



Muhasebe Enstitüsü Dergisi Journal of Accounting Institute

Araştırma Notu | Research Note

Açık Erişim | Open Access

Endüstri 4.0 Teknoloji Bileşenlerinin Kontrol Faaliyetleri Üzerindeki Etkilerine Yönelik Teorik Bir Araştırma

A Theoretical Research on the Effects of Industry 4.0 Technology Components on Control Activities



Erdem Saçan¹

¹ Non-affiliated, SMMM, İstanbul, Türkiye

Öz

Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin hızla yayılması, bazı iş kollarının olumsuz etkilenmesine ve yeni iş kollarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu durum, işletmelerin rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri için dijital dönüşümlerini tamamlamalarının zorunlu hale geldiğini göstermektedir. Sürdürülebilir bir yapı için, etkin bir iç kontrol sisteminin kurulması da bir diğer önemli gerekliliktir. İç kontrol sisteminin eksik veya etkisiz olduğu durumlarda, işletmelerin varlıkları korunamayacak, verimli kullanılamayacak ve muhasebe verilerinin doğruluğu ile güvenilirliği sağlanamayacaktır. Etkin bir iç kontrol sistemi, olası risk ve tehditlere karşı işletmeleri koruma işlevi görerek, insan vücudundaki bağışıklık sistemi gibi çalışmaktadır. Bu koruma mekanizmasının temel unsurlarından biri olan kontrol faaliyetleri, işletmelerin risklere karşı dayanıklılığını artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde kontrol faaliyetlerinin rolünün ve gerekliliğinin derinlemesine anlaşılmasına katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Bu araştırmada derleme yöntemi kullanılarak, mevcut literatürün sistematik bir analizi yapılmıştır. Araştırma sonuçları, Endüstri 4.0'ın tüm süreçleri ve iş yapma biçimlerinde köklü değişimlere neden olduğunu ve işletmelerin kontrol faaliyetlerini yeniden yapılandırması gerektiğini ortaya koymuştur. Araştırma, kontrol faaliyetlerinin etkinliğini artırmak için gerekli stratejilerin belirlenip uygulanması gerektiğini vurgulamakta ve bu doğrultuda çeşitli öneriler sunmaktadır.

Abstract

The rapid proliferation of Industry 4.0 technological components has led to the decline of certain industries while giving rise to new ones. This demonstrates the necessity for businesses to complete their digital transformation to sustain their presence in a competitive environment. Establishing an effective internal control system is another critical requirement for building a sustainable structure. In cases where the internal control system is deficient or ineffective, businesses may fail to protect their assets, use resources efficiently, or ensure the accuracy and reliability of accounting data. An effective internal control system acts as a protective mechanism for businesses, similar to the immune system in the human body. One of the key components of this protective mechanism is control activities, which play a vital role in enhancing the resilience of businesses against risks. This study aims to deepen the understanding of the role and necessity of control activities during the transition to Industry 4.0. Using a review method, the research systematically analyzes the existing literature. The findings reveal that Industry 4.0 causes profound changes in all processes and business practices, necessitating the restructuring of control activities. The study emphasizes the need to identify and implement strategies to enhance the effectiveness of control activities and offers various recommendations in this context.

Anahtar Kelimeler Endüstri 4.0 • Endüstri 4.0 Bileşenleri • İç Kontrol Sistemi • Kontrol Faaliyetleri

Keywords Industry 4.0 • Industry 4.0 Components • Internal Control Systems • Control Activities



“ Atf | Citation: Saçan, E. (2025). Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin kontrol faaliyetleri üzerindeki etkilerine yönelik teorik bir araştırma. *Muhasebe Enstitüsü Dergisi–Journal of Accounting Institute*, (72), 45-56. <https://doi.org/10.26650/MED.1574838>

© This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

© 2025. Saçan, E.

✉ Sorumlu Yazar | Corresponding author: Erdem Saçan erdemsacan@hotmail.com



JEL Sınıflaması M40 · M41 · M49
JEL Classification M40 · M41 · M49

Yazar Notu Bu makale İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Muhasebe Bilim Dalı'nda Erdem Saçan tarafından yazılan "Endüstri 4.0 Bileşenlerinin Kontrol Faaliyetlerine Etkisi: Bir Araştırma" isimli doktora tezinden türetilmiştir.

Author Note This article is derived from the PhD thesis titled 'The Effect of Industry 4.0 Components on Control Activities: A Research' written by Erdem Saçan at Istanbul University, Institute of Social Sciences, Department of Business Administration, Department of Accounting.

Extended Summary

Industry 4.0 refers to a period in which digitalisation and automation are increasing. This revolution includes technological developments that make production processes more efficient, flexible, and error-free. The components of Industry 4.0 include elements such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), big data analytics, cyber-physical systems, and cloud computing. These technologies are radically transforming the internal control systems of businesses. The transformation that began with the digitalisation process with Industry 4.0 has been taken to a further level. Industry 4.0 adds artificial intelligence, the internet of things (IoT), big data analytics, and the integration of cyber-physical systems to production processes, enabling factories to operate with full automation. Industry 4.0 has not only increased the speed and efficiency of production processes but also improved inter-machine communication and self-decision-making capabilities. These developments have made production processes more flexible and customisable; It has increased the competitiveness of businesses on a global scale, making it possible for them to fully adapt to the digital economy. Thus, Industry 4.0 has opened the door to a new era in which industrial systems are completely digitalised and automated, built on the technological foundations of previous industrial revolutions. The digitalisation and automation brought about by Industry 4.0 have radically transformed not only the production processes of businesses but also their internal control systems and control activities.

Internal control is a set of processes and policies designed to ensure that businesses achieve their goals. An effective internal control system protects assets, increases efficiency, and ensures the accuracy of accounting transactions. Control activities, one of the basic components of internal control, play an important role in achieving these goals. Control activities perform functions such as managing risks, preventing errors, and increasing operational efficiency.

One of the effects of Industry 4.0 on internal control is that control activities are becoming more dynamic and data-driven. Thanks to IoT and big data analytics, businesses can obtain more precise and detailed data in real time. This allows for the faster detection and management of risks. Advanced automation reduces manual auditing and control processes, minimises margins of error, and reduces operational costs. In addition, with the introduction of cyber-physical systems, audit and control processes have become automated, thus reducing the need for manual intervention. This contributes to internal control systems becoming more reliable and sustainable, while allowing businesses to achieve cost effectiveness and operational efficiency in their control activities. These opportunities offered by Industry 4.0 have enabled businesses to establish a more effective control mechanism in their strategic decision-making processes. Industry 4.0 enables businesses to manage risks more efficiently by providing flexibility, effectiveness and sustainability in internal control systems. This transformation makes the control activities of businesses more efficient, reliable, and adaptable.

