

KARANLIKTA ÜRETİM: YENİ ÇAĞDA MALİYETİN KAPSAMI*

Dr. Pınar OKAN GÖKTEN**

Araştırma Makalesi / Research Article

Muhasebe Bilim
Dünyası Dergisi
Aralık 2018; 20(4); 880-897

ÖZ

Endüstri devrimleri maliyetin kapsamını etkileyerek farklı maliyetleme yaklaşımlarını ortaya çıkarmıştır. Endirekt giderlerin artması, geleneksel maliyetlemeden faaliyet tabanlı maliyetlemeye geçişi hızlandırmış ve günümüzde faaliyet odaklı maliyet kontrollü stratejik bir yönetim aracı haline dönüşmüştür. Yakın gelecekte, iş süreçlerinin siber fiziksel sistemler aracılığıyla yürütüleceği beklenmekte ve karanlık fabrikalar dijital olarak bütünleşmiş değer zinciri unsurlarının en önemli maddi varlıklarını oluşturacaktır. Bu çalışma teknolojik ilerlemelerin maliyet ve maliyet kontrolü üzerindeki olası etkilerini tartışmaktadır. Diğer bir deyişle, yakın gelecekte maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarının hızla değişeceği iddiasını gerekçelendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Maliyetleme, Toplum 5.0

JEL Sınıflandırması: D24, M10, M41

MANUFACTURING IN THE DARK: SCOPE OF THE COST IN THE NEW AGE

ABSTRACT

Industrial revolutions have influenced the scope of the cost and revealed different costing approaches. The increase in indirect costs has accelerated the transition from traditional costing to activity-based costing, and today activity oriented cost control has become a strategic management tool. In the near future, business processes are expected to be carried out through cyber physical systems and dark factories will be the most important tangible part of the digitally integrated value chain elements. This study discusses the possible effects of the approaches of Industry 4.0 and Society 5.0 on cost and cost control. In other words, this paper justifies the assertion that cost and management accounting practices will change rapidly in the near future.

Keywords: Industry 4.0, costing, society 5.0

JEL Classification: D24, M10, M41

* Makale gönderim tarihi: 18.09.2108; kabul tarihi: 13.12.2018.

** Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret Bölümü, pinar.okan@hotmail.com, orcid.org/0000-0003-2037-0087.

Atıf: Okan Gökten, P. (2018). Karanlıkta üretim: yeni çağda maliyetin kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 880-897. <http://dx.doi.org/10.31460/mbdd.460897>.

1. GİRİŞ

Teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler tüm dünyayı yakından etkilemektedir. Ticari ve ekonomik hayatın yanı sıra insanların günlük yaşamlarında da teknolojik değişim ve gelişmelerin etkilerine rastlanmaktadır. Geçmişte sadece bilim kurgu filmlerinde görülebilen, gerçek hayatta olmasına imkansız gözüyle bakılan teknolojilerin günümüzde olağan hayat içerisinde kullanılmaya başlanması, birçoğumuzun gelecekle ilgili teknolojik beklentilerini yadsınamaz seviyede yükseltmiştir. Fütüristik bakış açısı iyiden iyiye hayatımıza girmiştir. Yakın geçmişte yolda yürürken görüntülü iletişim kurabilmek, cep telefonumuzu aynı zamanda bilgisayarımız olarak kullanabilmek, aracımıza bindiğimizde gideceğimiz yeri belirttikten sonra sistemin bize yolu tarif etmesi, aracın kendi kendine park edebilmesi ve benzeri birçok olgu imkansız gibi görünürken; günümüzde uçan arabalara binmek, günlük işlerimizi robotların yapması, ihtiyaca mukabil organ üretimi ve nakli, hologram görüntüleme gibi çok sayıda yenilik yakın gelecekte beklenen ve olağan ilerleme adımları olarak görülmektedir.

Hiç şüphesiz ki teknolojik ilerleme hızındaki müthiş artış karşısında teknolojik değişim ve gelişmeleri takip edebilmek zorlaşmıştır. Çoğumuz teknolojik gelişmelere günlük hayatımızda kullandığımız ürünler vasıtasıyla vakıf oluyoruz. Teknolojik değişim nasıl ki insan hayatı üzerinde önemli etkiler yaratıyorsa; sanayide de ciddi boyutta dönüşümler yaşanmasına neden oluyor. Endüstri 4.0, yapay zeka, karanlık fabrikalar, akıllı makineler gibi kavramlar teknolojik ilerlemenin sanayi üzerinde yarattığı etkilerin bir sonucu olarak popülerlik kazanmaktadır.

İşletmelerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri ve rekabet avantajı elde ederek faaliyet gösterdikleri pazarda başarılı olabilmeleri için teknolojiyi yakından takip etmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, özellikle günümüz sanayi işletmeleri için Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikleri incelemeleri ve bu yapıyı kendi sistemlerine adapte edebilmeleri son derece önemlidir. Bunun yanı sıra, günümüzde maliyet kontrolünün stratejik bir yönetim aracı haline gelmesi, işletmelerin etkin yönetsel kararlar alabilmeleri için maliyetleri doğru şekilde ölçme, takip etme ve analiz etme gereksinimlerini artırmıştır. Endüstri 4.0, bu bağlamda maliyetin kapsamını doğrudan etkileyecektir.

Bu çalışmada, teknolojiye yaşanan değişim rüzgarının maliyetin kapsamına olası etkilerinin tartışılması amaçlanmaktadır. Bunun için çalışmanın ikinci ve üçüncü bölümlerinde öncelikle endüstri devrimleri ve bu devrimlerin sanayi üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Takip eden bölümde Endüstri 3.0'ın maliyetleme yaklaşımları üzerinde yarattığı değişimler irdelenmiştir. Beşinci bölümde Endüstri 4.0'ın maliyetin kapsamına olası etkileri tartışılmıştır. Çalışma son bölümde değerlendirme yapılarak bitirilmiştir.

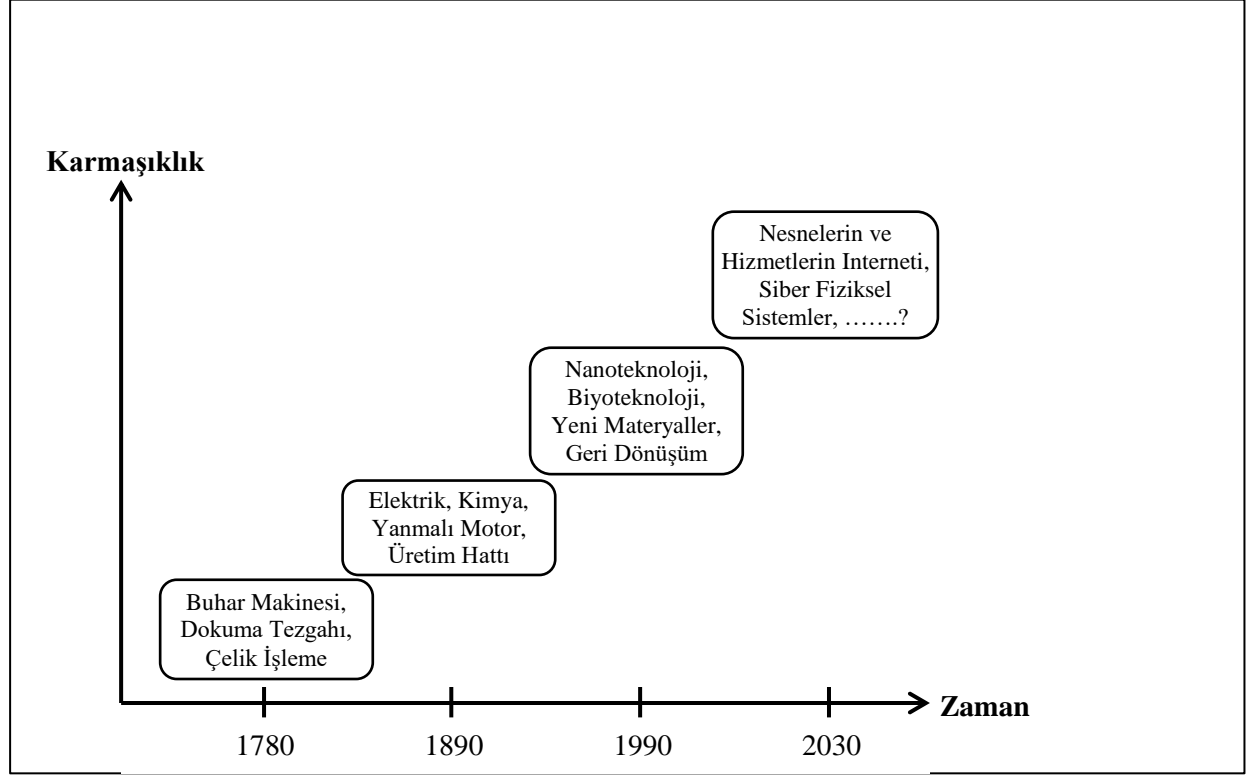
2. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİNE GENEL BAKIŞ

