



ISSN: 2146-1740
https://dergipark.org.tr/tr/pub/ayd,
Doi: 10.54688/ayd.1364747

Derleme/Review Article



YÖNETİM MUHASEBESİ AÇISINDAN TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ 4.0 VE YALIN ALTI SİGMA YAKLAŞIMLARI*

TOTAL QUALITY MANAGEMENT 4.0 AND LEAN SIX SIGMA APPROACHES FOR
MANAGEMENT ACCOUNTING

Demet EVER¹ Elif Nursun DEMİRCİOĞLU²

ÖZ

Makale Bilgi

Gönderilme:
22/09/2023

Kabul:
22/12/2023

Günümüzde endüstriler, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan yeni endüstriyel aşamaya yönelmekte olup bu aşama, geleneksel kalite kavramlarının değişiklikleri dikkate aldığı modern üretim için yeni bir paradigmayı temsil etmektedir. Endüstri 4.0 kapsamında kalite yönetiminin dijitalleşmesiyle birlikte Toplam Kalite Yönetimi'nin modern teknolojilere uyumlu hale gelmesi gerekmektedir ki bu doğrultuda yeni bir yaklaşım olarak Toplam Kalite Yönetimi 4.0 (TKY 4.0) ortaya çıkmıştır. TKY 4.0, kalite yönetimini, Endüstri 4.0 teknolojilerine uyarılmanın sonucu olarak, endüstriyel alanda teknoloji, kalite ve insanların entegrasyonunu destekleyen bir ekosistemdir. Endüstri 4.0, toplam kalite yönetiminin yanı sıra kalite yönetimi yaklaşımı olan Yalın Altı Sigma'yı (YAS) da etkileyebilmektedir. YAS, atık giderme, israfı ortadan kaldırma, süreç ve kalite iyileştirmeye odaklanan Yalın Üretim ve Altı Sigma'nın bir kombinasyonudur. TKY 4.0 ve Yalın Altı Sigma yaklaşımları, işletmelere kaliteyi arttırmak, hataları, israfı ortadan kaldırmak ve dolayısıyla maliyetleri azaltmak, süreçlerde sürekli iyileşmeyi sağlamak ve verimliliği arttırmak gibi önemli faydalar sunmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, işletmeler için oldukça önemli faydalar sağlayan TKY 4.0 ve Yalın Altı Sigma yaklaşımlarının yönetim muhasebesi açısından önemini ortaya koymaktır. Bu çerçevede bu çalışmada Endüstri 4.0 ile önem kazanan bu yaklaşımlardan öncelikle TKY 4.0 yaklaşımı, ardından YAS yaklaşımı literatür incelemesi suretiyle yönetim muhasebesi kapsamında teorik olarak ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Toplam kalite yönetimi, Toplam kalite yönetimi 4.0, Yalın altı sigma.

Jel Kodları: M4, M40, M41, M49.



*Bu çalışma, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi ev sahipliğinde 28-30 Haziran 2022 tarihlerinde yüz yüze olarak gerçekleştirilen Uluslararası Korkut Ata Bilimsel Araştırmalar Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹**Sorumlu Yazar:** Öğr. Gör. Dr., Korkut Ata Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-9790-3569, demetever@osmaniye.edu.tr

² Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-9711-2081, elunal@cu.edu.tr

Atıf: Ever, D. & Demircioğlu, E. N. (2023). Yönetim muhasebesi açısından toplam kalite yönetimi 4.0 ve yalın altı sigma yaklaşımları. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 14 (2), 782-805.



Abstract

Article Info

Received:
22/09/2023

Accepted:
22/12/2023

Industries head towards new industrial phase which is termed as Industry 4.0 today and this phase represents a new paradigm for modern manufacturing by considering changes about traditional quality concepts. Through quality management digitalization by Industry 4.0, Total Quality Management should be adapted to modern technologies and consequently as a new approach Total Quality Management 4.0 (TQM 4.0) has emerged. TQM 4.0 is an ecosystem which supports the integration between technology, quality and people in industries as a result of the adoption quality management to Industry 4.0 technologies. Besides TQM, Industry 4.0 can also affect Lean Six Sigma which is a quality management approach. Lean Six Sigma is the integration of Lean Manufacturing and Six Sigma which concentrates on the elimination of waste, improvement of process and quality. TQM 4.0 and Lean Six Sigma approaches provide significant advantages to companies such as increase quality, eliminate defects and waste and therefore decrease cost, provide continuous improvement in process and increase productivity. Consequently, the aim of this study is to present the importance of TQM 4.0 and Lean Six Sigma approaches for management accounting which provide so many advantages for companies. Accordingly in this study, first TQM 4.0 approach then Lean Six Sigma approach which are significant through Industry 4.0 have been explained theoretically within the scope of management accounting by means of literature review.

Keywords: Industry 4.0, Total quality management, Total quality management 4.0, Lean six sigma

Jel Codes: M4, M40, M41, M49.

Extended Summary

Technological improvements in recent years have led to Industry 4.0 which is a new industrial revolution. In this age, the importance and necessity of new quality systems has increased because of modern technologies. Industry 4.0 can affect quality approaches such as Lean Six Sigma, Lean Manufacturing and Total Quality Management. These approaches provide significant advantages to companies such as increasing quality, eliminating waste and, therefore reducing cost, ensuring continuous improvements and increasing efficiency. In this respect, the aim of this study is to examine Total Quality Management 4.0 and Lean Six Sigma approaches theoretically in terms of management accounting through literature review. Accordingly, in this study, among these two approaches which have been important with Industry 4.0, first the Total Quality Management 4.0 (TQM 4.0) approach and then the Lean Six Sigma (LSS) approach have been theoretically explained within the scope of management accounting by literature review.

By means of Industry 4.0, and therefore, digitalization, Total Quality Management approach needs to be compatible with modern technologies, and consequently, as a new approach Total Quality Management 4.0 concept has emerged. As a result of the international literature review, it can be seen that the concept of Total Quality Management 4.0 (TQM 4.0) is also used instead of the concept of Quality 4.0. To be able to provide high quality, the role of the people is significant for companies because the ability of people to use technology is a necessity in this age. In this regard, TQM 4.0 can be defined as an ecosystem which integrates technology, quality and people in industries in order to achieve an efficient quality management. Total Quality Management dimensions are important in Industry 4.0, and also, quality cost measurement and analysis is an important dimension of Total Quality Management. Briefly, the measurement and analysis of quality costs, which is an important dimension of TQM, can be an important management accounting tool within the scope of TQM 4.0. Feigenbaum PAF model classifies quality costs as prevention, appraisal and failure cost, and by investing in prevention and appraisal activities, failure costs (internal and external failure) can be reduced. Therefore, companies can reduce their total quality cost by means of quality investments, and so, reduction of failure costs. Consequently, quality cost is an important management accounting tool in order to understand the effect of quality investments.

Industry 4.0 also affects Lean Six Sigma (LSS) approach beside Total Quality Management. Lean Six Sigma approach is the integration of Lean Manufacturing and Six Sigma approaches, and therefore, uses the techniques of these approaches. Lean Six Sigma (LSS) approach can be defined as a continuous improvement process which concentrates on the elimination of waste and improvement of quality. As a result of the literature review, the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) method is one of the most widely used methods in the literature for the LSS approach. Beside this, Value Stream Costing and Activity Based Costing methods can be useful for the LSS approach in terms of management accounting. Such that, when the LSS are applied in accounting, it can provide some operational, tactical and strategic advantages to companies. Also, LSS approach helps companies to develop cost reduction strategies and to carry out auditing activities effectively in addition to determine risks and improve process in internal control for companies.

With this study conducted on TQM 4.0 and LSS approaches, which are relatively new concepts in the literature, these two approaches have been examined theoretically within the scope of management accounting through literature review. As a result, it has been concluded that, by means of TQM 4.0 and LSS approaches, companies can decrease or eliminate non-value added activities, waste and defects, understand the importance of quality investments, decrease costs, ensure continuous improvement in processes, increase customer value with the participation of all employees as a team, and therefore increase their profitability.

1. Giriş

Son on yılda teknolojik gelişmeler, genellikle dördüncü sanayi devrimi veya Endüstri 4.0 (Industry 4.0) olarak bilinen yeni bir sanayi devrimine yol açmıştır (Ali & Johl, 2021: 1). Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı, yalnızca ürün imalatında yeni gereksinimlere değil, aynı zamanda gereksinimlerin ürün kalitesini izlemek için bir sisteme dönüştürülmesine de neden olmaktadır ki bu, büyük veri ve veri bilimi ile ilgili teknolojilerin kullanılmasına yol açmıştır (Pipiay vd., 2021: 1032). Artık endüstriler, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan yeni endüstriyel aşamaya yönelmekte olup bu aşama, geleneksel kalite kavramlarının değişiklikleri dikkate aldığı modern üretim için yeni bir paradigmayı temsil etmektedir (Chiarini, 2020: 603-604).

