



# ENDÜSTRİ 4.0: Büyüme ve verimlilik için dijitalleşme



**Semih ÖTLEŞ,**  
**Vasfiye Hazal ÖZYURT**  
Ege Üniversitesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü  
semih.otles@ege.edu.tr ;  
hazal.ozyurt@gmail.com

## Özet

Avrupa'nın ileri sıçrama adımı olduğu düşünülen ve daha sonra Endüstri 4.0 adını alan yeni endüstriyel evrimin başında olduğuna inanılmaktadır. Sensörlerin yaygın kullanımı, kablosuz iletişimin ve ağların yayılması, akıllı robotların ve makinelerin yayılması Avrupa'da üretimi artırdı. Bu yeni, dijital endüstri evrimi, üretimde esnekliği, müşteriye dayalı üretimi artırır, üretim hızını artırır, daha iyi kaliteli ve verimli üretimi sağlamaktadır. Ancak, bütün bu olumlu etkilerinin yanı sıra, işletmelerin ekipman, bilgi ve iletişim teknolojilerine yatırım yapmaları gerekmektedir. Avrupa Birliği, onun endüstriyel politikası ve araştırma ve altyapı kanalıyla endüstriyel değişimi desteklemektedir. Üye devletler, Almanya'da "Industrie 4.0", Fransa ve İtalya'da "the Factory of the Future" ve Birleşmiş Milletlerde "Capapult Centres" gibi ulusal girişimler ile

de desteklenmektedir. Ancak, karşılaşılan zorluklar devam etmektedir. Yatırım ihtiyacı, değişen iş modelleri, veri sorunları, sorumluluk ve entelektüel özelliklerin yasal sorunları, standartlar, yetenek uyumsuzlukları bu zorluklardan bazılarıdır. Bu zorluklarında üstesinden gelindikten sonra, Endüstri 4.0 endüstrileşmede meydana gelen azalmayı tersine çevirebileceği ve 2020 yılına kadar toplam katma değeri artıracığı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelime:** Endüstri 4.0; verimlilik, internet, swot analizi

## Endüstri 4.0 nedir?

Endüstri 4.0; tasarım, üretim, işlemler ve üretim sistemleri ve ürünlerin hizmetinde hızlı dönüşüm gruplarına uygulanan bir terimdir. Endüstri 4.0 terimi, dünyanın dördüncü endüstriyel evrimidir, ilk üç endüstriyel devrim verimlilikte önemli sıçramalar yapmıştır ve insanların yaşamlarını değiştirmiştir. Endüstri 4.0'ı kısaca tanımlarsak, üretim zincirindeki (tedarikçiler, taşıyıcılar, ürünler vb.) her şey dijital olarak bağlanmaktadır. Kısacası, endüstriyel üretim makineleri, basitçe ürüne işlenmektedir, ancak, ürünün ne işe yaradığını bilmek için ürünün makine ile birleşmesi gerekmektedir. Endüstri 4.0 terimi daha çok Almanya'da kullanılmaktadır. Diğer Avrupa ülkelerinde ise, Akıllı fabrikalar, Nesnelerin interneti, Akıllı endüstri ya da ileri üretim ifadeleri kullanılmaktadır.

Endüstri 4.0; küresel ekonomiler üzerinde önemli etkilere sahip olduğu beklenmektedir. Endüstri 4.0 ile % 6-8 arasındaki tahmini yıllık etki karşılanabilmektedir.

Endüstri 4.0; endüstri, üretim zincirini ve iş modellerini dönüştürecek yeni teknoloji çağı kolaylaştırmak için gömülü sistemler ve akıllı üretim işlemlerini bağlamaktadır. Gömülü sistemlerin, nesnelerin internet, veri ve hizmete dönüşümü; internet bağlantısıyla gömülü sistemlerin gelişmesi olarak açıklanabilmektedir. Kapalı gömülü sistemler (airbagler vb.) başlangıç noktası olarak düşünülebilmektedir. Bir sonraki adım ise ağa bağlı gömülü sistemlerdir (özel uçuşlar vb.). Trafik ışıklarını kullanarak akıllı yol kavşaklarının oluşturulması ise Siber-fiziksel sistemlere örnek verilebilmektedir. Nesnelerin interneti sayesinde, akıllı şehirler kurularak bir sonraki aşamaya geçmek hedeflenmektedir (Şekil 1).