Sanayi alanında yaşanan teknolojik, ekonomik ve sosyal değişimleri endüstri devrimi şeklinde ifade etmek mümkündür. 18. yüzyılda başlayan ve günümüze kadar ulaşan dört endüstri devrimi, bir başka deyişle Endüstri 1.0'dan 4.0'a kadarki her bir evrenin temel yapı taşları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Fırat ve Fırat 2017):

- Endüstri 1.0: Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş sürecinin görüldüğü 18. yüzyılda yaşanan 1. Endüstri Devrimi'ni, Endüstri 1.0 olarak nitelendirmek mümkündür. Endüstri 1.0, İngiltere'nin liderliğinde başlamış bir sanayi devrimidir. Bu evrenin temel yapı taşı su ve buhar gücünün makinelerde ve taşımacılıkta (özellikle buhar gücü ile çalışan lokomotifler) kullanılmaya başlamasıdır (Tunzelmann 2003). Ayrıca, bu evrede üretimin makineleşmeye başladığı görülmektedir.
- Endüstri 2.0: 19. yüzyılında yaşanan Endüstri 2.0 ile üretimde elektrik kullanılmaya başlanmış ve seri üretim sistemlerine geçilmiştir. Almanya ve Amerika'nın başı çektiği bu evre ile gelen seri üretimin yürüyen bantları ilk olarak 1903 yılında Henry Ford'un sahip olduğu otomobil fabrikasında kullanılmıştır ve bu evre otomobil teknolojisinin ilerlemesinde önemli bir yere sahiptir (Bilişim Hareketi 2018).
- Endüstri 3.0: 20. yüzyılda yaşanan Endüstri 3.0 ile makinelerin bilgisayar kontrolünde çalışmaya başladığı görülmektedir. Bir başka deyişle, yazılım destekli üretimlerin söz konusu olmaya başlaması ile birlikte üretim süreçleri otomasyona bağlanmıştır. Çin, Japonya ve Güney Kore ülkelerinin otomasyon alanında yapmış oldukları atılımlar neticesinde hızlı kalkınma sağladıkları görülmektedir.
- Endüstri 4.0: 21. yüzyılda internet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte Endüstri 4.0 evresi başlamıştır. Endüstri 1.0, 2.0 ve 3.0 evrelerinde insan gücü önemli bir yere sahiptir. Endüstri 4.0'a gelindiğinde ise insan gücünün önemini yitirmeye başladığı görülmektedir. Nesnelerin interneti, akıllı makineler, büyük veri, bulut teknolojileri, veri madenciliği, yapay zeka, karanlık fabrikalar, siber sistemler, otonom robotlar gibi kavramlar Endüstri 4.0 ile birlikte günlük yaşamımızda yer etmeye başlamıştır.

18. yüzyıldan 21. yüzyıla değin dört kez endüstri devrimi yaşamıştır. Devrimlerin niteliksel özellikleri Şekil 1'de görsel olarak sunulmuştur. 18. yüzyılda arazilerde çalışmakta olan insanlar büyük şehirlere göç ederek fabrikalarda çalışmaya başlamışlardır. Böylece sanayi alanında gelişmeler baş göstermiştir. Her geçen yıl yaşanan gelişmeler neticesinde sanayi alanındaki değişimlerin git gide daha karmaşık hale geldiğini söylemek mümkündür. Endüstri 1.0 ile ortaya çıkan buhar makineleri ve dokuma tezgahları her ne kadar günümüzde çok basit gelişmeler olarak nitelendiriliyor olsa da o

zaman için çok büyük ve önemli buluşlardı. 21. yüzyıl ile 18. yüzyılda yaşanan değişimlerin hızları birbirleriyle mukayese edilemeyecek derecede farklıdır. Günümüzde yaşanan gelişmelerin hızına yetişmek ise artık hiç de kolay değildir.



Şekil 1: Endüstri Devrimlerinin Kronolojik Gelişimi

Kaynak: Dombrowski ve Wagner 2014, 101

3. ENDÜSTRİ 4.0'DAN TOPLUM 5.0'A GEÇİŞ

Endüstri 4.0, 21. yüzyılda Almanya'nın önderliğinde, uzun dönemli rekabet avantajının sağlanması amacıyla ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla Almanya'yı bu evrenin mucidi olarak nitelendirmek mümkündür (Müller ve diğerleri 2018). Endüstri 4.0 ifadesine ilk olarak 2011 yılında Almanya'nın en önemli sanayi forumundan biri olan Hannover Fuarı'nda değinildiği görülmektedir.

İnternetin hayatımızın her aşamasında yer almaya başlaması ile birlikte dünya üzerinde üretilmekte olan bilgi miktarında çok büyük artış olmuştur. Bu bağlamda, üretilen bilgi miktarı her yirmi ayda bir iki katına çıkmaktadır (Vahaplar ve İnceoğlu 2001). Reinsel ve diğerleri (2017) çalışmalarında, 2016 yılında üretilen veri miktarının 16,1 zettabayt olduğunu ve bunun 2025 yılına gelindiğinde 163 zettabayta çıkacağını öngörmektedirler. Bilginin bu denli hızlı üretilmesi ve yoğun paylaşılması sanayideki gelişmeleri de etkilemiştir.

Bilişim teknolojilerinin sanayi sektöründe kullanılmaya başlamasını sağlayan Endüstri 4.0 ile insan gücü geri planda kalmaya başlamış ve makine kontrolü artmıştır. Robotların üretim süreçlerinde ön plana çıkması Endüstri 4.0 kapsamında öne çıkan unsurların başında gelmektedir (Pereira ve Romero 2017). Yapay zeka teknolojisinin de işin içine girmesiyle birbirleriyle bilgi alış verişinde bulunabilen akıllı makineler ortaya çıkmıştır. Kısacası sanayi dijitalleşmeye başlamıştır.

Dünyadaki ilk dijital fabrikalardan birisi olan Almanya'daki Siemens Amberg Fabrikası'nda faaliyetler neredeyse insansız gerçekleştirilmektedir. Siemens Amberg Fabrikası, 1989 yılında kurulmuştur. Fabrikadaki işlerin %75'i makineler ve bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilirken; sadece %25'lik kısım insan gücüne dayalı olarak yapılmaktadır (Sarı 2016).