Endüstri 4.0; ilgi teknolojileri, yapay zekâ ve robotik entegrasyonu üzerine kurulu olup, endüstrinin tüm sektörlerinde veri toplayan, bunun için robotlar ve yapay zekâ teknolojileri kullanarak, tekrarlayan işlemlerin otomatik olarak yürütülmesine neden olan farklı teknolojik araçların uygulanmasını teşvik etmektedir (Asif, 2020: 2; Souza vd., 2021: 2; Ever & Demircioğlu, 2022: 60). Endüstri 4.0, ürün kalitesini ve üretkenliği artırma ve süreçleri sorunsuz ve verimli hale getirme stratejisi olarak kabul edilmektedir ki kalite modelleri, kaliteyi ve süreç performansını iyileştirmek için oluşturulmuş en iyi uygulamalardan oluşmaktadır (Asif, 2020: 2). Önceki üç devrimle karşılaştırıldığında, Endüstri 4.0 daha akıllı bir çalışma ortamı yaratmak için dijital ve sosyal değişiklikleri entegre etmektedir (Babatunde, 2020: 896).

Endüstri 4.0, Yalın Üretim, Yalın Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi (TKY) gibi kalite yönetimi yaklaşımlarını etkilemektedir (Arcidiacono & Pieroni, 2018: 141; Chiarini, 2020: 605-611; Babatunde, 2020: 897; Ali & Johl, 2021: 3). Endüstri 4.0, kusurlu ürünlerin ortadan kaldırılması ve daha iyi hizmet sayesinde müşteri memnuniyetini önemli ölçüde arttırabilmektedir (Albers vd., 2016: 262). Endüstri 4.0'ın iş mükemmelliği, etkinlik ve verimlilik üzerinde önemli etkisi vardır (Sader vd., 2019: 132).

Endüstri 4.0 ile yeni teknolojilerin ortaya çıkışı, işletmelerin kalite yönetimi alanında dönüşümünü gerektirmektedir (Lee vd., 2019: 1). Endüstri 4.0 kapsamında kalite yönetiminin dijitalleşmesiyle birlikte TKY'nin bu teknolojilere uyumlu hale gelmesi gerekmekte olup, bu doğrultuda TKY 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır (Souza vd., 2021: 5). Örneğin Endüstri 4.0 ile birlikte gelişen yapay zekâ teknolojilerinin, algılama ve tanımlama, analiz ve tahmin ile karar verme yeteneği sayesinde kalite kontrol faaliyetleriyle ilgili problemler önceden tahmin edilerek çözüme kavuşturulabilmekte ve bu sayede TKY daha etkin ve verimli bir şekilde uygulanabilmektedir (Ever & Demircioğlu, 2022: 62). TKY 4.0'da kalitenin sağlanabilmesi için insanların rolü çok önemli olmakta ve aynı zamanda işletme çalışanlarının dijital araçları

kullanma becerilerine sahip olması gerekmektedir (Nguyen vd., 2022: 4). Bu doğrultuda TKY 4.0, etkin bir şekilde kalite yönetiminin sağlanması için teknoloji-kalite-insan unsurlarını içermektedir (Souza vd., 2021: 10; Babatunde, 2020: 897). Endüstri 4.0, TKY'nin yanı sıra kalite yönetimi yaklaşımlarından Yalın Altı Sigma (YAS) yaklaşımını da etkilemektedir (Babatunde, 2020: 897). YAS, Yalın Üretim ve Altı Sigma gibi kalite yönetim yaklaşımlarının entegrasyonu olup, bu yaklaşımların araç ve tekniklerini uygulamaktadır (Babatunde, 2020: 897-899; Ajmera vd., 2017: 1670). YAS işletmelerde kalite iyileştirmeye ve israfı ortadan kaldırmaya odaklanan bir yaklaşım olarak tanımlanabilmektedir (Madhani, 2021: 143). Sisodia & Forero (2020: 7), Endüstri 4.0 ve YAS yaklaşımının birbirini tamamladığını ifade etmiştir. Yalın süreçler, Endüstri 4.0 unsurlarını verimli bir şekilde uygulamak için başlangıç noktası olabilmekte ve bu sayede Endüstri 4.0 unsurları kullanılarak süreçler iyileştirilebilmektedir (Sisodia & Forero, 2020: 7).

Bütün bu bilgiler kapsamında bu çalışmada, kalite yönetimini Endüstri 4.0'a uyarılmanın bir yolu olarak yeni bir kavram olan TKY 4.0 ve YAS yaklaşımlarını keşfetmek, endüstrileri bu yeni aşamaya yönlendirmek ve bu yaklaşımları yönetim muhasebesi açısından ele almak amaçlanmıştır. Yönetim muhasebesi, işletme yönetiminin daha doğru ve rasyonel kararlar alabilmesini sağlayarak, işletmedeki faaliyetlerin etkin bir şekilde yürütülmesinin sağlanmasında önem arz etmektedir (Demircioğlu, 2016: 9). Bu doğrultuda Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan bu yeni yaklaşımları detaylı bir şekilde açıklamadan önce, Endüstri 4.0 ve TKY arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Ardından yönetim muhasebesi kapsamında yapılan çalışmalar literatür incelemesi suretiyle tartışılarak, öncelikle TKY 4.0 yaklaşımı, daha sonra ise Yalın Altı Sigma yaklaşımı açıklanmıştır.

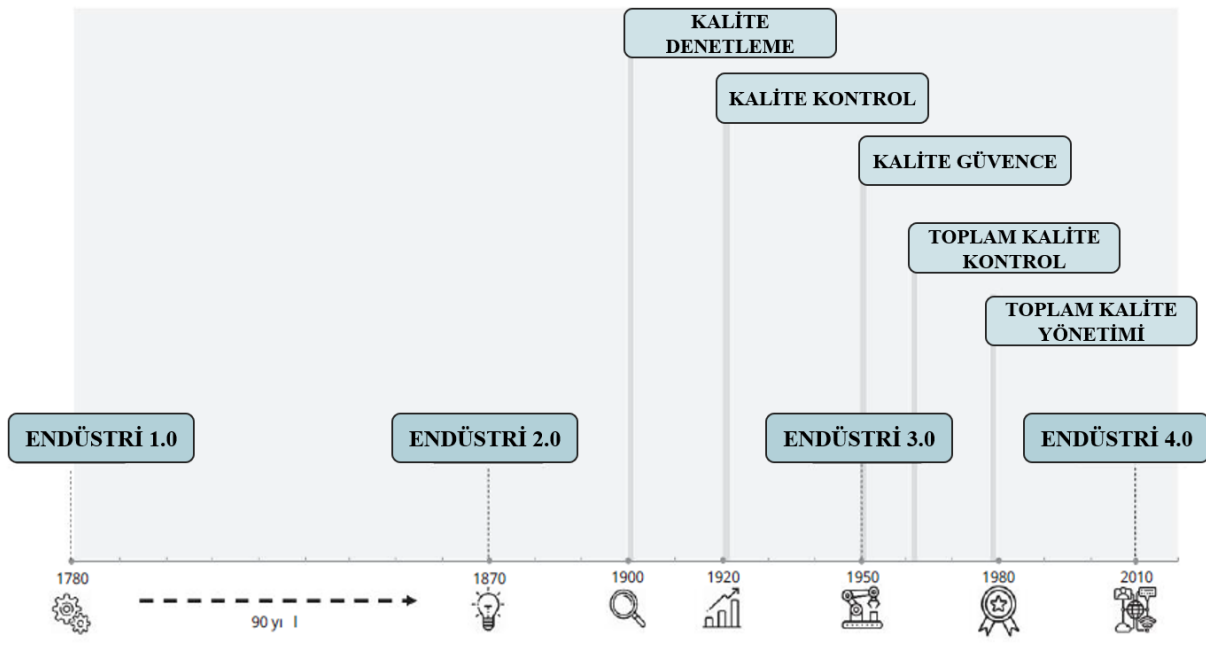
2. Endüstri 4.0 ve Toplam Kalite Yönetimi (TKY)

Endüstri 4.0; 2011 yılından itibaren ortaya çıkan, nesnelere interneti, siber fiziksel sistemler, bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ gibi teknolojik gelişmelerden faydalanarak yeni "Akıllı Fabrika" geliştirmeyi amaçlayan dördüncü sanayi devrimidir (Sader vd., 2019: 131; Demircioğlu & Ever, 2021: 60). Endüstri 4.0, makinelerin insanlarla siber-fiziksel sistemler aracılığıyla entegre edildiği akıllı üretim/fabrika kavramına dayanmaktadır (Ali & Johl, 2021: 3). Bilgi ve iletişim teknolojileri, nesnelere interneti, robotik, katmanlı üretim ve yapay zekanın entegrasyonunu temel alan Endüstri 4.0, son derece özelleştirilmiş ürünlerin seri üretimini mümkün kılmak için otonom ve dinamik operasyonlar geliştirmeyi amaçlamaktadır (Asif, 2020: 1). Bu doğrultuda içinde bulunduğumuz Endüstri 4.0 dönemi, küresel iş ortamının

giderek artan karmaşıklığı ve gelişmiş dijital teknolojilerin ortaya çıkması nedeniyle yeni kalite yönetim sistemlerine duyulan ihtiyacı arttırmaktadır (Lee vd., 2019: 1).

