

Endüstri 4.0

Industry 4.0

Ahmet Fazıl ÖZSOYLU¹

ÖZET

Sanayileşmenin 4. Evresini tanımlamak üzere kullanılan Endüstri 4.0, nesnelerin internete bağlanarak iletişim haline geçeceği, bu vesileyle akıllı üretimin gerçekleşeceğini ifade etmektedir. Bu çalışma Endüstri 4.0 ve temel bileşenlerini aktarmayı amaçlayan bir derlemedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı üretim, Bulut bilişim, Nesnelerin interneti, Büyük veri, Siber fiziksel sistemler

ABSTRACT

Industry 4.0, which is used to describe the 4.th phase of industrialization. Industry 4.0 introduces what has been called the "smart factory," in which cyber-physical systems monitor the physical processes of the factory and make decentralized decisions. This work is a compilation aimed at transferring Industry 4.0 and its key components.

Keywords: Smart factory, Cloud computing, Internet of things, Big data, Cyber physical systems

¹ Prof.Dr., Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İşletme Fakültesi, afozsoylu@hotmail.com

Giriş

Ekonomi tarihi, toplumların yaşamını köklü değişime uğratan ve ekonomik performansını artırarak büyümeyi sağlayan iki önemli değişimden bahsetmektedir. İlk değişim tarım, ikinci değişim ise sanayi devrimidir.

Tarım devrimi, avcılık ve toplayıcılık ile yaşamlarını sürdüren toplulukların yerleşik hayata geçmesi ve çiftçilik – hayvancılık yapmaya başlamasıdır. Bu değişim toplumların sosyo-ekonomik yapılarında devrimsel dönüşümler yaşanmasına yol açmış, nüfus artışı hızlanmış, şehir hayatı başlamış, sanatın, mimarinin ve genel olarak kültürün gelişmesine yol açılmıştır. Belki de en önemlisi özel mülkiyet anlayışı ortaya çıkmış, idari yapılanma ve yönetim biçimleri gelişmiştir.

Bu sürecin başladığı dönemden nerede ise 10 bin yıl sonra ikinci önemli gelişme olan sanayi devrimi başlamıştır. 1700’lü yılların ikinci yarısında İngiltere’de başlayan Sanayi Devrimi, el ve beden gücünün yerini makine gücüne bırakmasıdır. Buharlı makinelerin icadı ve çırçır makinesinin hayata geçirilmesi ile buharla çalışan ilk tekstil fabrikaları faaliyete başlamış, üretim artmış ve ucuzlamıştır. Bu nedenle sanayi devrimini başlatan en önemli unsurların buharlı makinelerin icadı, tekstil ve demir madeninin üretimi ve kullanımının yaygınlaşması olarak değerlendirilmektedir. İngiltere’de başlayan sanayi devrimi kısa sürede Avrupa’ya ve ABD’ye yayılmış, sanayileşen ülkelerde zenginlik ve refah seviyesi sürekli artmıştır. Sanayileşme süreci tarım nüfusunun büyük bir kısmını tarımdan ve hayvancılıktan koparıp sanayi ve hizmetler sektörlerinde üretim yapar hale getirmiştir¹.

Sanayi devrimi üretim yapısında köklü değişikliklere yol açmış ve yaşam biçimlerini derinden etkilemiştir. Hem sosyal, hem de günlük yaşamda çok önemli dönüşümlere yol açan sanayi devrimi, uluslararası ticaretin, çalışma ilişkilerinin, hukuki yapının, siyasi yapılanmaların önünü açmış ve sadece mühendislik (fen) bilimleri değil, sosyal ve sağlık bilimlerinde de devrimlere zemin hazırlamıştır. Ancak sanayi devriminin en önemli özelliği sürekli gelişmesi ve yeni devrimlere yol açmasıdır.

Nitekim sanayi devriminin üzerinden yüz yıl geçmeden 2. sanayi devrimini belirleyen unsurlar ortaya çıkmıştır. Süreçleri dönemlendirmek her zaman zor ve çok doğru olmasa da, genellikle 1860’da başladığı kabul edilen bu ikinci dönem ucuz çelik üretim yönteminin yaygınlaşmasıyla başladığı kabul edilmektedir. Kimilerine göre 1. Dünya Savaşına, kimilerine göre de 2. Dünya Savaşına kadar süren bu dönemde demiryolları başta olmak üzere ulaşım ağlarının yaygınlaşması ve kolaylaşması önemli rol oynamıştır. Bir yandan hammadde temini, diğer yandan nihai ürünlerin yeni ve uzak pazarlara açılması bu sayede gerçekleşmiştir. “Teknoloji Devrimi” olarak da nitelenen bu dönemde, basit mekanik aletler bilim adamlarının fizik ve kimya alanında yaptığı büyük buluşlar teknolojiye aktarılmasıyla daha karışık hale dönüşmüştür. Artık elektrik kullanımı başlamış ve yaygınlaşmıştır. Ayrıca (Ford’un öncülüğünde) seri üretim anlayışı yaygınlaşmıştır. Bu süreçte en büyük atılımı ABD ve Almanya yapmış ve sanayi de dünya lideri olmuşlardır. Birinci Dünya Savaşı, 1914’te başladığı sırada

¹ Ortaş,İ.(2005): “Bilim Tarihi içinde Tarım Tarihinin Yeri ve Önemi”, Üniversite ve Toplum, Cilt 5/1, <http://www.universite-toplum.org/text.php?id=214>

Rusya, Kanada, İtalya ve Japonya henüz I. Sanayi Devrimi'ne yeni başlamıştı. Çin, Hindistan, İspanya ve Türkiye ise Sanayi Devrimi'ne başlamamışlardı².

II. Dünya Savaşı sonrasında *Üçüncü Teknoloji Devrimi* başlamış ve nükleer, bilgisayar, mikroelektronik, lazer ve genetik gibi alanlar gelişmiştir. Dünya önce bir “Alman Mucizesi”nden, daha sonrada “Japon Mucizesi”nden söz etmeye başlamıştır.

3. sanayi devriminin en belirgin özelliği bilişim teknolojilerindeki hızlı gelişme olmuştur. Özellikle Doğu Bloğunun yıkılıp, soğuk savaşın bitmesiyle desteklenen küreselleşme süreci dünyayı tek bir pazar haline getirmiş, üretim anlayışı, pazarlama ve satış teknikleri tamamen değişmiştir. Seri üretim yerine kişiye özel üretim ve “tüketici hâkimiyeti” anlayışı yaygınlaşmıştır. Bilişim sektörü ve internetin yaygınlaşması ile etkinlik artmış, kaliteli fakat ucuz üretmek temel yaklaşım olmuştur.

“Dijital Çağ” olarak da tanımlanan bu dönem, belli sektörlerin ön plana çıkmasıyla devasa karların elde edildiği, idari yapılanma olarak artan katılımcılığın belirginleştiği bir dönemdir. Halen devam eden bu süreç 2009 Küresel Finans krizi ile sarsılmış, ardından özellikle Müslüman dünyada yaşanan siyasal gelişmelerle farklı mecralara ulaşılmıştır.

Baş döndürücü süratle değişen koşullara ayak uyduramayan devasa şirketler batmaya (hatta yok olmaya) başlamış, dünün sanayi lideri ülkelerin konumları ve rekabet gücü sarsılmıştır.

Üçüncü Sanayi devrimi ile sanayileşmiş ülkelerde imalat sanayinin payı azalmış, üretim çevre faktörleri de göz önüne alınarak bazı gelişmekte olan ülkelere taşınmış, hizmet sektörü ön plana çıkmıştır. Hatta aynı ilk sanayi devrimi yaşandığında tarım sektörünün Milli Gelir içerisinde payının azaldığı gibi, sanayileşmede üçüncü aşama ile imalat sektörünün payının süratle azalacağı öngörülmüştür. Bu dönemin en önemli faaliyet alanı hizmet sektörü, özellikle de finans sektörü olmuş, imalat sektörünün payı azalmıştır. Hatta artık “sanayisizleşme” tartışmaları yaşanmıştır³.

Bu durumun istisnası Almanya'dır. Özellikle iki Almanya'nın birleşmesinden sonra imalat sektöründe farklı sektörleri ön plana çıkararak üretime devam etmiştir. 2009 Finans Krizi sonrasında ve Çin karşısında nispeten kaybettiği rekabet gücünü yeniden kazanmak için, hem Avrupa Birliği içerisinde hem de kendi ülkesinde yenilikçilik vs. kavramlarla üretim önemini korumuştur. Nitekim bu konuda ilk adımda Almanya'da atılmıştır.

Resmî olarak ilk söylemi 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarında başlayan 4. Sanayi devriminin temelleri şüphesiz 20. Yüzyılın sonlarında başlamış, 21. Yüzyılda ise gelişimini hızla sürdürmüştür. Bu yeni süreci –şimdilik- yaygın ve mobil internet

² Akbulut,U.(2011): “Sanayi Devrimleri Dünyanın Gidişatını Değiştirdi” <http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2009/11/SANAYI%20-DEVR%20M%20-D%20C3%9CNYANIN-G%20D%20C5%9E%20N%20-DE%20C4%9E%20C5%9E%20T%20B%20-HAZ%20B%20RAN-2011.pdf>

³ Meçik, O. M.Afşar(2015): “EKONOMİDE SANAYİSİZLEŞME VE OECD ÜLKELERİNE ETKİLERİ” https://www.researchgate.net/publication/281666531_EKONOMIDE_SANAYISIZLESME_VE_OECD_ULKELERINE_ETKILERI

ağı, otomasyon, ucuzlayan ve güçlenen sensörler ve nesnelere arası internet karakterize etmektedir. Sürecin nasıl bir gelişim göstereceği ile ilgili öngörüler büyük heyecan yaratmaktadır.

1.Endüstri 4.0 'a Giden Süreç

Sanayinin 3. aşamasında üreticiler önceleri sanayinin ikinci aşamasında devrildikleri üretim anlayışları ile yollarına devam etmişlerdir. Arka plandaki temel amaç hayatı kolaylaştırmaktır. Ev aletlerinden, ulaşım farklı alanlarda geliştirilen farklı makine ve aletler hep bu amaca yöneliktir. Ancak 1970'lerin başında ticarileşip günlük hayata girmeye başlayan elektronik ve bilgi teknolojilerinin ağırlık kazanması ile imalatın otomasyonu artmış ve ileri safhalara taşınması yeni boyutlar kazandırmıştır.