Endüstri 1.0, buhar gücünün endüstri uygulamalarında kullanılmasıyla başlamıştır. Aynı zamanda basit sibernetik sistemin temelini oluşturmaktadır. Buhar gücü kullanılarak elektrik üretimi sağlanmıştır.

Böylece enerjinin transferi sağlanmıştır (Şekil 2).

Endüstri 2.0, üretimin gelişmesi ile başlamıştır. Endüstriyel üretimin ilk adımı, uzun süren yolculuklarda tüketmek amacıyla bisküvi üretimiyle sağlanmıştır.

Endüstri 3.0 ise elektronik sistemlerin kullanımına odaklanmıştır. Tek makineler ve işlemlerin otomasyonuna odaklanan Endüstri 3.0'a karşılık Endüstri 4.0, bütün fiziksel ekipmanların baştan sona dijitalleşmesine tamamen odaklanmadır.

**Endüstri 4.0'ın temel özellikleri:**

**Birlikte çalışma:** Siber-fiziksel sistemler insanların ve akıllı fabrikaların bir arada çalışmalarına izin verebilmektedir.

**Sanallaştırma:** Simülasyonlar ve gerçek fabrika modelleri ile elde edilen veriler yaratılabilmektedir.

**Yetki dağılımı:** 3D yazıcılar gibi teknolojiler sayesinde yerel olarak üre-

tilebilme ve siber-fiziksel sistemlerin kendi kararlarını alabilmeleridir.

**Gerçek zamanlı yapabilirlik:** Bir anlayış sağlama ve analiz verilerini toparlayabilme yeteneğine sahip olabilmeleridir.

**Hizmet oryantasyonu birimsellik:** Kişisel modüllerin gelişerek ya da yer değiştirerek gereksinimleri değiştirmek için akıllı fabrikalara esnek uyumların sağlanmasıdır.

**Endüstri 4.0'ın Değiştirecekleri**

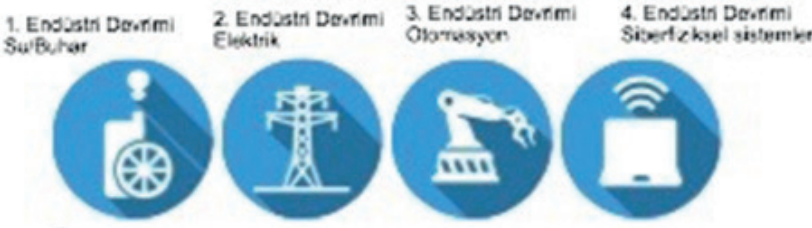
Dijitalleştirilen üretim; üretim işlemlerinde, son ürünlerde ve iş modellerinde değişimlere neden olmaktadır.

**Esneklik artışı:** Akıllı fabrikalar sayesinde, üretimlerde esneklik artmaktadır. Üretim işleminin otomasyonu, verilerin dönüşümü ve robotların kullanımı sayesinde çeşitli farklı ürünler aynı üretim ile üretilebilmektedir.

**Müşteriye dayalı üretim:** Bu sayede küçük miktarlı üretimler gerçek-



Şekil 1: Endüstri 4.0'ın kullandıkları



Şekil 2: Endüstri devrimi

leştirilebilecektir. Yeni üretim hattı kurulmaksızın prototip veya yeni ürünler kolaylıkla üretilebilecektir böylece aynı zamanda inovasyonda desteklenecektir.

**Üretim hızı:** Üretilen ürünün hızı da gelişebilecektir. Dijital tasarım ve üretim işleminin görsel modellenmesi üretimin tasarlanması onun taşınması arasındaki zamanı azaltabilmektedir.