Endüstri 4.0 henüz hayatımıza girmiş iken; 2017 yılında Almanya'nın Hannover şehrinde düzenlenmiş olan Bilişim Fuarı CEBIT'te Japonya Başbakanı Shinzo Abe tarafından Toplum 5.0 kavramı ortaya atılmıştır. Endüstri 5.0 olarak da nitelendirilmekte olan Toplum 5.0'ın felsefesi, teknolojinin toplum tarafından bir tehdit olarak düşünülmesi yerine bir yardımcı olarak algılanması şeklinde ifade edilmiştir (Develi 2017). Toplum 5.0'ın temel amacı teknolojik gelişmelerin topluma entegre edilmesini sağlamaktır. Böylece teknolojiden korkan bir toplum yerine teknoloji ve onun getirdikleri ile işbirliği içerisinde yaşayan bir toplum yaratmak amaçlanmaktadır. Toplum 5.0'ın, ilk olarak Endüstri 5.0 ismiyle ortaya çıkarılmamasının nedenlerinin başında, teknolojinin sosyal hayat ile entegrasyonunun sağlanması yer almaktadır.

Japon Ekonomik Organizasyonlar Federasyonu (Keidanren) tarafından hazırlanmış olan çalışma aynı zamanda Toplum 5.0'ın manifestosudur. Söz konusu çalışmada avcı toplum, tarım toplumu, endüstriyel toplum, bilgi toplumu ve akıllı toplum olmak üzere beş kısımda yaşanan tüm gelişmeler ele alınmıştır (Moment 2018). Buna göre sürecin son aşamasında, Toplum 5.0'ın bir sonucu olan akıllı toplum kavramı ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0'da "bilgi toplumu" ifadesi sıklıkla kullanılırken, Toplum 5.0'da ise "süper akıllı toplum" ifadesi kullanılmaya başlanmıştır.

Nesnelerin internetinin fazlaca kullanıldığı Toplum 5.0'da, örneğin evlerimizdeki buzdolapları mevcut malzemelerin listesini tutabilmekte ve bunlarda azalma olduğunda internet yardımıyla markete sipariş verebilmektedir. Veya kişinin eve gitmek üzere aracına binip kontağı çalıştırmasıyla birlikte aracın eve kaç dakikada gidileceğini hesaplayarak buna göre evin kişinin beklentilerine uygun hale getirilmesini (evin sıcaklığının ayarlanması, mikrodalgadaki yemeğin ısıtılması, kahvenin pişirilmesi v.b.) sağlayabilmektedir.

Toplum 5.0'da insan ile robotların işbirliğinin üst seviyede olduğu bir durum söz konusudur. Robotlar özellikle fiziksel güç gerektiren işleri üstlenirken insanlar daha ziyade kontrol ve takip işlerini yapmaktadırlar.

Süreçlerin ve değer zincirlerinin dijitalleşmesi ve robotların iş gücünde ana unsur olarak öne çıkması sonucunda insanlara düşen tek görevin yönetim fonksiyonu olduğu düşünülürse; yakın gelecekte ciddi seviyede istihdam sorunuyla karşılaşılabilir. Frey ve Osborne (2017) çalışmalarında, halihazırdaki mesleklerin insanların elinden alınarak robotlar tarafından yapılmaya başlanması durumunun oluşabilme risklerini düşük-orta-yüksek olarak üç gruba ayırmıştır. Çalışma neticesinde ABD'deki toplam istihdamın %47'sinin yüksek risk kategorisinde olduğu yargısına varılmıştır. Bir başka deyişle, halihazırdaki mesleklerin %47'si büyük olasılıkla yakın gelecekte makineler tarafından yapılmaya başlayacaktır. İncelenen 702 adet meslek grubu içerisinde taşımacılık, lojistik ve üretim alanlarında beden gücünü kullanan mavi yakalı çalışanların sanayi devriminden en fazla etkilenecek meslek grubu olduğu öngörülmüştür.

Dünya Ekonomi Forumu tarafından 2022 yılına kadar tam zamanlı iş gücünde bir miktar azalma olacağı ve fiziksel ofislerde çalışan personel yerine uzaktan çalışan personel istihdamının artacağına değinilmektedir (World Economic Forum 2018).

Hiç şüphesiz ki, Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 ile hayatımıza giren ve tüm dünyayı fazlaca etkileyen kavram yapay zekadır. Yapay zekanın pek çok tanımı yapılmıştır. Bunlar arasından Google'ın Mühendislik Direktörü Ray Kurzweil tarafından yapılan tanım öne çıkmaktadır (Yıldız ve Yıldırım 2018): *“Yapay zeka, insanlar tarafından gerçekleştirildiğinde zeka gerektiren işlevleri yerine getiren makineler yaratma sanatıdır”*.

Yapay zekanın ilk olarak 1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts tarafından yapılan çalışmalar ile ortaya çıktığı görülmektedir. Yapay zeka terimi ise ilk olarak 1956 yılında John McCarthy tarafından kullanılmıştır. John McCarthy 1951 yılında doktora unvanını aldıktan sonra Dartmouth College'da görev yapmaya başlamıştır. Dartmouth College, yapay zekanın resmi doğum yeridir (Russell ve Norvig 2010). Günümüzde ise yapay zekanın pek çok alanda kullanıldığını görmekteyiz. Bunlara örnek olarak; Apple işletim sistemine entegre edilen Siri, Hanson Robotics tarafından geliştirilen Sofia, Microsoft'a ait bir yazılım olan ve sesli komut ile çalışan Cortana, Google'ın yapay zeka şirketi Deepmind tarafından geliştirilmiş olan Alphago verilebilir.

Tüm bu gelişmelerin Türkiye'de yarattığı etkiye bakacak olursak, Türkiye'nin bunların biraz gerisinde kaldığını söylemek mümkündür. TÜBİTAK tarafından Haziran 2016'da Ar-Ge desteği almış olan bin adet özel sektör kuruluşunu içeren anket uygulaması yapılmıştır. Ankette akıllı üretim sistemleri ve teknolojik-dijital gelişmelere yönelik sorular bulunmaktadır. Anket sonuçları analiz edildiğinde; bu konular hakkında işletmelerin %19'unun hiç bilgisi olmadığı, %59'unun genel bilgiye sahip olduğu, %22'sinin ise kapsamlı bilgisi olduğu görülmüştür. Konulara ilişkin farkındalıkların en fazla olduğu üç sektör elektronik, yazılım ve malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Ankete katılan işletmelerin yarısının üç ila beş yıl içerisinde ilgili teknolojileri kendi yapılarına entegre etme hedefleri

olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, anket verilerine göre Türkiye sanayisinin dijital olgunluk seviyesi Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında çıkmıştır (TÜBİTAK 2016). Bu sonuçtan anlaşılacağı gibi, Türkiye açısından Endüstri 4.0'a geçiş için kat edilmesi gereken kayda değer bir yol söz konusudur.

4. ENDÜSTRİ 3.0'IN MALİYETLEME YAKLAŞIMINA ETKİSİ

Endüstri devrimleriyle birlikte üretim sistemlerinde, hatta daha genel bir ifadeyle iş süreçlerinde yaşanan değişim; özellikle maliyetlerin yapısında değişikliklere neden olmuştur. Dolayısıyla endüstri devrimlerinin muhasebeye etkisi temel olarak maliyet ve yönetim muhasebesi kapsamında belirginleşmiştir. Endüstri 3.0'a geçiş ile başlayan sürecin maliyet ve yönetim muhasebesi üzerindeki belirginleşen etkisi, geleneksel maliyetleme sistemlerinden faaliyet tabanlı maliyetleme sistemlerine geçilmesinde temel rol oynamıştır.

