudan kullanımı aracılığıyla gelir sağlamada yöntem temel verilerden yararlanmaktadır. Örneğin internette arama motorları, reklam ve tanıtımla ilgili gelir akışı sağlayabilecek veriler sunmaktadır. Benzer modeller üretim ortamında da umut vaat ediyor olabilir.

Verilerin dolaylı kullanımı aracılığıyla gelir sağlamada yöntem, kullanıcıların dijital ortamdaki davranışları dikkate alarak analizler yapılması ve kişiye özel tekliflerin sunulmasıdır. Örneğin, müşteriler tarafından kullanılan makinelerde toplanan verilerin kullanılması ve ürünü kullanım biçimlerini hesaba katan son derece spesifik bakım planları gibi katma değerli hizmetlerin sunulması gibi (McKinsey, 2011: 37).

## **3.2. Yeni Girişimcilik Yaklaşımları**

Endüstri 4.0'ın birçok alanda önemli değişimlere yol açma potansiyeli taşıdığı görülmekte ve bu değişimin boyutları ve etkileri yoğun bir biçimde tartışılmaktadır. Tartışma alanlarından biri ise şirketlerle ilgilidir. Endüstri 4.0'a temel olan teknolojilerin şirketlerin yönetim, örgütlenme ve kaynak bulma yöntemleri üzerinde büyük etkisi olduğuna ilişkin bulgular vardır. Örneğin şirketlerin ömrü giderek kısaltmakta ve yaşam döngüleri daha hızlı



gelişmektedir. S&P 500 listesine göre son elli yılda şirketlerin ortalama ömürleri 60 yıldan 18 yıla düşmüştür ve bu düşüş ivmesi devam etmektedir (Knigt,2014: 2).

Bir başka önemli gösterge ise yeni giriş yapanların piyasaya egemen olması ve önemli gelir hedeflerine ulaşması için gereken zamandaki değişimdir. Önceleri yılda 1 milyar dolar gelire ortalama bir büyüme ile 30-40 yılda ulaşılabilirken, dijital yetenekler tarafından güçlendirilen yeni teknolojiler şirketler için bu süreyi 5- 6 yıla kadar düşürebiliyor. Örneğin Facebook 1 milyar dolar gelire altı yıl içinde, Google ise beş yıl içinde ulaştı (Schwab, 2016: 59).

### **3.2.1. Yeni Girişimciliğin Kodları**

Endüstri 4.0'ın şirketlere dayattığı ilk zorunluluk, inovasyon, değişim yeteneği, hız ve çevikliklerdir. Üçüncü sanayi devrimini belirlemiş olan basit dijitalleşme yerini çok çeşitli teknolojilerin yeni biçimlerde bir araya getirilmesi temelinde yükselen çok daha karmaşık inovasyon biçimlerine acımasız bir geçişe bırakmaktadır. Bu durum şirketleri iş yapma tarzlarını gözden geçirmeye zorlamakta ve mevcut işlerini geliştirmek, çeşitlendirmek konusunda yönlendirmektedir.

Endüstri 4.0'ın bütün sektörlerdeki şirketler üzerinde başlıca dört etkisi vardır (Schwab, 2016: 62):

- **Müşteri Beklentileri Değişiyor:** Müşteriler, bireyler ya da şirketler olarak giderek artan bir biçimde dijital ekonominin merkezinde yer alıyor. Bu süreçte ise müşteri beklentileri deneyimler şeklinde yeniden tanımlanıyor. Deneyim ise sadece ürünün nasıl kullandığıyla değil, aynı zamanda ambalaj, marka, alışveriş ve müşteri hizmetleriyle ilgilidir.

Müşteriler tarafından içerik üretildiği, paylaşım yapıldığı, gerçek zamanlı etkileşimin olduğu dijital dünyada, şirketlerin müşterilere ilişkin dijital verileri izlemesi, analiz etmesi, kişiye özel teklifler üretmesi ve kendileri veya müşterileri nerede olursa olsun gerçek zamanlı tepki verebilmeleri bir zorunluluktur.