Özellikle 1980'li ve 1990'lı yıllar üretim süreçlerinde çok farklı yaklaşımları beraberinde getirmiştir. Pazar büyümüş fakat rekabette çok artmıştır. Küreselleşme ile birlikte "ölçek ekonomisi" yerini "kapsam ekonomisine" bırakmış ve tüm firmaların nihai amacı dünyaya açılmak, dünyaya açılmış olanlarında markalaşma olmuştur. Bu gelişmeler karşısında sanayiler uzmanlaşma ve böylece üretimde etkinliği sağlama, daha kaliteli ama daha ucuz üretime yönelmiştir. Firmalar kendi ürettikleri gerçek ürüne devretmiş, asli olmayan işleri ise "outsourcing" yöntemi ile başka firmalara devretmiştir. Üretimden müşteriye teslim aşamasına kadar her aşamada faaliyet gösteren firmalar, artık üretime odaklanmışlardır. Amaç daha ucuz, daha kaliteli üretmektir.

Bu süreçte iki sektörde yaşanan gelişmeler çok belirleyici olmuştur: Bilişim ve İletişim - Haberleşme alanlarında görülen ve süratini takip etmekte zorlanılan atılımlar 21. Yüzyılda göz kamaştırıcı gelişmelerin habercisidir. 3. Sanayi devriminin başlarında çok yavaş ve cılız gelişmelerin yaşandığı bu sektörlerde kısa zamanda tam bir patlama yaşamıştır.

Bilgisayarlar çok gelişmiş, önce masaüstüne, sonra laptop şekline sonra ceplere girecek kadar küçülmüştür. Daha da önemlisi bilgisayarlar hiçbir program dili bilmeden herkesin kullanabileceği hale gelmiş ve yaygınlaşmıştır. Aynı şekilde mikroçiplerin gelişimi de süratle gerçekleşmiş ve bu sürecin yaşanmasına katkı sağlamıştır⁴.

Şüphesiz bütün bu süreç internetin yaygınlaşması ile daha da büyük hız kazanmıştır. Bilgisayar ve internetteki bu gelişmelere mobil telefonların da katılmasıyla yeni ve farklı bir döneme girilmiştir. Dünya artık küçülmüş, zaman ve mekân kavramları yeni anlamlar kazanmışlardır.

Bu yeni gelişmeler sonrasında üretim kalıpları değişmiş, tedarik zincirleri giderek genişlemiştir. Bilgisayar programlarının gelişmesi ile birlikte tasarım faaliyetleri de farklılaşmış ve çeşitlenmiştir. Bilgisayar destekli tasarım, gelişmiş teknoloji ile üretim, üretimde otomasyonun artması ve yaygınlaşması, yeni bir çığır açmıştır. Bilgisayar

⁴ Görçün, Ö.F. (2016): Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0, Beta Yayınları, İstanbul.

ortamında rahatlıkla ve süratle gerçekleştirilen tasarımlarla, tüketici memnuniyeti üst seviyelere çıkmıştır.

Şüphesiz bu sürece diğer bilim dallarında yaşanan gelişmelerde eklenmiş, interdisipliner çalışmalar çoğalmış, mekanik aletler, elektronik unsurlarla zenginleştirilmiş ve “akıllı” hale gelmiştir. Netice olarak bir özet yapılacak olursa, endüstrinin yapısal özellikleri ve tüm süreçlerde çok önemli dönüşümler yaşanmıştır. Kitlesel üretim anlamını kaybetmiş, tüketiciye özel üretim ön plana çıkmıştır⁵.

Nihai olarak değerlendirildiğinde, sanayileşmenin üçüncü aşamasında bilişim ve iletişim - haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler ve bu gelişmelerin endüstride doğrudan kullanılabilir hale gelmesi bir dönemin bitip yeni bir döneme girildiğine işaret etmektedir. Bu hızlı gelişmeye başta lojistik olmak üzere diğer sektörlerinde uyumu, geniş bir ittifakla sanayileşmenin dördüncü aşamasına girildiğini, üretim sürecinde “Endüstri 4.0”ın başladığını göstermektedir.

2.Endüstri 4.0

Henüz emekleme aşamasında olan dördüncü sanayi devrimi, sanayi üretiminde rol alan tüm aktörlerin birbiriyle haberleşmesine, bütün verilere eş zamanlı olarak ulaşabilmesine, bu veriler kanalıyla yüksek katma değer oluşturabilmesine zemin hazırlamaktadır.

3. Sanayi devriminin belirleyicileri olan bilgisayar donanımları, yazılım, ağlar ve dijital teknolojilerin süratle gelişimi ve bütünleşik hale gelmesi, aynı tarım devrimi veya sanayi devrimleri sonrasında olduğu gibi toplumları ve ekonomiyi dönüşüme uğratmıştır. Bilgi teknolojilerinin ve otomasyonun yaygınlaşması ile siber fiziksel sistemler, dinamik veri işleme ile değer zincirlerinin bir birine bağlandığı yeni bir aşamaya gelmiştir. Dünyanın gidişatını etkileyen ve geleceğini şekillendiren bölgesel, ekonomik, teknolojik ve meta akımlar; sensörlerin, üretim araçlarının ve bilgi teknolojilerinin bir birine bağlanması ile tek bir şirketin ötesinde sanayi zincirleri oluşmuştur. Siber fiziksel bağlantılı sistemlerle internet yardımıyla veriler analiz edilmekte, yeni parametreler tanımlanmakta ve daha düşük maliyetli ve daha kaliteli ürünler üretilebilmektedir⁶. Şüphesiz bu süreç (muhtemelen) kısa bir zamanda halen tahayyül edilemeyen başka açılımlara yol açacaktır.

Bu yeni süreç sanayileşmenin dördüncü aşaması olarak kabul edilmektedir. Bu dönem Almanca literatürde “Endüstri 4.0”, İngilizce literatürde ise “Endüstriyel İnternet” olarak isimlendirilmektedir. Bu yeni dönemin, yani Endüstri 4.0’ın en basit tanımı “Makinelerin, Bilgisayarların, İnsanların ve Nesnelerin İnterneti” olarak tanımlamak mümkündür⁷.

⁵ Üçüncü Sanayi döneminde yaşanan gelişmeler için Bkz. Görçün,Ö.F. (2016): a.g.k.

⁶ Tüsiad (2016): “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Endüstri 4.0 – Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi”, Rapor, <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>

⁷ Evans, P. C. and M. Annunziata, 2012: Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. Retrieved from http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf

Endüstri 4.0 birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren kolektif bir terimdir. Endüstri 4.0'ın ayırt edici en önemli unsurları üç başlık altında toplanabilir⁸:

- **Hız:** Yeni dönemdeki endüstriyel gelişmeler çok büyük hızla gelişmektedir. Her gün yeni bir teknolojik gelişmeye şahit olunmakta, yeni teknolojik gelişmeler, daha yenilerinin önünü açmaktadır.

- **Genişlik ve Derinlik:** Yeni dönemdeki gelişmeler dijital devrim üzerine gelişmektedir. Ancak bu hızlı gelişme sadece üretim yapısını değil iş dünyasında, toplumda ve bireyin yaşam koşullarında derin değişikliklere yol açmaktadır.

- **Sistem Etkisi:** Yeni dönem, şirketlerin, sektörlerin ama aynı zamanda ülkelerin yapısını (sistemlerini) değiştirmekte ve sistemlerin bütünsel dönüşümünü içermektedir.

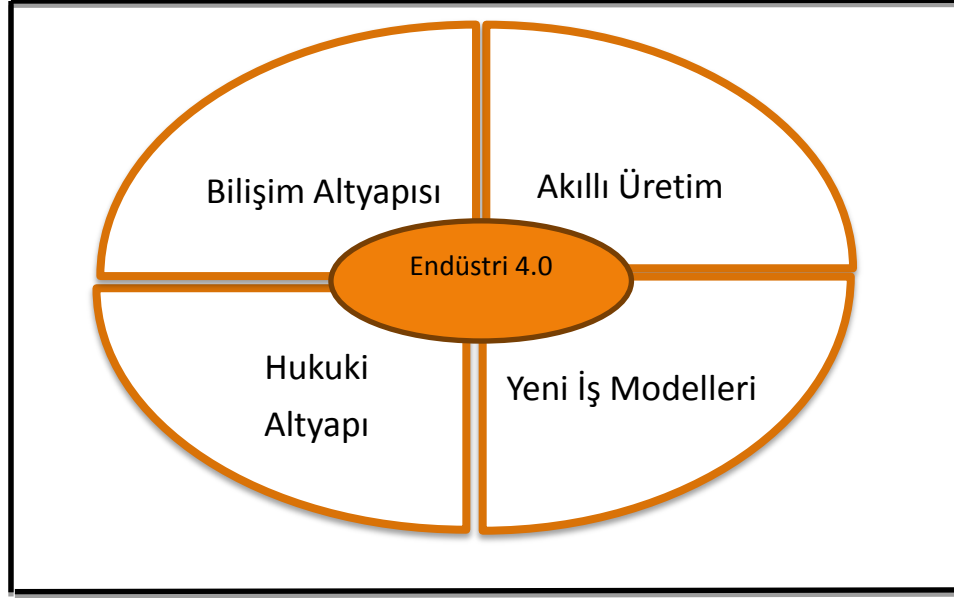
Bu üç ayırt edici unsur önümüzdeki dönemde çok belirleyici olacak ve uyum sağlayamayan firmalar ve ülkeler büyük kayıplara uğrayacaktır. Gelişmelerden görüldüğü kadar sanayileşmenin dördüncü aşaması sadece akıllı ve bağlantılı makine sistemlerle sınırlı olmayıp, aynı zamanda gen biliminden nano teknolojiye, yenilebilir enerjiden sağlık ve sosyal bilimlerin farklı dallarına, her alanda ileri atılım yaşanacaktır.

Endüstri 4.0, teknolojilerin ve değer zinciri organizasyonları kavramlarının kolektif bir bütünüdür. Bu yapı akıllı fabrikalar vizyonunun oluşmasına büyük katkı sağlar⁹. Endüstri 4.0;

- **bilişim alt yapısı** olmadan gerçekleşemez.
- bilişim altyapısı ile **akıllı üretim** gerçekleşecek,
- süreç **hukuki altyapı** ile sağlamlaşacak
- ve **yeni iş modelleri** ile gelişmesine devam edecektir.

⁸ Schwab, K. (2016). Dördüncü Sanayi Devrimi. (Çev. Zülfü Dicleli). İstanbul: Optimist Yayınları.