TKY yaklaşımı, işletmede kalite yoluyla mükemmelliğe ulaşmayı hedefleyen bir yönetim yaklaşımı sunmaktadır (Sader vd., 2019: 131). TKY, kalite yoluyla müşteri memnuniyetini ve ortak bir hedef doğrultusunda gerçekleştirilen ekip çalışması yoluyla çalışanların katılımını arttırmaya odaklanmaktadır (Souza vd., 2021: 1). TKY, müşterilerin beklenti ve memnuniyetlerini karşılamak için sürekli iyileştirme yaklaşımı ile kuruluşların tüm kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmalarına yol açan bir yönetim yaklaşımıdır (Elibal & Özceylan, 2022: 3). TKY felsefesinde, işletmede tüm çalışanların katılımı ile kalitenin sürekli iyileştirilmesi ve maliyetlerin minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır (Yayla & Urgan, 2019: 2). Bu doğrultuda, çalışanların katılımı göz önüne alındığında, kalite kültürü kavramı ortaya çıkmakta ve sürekli iyileştirme ile kaliteye bağlılığın önemini vurgulayan bir organizasyon kültürünün gelişimi sağlanmaktadır (Souza vd., 2021: 1). TKY'nin temelinde kalite kültürünün işletmenin tamamında yaygınlaşması ve yapılacak bütün uygulamaların bu kapsamda gerçekleştirilmesi yer almaktadır (Yayla & Urgan, 2019: 2). Durana ve arkadaşları (2019), geleneksel kalite kavramlarının Endüstri 4.0 değişikliklerini nasıl takip etmesi gerektiğini ortaya koyan bir çalışma gerçekleştirmişler ve sonuçta Endüstri 4.0 ile kalite yönetiminin benimsenmesinin temel olarak teknolojik boyuttan ziyade kalite kültürünün gelişimi ile bağlantılı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kalite kültürü, kalite yönetimi unsurlarını uygulayan endüstrilerin organizasyon kültüründe çok önemli bir rol oynamaktadır ve bu nedenle TKY yaklaşımıyla bağlantılıdır (Chiarini, 2020: 609; Souza vd., 2021: 1).

Endüstri 4.0, insan ve teknoloji yönlü bakış açılarını birleştirdiğinden TKY, sosyo-teknik sistemlerin ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir (Günasekaran, vd., 2019: 4; Ali & Johl, 2021: 3). Geleneksel yaklaşımlardan ziyade TKY, kalite-maliyet-verimlilik-kar ilişkisine, çok daha farklı bir perspektiften yaklaşmakta olup, kalite için yapılan çalışmalar israfı önlemekte, verimlilik artışı sağlamak ve maliyetleri azaltmaya yardımcı olmaktadır (Yayla & Urgan, 2019: 2). TKY, sanayi devriminden bu yana gelişen bir kavram olup, bu kavramın uygulamaları birçok araştırmacı/uygulayıcı aracılığıyla değişmektedir (Elibal & Özceylan, 2022: 3). Endüstri 4.0'ın ortaya çıkması kalite ve sanayi ile ilgili kısa sürede meydana gelen değişiklikleri de beraberinde getirmiştir ki Şekil 1'de de görüldüğü üzere TKY kavramı Endüstri 4.0'a doğru daha da önem kazanmaya başlamıştır (Souza vd., 2021: 5-6).



Şekil 1.

Endüstri 4.0 ve Toplam Kalite Yönetimi

Kaynak: Souza vd., 2021: 5

Endüstri 4.0'ın, TKY ilkelerini başarılı bir şekilde uygulamak için hizmet edebileceği alanlar aşağıdaki gibidir (Sader vd., 2019: 134):

- **Müşteri Odaklılık:** Endüstri 4.0, işletmelerin ürün ve hizmetlerini iyileştirerek ve bu sayede müşterilerin gereksinimlerini ve beklentilerini karşılayarak, müşterilerinin memnuniyetini arttırmalarını sağlayabilmektedir. Bununla birlikte endüstrilerin değişen seri üretim sistemlerinin karmaşıklığından uzakta, özellikle ürünler sunmasına yardımcı olabilmektedir. Ayrıca Endüstri 4.0, işletmelere tüketim davranışları ve trendleri hakkında erken tahmin imkânı sunarak doğru ürünü doğru zamanda sunmak yoluyla işletmeye rekabet avantajı sağlayabilmektedir.

- **Liderlik:** Yapılan araştırmalardan elde edilen kanıtlar, Endüstri 4.0'ın üretim hattında bilgi akışı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu, iş süreçlerini entegre ettiğini ve üretim yönetimini optimize etmek için ERP sistemlerini desteklediğini göstermiştir. Endüstri 4.0 şeffaf üretim süreçleri sağlayabilmekte olup, böylece işgücü ve makineler gibi kaynakların talebe göre ayarlanması hususunda verimliliği optimize edebilmektedir.

- **İnsanların Katılımı:** Endüstri 4.0, işletmedeki bütün çalışanların iletişimini ve iş birliğini desteklemekte olup, yeniliği ve bireysel katkıları teşvik etmektedir. Büyük veri, ERP sistemleri, yapay zekâ gibi Endüstri 4.0 araçları tarafından sağlanan veriler, çalışanların kendi

pozisyonlarında risklerden kaçınmak ve çözümler önermek için bu verileri kullanmalarına ve dolayısıyla daha inisiyatif sahibi olmalarına yardımcı olabilmektedir.

• *Süreç Yaklaşımı*: Endüstri 4.0, işletmelerde iş ve üretim süreçlerinin şeffaflığını destekleyebilmekte, süreçlerin optimize edilmesine, verimliliğin ve kaynak tahsisinin iyileştirilmesine yardımcı olabilmektedir. Böylelikle Endüstri 4.0, üretim sürecinde darboğazın ve kısıtlı kaynakların izlenmesini kolaylaştırabilmekte ve üretim maliyetini en aza indirmeye yardımcı olabilmektedir. Ek olarak, pazar talebinden tedarikçilere kadar toplam entegrasyon yoluyla tedarik zinciri yanıt verebilirliğini geliştirebilmektedir. Endüstri 4.0, süreçler (zaman, riskler, kaynaklar, kritik kısıtlamalar) hakkında doğru bilgi sağlayabilmekte, böylece süreklilik ve verimliliğin sağlanması için kilit süreçlerin planlama düzeyine yardımcı olabilmektedir.

• *İyileştirme*: Endüstri 4.0, bir kuruluş için ürün, süreç ve iş düzeyinde sürekli iyileştirmeler için bir temel sağlayabilmektedir. Birbiriyle tamamen bağlantılı üretim ve tedarik zinciri, sistemin performansını ve yanıt verebilirliğini arttırabilmektedir. Örneğin otomotiv sektöründe, araçtan alınan ham veriyi gönderebilen akıllı cihazlar sayesinde araç performansını içeren bilgileri üretici işletmenin veri merkezine bağlayarak işletim sırasında ortaya çıkan sorunlar hakkında bilgi gönderilmekte ve böylece bu sorunların üstesinden gelmek için gelecekteki ürünlerin geliştirilmesine yardımcı olunabilmektedir.

• *Kanıt Dayalı Karar Verme*: Endüstri 4.0 ve büyük veri gibi yeni bilgisayar teknolojilerinin çözümleri, karar verme sürecini iyileştirmek için avantaj sağlamaktadır. Makinelerin kendi kendine öğrenme, işbirlikçi bir topluluk oluşturarak birbirine bağlanma, verileri toplama ve analiz etme gibi özellikleri bağımsız kararlar alma yeteneği sağlayabilmektedir. Endüstri 4.0 teknikleriyle, makinelerin sağlıklı işleyişiyle ilgili önceden işaretler gönderilebilmekte, duruş süreleri azaltılabilmekte ve bakımlarının zamanında gerçekleştirilebilmesi mümkün olabilmektedir.

• *İlişki Yönetimi*: Bir organizasyonun tüm paydaşları arasındaki entegrasyon ve etkili iletişim, Endüstri 4.0'ın faydalarından biri haline gelmiştir. Böylece tedarikçiler, işletmelerin ihtiyaçlarını anlayarak ve pazar taleplerine her zamankinden daha fazla yanıt vererek üretim sistemleriyle bağlantılı bir şekilde hareket edebilmektedirler.

TKY uygulamaları, Endüstri 4.0 ile operasyonel performans arasındaki ilişkiyi olumlu yönde etkilemekte ve Endüstri 4.0, TKY'nin verimli bir şekilde uygulanmasını desteklemektedir ki bu doğrultuda işletmeler için yeni bir yaklaşım olan Toplam Kalite Yönetimi 4.0 yaklaşımı önemli olmaktadır (Babatunde, 2020: 897; Ali & Johl, 2021: 3). Bunun yanında yeni yaklaşımlardan YAS uygulamalarında kalite uzmanlarının Endüstri 4.0 ile gelişen

teknolojik araçları kullanmaları ve bunlarla uyumu, işletmelerde etkin bir kalite yönetiminin sağlanmasında önem arz etmektedir (Chiarini & Kumar, 2021: 3).

3. Yönetim Muhasebesi Açısından Toplam Kalite Yönetimi 4.0 ve Yalın Altı Sigma

Endüstri 4.0, Yalın Altı Sigma, Yalın Üretim ve Toplam Kalite Yönetimi gibi kalite yönetim yaklaşımlarını etkilemektedir (Babatunde, 2020: 897). Bu bölümde Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan, yeni bir yaklaşım olan Toplam Kalite Yönetimi 4.0 ve Yalın Üretimle birlikte gelişen Yalın Altı Sigma yaklaşımı yönetim muhasebesi açısından incelenmiştir.

