

DİJİTAL TAYLORİZMİN İNSAN, ÜRETİM VE EKONOMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**ANALYSING OF EFFECT OF DIGITAL TAYLORISM ON HUMAN, MANUFACTURE AND ECONOMY****Arş. Gör. Esra DEMİREL**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü, esrademirel@comu.edu.tr, Çanakkale/ Türkiye

Mustafa ALP

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilimdalı Doktora Öğrencisi, alpmust@hotmail.com, Çanakkale/ Türkiye

Murat TAŞDEMİR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilimdalı Doktora Öğrencisi, tasdemir_murat@yahoo.com, Çanakkale/ Türkiye

Salih TORLAK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilimdalı Doktora Öğrencisi, salihorlak@gmail.com, Çanakkale/ Türkiye

ÖZ

2011 yılında Hannover fuarında Almanya tarafından akıllı makineler ve üretim mekanizmalarının merkezindeki Endüstri 4.0 süreci ortaya atılmıştır. Bu süreçle birlikte "Bilimsel Yönetim" olarak da bilinen Taylorizm günümüze uyarlanarak "Dijital Taylorizm" modern yönetim tarzı meydana çıkmıştır.

Dördüncü sanayi devrimine neden olduğu ileri sürülen nesnelere interneti, siber-fiziksel sistemler, büyük veri-veri analitiği, öğrenen sistemler, bulut bilişim, artırılmış gerçeklik, siber güvenlik gibi teknolojik gelişmelerin; sadece üretimde maliyetleri açısından değil, üretim görev alacak insan kaynağının niteliği açısından da büyük bir değişime neden olacağı, Endüstri 4.0'ın beklenen ve dikkat çeken sonuçlarından birisidir.

Üretim zincirinin dijitalleşmesinin ve makina-insan-altyapı etkileşiminin sağlanması ile 'Akıllı Üretim Sistemleri'nin geliştirilmesinin, sanayide bir paradigma değişime de sebep olacağı öngörülmektedir. Bu süreçte Taylorizm olarak da ifade edilen Bilimsel Yaklaşım'ın günümüze uyarlanmasını ifade eden "Dijital Taylorizm" ya da "Yeni Taylorizm" yönetim tarzı tartışılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada da dikkat çekilen alt başlıklarıyla ve insan, üretim ve ekonomi boyutlarıyla ele alınan Endüstri 4.0; hem Dijital Taylorizm gibi yeni yönetim anlayışlarının gelişmesini zorunlu kılacak, hem de çalışan ve tüketici yönüyle süreçten etkilenmesi kaçınılmaz olan insanoğlunun geleceğinin planlanmasının, sürece uygun olarak yeniden gözden geçirilmesini gündeme getirecektir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Taylorizm, Endüstri 4.0, Yeni Taylorizm.

ABSTRACT

Industry 4.0 which is the hearth of intelligent machines and production mechanisms is put forward by Germany at the Hannover fair in 2011. Along with this process, Taylorism, also known as "Scientific Management", has been adapted to daylight and has become a modern management style of "Digital Taylorism".

It is foreseen that the development of 'Intelligent Manufacturing Systems' will lead to a paradigm shift in the industry by the digitalization of the production chain and the ensuring of machine-human-infrastructure interaction. In this process, the management style of "Digital Taylorism" or "New Taylorism", which expresses the daily adaptation of the Scientific Approach, also referred to as Taylorism, has begun to be discussed.

In this study, Industry 4.0, which is addressed with sub-headings and human, production and economy dimensions, it will bring about the necessity of the development of new management concepts like Digital Taylorism as well as the planning of the future of the human being which is inevitable to be influenced from the process in terms of employee and consumer.

Keywords: Digital Taylorism, Industry 4.0, New Taylorism.

1.GİRİŞ

1950' li yıllardan sonra artan maliyetleri düşürmek için yalın üretim tekniklerinin geliştirilmesinin yanında işçilik giderlerini azaltmak gibi önlemler alınmıştır. Bunun sonucu olarak da dünyadaki sanayi kuruluşları emeğin ucuz olduğu yerlere tamamen yerleşmeye ya da oradaki sanayi imkanlarından ihtiyaçları doğrultusunda faydalanmaya başlamıştır. Sanayi kuruluşlarının bu bölgelere kısmen ya da tümünden yerleşmesi işçilik değerinin artmasına sebep olarak, işletmeleri yeni çözüm arayışlarına itmiştir. İş gücünün teknoloji ile entegre edilip nitelikli hale getirilmesi ve niteliksiz kabul edilen emekten vazgeçilmesi bu arayışın neticesinde ortaya çıkmıştır (Banger, 2016).

Sanayi kuruluşlarının kullandığı makinelerin bilgisayar ve dijital dünya ile bütünleşmesiyle üretim hızı ve kapasitesi tarih boyunca görülmemiş bir seviyeye ulaşmıştır (Özdoğan, 2017). Teknoloji alanındaki ilerlemelerle insan emeğine ihtiyacı olmayan, kendi başına çalışan makineleri ve üretim mekanizmalarını merkezine alan Endüstri 4.0 süreci, 2011 yılında düzenlenen Hannover fuarında Almanya tarafından ortaya atılmıştır (Görçün, 2016).

Endüstri 4.0 süreciyle, "Bilimsel Yönetim" olarak da bilinen Taylorizm' in günümüze uyarlanmasını ifade eden "Dijital Taylorizm" ya da "Yeni Taylorizm" yönetim tarzı ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın amacı; Dijital Taylorizm hakkında bilgi vererek insan, üretim ve ekonomi boyutlarıyla Dijital Taylorizm' i incelemektir.