⁹ Selek, A. : " Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk" <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>



Şekil 1: Endüstri 4.0 Yapısı

Endüstri 4.0 kavramı ile bilişim altyapısı ön plana çıkmış ve günlük hayata yeni kavramlar eklenmiştir. Daha önceleri sadece ismi duyulan, anlamı bilinmeyen, sadece ilgili mühendislik alanlarında tartışıldığı sanılan kavramlar, Endüstri 4.0 akımı ile günlük hayata girmiştir. Bu kavramların kullanımı yaygınlaştığından öncelikle bu kavramların bilinmesi ve doğal olarak anlaşılması gerekmektedir. Amaç akıllı üretim gerçekleştirmek olunca, öncelik bilişim alt yapısının kurulmasıdır.

2.1. Bilişim Altyapısı

Nasıl elektrik şebekesi tamamlanmadan bir ülkenin sanayileşmesi mümkün değilse, bilişim altyapısı da olmadan sanayinin dördüncü aşamasına (Endüstri 4.0) ulaşmak mümkün değildir. Başarılı olmanın ilk koşulu altyapının sorunsuz ve çağın gereklerine göre oluşturulması şarttır. Bu nedenle öncelikli olarak bu altyapıyı oluşturan unsurlar iyi anlaşılmalıdır. Endüstri 4.0 için olmazsa olmazlar; IPv6, bulut bilişim sistemi, geniş bant, siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti gibi unsurlar hayata geçirilmelidir.

IPv6:

İnternet'e bağlanan tüm cihazlar IP adresine ihtiyaç duyarlar. İnternet'e bağlanan her bilgisayara bir IP adresi atanır ve diğer bilgisayarlar bu bilgisayara bu adres ile ulaşırlar. Yani iki farklı cihazın iletişim kurabilmeleri için IP adresi bulunması şarttır¹⁰. Bir

¹⁰Babaoğlu, A.R. (2008): "IPv6 Neler Sunacak?", <http://www.ipv6.net.tr/docs/9.pdf>

internet sayfası sunucusuna, ağ tarayıcısı IP adresi yazarak da bağlanılabilir; ancak bu rakamları yazmak pratik olmadığından IP adresine karşılık gelen bir alan adı sistemi kullanılmaktadır.

Bu bağlantılar çok uzun yıllar IPv4 protokolü ile sağlanmıştır. IPv4, ilk olarak piyasaya sürüldüğünde gelişmeler öngörülememiş, adres sayısı 4.3 milyar ile sınırlandırılmıştır. İnternet'in yaygınlaşması ve gelişen teknoloji sonrasında bu adresler hızlı bir şekilde tüketilmiş ve yeni çözümler aranmıştır. İnternet kullanıcılarının sayısının 2 milyarı geçmesi üzerine, özellikle de nesnelerin internete bağlanması gündeme gelince 1996'da bir çözüm olarak sunulan IPv6, 340 trilyon kere trilyon adet farklı IP adresi sağlayacak şekilde tasarlanmıştır¹¹.

Bu yeni sistemle, genişletilmiş adres alanı, yeni güvenlik özellikleri, gelişmiş servis kalitesi özellikleri, otomatik adres yapılandırılması ve genişletilebilirlik özellikleri kazanılmıştır.

IPv6 internet üzerinden yapılabilecek işlemler gelişmiş, internet üzerinden kontrol edilebilen cihazların sayısı artmış, IP Tv'ler ve IP Telefonlar yaygınlaşmıştır. Bu gelişmeler sonrasında yenilikçi başka etkinliklerde süratle artacaktır.

Geniş Bant Sistemi:

Günümüzde internet olmadan haberleşme ve iletişim imkânları son derece kısıtlanmıştır. Teknolojik gelişmeler çerçevesinde internet erişim hızlarına göre dar bant ve geniş bant kavramları ortaya çıkmış, daha da önemlisi günümüz teknolojileri altyapısı olmadan çalışma yeteneklerini kaybetmiştir.

Geniş bant erişim gerektiren hizmetler genel olarak daha çok veriye bağımlı uygulamalardır (video- tv hizmetleri gibi). Teknoloji geliştikçe halen var olan geniş bant kavramını belirleyen Mbit/sn göstergeleri de değişecektir. Nitekim önceleri analog modülasyon ve sistemin kullanıldığı 1G iletişimde kapsama alanı çok düşük, her kullanıcıya belli bir frekans ayrımı ve hücresellikten uzak bir şekilde sadece ses iletimi yapılabilirken, gelişen 2G ve onun en önemli temsilcisi GSM ile birlikte sayısal iletişim sağlanmış ve ses iletişiminin kalitesindeki artışla beraber data transferi de mümkün kılınmıştır. Daha sonra 3G kullanıcılara lanse edilmiş ve cepten internet hizmeti-geniş bant internet erişimi-çoklu ortam uygulamalarında yüksek kalite kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. 3G yayılımını tamamlayamadan ardından 4G¹² ve son trend 4,5 G devreye girmiştir.

Geniş bant teknolojisi ve uygulamaları sadece bilgi teknolojileri ve bilişim sistemleri ile ilgili kalmayıp çok farklı sektörlerde kendini hissettirmektedir. Geniş bant, ekonomik kalkınmadan büyümeye, yeni istihdam alanları oluşturmaya, altyapı yatırımlarında tasarruf ve etkinlik sağlanmasına zemin hazırlayan bir konumdadır. Artık küresel rekabet gücüne sahip olmak, uzun vadeli gelişme planlarının ayrılmaz parçası olmuştur.

¹¹ "IPv6 Nedir?", <https://ipv6.metu.edu.tr/tr>

¹² Kübra Ç., S. Özdemir: "Yeni Nesil Mobil Genişbant Teknolojileri ve Türkiye", <http://ab.org.tr/ab13/bildiri/275.pdf>

2014 yılı itibariyle 140 ülkede geniş bant uygulamaları ve gelişimi ile ilgili planlar mevcuttur.¹³

Geniş bant hizmetlerinin geliştirilmesi için sürekli yatırım yapılması gerekmekte, bu nedenle yatırım miktarının ve hizmet çeşitliliğinin yüksek oranda olduğu yerel ağı paylaşımına açılması uygulamaları teknolojik gelişmiş ülkeler tarafından teşvik edilmektedir.¹⁴

Bulut Bilişim Sistemi:

Biryandan bilgisayarların gittikçe küçülüp ucuzlaması, neredeyse her bireyin cebinde bilgisayar taşıyor olması, diğer yandan internet kullanımının yaygınlaşması ve erişilebilir olması, bilişim altyapısının değişmesini ve gelişmesini zorunlu kılmıştır. Bu değişen ve gelişen koşullara uyum sağlamak amacıyla “bulut bilişim” geliştirilmiş ve halende devam eden bir süreçtir.

En basit şekliyle bulut bilişim, “bilişim sistemlerine ilişkin hizmetlerin üçüncü taraflardan alınması¹⁵” şeklinde tanımlanmaktadır. Hayatımıza yeni giren bu hizmet sistemi; “uygulamaların internet ortamında bulunan bir uzak sunucu üzerinden çalıştırılması ya da kullanıcıya ait verilerin uzak sunucu üzerinde her an erişilebilir şekilde bulundurulmasını sağlayan bir servis yapısı¹⁶” olarak da tanımlanabilir. Sistem ile ilgili bir başka tanım, “yapılandırılabilir bilişim kaynaklarından oluşan ortak bir havuza, uygun koşullarda ve isteğe bağlı olarak her zaman, her yerden erişime imkân veren bir model¹⁷” şeklindedir. Söz konusu kaynaklar (bilgisayar ağları, sunucular, veri tabanları, uygulamalar, hizmetler vb.) asgari düzeyde yönetsel çaba ve hizmet alıcı-hizmet sağlayıcı etkileşimi gerektirecek kolaylıkta tedarik edilebilmekte ve elden çıkarılabilmekte ve erişilebilirliği desteklemektedir.

Bilgisayar uzmanlarının kısa sürede tüm bilgisayar kullanıcılarının bulut bilişim sistemine geçeceğini ifade etmektedirler. Bu sektörün gelişmesiyle, birçok yeni sektör faaliyete geçecektir. Bulut bilişim öncelikle telekom ve IT sektörlerinin yanı sıra medya, devlet, eğitim ve sağlık gibi sektörlerle büyük etkisi olacaktır. Şüphesiz en büyük etkisi akıllı üretime zemin hazırlamasıdır.

Günümüzde bilgi ve iletişim teknolojileri sektöründe bulut bilişime doğru bir yönelim olmuş, küresel çapta hizmet veren şirketler, bu eğilime uygun çözümler sunmaya başlamıştır. Bulut bilişim bir yenilikten çok bir dönüşümdür. Muhtemeldir ki yeni

¹³ Mobilsiad (2016): “Elektronik Haberleşme Sektöründe Genişbant Etki Analizi ve Türkiye İçin Yol Planı” http://www.mobilsiad.org.tr/img/documents/MOBILSIAD_Genisbant_Raporu.pdf

¹⁴ Güngör, M., A. Tözer (2008): “Genişbant İnternet Hizmetleri: Türkiye’de Mevcut Durum Değerlendirmesi ve Öneriler” http://inet-tr.org.tr/inetconf13/kitap/gungor_tozer_inet08.pdf

¹⁵ Özdaş, M.R. (2014): “Bulut Bilişimin Kamuda Kullanımı, Dünya Örnekleri ve Türkiye İçin Öneriler” Uzmanlık Tezi, T.C. Kalkınma Bakanlığı Yayınları.

¹⁶ Henkoğlu, T. Ö. Külcü: “Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukuksal Koşullar Üzerine Bir İnceleme,” <http://www.bby.hacettepe.edu.tr/yayinlar/dosyalar/94-828-1-PB.pdf>

¹⁷ BTK (21013): “Bulut Bilişim”, http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FArastirma_Raporlari%2FBulut_Bilisim.pdf

dönemde bilgisayarlarda bulunan sabit disk, bellek, işlemci, ekran kartı vs. gibi donanımlar olmayacak, bu işlemler bulut bilişim üzerinden gerçekleştirilecektir.

Nesnelerin interneti:

Dünya üzerinde var olan nesnelerin bir şekilde internete erişip diğer cihazlarla iletişim halinde olması, nesnelerin interneti olarak ifade edilmektedir.