- **Veri, Ürünleri İyileştirmekte ve Varlık Üretkenliği Artmaktadır:** Ürün ve hizmetler dijital yeteneklerle iyileştikçe yeni nesil teknolojiler kurumların varlıklarını algılama ve yönetme tarzlarını dönüşüme uğrattıyor. Örneğin yazılım güncellemeleri, ürün sensörleri aracılığıyla ürün izleme ve önleyici bakım hizmetleri sağlama, ürün performanslarını tahmin etme ve buna uygun fiyatlama gibi.

- **İşbirlikçi İnovasyonlar:** Belli bir platform üzerinde buluşan firmaların güçlerini yeni inovasyonlar oluşturmak için bir araya getirdiği yapılar önemli sonuçlar elde etmektedir.

- **Yeni Operasyon Modelleri:** Endüstri 4.0'ın ortaya çıkardığı etkiler şirketlerin operasyon modellerini de yeniden düşünmesini gerektiriyor. Bu doğrultuda fiziksel dünya ile yakından bağlantılı küresel platformların ortaya çıkması söz konusudur. Örneğin dijital kitap ve müzik ürünlerinin satışıyla ilgili platformlar, seyahatlerde kişisel ev ve araba paylaşımı hizmeti veren platformlar güçlü bir değişime işaret etmektedir.

### **3.2.2. İş Yaşamını Etkileyecek Derin Değişimler**

Endüstri 4.0'ın temel dayanaklarından olan dijital bağlantılılık, diğer sanayi devrimlerinden çok daha farklı bir dönüşümü gündeme getirmektedir. Bu konuda Dünya Ekonomik Forumu (WEF), Yazılım ve Toplumun Geleceği Üzerine Küresel Gündem Konseyi tarafından önemli bir araştırma yapıldı. 800 üst düzey yöneticinin katıldığı araştırmada, günlük yaşamda derin değişime yol açacak teknolojilerin ne zaman yaygınlaşacağı ve bu değişimin bireyler, kuruluşlar, hükümetler ve toplumlar üzerindeki muhtemel etkileri soruldu. Araştırma "Derin Değişim-Teknolojinin Dönüm Noktaları ve Sosyal Etkisi" başlığıyla raporlaştırılarak Eylül 2015'te yayınlandı (WEF, 2015).

Raporda yaşamı derinden etkilemesi beklenen 21 teknoloji ve bu teknolojilerin dönüm noktaları ve muhtemel piyasalaşma tarihleri yer almaktadır. Ele alınan teknolojiler kuşkusuz yeni iş modellerini, yeni iş alanlarını da beraberinde getirecektir. Bu anlamda girişimcilik açısından yeni fırsatlar ortaya çıkacaktır. Yeni girişimcilik fırsatları açısından değerlendirme yapabilmek için bu teknolojileri incelemek yararlı olacaktır (WEF, 2015: 8-30):

- **İmplant Edilebilir Teknolojiler:** İnsan bedenine yerleştirilebilen teknolojiler olarak açıklanan bu yaklaşım, cihazların iletişime, lokasyon ve davranışların takip edilmesine ve sağlık işlevlerine hizmet edecek şekilde

üretilebilmesini öngörmektedir. Bu konuda 2023 yılında implant edilebilir ilk mobil telefonun piyasaya çıkması beklenmektedir.

- **Dijital Varlığımız:** Gittikçe birbirine daha fazla bağlanan dünyada dijital yaşam kişinin fiziksel yaşamıyla ayrılmaz bir şekilde bağlantılı hale geliyor. Bu bağlantılı dünyada, dijital varlıklar sayesinde insanlar, neredeyse dünyanın herhangi bir yerinde, bilgi aramaya ve bunları özgürce paylaşmaya, fikirleri bulmaya, geliştirmeye ve sürdürmeye devam edebilecek. 2025 yılında insanların %80'inin dijital bir varlığa sahip olması beklenmektedir.