2. TAYLORİZM

Taylorizm diğer adıyla Bilimsel Yönetim yaklaşımı 20. yüzyılın başlarında Frederick W. Taylor tarafından ileri sürülmüştür. Taylor, işyerlerindeki çalışma düzeninin verimsiz olduğunu tespit ederek, bu verimsizliğin ülke ekonomisinde israfa yol açtığı düşüncesine varmaktadır. Bu kaybın önlenmesi için bilimsel bir yönetimin benimsenmesi gerektiğine inanmaktadır. Çalışanların tembellik eğilimi göstermesi, işçilerin standart olmayan iş metotlarıyla çalışması, işe uygun olmayan kişilerin seçilmesi ve standart iş sürelerinin belirlenmemesi Taylor' un iş yerlerinde verimi etkileyen diğer sebepler olarak dikkatini çekmektedir (Baransel, 1979).

Taylor, işlerin mühendis bakış açısıyla ve bilimsel olarak gözden geçirilip tekrar düzenlenirse verimliliğin artacağına ve bunun neticesinde işgörenlerin daha fazla gelir elde edeceğine inanmaktadır. Taylorizm' de her iş küçük parçalara ayrılarak, bu unsurlar bilimsel olarak incelenmektedir. Bu unsurlar incelenirken işler hangi araç ve gereç kullanılarak, hangi yöntemle yapılırsa ve bu işi yapan nasıl davranırsa verimlilikte artış sağlanacağı araştırılmaktadır. Araştırmayla en iyi olduğu bulunan metot standartlaştırılarak, standartlara uygun bulunan kişiler eğitim verilme üzere işi yapması için seçilmektedir. İşçiler tatmin edici ücret verilerek maddi olarak desteklenmektedir. Ayrıca yöneticiler işlerin yapılışını sürekli kontrol edip, aksaklık yaşandığında müdahale etmektedir (Koçel, 2001).

Taylor, işletmelerde verimliliği arttırmış olsa da Bilimsel Yönetim' in kurucusu olarak çeşitli eleştirilere maruz kalmaktadır. İşgörenleri makine olarak görmekte ve var olan yeteneklerinin ortadan kalkmasına neden olmakla suçlanmaktadır (Berber, 2013).

3. DİJİTAL TAYLORİZM

Dijital Taylorizm, Taylorizm ya da Bilimsel Yönetim olarak bilinen yönetim tarzını modern olarak ele almaktadır. Yöneticiler, bir işin tamamlanması amacıyla uygulanması gereken prosedürü standartlaştırmaktadır. Bunu yaparken de süreci mekanikleştirmektedir; yani işçiler kendilerine verilen görevi o işe programlanmış makine gibi tamamlamaktadır. Dijital Taylorizm' in dört ana özelliği vardır: standartlaştırma, mekanikleştirme, hassaslık ve dakikliktir (www.revolvy.com).

Standartlaştırma: Endüstri 4.0 ile birlikte endüstriyel süreçlerde köklü değişiklikler kaçınılmaz oldu, çünkü dijital araç ve gereçler olmadan endüstriyel faaliyetlerin gerçekleşmesi imkansız hale geldi. Endüstriyel süreçlerde yer alan üretim, tedarik gibi faaliyetler çok küçük iş unsurlarından oluşmaktadır (Görçün, 2016). Bu küçük parçalara belirli standartlar getirilerek herkesin bu standartlara uygun çalışması sağlanmaktadır.

Yani bir görevin tamamlanması için uygulanması gerekenler standartlaştırılmaktadır. Böylece hata olasılığı düşer ve öngörülebilirlik artmaktadır.

Teknoloji sağlayıcı, toplayıcı ve son kullanıcılar arasındaki standartlaştırma süreci bir kaç ana aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, bu süreci sağlayacak tesis olarak ara birimlerin ihtiyaçları analiz edilip, çeşitli yaklaşımlar öne sürülmektedir. Bu yaklaşımlar birbirleriyle kıyaslanarak en verimli olanı uygulanmak için seçilmektedir. Son olarak; mekanik, elektrik ve iletişim ile ilgili akıllı fabrikaya özel sistemlerin teknik etkileşimi belirli bir düzen çerçevesinde standartlaştırılmaktadır (Weyer vd., 2015).

Mekanikleştirme: Bu özellik; endüstriyel üretim süreçlerine internet ve sanal sistemlerin eklenerek ortaya "Akıllı Fabrika" teriminin çıkmasını ifade eder.

Geleneksel sistemde birbirinden haberi olmayan makine ve araçlar yer almaktadır. Bunun yanında işletmelerin üretim yönetim sistemi, kalite yönetim sistemi gibi yazılıma dayalı sistemleri de birbirinden ayrı işlemektedir. Bu durum, birimler ve departmanlar arasında haber alış verişini engelleyen bir yapıyı ortaya çıkarmaktadır. Akıllı makineler ise iletişim ve etkileşim üzerinde duran ağ yapılarına dikkat çekmektedir. Akıllı makineler, içine gömülü durumda bulunan yazılım ve donanım sayesinde kendi durumunu izleyip diğer birimlere haber verme yeteneğine sahiptir (Banger, 2017).

Hassaslık: Analizi yapıp küçük parçalara ayrılan işler akıllı makinelerle yapılırken sürekli olarak yöneticiler tarafından izlenmektedir. İş sürecinde bir sorun ortaya çıkması halinde hızlı bir şekilde çözüme kavuşturabilmek adına hangi aşamada problem yaşandığı kolayca bulunabilir. Dijital Taylorizm, iş sürecinde yaşanan sorunlara çözüm üretme olanağı sağlaması açısından hassastır.