**Ürün kalitesi:** Dijital ve fiziksel üretilmiş ürün geliştirme ürün kalitesinde ve azaltılmış hata oranlarında büyük gelişmeler sağlamaktadır. Sensör kaynaklı veriler üretilen her parçayı takip etmek için kullanılabilir. Bu veriler aynı zamanda "büyük veri" kullanılarak ta analiz edilebilmektedir. Kalitedeki artış son üründe fiyatların azalmasında önemli rol oynamaktadır ve böylece rekabetin artmasına yardımcı olmaktadır.

**Verimlilik:** Verimlilikte, çeşitli Endüstri 4.0 uygulamalarıyla artmaktadır. Öngörülen bakım programlarındaki ileri analitik teknikler kullanılarak, üretim şirketleri fabrikalarda karşılaşılan makine hatalarından kaçınılabirler ve tahmini %50'lik azalma sağlanarak üretimde %20'lik artış sağlanabilir. Dahası, bazı şirketler, çalışanlar olmaksızın üretime devam eden fabrikalar kurabileceklerdir. Bu fabrikalarda da iş gücüne duyulacaktır ve çalışanlar daha etkili çalışabileceklerdir.

**Müşteriler:** Müşteriler ürün tasarımı

mında daha aktif rol alabileceklerdir, kendi tasarımlarını bile çabuk ve ucuz bir şekilde temin edebileceklerdir. Bazı ürünlerin üretim bölgeleri de müşterilere yaklaşabilir; üretim otomasyonla sağlandığında, kıyıda uzak gibi bir anlayış söz konusu olmaz ya da düşük taşıma ücretleriyle çok uzak ülkelere de gönderilebilirler. Hatta bazı Avrupa ülkeleri yurtdışına yeni fabrikalar kurmaktansa Avrupa'ya yeni fabrikalar kurmaya başlamışlardır.

**İş modelleri:** Endüstri 4.0 ile iş modellerinde de değişimler meydana gelecektir. Şirketler arası ürün fiyatındaki değişimlerden ziyade; inovasyon, müşteri odaklı üretim ya da kalite üzerinde rekabet ortaya çıkmaktadır.

### Endüstri 4.0'ın avantajları-dezavantajları

Endüstri 4.0'ın endüstrinin gelişimi için birçok faydası bulunmaktadır, ancak aynı zamanda önemli dezavantajları ve maliyetleri de bulunmaktadır. Çizelge 1'de Endüstri 4.0'ın güçlü ve zayıf yönleri, fırsatları ve tehditleri özetlenmiştir.

Endüstri 4.0; kişisel özellikleri koruma, kişisel veri ve gizlilik, sistemlerin yönetilebilirliği, çevrenin korunması, sağlık ve güvenlik gibi alanlarda firmalara avantaj veya dezavantaj sağlamaktadır. Siber güvenliği genişlet-

Çizelge 1: Endüstri 4.0'ın SWOT analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verimliliği, etkinliği (kaynak), rekabeti (uluslararası), geliri artırmaktadır.</li> <li>■ Teknik bilgisi yüksek ve yüksek maaşlı işte artış sağlamaktadır.</li> <li>■ Müşteri memnuniyetini geliştirmektedir: ürün çeşitliliğini geliştirerek yeni Pazar sağlamaktadır.</li> <li>■ Üretim esnekliği ve kontrolü sağlamaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Teknolojinin değişmesine oldukça bağımlıdır: küçük değişimler büyük etkiler yapmaktadır.</li> <li>■ Ar-ge, yatırım, uygun işgücü, standartları içeren başarı faktörlerine bağımlıdır.</li> <li>■ Uygulama ve geliştirme maliyetleri yüksektir.</li> <li>■ Kontrolü kaybetme riski yüksektir.</li> <li>■ Yetenekli işgücüne ihtiyaç vardır ve göçmen toplulukları birleştirmektedir.</li> </ul>
Fırsatlar	Tehditler
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Üretimde uluslar arası lider olarak Avrupa'nın pozisyonunu geliştirmektedir.</li> <li>■ Üretim ve hizmetler için yeni Pazar oluşturmaktadır.</li> <li>■ Avrupa Birliği'ni negatif demografik dağılımını önlemektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Siber güvenlik, entelektüel özellikler, veri gizliliği</li> <li>■ İşçiler, küçük ve orta ölçekli girişimciler ve bölgesel ekonomiler</li> <li>■ Avrupa Birliği'ni girişimlerini nötürleştiren yabancı rekabetçiler tarafından Endüstri 4.0'ın benimsenmesi</li> </ul>