Her ne kadar bir uzlaşma sağlanmamış da olsa nesnelerin interneti "benzersiz bir şekilde adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmaları"¹⁸ olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu kavramı kabaca; çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbirleri ile haberleşen ve birbirine bağlanarak, bilgi paylaşarak akıllı bir ağ oluşturmuş cihazlar sistemi olarak da tanımlamak mümkündür¹⁹.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) 2005 yılında yayınladığı raporda nesnelerin interneti olarak teknolojik gelişmeler sonrasında dünyadaki objelerin hem algısal, hem de akıllı olarak bağlanacağını ileri sürerek²⁰;

- öge tanımlama (nesneleri etiketleme)
- algılayıcı ve kablosuz algılayıcı ağlar (nesneleri hissetme)
- gömülü sistemler (nesneleri düşünme)
- nanoteknoloji (nesneleri küçültme)

şeklinde nesnelerin internetini kademelendirmiştir. Bu gelişmelerin nihai hedefi Standartlaştırma/Uyumlaştırma ve Gizlilik/Sosyal-Etik yönler olarak belirlenmiştir.

Nesnelerin internetinin aktif ve detaylı bir şekilde kullanılmasıyla²¹

- Üretim aşamasında yöneticiler, hangi konumda olurlarsa olsunlar, akıllı iletişim araçları ile rahatlıkla üretim sürecine müdahale edebileceklerinden üretim ve üretim süreci pratikleşecek,
- Nesnelerin üzerlerine yerleştirilecek sensörler ve etiketler vasıtasıyla tedarik zinciri daha akıllı hale gelecek,
- Nesnelerin interneti akıllı cihazlar kanalıyla gerçekleşeceğinden enerji ve altyapı maliyetleri azalacak,
- Makinelerin ve robotların üretim sürecini yönettiği bir fabrikada insan kaynağına da az ihtiyaç duyulacak,
- Gelir ve kar düzeyinde artış sağlanacaktır.

¹⁸ Yetimler, E. : "Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) Nedir? Cihazların Etkileşim Trendleri"
<http://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazların-etkileşim-trendleri>

¹⁹ Kutup, N.(2012): "Nesnelerin İnterneti: 4H, Her Yerden, Herkesle, Her Zaman, Her Nesne İle Bağlantı"
<http://docplayer.biz.tr/46253-Nesnelerin-interneti-4h-her-yerden-herkesle-her-zaman-her-nesne-ile-baglanti.html>

²⁰ Yiğitbaşı, Z. H. (2012): "Nesnelerin İnterneti ve Makineden Makineye Kavramları İçin Kilit Öncül- IPv6",
<http://www.ipv6.net.tr/docs/ipv6konf/pdf/15.pdf>

²¹ EBSO (2015): "Sanayi 4.0", http://www.ebso.org.tr/ebso-media/documents/sanayi-40_81017283.pdf

Büyük Veri:

Büyük veriler, mevcut bilgi sistemlerinin işleyemeyeceği kadar geniş ve karmaşık veri kümelerine verilen addır. Başka bir ifade ile bilinen veri tabanı yönetim sistemleri ve yazılım araçlarının, verileri toplama, saklama, yönetme ve çözümlene yeteneklerini aşan büyüklükteki verilere “büyük veri” denilmektedir²².

Büyük veri, bir kullanıcının internette yaptığı her hareketi içinde barındırmaktadır. Gün içerisinde girilen her site, sitede tıklanılan her nokta bir veri niteliğindedir. Bugüne kadar tüm bu bilgiler, verilerin mevcut veri tabanlarında saklanması ve raporlama sistemlerinde kullanılması mümkün olmadığından bilgi çöplüğü olarak nitelendirilmiştir.

İnternetin ortaya çıktığı ilk günden beri var olan, ancak önemi ve işlevi yeni yeni anlaşılan internet üzerindeki bu hareketler artık analiz edilmeye ve değerlendirilmeye başlanmış, ortaya büyük veri çıkmıştır²³. Bu bilgiler günümüzde onlarca terabayt'tan (1 terabayt= 1000 gigabayt, 10 üzeri 12 bayt) petabayt'lara (10 üzeri 15 bayt) uzanmıştır. Uzunca süre bu veriler, daha önceden belirlenen rakamsal ya da sözel veri tipleri şeklinde, önceden tasarlanan tablolarda saklanmış ve büyük bir veri haline gelmiştir. Ancak önemle belirtmek gerekir ki, önemli olan verinin hacmi değil, onu analiz edebilmek ve bir değere çevirebilmektir. Artık tüm bu bilgilerin kullanılması amaçlanmakta ve bilgi çöplüğünden hazine çıkarmak amaçlanmaktadır.

Bu nedenle son dönemde büyük veri kavramı “işletme, devlet ve organizasyonların dijital farklı veri setlerini bütünleştirerek istatistik ve veri madenciliği teknikleriyle gizli kalmış bilgileri ve sürpriz korelasyonları kullanmaları”²⁴ şeklinde tanımlanmaktadır.

Büyük veri, pek çok farklı veriyi bir arada kullanarak karar vermeyi mümkün kılan bir uygulamadır. Büyük veri, yüksek hacimlerinin yanı sıra, yüksek veri üretim hızı ve yüksek veri değişkenliğine sahip enformasyonlardan oluşmakta ve yeni bilgi işleme ve analiz yöntemleri ile alınacak kararlara destek, verilerden anlam çıkarma ve süreç optimizasyonu yapabilmeyi sağlamaktadır²⁵.

Büyük veri çok önemli fırsatlar sunmaktadır. Öncelikli olarak elde edilebilecek üç önemli değer vardır: Maliyetleri düşürme, karar vermede iyileşme, ürün ve hizmetlerde iyileşme²⁶. Büyük veri; doğru analiz metotları ile yorumlandığında işletmelerin aldığı kararlarda daha isabetli olmalarına, risklerini daha iyi yönetmelerine, yenilikçi atılımlara cesaret edebilmelerine zemin hazırlayacaktır. Doğru stratejilerin ancak doğru bilgilerden yola çıkarak üretilebildiği dikkate alındığında, büyük verinin Endüstri 4.0 için önemi de açıktır. Büyük veriyi doğru ve amaca yönelik olarak kullanan şirketler

²² “Bilişimin yeni ufku: Büyük Veriler (Big Data)”, kisi.deu.edu.tr/userweb/yilmaz.goksen/BigData.ppt

²³ <https://blog.turkcell.com.tr/en-basit-haliyle-big-data-nedir>

²⁴ Demirtaş, B., M. Argan (2015): “Büyük Veri ve Pazarlamadaki Dönüşüm: Kuramsal Bir Yaklaşım” www.pazarlama.org.tr/dergi/yonetim/icerik/makaleler/85-published.pdf

²⁵ “Bilişimin yeni ufku: Büyük Veriler (Big Data)”, kisi.deu.edu.tr/userweb/yilmaz.goksen/BigData.ppt

²⁶ Davenport, T. (2014): Big Data@Work, Türk hava Yolları Yayınları, İstanbul.

rekabet savaşında öne geçecekler, verim artacak, maliyetler düşecek, tedarik yöntemleri gelişecek, müşteri ilişkileri ve pazarlama anlayışları daha etkin hale gelecektir²⁷.

2.2 Akıllı Üretim

Akıllı üretim sistemleri; üretim sürecini oluşturan tüm elemanların otonom ve birbirleri ile iletişim halinde fonksiyonlarını yerine getirdiği sistemdir. Akıllı üretim yapan işletme, güçlü ve veri erişiminin en üst düzeyde olduğu endüstriyel işletme anlamına gelmekte, optimizasyonun üst düzeyde olduğu işletmeler olarak nitelendirilmektedir. Akıllı üretimi benimseyen işletmeler aynı zamanda esnek ve verimlidir. Akıllı üretim Endüstri 4.0'ın (şimdilik) nihai hedefi olarak tanımlanabilir²⁸.

Akıllı üretim sayesinde Endüstri 4.0'ın; üretim sürecinde insan faktörünün minimize edilmesi, sensörler, otomasyon ve mükemmelleştirilmiş süreçler sayesinde bir üretim süreci oluşturmak olan temel felsefesi gerçekleşmiş olacaktır. Böylece yeni dönemde tüketicilerin en büyük talebi kişiselleştirilmiş ürünler için, üretimle ilişkili avantajlar sağlamak amacıyla üretim elemanları arasında büyük bir haberleşme ağı yaratılmış, esnek ve dinamik kendinden organize üretim süreçleri gerçekleşecektir.

Tüm üretim süreçlerinin akıllı sistemlerle kontrol edildiği fabrikalar, rekabette olmazsa olmaz koşul haline gelmiştir. Verimliliği artıran, esnek üretime olanak sağlayan akıllı fabrikalar, şirketlerin karlılığını ve pazar gücünü artırmaktadır. Şirketler bu avantajların yanı sıra; yüksek kalite, doğru bilgiye anında ulaşabilme, efektif planlama, sistemler arasında entegrasyon ve maliyet avantajı sağlanması, süreçlerin izlenebilirliğinin artırılması gibi hedeflerine kolaylıkla ulaşabilmektedir. Ayrıca değişen rekabet koşulları altında müşteriye ve ihtiyaca özel üretim yapılması ve hızlı çözüm sunulması da akıllı üretim sistemleri ile çok daha kolaylaşmaktadır²⁹.

Nesnelerin interneti, büyük veri, bulut sistemleri vs. gibi altyapının sağlanması ile üretimde yeni bir döneme girileceği belli olmuştur. Akıllı üretim sürecine siber fiziksel sistemler, robotlar, 3d yazıcıların girmesiyle eski üretim anlayışı değişecek ve uzun yıllardır tartışılan esnek üretim devreye girecektir.

Siber Fiziksel Sistemler:

Siber fiziksel sistemler, akıllı üretimin sistemlerinin olmazsa olmaz unsurlarından biridir. Siber fiziksel sistemler olmadan üretimde otomasyon ve sürecin sistemli bir şekilde akması sağlanamaz. Akıllı üretim, yukarıda anlatılan altyapı üzerinde kurulmuş ve siber fiziksel sistemler yardımıyla gerçekleşecektir.

Siber Fiziksel sistemler; gözlemlene, koordinasyon ve kontrol gibi üretim süreçlerini, lojistik ve değer oluşturma sürecinde gerçekleştirilen operasyonları en üst düzeyde yürütebilen sistemlerdir. Bu sistemde; sensörler ve aktüatörler yardımıyla fiziksel dünya sanal bilgi işlem dünyasıyla bağlanmaktadır. Farklı kurucu bileşenlerden oluşan bu sistem sayesinde global davranışları oluşturulur. Bu bileşenler gerçek dünya ile

²⁷ EBSO (2015): a.g.ç.