- **Yeni Arayüz Olarak Görüş Teknolojisi:** Google Glass örneğinde olduğu gibi, gözlük, kulaklık ve göz izleme cihazlarının "akıllı" hale gelebileceği ve gözlerin ve görüşlerin İnternet ve bağlantılı cihazlarla bağlanma aracı olması durumudur.

Görüş teknolojileri aracılığı ile İnternet uygulamalarına ve verilere doğrudan erişim sayesinde, bireyin deneyimleri, farklı, gerçekçi bir gerçeklik kazandırmak için geliştirilebilir, aracılık edilebilir veya tamamen genişletilebilir. Ayrıca, ortaya çıkan göz izleme teknolojileri ile cihazlar görsel ara yüzlerle bilgi sağlayabilir ve böylece gözler enformasyonla etkileşim kurma ve ona yanıt verme kaynağı olabilir.

Görüş teknolojilerinin, öğretim, görselleştirme ve etkileşim yoluyla doğrudan bir arayüz olarak etkinleşmesi; öğrenme, yol bulma, talimat verme ve mal ve hizmetlerin üretimi için geribildirim verme, insanların eğlenme ve engellilere yardımcı olma tarzını değiştirebilir ve böylece dünyayı daha mükemmel bir şekilde yaşamalarına yardımcı olabilir.

- **Giyilebilir İnternet:** İnternetin yakın gelecekte doğrudan giysilerin ve aksesuarların bir parçası olacağı ve 2022 yılına kadar insanların %10'unun İnternete bağlanabilir elbiseler giymesi beklenmektedir. Bu teknoloji sayesinde kişisel sağlık verilerinin izlenmesi, çocuk bakımı, hızlı karar alma, hızlı iletişim kurma gibi olumlu etkilerin elde edilmesi beklenmektedir.

- **Bilişim Teknolojileri:** Günümüzde dünya nüfusunun sadece %51'i İnternete bağlanabiliyor. Ancak İnternet diğer tüm medya kanallarından daha hızlı yayılmakta ve birkaç yıl içerisinde dünya nüfusunun dörtte üçünün düzenli olarak İnternet erişimine sahip olacağı öngörülmektedir.

Gelecekte İnternet ve enformasyona düzenli erişim sadece bir fayda olmaktan çıkacak, temiz su gibi temel bir hak haline gelecektir. 2024 yılında dünyanın %90'ının İnternete düzenli bir biçimde erişebileceği öngörülmektedir. Düzenli İnternet erişimi sayesinde uzak ve az gelişmiş bölgelerde yaşayanların ekonomik sisteme katılımı, yeni Pazar ve müşterilere ulaşım, istihdam artışı, yeni iş türlerinin oluşumu, eğitim, sağlık ve kamu alanında hizmetlere erişim gibi önemli etkiler beklenmektedir.

- **Ceplerdeki Süper Bilgisayar:** Günümüzde birçok insan geleneksel PC'ler yerine akıllı telefonları tercih etmektedir. Gelişen teknoloji cihazları minyatürleştirmede, bilgi işlem gücünü arttırmada ve özellikle elektronik fiyatlarını düşürmede yol aldıkça akıllı telefon kullanımı daha da artacaktır. Beklentiler 2023 yılına gelindiğinde insanların %90'ının akıllı telefon kullanıyor olacağı. Akıllı telefon kullanımının yaygınlaşmasıyla ticaretten istihdama, yeni iş türlerinden kamu hizmetlerine erişime kadar birçok etkinin ortaya çıkacağı düşünülmektedir.

- **Herkes İçin Depolama Alanı:** Dünyada her geçen gün daha da artan büyüklükte veri üretilmekte ve bu verilerin depolanması büyük önem kazanmaktadır. Dünya verisinin %90'ı son iki yıl içinde yaratılmış durumda. Sadece şirketlerin ürettiği enformasyon her 14 ayda bir iki katına çıkıyor.