Yöneticiler, içine gömülü sistemlerle ağa bağlı bulunan akıllı makinelerin durumundaki değişiklikleri çeşitli yöntemlerle izleyebilmektedir. Makinelerle ilgili bilgiler kayıt altında olduğundan makinenin eskiden hangi işlemlerden geçtiği ve bakım süreci bilinmektedir. Bunun yanında makine performansı anlık olarak izlenmekte ve kendisine eş makinelerle performans karşılaştırılması yapılmaktadır. Sürecin takip edilmesi, akıllı makinelerin kalan ömürlerinin tahmin edilmesine, tesiste tam zamanında bakım stratejisinin sürdürülmesine yardımcı olmaktadır (Lee vd., 2014).

Dakiklik: Dijital Taylorizm' de her şey makinelerle yapıldığı için hangi işin ne zaman yapılacağı, ne kadar sürede yapılacağı ve işin ne vakit biteceği kesin olarak bilinmektedir. Bu özellik zamanın verimli kullanılması açısından çok önemlidir.

3.1. İnsan Açısından Dijital Taylorizm

Dijital Taylorizm üzerine yoğunlaştığımızda, yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmelerin insan açısından birçok etkiye sahip olduğu görülmektedir. Her şeyin makinelere bırakıldığı bu dönüşümde çalışanlar farklı yeteneklerini geliştirmek zorunda kalacaktır. Fabrikaların kuruldukları alanlar yerleşime ve tarıma uygun görülmeyen topraklara kayarken, fabrikalar mekansal olarak da değişikliğe uğrayacaktır (Banger, 2016).

4. sanayi devrimi olarak da adlandırılan endüstri 4.0 kavramı günümüzde işletmelerde kullanılan birçok bilginin ve teknolojinin ivmeli bir hızla değişmesine sebep olmuştur. Bu süreçte insan faktörünün konumlandırılması önemlidir (Demir, 2016). Dijital Taylorizm'de Taylorizm'den farklı olarak insan sadece üretimde değil hizmet, bilgi ve yönetim alanında da var olmaktadır. Yöneticiler çalışanların efendisi olmaktan çıkıp devasa kurumsal bilginin bir unsuruna dönüşmüşlerdir. İş gücü artık daha geniş bir yelpazede incelenmektedir (Schumpeter, 2015).

Endüstri 4.0 süreci liderlik ve hiyerarşi kavramlarında da birtakım değişikliklerin olmasının önünü açmıştır. Günümüzde sektörlerin içinde bulunduğu dinamizm ve karışıklık insanların üstesinden gelebileceğinden fazladır. IBM' in 1500 CEO ile yaptığı global araştırmada CEO'ların yarısından fazlası süreci yönetemeyeceğini ifade etmektedir (Tüzmen, 2017). Yönetim süreçleri teknolojik gelişmelerden bağımsız düşünülemez. Ayrıca gelecekte yukarıdan aşağıya bir liderlikten çok yatay işleyen "kollektif" liderlik tipi yaygınlaşacaktır. Beyindeki sinirsel bağlantılarının arttığında beyinin "daha akıllı" olması gibi örgütlerdeki bireyler arasındaki bağların artması da örgütleri "daha akıllı" hale getirecektir (Ötleş vd., 2017).

Üretimde insanların yerini birbirleri ile iletişim halinde olan robotların (internet of things) alıp almayacağı da önemli bir soru haline gelmiştir. Ekonomi Nobel ödülü sahibi Wassily Leontief, sanayide teknoloji gelişimi ile işgücünün değersizleşeceğini, her geçen gün daha fazla işçinin yerini makinelerin alacağını ve yeni endüstrilerin herkese iş imkânı sağlayamayacağını öngörmüştür (Curtis, 1983). Gorz'da benzer şekilde sanayi devrimlerinin çalışmanın sonunu getirdiğine dair tezler ileri sürmüştür (Güler, 2014). Benzer şekilde

ilk örneği Çin’de görülen karanlık (light-out) fabrikalar insan gücünü asgari seviyede kullanan fabrikalardır. Karanlık fabrikalarda 24 saat üretim devam etmektedir. Ayrıca insanın ihtiyaç duyduğu birçok faktörü barındırmayan sadece üretime yönelik fabrikalardır. Karanlık fabrikalarda üretimde verimlilik artmış, maliyetler azalmış, işgücüne olan ihtiyaç azalmış ve rekabet avantajı sağlanmıştır (Alkan, 2016). Fakat bunlara rağmen zaman bu öngörülerin aksini göstermiştir. Zaman içerisinde yapay zeka, robotik gibi bilimlerin gelişmesi ile bazı meslekler yok olurken, yeni mesleklerin ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Endüstri 4.0 ilk bakışta her ne kadar insansız bir üretim süreci gibi görünse de teknolojik ve yönetsel sürecin arasındaki boşluğu kapatmak için nitelikli bir programlama ve bakım onarım yeteneğine sahip, sanal dünya ile fiziksel olanı iyi biçimde yorumlayıp ikisini müşteri ihtiyaçları doğrultusunda senkronize eden, çok iyi gözlemci, planlamacı ve pro-aktif çalışanlara ihtiyaç duymaktadır (Schuh vd., 2014; Brynjolfsson, 1993; Aksoy, 2017; Alçın, 2017). İnsandan tamamen arındırılmış üretim süreci değil de insan makine ve ürün iletişiminin arttırıldığı bir siber-fiziksel-sistem anlaşılmaktadır (Brettel vd., 2014). İstihdam edilen nitelikli insan gücünün yüksek gelirli, yüksek yaşam standardı sahibi olmaktadır (Lin, 2011). Almanya’ da yapılan bir çalışma sonucunda önümüzdeki on yıl içerisinde üretim sektöründeki istihdamda %6’ lık otomotiv üretimi sektöründe %10’ luk bir artış olacağı öngörülmektedir. Çalışma aynı zamanda düşük yetenek gerektiren meslekler düşüş eğilimi gösterirken yazılım, iletişim, analitik yetenek gerektiren mesleklere olan ihtiyacın artacağını değerlendirmektedir (Gerbert vd., 2015). Aynı zamanda üretimde insan ihtiyacının azalması fabrikaların insan faktörünün bol ve ucuz olduğu ülkelerdeki yoğunluğunun azalmasına sebep olacağı düşünülmektedir (Ötleş vd., 2017). Bunun sonucunda dünya üzerinde istihdamın homojenitesinin de artacağı öngörülmektedir.