²⁸ <http://www.endustri40.com/kendinden-organize-dijital-fabrikalar/>

²⁹ <http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/79-gunumuzde-ve-gelecekte-akilli-uretim>

etkileşimde bulunmak için genellikle “gömülü teknolojiler” dahil olmak üzere yazılım sistemleri, iletişim teknolojileri, sensörleri/aktüatörleri içermektedir.³⁰

Bu iki dünyayı birleştiren Siber Fiziksel Sistemler iki önemli unsurdan oluşmaktadır: Birbirleri ile internet üzerinden ve atanmış bir internet adresi ile haberleşen nesne ve sistemlerin oluşturduğu ağ (nesnelerin interneti) ve gerçek dünyadaki nesnelerin ve davranışların bilgisayar ortamında simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortam.

"Nesnelerin İnterneti" ile birlikte çok geniş bir iletişim ağı yaratan ve böylece gerçek ve sanal dünyalar arasındaki sınırı kaldırmaya yönelik Siber-Fiziksel Sistemler, Endüstri 4.0'ın temelini oluşturmaktadır.³¹

Endüstri 4.0 tabanlı üretim süreçleri, sistemlerin çeşitli ara yüzler üzerinden farklı ağlara bağlanıp farklı servislerle iletişim kurmasını esas almaktadır. Buna en anlaşılabilir örnek akıllı telefonlardaki internet bağlantısı ile çeşitli içeriklere ulaşılması ve çevredeki diğer akıllı telefonlarla farklı platformlar üzerinden iletişim kurulmasıdır.³²

Siber fiziksel sistemlerin en ayırt edici özelliklerinden biri insan gücü ve zekâsıyla son derece güç işlemlerin çok kısa sürede gerçekleştirilmesidir. Siber fiziksel sistemler internet bağlantılı olduğundan verilere çok çabuk ulaşabilmekte ve elde ettiği verileri işleyerek üretim sürecine dâhil edebilmektedir. Ayrıca dış dünya ile bağlantı kurulabildiğinden dışsal koşullara da uyum sağlanabilmektedir (yağmur damlalarını algılayıp sileceklerin otomatik olarak devreye girmesi gibi)³³.

Robotik Sistemler

Makine Mühendisliği, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği ve Bilgisayar Mühendisliği gibi birçok çok disiplinin ortak çalışma alanı olan robotlar, “çeşitli görevlerin gerçekleştirilmesi için, malzeme, parça, takım ya da değişken programlanmış hareketler aracılığıyla, özel parçaları hareket ettirmek amaçlı tasarlanmış, çok fonksiyonlu, yeniden programlanabilir manipulatördür.³⁴” Robotlar bir programla (yazılımla) yönetilmekte ve insan gücünü (bazen daha da ötesini) ikame etmekte, gereksiz güç kaybını önlemekte, zamandan tasarruf etmektedir.

Bir cihazın robot olarak ifade edilebilmesi için öncelikle otonom çalışması gerekmektedir. Bir başka ifade ile robotlar doğrudan bir insanın müdahalesi olmadan tanımlanan fonksiyonlarını yerine getirebilmektedir. Robotların gelişim süreci incelendiğinde, robotların insanların yerine kullanılması üzerine çalışılmış, özellikle makinelerle iletişime girmesi ile robot çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Uzunca bir süre, kurulum ve bakım aşamaları haricinde insanlardan uzakta üretim bantlarında çalışmıştır.

³⁰ Öz, C., Y. Topaloğlu (2013): “Gelecek Nesil Gömülü Sistem Uygulamaları için Kullanıcı Etkileşimi Yaklaşımı Önerisi” http://ceur-ws.org/Vol-1721/UYMS16_paper_33.pdf

³¹ Siemens: “Endüstri 4.0

Yolunda” http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf

³² www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler

³³ Görçün, Ö.F. (2016): a.g.k.

³⁴ Yumurtacı, Mert: ROBOTİK KAYNAK SİSTEMLERİ ve GELİŞME İSTİKAMETLERİ, <http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/11652.pdf>

Ancak mobil robotların gelişimi ile yeni bir sürece girilmiş, insan – robot etkileşimi çalışmaları yeni bir çığır açmıştır. Robotlar artık karşılaştığı şartlara göre sensörler, ısı, ışık, manyetizma, akım, gerilim, hız gibi fiziksel büyüklükleri algılayabilmektedirler. Bu algılayıcılar algıladıkları fiziksel büyüklükleri elektriksel sinyallere dönüştürerek elektronik karar mekanizmasına gönderip, bir yazılım desteğiyle gelen sinyallerin değerine göre Mekanik Uygulayıcıları harekete geçirmektedir. Bu harekete geçirme işlemi de yine elektrik sinyalleri ile olmaktadır. Bazı durumlarda ise sensöre gerek kalmadan direkt olarak yazılımdan verilen komutlarla da Mekanik Uygulayıcılara sinyal gönderilebilmektedir. Son aşamada ise Mekanik Uygulayıcı olarak adlandırılan kısım Elektronik Karar Mekanizmasından gelen sinyale göre harekete geçerek kendisinden beklenen işlemi yapmaktadırlar³⁵.

Robotların endüstride kullanılması 1960'lı yılların başından beri söz konusudur. İlk olarak 1961 yılında General Motors'da baskı işlemlerinde kullanılan ultimate adı verilen robot insan faktörüne bağlı çalışmaktaydı. Ancak kısa zamanda robot teknolojisi süratle gelişmiştir. Son yıllarda endüstriyel robot teknolojisi, özellikle de robot kollar, üretimde birçok ihtiyacı karşılayacak olgunluğa erişmiş durumdadır. İstenen hız, doğruluk ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Robot konusunda yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak “görüş” işlevlerinin, dolayısıyla el-göz koordinasyonlarının iyileştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca bu alanda yapılan araştırma geliştirme çalışmaları robot-robot ve robot-insan etkileşiminin olgunlaştırılması yönünde ivme kazanmıştır.

Robot teknolojisi geliştikçe üretimde esneklik sağlanacak ve akıllı üretime geçiş hızlanacaktır. Endüstriyel robot kullanımının yaygınlaşması ve robotların esnek çalışma ortamına ayak uydurması, ayrıca robot kalibrasyonunun ve kullanımının kolaylaştırılması ve daha basit endüstriyel ihtiyaçları karşılayacak yönde robotların büyüklüklerinin çeşitlenmesi, küçülmesi ve fiyatlarının azalması da akıllı üretimin gerçekleşmesine zemin hazırlayacaktır. Daha ileri beklentilerin başında ise mikro büyüklükte robot kolların üretimde yerini alması şeklindedir.

Akıllı robotların yaygınlaşması ile insan kaynaklı sorunlar büyük oranda azalacak, hata ve benzeri olumsuz durumlar söz konusu olmayacaktır. Ayrıca robotlar akıllandıkça otomasyon yaygınlaşacaktır.

3-D Yazıcı

3D yazıcılar, “bilgisayar destekli tasarım programları yardımıyla tasarlanmış herhangi bir elektronik datayı kalıp, model ve benzeri araç gereç ihtiyacı duymadan 3d datasının makineye gönderilerek kat kat malzeme ekleyerek fiziksel model imalatı yapan makinelerdir.³⁶”

3D yazıcılar her biri bir önceki katmanın üzerine inşa edilen tabakalar yoluyla 3 boyutlu nesnelere imal edebilen, eklemeli üretim yapabilen makinelerdir. Artık mürekkep

³⁵ Yalçınkaya, Ş. “Robotlar ve Robotik Sistemler” <http://www.bilgiustam.com/robotlar-ve-robotik-sistemler/>

³⁶ http://www.fsm.edu.tr/resim/Dosya/Ileri_Imalat_Teknolojileri_Hizli_Prototipleme_ve_Endustriyel_Uygulamalari2015-02-02-11-42-07am.pdf

püskürtmek suretiyle çizili metin kâğıda aktarılmamakta, farklı malzemelerle 3D yazıcılar yardımıyla 3 boyutlu çizilmiş ürün, tasarlanan obje fiilen üretilmektedir. Bu nedenle yaygın kullanımı olan 3D yazıcı yerine, katkılı üretim veya hızlı prototipleme teknolojisi demek daha doğru olacaktır³⁷.

Devrim niteliğindeki bu yeni ürün, akıllı üretim için gerçekten çok farklı çığır açmaktadır. 3D yazıcılarla her hangi bir obje, bir alet, oyuncak vs. bilgisayar ortamında dijital olarak tasarlandığı anda bu ürünün örneği 3D yazıcı sayesinde kısa bir sürede somut olarak elle tutulabilir hale gelmektedir. Henüz hiç bir üretim yöntemi ile üretilmesi mümkün olmayan karmaşık parçalar bile tasarlandığı anda somutlaşabilmektedir. Bilgisayarda çizilen model ile yazıcıdan çıkan model tanımlanmış ebatlar büyüklüğünde (nano ölçekte yani kum tanesinden bile küçük miniklikte veya bir gemi parçasının büyüklüğünde) birbirinin tamamen aynı olmaktadır³⁸.

Baskı için 100'den fazla malzeme (metal, plastik, polimer, reçine, seramik, alçı ve hatta deney aşamasındaki çalışmalara göre insan dokusu) katı, sıvı veya toz halinde kullanılabilen malzeme yerleştirilip yazdır tuşuna basıldığında, lazer ünitesi oluşturulmak istenen ürünü aşağıdan yukarıya doğru tabaka tabaka işleyerek, kısa sürede hazır hale getirmektedir. 3D yazıcıların basım hızı saniyede birkaç milimetreden birkaç metreye kadar değişebilmektedir³⁹.

3D yazıcılar yardımıyla tüketiciler üretici olabilecek, işçi ve aracı masrafları ortadan kalkacaktır. Üç boyutlu üretim sayesinde hızlı prototip ve model üretimi mümkün olabilecek, böylece ürünlerin piyasaya sürümü hız kazanacaktır. Stok maliyet minimize edilecek, üretim ucuzlayacaktır.

2.3 Hukuki Altyapı

Endüstri 4.0'ın gerçekleşmesi ve akıllı üretimin yaygınlaşması ile yaşanacak en önemli açmazlardan biri hukuki alanda yaşanacaktır. İnternet'in gelişimi ve yaygınlaşması ile önemli hukuki sorunlar yaşanmış, ancak kısa sayılacak bir sürede tedbirler geliştirilmiş, yasalar uyarlanmıştır. Bilişim ve Teknoloji Hukuku uygulamaya sokulmuştur. Elektronik ve network ortamında uyulması gereken kuralları tanımlayan normlar ve kodlar "bilişim etiği" başlığında ilan edilmiş, buna göre; bilgisayarın başka insanlara zarar vermek için kullanılmayacağı, başka insanların bilgisayar çalışmalarına karışılmayacağı, başkalarının dosyalarının incelenemeyeceği normlara bağlanmıştır. Aynı şekilde, bedeli ödenmemiş yazılımın kopyalanamayacağı, başkalarının entelektüel bilgilerine saygı duyulacağı vs. gibi konularda hukuki çerçeve belirlenmiştir.