1900'lü yılların başından 1980'lerin ortalarında kadar maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarında önemli düzeyde değişim yaşanmamıştır. Takip eden süreçte ise üretimde otomasyonun artması ve bilgisayar destekli üretim sistemlerinin yaygınlaşması direkt işçilik maliyetlerini azaltmıştır. Buna karşılık enerji kullanımı, otomasyon yatırımlarından kaynaklanan yüksek amortismanlar ve insan gücü ihtiyacının mavi yakadan beyaz yakaya kayması veya artan nitelikli çalışan ihtiyacı (endirekt işçilik) genel üretim giderlerinin artmasına sebep olmuştur. 1980'li yıllara kadar üretim işletmelerinde direkt işçilik giderlerinin, genel üretim giderlerinin ve ilk madde ve malzeme giderlerinin maliyet yapısı içerisindeki yaklaşık payları sırasıyla %75, %15 ve %10 iken (Gürses 1999); üretim sistemlerindeki değişime bağlı olarak 1990'larda bu paylar yaklaşık olarak %10, %35 ve %55 seviyelerinde gerçekleşmiştir (Harsh 1993). Görülebileceği gibi Endüstri 3.0'a geçişle birlikte direkt işçilik giderlerinde ciddi seviyede azalma yaşanırken; genel üretim giderlerinde ise artış yaşanmıştır.

Yaşanan gelişmeler, diğer bir deyişle mamuller ile ilişkisi bakımından endirekt giderlerdeki artış, maliyetlerin ürünlere doğru bir şekilde yüklenmesi açısından geleneksel maliyetleme yöntemlerinin yetersizliği sonucunu doğurmuştur. Geleneksel maliyet muhasebesi sistemleri, teknolojiden ziyade emek yoğun üretim sistemleri için geliştirilmiştir (Karakaya 2007: 708). Bu nedenle geleneksel maliyet muhasebesi sistemleri, teknoloji yoğun üretim ortamları için uygun bir maliyetleme sistemi değildir.

Geleneksel maliyetlendirmede üretim giderlerinin üretilen mamuller için yapıldığı kabul edilmekte ve bu giderlerle mamuller arasında doğrudan bağlantı kurulmaktadır (Büyükmirza 2015: 290). Direkt ilk madde ve malzeme ile direkt işçilik giderlerinin mamuller ile bağlantısı direkt olduğu için ve söz konusu giderler ile üretim miktarı kolaylıkla ve doğrudan ilişkilendirilebildiğinden; bu gider

unsurlarının maliyet yapısı içerisindeki ağırlığı fazlaştıkça, geleneksel maliyetlendirmede hata payı azalacaktır. Buna karşın, toplam maliyet içerisinde mamuller ile endirekt bağı bulunan gider unsurlarının payı artıkça; geleneksel maliyetlendirmenin hatalı kararlara neden olabileceği aşikardır. Çünkü endirekt nitelikteki giderlerin ağırlığının artması; üretim miktarını toplam üretim maliyetinin ana faktörü olmaktan çıkartmaktadır ve bu nedenle Endüstri 3.0'a geçişle birlikte işletmeler maliyetin kaynaklarını üretim miktarından bağımsız olarak izleme gerekliliği duymuştur.

Endüstri 3.0 üretim yöntemlerini otomatikleştirmiştir. Pazarlama, finans, satın alma gibi üretim merkezlerinden bağımsız fonksiyonlar dahi kurumsal kaynak planlaması uhdesine alınmıştır (Anderson ve Young 1999). Bu bahisle, üretim süreci yalın olarak beher mamulün üretiminin ötesinde bir anlam ifade etmeye başlamıştır. Müşteri odaklılık ve tedarik zinciri yönetimi hızla üretim sürecini etkilemeye başlamıştır. Otomasyona geçişle birlikte üretime yön veren bilgi akışı artmıştır. Sipariş takip sistemlerinin üretim süreciyle entegre edilmesi, müşteriye özel üretim alternatiflerinin oluşturulması, son kullanıcıya doğrudan teslimat imkanı vb. üretim süreci üzerinde etki yaratan bilgi akışlarının bir sonucu olarak karşımıza çıkmıştır. Tüm bu etmenler, endirekt giderlerin yani genel üretim giderlerinin artmasına yol açmıştır.

Endüstri 3.0'la beraber direkt işçilik giderlerinde yaşanan düşüş ve genel üretim giderlerinde yaşanan artış, endirekt giderlerin gider yerleri dayanak alınarak mamulle bağlantı kurulmasını sağlayacak dağıtım anahtarlarıyla mamullere yüklenmesini maliyet yönetimi açısından yetersiz hale getirmeye başlamıştır. Diğer bir ifadeyle mamul maliyetinde yer alan maliyet çeşidinin artması, üretim hızına dayalı olarak yarı mamul stoklarının azalması ve kalitenin ön plana çıkması; maliyetlemede kullanılan anahtarların sayısının artması, eşdeğer birim hesaplamalarının önemini kaybetmesi ve kalite maliyetlerinin hesaba katılması sonuçlarını doğurmuştur. Maliyet kavramsal olarak niceliksel bir bilgidir geniş anlamlar ifade eden niteliksel bir bilgiye dönüşmüştür. İşletmeler üretim sürecindeki faaliyetleri izleme gayretleriyle; faaliyetlerin faydasını ve maliyetini karşılaştırma gereksinimi duymuşlardır. Bu tür bir karşılaştırma ise; mamule değil faaliyetlere odaklanmayı gerekli kılmıştır.

Maliyetin bir bilgi olarak kapsamının genişlemesi ve işletmelerin stratejik yönetim çerçevesinde iş süreçlerindeki faaliyetlere odaklanması; maliyet yönetiminin giderek ağırlığı ve önemi artan endirekt giderlerin takibi üzerine yoğunlaşmasına katkıda bulunmuştur. 1980'lerden itibaren Schrader Bellows, John Deere, Union Pacific, Caterpillar ve Hewlett-Packard gibi firmalar maliyetlendirmede faaliyetlere odaklanmaya başlamışlardır (Johnson 1992). Faaliyet tabanlı maliyetlemede giderlerin mamuller için değil, faaliyetlerin yürütülmesi için yapıldığı anlayışı yer alır (Büyükmirza 2015, 291). Bu bahisle giderlerin öncelikli olarak faaliyetlere yüklenmesi gerekir. Hiç şüphesiz ki faaliyet tabanlı maliyetlemede temel husus mamullerle direkt bağlantılı olmayan giderlerin dağıtımıdır. Bu bağlamda faaliyet tabanlı maliyetleme artan endirekt giderlerin yönetilmesine doğrudan katkıda bulunarak,

faaliyetlerin maliyet fayda analizinin yapılabilmesine katkı sunmuştur. Nitekim Cooper ve Kaplan (1988)'in ifade ettiği şekliyle faaliyet tabanlı maliyetleme formal bir muhasebe sisteminden çok stratejik amaçlı bir araçtır.

Faaliyet tabanlı maliyetleme sisteminin geçirdiği evreler üç kuşak halinde ele alınabilir (Troxel ve Weber 1990). Birinci kuşak, faaliyet tabanlı maliyetlemeye yönelik gereksinimi hazırlayan etmenlerin belirginleştiği 1980 öncesi dönemdir. Geleneksel maliyetlemenin yaygın kullanıldığı bu dönemde genel üretim giderlerinin birkaç anahtar vasıtasıyla dağıtıldığı ve geleneksel maliyetlemenin daha çok finansal raporlama amacına hizmet ettiği görülmektedir. İkinci kuşak, 1980-1985 dönemini kapsar. Bu dönemde şirketlerin geliştirdikleri faaliyetlere dayalı maliyetlemeler ışığında faaliyet tabanlı maliyetlemenin kuramsal çerçevesi tanımlanmıştır. Bu bağlamda, faaliyet tabanlı maliyetleme ile geleneksel maliyetle arasındaki farklar ortaya konulmuştur. Ne var ki birinci kuşakta olduğu gibi bu dönemde de maliyetlemenin temel amacı finansal raporlamadır. 1985'den günümüze kadarki dönem, üçüncü kuşak olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemde faaliyet tabanlı maliyetleme genel kabul görmüş bir sistem olarak maliyet ve yönetim muhasebesi içerisindeki yerini almıştır. Takip eden süreçte faaliyet tabanlı maliyetleme Endüstri 3.0'a geçişin bir sonucu olarak, işletmelerin maliyet yönetimleri çerçevesinde stratejik bir araç olarak kullanılmaya başlamıştır.