The main purpose of this study is to examine the impact of the technological components of Industry 4.0 on control activities, which are an important element of the internal control system. The research has a non-experimental qualitative research design and is based on the screening model. The research results reveal that technologies such as cyber-physical systems, artificial intelligence, manufactured internet (IoT), big data and cloud computing have transformed control processes into a more dynamic, flexible and data-oriented structure. In order not to miss the Industry 4.0 revolution, it is of great importance for many stakeholders, from individuals to civil society organisations, from businesses to states, to act in cooperation. In order for the digital transformation process to be carried out effectively and correctly, awareness and consciousness levels must be increased, the process must be directed, and states must take the lead in creating the technology infrastructure. In this context, it is recommended to establish centres of excellence within the framework of the cluster model and to provide tax reductions or various financial supports to businesses operating within this ecosystem.

Endüstri 4.0 Teknoloji Bileşenlerinin Kontrol Faaliyetleri Üzerindeki Etkilerine Yönelik Teorik Bir Araştırma

Küreselleşme ve teknolojik ilerlemeler, insanlık tarihini derinden şekillendiren ve dönüştüren sanayi devrimlerini de beraberinde getirmiştir. Her bir sanayi devrimi, toplumsal ve ekonomik yapıları köklü biçimde değiştirmiş; üretim biçimlerinden işgücü dinamiklerine, hatta bireylerin gündelik yaşamlarına kadar geniş bir etki alanı yaratmıştır. Bu devrimler, buharlı makinelerin kullanımıyla başlayıp, çeşitli enerji kaynaklarıyla çalışan karmaşık makinelerin gelişimine, ardından bilgisayarların hayatımıza girmesiyle robotların yaygınlaşmasına kadar uzanan bir dizi aşamadan oluşmuştur. Son zamanlarda ise yapay zekâ ve otonom robotlarla yürütülen üretim süreçlerindeki dönüşüm, Endüstri 4.0'ın en belirgin temsilcisi olarak karşımıza çıkmıştır.

Tarihsel süreçte, insan yaşamı başta teknoloji olmak üzere pek çok etken nedeniyle hızlı bir değişime uğramıştır. İnsan yaşamındaki değişim, teknolojiye paralel olarak günümüzde daha hızlanmış ve bireyler, teknoloji ile iç içe yaşar hale gelmişlerdir. Bu sürekli değişim süreci, işletmeleri de doğrudan etkilemekte ve işletmelerin teknolojiye uyum yeteneklerini geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Rekabetin yoğun olduğu piyasalarda, değişen koşullara adapte olamayan işletmeler, varlıklarını sürdürmemeye riskiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Endüstri 4.0 kavramının temelleri Almanya'da atılmış ve daha sonra Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Çin gibi diğer ülkeler tarafından benimsenmiştir. Endüstri 4.0 terimi, 2011 yılında düzenlenen Messe Teknoloji Fuarı'nda geniş kitlelere duyurulmuştur (Morrar, 2017, s.14). Bu girişimin ana hedefi, bulut bilişimi, yapay zekâ ve dijital üretimi teşvik etmek suretiyle üretim süreçlerini daha verimli, kaliteli, hızlı, düşük maliyetli ve hatasız hale getirmektir. Endüstri 4.0'ın başarısı, teknoloji bileşenlerinin birbiriyle uyumlu bir şekilde çalışmasına bağlıdır. Bu bağlamda, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, siber-fiziksel sistemler, 3D baskı, robotik uygulamalar ve artırılmış gerçeklik gibi bileşenler kritik bir rol oynamaktadır. Söz konusu teknoloji bileşenlerinin etkin bir şekilde entegrasyonu, işletmelere maksimum düzeyde fayda sağlayacak ve aynı zamanda işletmelerin iç kontrol sistemlerini de etkileyecektir.

İç kontrol sistemi, işletme yönetiminin belirlediği hedeflere ulaşmayı sağlamak amacıyla geliştirilen bir politika, süreç ve organizasyon bütünüdür. Etkin bir iç kontrol sistemi, faaliyetlerin etkinliğini ve verimliliğini artırırken, aynı zamanda varlıkları ve kaynakları korur, muhasebesel işlemlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlar. İç kontrol sisteminin sağladığı bu avantajlar, iç kontrolün önemini daha da artırır. Etkin bir iç kontrol sistemi oluşturabilmek için, beş temel bileşenin bir araya gelmesi gerekmektedir. Bu bileşenler şunlardır: Kontrol ortamı, kontrol faaliyetleri, risk değerlendirmesi, bilgi ve iletişim ile izleme. Bununla birlikte, işletmelerin amacı sadece etkin bir sistem kurmak değil, aynı zamanda sistemin sürekli olarak izlenmesi, geliştirilmesi ve sürekliliğinin sağlanması olmalıdır.

Literatürde, Endüstri 4.0'ın tüketici, toplum, kurum ve yönetim düzeyindeki etkilerini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, Endüstri 4.0'ın teknoloji bileşenlerinin iç kontrol sistemi bileşenleriyle, özellikle kontrol faaliyetleri ile olan ilişkisini, etkisini veya yansımalarını inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 teknolojilerinin iç kontrol faaliyetleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Özellikle, bu teknolojilerin iç kontrol sistemlerinde nasıl bir dönüşüm sağladığı ve bu dönüşümün işletme süreçlerine nasıl etki ettiği araştırılmaktadır. Bu çalışma, Endüstri 4.0 ve iç kontrol sistemleri bağlamında mevcut literatürdeki önemli bir boşluğu doldurma potansiyeline sahip olup, bu boşluğun giderilmesi araştırmanın temel motivasyonunu oluşturmaktadır. Çalışma, literatüre katkı sağlamanın yanı sıra, bu alanlarda yapılacak gelecekteki akademik çalışmalara da öncülük etmesi beklenmektedir.

Endüstri 4.0 (Dördüncü Endüstri Devrimi)

Endüstri 4.0, üretim süreçlerindeki verimliliği artırmak, maliyetleri azaltmak ve uluslararası rekabet gücünü artırmak amacıyla akıllı teknolojiler ile otomasyonun entegrasyonuna odaklanır. Sanayi işletmelerinin teknolojiye olan ilgi ve taleplerinin artması nedeni ile bu endüstri devriminin, öncekilerden daha derin ve dönüştürücü bir etki yaratması beklenmektedir. Bu talep, teknolojik yeniliklerin hızlı bir şekilde benimsenmesini ve uygulanmasını teşvik eder (Morrar, 2017, s.14). Bu devrim, sanayide köklü bir dönüşüm yaratarak, işletmelerin teknoloji kullanımını daha etkin hale getirmiştir. Teknolojinin hızlı entegrasyonu, yönetim stratejilerinin ve planlamalarının üzerinde de büyük bir etki yaratmıştır. Bu bağlamda, işletmelerin mevcut ve gelecekte karşılaşılabilecekleri zorluklara karşı daha esnek ve dayanıklı olabilmesi için araştırmalar ve uygulamalar giderek daha önemli hale gelmiştir (Xu et al, 2018, s.2942). Endüstri 4.0'ın etkisi, yalnızca üretim sektörleriyle sınırlı kalmayıp, toplumsal ve ekonomik yapıları da köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Bu devrim, iş süreçlerinin nasıl tasarlandığına dair temel değişiklikler getirirken, insan ile makine arasındaki etkileşimi yeniden tanımlamaktadır. Bu dönüşümü doğru bir şekilde kavramak ve benimsemek, hem endüstrilerin hem de bireylerin yeni ekonomik gerçekliklere adapte olabilmeleri için kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda, inovasyon ve dijitalleşme gibi modern ekonomik dinamikleri anlamalarına ve bu yeni dijital dünyada etkin bir şekilde faaliyet göstermelerine katkıda bulunacaktır. Bu süreç, ekonomiden sosyal ağlara, katmanlı üretim tekniklerinden dijital platformlara kadar birçok alanda yeni paradigmalara geçişi hızlandırarak, toplumun farklı katmanlarında büyük bir değişim dalgasını beraberinde getirecektir (Barreto et al, 2017, s. 1246).