Veri büyüklüğünün sürekli artmasına paralel olarak depolama yetenekleri de gelişmektedir. Ayrıca şirketler için depolama hizmet maliyetleri hızla düşmektedir. Bu bağlamda çok sayıda şirket müşterilerine ücretsiz veya çok düşük ücretler karşılığında veri depolama hizmeti sunmaya başlamıştır. Dünya hızla veri depolamanın metalaşacağı, diğer bir deyişle sıradanlaşacağı ve kullanıcılar için bu hizmetin ücretsiz ve sınırsız olacağı noktaya ilerliyor. 2018 yılına kadar insanların %90'ının sınırsız ve bedava (reklam destekli) depolamaya sahip olması bekleniyor.

- **Nesnelerin İnterneti:** Bilgi işlem kapasitesinin sürekli artması ve donanım fiyatlarının düşmesi tüm nesnelerin İnternete bağlanmasını ekonomik olarak mümkün hale getirecektir. Sonuçta 2022 yılına kadar 1 trilyon sensörün İnternete bağlanması beklenmektedir.

Uzmanlar gelecekte tüm fiziksel ürünlerin her yerde iletişim alt yapısına bağlanabileceğini ve sensörler aracılığıyla insanlara kendi çevrelerini tam olarak algılama olanağı sağlayacağını ileri sürüyor.

Bu gelişmenin çok sayıda etkisinden söz edilmekte ve bunlar arasında yeni işlerin ve iş modellerinin yaratılması konusu girişimcilik açısından önem taşımaktadır.

- **Bağlantılı Ev:** Günlük yaşamda daha çok eğlence ve iletişim amaçlı kullanılan internet trafiğinin, gelecekte evdeki tüm elektronik cihazları kapsayan ev otomasyonuna doğru yöneleceği beklenmektedir. 2024 yılında evlere giden internet trafiğinin %50'den fazlasının eğlence ve iletişimin dışındaki cihaz ve aletler tarafından kullanılacağı tahmin ediliyor.

Bağlantılı ev konseptinin etkilerinden biri de bu teknolojileri üretecek girişimlerin artması ve yaygınlaşmasıdır.

- **Akıllı Kentler:** Kentlerde verilen birçok hizmetin internet bağlantılı olarak sağlanması beklenmektedir. Bu akıllı kentler enerjilerini, malzeme akışlarını, lojistiklerini ve trafiklerini yönetecektir. Uzmanlar 2026 yılında nüfusu 50.000'in üzerinde ve trafik lambaları olmayan ilk kent konseptinin hayata geçeceğini öngörmektedir.

Bu konseptin birçok etkisi içinde, ihtiyaç duyulacak sensör ve yazılım teknolojileri üretimi konusu önemli bir girişimcilik konusudur.

- **Kararlar İçin Büyük Veri:** Büyük veriyi kaldıraç olarak kullanmak çok farklı sektör ve uygulamalarda daha iyi ve daha hızlı karar alma olanağı sağlayacaktır. Büyük veri yardımıyla şirket ve hükümetlere müşterilerine gerçek zamanlı hizmet vermesi mümkün olacaktır. Uzmanlar 2023 yılında büyük veri kaynaklarıyla nüfus sayımını yapan ilk devletin olacağını öngörmektedir.

Bu gelişmenin yeni iş kategorileri, özellikle hukukçular için yeni iş alanları oluşturacağı beklenmektedir.

- **Sürücüsüz Otomobiller:** Günümüzde otomobil üreticileri geliştirdikleri sürücüsüz otomobil modellerini denemeye başladılar. Yakın gelecekte bu otomobillerin trafiğe çıkacağı ve 2026 yılında Amerika'da yollardaki otomobillerin %10'unun sürücüsüz olacağı tahmin edilmektedir.

Sürücüsüz otomobillerin özellikle yolcu taşıma ve lojistik sektörlerinde önemli etkilere yol açacağı düşünülmektedir.