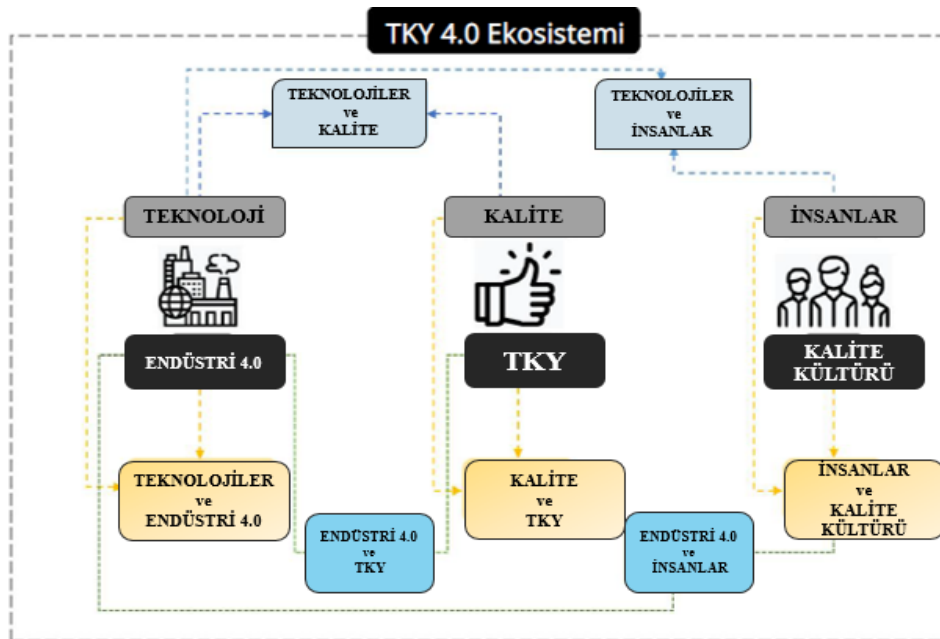
İşletmelerin yönetim fonksiyonlarının gerçekleştirilmesinde önem arz eden yönetim muhasebesi, işletme yöneticilerinin daha rasyonel kararlar alabilmesini sağlayabilmektedir (Demircioğlu, 2016: 5). Yönetim muhasebesi, maliyet muhasebesinden edindiği bilgiler sayesinde işletme yöneticilerinin ihtiyaç duydukları bilgiyi sağlamaya çalışmaktadır (Küçüksavaş, 2006: 6). Bu kapsamda önemli olan maliyet muhasebesi, Tanış ve Tanış (2022: 2) tarafından şu şekilde tanımlanmıştır: “maliyet muhasebesi, ürün maliyetlerinin hesaplanması; planlama ve kontrol faaliyetleri ve karar verme sürecine yardımcı olmak amacıyla finansal bilgilerin belirli bir düzen içerisinde toplanması, sınıflandırılması, kaydedilmesi, hesaplanması ve raporlar halinde sunulması sürecidir.” Maliyet ve yönetim muhasebesi modern anlamda bakıldığında birbirini tamamlayan ve birbirinin ayrılmaz bir parçası olarak nitelendirilen disiplinler olarak muhasebe bilgi sistemi içerisinde yer almaktadır (Foster & Gupta, 1994: 44; Tanış & Tanış, 2022: 2).

Günümüzde teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve ilerlemesi ile modern üretim teknolojilerine yapılan yatırımlar artması sonucu, yönetimin ihtiyacının karşılanması amacıyla yeni maliyet ve yönetim muhasebesi yaklaşımlarına duyulan gereksinimde artmaktadır (Demircioğlu, 2016: 9). Bu doğrultuda yeni üretim teknikleri ve çağdaş maliyet/yönetim muhasebesi yaklaşımları ortaya çıkmakta olup bunlardan başlıcaları şunlardır (Demircioğlu, 2016: 9; Kefe & Turhan, 2017: 18; Demircioğlu, 2021: 335); Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Maliyetleri, Yalın Üretim Ve Yalın Muhasebe, Hedef Maliyetleme, Tam Zamanında Üretim (Just In Time), Değer Akış Maliyet Sistemi, Faaliyete Dayalı Maliyet Sistemi ve Zamana Dayalı Faaliyete Dayalı Maliyet Sistemi, Kısıtlar Teorisi ve Dengeli Sonuç Kartı Yöntemi. Yönetim muhasebesinin odak noktası kararlar üzerine olup, işletme yönetiminin daha doğru ve rasyonel kararlar alabilmesini sağlayarak, işletmedeki bütün faaliyetlerin etkinliğinin sağlanmasında önem arz etmektedir (Horngren, 2004: 207; Demircioğlu, 2016: 9). Bu kapsamda Toplam Kalite Yönetimi 4.0 ve Yalın Altı Sigma yaklaşımı yönetim muhasebesi açısından tartışılarak literatürden hareketle tartışılmıştır.

3.1. Toplam Kalite Yönetimi 4.0 (TKY 4.0)

Uluslararası literatürde “Toplam Kalite Yönetimi 4.0 (TKY 4.0)” kavramının “Kalite 4.0” kavramı yerine kullanıldığı görülmektedir (Babatunde, 2020: 909; Ali & Johl, 2021: 22; Souza vd., 2021: 15; Nguyen vd., 2022: 1). Öyle ki TKY 4.0 kavramı, bir işletmenin süreçlerinin, ürünlerinin ve çalışanlarının toplam kalitesini hedefleyen, Endüstri 4.0 tarafından yönlendirilen kalite yönetiminin teknolojik bir güncellemesi olarak tanımlanabilmektedir (Souza vd., 2021: 15). Benzer şekilde Kalite 4.0, TKY'nin dijitalleştirilmesi ve bunun kalite teknolojisi, süreçleri ve insanlar üzerindeki etkisi olarak ifade edilmektedir (Chiarini, 2020: 607).

TKY 4.0 ve Kalite 4.0 yaklaşımlarının ortaya çıkması, daha önce Şekil 1'de görüldüğü gibi kalite ve sanayi ile ilgili daha kısa sürelerde meydana gelen değişiklikleri beraberinde getirmekte ve bu dinamik senaryo karşısında adaptasyon ihtiyacını ortaya koymaktadır (Souza vd., 2021: 15). Araştırmalar, Endüstri 4.0'ın teknik araçlarının TKY sistemine uygulanarak TKY 4.0 modelinin oluşturulmaya çalışıldığı yönündedir (Nguyen vd., 2022: 1). TKY 4.0, kalite yönetimini Endüstri 4.0 teknolojilerine uyarlamının sonucu olarak endüstriyel alanda *teknoloji, kalite ve insanlar* arasındaki entegrasyonu destekleyen bir ekosistemdir (Souza vd., 2021: 10). Endüstri 4.0 ile kalite, teknoloji ve insan unsurunu birleştirdiğinden dolayı TKY 4.0 önemli hale gelmektedir (Babatunde, 2020: 897). TKY 4.0 kavramı ile ortaya çıkan bu ekosistemin bileşenlerinin geniş bir şekilde anlaşılması önemli olmaktadır ki bu ekosistem Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.

Toplam Kalite Yönetimi 4.0 Ekosistemi

Kaynak: Souza vd., 2021: 15

Şekil 2’de görüldüğü üzere TKY 4.0 ekosisteminde, Endüstri 4.0, TKY ve Kalite Kültürü üç ana alanı; teknoloji, kalite ve insan ise alt alanları oluşturmakta olup, bu unsurlar aşağıda açıklanmıştır (Souza vd., 2021: 11):

(1) *Endüstri 4.0 ve Teknoloji*: Yeni endüstriyel aşamada teknolojideki ve otomasyondaki çeşitli yenilikler, teknolojiyi Endüstri 4.0’da ana konulardan biri haline getirmektedir.

(2) *TKY ve Kalite*: TKY yaklaşımında dikkate alınacak ana özellik kalitedir ve dolayısıyla bu durum kaliteye odaklanan birçok yönetim tekniği ve felsefesine ihtiyaç duyulmaktadır.

(3) *Kalite Kültürü ve İnsanlar*: Buradaki kültür kavramı, insanlar tarafından benimsenen bir alışkanlık veya gelenek anlamına gelmektedir. Çalışanların katılımı dikkate alındığında, organizasyon kültüründe önemli olan kalite kültürü kavramı ortaya çıkmaktadır.

TKY 4.0 ekosistemi, doğal olarak birbiriyle ilişkili olan bu üç alanda, süreçteki insanlara duyulan ihtiyacı ve onlardan kaliteye ilişkin fikirler almak için verileri analiz etme fırsatı sağlamaktadır (Souza vd., 2021: 14). Geleneksel TKY’de, üst yönetimin katılımı ve desteği, TKY uygulamasının başarılı olmasına yardımcı olan çok önemli faktörlerdendir (Nguyen vd., 2022: 3). Birçok araştırmacı, TKY yaklaşımının başarılı bir şekilde uygulanması için üst yönetimin dâhil edilmesi gerektiğini öne sürmektedir (Nguyen vd., 2022: 3). TKY 4.0 modelinde kalite kontrol personelinin, analitik, yapay zeka, siber fiziksel sistemler gibi Endüstri 4.0 teknikleri ile ilgili daha fazla beceri kazanmaları gerekmektedir (Chiarini & Kumar, 2021: 1). Ayrıca müşteri ihtiyaçları değişken olduğundan, bu ihtiyaçlarla ilgili doğru tahminlerde bulunmak son derece önemli olmaktadır ki Endüstri 4.0 sayesinde bu mümkün olabilmektedir (Asif, 2020: 7). Özetle TKY 4.0, kalitenin sağlanmasında, kalite personelleri için dijital becerilere duyulan ihtiyacı arttırmaktadır (Nguyen vd., 2022: 4).