Endüstri 4.0, üretim süreçlerinde köklü bir dönüşüm sağlayan dört ana teknoloji üzerine kuruludur: Nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, büyük veri ve bulut bilişim. Nesnelerin interneti cihazların internet üzerinden birbirine bağlı olmasını sağlayarak veri alışverişini mümkün hale getirmektedir. Bulut teknolojisi, büyük miktarda verinin depolanması ve işlenmesi için bir altyapı sunarken, büyük veri çözümleri bu verilerden anlamlı analizler çıkararak stratejik kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır. Siber-fiziksel sistemler ise fiziksel dünyayı dijital sistemlerle entegre ederek, üretim süreçlerini daha akıllı ve esnek hale getirmektedir (Vaidya, 2018, s.234). Siber fiziksel sistemler, üretim ve hizmet süreçlerinin bireysel ihtiyaçlara göre özelleştirilmesini, hedeflere uygun olarak maliyet, güvenilirlik, teslimat vb. konularda optimizasyonu sağlayarak bir dizi avantajlar sunmaktadır. Bu sistemler, kaynakların daha etkin kullanımını teşvik ederken, genel maliyetleri ve hatalı kaynak dağıtımını minimuma indirmektedir (Rudtsch et al., 2014 s. 314). Büyük veri teknolojisi sayesinde, finansal ve finansal olmayan bilgilere zamanında erişim sağlanabilmekte ve bu veriler yöneticilere hızla iletilerek yöneticilerin karar alma süreçleri desteklenmektedir. Büyük verinin sağladığı derinlemesine bilgi analizi, maliyet bilgileri gibi hayati öneme sahip detayların hızlı bir şekilde elde edilmesine olanak tanımakta, bu da kararların daha etkili, doğru ve bilgiye dayalı olmasını sağlayarak maliyet optimizasyonuna da katkıda bulunmaktadır (Akdoğan ve Akdoğan, 2018, s.8). Bulut bilişim çözümleri, paydaşların karşılaştığı riskleri en aza indirmek için stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir. Şirketlerin büyüme ve sürdürülebilirlik hedefleri, yeni teknolojilere uyum sağlama yeteneklerine ve bu teknolojileri iş süreçlerine hızla entegre edebilmelerine bağlıdır. Geleneksel yöntemlerin artık yeterli olmadığı bir dönemde uzmanlar, geleceğin yenilikçi teknolojilere açık olan ve bu yenilikleri benimseyen bireyler tarafından şekillendirileceğini öngörmektedirler. Bulut bilişim, işletmelerin farklı bölümlerinde maliyet ve zaman açısından büyük yükler oluşturan işlemleri azaltmak için önemli bir fırsat sunarak, her boyutta işletme için büyük bir avantaj sağlamaktadır (Dimitriu and Matei, 2015, s. 665). Endüstri 4.0, dokuz ana teknolojiyi kapsar: Bağımsız çalışan robotlar, nesnelerin interneti, simülasyon teknolojileri, bütünleşik sistemler, siber-fiziksel sistemler, 3D baskı olarak da bilinen eklemeli üretim, artırılmış gerçeklik, veri analizi için büyük veri ve bulut tabanlı bilişim. Bu teknolojiler arasında, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim,

Endüstri 4.0 ile ilgili bilimsel araştırmalarda en yaygın olarak ele alınan başlıklar arasındadır (Gonzalez, 2016, s.2).

Kontrol Faaliyetleri

Kontrol faaliyetleri, yönetimin belirlediği talimatların hayata geçirilmesini sağlamak amacıyla oluşturulmuş politika ve prosedürlerdir. Bu faaliyetler, organizasyonun hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmakla birlikte, kurumsal yönetim ilkelerine uygunluğu güvence altına alır. Özellikle hissedarlar ve diğer paydaşların çıkarlarının korunmasına yönelik hesap verebilirlik sağlama amacı taşır. Kontrol faaliyetleri, işletmenin karşılaştığı riskleri azaltmaya yönelik stratejik önlemler içerir ve bu risklerin etkin bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunur. Risk değerlendirme süreci ve kontrol ortamının belirlenmesinden sonra, yönetim uygun kontrol faaliyetlerini devreye alır (Mjaku, 2019, s. 137). Kontrol faaliyetleri, kurumun hedeflerine ulaşabilmesi ve risk yönetimini etkin şekilde gerçekleştirebilmesi için oluşturulmuş yönergeler ve prosedürlerdir. Bu faaliyetlerin başarılı olması için, süreç boyunca planlara sadık kalınarak, düzenli ve amaca uygun şekilde uygulanması önemlidir. Kontrollerin uygunluk standartlarına uyması ve kurum hedefleriyle doğrudan ilişkilendirilmesi gereklidir. Organizasyon genelinde, tüm katmanlarda ve işlevsel birimlerde uygulanması gereken bu faaliyetler, hata ve usulsüzlüklerin önlenmesi ve tespit edilmesi arasında dengeli bir yaklaşım sunmalıdır (Intosai, 1992, s.28). Düzgün tasarlanmış bir kontrol faaliyeti, hile olasılığını ve seviyesini azaltır (Horsfall, 2022, s. 14). Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO)'nun kontrol faaliyeti üç prensipten oluşmaktadır:

- Kontrol Eylemlerini Seçme ve Geliştirme
- Teknolojiye Uygulanacak Genel Kontrolleri Seçme ve Geliştirme
- Politika ve Prosedürler Oluşturma