Faaliyet tabanlı maliyetlemenin stratejik bir araç niteliği kazanmasını sağlayan temel husus, giderek artış gösteren indirekt giderlerin minimize edilmesine yönelik olarak sağladığı üstünlüklerdir. Çünkü faaliyet tabanlı maliyetleme genel üretim giderlerine neden olan hususları ortaya çıkarmaktadır ve bu şekilde maliyet yaratan faktörler kontrol edilebilir bir nitelik kazanmaktadır (Kaplan ve Anderson 2007).

1990'larda kurumsal kaynak planlamasının, faaliyet tabanlı bütçelemenin ve performans değerlemesinin yönetim ekonomisi çerçevesinde bütünleşmesi, faaliyet tabanlı maliyetlemenin stratejik bir araç vasfını kuvvetlendirmiştir. Temelde geleneksel maliyetleme yapan işletmeler dahi; yönetim raporlarında faaliyet tabanlı maliyetleme yaklaşımından faydalanmışlardır.

Günümüze gelindiğinde ise, artan otomasyon gereksinimlerine dayalı olarak yönetim ekonomisinde gün yüzüne çıkan tahmini maliyetleme, simülasyon veya zincirleme tedarik yönetimi gibi olgular maliyetlemede pratik kapasitenin önemini artırmıştır. Diğer bir deyişle, günümüz iş dünyasına dayalı olarak, çok kısa aralıklarla pratik kapasitede göreceli olarak ciddi oynaklıklar ortaya çıkabilmektedir. Faaliyet tabanlı maliyetleme, teorik ile pratik kapasite arasındaki farkı ifade eden kullanılmayan kapasitenin maliyetinin doğrudan ölçümünde yetersiz kalmaya başlamıştır. Ayrıca, hızla değişen koşullar karşısında her seferinde faaliyetlere ilişkin bilgilerin toplanmasında da karşılaşılan sorunlar faaliyet tabanlı maliyetleme yapabilmek için katlanılan maliyetin boyutunu artırmıştır.

Söz konusu eksiklikleri gidermek adına Kaplan ve Anderson (2004) tarafından zaman etkenli faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi önerilmiştir. Bu sistem esas olarak pratik kapasitenin ve her bir faaliyet için gerekli olan sürenin tespitine odaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, zaman etkenli faaliyet tabanlı maliyetlemede faaliyetler için harcanan zaman dikkate alınmaktadır.

Endüstri devrimleri ve özellikle Endüstri 3.0'a geçiş, maliyetleme sonucunda elde edilmesi istenen bilginin niteliğini artırmıştır. Bu sürecin maliyetleme üzerindeki etkisi aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Direkt işçilik giderlerinin azalması, buna karşın genel üretim giderlerinin artması; maliyetlemede endirekt giderlerin dağıtımını sorunu gündeme getirmiştir. Bu bahisle hem endirekt giderlerin dağıtımına yönelik olarak kullanılan dağıtım anahtarlarının sayısı hem de maliyete etki gösteren faktör sayısı artmıştır.
- Maliyet kontrolü ve yönetiminde endirekt gider minimizasyonu öncül rol oynamaya başlamıştır.
- Üretim süreçlerinin otomasyona dayalı olarak değer zinciriyle entegrasyonu, maliyet üzerinde etki yaratacak bilgi akışını artırmıştır ve bu durum toplam maliyet üzerinde üretim miktarına nazaran faaliyetlerin etkisini ön plana taşımıştır.
- Değer zinciri iş süreçleri üzerinde kısa vadeli etkiler göstermeye başlamıştır ve bu nedenle esnek iş modelleri tasarlanmıştır. Esnek iş modelleri pratik kapasitenin volatilitelerini artırmış; teorik kapasite yerine pratik kapasiteye odaklanan anlayış belirginleşmeye başlamıştır.
- Günümüz iş dünyasının yarattığı değişkenlik ve hız, faaliyetlere dayalı olarak harcanan zaman çerçevesinde tahmine dayalı maliyetlemeyi ön plana çıkarmış, maliyet ve yönetim muhasebesi tahmin edilen (veya olması gereken) ile gerçekleşen arasındaki sapmaların analizine odaklanmıştır.

5. KARANLIK FABRİKALAR VE MALİYETİN KAPSAMI: OLASI ETKİLER

Endüstri 3.0, maliyet kavramını finansal raporlamaya konu sonuçların ötesinde stratejik yönetim kapsamında ele alınan bir unsur haline getirmiştir. Endüstri 4.0 devrimi ve Toplum 5.0 anlayışı çerçevesinde hiç şüphesiz ki maliyet kavramının kapsamında yaşanan değişim devam edecektir.

Endüstri 4.0'ın yaratacağı belirgin etki, iş süreçlerinin dijital olarak birbirine bağlanan akıllı makinelerle dayalı olarak kurgulanmasıdır. Sensörler, aktüatörler ve diğer araçlar yardımıyla fiziksel unsurların sanal bilgi işlem dünyasına bağlanmasıyla tesis edilen siber fiziksel sistemler ise, fabrikalardan başlayarak tüm değer zincirinin eş anlı olarak iletişim kurabilmesini mümkün kılmaktadır. Değer zincirinin dijital entegrasyonunda ise, bilgi akışına dayalı olarak hızlı tepki verebilen karanlık fabrikalar kavramı ön plana çıkmaktadır. Çünkü dijitalleşen değer zinciri

çerçevesinde belki de fabrikalar dışında herhangi bir fiziksel ortamdaki bahsedilemeyecektir. Ürünler artırılmış gerçeklik vasıtasıyla sanal dünyada sergilenecek, satışlar sanal olarak yapılacak, müşteri talepleri otomatikleştirilecek (buzdolabının ürün eksikliğini tespit ederek sipariş geçmesi gibi) ve dağıtım doğrudan akıllı makineler tarafından yapılacaktır. Diğer bir ifadeyle, Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0'in maliyetin kapsamı üzerindeki olası etkilerini tartışabilmek için öncelikle karanlık fabrika kavramının anlaşılması gerekir.

Karanlık fabrika, dijital olarak birbirine bağlanan değer zinciri unsurlarına dayalı olarak tasarlanan iş modelinde üretimin gerçekleştiği safhadır. Bu safha siber fiziksel sistemlerden teşkil edilmektedir. Karanlık fabrikadaki otomasyon süreçleri, cihazlar ve makineler hem birbirleriyle hem de değer zinciri içerisinde yer alan diğer unsurlarla iletişim kurabilmektedir. Örneğin, üretimin herhangi bir aşamasında kaynak sıkıntısı çekilmesi durumunda fabrikadaki siber fiziksel sistemler gerekli kaynak siparişini otomatik olarak verebilmekte veya farklı ürünlerin satış hacimleri ile ilgili bilgileri analiz ederek talebin yükseldiği mamulün üretim düzeyini anlık olarak artırabilmektedir. Anlaşılabilirliği gibi bu tür fabrikalarda direkt işçilik giderini yaratan insan gücü bulunmamaktadır. O halde bu fabrikaları aydınlatmaya dahi gerek yoktur ve bu nedenle bu tür akıllı fabrikalara karanlık fabrika ismi verilmiştir.