- **Yapay Zekâ ve Karar Alma:** Yapay zekâ daha önceki durumlardan öğrenerek karmaşık karar süreçleri için girdi sağlayabilir ve bunları otomatikleştirerek somut kararları daha kolay ve hızlı biçimde alabilir. Uzmanlar 2026 yılında bir şirket yönetim kurulunda ilk yapay zekâ makinesinin üye olarak yer alacağını tahmin ediyorlar.

Yapay zekâ ile sağlık, enerji, gibi önemli sektörlerde gelişmeler beklenmektedir.

- **Yapay Zekâ ve Beyaz Yakalı İşler:** Yapay Zekâ, kalıpları eşleştirmede ve süreçleri otomatikleştirmekte başarılıdır ve bu da teknolojiyi büyük organizasyonlarda birçok işte kullanılabilir hale getirmektedir. Gelecekte, Yapay Zekânın bugün insanlar tarafından gerçekleştirilen birçok işlevin yerine geçebileceği öngörülebilir. 2025 yılında kurumsal denetimlerin %30'unun Yapay Zekâ tarafından yapılacağı tahmin edilmektedir.

Yapay zekâ teknolojilerinin işletmelerde maliyet tasarrufu, verimlilik artışı, yeni inovasyon fırsatları sağlaması beklenmektedir.

- **Robotik Hizmetler:** Robotik, imalattan tarıma ve perakende hizmetlere kadar birçok sektörü etkilemeye başladı. Uluslararası Robotik Federasyonuna göre, dünyada şu anda 1,1 milyon çalışma robotu kullanılıyor ve bir otomobil imalatında işin % 80'i makineler tarafından yapılıyor. Robotlar daha verimli ve öngörülebilir iş sonuçları sağlayabilecek şekilde tedarik zincirlerini düzenliyor. Uzmanlar 2021 yılında Amerika'da ilk robotik eczacının olacağını öngörüyorlar.

Robotik hizmetlerin tedarik zinciri, lojistik, sağlık, üretim gibi alanlara önemli etkilerinin olacağı beklenmektedir.

- **Bitcoin ve BlockChain:** Bitcoin, her yerde herkese anında ödeme olanağı sunan, merkezi olmayan dijital şifreli bir paradır. Bitcoin ve benzeri şifreli paralar merkezi elektronik paraların ve bankacılık sistemlerindeki aksine, merkezi olmayan yapıdadırlar. Merkezi olmayan bu yapının kontrolü ise Blok-Zincir (BlockChain) işlem veri tabanları tarafından gerçekleştirilmektedir. Blok-Zincir (BlockChain) herkese açık, şeffaf, dağıtık, sıralı ve zaman

işaretili Bitcoin transfer işlemlerini içeren basit bir veri tabanı ve dijital küresel hesap defteridir (Çarkacıoğlu, 2016: 1-49).

Bitcoin ve dijital para birimleri, Blok-Zincir (BlockChain) olarak adlandırılan dağıtık bir güven mekanizması fikrine dayanmaktadır. Güvenli kayıt tutma, finansal işlemler yapma bu sistemde mümkün olabilmektedir. Şu anda BlockChain'deki Bitcoin değeri yaklaşık 20 milyar dolar olup, bu rakam 80 trilyon dolar olan küresel GSYİH'nın %0,025'ine karşılık gelmektedir. Uzmanlar 2027 yılında küresel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) %10'unun BlockChain teknolojisiyle tutulacağını öngörmektedirler.

BlockChain teknolojisinin alım satım işlemleri, finansal hizmetler, muhasebe gibi alanlarda önemli etkilerinin olacağı tahmin edilmektedir.