Sanayi 4.0 ile birlikte Çin’deki mavi yakalı temelinde istihdamın yerini Avrupa’daki beyaz yakalı istihdam alacaktır (Koçak, 2017). Bunun yanında mavi yakalıların çalışma şartları ve yaratıcılıktan uzak angarya işleri de yapmaları insan haklarını göz ardı eden birtakım uygulamaları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda endüstri 4.0’ın bu soruna da çözüm olacağı düşünülmektedir (Karakaş, 2015; Karakaş, 2016).

Tüketiciler açısından değerlendirildiğinde endüstri 4.0’ın üretimde kişiselleştirme özelliğinden faydalanarak zevk ve tercihlerine uygun, kaliteli ve ekonomik ürünlere ulaşabilme olanağı bulunabilecektir (Ötleş vd., 2017). Endüstri 4.0’ın yarattığı yeni pazarlardaki tüketiciler yeni ürünlere daha hızlı ulaşma imkanı bulabileceklerdir. Ayrıca artan verimlilik ve rekabet fiyatlar üzerinde düşme etkisi yaratacağından günümüzde ulaşılması zor olan ürünler ulaşılabilir olacaktır.

3.2. Üretim Açısından Dijital Taylorizm

Verimlilik bir üretimde üretim miktarı ile bu miktara ulaşmak için kullanılan kaynaklar arasındaki oran olarak tanımlanmıştır. Verimlilik eldeki kaynakların etkin olarak ne derece kullanıldığının göstergesidir. Verimliliğin artırılması aynı kaynak miktarı ile daha fazla ürün üretilerek veya aynı ürün ve hizmetlerin daha az kaynak kullanarak sağlanabilmesi ile mümkündür (İleri, 1999).

Verimlilik, ekonomik bir terim olarak, herhangi bir ürün veya hizmetin üretim süreci içerisinde kullanılan üretim faktörleri ile elde edilen çıktı arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir katsayı olarak tanımlanabilir. Makro açıdan verimlilik artışı da, çıktı/girdi oranının çevre, insan, kültür yapılarında hiçbir bozulmaya yol açmadan büyümesi demektir (Bozkurt, 2008). Verimlilik birim girdiden en yüksek düzeyde çıktı alma biçiminde de değerlendirilebilir (Erkılıç, 2007).

IOT (internet of things) akıllı nesnelere ve akıllı şebekeler ile ilişkilendirilerek enerji verimliliği sağlanabilir. Öte yandan artan enerji fiyatları, artan teknolojik farkındalık ve tüketicilerin zaman içerisinde daha yeşil ürünlere yönelmesi de karar alıcıların yeşil imalat ve enerji verimliliği açısından üretim süreçlerine öncelik verme zorunluluğu doğurmaktadır (Garetti vd., 2012).

Endüstri 4.0 ile birlikte gerçek zamanlı olarak farklı cihazlar ve taraflar arasındaki veri ve bilgi alışverişini akıllı fabrikaların temel unsuru haline gelecektir. Bu veriler üretim durumunu, enerji tüketim davranışını, malzeme hareketlerini, müşteri siparişlerini ve geribildirimlerini, tedarikçilerin verileri gibi birçok veriyi kapsayacaktır. Bu sebeple yeni nesil akıllı fabrikalar sürekli olarak değişen pazara neredeyse gerçek zamanlı olarak adapte olmalıdırlar.

Hatalı üretimlerin azaltılması, karar vericiye gerçek zamanlı olarak üretim durumunu sağlar, mobil teknoloji kullanımı sonrasında sorun ve çözüm arasındaki zaman azalır ve etkin kararlar alınmasına yardımcı olur. Bu gibi durumlarda, arızalı ürünler üretmeye devam etmeden önce üretim durdurulabilir.

Üretim işlemleri en az insanın müdahalesi ile optimize edilebilir. Bu, verimliliği artırabilir ve enerji ve diğer kaynaklardaki hataları azaltabilir. Performans verilerinin gerçek zamanlı olarak toplanması, pro-aktif bakımın iyileştirilmesine etki yapar. Bu da üretim araçlarının daha az arızalanması ve böylece üretimde kesintiye uğrama riskinin elemine edilmesi anlamını taşır.

Akıllı sayaçlar, gerçek zamanlı veriler sağlayabilir ve karar vericiler aracılığı ile üretim yeniden planlanabilir. Bunun yolu enerji verilerini üretim çizelgesine entegre etmekten geçmektedir. Değişken enerji maliyetinin gerçek zaman verileriyle entegrasyonu, belirli proses, makine, ürün ve vardiya için gerçek enerji maliyeti sağlayarak farkındalığı artırır. Buna göre, karar verici vb. Kısa ve uzun vadede mevcut yeni verilere göre doğru kararı alabilir (Miragliotta vd., 2013).