Kontrol faaliyetleri, yönetimin belirlediği talimatların uygulanmasını sağlamak amacıyla oluşturulan politika ve prosedürlerdir ve Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik dönüşümle birlikte bu faaliyetler daha kritik bir rol oynayacaktır. Robotik süreç otomasyonu kontrol faaliyetlerini daha güvenilir ve daha düşük maliyetli hale getirecektir (PWC, 2019, s.6). Endüstri 4.0'ın sunduğu yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri gibi ileri teknolojiler, kontrol faaliyetlerinin hem daha etkin hem de daha dinamik bir şekilde uygulanmasına olanak tanıyacaktır. Bu bağlamda, organizasyonun hedeflerine ulaşmasına yardımcı olan kontrol faaliyetleri, aynı zamanda dijitalleşme sürecinde ortaya çıkabilecek yeni riskleri yönetmede stratejik bir önem kazanmaktadır. Endüstri 4.0, kontrol faaliyetlerinin sadece fiziksel süreçlerle sınırlı kalmayıp, dijital süreçlerin de kapsanmasını gerektirmektedir. Örneğin, COSO'nun kontrol faaliyeti ilkelerinden biri olan "Teknolojiye Uygulanacak Genel Kontrolleri Seçme ve Geliştirme" prensibi, Endüstri 4.0 ile daha fazla anlam kazanacaktır. Bu dönemde, işletmelerin teknoloji altyapısına yönelik kontrolleri geliştirirken siber güvenlik, veri bütünlüğü ve dijital izleme mekanizmaları gibi unsurları da dikkate alması gerekmektedir. Aynı şekilde, "Kontrol Eylemlerini Seçme ve Geliştirme" ilkesi, işletmelerin Endüstri 4.0'da daha esnek, hızlı uyum sağlayabilen ve otomatik karar süreçlerine entegre olabilen kontrol yapılarının oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu teknolojik yenilikler, aynı zamanda kurumların hedeflerine ulaşabilmesi ve risk yönetimini etkin şekilde gerçekleştirebilmesi için daha sofistike ve gerçek zamanlı kontrol faaliyetlerinin tasarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Dijitalleşen iş süreçlerinde hile olasılığının ve usulsüzlüklerin tespiti, büyük veri analizleri ve yapay zekâ destekli algoritmalarla daha erken fark edilebilir hale gelecektir. Böylece Endüstri 4.0, kontrol faaliyetlerinin maliyet-etkin olmasını ve kurum hedefleriyle doğrudan ilişkilendirilmesini sağlayan yeni araçlar ve yöntemler sunmaktadır.

Literatür İncelemesi

Ciğer ve ark. (2018, s. 230) tarafından gerçekleştirilen keşifsel bir çalışma, büyük veri kullanımının iç kontrol sistemlerinin etkinliği üzerinde olumlu bir etki yarattığını ortaya koymuştur. Bu çalışma, finansal tabloların denetim ve kontrol süreçlerine odaklanarak, büyük veri analitiğinin uygulanmasının, makul güvence düzeyini artırdığını, hile ve suistimalin tespitinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Ciğer ve arkadaşlarının bulguları, büyük veri teknolojisinin kurumsal denetim pratiğinde yeni olanaklar sunarak, şirketlerin finansal süreçlerinde daha güçlü bir iç kontrol sistemi kurmalarına katkıda bulunabileceğine işaret etmektedir.

Alslihat ve ark. (2018, s.199) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Ürdün'de faaliyet gösteren 154 mali müşavirle yapılan anket sonuçlarına dayanarak, bulut bilişim tekniklerinin ve COSO Komitesi çerçevesinin benimsenmesinin, donanım ve yazılım anlayışının geliştirilmesi, uygun bir ortamın oluşturulması ve gerekli bilgi teknolojisi altyapısı ile becerilerin sağlanması açısından önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, bulut bilişim teknolojisinin kullanımı ve COSO Komitesi çerçevesinin benimsenmesinin, etkili iç kontrol faaliyetlerinin tasarımı ve analizinde önemli avantajlar sunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, bulut bilişim teknolojisinin uygulanması sonucunda şirketlere çeşitli avantajlar sağlandığını ve bu teknolojik yenilikler aracılığıyla rekabet avantajı elde etmenin mümkün olduğunu öne sürmüşlerdir.

Abubakar ve ark (2020, s. 436), 76 iç denetçi üzerinde gerçekleştirdikleri anket çalışmasının sonuçlarına dayanarak Endüstri 4.0'ın finansal raporlamanın kalitesini etkileyen önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmalarında, bulut bilişim bileşeninin finansal rapor kullanıcıları üzerinde olumlu bir etki yarattığına dair önemli bulgular elde etmişlerdir. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın iç kontrol sistemi ile de güçlü bir ilişkisi olduğunu göstermişlerdir. Aritmetik kontrol, onay kontrolü, yönetim kontrolü, organizasyon kontrolü, denetim kontrolü gibi çeşitli kontrol yöntemlerinin Endüstri 4.0 göstergeleri ile daha etkili hale geldiği bulgularına ulaşılmıştır. Endüstri 4.0'ın performans ölçümünü artırdığı, karar vermeyi iyileştirdiği, kaliteli bilgi edinme ve finansal bilginin etkin bir şekilde işlenmesine öncülük ettiği savunulmuştur. Araştırmacılar, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin kaliteli mali rapor üretimine yardımcı olduğunu ve çeşitli iç kontrol sistemlerinin bir arada etkin bir şekilde çalışmasına katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir.

Li ve Li'nin (2020, s. 339) araştırmalarına göre, büyük veri ve bulut bilişim yazılımının etkili kullanımı, Çin'de faaliyet gösteren işletmelerin iç kontrol ve risk yönetimi stratejilerini kademeli bir biçimde dönüştürdüğünü ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, bu teknolojilerin uygulanmasının, şirketlerin kapsamlı iç kontrol sistemlerini oluşturmaya ve geliştirmesine olanak tanıdığını vurgulamışlardır. Ayrıca, finansal risk yönetimindeki iyileştirmelerin yanı sıra, günlük iş operasyonlarının verimliliğini artırdığını savunmuşlardır. Büyük veri ve bulut bilişim yazılımının rasyonel kullanımının, şirketlerin makul risk yönetimi stratejilerini benimsemelerine ve ileriye dönük analitik kararlar almalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Li, (2021, s. 6) tarafından yapılan keşifsel araştırma, birçok işletmenin iç kontrol sistemlerinin yeterince iyi olmadığına dair önemli bulgular ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçları, zayıf iç kontrol sistemlerinin bilgi aktarımındaki yavaşlığa, düşük bilgi doğruluğuna ve genel olarak düşük iç kontrol etkinliğine neden olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede, Li, işletmelerin bilgi doğruluğunu artırmak ve iç kontrol sistemlerini zamanında güncellemek için yeni teknoloji ve büyük veri sistemlerini benimsemelerini önermektedir.

Hong (2021, s. 87) çalışmasında, Endüstri 4.0 devrimi, tüm endüstrileri, meslekleri ve sosyo-ekonomik alanları güçlü bir şekilde etkilediğini ifade etmiştir. Bu bağlamda Endüstri 4.0, işletmedeki her çalışanın farkındalığını artırarak ve eylemlerini etkileyerek işgücü verimliliğini artırmakta ve iş kalitesini iyileştirmektedir. Nesnelerin İnterneti, büyük ölçekli veri depolama (Big Data), yapay zekâ ve bulut bilişim sistemlerinin ilerlemesi, dünyadaki her şeyi birbirine bağlamakta olup, iç kontrol faaliyetlerine uygun maliyetli ve hızlı yazılıma erişim için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu gelişmeler, kaynakların etkin bir şekilde kullanıl-

masına, zaman ve insan kaynaklarından tasarruf edilmesine yardımcı olmaktadır. Modern ekipmanların, programların ve dijital teknolojinin kullanılmasıyla daha önce toplanması zor olan bilgi ve verilerin kolayca toplanabileceği sonucuna varılmıştır.