Endüstri 4.0, teknoloji ve insan bakış açılarını birleştirdiğinden TKY, sosyo-teknik sistemlerin ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir (Babatunde, 2020: 909). Nguyen ve arkadaşları (2022), sosyal ve teknik faktörlerin kalite ve sürdürülebilirlik yönetimi üzerine olumlu etkileri olduğunu savunarak, Endüstri 4.0’ın geleneksel TKY ile tamamlayıcı olduğunu ifade etmişler ve TKY 4.0 çerçevesini oluşturmak için hem sosyal hem de teknik faktörleri tanımlayarak sosyo-teknik sistem teorisi geliştirmişlerdir. Burada sosyal taraf; bireyleri, takımları, grupları, bunların etkileşimlerini ve çalışma davranışlarını içerirken, teknik taraf; süreçleri, araçları, teknikleri, metodolojileri ve ekipmanı içermektedir (Nguyen vd., 2022: 4).

Endüstri 4.0, TKY’nin verimli bir şekilde uygulanmasını desteklemektedir (Ali & Johl, 2021: 3). Örneğin Endüstri 4.0 ile gelişen yeni teknolojiler sayesinde yapay zekâ destekli yazılımlar ile kontrol faaliyetleri kolaylaşmakta ve bir sonraki hata önceden tahmin edilerek

önlenebilmekte, bütün çalışanların katılımı ile verilere dayalı hareket edilerek analitik beceriler geliştirilmekte ve kararlar alınabilmekte, müşteri memnuniyetsizliğine yol açan faaliyetler önlenerek kalite, maliyet ve hız anlamında işletmelere önemli faydalar sağlanabilmektedir (Ever & Demircioğlu, 2022: 62). Bu nedenle, karşılıklı yarar sağlayan bu Endüstri 4.0-TKY ilişkisi, Endüstri 4.0 için, TKY unsurlarının önemini vurgulamaktadır (Babatunde, 2020: 909). Çağdaş bir maliyet/yönetim muhasebesi tekniği olan kalite maliyetlerinin ölçümü ve analizi, TKY'nin önemli bir unsuru olmaktadır (Tanış & Ever, 2022: 4). Feigenbaum'un PAF modelinde kalite maliyetleri önleme, değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetleri olarak sınıflandırılmakta olup, önleme ve değerlendirme maliyetleri kaliteli olmanın gerektirdiği maliyetler iken, iç ve dış başarısızlık maliyetleri kalitesizliğin neden olduğu maliyetlerdir (Demircioğlu, 2016: 19; Tanış & Ever, 2022: 7). PAF modelinin temel varsayımlarına göre önleme ve değerlendirme faaliyetlerine yapılan yatırımlar ile iç ve dış başarısızlık maliyetleri azaltılabilmektedir (Schiffauerova & Thomson, 2006: 649). Ayrıca kalite maliyetleri, kaliteye yönelik yapılan yatırımların etkisini görmede önemli bir yönetim muhasebesi aracı olarak da kullanılabilmektedir (Demircioğlu & Küçüksavaş, 2009: 38).

TKY; önleme, değerlendirme, iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri arasında denge kurarak bir bütün halinde kalite maliyetlerinin yönetimi ile maliyetlerin en aza indirilmesini sağlamaktadır (Tanış & Tanış, 2022: 203). Kalite 4.0 teknolojileri sayesinde, üretim sırasında meydana gelebilecek olan hataların önlenmesi suretiyle kalite maliyetleri düşürülebilmektedir (Javaid vd., 2021: 7). Kalite maliyetlerinin ölçümü ile örneğin önleme ve değerlendirme faaliyetlerine yönelik yapılan yatırımlar başarısızlık maliyetlerini azaltma eğiliminde olacaktır ki bu sayede işletmeler kalite düzeylerini belirleyebilmektedirler (Demircioğlu & Küçüksavaş, 2009: 41; Tanış & Tanış, 2022: 204). Kalite yönetiminde Kalite 4.0 kalifiye personellerine araştırma yapmasını ve kaliteyi korumak için üretimin kesintisiz bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır ki bu durum mevcut kalite yöntemlerini daha hızlı değiştirmelerini sağlayarak kalite analizlerinde verilerin kesinliğine olan güveni arttırmaktadır (Javaid vd., 2021: 7). Endüstri 4.0 teknolojileri ile kalite, çeşitli şekillerde değiştirilebilir; örneğin bir işletme, üretimdeki süreçleri izleyebilir ve eş zamanlı sensörden veri takibi yaparak, bu sensörler tarafından üretilen büyük veriler ile kaliteye yönelik hataları ve gereksinimleri tahmin edebilmektedirler (Ali & Johl, 2021: 3). Kalite maliyetlerin ölçümü ile kaliteyi iyileştirmeye yönelik yapılan bütün harcamaların ve yatırımların ne oranda başarılı olduğu tespit edilebilecektir (Tanış & Tanış, 2022: 204).

3.2. Yalın Altı Sigma Yaklaşımı (YAS)

Endüstri 4.0 teknolojileri ile yalın üretim metodolojisinin yeni uygulamaları mümkün olabilmektedir (Öksüz vd., 2017: 1; Chiarini & Kumar, 2021: 3). Yapılan araştırmalar Endüstri 4.0 ile YAS arasında yakın bir ilişki olduğu ifade etmektedir (Sisodia & Forero, 2020: 7). YAS; Yalın Üretim ve Altı Sigma yaklaşımlarının entegrasyonudur (Madhani, 2021: 143). Bu doğrultuda YAS yaklaşımını açıklamadan önce Yalın Üretim ve Altı Sigma yaklaşımlarını açıklamak ve karşılaştırmak gerekli olmaktadır.

Yalın Üretim, Endüstri 4.0 için bir temel oluşturmakta, Endüstri 4.0 da yalın üretim sistemlerinin verimliliğini arttırmayı sağlamaktadır (Yıldız & Uğur, 2018: 677). Endüstri 4.0, işletmelerin tedarik zincirinden veya ürünlerin yaşam döngüsünden veri toplanmasına yardımcı olabilmektedir (Sisodia & Forero, 2020: 7). YAS, bu verileri başarılı stratejilerin parçası olabilecek iş zekasına dönüştürerek analiz etmek için araçlar sağlamaktadır (Sisodia & Forero, 2020: 7). Yalın üretimin odağında israfın önlenmesi vardır (Costa vd., 2018: 123; Ajmera vd., 2017: 1607). Ürün hatalarından kaynaklanan israfın önlenmesi de toplam kalite maliyetlerinin düşmesine sebep olabilmektedir (Kefe & Turhan, 2017: 18). İşletmeler yalın üretim felsefesini benimseyerek mevcut kaliteyi arttırabilmekte, maliyetlerini düşürebilmekte ve ürünleri zamanında teslim ederek müşteri memnuniyetini sağlayabilmekte olup, sonuç olarak rekabet üstünlüğü yaratma yoluyla karlılıklarını arttırabilmektedir (Demircioğlu, 2021: 328). Bu doğrultuda yalın üretim felsefesini benimseyen işletmeler için yalın muhasebe önemli ve gerekli olmaktadır (Demircioğlu, 2021: 332). Öyle ki yalın muhasebe, kalite yönetim felsefesinin başarılı olmasını sağlayan bir verimlilik programı olarak nitelendirilebilmektedir (Kefe & Turhan, 2017: 18). Yalın Üretim, aslında “Tam Zamanında Üretim”, “Toplam Kalite Yönetimi”, “Ekip Çalışması”, “Tedarik Yönetimi”, “Toplam Üretken Bakım” ve “Altı Sigma” gibi birçok yöntem ve tekniği içinde barındıran, çok boyutlu bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır (Aktaş & Karğın, 2011: 93). Yalın üretim tekniklerinden Altı Sigma, 2000'lerin başında yalın yönetim stratejileriyle entegre edilmiştir (Yadav & Desai, 2016: 3). Bu kapsamda, yalın yönetim stratejileri, bilgi kullanıcılarına değer üreterek ve israfı azaltarak süreç iyileştirme araçları sağlarken, Altı Sigma, değişkenliği azaltmak için süreçlerdeki problemleri ele almak ve bu problemleri çözmek için araçlar ve bilgi sağlamaktadır (Sisodia & Forero, 2020: 7).

TKY kapsamında önem kazanmış bir kavram olarak ortaya çıkan Altı Sigma yaklaşımı, TKY'nin birçok araç ve ilkesini benimsemektedir (Akça & Tuzcuoğlu, 2021: 301; Chiarini, 2020: 605). Birçok Altı Sigma ilkesinin ve aracının kökenleri, W.Edwards Deming ve Joseph

Juran gibi kalite düşünürlerinin öğretilerinde bulunmaktadır (Pande vd., 2007: 12). Bu kapsamda Harry ve Schroeder (2000: 1), Altı Sigma'yı, TKY ve İstatistiksel Süreç Kontrolü gibi teknikler üzerine inşa edilmiş bir yaklaşım olarak tanımlamıştır. Altı Sigma kavramı; "her ürün, süreç ve işlemdeki kusurların neredeyse ortadan kaldırılmasını amaçlayan bir program" olarak tanımlanmaktadır ki bu kavram Motorola tarafından 1987'de üretilen elektronik ürünlerin kusurlarını azaltma arayışlarında tanıtılmış ve popüler hale getirilmiştir (Hahn vd., 1999: 208). Motorola, toplam maliyet ile kalite arasındaki ilişkide en yüksek kalitenin en düşük maliyetlerle sonuçlandığı gerçeğini fark etmiş ve bu doğrultuda Altı Sigma uygulaması ile hatalarda %40, kalite maliyetlerinde ise %58 azalma olduğunu tespit etmişlerdir (Harry & Schroeder, 2000: 1).