Adaptasyon aşamasında dört evre tanımlanmaktadır:

1. Üretim süreçlerinin anlaşılması, mevcut enerji yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesi ve iyileştirme hedeflerinin tanımlanması
2. IOT teknolojisi ile (muhtemelen) gerçek zamanlı verilerin toplanmasına ve daha sonra mevcut uygulamaları ve sınırlamaları anlamak için bunları analiz etmeye odaklanma
3. Veriler toplanıp analiz edildikten sonra karar vericilerin iyileştirme mümkün olduğu yerde enerji tüketiminin fazlalığını ve artığını tanımlamasını sağlamak için bu verileri enerji yönetim araçlarına entegre etmek enerji verimliliği artırmak için üretim planlamasını dikkate alarak makinelerin en sürdürülebilir konfigürasyonun araştırılması.
4. Üst düzey yani akıllı fabrikanın tasarım gereği enerji verimliliğini artırmak için strateji ve uygulamaların tanımı, örneğin üretim verimi uygulamalarına enerji verilerini entegre ederek tanımlanması bulunur.

Sonrasında üretim çizelgesinin esnekliğine dayanan bu veriler, üretim yöneticisinin makinelerin en verimli olarak yapılandırılmasını seçmeyi sağlar (Shrouf vd., 2014).

Endüstriyel üretimde 4.0 konsepti, verilerin toplanıp analiz ile yürüyen süreç ile daha düşük maliyetlerle yüksek kaliteli mal üretimini sağlayacaktır. Bu da üretimde verimliliği, ekonomik yapıları ve endüstriyel büyümeyi destekleyecek ve işgücü profilinde değişikliğe sebep olacaktır. Sonuç olarak ise şirketlerin ve bölgelerin rekabet güç dengelerini değiştirecektir.

Önümüzdeki beş ilâ on yıl boyunca Alman endüstrisinde Endüstri 4.0'ın daha fazla sahiplenilmesi sonucunda dönüşüm maliyetleri dahil olmak üzere %15-20 ve malzeme maliyetleri de hesaba katıldığında toplamda ise %5 ile 8 arasında verimlilik artışı sağlanması beklenmektedir (Rübmann vd., 2015).

Günümüz üretim sistemlerinde üretim sistemi ile Endüstri 4.0' da üretim ve verimlilik arasındaki karşılaştırma aşağıdaki gibidir:

Tablo 1. Günümüz ve Endüstri 4.0 Fabrikalarına Dair Karşılaştırma

	<i>Veri kaynağı</i>	Günümüz Fabrikaları		Endüstri 4.0	
		<i>Nitelik</i>	<i>Teknoloji</i>	<i>Nitelik</i>	<i>Teknoloji</i>
Üretim Sistemi	Ağa Bağlı Sistem	Verimlilik	Yalın Üretim: Emek ve sarfiyat azaltma	Kendini Yapılandırma, Otomatik Organize olma, Otomatik Bakım	Endişesiz Verimlilik

Tablodan da anlaşılacağı üzere, Endüstri 4.0 ile birlikte verimlilik için duyulan endişe ve bunun yarattığı baskının azalması beklenmektedir (Lee vd., 2015).

Büyük miktarda üretim yapan fabrikalar yanında, üretimlerini daha çok otomasyona kaydırmak zorunda kalacak KOBİ'ler için ise yatırım miktarları ve bunun geri dönüş süresi oldukça fazla görünmektedir. Bu sebeple verimlilikte artışı yakalamış büyük üreticiler zamanla daha küçük işletmelere teknoloji transferi/satışında da bulunabileceklerdir (Radziwon vd., 2014).

Üretim sistemleri arasında Yalın Üretim, klasik üretim sistemlerine göre %25 oranında verimlilik artışına sebep olduktan sonra, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan yeni bir paradigma tekrar Bilgisayar Tabanlı Üretim (Computer Integrated Manufacturing, CIM) metodlarına geri dönüşü ve bunun yanında da yalın üretimin verimliliğinin artmasını sağlayabilir.

2012 yılında Güney Danimarka ve oyuncak üreticisi Lego, U şekilli otomatikleştirilmiş üretim istasyonları ile üretim yapmaya başladılar. Özellikle insan ve makine arayüzü etkileşimi ve iletişimi bu çalışmanın ana temasıydı. Sonuç olarak yapılan yatırım kısa zamanda amorti edilebilir olarak gözlemlendi. Üretilen mal kesinliği, insan üretimine göre çok yüksek olsa da, karışık işlemler ve taşıma – lojistik gibi hizmetlerde henüz yöntemin kullanılabilirlikten uzak olduğunu değerlendirdiler (Kolberg vd., 2015).

3.3. Ekonomi Açısından Dijital Taylorizm

Üretim zincirinin her aşamasının dijitalleşmesi ve makina-insan-altyapı etkileşiminin sağlanması ile ‘Akıllı Üretim Sistemleri’nin geliştirilmesi, sanayide bir paradigma değişimi yaratmıştır. Sanayileşmede yeni bir devrimi-dönemi işaret eden Endüstri 4.0 kavramı, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle üretim sistemlerindeki dijital dönüşümü ifade etmektedir. Buhar gücüyle çalışan mekanik sistemlerin kullanıldığı üretim sistemleri, yaklaşık 300 yıl içerisinde siber-fiziksel sistemlerin yer aldığı bir sisteme evrilmiştir (TÜBİTAK, 2017).