- **Paylaşım Ekonomisi:** Teknolojideki gelişmelerin daha önce hiç olmadığı kadar mal ve hizmetlerin paylaşımına hizmet ettiği bir dönem yaşanmaktadır. Bu durum çevrimiçi pazarlar, mobil uygulamalar ya da farklı teknoloji platformları aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu sistemin özelliği; teknolojiye dayalı, sahiplik yerine erişimi temel alan, kişisel varlıkların paylaşılması, erişim kolaylığı, artan sosyal etkileşim, kullanıcı geri bildirim ve buna güven artışı olmasıdır. Uzmanlar 2025 yılına gelindiğinde dünyada gerçekleşen seyahat ve yolculukların otomobil paylaşımı ile olanının, özel araçlarla yapılanları geçeceğini tahmin ediyorlar.

Paylaşım ekonomisinin özellikle turizm, seyahat gibi sektörlere ciddi etki edeceği öngörülmektedir.

- **Hükümetler ve BlockChain:** BlockChain hükümetler için fırsatlar kadar meydan okumalar da içermektedir. Yapılan işlemlerle ilgili henüz bir düzenleme yok ve merkez bankalarının kontrolünde değildir. Bunun anlamı ise merkez bankasının para politikaları üzerinde daha az etkisinin olmasıdır. Diğer taraftan BlockChain'le ilgili bir yasal düzenleme yapılarak küçük bir işlem vergisinin uygulanması gibi yeni vergi mekanizmalarını da mümkün kılabilir.

- **Üç Boyutlu Yazıcılar (3D) ve İmalat:** 3 boyutlu baskı veya diğer bir deyişle eklemeli üretim, dijital bir 3boyutlu çizimin veya modelin katmanlar şeklinde basılarak fiziksel bir nesne oluşturma sürecidir.3D yazıcılar, karmaşık ekipman olmadan çok karmaşık ürünler yaratma potansiyeline sahiptir.3D yazıcılarda plastik, alüminyum, paslanmaz çelik, seramik ya da gelişmiş alaşımlar gibi birçok farklı malzeme kullanılarak bir fabrikanın yapabileceği işler yapılmakta, rüzgar türbinlerinden oyuncak yapımına kadar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Uzmanlar 2022 yılında 3D yazıcılarda üretilmiş ilk otomobilin yapılacağını öngörmektedir.

3D yazıcıların, ürün geliştirme, üretim çevrim süresinin kısalması, imalat gücünün şirketlerden bireysel üreticilere kayarak demokratikleşmesi, baskı malzemeleri tedarik eden yeni sektörler gibi yeni girişim fırsatlarının doğması şeklinde önemli etkiler doğuracağı beklenmektedir.

- **Üç Boyutlu Yazıcılar (3D) ve İnsan Sağlığı:** Gelecekte 3D yazıcıların sadece fiziksel nesnelere değil, biyo-baskı tekniği ile organ üretimi yapabilmesi mümkün olacak. Farklı bileşimler kullanılarak organların katmanlı bir şekilde basılması öngörülmektedir. Örneğin kemik yapmak için titanyum tozunun kullanılması gibi. Uzmanlar 2024 yılında 3D baskılı ilk karaciğer naklinin yapılacağını tahmin ediyorlar.

Bu yöntemle insan sağlığı açısından devrimsel bir gelişme olacağı, kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarının yaygınlaşacağı ve bu alanda çalışan sektörlerin gelişeceği düşünülmektedir.

- **Üç Boyutlu Yazıcılar (3D) ve Tüketici Ürünleri:** 3D yazıcılar, elinde bu ürüne sahip olan herkesin imalat yapmasına olanak sağladığı için üretimde kişiselleşmeye doğru bir yönelim beklenmektedir. Bu aynı zamanda sipariş üzerine üretimi kolaylaştırıyor, stok maliyetlerini azaltıyor. Uzmanlar 2025 yılına gelindiğinde tüketici ürünlerinin %5'inin 3D teknolojisiyle üretileceğini öngörmektedirler.

3D yazıcıların gelişmesi aynı zamanda tüketici ürünlerinin geliştirilmesi ve üretilmesiyle ilgili farklı sektörlerin de ortaya çıkacağına işaret ediyor.