Wahhab ve ark. (2022, s. 677) tarafından, 93 banka çalışanının katılımıyla gerçekleştirilen çalışmaya göre, büyük verinin raporlama kalitesini arttırdığı ve iç denetim sürecini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, büyük veri analitiği sayesinde, kritik finansal bilgilerin yönetim tarafından hızlı bir şekilde ele alınması ve sunulması sağlanmıştır. Araştırma, özellikle Irak'taki bankaların mali raporlarının büyük veri kullanımıyla paydaşlara daha doğru ve hızlı bir şekilde iletilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir.

Kontrol Faaliyetleri İçin Siber Fiziksel Sistemlerin Önemi

Kontrol mekanizmaları, bir sistemi etkin bir şekilde yönetme ve izleme yeteneğine sahiptir. Bir sistemin kontrol edilebilirliğini sağlamak amacıyla tasarlanan kontrol algoritmaları, sistem stabilitesinin korunmasını hedeflemektedir. Gözlemleyici sistemler, belirlenen sensör verileri aracılığıyla sistem durumlarını doğru bir şekilde izleme yeteneğine sahip olmak için durum tahminçileri veya gözlemciler kullanmaktadır. Sistem kontrol edilebilirliği veya iç kontrol parametrelerinin bozulması, siber-fiziksel sistemlerin stabilitesi ve performansı üzerinde önemli etkiler yaratabilir. Bu bağlamda, siber-fiziksel sistemler, siber saldırıların kimlik doğrulama, kullanılabilirlik ve gizlilik gibi üç ana kategorisi açısından incelenebilir ve saldırıların potansiyel etkileri, düşükten yükseğe değişkenlik gösterebilir. Yanlış konumlandırılmış sensörler, iş güvenliğini tehdit edebilir. Doğru bir şekilde entegre edilmiş siber-fiziksel sistemlerin, sistem stabilitesi, performansı ve güvenliği üzerinde belirgin etkileri olduğu ve bu sistemlerin stratejik olarak konumlandırılmasının önemi çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Khalid, et al, 2018, s. 136). Siber-fiziksel sistemlerin güvenliği, kurumların operasyonel sürekliliği ve güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Doğru bir entegrasyon, sistemlerin güvenlik ve kontrol faaliyetlerinin performans üzerindeki olumlu etkilerini artırarak, siber saldırılara karşı etkili bir savunma mekanizması geliştirebilir. Sonuç olarak, siber güvenlik bilincinin artırılması ve güçlü siber savunma stratejilerinin benimsenmesi, hem işletmelerin hem de toplumların siber saldırılara karşı daha dirençli hale gelmesini sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Kontrol Faaliyetleri İçin Nesnelerin İnternetinin Önemi

Nesnelerin İnterneti teknolojisinin yaygınlaşması, bilgi akışını merkezi olmayan bir yapı üzerinden yönlendirerek transfer süreçlerini hızlandırmakta ve maliyetleri azaltmaktadır. Ancak bu durum, yönetim ve kontrol süreçlerinin daha karmaşık hale gelmesine neden olacaktır. Bu yeni dinamikler ve senaryolar, etkili bir izleme ve yönetim sisteminin zorunlu hale gelmesini gerektirecek ve sonuç olarak muhasebe ile kontrol işlemleri üzerindeki baskıyı artıracaktır (Popescul et al, 2014, s. 211). Nesnelerin İnterneti'nin entegrasyonu ile birlikte, işletmelerin veri güvenliği, gizliliği ve bütünlüğünü sağlama konusundaki zorlukları da artmakta olup, bu durum daha karmaşık iç kontrol ve güvenlik önlemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Nesnelerin interneti ve tahminsel analitik tekniklerinin entegrasyonu, kontrol mekanizmalarını daha etkin, esnek ve öngörülerle desteklenen bir yapıya kavuşturarak, daha yüksek güvenlik seviyelerine daha az maliyetle veya mevcut maliyetlerle kapsamlı bir denetim sağlamayı mümkün kılmaktadır. İstatistiksel yöntemler, örneğin örnekleme ve regresyon analizi gibi teknikler, nesnel ve ölçülebilir güvenlik standartlarının oluşturulmasına katkıda bulunarak güvence süreçlerini destekler. Bu bağlamda, nesnelerin interneti, kontrol faaliyetlerinin beklentilerini daha etkili bir şekilde yönetmelerine, denetim risklerini ve potansiyel itibar zararlarını minimize ederek maliyetler çerçevesinde güvence seviyelerini artırmalarına olanak tanımaktadır (Jezovita et al, 2018, s. 16). Ayrıca, nesnelerin interneti ve tahminsel analiz tekniklerinin entegrasyonu işletmelerin operasyonel verimliliğini artırarak, süreçlerindeki verimlilik boşluklarını tanımlama ve iyileştirme

yeteneklerini güçlendirmektedir. Nesnelerin İnterneti teknolojisi, bilgi toplama, iletişim kurma ve akıllı işleme yetenekleri ile bilgi sistemlerinin ve iç denetim mekanizmalarının geliştirilmesine önemli katkılarda bulunmaktadır. Özellikle, bu teknoloji bankacılık sektörü açısından dolandırıcılıkla mücadelede kritik bir rol oynamaktadır. Nesnelerin interneti, tedarik zinciri, üretim ve satış süreçlerinde anlık ve tarafsız veri toplama imkanı sunarak bankaların operasyonel verimliliğini artırmaktadır. Nesnelerin interneti çözümleri, sensörler ve akıllı takip sistemleri kullanarak banka kasaları, faturalar ve makbuzlar gibi kritik belgelerin gerçek zamanlı izlenmesini, yönetilmesini ve güvenliğini sağlayarak bankacılık işlemlerini daha güvenli ve etkili hale getirmektedir (Song and Wang, 2019, s. 50). Dolayısıyla, nesnelerin interneti operasyonel süreçlerdeki verimliliği artırmak için sürekli güncellenen verilere dayanan bir altyapı sağlama yeteneği imkanı sunmaktadır.

Kontrol Faaliyetleri İçin Büyük Verinin Önemi

Endüstri 4.0'ın temel bileşenleri arasında yer alan büyük veri analitikleri, hizmet kalitesini artırma konusunda sezgisel içgörüler sağlamak ve kontrol süreçlerine anlık veri temin etme kapasitesine katkıda bulunmaktadır. Veri yedekleme, kurtarma, saklama ve güvenlik gibi alanlarda büyük veri yönetimi, kontrol faaliyetlerinin iyileştirilmesine olanak tanıyarak denetim süreçlerini basitleştirmektedir. Bu nedenle, risk yönetimi ve kontrol faaliyetlerinin koordinasyonunun ve iş birliği içinde yürütülmesinin önemi büyüktür (Onay, 2020, s. 157).