Yalın üretimin odak noktası ve amacı, bir sürecin hızını ve verimliliğini arttırmak için süreç akışını iyileştirmek, israfı ortadan kaldırmak ve süreçteki değişkenliği azaltmaktır (Costa vd., 2018: 123; Madhani, 2021: 143; Demircioğlu, 2021: 332). Yalın üretim aynı zamanda üretimdeki katma değeri olmayan faaliyetlere odaklanmaktadır (Ajmera vd., 2017: 1670). Altı Sigma ise, esas olarak sorunları ve bu sorunların temel nedenlerini tanımlamak ve ortadan kaldırmak için veri toplayıp, analiz ederek süreçleri iyileştirmeye odaklanmaktadır (Costa vd., 2018: 123). Maliyet azaltma açısından, yalın yöntemler katma değeri olmayan faaliyetleri hariç tutarak atıkların ortadan kaldırılmasına yardımcı olurken, istatistiksel açıdan ise Altı Sigma, kalite problemlerinin nedenlerinin kusurlara dönüşmeden önce ortadan kaldırılabilmesi için süreçteki kusurlarla sonuçlanabilecek olasılıkları belirlemeye odaklanmaktadır (Yadav & Desai, 2016: 4). Özetle, Altı Sigma, veri toplamaya ve sorunları çözmek için istatistiksel yöntemlerin kullanımına odaklanmakta iken, Yalın Üretim de genellikle israfı azaltmak ve verimliliği artırmak için daha çok bilgiye dayalı bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır (Madhani, 2021: 143). Görülmektedir ki Yalın ve Altı Sigma tanımları farklılık gösterse de bu kavramların amacı benzerlik göstermektedir (Madhani, 2021: 143).

Daha önce değinildiği üzere YAS, atık giderme, israfı ortadan kaldırma ve süreç iyileştirme teknikleri olan Yalın Üretim ve Altı Sigma'nın bir kombinasyonu olup hem Yalın Üretim hem de Altı Sigma'nın araçlarını ve tekniklerini uygulamaktadır (Zhang vd., 2012: 599; Ajmera vd., 2017: 1670). YAS uygulamalarında, işletme çalışanlarının özellikle kalite uzmanlarının dijital teknolojik araçları kullanmaları ve bu teknolojik araçlarla uyumlu olmaları kalitenin sağlanması için önem arz etmektedir (Chiarini & Kumar, 2021: 2). YAS uygulamalarından üretilen çok sayıda veri, büyük veri teknolojileri sayesinde operasyonel süreçleri düzenlemeye yardımcı olabilecek yararlı bilgiye dönüştürmekte ve işletmelerin yeni

teknolojileri bu süreçlere etkin bir şekilde dahil etmesini kolaylaştırabilmektedir (Sisodia & Forero, 2020: 7). Özetle YAS yaklaşımı, Yalın Üretim ve Altı Sigma olmak üzere iki kalite yönetimi yaklaşımının birleşimi olup, bu doğrultuda pek çok araştırmacı, en son gelişen kalite yönetimi olarak Yalın Altı Sigma'yı oluşturmak amacıyla Yalın Üretim ve Altı Sigma'yı entegre etmeyi amaçlamaktadır (Raval vd., 2020: 729; Ajmera vd., 2017: 1670). Zira her iki yaklaşımın entegrasyonu ile her iki yaklaşımın ayrı ayrı başardıkları iyileştirmelerin kapsamı ve boyutu arttırılabilmektedir (Ajmera vd., 2017: 1670).

YAS, Altı Sigma'nın süreçleri kontrol etme yeteneği ile Yalın Üretim süreci hızını artırma becerisini entegre etmektedir (Costa vd., 2018: 123). Bu yönüyle YAS, süreç performansına odaklanarak kalite, zaman ve maliyet açısından etkin sonuçlar elde etmek için günümüzde işletmelere sunulan, yaygın olarak kabul gören sürekli iyileştirme stratejisi olarak ifade edilebilmektedir (Ajmera vd., 2017: 1670). YAS, bir işletmede kaliteyi iyileştirmeye ve israfı ortadan kaldırmaya odaklanan bir yaklaşım olarak tanımlanabilmektedir (Madhani, 2021: 143). YAS, veri sağlayarak, israfın azaltılması yoluyla katma değer yaratmak, müşteri ihtiyaçlarını anlamak, süreçleri yönetmeye ve iyileştirmeye özen göstermek, iş başarısı elde etmek ve sürdürmek için kapsamlı bir sistemdir (Knapp, 2015: 856). Özetle YAS, müşterileri odak noktasına alarak, maliyetleri azaltmayı, verimliliği arttırmayı ve kaliteyi sürdürülebilir kılmayı hedefleyen bir yönetim yaklaşımı olarak tanımlanabilmektedir (Özveri & Çakır, 2012: 17).

YAS yaklaşımı, işletmelerin düşük performansının temel nedenlerini ele almak üzere Yalın Üretim ve Altı Sigma yaklaşımlarının problem çözme yöntemlerini entegre eden, süreç performansını, müşteri memnuniyetini ve kârlılığını arttıran bir iş stratejisi ve yöntemi olarak bilinmektedir (Snee, 2010: 10; Costa vd., 2018: 123). Aynı zamanda YAS yaklaşımı, esas olarak bir işletmenin iş performansını ve verimliliğini arttırmasına yardımcı olan bir maliyet azaltma aracıdır (Zhang vd., 2012: 599). Bunun yanında YAS yaklaşımının etkili bir liderlik geliştirme aracı olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Snee, 2010: 10). Bu kapsamda Antony ve Banuelas, (2002), üst yönetimin sürekli desteği olmadan Altı Sigma yönteminin gerçek öneminin azalabileceğini belirtmişlerdir. İşletmelerde iş süreçleri sürekli değişebilmekte ve YAS yaklaşımı değişen süreçler için etkili yöntemler ve araçlar sağlamaktadır (Snee, 2010: 10). Öyle ki Zhang ve arkadaşları (2012: 599), YAS yaklaşımının, süreç iyileştirmede etkili olduğu ve performans ölçme derecesi yönünde işletmelerde yaygın olarak uygulandığını ortaya koymuşlardır.

Özetle YAS yaklaşımı, Yalın Üretim ve Altı Sigma yaklaşımlarının eksiklerini ortadan kaldırmak üzere söz konusu her iki yöntemin araç ve tekniklerini uygulamaktadır (Ajmera vd., 2017: 1670; Zhang vd., 2012: 599). Her iki modelin entegrasyonu, tek başına uygulandığında elde edilebileceğinden daha verimli olmakta olup, katma değeri olmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılmasıyla işletmelerde sıfır hatalı üretimin başarılmasını kolaylaştırabilmektedir (Snee, 2010: 10). YAS, hem Yalın Üretim hızını hem de Altı Sigma'nın gücünü içermekte olup, hem kusurların ve değişkenlerin azaltılmasına hem de süreçlerdeki israfın ortadan kaldırılmasına odaklanmaktadır (Madhani, 2021: 144).

YAS yaklaşımı daha önce de değinildiği üzere hem Yalın Üretim hem de Altı Sigma ilkelerini, israfı ortadan kaldırmak ve kaliteyi sürekli iyileştirmek amacıyla entegre etmekte olup, bu entegrasyonu gerçekleştirebilmek için literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi DMAIC (tanımlama, ölçme, analiz etme, geliştirme ve kontrol- Define–Measure–Analyze–Improve–Control) yöntemidir (Monday, 2022: 44). DMAIC yöntemi, Altı Sigma yaklaşımının başarısının anahtarlarından biri olan, sürekli iyileştirme için 5 adımlı bir yaklaşım veya yol haritası olarak ifade edilmektedir (Chiarini, 2020: 611). DMAIC yönteminde süreç analizi gerçekleştirilmektedir (Madhani, 2021: 141). Bu doğrultuda söz konusu bu yöntem, YAS yaklaşımını uygulamak ve süreci iyileştirmek için yol haritası görevi görmektedir (Monday, 2022: 44). Ajmera ve arkadaşları (2017), tekstil endüstrisinde, üretim süresi ve maliyetlerinin artması, israfın artması ve verimliliğin azalması sonucu işletme bu problemleri gidermek üzere nihai üründe meydana gelen kusuru azaltmak ve müşteri sadakati kazanmak için YAS yaklaşımını uygulayarak DMAIC yöntemini kullanmışlardır. Sonuçta YAS yaklaşımı uygulandıktan sonra tekstil fabrikasının % 8,25'lik bir kusur yüzdesinin % 2,63'e düştüğü ve ayrıca giysilerin üretim süresinin 5,18 dakikadan 3,90 dakikaya düştüğü görülmüştür. Sonuçta YAS yönteminin kusurların azaltılmasında çok etkili olduğu ortaya konulmuş ve bu yöntemin sürekli uygulanması ile kusur oranının daha fazla düşürülmesinin, maliyetlerin azaltılmasının ve verimliliğin artmasının mümkün olabileceği belirtilmiştir (Ajmera vd., 2017: 1676). Buna ek olarak Grosu ve arkadaşları (2019), yaşanan finansal krizlerin, işletme yöneticilerini YAS yaklaşımını maliyet azaltma ve nakit akışı devamlılığını sağlama yaklaşımı olarak uyguladıklarını belirtmişlerdir. Bu doğrultuda yaptıkları çalışma ile bir ağaç üretim işletmesinde YAS yaklaşımını uygulayarak, DMAIC yöntemini kullanmışlar ve sonuçta işletmenin hurda ve yarı mamul stoklarını azaltarak süreçleri iyileştirdiğini ve hızlandırdığını ortaya koymuşlardır (Grosu vd., 2019: 123). Sonuç olarak doğru ve sürekli olarak uygulanan YAS yaklaşımının, finansal sonuçlarda gözle görülür iyileşmeler sağlayabileceğini