Karanlık fabrikalar ilk olarak 1980'li yılların başında konu edilmeye başlanmıştır (Akben ve Avşar 2018). Gerçek anlamda dünyadaki ilk karanlık fabrika, Çin'in Dongguan şehrinde yer almaktadır. Changying Precision Technology Company isimli firma, hassas teknolojiler üzerine çalışmakta ve cep telefonu üretimi yapmaktadır. Firmada ilk yıllarda 650 işçi çalışırken; sonrasında bu sayı 60'a düşürülmüştür. Üretim sadece akıllı makineler tarafından yapılmaktadır. Fabrikada çalışan insanlar ise bilgisayar başında süreç takibi görevini yerine getirmektedir. İnsan gücünün yüzde doksanını makinelerle değiştirmiş olan firmanın üretkenliğinde % 250 artış gözlemlenirken aynı zamanda meydana gelen bozukluk ve arızalarda ise % 80 oranında azalma yaşanmıştır (Javelosa 2017).

Karanlık fabrikaların yakın gelecekte gözle görünür ve net bir şekilde tahmin edilebilir etkisi, direkt işçilik giderlerini ortadan kaldırması olacaktır. Bu öngörü dahi, Endüstri 4.0'ı tam anlamıyla uygulayan işletmelerde geleneksel maliyetlemenin uygulanabilirliğinin ortadan kalkacak olmasına işaret etmektedir.

Değer zinciri unsurlarının dijital olarak birbirine bağlanması ve sektörde yaşanan değişimlere karşın akıllı fabrikalarda anlık çözümler geliştirilmesi; karanlık fabrikaların durmaksızın üretim yapabilme kabiliyetine dönük olarak tasarlandığını ortaya koymaktadır. Diğer bir deyişle, karanlık fabrika yatırımları kesintisiz, 7 gün 24 saat üretim amacıyla tesis edilecektir. Bu tür bir yapı içerisinde, siber fiziksel sistemler öncelikli olarak makine öğrenmesi (yapay sinir ağları metodolojisi uygulamaları gibi) becerisine sahip olacaktır. Tanımlanan problemler ışığında makineler karşılaşılan

durumlara çözüm getirecektir. Aslında yapay zeka makine öğrenmesinin bir sonraki aşamasıdır, yani karanlık fabrikaların bilim kurgu boyutudur. Kısacası, makine öğrenmesi bilgisayarlara anlama yeteneği veren bir yapay zeka uygulaması iken; yapay zeka makinelerine insan gibi düşünme ve öğrenme yeteneğinin verilmesidir. Şu an için teknolojik ilerlemeler çerçevesinde yapay zekadan değil, ancak makine öğrenmesine dayalı yapay zeka uygulamasından bahsedilebilmektedir. Makine öğrenmesinin boyutları geliştikçe, karanlık fabrikaların yaşanan aksaklıklara çözüm üretme kapasitesi gelişecektir. Örneğin, fabrikada oluşan bir arıza anında ve dışarıdan müdahale olmaksızın giderilecek veya üretim sürekli kalite kontrolüne dayalı olarak yerine getirilecektir. Bu bağlamda, kesintisiz üretim aksamayacak; bakım onarım ve kalite kontrolüne ilişkin giderler neredeyse ortadan kalkacaktır.

Hiç şüphesiz ki, kesintisiz üretim yeteneğine sahip karanlık fabrikaların tesisi çok yüksek yatırım maliyeti gerektirmektedir. Bu bakımdan bakım onarım ve kalite kontrolü giderlerinin azalması; yüksek yatırım tutarı nedeniyle amortismanların artışının yanında önemsenmeyecek düzeydedir. Karanlık fabrikaların amortismanına dayalı olarak genel üretim giderlerini önemli seviyede artırmaya devam edeceği öngörülebilir.

Günümüz dünyasında işletmelerin müşteri sermayesine dayalı oluşan marka değerleri veya iş modellerini yürütmelerini ve geliştirmelerini sağlayan insan sermayesine dayalı olarak oluşan maddi olmayan duran varlıklar, değer oluşumu raporlaması açısından temel belirleyici haline gelmiştir. Bu bağlamda, karanlık fabrika yatırımları yalın olarak sabit bir yatırıma dayalı olarak teşkil edilemez. Böylesi yatırımların maddi olmayan tarafının ağırlığı yüksek olacağı gibi, değer zincirinin yönetimi kapsamında da süreklilik gösteren bir iyileştirme sürecine ihtiyaç duyulacaktır. Bu açıdan, insan sermayesi birikiminin tesisi Endüstri 4.0'ın en önemli değer yaratma faktörüdür. Hiç şüphesiz ki, insan sermayesi işletmeler açısından satın alınamayan, yani varlığa dönüşmeyen bir unsur olup sadece süreli olarak kiralanabilir. İnsan sermayesi sonucunda yaratılan entelektüel sermaye işletmenin varlığıdır ve bu açıdan değere katkıda bulunur. Ancak mevcut finansal raporlama standartları işletme içerisinde yaratılan maddi olmayan duran varlıkların raporlanmasını sınırlamaktadır (Atalay ve diğerleri 2018). Değer yaratma sürecinde entelektüel sermaye unsurlarının bu denli ön plana gelmesi, sürdürülebilirlik raporlaması veya entegre raporlama gibi yeni raporlama yaklaşımlarının gündeme gelmesine katkıda bulunmuştur (Gokten ve Okan Gokten 2017; Gökten 2018). Buna karşın mevcut finansal raporlama çerçevesinde, gerçeğe uygun değer objektif olarak belirlenememesinden ötürü işletme içerisinde yaratılan maddi olmayan duran varlıklar gerçeğe uygun sunum ilkesi çerçevesinde bilançoda raporlanamamaktadır. Halbuki, Endüstri 4.0'a dayalı olarak teşkil edilecek karanlık fabrikalar ve dağıtımına ilişkin depolar değer zincirinin belki de tek kapsamlı fiziksel yatırımını oluşturacak; tesis edilecek iş modeline dayalı olarak oluşturulan dijital ağlara dayalı siber fiziksel sistemler ise hiç şüphesiz ki süreklilik arz eden maddi olmayan duran varlık oluşumunu içerecektir. Dolayısıyla karanlık fabrika yatırımı, mevcut finansal raporlama sınırlılıkları çerçevesinde

raporlanamayan yüksek tutarlı maddi olmayan duran varlık edinimi içerecek ancak mevcut düzenlemelerin devam etmesi durumunda maddi olmayan duran varlıklara ilişkin amortismanlar üretim giderleri arasında yer alamayacaktır.

Bunlara ek olarak, durmaksızın üretim olgusu ve değer zincirinin dijital olarak bütünleşmesi, faaliyet tabanlı maliyetleme kapsamında faaliyetlerin ve faaliyetlere ayrılan zamanın belirlenmesinde zorluklar yaratabilecektir. Şöyle ki, Endüstri 4.0 çerçevesinde tesis edilen insan sermayesi tüm sürecin kontrol ve gözetiminde ve süreçlerin iyileştirilmesinde yani maddi olmayan duran varlık oluşumunda görev alacaktır. Tedarik sürecinden üretime, pazarlama ve satışa, takiben dağıtıma kadarki süreç tamamen dijital olarak tesis edilecektir. Diğer bir ifadeyle akıllı makineler tedarik siparişlerini kendileri verecek, tedarikçi drone veya sürücüsüz araçlarla otomatik olarak ilk madde ve malzemeyi karanlık fabrikaya ulaştıracak, müşteriler artırılmış gerçeklikle ürünleri sanal ortamda deneyecek ve seçecek, satışlar sanal ortamda gerçekleştirilecek, üretim planlamaları gelen talebe göre anlık değerlendirilerek siber fiziksel sistemler tarafından yapılacak, ürünler müşterilere yine drone veya sürücüsüz araçlarla ulaştırılacaktır. Böyle bir kurgu içerisinde hiç şüphesiz ki, süreci yani değer zincirini kontrol eden, gözlemleyen ve geliştiren nitelikli personeli veya değer zincirine yapılan yatırımları veya değer zincirindeki endirekt giderleri faaliyetler bazında ayırmak zorlaşacaktır. Örneğin değer zinciri üzerinde tesis edilen iletişim ağları için yapılan fedakarlıkların hangi oranda üretim için, hangi oranda satış için, hangi oranda araştırma geliştirme için veya hangi oranda yönetim için yapıldığı sorusunun cevabını bulmak son derece karmaşık bir problem haline dönüşecektir.