Endüstri 4.0'ın sunduğu teknolojik yenilikler, kalite kontrol süreçlerinde veri odaklı yaklaşımların benimsenmesini teşvik ederek işletmelerin operasyonel mükemmeliyetlerini arttırmalarına olanak tanımaktadır. Büyük veri, işletmelere devasa boyutlarda veri akışları sağlarken, bu verilerin bir kısmı kritik önem taşımakta diğerleri önemsiz niteliklerde olabilmektedir. İç kontrol birimleri, işlenmesi gereken verileri ayıklamak ve kurumsal performansı anlık olarak değerlendirmek için veri gösterge panoları gibi araçlardan faydalanabilirler. Yöneticiler, bu verileri kullanarak işletmenin farklı bölümlerinin verimliliğini ve mali sağlığını dinamik bir biçimde analiz edebilir ve detaylı incelemelerde bulunabilirler. Bu durum, yönetim için genel akışı izlemeyi kolaylaştırarak stratejik karar alma süreçlerine değerli katkılarda bulunur. Büyük verinin getirdiği yüksek hacimli ancak düşük kaliteli gereksiz bilgi yığınlarıyla başa çıkabilmek için, veri entegrasyonu ve paylaşımı yoluyla potansiyel finansal risklerin erkenden tespit edilmesi ve gereksiz veri birikiminin önüne geçilmesi amacıyla büyük veri teknolojilerinden yararlanmak elzemdir (Li, 2021, s. 5). Nihayetinde, büyük veri teknolojileri, işletmelerin veri yönetim süreçlerini optimize ederek, operasyonel verimliliklerini artırmalarına ve potansiyel finansal riskleri önceden tespit etmelerine olanak tanımaktadırlar.

Kontrol Faaliyetleri İçin Bulut Bilişimin Önemi

Bulut bilişim hizmetlerini kullanan işletmeler, finansal tasarruf, operasyonel verimlilik ve stratejik esneklik gibi avantajların yanı sıra rekabet avantajı elde etme potansiyeline de sahiptir. Bu teknolojilere yapılan yatırımlar, kuruluşların kontrol faaliyetlerini güçlendirerek daha sağlam bir yönetim ve denetim süreci oluşturmalarına katkı sağlar. Ayrıca, bulut bilişim hizmetlerinin entegrasyonu, veri güvenliği ve uyumluluk gibi kritik iç kontrol alanlarında güçlü bir temel oluşturarak kuruluşların güvenli ve verimli bir bilgi yönetim altyapısına sahip olmalarını sağlar (Simms, 2015, s. 339). COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) çerçevesi, özellikle muhasebe sistemleri ve diğer kurumsal bilgi sistemlerinde teknolojinin kullanımıyla ilişkili risklerin yönetilmesinde etkili kontrol mekanizmaları önerir. Bulut bilişim teknolojilerinin COSO standartları ile entegrasyonu, kuruluşların donanım ve yazılım kaynaklarını daha iyi anlamalarına, ihtiyaç duydukları bilgi teknolojisi altyapısını belirlemelerine ve gerekli yetkinlikleri edinmelerine olanak tanır. Bu entegrasyonun sağladığı faydalar ve beraberinde getirdiği potansiyel riskler, şirket içindeki tüm bölümlerle paylaşılmalı ve bu konuda açık iletişim sağlanmalıdır. Teknolojik

yeniliklerden yararlanarak rekabet avantajı elde etmek isteyen kuruluşlar için, bulut bilişim hizmetlerinin ve COSO kılavuzlarının analizi, etkili iç kontrol sistemlerinin oluşturulmasında ve risklerin yönetilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, COSO'nun önerdiği kontrol mekanizmaları, mali raporlama süreçlerinde olası dolandırıcılıkların önlenmesi ve zamanında düzeltici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Alslihat at all, 2018, s. 199).

Ticari bankalarda bulut bilişimin artan kullanımı, iç kontrol sistemlerinin öneminin artmasına ve özellikle kontrol faaliyetlerinin ön plana çıkmasına sebep olmuştur. Araştırmalar, teknolojinin, finansmanın, stratejinin, organizasyonel yapıların ve risklerin, ticari bankaların iç kontrol sistemleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Hibrit bulut bilişim çözümlerinin benimsenmesi, kontrol faaliyetlerinde beklenen pozitif sonuçları pekiştirmekte ve bankaların bulut bilişime yönelik tutumlarını daha da iyileştirmektedir (Al-Afeef at all, 2020, s. 107). Bulut bilişim teknolojilerinin uygulanmasına yönelik bilgi sistemleri stratejilerinin geliştirilmesi sırasında, şirket içinde açık iletişim kanallarının sürdürülmesi ve çalışanların rollerini etkin bir şekilde yerine getirebilmeleri için iç iletişimin güçlendirilmesi, ilgili risklerin etkin bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur.

Tartışma

Dijitalleşme, otomasyon ve veriye dayalı karar alma süreçleriyle ön plana çıkan Endüstri 4.0, yalnızca üretim süreçlerini değil, aynı zamanda işletmelerin iç kontrol sistemlerini de derinden etkilemektedir. Özellikle kontrol faaliyetleri bağlamında, Endüstri 4.0'ın işletmeler üzerinde yaratacağı etki, şirketlerin spesifik ihtiyaçlarına, sektörlerine ve mevcut yapılarına göre farklılık göstermektedir. Endüstri 4.0'ın işletmelerin iç kontrol sistemleri üzerindeki etkisi, özellikle kontrol faaliyetleri, risk yönetimi ve veri güvenliği açısından büyük bir dönüşümü beraberinde getirmektedir. Geleneksel iç kontrol sistemleri, manuel süreçler ve kısıtlı veri işleme kapasiteleri ile sınırlıydı. Ancak, Endüstri 4.0 ile birlikte, nesnelerin interneti, yapay zekâ, büyük veri analitiği, blockchain gibi teknolojilerin entegrasyonu, kontrol faaliyetlerini daha dinamik, esnek ve veri odaklı bir yapıya dönüştüreceği beklenmektedir. Bu dönüşüm, işletmelerin risk yönetimi süreçlerini daha verimli hale getirebilmekte ve aynı zamanda denetim süreçlerinde daha hızlı ve doğru sonuçlar alınmasını sağlayabilmektedir. Ancak, bu teknolojilerin işletmelerin iç kontrol sistemlerine entegrasyonu, belirli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu zorlukların başında, ilk yatırım maliyetlerinin geldiği bilinmektedir. Otomasyon sistemleri, yapay zekâ uygulamaları, nesnelerin interneti gibi teknolojilerin entegrasyonu, işletmelere başlangıçta önemli maliyetler yükleyebilir. Bu noktada, işletmelerin teknolojiye yönelik yatırımlarını yapmadan önce, yatırımın ekonomik geri dönüşünü dikkatlice hesaplamaları gerekmektedir. Fayda-maliyet analizlerinin titizlikle yapılması, doğru yatırımların yapılabilmesi ve uzun vadede sürdürülebilir büyümenin sağlanabilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Küçük ve orta ölçekli işletmeler için teknoloji yatırım maliyetleri, başlangıçta önemli bir engel oluşturabilir. Ancak, Endüstri 4.0'ın işletmelerin verimliliğini artırarak maliyetleri düşürmesi ve rekabet avantajı sağlaması beklenmektedir. Bu süreçte, yatırım kararlarının sektörel koşullar, mevcut teknoloji altyapısı ve iş gücü yeterliliği göz önünde bulundurularak alınması önemlidir. Endüstri 4.0 ile birlikte karşılaşılan zorluklar, genellikle teknolojinin işletme içindeki uyum süreci, veri güvenliği, altyapı sorunları ve iş gücü eğitimi gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bununla birlikte, Endüstri 4.0'ın zorluklarının zaman içinde aşılabacağına dair güçlü bir görüş mevcuttur. Geçmişte Endüstri 1.0, 2.0 ve 3.0'ın getirdiği zorlukların zamanla çözüme kavuştuğu dikkate alındığında, Endüstri 4.0'ın da benzer bir süreçten geçerek kısa ve orta vadede uyum sağlanabileceği söylenebilir. Bu geçiş süreci, hem teknolojik hem de organizasyonel anlamda önemli bir değişim gerektirmektedir. İşletmelerin, kontrol faaliyetlerini güçlendirmek için dijitalleşme sürecini sadece teknoloji yatırımları ile sınırlamayıp, aynı zamanda insan kaynakları, yönetim stratejileri ve iş gücü geliştirme politikaları ile de desteklemeleri gerekmektedir. İş gücünün bu yeni teknolojiye adaptasyonu, eğitim ve