#### **4. SONUÇ**

Endüstri 4.0 ve temsil ettiği yeni teknolojik dönüşüm süreci bugün dünyayı büyük meydan okumalarla karşı karşıya bırakmaktadır. Artık üretimden ticarete, sağlıktan eğlenceye kadar günlük yaşamın her noktasına etki edecek yeni bir döneme girilmiştir. Bu dönem kapsamı ve karmaşıklığı bakımından insanlığın daha önce yaşadıklarının hiçbirine benzememektedir. Dahası bu yeni devrimin hızı ve genişliği henüz tam olarak

kavranabilmiş de değildir. Milyarlarca insanın ve nesnenin mobil cihazlara bağlanmasının, eşi görülmedik büyüklükte işlem gücünün, depolama yeteneklerinin ve bilgi erişiminin ortaya çıkaracağı fırsatlar ve meydan okumalar söz konusudur. Fiziksel, dijital ve biyolojik dünyalarda yeni teknolojik atılımların şaşırtıcı şekilde iç içe geçerek birbirini güçlendirmesi, yeni sıçramalara yol açmaktadır.

Tüm bu gelişmeler sektörleri de etkilemekte ve yeni iş modellerini ortaya çıkarmaktadır. Yerleşik kuruluşlar değişim yaşamakta, üretim, tüketim, lojistik sistemleri yeniden biçimlenmektedir. Toplumsal boyutta, çalışma ve iletişim kurma tarzlarında, bireylerin kendilerini ifade etme, bilgilendirme ve eğlenme tarzlarında bir paradigma değişimi yaşanmaktadır. Hükümetler ve kurumlar, aynı zamanda eğitim, sağlık ve ulaşım gibi birçok sistem yeniden şekillenmektedir. Bu değişim ve dönüşümler tarihsel önem taşımaktadır.

Sanayi 4.0'ın girişimcilik açısından sunmuş olduğu tablo, genel tablo ile uyumlu bir değişim ve gelişmeyi içermektedir. Geleneksel iş yapma şekillerinin hızla dönüştüğü bir döneme doğru gidilmektedir. Mevcut iş modellerinin ve işlerin yanında, farklı iş modelleri, farklı işler ve meslekler ortaya çıkmaktadır. Bu durum girişimciler için yeni fırsatlar ve meydan okumaları beraberinde getirmektedir.

Yeni girişimcilik konsepti giderek dijital bağlantılılık temelinde oluşan bir platform anlayışına doğru kaymakta ve bu zeminde oluşan iş fırsatlarına yönelmektedir. Bu kapsamda satın alma yerine kiralama, fikri mülkiyet, veri analizleri, kişisel ürünler üretmeye dayalı işler çekici hale gelmektedir.

Yakın gelecekte iş yaşamını derinden etkileyeceği tahmin edilen gelişmelere bakıldığında, insan bedenine yerleştirilebilir teknolojiler, görüş teknolojileri, giyilebilir internet, gelişmiş mobil iletişim teknolojileri, akıllı evler ve kentler, nesnelerin interneti, yapay zekâ ve robotik teknolojileri, BlockChain uygulamaları, 3D yazıcılar ve paylaşım ekonomisi öne çıkan konular olmaktadır. Bu alandaki girişimlerin büyük kazanımlar elde etmesi olasıdır.

Girişimcilerin Endüstri 4.0 sürecinde ortaya çıkan fırsat alanlarını değerlendirmesi, yatırımlarını yönlendirmesi ve geleceği öngörerek stratejiler üretmesi, kendilerini geleceğe taşımaları açısından büyük önem kazanmaktadır.