vurgulamışlardır (Grosu vd., 2019: 123). YAS yaklaşımı, muhasebe ve finans süreçlerinde karşılaşılan çeşitli sorunları çözmeye yardımcı olmakta olup, iç kontrol ortamını güçlendirirken aynı zamanda bilgi akışlarının verimli olmasını sağlayacak disiplini de sağlamaktadır (Madhani, 2021: 141). Bu doğrultuda Madhani (2021: 141), YAS yaklaşımını bir süreç yönetim metodolojisi olarak tanımlayarak, bu yaklaşımın muhasebe ve finans alanında kullanılmasının operasyonel, taktiksel ve stratejik faydalar sağlayabildiğini, muhasebe ve finans sürecinde daha fazla verimlilik ve daha iyi kalite sağladığını belirtmiştir. Madhani (2021), YAS yaklaşımının muhasebe ve finans sürecine uygulanabilmesine yönelik kılavuz niteliğinde bir çerçeve sunmak üzere, DMAIC yöntemini muhasebe ve finans departmanına teorik olarak uygulayan bir çerçeve tasarlamıştır. Sonuç olarak muhasebe süreçlerinde YAS uygulaması, verimsiz süreçleri, hatalı sonuçları ortadan kaldırarak ve aynı zamanda maliyet tasarrufu sağlayarak muhasebe uygulamalarının genel sürecini düzene sokmakta ve standartlaştırmaktadır (Madhani, 2021: 148).

Bunun yanında YAS yaklaşımını uygulayan işletmelerde Değer Akış Maliyet Sistemi ve Zamana Dayalı Faaliyete Dayalı Maliyet Sistemi (ZDFDM) yaklaşımları kullanılabilir (Chiarini, 2014: 133). Yalın Muhasebe araçlarından biri olan Değer Akış Maliyet Sistemi, işletmelerde üretim sürecindeki katma değer yaratan ve yaratmayan tüm faaliyetlerin haritalandırılmasını sağlayan değer akış haritaları sayesinde, katma değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması, fiili maliyetlerin hesaplanarak raporlanması ve israfın azaltılmasını mümkün kılmaktadır (Demircioğlu, 2021: 335-336). Değer akış haritaları, teslim süresinde iyileştirme fırsatlarını belirlemek amacıyla yalın üretim ortamlarında yaygın olarak kullanılan malzeme akışını analiz etmek için de uygulanmaktadır (Chiarini, 2014: 134). Chiarini (2014), değer akış haritalarının süreçlerin iyileştirilmesi üzerindeki vurgulayarak, işletmelerde Değer Akış Maliyet Sistemi aracılığıyla katma değer yaratmayan faaliyetlerin israfa neden olduğunu ifade ederek, bunların ortadan kaldırılmasında ve maliyet kontrolün sağlanmasında etkili olabileceğini ifade etmiştir. Daha önce belirtildiği üzere, YAS yaklaşımının uygulandığı üretim ortamlarında ZDFDM sistemi de kullanılabilir (Chiarini, 2014: 133). ZDFDM, Faaliyete Dayalı Maliyet (FDM) sisteminin geliştirilmiş hali olup, üretimde gerçekleştirilen faaliyetlerin maliyetlerinin, faaliyetleri gerçekleştirmede kullanılan zamanın esas alınarak dağıtıldığı bir sistemdir (Demircioğlu, 2016: 59-71). ZDFDM sistemi ile her bir faaliyet için harcanan süreyi tahmin etmede zaman denklemleri kullanılabilir ve aynı zamanda katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetler tespit edilebilir (Demircioğlu, 2016: 72). Ayrıca ZDFDM ile, atıl kapasite belirlenebilir

olup, atıl kapasite maliyetlerinin azaltılmasına yönelik faaliyetlerde bulunulabilmektedir (Demircioğlu, 2016: 72). Bu kapsamda Chiarini (2014), YAS yaklaşımını uygulayan orta ölçekli bir imalat işletmesinde bir vaka çalışması yaparak, çağdaş yönetim muhasebesi tekniklerinden ZDFDM ve Değer Akış Maliyet sistemlerini uygulamıştır. Chiarini (2014: 132), üretim süreçlerinde maliyetlerin azaltılması ve iyileştirmelerin ürün maliyetleri üzerindeki etkisini hesaplamak için muhasebe sistemlerinin uygulanması gerektiğini ifade ederek, ZDFDM ve Değer Akış Maliyet sistemlerini karşılaştırmak üzere, yeniden düzenlenen bir değer akışı içindeki ürünlerin maliyetlerini hesaplamış ve hangi durumda bir sistemin diğerine üstün olabileceğini belirtmiştir. Çalışmada değer akış haritaları aracılığı ile bütün faaliyetler tespit edilerek, her bir faaliyetin harcadığı birim süre veya kapasite kullanımı, haftada gerçekleştirilen faaliyet miktarı ve dolayısıyla faaliyetlerin dakika cinsinden toplam süresi bilinerek her bir faaliyetin maliyeti hesaplanmıştır (Chiarini, 2014: 132-145). Chiarini (2014: 145), Değer Akış Maliyet sisteminin hesaplama kolaylığı nedeniyle ZDFDM sisteminden daha verimli olabileceğini ancak faaliyetler arasında farklılıklar yüksek olduğunda ZDFDM sisteminin önerilebileceğini ifade etmiştir. Sonuç olarak Chiarini (2014: 145), yapılan karşılaştırmannın YAS yaklaşımı ile muhasebe sisteminin uygulanmasına yönelik iki farklı yaklaşımı ileri sürerek akademisyenlere ve uygulayıcılara faydalı olabileceğini öngörmektedir.

Singh ve Rathi (2019: 622) ise 216 araştırma makalesini inceleyerek YAS yaklaşımının daha çok imalat, sağlık hizmetleri, insan kaynakları, finans ve eğitim olmak üzere beş önemli sektörde gerçekleştiğini ve YAS yaklaşımının uygulanması ile atıkların azaltılması, kusurların önlenmesi ve süreçlerin iyileştirilmesinin mümkün olduğunu ifade etmişlerdir. YAS yaklaşımının uygulanmasıyla, minimum maliyetle yüksek kaliteli ürünlerin üretilmesi ve dolayısıyla müşteri memnuniyetinin artması sağlanmıştır (Singh & Rathi, 2019: 622). Furterer ve Elshennawy (2005) ise, TKY ve YAS uygulamalarının çoğunun, özel sektörde yer alan imalat işletmelerinde olduğunu ortaya koyarak, yerel yönetim hizmetlerinin kalitesini ve verimliliğini artırmak için de TKY ve YAS araçlarını uygulamaya bir vaka çalışması gerçekleştirmişlerdir. Sohal ve arkadaşları ise (2022), çalışmalarında sürekli iyileştirme projelerinin kritik başarı faktörlerini belirlemek, yönetim kontrolü ve operasyon yönetimi alanları için çok önemli olduğunu belirterek, sağlık alanında YAS yaklaşımını uygulamışlar ve bu yaklaşımın sürekli iyileştirme projelerinin işletmelere fayda sağlayabileceğini öngörmüşlerdir. Ulusal Muhasebe literatürü incelendiğinde ise muhasebe alanında YAS ile ilgili sınırlı sayıda çalışmanın yer aldığı tespit edilmiştir. Kılıç (2021), YAS araçlarından olan Tanımla, Ölç, Analiz, İyileştir, Kontrol (TÖAİK) yaklaşımı olarak adlandırılan ve denetim

faaliyetlerinde uygun olduğunu ileri süren bir çalışma yaparak, bu yaklaşımın denetçilere uygun olmayan alanların ölçülmesinde ve maliyetleri azaltma stratejileri geliştirmelerinde yardımcı olduğunu ileri sürmüştür. Selimoğlu ve arkadaşları (2021), muhasebede iç denetimde süreçlerin iyileştirilmesi ve risklerin tespit edilmesi işletmesinde YAS yaklaşımı kapsamında DMAIC yöntemini kullanmışlardır. Sonuç olarak YAS yaklaşımı araçları kullanmanın işletmede katma değer yaratmayan maliyetlerin azaltılmasına ve süreçlerde karşılaşılan riskleri değerlendirmesine fayda sağladığı tespit edilmiş olup, sağlanan bu faydaların işletmedeki kontrol sistemlerinin daha etkin bir şekilde çalışmasına ve süreçlerin iyileştirmesine katkı sağladığı ortaya konulmuştur (Selimoğlu vd., 2021).