beceri geliştirme programları ile sağlanmalıdır. Endüstri 4.0'a geçişin başarılı olabilmesi için, işletmelerin doğru bir strateji izlemeleri ve ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş yol haritaları oluşturması gerekmektedir. Bu süreç, teknolojinin sektörel dinamiklere uygun bir şekilde seçilmesi, iş gücü kapasitelerinin gözden geçirilmesi ve organizasyonel yapının bu yeni teknolojilere entegrasyonu gibi bir dizi adım içermektedir.

İşletmelerin Endüstri 4.0'ın tüm teknoloji bileşenlerini en üst düzeyde kullanması gerekip gerekmediği sorusu, önemli bir tartışma konusu olmaktadır. Bu soruya verilecek yanıt, işletmenin sektörel konumuna, stratejik hedeflerine ve mevcut altyapısına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Tüm teknolojilerin aynı derecede uygulanması her zaman gerekli olmayıp bazı bileşenlerin öncelikli entegrasyonu, kısa vadede daha büyük faydalar sağlayabilir. Endüstri 4.0'a geçişte, teknolojik bileşenlerin seçimi stratejik bir karar olmalıdır. Bu bileşenlerin işletmenin sürdürülebilirliğine katkı sağlaması, rekabet gücünü artırması ve verimliliği iyileştirmesi beklenmektedir. Bu noktada, her teknoloji bileşeninin o sektörde nasıl kullanılacağına dair detaylı bir analiz yapılmalıdır. Özellikle büyük veri analitiği, yapay zekâ, robotik süreç otomasyonu ve nesnelerin interneti gibi teknolojiler, sektörel ihtiyaçlara göre farklı şekillerde uygulanabilir. Örneğin, robotik süreç otomasyonu her iş için uygun olmayabilir; özellikle birbirini tekrar eden ve kurallara dayalı işlerde, karmaşık ve yüksek derecede yorum gerektirmeyen işlemlerde daha verimli sonuçlar verebilir. İşletmeler, ihtiyaçlarını belirledikten sonra bu teknolojileri doğru zaman, doğru şekilde ve yeterli yoğunlukta kullanarak rekabet avantajı elde edebilirler.

Sonuç ve Öneriler

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı, üretim süreçlerini ve iş yapma biçimlerini köklü bir şekilde değiştirmiş, bu da işletmelerin kontrol faaliyetlerini yeniden yapılandırma gerekliliğini beraberinde getirmiştir. Endüstri 4.0, işletmelerin kontrol faaliyetlerinin daha verimli ve esnek hale getirme potansiyeline sahiptir. Ancak, bu dönüşümün başarılı olabilmesi için, teknolojik yatırımların dikkatlice planlanması, sektörel ihtiyaçların doğru analiz edilmesi ve iş gücünün yeni teknolojilere adapte edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, tüm teknolojik bileşenlerin en üst seviyede kullanılmasına gerek olup olmadığı konusunda işletmelerin stratejik bir değerlendirmeye yapmaları önemlidir. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için maliyetler önemli bir engel teşkil edebilir. Fayda-maliyet analizlerinin doğru bir şekilde yapılması ve doğru zamanda uygun teknolojilere entegre olmak işletmelere sürdürülebilir bir büyüme ve rekabet avantajı sağlayacaktır. Bu süreçte, Endüstri 4.0'ın genel olarak toplumların refah seviyesini artıracakı öngörülmektedir.

Bu çalışma, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin kontrol faaliyetleri üzerindeki etkilerini inceleyerek, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerinde iç kontrol sistemlerinin önemini vurgulamaktadır. Araştırma bulguları, yapay zekâ, siber fiziksel sistemlerin, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim gibi teknolojilerin iç kontrol faaliyetlerini daha dinamik, esnek ve veri odaklı hale getirdiğini göstermektedir. Bu dönüşüm, işletmelerin risk yönetimi süreçlerini iyileştirirken, aynı zamanda denetim süreçlerinde daha hızlı ve doğru sonuçlar elde etmelerini sağlamaktadır. Ancak, Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilikler, işletmelerin karşılaştığı bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Başlangıç maliyetleri, veri güvenliği ve altyapı sorunları gibi faktörler, işletmelerin teknolojik dönüşüm süreçlerinde dikkate alması gereken önemli unsurlardır.

İşletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde iç kontrol sistemlerini güçlendirmeleri için dijitalleşmeyi sadece teknoloji yatırımları ile sınırlamayıp, aynı zamanda insan kaynakları, yönetim stratejileri ve iş gücü geliştirme politikaları ile desteklemeleri gerekmektedir. Eğitim ve beceri geliştirme programları ile iş gücünün yeni teknolojiye adaptasyonu sağlanmalı ve stratejik karar alma süreçlerinde veri odaklı yaklaşımlar benimsenmelidir. Bu süreç hem teknolojik hem de organizasyonel anlamda önemli bir değişimi gerektirmekte ve işletmelerin sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik önemli adımlar atmalarını sağlamaktadır.