Akıllı robotlar, nesnelerin interneti, büyük veri ve analizi, yatay/dikey yazılım entegrasyonu, simülasyon, sanal gerçeklik, eklemeli üretim (3-D baskı), bulut bilişim ve siber güvenlik sistemleri gibi teknolojik gelişmelerin, bu devrimin tetiklenmesinde önemli bir rolü olduğu gözlemlenmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte bu teknolojik gelişmelerin üretim sistemlerinde kullanımının yaygınlaşması; bu sayede daha hızlı, esnek ve verimli üretim süreçlerinin oluşturulması; daha yüksek kalitedeki malların, daha düşük maliyetler ile üretilmesi hedeflenmektedir (TÜSİAD, 2016).

Üretim sistemlerinde gerçekleşmesi beklenen, bir kısmı halihazırda gerçekleşmekte olan bu yapısal değişiklikler (dijital entegrasyon) sayesinde, üretimde verimlilik artarken sanayide büyüme hız kazanmakta, ancak artan otomasyon beraberinde işgücü profillerinin de değişmesini zorunlu kılmaktadır. Endüstri 4.0 yatırımları ile mevcut otomasyon sistemlerinden daha yoğun entegre sistemlere geçiş, üretim sistemlerindeki nispeten basit ve tekrarlayan görevleri yerine getiren sıklıkla düşük vasıflı işçilerin yerini, çok daha az sayıda ancak yüksek bilgi seviyesinde ve teknoloji üretiminde-geliştiriminde görev alabilecek çalışanların almasına sebep olacaktır (Lorenz vd., 2015).

Sanayideki bu yoğun dijitalleşme evriminin bir devrim olarak değerlendirmesinde en önemli sebeplerden birisi şüphesiz, neredeyse insansız hale gelmesi hayal edilen üretim tesislerinin yanı sıra üretimdeki insan kaynağı faktörünün niteliksel açıdan önceki duruma kıyasla çok daha önemli hale gelmesidir. Gelişmiş ülkelerin, küreselleşmenin de etkisi ile daha uygun maliyetlerde üretim yapabilmek amacıyla, üretim hatlarını emeğin maliyetinin uygun olduğu ülkelere taşımaları, gelişmekte olan ülkeler için ekonomik açıdan bir fırsat yaratırken, gelişmiş ülkelerin kendi istihdam politikalarını da olumsuz etkilemişti. Gelecek süreçten beklenen ise, gelişmiş ülkelerin nitelikli işgücü avantajını da kullanarak üretim yatırımlarını tekrar kendi topraklarında gerçekleştirme planlamasıdır (TÜSİAD, 2016).

Endüstri 4.0’ın öngördüğü tamamen akıllı üretim tesislerinin uygulamaya geçilmesinin, hem yüksek ilk yatırım maliyetleri hem de toplumdaki kamu dahil geniş kesimlerin geliştirme sürecine katılımını gerekli kıldığından, tamamen akıllı sistemlerin kontrolünde faaliyet gösterecek üretim tesislerinin hayata geçmesi kısa bir sürede olmayacaktır. Üretimdeki bu paradigma değişiminde başı çeken Almanya’nın 2020 hedeflerinin bir parçası olarak yürüttüğü Endüstri 4.0 atılımı için harcadığı toplam bedel 2015’te 650 milyon avroya ulaşmıştır. Önümüzdeki on yılda Alman şirketlerinin, Endüstri 4.0 evrimine yaklaşık 10.9 milyar avro yatırım yapması planlanmaktadır (Bunse, 2017). BCG(Boston Consulting Group)’ nin 2015 senesinde yaptığı detaylı araştırma sonucuna göre, bu yatırımı karşısında Sanayi 4.0’ ın yaygın olarak uygulanmasının önümüzdeki 10-15 sene içerisinde Alman ekonomisi üzerindeki etkisinin; üretimde %15-25’e denk gelecek bir sanayi verimliliği artışı ve bunun sonucu olarak da 90-150 Milyar Euro’ya ulaşan bir maliyet azaltıcı etkisinin olacağı düşünülmektedir (Lorenz vd., 2015).

Endüstri 4.0 süreci verimlilik artışı ötesinde, daha yüksek katma değerli, kendi ekonomisini yaratan, yerleşmiş değer zincirlerini temelden değiştiren ve en önemlisi nitelikli insan gücü ihtiyacında çok daha önemli bir noktaya geline bir yolculuk olarak dikkat çekmektedir. Endüstri 4.0 ile sanayi üretimindeki devrim-değişim, sadece akıllı makinaların üretimde daha fazla ve verimli kullanılması değil aynı zamanda büyük veri ve analizi, sanal gerçeklik gibi teknolojileri sayesinde, makinaların işlerin-üretim planlanması ve yönetilmesi, buna dair karar alınması konusunda da görevlendirilmesi anlamına gelmektedir (Rübmann vd., 2015).

Endüstri 4.0’ın üretime getirdiği teknolojik yenilikler ile birlikte üretimde makinelerin iş süreçleri ile ilgili konularda, daha önce programlandıkları bilgilere üretim hattında üretilen yeni bilgileri de ekleyerek

karşılaşılan yeni durumlara göre karar alma fonksiyonu üstlenmeleri, akıllı fabrikaların kendi kendilerini en verimli sonuçlara ulaşacak şekilde yönetmeleri de mümkün olacaktır (McCormick vd., 2015).

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yönetimde bilimsel yaklaşım teorisini ortaya atarak üretimde verimlilik artışı sağlanmasına katkıda bulunan Frederick Taylor'un, işlerin standartlaştırılması, işe uygun kişi ve uygun alet-yöntem seçilmesi yönündeki önerileri; çalışanları mekanikleştirdiği yönünde yoğun eleştirilere maruz kalsa da günümüzde halen geçerliliğini korumaktadır.