mek için birçok ülkede kişisel firmalar kurulmaktadır. Ancak, Endüstri 4.0 hakkında paydaşlar dışında çok az kişide farkındalık bulunmaktadır. Büyük firmalar, Endüstri 4.0'a karşı daha olumlu bakmaktadır. Sendikalar ise daha dikkatlidir ve çeşitli öneriler almaktadır.

Dijital tek marketleri ayarlamak için belirli yeteneklere ihtiyaç varken, Endüstri 4.0'ı ayarlamak için olan gereksinimler çok daha fazladır. Avrupa Birliği boyunca Endüstri 4.0 tedariği sağlama yeteneği ve olasılığı gittikçe artan bir orana sahiptir.

Endüstri 4.0'a küçük ölçekli şirketlerin katılmasındaki zorlukların başında maliyetler, riskler, esneklik kayıpları, stratejik bağımsızlık kayıpları gelmektedir. Özel sektör, küçük ve orta ölçekli şirketlerin Endüstri 4.0'a geçişine yardım edecek bir ortam sağlamakta önemli rol oynamaktadır. Ancak, bu alanda yapılan çalışmalar hala azdır.

## Sonuç

Endüstri 4.0 ile ürünlerin ve üretim sistemlerinin birçok özelliğini değiştirecektir. Kısımlar, makineler ve insanlar arasındaki etkileşimler ve bağlantılar yaklaşık %30 üretimi hızlandıracaktır ve %25 daha etkili üretimlerin gerçekleşmesi sağlanacaktır. Böylece üretim, tek makineli sistemlerden çoklu üretime dönüşecektir. Üretim hızında, kalitesinde, verimliliğinde artış sağlayacaktır.

## Kaynaklar

1. Bosch (2013): "Industry 4.0 – Technology for the Fourth Industrial Revolution," [http://www.acatech.de/leadadmin/user/upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_Tuer\\_Sonderseiten/First\\_German-Indian\\_Workshop/Ferber\\_Indo-German\\_Workshop\\_2013-03.pdf](http://www.acatech.de/leadadmin/user/upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_Tuer_Sonderseiten/First_German-Indian_Workshop/Ferber_Indo-German_Workshop_2013-03.pdf)
2. Credit Suisse (2012): "Global Industrial Automation," [https://doc.researchandanalytics.csfb.com/docView?language=eng&source=emfromsendlink&format=pdf&document\\_id=994715241&extdocid=994715241\\_1\\_eng.pdf&serialid=hDabUewpvOqQcRilxK7rxijqz8tpldryhs47S97ooi%3d](https://doc.researchandanalytics.csfb.com/docView?language=eng&source=emfromsendlink&format=pdf&document_id=994715241&extdocid=994715241_1_eng.pdf&serialid=hDabUewpvOqQcRilxK7rxijqz8tpldryhs47S97ooi%3d)
3. Cyber-Physical Systems (2014): <http://cyberphysicalsystems.org>