Teknolojinin yardımıyla genellikle sanal bir ortamda kişi veya kurumlara maddi veya manevi zarar vermek olarak tanımlanan "bilişim suçları" her ülkede yasal çerçeveye

³⁷ Ertek, E. (2014): "Üçüncü Endüstri Devrimi"

http://www.tskb.com.tr/i/content/2553_1_TSKB_3D%20Yaz%C4%B1c%C4%B1lar%20ve%20Masa%C3%BCst%C3%BC%20C4%B0malat%20Bilgi%20Notu_Kas%C4%B1m%202014.pdf

³⁸ Ekici, Ö. (2012): "Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi".

<http://img.eba.gov.tr/683/5d7/1a1/573/38e/5b4/c41/9f4/d62/09e/6f6/076/3bb/1be/001/6835d71a157338e5b4c419f4d6209e6f60763bb1be001.pdf>

³⁹ Ekici, Ö. (2012): a.g.ç.

kavuşmuştur (Türkiye’de 5651 sayılı kanun - İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi Ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkındaki Kanun – ile yasal zemin oluşturulmuştur)⁴⁰.

Hukuk ve yasalar teknolojik gelişmelerin her zaman gerisinde kalmıştır. Nitekim yasalar çıkmış olmasına rağmen belirsizlikler ve eksiklikler devam etmektedir. Bu nedenle sık sık belli siteler (örn. Youtube) veya belli uygulamalar (örn. Twitter) kapatılmakta, ifade özgürlüğü ve kişisel haklar tartışması açılmaktadır.

Ancak Endüstri 4.0 ile oluşan ortam biraz farklıdır. Akıllı üretim sürecinde fikirlerin yüksek makine parkı yatırımlarına gerek duyulmadan hızla uygulamaya geçirilebilmesi, 3 boyutlu basım hizmetlerine erişimi olan tüm bireylerin daha kolay üretici konumuna geçebilmesini sağlayabilmektedir. Bulut sistemi, büyük veri gibi kavramlar gündelik hayata girmektedir. Artık telif hakları, patent vs. ihlalleri çok rahatlıkla yapılabilecektir. 3D yazıcıların kişisel düzeyde yaygınlaşması ile her devrimsel teknolojiye olduğu gibi, sadece mevcut iş yapış şekilleri etkilenmekle kalmayacak, hukuki altyapının da yeni düzene uyum sağlaması zorunlu hale gelecektir.⁴¹

Bir başka önemli konu 3D yazıcıların yaygınlaşması ile ilaç, silah ya da patlayıcı madde üretilmesi ihtimaline karşı nasıl bir kontrol mekanizması ya da ne tür düzenlemeler getirileceği ile ilgilidir. Bu sorunun yanıtı henüz verilememektedir. Tek temenni teknolojinin olumlu değişimlere ve insan hayatını kolaylaştırması yönündedir.

Verilerin Güvenliği

Bilişim güvenliği, bilişim ürünleri/cihazları ile bu cihazlarda işlenmekte olan verilerin gizliliğini, bütünlüğünü ve sürekliliğini korumayı amaçlayan bir disiplindir. İnternet’in devreye girmesiyle verilerin güvenliği konusu daha fazla önem kazanmıştır. Daha önceleri verilerin bozulması veya kaybolması gündemdeyken, internet ile birlikte verilerin başkaları tarafından kullanılması, kopyalanması veya değiştirilmesi konuları ön plana çıkmaktadır.

Veri güvenliği; bilgilerin izinsiz kullanımından, izinsiz ifşa edilmesinden, izinsiz yok edilmesinden, izinsiz değiştirilmesinden, bilgilere hasar verilmesine veya bilgilere yapılacak olan izinsiz erişimlere kadar birçok farklı güvenliği bozucu unsurun engellenmesidir⁴².

Endüstri 4.0 ile verilerin güvenliği konusu daha da önem kazanmıştır. Özellikle büyük veri kavramı ve siber güvenlik konunun önemine vurgu yapan iki kavramdır. Fortune 500 listesindeki firmaların yüzde 97’si hacklendiği (ve muhtemelen diğer yüzde 3’ünün de, her an hacklenebileceği düşünüldüğünde)⁴³, hatta internet ortamından siber

⁴⁰ Civelek,D.Y. (2011): “Kişisel Verilerin Korunması ve Bir Kurumsal Yapılanma Önerisi”, Uzmanlık Tezi, http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2014/04/Kisisel_Verilerin_Korunmasi-Dilek_Civelek-DPT_Uzmanlik_Tezi.pdf

⁴¹ Ertek, E. (2014): “3 Boyutlu Baskı ve Masaüstü İmalat” http://www.tskb.com.tr/i/content/1034_1_3D%20Yaz%C4%B1c%C4%B1lar%20ve%20Masa%C3%BCst%C3%BC%20C4%B0malat%20Bilgi%20Notu_Kas%C4%B1m%202014.pdf

⁴² “Veri Güvenliği”, http://www.entegreyazilim.com.tr/index.php?route=pages/pages&page_id=28

⁴³ Akın,A. (2016): “Siber Güvenlik Endişesi ve İnternet” <http://www.stratejikanaliz.com/analizler/harp-ve-strateji/siber-guvenlik-endisеси-ve-internet/>

savaşların yaşanabileceği kaygıları varken bu konu önemini her geçen gün daha da artıracaktır. Bilgi çağının tüm umut ve vaatlerine karşın ciddi bir 'siber endişe' zamanı yaşanmaktadır. Dünyanın gelecekteki durumuna ilişkin bir araştırmada Boston Globe, geleceğin çoktan geldiğini, 'kanlı, dijital mevzi savaşı' ile son bulacak 'siber dünya savaşının' devam ettiğini iddia ederken, Foreign Policy dergisi de siber alanı 'yaklaşan tek, en büyük tehdit' olarak tanımlamıştır⁴⁴.

Veriye dayanan ekonomik fırsatların yakalanması, verilerin işlenmesini dengeli biçimde düzenleyecek bir hukuki çerçevenin varlığına bağlıdır. Bu çerçeve, verilerin faydalı hizmetlere yönelmesini sağlamalı, kişisel bilginin gizliliği dengelenmelidir. Sadece şahsa ait özel bilgiler değil, aynı zamanda makineler, üretim süreçleri ve ekonomik faaliyetlerin ortamı hakkındaki veriler de önemli rol oynamaktadır ve gizliliği sağlanmalıdır.

Bu gelişmeler muhtemelen kısa süre içerisinde yasalar, yönetmelikler vs. gibi hukuk metinlerinin yeniden yazılmasını, teknolojik ilerleme, sözleşme, kefalet ve rekabet yasalarının gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır.

İstihdam Yapısı

Endüstri 4.0 ile çalışma hayatı ve istihdam yapısı çok önemli bir değişim yaşayacaktır. İnsan kaynağı ihtiyacı farklılık gösterecek ve nitelikli insan kaynağının önemi artacaktır. Daha önceleri çalışanların yalnızca kol gücüne ihtiyaç duyulurken Endüstri 4.0 devrimiyle daha kompleks işler öğrenen bilgi-iletişim teknolojileri konusunda donanımlı çalışanlara talep artacaktır. Endüstri 4.0 ile vasıfsız işçi önemini tamamen kaybedecek, vasıflı iş gücü, özellikle de bilişim teknolojisi ile bağlantılı meslekler büyük önem kazanacaktır. Özellikle veri analistleri, veri madenciliği, vs. gibi meslekler ön plana çıkacak, enerji ve medya sektörleri önem kazanacaktır. Endüstri 4.0 süreci ile eski çalışanların hakları ve eğitimleri ile işe yeni başlayanların iyi yetiştirilmesi için eğitim programlarının yeniden planlanması ve programlanması gerekmektedir⁴⁵.

Bazı uzmanlara göre de Endüstri 4.0'ın iş kaybına neden olacağı yönündeki kaygılar yersizdir. Bu kaygıların gerçekçi olmadığını görmek için Üçüncü Endüstri Devrimi dönemine bakmak yeterli olacaktır. Bu devrim sırasında özellikle otomotivde otomasyon artarken işsizlik artmamıştır. Tam aksine, Üçüncü Endüstri Devrimi'yle gelen ekonomik büyüme, yeni ve inovatif iş alanlarının doğmasına, yeni mesleklerin ortaya çıkmasına (otomasyondaki robot ve makinelerin bakımı/tamiri gibi), iş imkânlarının artmasına yol açmıştır. Yeni dönemde de yeni iş imkânlarının oluşacağı kesindir. Her değişim sürecinde her zaman yeni fırsatlar doğmaktadır. Endüstri 4.0 yatırımlarının kısa vadede yüzde 6 istihdam artışı sağlayacağı, uzun vadede ise başta BT ve mekatronik alanlarında olmak üzere nitelikli iş gücü talebinin ciddi düzeyde artacağı öngörülmektedir⁴⁶.

⁴⁴ Akın, A. (2016): a.g.ç.

⁴⁵ World Economic Forum (2016): "The Future of Jobs", http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf

⁴⁶ <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ve-is-hayati-icin-tavsiyeler-bseu-ieee/>"Endüstri 4.0 ve İş Hayatı İçin Tavsiyeler"

2.4. Yeni İş Modelleri

Teknolojinin gelişimi ve yeni mühendislik uygulamaları, ayrıca üretim sürecinin elektronik ortama taşınması vs. gibi yenilikler tedarik zinciri süreçlerinden, üretim, pazarlama ve satış süreçlerine, bütün süreçleri etkilemiş ve yeni açılımlara yol açmıştır. Aynı şekilde iş modelleri de değişmektedir. En temel anlamıyla bir iş modeli, şirketin kar etmek için ortaya koyduğu iş yapma yöntemini ifade etmektedir⁴⁷. Akıllı üretimin devreye girmesi, dijitalleşme, robotlar, sensörler vs. geleneksel iş modellerini tamamen değiştirmektedir.