Diğer yandan diğer gelişmelere paralel olarak iş yapma biçimleri her geçen gün değiştirmeye devam etmektedir.

İnternet teknolojindeki gelişmeler, gün geçtikçe insanoğlunu birbirine ve hizmetlere daha çok yaklaştırarak günlük yaşama katma değer sağlarken, nesnelerin interneti (internet of things) gibi yeni gelişmeler de makinelerin birbirleri ile iletişim kurarak uyumlu bir şekilde çalışmalarını mümkün kılmaktadır. Yine buna paralel olarak gelişen, verilerin ortak bir alanda depolanması ve üzerinde çalışılmasına izin veren bulut teknolojileri, işlemlere ait tüm detay verilerin bilgisayarlar tarafından üretilip kaydedilmesini ve analizini ifade eden büyük veri, bu verilerin yeni durumlara göre simule edilerek yeniden yorumlanması ile sistemlerin kendini geliştirmelerini ifade eden yapay zeka gibi gelişmeler sanayi üretiminde de bilgisayar ve makinelerin daha yoğun kullanılmasını mümkün kılmıştır.

2011 yılında Almanya'nın Endüstri 4.0 kavramı ile dünyanın dikkatini çektiği, öngörüldüğü şekilde gerçekleşmesi halinde tüm üretim modüllerinin mümkün olan en yüksek seviyede insan müdahalesinden ayrılarak birbirleri ile entegre bir otomasyon sistemine dönüştüğü akıllı fabrikalar; bu teknolojik gelişmelerin bir eseridir.

Üretimde insan faktörünün ve dolayısı ile insanlardan kaynaklanan hataların ve verimlilik kaybının da en aza indirilmesini, ayrıca emeğe ödenen maliyetten de daha fazla tasarruf edilmesini mümkün kılacak bu yeni üretim sistemleri; üretimde ve hizmetlerde insan ve makine kullanım oranlarında sebep olacağı değişimler de göz önüne alındığında iş yapma biçimlerinde paradigma değişimini de zorunlu kılmaktadır.

Üretimde makine ve insan kullanım oranlarını değiştirecek teknolojiler ve hizmet sunumlarında yöntemleri daha da kolaylaştıran uygulamalar, bir yandan hayatımıza katma değer sağlayacak/sağlıyor iken diğer yandan ülkelerin hem bugün hem de gelecek için istihdama dair politika ve planlarını gözden geçirmelerine sebep olmaktadır.

Endüstri 4.0 kavramını geliştirmiş ve geliştirmekte olan sanayi toplumları için önemli kılan diğer bir unsur, sanayi yatırımlarını emeğin ucuz olduğu ülkelere taşımak zorunda kalan gelişmiş ülkelerin, sanayi yatırımlarını yeniden ülkelerine döndürebilmeleri seçeneğini mümkün kılmasıdır. Böylece uluslararası piyasalardaki rekabet ve iş yapma biçimleri yeniden değişecek, kartlar yeni duruma adapte olma konusunda gerekli yatırımları zamanında yapabilen ülkeler lehine yeniden dağıtılmış olacaktır.

Sanayi üretimi ve hizmet sunumu konusunda fırsat olarak görülen tüm bu gelişmelerin etkisini en çok hem bir çalışan hem de tüketici olan insanoğlunun hissedeceği şüphesizdir. İşte bu noktada iş yapma biçimlerinde verimlilik artışı adına yapılan tüm iyileştirme çalışmalarına insanlığa katkısı ve yansması daha önce olduğu gibi tartışma konusu olacaktır.

KAYNAKÇA

Aksoy, S. (2017). "Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş", SAV Katkı, 4: 34-44.

Alçın, S. (2017). "Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları", Ekonomi ve İnsan.

Alkan, M. A. (2016). "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim", <http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/>, Erişim Tarihi: 20.12.2017

Banger, G. (2016). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme, Dorlion Yayınları, Ankara.

Banger, G. (2017). Endüstri 4.0: Ekstra, Dorlion Yayınları, Ankara.

Baransel, A. (1979). Çağdaş Yönetim Düşüncesinin Evrimi: Klasik ve Neo-Klasik Yönetim ve Örgüt Teorileri, İ.Ü. İşletme Fakültesi ve İşletme İktisadı Enstitüsü Yayını, İstanbul.