4. deVries, J. (2008): "Industrious Revolution: Consumer Behavior and the Household Economy, 1650 to the Present," <http://books.google.nl/books?id=cmhg4FcrucO>
5. EkolQ (2016). [https://issuu.com/avrupaisletmeleragi/docs/endustri\\_4\\_0\\_ekolq\\_kitapcik\\_eeen](https://issuu.com/avrupaisletmeleragi/docs/endustri_4_0_ekolq_kitapcik_eeen)
6. General Electric (2013): "14 New GE Industrial Internet Technologies Move Machines Closer to Zero Unplanned Downtime," <http://www.gereports.com/post/74545272057/14-new-ge-industrial-internet-technologies-move>
7. General Electric (2014): "Introducing the Industrial Internet," <https://www.ge.com/stories/industrial-internet>
8. General Electric (2014): "Predictivity: Powerful Outcomes with Big Data Analytics," <http://www.gesoftware.com/predictivity>
9. German Federal Ministry of Education and Research (2013): "Project of the Future: Industry 4.0," <http://www.bmbf.de/en/19955.php>
10. German Trade & Invest (2016), Industry 4.0: Smart Manufacturing for the Future; <http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf>
11. GreenMonk (2014): "Internet of things connected Philips Hue bulbs review," <http://greenmonk.net/2014/02/20/internet-things-connected-philips-hue-bulbs-review/>
12. Harvard Business School (2014): "Technology and Operations Management (tom)," <http://www.hbs.edu/faculty/units/tom/Pages/default.aspx>
13. Industry 4.0: Building the digital enterprise; <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
14. IndustryWeek (2013): "Dawn of the Smart Factory," <http://www.industryweek.com/technology/dawn-smart-factory>
15. IndustryWeek (2014): "Industrial ip: Connect the Internet of Things," <http://www.industryweek.com/rockwell-automation-connected-industrial-enterprise/industrial-ip-connect-internet-things>
16. Magee, A., (2016), Industry 4.0 has started, <http://www.foodmanufacture.co.uk/Manufacturing/Food-industry-to-be-changed-by-control-systems>
17. McKinsey Company (2015), Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector; [https://www.mckinsey.de/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf)

18. McKinsey Quarterly (2013) e Internet of things and the future of manufacturing <http://www.mckinsey.com/insights/business-technology/the-internet-of-things-and-the-future-of-manufacturing>
19. McKinsey Quarterly (2010): "Internet of things," <http://www.mckinsey.com/insights/high-tech-telecoms-internet/the-internet-of-things>
20. Murphy, R.R. (2000): "Introduction to AI Robotics," <http://newplans.net/rdb/Introduction%20to%20ai%20Robotics%20Murphy%20R.R.pdf>
21. Murphy, R.R. (2000): "Slideset Introduction to AI Robotics," <http://www2.hawaii.edu/~nreed/ics606/lectures/08Roboticsintro.pdf>
22. Nanyang Business School (2014): "Information Technology & Operations Management," [http://www.nbs.ntu.edu.sg/Faculty\\_Research/Academic\\_Divisions/it\\_%20Operations\\_Management/Pages/Home.aspx](http://www.nbs.ntu.edu.sg/Faculty_Research/Academic_Divisions/it_%20Operations_Management/Pages/Home.aspx)
23. Ötleş, S, Özyurt, V. H. (2016). Endüstri 4.0: Gıda sektörü perspektifi. Mayıs 2016, 89-96.
24. Sacco, A. (2013): "Cybersecurity Expert and CIO: Internet of things is 'Scary as Hell' ," [cio Magazine, http://www.cio.in/feature/cybersecurity-expert-and-cio-internet-things-scary-hell](http://www.cio.in/feature/cybersecurity-expert-and-cio-internet-things-scary-hell)
25. Shinton J., (2016), Brighter future for food manufacturing, <http://www.fpontenet.net/article/92192/Brighter-future-for-food-manufacturing.aspx>
26. Sick Pyd Ltd. (2016). <http://www.foodprocessing.com.au/content/materials-handling-storage-and-supply-chain/article/industry-4-0-would-not-be-possible-without-intelligent-sensors-1042590203>
27. Siemens (2013): "Industrie 4.0 – e Fourth Industrial Revolution", <https://www.youtube.com/watch?v=hprurtornis>
28. Sjoström, A. (2014): "Philips proves Internet of Things isn't just for startups," <http://andreassjostrom.com/philips-proves-internet-of-things-isnt-just-for-startups>
29. Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., Carlberg, M., (2016). Directorate General For Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy Industry 4.0, February, 2016. 1-94.
30. Tebodin Bilfinger (2016), <http://www.tebodin.bilfinger.com/nweurope/news/articles/three-major-trends-in-the-food-sector-in-2016/>