Endüstri 4.0 teknoloji dönüşümüne yönelik genel öneriler şunlardır: Dijital dönüşüm sürecinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için gerekli altyapının uygun bir bütçe ile oluşturulması önerilmektedir. Bu bağlamda, iş süreçlerini optimize etmek, rekabet avantajı elde etmek ve verimliliği artırmak amacıyla kapsamlı bir strateji geliştirilmesi gerekmektedir. İşletmelerin teknoloji entegrasyonunu sağlaması, güçlü veri analitiği araçları ve güvenli dijital iletişim altyapısının entegrasyonu ile mümkün olacaktır. Ayrıca, bilgisayar korsanlarının ve ihlallerin neden olduğu siber güvenlik risklerini azaltmak, kontrol faaliyetlerini modernize etmek ve teknolojiye uyum sağlayacak insan kaynağını etkin konumlandırmak kritik öneme sahiptir. Farkındalığın artırılması için örnek uygulamaların yaygınlaştırılması ve işletmeler arası iş birliğinin teşvik edilmesi de sürece katkı sağlayacaktır. Bu unsurlar, işletmelerin dijital dönüşüm hedeflerine ulaşmalarını destekleyebilir ve potansiyel sorunlara karşı etkili bir çözüm sunabilir. Riskleri sınırlamak, yeni teknolojileri kontrol faaliyetlerine entegre etmek ve bilimsel ve teknolojik gelişmeleri sürekli takip etmek büyük önem taşımaktadır. İşletmeler, Endüstri 4.0 teknolojilerini ve rakip uygulamalarını inceleyerek, ihtiyaç duyulan alanlarda danışmanlık ve eğitim hizmeti alabilir. Endüstri 4.0 devrimini kaçırmamak için bireylerden sivil toplum kuruluşlarına, işletmelerden devletlere kadar birçok paydaşın iş birliği yapması büyük bir önem taşımaktadır. Dijital dönüşüm sürecinin etkili ve doğru bir şekilde yürütülmesi için farkındalık ve bilinç düzeyinin artırılması, sürecin yönlendirilmesi ve teknoloji altyapısının oluşturulmasında devletlerin öncülük etmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, mükemmeliyet merkezleri gibi yapıların kurulması, bu ekosistem içerisinde faaliyet gösteren işletmelerin vergi indirimleri veya çeşitli finansal araçlarla desteklenmesi önerilmektedir. Bu tür stratejiler, Endüstri 4.0 dönüşüm sürecinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Bu çalışma, iç kontrol sistemi bileşenlerinden yalnızca kontrol faaliyeti bileşenine odaklanmıştır. Diğer iç kontrol sistemi bileşenleri kapsam dışında bırakılmıştır. Gelecek araştırmalar için, daha geniş gruplar üzerinde diğer iç kontrol sistemi bileşenlerini de içeren kapsamlı çalışmalar yapılması önerilmektedir. Bunun yanı sıra, Endüstri 4.0'ın tüm bileşenlerini kapsayan, farklı gelişmişlik düzeyine sahip ülkeler ve çeşitli coğrafi bölgeler arasında karşılaştırmalı çalışmalar gerçekleştirilmesi, alan yazınına çok değerli katkılar sunabilir. Bu tür çalışmalar, hem iç kontrol sistemlerinin farklı boyutlarını hem de Endüstri 4.0 uygulamalarının etkilerini anlamak açısından önemli bulgular sağlayabilir.



Hakem Değerlendirmesi	Dış bağımsız.
Yazar Katkısı	
Çıkar Çatışması	Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.
Finansal Destek	Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer Review	Externally peer-reviewed.
Author Contributions	
Conflict of Interest	The author has no conflict of interest to declare.
Grant Support	The author declared that this study has received no financial support.

Yazar Bilgileri	Erdem Saçan (Dr.)
Author Details	¹ Non-affiliated, SMMM, İstanbul, Türkiye
	 0000-0002-2043-5197



Kaynakça | References

- [Abubakar, A. K., Femi, F. P., Kpanga, K. C., & Adewale, A. T. (2020). Effect of 4th Industrial Revolution on accounting information: A survey of accountants in Bida Metropolis. *Nightingale Publications and Research International*, 11(7), 1839–2373.],
- Al-Afeef, M. A. M., Munim, O. A., & Alafeef, J. (2020). The effect of hybrid computing on internal control systems in Jordanian commercial banks. *International Journal of Business and Social Science*, 11(8).
- Akdoğan, N., & Akdoğan, M. U. (2018). Büyük veri-bilişim teknolojisindeki gelişmelerin muhasebe uygulamalarına ve muhasebe mesleğine etkisi. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 18(55), 1–14.
- Alslihat, N., Matarneh, A. J., Moneim, U. A., Alali, H., & Al-Rawashdeh, N. (2018). The impact of internal control system components of the COSO model in reducing the risk of cloud computing: The case of public shareholding companies. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 33(4), 188–202.
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: An overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245–1252.
- Ciğer, A., Kınay, B., & Angi, G. G. (2018). Büyük verinin muhasebe uygulamaları ve muhasebe eğitimi üzerindeki etkileri. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 17(53), 215–233.
- Dimitriu, O., & Matei, M. (2015). Cloud accounting: A new business model in a challenging context. *Procedia Economics and Finance*, 32, 665–671.
- Gonzalez, I., Halilaj, L., Auer, S., Lohmann, S., Lange, C., & Collarana, D. (2016). An RDF-based approach for implementing Industry 4.0 components with administration shells. In *2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*.
- Hong, N. T. (2021). Strengthening internal control for Vietnamese enterprises in the context of Industrial Revolution 4.0. *International Journal of All Research Writings*, 3(6).
- Horsfall, K. A. (2022). Control activity and fraud mitigation in public enterprises in Nigeria. *Bw Academic Journal*, 7(7).
- International Organization of Supreme Audit Institutions (INTOSAI). (1992). *Guidelines for internal control standards for the public sector*.
- Jezovita, A., Tusek, B., & Zager, L. (2018). The state of analytical procedures in the internal auditing as a corporate governance mechanism. *Management: Journal of Contemporary Management Issues*, 23(2), 15–46.
- Khalid, A., Kirisci, P., Khan, Z. H., Ghairi, Z., Thoben, K. D., & Pannek, J. (2018). Security framework for industrial collaborative robotic cyber-physical systems. *Computers in Industry*, 97, 132–145.
- Li, D. (2021). Problems and countermeasures of enterprise internal control in big data environment. *Journal of Physics: Conference Series*, 1769(1), 1–7.
- Li, P., & Li, Y. (2020). Research on enterprise internal control and risk management in sharing economy. In *International Conference on Social Sciences and Social Phenomena*.
- Mjaku, G. (2019). Control activity and monitoring as COSO framework elements and their impact on the performance of entity: Case study Republic of Kosovo. *UBT International Conference*.
- Morrar, R., Arman, H., & Mousa, S. (2017). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. *Technology Innovation Management Review*, 7(11).
- Onay, A. (2020). Büyük veri çağında iç denetimin dönüşümü. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 22(1), 127–163.
- Popescu, D., & Georgescu, M. (2013). Internet of things–Some ethical issues. *The USV Annals of Economics and Public Administration*, 13(2), 208–214.
- PricewaterhouseCoopers (PwC). (2019). *Re-inventing internal controls in the digital age*.
- Rudtsch, V., Gausemeier, J., Gesing, J., Mittag, T., & Peter, S. (2014). Pattern-based business model development for cyber-physical production systems. *Procedia CIRP*, 25, 313–319.
- Simms, D. (2015). Big data, unstructured data, and the cloud: Perspectives on internal controls. In *Modeling and Processing for Next-Generation Big-Data Technologies* (pp. 319–340). Springer, Cham.
- Song, R., & Wang, C. (2019). The measurement of operational risk of China's commercial banks under the background of Internet of Things technology. In *2nd International Symposium on Social Science and Management Innovation*. Atlantis Press, 428–437.
- Wahhab, A. M. A., Alajeli, E. H. A., & Jawad, B. H. (2022). The role of internal audit in analyzing and auditing big data and its impact on the quality of financial reports. *Technium Social Sciences Journal*, 32.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0–A glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238.