Karanlık fabrikaların kesintisiz üretime dayalı olarak pratik ve teorik kapasite ayırımı ortadan kaldıracaklığı ihtimali açıktır. Bu nedenle kullanılmayan kapasite etkisi maliyetlemede ortadan kalkabilir. Hiç şüphesiz ki siber fiziksel sistemlere dayalı iş modellerinin tesisi için gerek duyulan maddi ve maddi olmayan yatırımı yapabilecek işletmelerin sayısı sınırlıdır. Bu açıdan Endüstri 4.0'ın küresel seviyede çok sayıda işletmenin ömrünü sonlandırabileceği ve sektörler bazında küresel düzeyde birkaç işletmenin tartışmasız üstünlüğünü gündeme getirebileceği öngörülebilir. Bu öngörü çerçevesinde karanlık fabrikaların kesintisiz ve doğal olarak tam kapasite üretim kabiliyetinde olacağı yüksek ihtimallidir.

Üretim planlamalarına yani hangi üründen ne kadar ve ne zaman üretileceğine siber fiziksel sistemler tarafından karar verilmesi, faaliyetlere ayrılan zamanın tahmin edilmesinde zorluklar yaratabilir. Ayrıca, makine öğrenme kabiliyetine dayalı olarak sürekli iyileştirme çerçevesinde akıllı fabrikalar faaliyetler için harcanan zamanlarda hızlı değişimler yaratabilir.

Tüm bu hususlara dayalı olarak, Endüstri 4.0 maliyetin fonksiyonlar çerçevesinde sınıflandırılmasının yarattığı avantajı ortadan kaldırabilir. Maddi olmayan duran varlıkların raporlama sınırlılıkları nedeniyle esasen üretim için yapılan yatırımların dönem giderleri olarak raporlanması,

faaliyetlerin değer zincirinin tümüyle ilişkili olduğu halde ağırlıklı olarak belirli fonksiyonlara dayalı olarak değerlendirilmesi veya faaliyetlerin ayrımında ortaya çıkacak belirsizlikler; endirekt giderlerin üretim ve dönem giderleri ayrımına dayalı olarak raporlanması çerçevesinde maliyetlemede hatalı sonuçların tesis edilmesine neden olabilir. Kısaca Endüstri 4.0 faaliyet ayrımının da ötesine geçerek, esasen sürekli iletişimin tesis edildiği değer zincirinde bir bütün olarak tek bir sürecin yönetilmesini gündeme getirmektedir. Diğer bir deyişle, faaliyetler birbiriyle tam anlamıyla iç içe geçmekte ve birbirinden bağımsız olarak işletilemez bir hal almaktadır. Bu yapıda geleneksel maliyetlemenin yetersizliği aşikar olmakla birlikte, faaliyet tabanlı maliyetlemenin de ortaya çıkacak bütünleşmeye dayalı olarak değişime uğrayacağını söylemek yerinde olacaktır.

Endüstri 4.0'ın maliyetin kapsamı üzerinde yaratacağı etkilerin değerlendirilmesi açısından ele alınabilecek diğer bir husus, fütüristik beklentilerdir. Fütürizm geleceğin tasarlanmasına ışık tutan felsefedir. Organ üretimi, robot uzuvlar vb. fütürizmin birer sonucu olarak popülerlik kazanan beklentilerdir. Hiç şüphesiz ki, Endüstri 4.0'ın maliyet kapsamı üzerindeki etkileri tartışılacaksa konunun fütüristik beklentiler çerçevesinde değerlendirilmesi gerekir. Örneğin, ilk bakışta Endüstri 4.0 çerçevesinde enerji giderlerinin artacağı yargısına hızlıca ulaşılabılır. Lakin, bu tür bir yargı hatalı öngörünün yapılmasına neden olabilir. Çünkü bu yargıda, Endüstri 4.0 ile değer zinciri yönetiminde geleceğe yönelik teknolojik ilerlemeler dikkate alınırken, enerji giderinde mevcut teknolojik seviye dikkate alınmaktadır. Halbuki aynı ilerleme enerji teknolojisinde de yaşanacaktır. Örneğin, her bir fabrikanın kendi füzyon reaktörü olduğunu düşünelim. Bu durumda her fabrika çok yüksek miktarlarda enerji üretme kapasitesine sahip olacak, ihtiyaç fazlası enerji miktarı nedeniyle enerji giderleri azalacak belki de göz ardı edilir hale gelecektir. Nasıl ki hava yaşamsal bir ihtiyaç olmasına karşın bolluk nedeniyle maliyet yaratmıyorsa, aynı durumun gelecekte enerji giderleri açısından da yaşanamayacağı söylenemez.

Endüstri 4.0 çerçevesinde maliyet kapsamında değişiklik yaratacak önemli olguların birisi de sürdürülebilirlik maliyetleridir. Günümüzde işletme paydaşları sadece finansal değer yaratımıyla değil, aynı zamanda iş modellerinin çevresel ve sosyal etkileriyle de yakından ilgilenmeye başlamışlardır. Gelecek nesillerin yaşam kalitelerini düşürmeden gelişmeyi ifade eden sürdürülebilir kalkınma prensibi çerçevesinde, Endüstri 4.0 sürecinde işletmelerin karışılacağı sürdürülebilirlik maliyetleri ön plana çıkacaktır. Diğer bir deyişle, işletmeler iş süreçlerinin neden olduğu negatif çevresel ve sosyal etkileri minimize etme çabası içerisine gireceklerdir (Burritt ve Christ 2016). Bu bahisle Endüstri 4.0 çerçevesinde negatif çevresel etkilerin ve Toplum 5.0 çerçevesinde negatif sosyal etkilerin minimize edilmesi doğrultusunda ortaya çıkan giderler, maliyet kapsamı içerisindeki ağırlığını artıracaktır.

6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Yaşanan endüstri devrimleri, tarihsel süreç itibarıyla gider çeşitlerini ve giderlerin toplam içerisindeki ağırlığını belirlemiş ve değiştirmiştir. Yalın olarak insan gücüne dayalı işçiliğe odaklanılan dönemde direkt işçilik giderleri maliyetlemede belirleyici iken; üretimde otomasyona geçilmesiyle beraber direkt işçilik giderlerinde azalma; buna karşın genel üretim giderlerinde artış yaşanmıştır. Endirekt giderlerin dağıtım sorununu belirginleşmesiyle birlikte geleneksel maliyetleme yerine faaliyet tabanlı maliyetleme yaklaşımı benimsenmeye başlamış, maliyet kontrolünde faaliyetlere odaklanılmıştır. Bu değişim, maliyet ve maliyet kontrolünü, iş süreçlerinin yönetilmesi ve iyileştirilmesi açısından günümüzde stratejik bir araç haline getirmiştir. Diğer bir ifadeyle, maliyet kavramının içerdiği bilgi düzeyi genişlemiştir.