- Berber, A. (2013). *Klasik Yönetim Düşüncesi: Geleneksel ve Klasik Paradigmalarla Klasik ve Neo-Klasik Örgüt Teorileri*, ALFA, İstanbul.
- Bozkurt, A. U. (2008). “Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Brettel, M.; Friederichsen, N.; Keller, M. & Rosenberg, M. (2014). “How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective”, *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, 8(1), 37-44.
- Brynjolfsson, E. (1993). “The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment”, *Communications of the ACM*, 36(12): 66-77.
- Bunse, B. (2017). “Industrie 4.0 And The Smart Service”, Germany Trade & Invest Agency.
<https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Industrie-4-0/Smart-service-world/industrie-4-0-and-the-smart-service-world.html>, Erişim Tarihi: 23.12.2017
- Curtis, C. (1983). “Machines vs. Workers”, *The New York Times*,
- Demir, H. (2016). “Sanayi 4.0’da Ulusal Durum: Geçiş mi Kayboluş mu?”, 23. Bilgi İşlem Merkezi Yöneticileri Semineri, 24-27 Mart 2016, Türkiye Bilişim Derneği, 7-9, Antalya.
- Erkılıç, T. A. (2007). “Toplam Kalite Yönetimi İkelerinin Yönetim Yaklaşımları Bağlamında Tartışılması”, *GAU Journal of Social and Applied Science*, 2(4): 50-62.
- Garetti, M. & Taisch, M. (2012). “Sustainable manufacturing: trends and research challenges”, *Production Planning & Control*, 23(2-3): 83-104.
- Miragliotta, G. & Shrouf, F. (2013). “Using Internet of Things to Improve Eco-efficiency in Manufacturing: A Review on Available Knowledge and a Framework for IoT Adoption”, *Advances in Production Management Systems. Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services SE – 13*, IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, 96-102, Springer Berlin Heidelberg.
- Görçün, Ö. F. (2016). *Dördüncü Endüstri Devrimi: Endüstri 4.0*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Güler, M. A. (2014). “Çalışmanın Sonu Tartışmaları ve Andre Gorz Üzerine Bir Değerlendirme”, *Sosyal İnsan Hakları Ulusal Sempozyumu, Petrol-İş Yayını*, İstanbul, 171-190.
- İleri, H. (1999). “Verimlilik, Verimlilik İle İlgili Kavramlar Ve İşletmeler Açısından Verimliliğin Önemi”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO Dergisi*, 1(2): 9-24.
- Karakaş, E. İ. (2015). “Alt Yüklenicilerde İnsan Kaynakları Uygulamaları”.
<https://emreinanckarakas.wordpress.com/2015/02/17/tedarikcilerde-insan-kaynaklarinin-uygulamaları>, Erişim Tarihi: 22.12.2017.
- Karakaş, E. İ. (2016). “İnsan Kaynakları Gözünden Sanayi 4.0”.
<https://emreinanckarakas.wordpress.com/2016/05/19/insan-kaynaklari-profesyoneli-gozunden-sanayi-4-0-devrimi/>, Erişim Tarihi: 22.12.2017.
- Koçak, O. (2017). “Endüstri 4.0 ve Kaynakları 4- Karanlık Fabrikalar ve İK üzerindeki Etkileri”.
<https://www.ozlukhaklari.com/endustri-4-0-ve-insan-kaynaklari-4-karanlik-fabrikalar-ve-ik-uzerindeki-etkileri/>, Erişim Tarihi: 22.12.2017.
- Koçel, T. (2001). *İşletme Yöneticiliği*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Kolberg, D. & Zuhlke, D. (2015). “Lean automation enabled by industry 4.0 Technologies”, *IFAC-PapersOnLine*, 48(3): 1870-1875.
- Lee, J.; Bagheri, B. & Kao, H. (2014). “A Cyber-Physical Systems Architecture For Industry 4.0-based Manufacturing Systems”, *Manufacturing Letters*, 3(2015): 18-23.
- Lin, J. (2011). “Technological Adaptation, Cities, and New York”, *The Review of Economics and Statistics*, 93(2): 554–574.

- Lorentz, M.; Rübmann, M.; Strack, R.; Lueth, K. L. & Bolle, M. (2015). "Man and Machine in Industrie 4.0: How will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?", The Boston Consulting Group.
- Mccormick, R.; Hartmann, D. & Devices, A. (2015). "Smart Factories Need Smart Machines". https://www.mouser.com/pdfdocs/ADI_Smart_Factories_Need_Smart_Machines.PDF, Erişim Tarihi: 23.12.2017.
- Ötleş, S.; Sakallı, A. & Ötleş, O. (2017). "Yazılım Tabanlı Bulut Sistemi ile Endüstri 4.0", Bulut Plastik Ambalaj Dergisi, 110-115.
- Özdoğan, O. (2017). Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları, Pusula Yayıncılık, İstanbul.
- Radziwon, A.; Bilberg, A.; Bogers, M. & Madsen, E. S. (2014). "The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions", Procedia Engineering, 69: 1184-1190.
- Rübmann, M.; Lorenz, M.; Gerbert, P.; Waldner, M.; Justus, J.; Engel, P. & Harnisch, M. (2015). "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries". The Boston Consulting Group, 9.
- Schuh, G.; Potente, T.; Wesch-Potente, C.; Weber, A. R. & Prote, J. P. (2014). "Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0", Robust Manufacturing Conference, 19: 51 – 56.
- Schumpeter. (2015). "Digital Taylorism". The Economist. <https://www.economist.com/news/business/21664190-modern-version-scientific-management-threatens-dehumanise-workplace-digital>, Erişim Tarihi: 22.12.2017.
- Shrouf, F.; Ordieres, J. & Miragliotta, G. (2014). "Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm", 2014 IEEE International Conference on, Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 697-701, Malaysia.
- TÜBİTAK, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. (2017). "Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası". http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2-03ocak2017.pdf, Erişim Tarihi: 23.12.2017.
- TÜSİAD. Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği. (2016). "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi", Boston Consulting Group.
- Tüzmen, A. B. (2017). "Endüstri 4.0 ile Dönüşen Liderlik", Harvard Business Review Türkiye. <https://hbrturkiye.com/dergi/endustri-4-0-ile-donusen-liderlik>, Erişim Tarihi: 22.12.2017.
- Weyer, S.; Schmitt, M.; Ohmer, M. & Gorecky, D. (2015). "Towards Industry 4.0 -Standardization as The Crucial Challenge for Highly Modular, Multi-vendor Production Systems", IFAC-PapersOnLine, 48(3), 579-584.
- Digital Taylorism, <https://www.revolvy.com/main/index.php?s=Digital%20Taylorism>, Erişim Tarihi: 14.12.2017.