İnternetin yaygınlaşması ile ortaya çıkan e-ticaret yöntemi iş modellerinde önemli değişikliklere neden olmuş, bir dönemin “ne üretirsem satarım” anlayışı yerini müşteri memnuniyetine bırakmış ve üretim anlayışı değişmiştir. Artık hedef “kişiselleştirilmiş ürünler”dir. Hedef “ürün ve hizmet yaratma sürecini israflardan arındırıp sadeleştirerek sunulan değeri mükemmelleştirmek ve bu yolla firma karlılığını arttırmak⁴⁸” olmuştur.

Bu hedefe yönelik olarak yıllar boyunca farklı üretim süreçleri ve iş modelleri geliştirilmiştir. Geleneksel modeller (taylorizm, fordizm vs.) revize edilmiş, esnek üretim süreçlerine geçilmiştir. Üretim süreci esnekleşirken, bütün çalışanların sistemden haberdar olması ve olabildiğince katkıda bulunmasını sağlamak, beklemelerin, zaman kayıplarının ve israfın önüne geçmek yeni anlayışın temelini oluşturmaktadır. Bu amaca yönelik olarak yalın üretim, tam zamanında üretim, kanban sistemleri gibi yeni yaklaşımlar uygulamaya sokulmuştur.

Bilindiği gibi önceleri kitle üretimi mantığı ile üreten firmalar, her iş parçasını olabildiğince büyük miktarlarda üretmek suretiyle maliyetleri azaltmaya çalışmış, ardından iş bölümü anlayışı ile her kesin kendi işinde uzmanlaşmasını sağlayarak üretimin etkinliği hedeflenmiştir. Bu yaklaşımlarda ürün çeşitliliği, teslim süresi, üretimin planlanması ve müşteri taleplerindeki değişmelere uyum yönünden esneklik sağlanamamış, müşterinin öncelikleri yerine şirketin nasıl daha fazla kar edeceğine odaklanılmıştır. Üçüncü sanayi devriminin sonunda “üretimin müşterinin istediği anda ve istediği miktarda yapılması ve stok fazlasının bulundurulmaması⁴⁹” anlayışı yaygınlaşmıştır. Endüstri 4.0 ile gündeme müşteriye özel, kaliteli ve düşük fiyatlı üretim anlayışı hâkim olacaktır. Amaç;

- Kalite, fiyat ve işlevi bakımından müşterinin istediği ürünleri
- Müşterinin istediği zamanda,
- Zaman, emek vs. daha az kaynak harcayarak
- Üretebilmek ve müşteri için önem arz eden faaliyetlere odaklanabilmektir⁵⁰.

⁴⁷ DİJİTAL EKONOMİDE İŞ MODELLERİ, <http://foreigntradezona.blogspot.com.tr/2014/05/blog-post.html>

⁴⁸ “Dijital Ekonominin Yeni İş Modelleri” <http://www.capital.com.tr/sectorler/teknoloji/dijital-ekonominin-yeni-is-modelleri-haberdetay-3395>

⁴⁹ “Yalın Üretim Sistemi”, <http://www.bursa-smmmo.org.tr/yazarlar/makaleler/126FKO.pdf>

⁵⁰ “Yalın Üretim Felsefesi”. <https://lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi/>

Kişiselleştirilmiş Ürünler

Artan rekabet koşullarında ve gelişen teknolojiler sonrasında üretim anlayışındaki değişim, ürün bazında da değişmiştir. Artık müşteri sadakatini sağlamak için şirketler her müşteriye farklı, özel ürünler sunmak ve bunu müşterinin, bu hizmet için ödemeyi göze alacağı bir fiyat seviyesinde gerçekleştirmek zorundadır.

Dijital gelişmelerle birlikte nihai ürün yapılanmasında ve sunumunda yeni bir dönem başlamıştır. İnternet hem üreticiyi hem de tüketiciyi bir birine yaklaştırmış, artık her şey bir “tıklama” mesafesine inmiştir. Böylece hem üreticiler tüketicilerin nasıl bir ürün talep ettiklerini daha rahat kavramaya, hem de tüketiciler ürünle ilgili görüşlerini rahatlıkla belirtmeye başlamıştır. Böylece koşullar değişmiş, tüketiciler nerede ise kurumlar kadar güçlenmiş ve kişiselleştirilmiş ürünler dönemi başlamıştır⁵¹. Artık tüketiciler; internet sayesinde her türlü ürünle ilgili bilgiye ulaşabilmekte, ürünü kullanan diğer tüketicilerle iletişime geçebilmekte, fiyat, kalite ve özellikler konusunda kendi gibi olanlarla bir güç oluşturabilmektedir.

Yeni koşulları fark eden markalar ve köklü firmalar, kişiye özel ürünler üretmeye ve kişiye özel iletişim yaklaşımlarında bulunmaya başlamıştır. Herhangi bir ürünü ya da hizmeti kişiselleştirmek demek, müşterilerin bireysel özelliklerine, isteklerine ve beklentilerine uygun özel çözüm üretmek demektir. Bir şirketin kişiye özel ürünler sunması için, öncelikle müşterilerinin beklenti ve davranışlarını analiz etmesi ve kişisel çözümlere imkân veren, esnek bir üretim yapısına sahip olması gerekmektedir⁵².

Kitlesel üretim ve kişisel üretim birbirlerinin alternatifi değildir. Ancak koşullar kişiselleştirilmiş ürünleri daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Nitekim birçok firma da bu konuda atılımlara başlamıştır.

Örneğin Coca Cola kitle üretimi yaparken tüm dünyada bulunduğu ülkenin en sık karşılaşılan isimlerini kutuların üzerine yazarak “kozmetik kişiselleştirme” veya Starbucks’ın kahveyi sunarken az-çok şekerli/sütlü, aromalı/aromasız gibi tercihlerine göre kahve sunmak suretiyle “kişiselleştirilmiş standardizasyon” a güzel örnekler sunmuştur. Aynı şekilde otomobil firmaları prototip üzerinde kişiye özel renk, jant, direksiyon, vs. ayrıcalıklarla “isteğe uygun kişiselleştirme” örneği sunmaktadır. Bu örneklerin yanı sıra birde ürünün veya hizmetin tamamen siparişe göre hazırlanmasıyla “saf kişiselleştirme” örnekleri de vardır⁵³.

Müşteriler mükemmel üründen çok, fark oluşturan ve kendi özel isteğine uygun ürünleri tercih etmekte, başarılı işletmeleri de diğerlerinden ayıran özellik, müşterileri ile ilişkilerini kişisel boyuta indirebilenlerdir.

⁵¹ “Pazarlama İletişiminde Kişiselleşme ve Yansımaları” <http://www.connectedvivaki.com/pazarlama-iletisiminde-kisiseslesme-ve-yansimalari/>

⁵² Aksoy, T. (2015): “Sizin Şirketinizin Ürünleri Ne Kadar Kişisel?”, <http://www.temelaksoy.com/sizin-sirketinizin-urunleri-ne-kadar-kisisel/>

⁵³ Aksoy, T. (2015) :a.g.ç. Ayrıca Bkz. Yüksel, B. : İşletme-Müşteri İlişkilerini Kişisel Boyuta İndirgemedeki kitlesel Kişiselleştirme (Mass Customization) Stratejisinin Rolü, https://birimler.dpu.edu.tr/app/views/panel/ckfinder/userfiles/17/files/DERG_/3/207-224.pdf

Yatay ve Dikey Entegrasyon

Yeni iş modelleri çerçevesinde üreticilerin birbirleri ile entegre çalışmaları sektördeki başarı için çok önemlidir. Bir sektörde şirketler, tedarikçiler, ithalatçılar ve imalatçılar, başka bir ifade ile hammadde ve ara mal tedarikçileri ile üreticiler, ama aynı zamanda pazarlamacılar ve satış sonrası servis veren birimler bir birleri ile iletişim içerisinde olmalıdır. Bu durum mühendislik faaliyetleri içinde, hizmet sektörü içinde, imalat sektörü içinde geçerlidir. Endüstri 4.0 ve akıllı üretim bunun gerçekleştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Evrensel veri entegrasyon ağları geliştikçe, şirketler, birimler ve yetkinlikler birbirleriyle çok daha uyumlu hale gelecektir. Endüstri 4.0'ın temelinde yatan birbirine bağlantılı yapıların sağladığı sürekli akış, üretim açısından kritik bir noktadır. Bu akışı sağlamak için ise sadece belirli noktalarda değil, her noktada yatay ve dikey entegrasyon sağlanması gerekmektedir⁵⁴.

Yatay entegrasyon, aynı müşteri kategorisindeki firmalara hitap eden firmaların, pazar paylarını artırmak için birleşmeleri, kendi aralarında iletişim ve dayanışma sağlamalarıdır. Yatay birleşmelerde hammadde tedarikinden pazarlama satış aşamasına kadar tam kapasite çalışmak mümkün olabilmekte ve maliyetler düşmektedir. Bu durum sadece üreticiler açısından değil, tüketiciler açısından da arzu edilen bir gelişmedir⁵⁵. Dikey entegrasyon ise aynı sektörde fakat farklı alt sektörlerde müşterisi olan firmaların birleşme şeklidir.

Yatay ve dikey entegrasyonun gerçekleştirildiği Endüstri 4.0 sayesinde, müşteri şikayetleri ve önerileri/talepleri hızlıca değerlendirilebilecek, özellikle kişiselleştirilmiş üretim kolaylaşacak ve verimlilik artacaktır. Böylece işletmeler esnek bir yapıda ve daha verimli çalışacaktır⁵⁶.

Konu ile ilgili önemli bir örnek “Dassault Systemes” ve “BoostAeroSpace” isimli firmaların Avrupa havacılık ve savunma sanayi için bir işbirliği platformu oluşturmalarıdır. Oluşturulan “AirDesign” adlı platform sayesinde, tasarım ve üretim konularında işbirliği ve ortak çalışma alanı oluşturulmuştur. Bulut tabanlı bir hizmet sunulduğundan şirketler ve paydaşları üretim verilerini rahatlıkla paylaşmaktadır⁵⁷.

3.Sonuç Yerine

Sanayileşmenin dördüncü aşaması olarak kabul edilen Endüstri 4.0, özel ve kamu sektörüyle birlikte toplumun tüm katmanlarını etkileyecek olan yeni bir süreçtir. Endüstri 4.0'ı oluşturan bilişim altyapısı akıllı üretimi gerçekleştirmekte, akıllı üretimle yeni iş modelleri ortaya çıkmakta ve neticede günlük hayattan çalışma hayatına, ürünlerin yapısından tedarik ve satışına uzanan süreçlerde köklü değişimler beklenmektedir.