#### KAYNAKÇA

- ACATECH, (2013), "Acatech: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0", Final Report of the Industry 4.0 Working Group", [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf) (20.07.2017)
- Alçın, S. (2016) , "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", **Journal of Life Economics**, sayı 8, s. 19-30
- Banger, G. (2016), **Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme**, Dorlion Yay., Ankara
- Bayraktar, E., Kaleli, F., (2007), "Sanal Gerçeklik ve Uygulama Alanları", **Akademik Bilişim Bildiri Kitabı**,s.315-321
- Baysal, İ. (2015), "Endüstri 4.0, Dijital Dönüşümü Anlamak", Pwc 14. Çözüm Ortaklığı Platformu,<https://www.okul.pwc.com.tr/images/uploadfile/content/635863141496551266.pdf> (21.07.2017)
- BCG, (2015), "Industry 4.0, The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries",<https://www.zvw.de/media/media.72e472fb-1698-4a15-8858344351c8902f.original.pdf> (21.07.2017)
- Dai, X., Sasloglou K., Atkinson R. C., Dutta P., (2012), "Wireless Communication Networks for Gas Turbine Engine Testing", **International Journal of Distributed Sensor Networks** ,March, s. 1-18
- Çarkacıoğlu A. (2016), "Kripto Para Bitcoin", Sermaye Piyasası Kurulu [www.spk.gov.tr/SiteApps/Yayin/YayinGoster/1130](http://www.spk.gov.tr/SiteApps/Yayin/YayinGoster/1130) (30.12.2017)
- EBSO, (2015), "Sanayi 4.0" , Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, [www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40\\_88510761.pdf](http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf) (19.07.2017)
- EKOIQ (2014), "Endüstri 4.0, Akıllı Yeni Dünya, Dördüncü Sanayi Devrimi", EKOIQ dergisi Özel Eki <http://ekoik.com/wp-content/uploads/2014/12/ekoik-ek-d.pdf> (19.07.2017)
- GTAI, (2014), "Industry 4.0, Smart Manufacturing for the Future" , Germany Trade Invest,Berlin [https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/\\_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf](https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf) (19.07.2017)
- ITRE (2016), "Industry 4.0", European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy", [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL\\_STU570007\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU570007_EN.pdf) (20.07.2017)
- Kagermann, H., Lukas, W. ve Wahlster, W., (2011), "**Industrie 4.0 –Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution**", Inhalte der Ausgabe Nr. 13/2011,VDI Nachrichten, Berlin.
- Kırım A. (2010), "**Bana Bi Akıl Ver Hocam**", Sistem Yayıncılık, İstanbul
- Knigt E., (2014), "The Art of Corporate Endurance", **Harvard Business Review**, April, 2 <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=110a6de3-59bc-44a2-8bd5-05c3a4b764f8%40sessionmgr4010> (21.07.2017)
- McKinsey (2011), "Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity", McKinsey Global İnstitüte, [https://bigdatawg.nist.gov/pdf/MGI\\_big\\_data\\_full\\_report.pdf](https://bigdatawg.nist.gov/pdf/MGI_big_data_full_report.pdf) (21.07.2017)
- Montes, J. O., (2016), "Impacts of 3D Printing on the Development of New Business Models Technology and Service Complementarity in Industry 4.0", Canada, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7912605> (21.07.2017)
- National Science Foundation (NSF), [https://www.nsf.gov/news/special\\_reports/cyber-physical/](https://www.nsf.gov/news/special_reports/cyber-physical/) (20.07.2017)
- Schwab, K., (2016), "**Dördüncü Sanayi Devrimi**", (Çev:Zülfü Dicleli), Optimist Yay., İstanbul
- Selek, A., (2016) "Endüstri Tarihinde Kısa Bir Yolculuk", Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/> (21.07.2017)
- SIEMENS, (2016),"Endüstri 4.0 Yolunda",



[http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri\\_4.0\\_Yolunda.pdf](http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf)  
(19.07.2017)

TOBB (2016), "Sanayi 4.0'a Hazır mıyız?", **TOBB Ekonomik Forum Dergisi**, Sayı: 259, s. 16-27.

TÜSİAD (2016), "**Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0, Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi**", Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576, İstanbul

WEF (2015), "Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact",

[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf) (22.07.2017)