Bir sonraki adım olan Endüstri 4.0 değer zincirinin dijital olarak bütünleştirilmesini ve iş modelinin siber fiziksel sistemlere dayalı olarak işletilmesini amaçlamaktadır. Teknolojinin toplumun avantajına yönelik olarak kullanılması amacını içeren Toplum 5.0 anlayışı da dikkate alındığında, hem Endüstri 4.0 hem de Toplum 5.0 beraberince maliyetin kapsamında ciddi değişimler yaratacaktır. Direkt işçilik giderlerinin sıfırlanması, maddi olmayan duran varlık oluşumunda yaşanacak hızlı artış, negatif çevresel ve sosyal etkilerin minimizasyonu doğrultusunda ortaya çıkan maliyetler ve enerji gibi girdilerin maliyetlerindeki değişiklikler doğrudan maliyetleme yaklaşımlarını etkileyecektir. Bu bahisle geleneksel maliyetlemeye çözüm olarak geliştirilen faaliyet tabanlı maliyet yaklaşımı dahi işlerliğini yitirebilir. Dijital iletişime dayalı olarak değer zinciri süreçleri arasındaki tam bütünleşme nedeniyle, faaliyetlerin ayrımı muğlak hale gelebilecektir. Bu durum belki de, endüstri 2.0'dan 3.0'a kadar olan süreçte makul bir yol olarak görülen, giderlerin fonksiyonel sınıflandırılması anlayışının yarattığı avantaj ve faydaları ortadan kaldırabilir. Tam anlamıyla Endüstri 4.0 yaklaşımıyla örtüşen iş modellerinin ortaya çıkmasıyla, karanlık fabrikaların maliyetlemeye etkisi yakın bir gelecekte daha fazla tartışılmaya başlayacaktır. Dolayısıyla, iş süreçlerindeki gelişmelere göre, özellikle uygulayıcıların geliştirdikleri tekniklerle şekil alan maliyet ve yönetim muhasebe uygulamalarının hızlı bir değişim sürecine gireceği söylenebilir.

KAYNAKÇA

Akben, İ. ve İ. İ. Avşar. 2018. "Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış", Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 3 (1).

Anderson, S. W. ve S. M. Young. 1999. "The Impact of Contextual and Process Factors on the Evaluation of Activity-Based Costing Systems", Accounting, Organizations and Society, 24(7).

Atalay, B., S. Gokten ve M. Turkcan. 2018. "An Overview of Measuring and Reporting Intellectual Capital", In *Global Approaches in Financial Economics, Banking, and Finance*, Springer, Cham.

Bilişim Hareketi. 2018. "Endüstri 5.0 – Endüstri Devrimlerine Genel Bakış", <https://bilisimhareketi.com/endustri-5-0-endustri-devrimlerine-genel-bakis>, (Erişim Tarihi: 03. 08. 2018).

Burritt, R. ve K. Christ. 2016. "Industry 4.0 and Environmental Accounting: A New Revolution?", *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*, 1.

Büyükmirza, H.K. 2015. *Maliyet ve Yönetim Muhasebesi*, 20. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.

Cooper, R. ve R. S. Kaplan. 1988. "Measure Costs Right: Make the Right Decisions", *Harvard Business Review*, 66 (5).

Develi, H. 2017. "Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a", *Dünya Gazetesi*, 2 Kasım 2017. <https://www.dunya.com/kose-yazisi/endustri-40dan-toplum-50a/389146>, (Erişim Tarihi: 12. 08. 2018).

Dombrowski, U. ve T. Wagner. 2014. "Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution", *Procedia CIRP*, 17.

Fırat, O. Z. ve S. Ü. Fırat. 2017. "Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46 (2).

Frey, C. B. ve M. A. Osborne. 2017. "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?", *Technological Forecasting & Social Change*, 114.

Gokten S ve P. Okan Gokten. 2017. "Value Creation Reporting: Answering the Question 'Value to Whom' According to the International Integrated Reporting Framework", *Theoretical Journal of Accounting-ZTR*, 91(147).

Gokten S. 2018. "Ekonomik Kalkınma Teorisi ile Muhasebedeki Paradigma Kayması Arasındaki Etkileşim: Saptanan Ayak İzleri ve Çıkarımlar", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10 (3).

Gürses, A. P. 1999. "An Activity-Based Costing and Theory of Constraints Model for Product-Mix Decisions", *Doktora Tezi*, Virginia Tech.

Harsh, M. F. 1993. "The Impact of Activity Based Costing on Managerial Decisions: an Empirical Analysis", *Doktora Tezi*, Virginia Tech.

Javelosa, J. 2017. "Production Soared After This Factory Replaced 90% of Its Employees With Robots", *Future Society*, 9 February 2017. <https://futurism.com/2-production-soars-for-chinese-factory-who-replaced-90-of-employees-with-robots>, (Erişim Tarihi: 20. 08. 2018).

- Johnson, H.T. 1992. "It's Time to Stop Overselling Activity-Based Concepts", *Strategic Finance*, 74 (3).
- Kaplan, R. S. ve S. R. Anderson. 2007. "The Innovation of Time-Driven Activity-Based Costing", *Journal of Cost Management*, 21 (2).
- Kaplan, R.S. ve S. R. Anderson. 2004. "Time-Driven Activity Based Costing", *Harvard Business Review*, 82 (11).
- Karakaya, M. 2007. *Maliyet Muhasebesi*, 3. Baskı, Gazi Kitabevi.
- Moment. 2018. "Endüstri 4.0'ın Sonrası Toplum 5.0", Mayıs 2018, Sayı: 120 <http://www.moment-expo.com/endustri-4-0in-sonrasi-toplum-5-0>, (Erişim Tarihi: 20. 07. 2018).
- Müller, J.M., O. Buliga ve K. Voigt. 2018. "Fortune Favors the Prepared: How SMEs Approach Business Model Innovations in Industry 4.0", *Technological Forecasting & Social Change*, 132.
- Pereira, A. C. ve F. Romero. 2017. "A Review of the Meanings and the Implications of the Industry 4.0 Concept", *Procedia Manufacturing*, 13.
- Reinsel, D., J. Gantz ve J. Rydning. 2017. "Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical", IDC White Paper, <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf>, (Erişim Tarihi: 12. 08. 2018).
- Russell, S. ve P. Norvig. 2010. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3. Baskı, Pearson Education Inc, Prentice Hall.
- Sarı, H. 2016. "İnsansız Fabrikalar 30 Yılda Türkiye'de", *Dünya Gazetesi*, 24 Şubat 2016. <https://www.dunya.com/ekonomi/insansiz-fabrikalar-30-yilda-turkiyede-haberi-308675>, (Erişim Tarihi: 20. 08. 2018).
- Troxel, R.B. ve M. G. Weber. 1990. "The Evolution of Activity-Based Costing", *Journal of Cost Management*, 4 (1).
- Tunzelman, N.V. 2003. "Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolutions", *Structural Change and Economic Dynamics*, 14.
- TÜBİTAK. 2016. *Yeni Sanayi Devrimi, Akıllı Üretim Sistemleri, Teknoloji Yol Haritası*, TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı.
- Vahaplar, A. ve M. M. İnceoğlu. 2001. "Veri Madenciliği ve Elektronik Ticaret", *Türkiye'de İnternet Konferansları*, 1-3 Kasım 2001, İstanbul.
- World Economic Forum. 2018. *The Future of Jobs Report*, ISBN 978-1-944835-18-7.

Yıldız, M. ve B. F. Yıldırım. 2018. “Yapay Zeka ve Robotik Sistemlerin Kütüphanecilik Mesleğine Olan Etkileri”, Türk Kütüphaneciliği, 32 (1).