⁵⁴ Siemens: “Endüstri 4.0 Yolunda”,

http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf

⁵⁵ “Yatay ve Dikey Entegrasyon Nedir?” <http://www.endustri40.com/yatay-ve-dikey-entegrasyon-nedir/>

⁵⁶ Siemens: “Endüstri 4.0 Yolunda”, a.g.ç.

⁵⁷ Tüsiad (2016): “Türkiye'nin Küresel rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Endüstri 4.0 – Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi”, Rapor, <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>

Her sanayi devrimi köklü ve önemli değişikliklere zemin hazırlamıştır. Bilişim, iletişim, internet, otomasyon, robotlar ve veri toplama teknolojilerinin günlük yaşamda ve üretim sürecinde içselleştirilmesi ile sanayinin dördüncü aşamasında ilerleme sağlanmış olacaktır.

Endüstri 4.0 ile ürünler ve üretim sistemleri ciddi anlamda değişiklik gösterecektir. Üretimin %30 hızlanması ve %25 etkinlik sağlanması beklenmektedir. Büyük veri kullanılarak ürün kalitesi ve müşteri memnuniyeti artacaktır. Endüstri 4.0 ile

- İmalatta daha fazla otomasyon, müşteri tercihlerine daha uygun üretim, daha kaliteli ve yenilikçi imalat,
- Daha az kaynak kullanan ve daha hızlı ve esnek uygulamalar,
- Müşterilere yönelik kişiselleştirilmiş ürünler,
- Üretkenlik, verimlilik ve optimizasyonun sağlandığı

bir üretim anlayışı yaygınlaşacaktır. Gelişmeler göstermektedir ki, insanlar, nesnelere ve sistemler birbirleri ile bağlantılı olacak, ekonomik büyüme, istihdam, yatırımlar, iş dünyası, hatta akademik çalışmalar bile yeni fırsatlar ve sorumluluklarla karşı karşıyadır. Bu fırsatları değerlendirebilen şirketler ve devletler, geleceğe damga vuracaktır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akbulut, U. (2011): “Sanayi Devrimleri Dünyanın Gidişatını Değiştirdi”
<http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2009/11/SANAYI%20DEVRE%20M%20D%20C3%9CNYANIN%20G%20D%20C5%9E%20N%20DE%20C5%9E%20BORD%20HAZ%20RAN-2011.pdf>
- Akın, A. (2016): “Siber Güvenlik Endişesi ve İnternet”
<http://www.stratejikanaliz.com/analizler/harp-ve-strateji/siber-guvenlik-endisesi-ve-internet/>
- Aksoy, T. (2015): “Sizin Şirketinizin Ürünleri Ne Kadar Kişisel?”,
<http://www.temelaksoy.com/sizin-sirketinizin-urunleri-ne-kadar-kisisel/>
- Babaoğlu, A.R. (2008): “IPv6 Neler Sunacak?”, <http://www.ipv6.net.tr/docs/9.pdf>
- BTK (2013): “Bulut Bilişim”,
http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FArastirma_Raporlari%2FBulut_Bilisim.pdf
- Davenport, T. (2014): Big Data@Work, Türk hava Yolları Yayınları, İstanbul.
- Demirtaş, B., M. Arğan (2015): ”Büyük Veri ve Pazarlamadaki Dönüşüm: Kuramsal Bir Yaklaşım” www.pazarlama.org.tr/dergi/yonetim/icerik/makaleler/85-published.pdf
- EBSO (2015): “Sanayi 4.0”, http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_81017283.pdf

- Ertek,E. (2014): “Üçüncü Endüstri Devrimi”
http://www.tskb.com.tr/i/content/2553_1_TSKB_3D%20Yaz%C4%B1c%C4%B1lar%20ve%20Masa%C3%BCst%C3%BC%20%C4%B0malat%20Bilgi%20Notu_Kas%C4%B1m%202014.pdf
- Ertek, E. (2014): “3 Boyutlu Baskı ve Masaüstü İmalat”
http://www.tskb.com.tr/i/content/1034_1_3D%20Yaz%C4%B1c%C4%B1lar%20ve%20Masa%C3%BCst%C3%BC%20%C4%B0malat%20Bilgi%20Notu_Kas%C4%B1m%202014.pdf
- Ekici,Ö. (2012): “Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi”,
<http://img.eba.gov.tr/683/5d7/1a1/573/38e/5b4/c41/9f4/d62/09e/6f6/076/3bb/1be/001/6835d71a157338e5b4c419f4d6209e6f60763bb1be001.pdf>
- Evans, P. C. and M. Annunziata, 2012: Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. Retrieved from http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf
- Güngör,M., A. Tözer (2008): “Genişbant İnternet Hizmetleri: Türkiye’de Mevcut Durum Değerlendirmesi ve Öneriler” http://inet-tr.org.tr/inetconf13/kitap/gungor_tozer_inet08.pdf
- Görçün, Ö.F. (2016): Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0, Beta Yayınları, İstanbul.
- Henkoğlu, T. Ö. Külçü: “Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukuksal Koşullar Üzerine Bir İnceleme,” <http://www.bby.hacettepe.edu.tr/yayinlar/dosyalar/94-828-1-PB.pdf>
- Kahraman,H. : “Kendinden Organize Dijital Fabrikalar”
<http://www.endustri40.com/kendinden-organize-dijital-fabrikalar/>
- Kulaç, Ü. (2003): “Yalın Üretim Felsefesi”. <https://lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi/>
- Kutup, N.(2012): “Nesnelerin İnterneti: 4H, Her Yerden, Herkesle, Her Zaman, Her Nesne İle Bağlantı” <http://docplayer.biz.tr/46253-Nesnelerin-interneti-4h-her-yerden-herkesle-her-zaman-her-nesne-ile-baglanti.html>
- Kübra Ç., S. Özdemir: “Yeni Nesil Mobil Genişbant Teknolojileri ve Türkiye”,
<http://ab.org.tr/ab13/bildiri/275.pdf>
- Meçik, O. M.Afşar(2015): “EKONOMİDE SANAYİSİZLEŞME VE OECD ÜLKELERİNE ETKİLERİ”
https://www.researchgate.net/publication/281666531_EKONOMIDE_SANAYISIZLESME_VE_OECD_ULKELERINE_ETKILERI
- Mobilsiad (2016): “Elektronik Haberleşme Sektöründe Genişbant Etki Analizi ve Türkiye İçin Yol Planı”
http://www.mobilsiad.org.tr/img/documents/MOBILSIAD_Genisbant_Raporu.pdf
- Ortaş,İ.(2005): “Bilim Tarihi içinde Tarım Tarihinin Yeri ve Önemi”, Üniversite ve Toplum, Cilt 5/1, <http://www.universite-toplum.org/text.php?id=214>
- Öz,C. , Y. Topaloğlu (2013) : “Gelecek Nesil Gömülü Sistem Uygulamaları için Kullanıcı Etkileşimi Yaklaşımı Önerisi” http://ceur-ws.org/Vol-1721/UYMS16_paper_33.pdfÖzdaş,M.R. (2014): “Bulut Bilişimin Kamuda Kullanımı,

- Dünya Örnekleri ve Türkiye İçin Öneriler” Uzmanlık Tezi, T.C. Kalkınma Bakanlığı Yayınları.
- Schwab, K. (2016). Dördüncü Sanayi Devrimi. (Çev. Zülfü Dicleli). İstanbul: Optimist Yayınları.
- Selek, A. : ” Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk” <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>
- Siemens: “Endüstri 4.0 Yolunda”
http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695b45c5a6477b6fc06f3645/End%C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf
- Tüsiad (2016): “Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Endüstri 4.0 – Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi”, Rapor,
<http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>
- Yalçinkaya, Ş. “Robotlar ve Robotik Sistemler” <http://www.bilgiustam.com/robotlar-ve-robotik-sistemler/>
- Yelis, B.: “Yatay ve Dikey Entegrasyon Nedir?” <http://www.endustri40.com/yatay-ve-dikey-entegrasyon-nedir/>
- Yetimler, E.: “Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) Nedir? Cihazların Etkileşim Trendleri”
<http://www.karel.com.tr/blog/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir-cihazlarin-etkilesim-trendleri>
- Yiğitbaşı, Z. H. (2012): “Nesnelerin İnterneti ve Makineden Makineye Kavramları İçin Kilit Öncül- IPv6”, <http://www.ipv6.net.tr/docs/ipv6konf/pdf/15.pdf>
- Yumurtacı, Mert : “Robotik Kaynak Sistemleri ve Gelişme İstikametleri”,
<http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/11652.pdf>
- Yüksel, B. : “İşletme-Müşteri İlişkilerini Kişisel Boyuta İndirgemede kitlesele Kişiselleştirme (Mass Customization) Stratejisinin Rolü”,
https://birimler.dpu.edu.tr/app/views/panel/ckfinder/userfiles/17/files/DERG_/3/207-224.pdf
- World Economic Forum (2016): “The Future of Jobs”,
http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf
- “IPv6 Nedir?”, <https://ipv6.metu.edu.tr/tr>
- “Bilişimin yeni ufku: Büyük Veriler (Big Data)”,
kisi.deu.edu.tr/userweb/yilmaz.goksen/BigData.ppt
- <https://blog.turkcell.com.tr/en-basit-haliyle-big-data-nedir>
- <http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/79-gunumuzde-ve-gelecekte-akilli-uretim>
- www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler
- http://www.fsm.edu.tr/resim/Dosya/Ileri_Imalat_Teknolojileri___Hizli_Prototipleme_ve_Endustriyel_Uygulamalari2015-02-02-11-42-07am.pdf“Veri Güvenliği”,
- http://www.entegreyazilim.com.tr/index.php?route=pages/pages&page_id=28
- <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ve-is-hayati-icin-tavsiyeler-bseu-ieee/>“Endüstri 4.0 ve İş Hayatı İçin Tavsiyeler”

DİJİTAL EKONOMİDE İŞ MODELLERİ,

<http://foreigntradezona.blogspot.com.tr/2014/05/blog-post.html>

“Dijital Ekonominin Yeni İş Modelleri”<http://www.capital.com.tr/sectorler/teknoloji/dijital-ekonominin-yeni-is-modelleri-haberdetay-3395>

“Yalın Üretim Sistemi”, <http://www.bursa-smmmo.org.tr/yazarlar/makaleler/126FKO.pdf>

“Pazarlama İletişiminde Kişiselleşme ve Yansımaları”

<http://www.connectedvivaki.com/pazarlama-iletisiminde-kisisellesme-ve-yansimalari/>