4. Sonuç

Endüstri 4.0 çağında, küresel iş ortamının giderek artan karmaşıklığı ve gelişmiş dijital teknolojilerin ortaya çıkması nedeniyle, mevcut kalite yönetim sistemleri yetersiz kalmaktadır. Endüstri 4.0, yeni kalite yönetim sistemlerine duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu durumda yeni kalite yönetim sistemleri uygulanırken bunların muhasebe bakış açısıyla ele alınması önem arz etmektedir. Söz konusu bu çalışma ile TKY 4.0 ve YAS yaklaşımlarının, ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmaların incelenmesi yoluyla yönetim muhasebesi açısından önemi ortaya konulmuştur. Endüstri 4.0 ile mevcut kalite yönetimleri artık yerini modern yöntemlere bırakmıştır ki bu durumda TKY 4.0 ve YAS yaklaşımları öne çıkmıştır. Bu doğrultuda endüstrileri bu yeni aşamaya hazırlamak ve yönlendirmek önemli olmaktadır. Bu doğrultuda TKY'nin de önemli bir unsuru olan kalite maliyetlerinin ölçümü ve analizi, TKY 4.0 kapsamında önemli bir yönetim muhasebesi aracı olabilmektedir. Kalite maliyetleri ölçümü sayesinde, kaliteye yönelik yapılan yatırımların etkisini görülebilmekte, israfın azaltılması, katma değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması, hata ve kusurların önlenmesi sağlanabilmektedir ki bu durumda süreçlerin verimliliğinin artmasını sağlanırken aynı zamanda maliyetlerin kontrolü sağlanarak toplam maliyetler azaltılabilmektedir. Benzer şekilde YAS yaklaşımının uygulanması, verimsiz süreçleri ve hatalı sonuçları ortadan kaldırmakta, israfı önlemekte, maliyetleri azaltmakta, süreç mükemmelliğini sürdürerek sürekli iyileştirmeyi sağlamakta, bütün çalışanların katılımı ile müşteri değerini artırmaya yönelik çalışanların birtakım olarak düşünmesini sağlamaktadır. Literatürde oldukça yeni bir kavram olarak sınırlı sayıda çalışmanın yer aldığı TKY 4.0 ve YAS yaklaşımları ile ilgili olarak yapılan bu çalışma ile söz konusu bu iki yaklaşım literatür araştırması yoluyla yönetim muhasebesi kapsamında teorik açıdan incelenmiş olup, bu çalışmanın bundan sonra yapılacak uygulamalı çalışmalara kılavuz olabileceği düşünülmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Katkı Oranı Beyanı: Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Contribution Rate Statement: Corresponding author: 50% Other author: 50%

Conflicts of Interest: There is no potential conflict of interest in this study.

KAYNAKÇA

- Ajmera, R., Umarani, P., & Valase, K. G. (2017). Lean six sigma implementation in textile industry. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4 (04), 1670-1676.
- Akça, İ., & Tuzcuoğlu, F. (2021). Yalın altı sigma: Kavramsal bir derleme. *Journal of Life Economics*, 8 (3), 299-307. <https://doi.org/10.15637/jlecon.8.3.03>
- Aktaş, R., & Karđın, M. (2011). Yalın muhasebe: Yalın üretim ortamında yeni bir yönetim muhasebesi yaklaşımı. *World of Accounting Science*, 13 (3), 91-128.
- Albers, A., Gladysz, B., Pinner, T., Butenko, V. & Sturmlinger, T. (2016), Procedure for defining the system of objectives in the initial phase of an industry 4.0 project focusing on intelligent quality control systems. *Procedia CIRP*, 52, 262-267. doi: 10.1016/j.procir.2016.07.06
- Ali, K., & Johl, S. K. (2021). Soft and hard TQM practices: Future research agenda for industry 4.0. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-31. doi: 10.1080/14783363.2021.1985448
- Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, 6 (4), 20-27. Permanent link to this document: doi:10.1108/13683040210451679
- Arcidiacono, G. & Pieroni, A. (2018), The revolution lean six sigma 4.0. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8 (1), 141-149.
- Asif, M. (2020), Are QM models aligned with Industry 4.0? A perspective on current practices. *Journal of Cleaner Production*, 258 (1), 120820. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120820
- Babatunde, O. K. (2020). Mapping the implications and competencies for Industry 4.0 to hard and soft total quality management. *The TQM Journal*. 33 (4), 896-914. doi: 10.1108/TQM-07-2020-0158
- Chiarini A. & Kumar, M. (2021): What is Quality 4.0? An exploratory sequential mixed methods study of Italian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 1-22. doi:10.1080/00207543.2021.1942285
- Chiarini, A. (2014). A comparison between time-driven activity-based costing and value stream accounting in a lean Six Sigma manufacturing case study. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 14 (2), 131-148.
- Chiarini, A.(2020). Industry 4.0, quality management and TQM world: A systematic literature review and a proposed agenda for further research. *The TQM Journal*, 32 (4), s.603-616, doi: 10.1108/TQM-04-2020-0082
- Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Paredes, F. J. G. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 122-133. doi: 10.1016/j.tifs.2018.10.002
- Demircioğlu, E. N., & Küçükşavaş, N. (2009). Kalite maliyetleri. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 32-67.
- Demircioğlu, E., N., (2021). Yalın muhasebe ve değer akış maliyet sistemi, Hıdırlıoğlu, D., (Ed.). *Yalın Yönetim, Yalın Liderlik, Yalın Üretim ve Yalın Girişimcilik*, (ss.327-346). Nobel.

Demircioğlu, E., N., & Ever, D., (2021). Dijital dönüşüm ve muhasebe. İmamoğlu, S.,Z. ve Erat, S.,(Ed.). *Endüstri 4.0'dan toplum 5.0'a: Dijitalleşmenin gücü.* (ss.53-68). Nobel.

Demircioğlu, E., N., (2016). *Yönetim muhasebesinde çağdaş yaklaşımlar.* Karahan Kitabevi.

Durana, P., Kral, P., Stehel, V., Lazaroiu, G. & Sroka, W. (2019). Quality culture of manufacturing enterprises: A possible way to adaptation to Industry 4.0. *Social Sciences* 8 (4), 124-149. doi: 10.3390/socsci8040124

Elibal, K., & Özceylan, E. (2022). Comparing industry 4.0 maturity models in the perspective of TQM principles using Fuzzy MCDM methods. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121379. doi:10.1016/j.techfore.2021.121379

Ever, D., & Demircioğlu, E.N. (2022), Yapay zekâ teknolojilerinin kalite maliyetleri üzerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 31 (1), 59-72. doi: 35379/cusosbil.1023004

Foster, G., & Gupta, M. (1994). Marketing, cost management and management accounting. *Journal of Management Accounting Research*, 6.

Furterer, S. & Elshennawy, A.K. (2005). Implementation of TQM and lean six sigma tools in local government: A framework and a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 16 (10), 1179-1191, doi:10.1080/14783360500236379

Grosu, V., Anisie, L., Hrubliak, O., & Ratsa, A. (2019). Managerial accounting solutions: Lean six sigma application in the woodworking industry: A Practical aspect. *Economic Annals-XXI*, 176 (3-4), 118-130. doi: 10.21003/ea.V176-12

Hahn, G. J., Hill, W. J., Hoerl, R. W., & Zinkgraf, S. A. (1999). The impact of six sigma improvement—a glimpse into the future of statistics. *The American Statistician*, 53 (3), 208-215. doi: 10.1080/00031305.1999.10474462

Harry, M. J., & Schroeder, R. (2000). Six sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations. A CURRENCY Book, Random House.

Hornigren, C. T. (2004). Management accounting: Some comments. *Journal of Management Accounting Research*, 16, 207.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Khan, S., & Suman, R. (2021). Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review. *Blockchain: Research and Applications*, 2 (4), 1-11. 100027. doi: 10.1016/j.bcra.2021.100027

Kefe, İ., & Turhan, M. S. (2017). Stratejik performans yönetiminin finansal olmayan boyutları ve çağdaş maliyet-yönetim muhasebesi yaklaşımları. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26 (1), 12-25.

Kılıç, B. İ. (2021). Denetim programlarının geliştirilmesinde yalın denetim anlayışının etkileri, Sarıdoğan, H.Ö, Çelebi, F., (Ed.), *İktisadi ve İdari Bilimlerden Seçkin Araştırmalar*, (ss.108-121). Duvar Yayınları.

Knapp, S. (2015). Lean Six Sigma implementation and organizational culture. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 28 (8), 855-863. doi: 10.1108/IJHCQA-06-2015-0079

Küçükşavaş, N. (2006). *Yönetim açısından maliyet muhasebesi.* Kare Yayınları, İstanbul.

- Lee, S. M., Lee, D., & Kim, Y. S. (2019). The quality management ecosystem for predictive maintenance in the Industry 4.0 era. *International Journal of Quality Innovation*, 5 (1), 1-11. doi: 10.1186/s40887-019-0029-5
- Madhani, P.M. (2021). Lean six sigma in finance and accounting services for enhancing business performance. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*, 12 (6), 141-165. doi: 10.4018/IJSSMET.2021110109
- Monday, L. M. (2022). Define, measure, analyze, improve, control (DMAIC) methodology as a roadmap in quality improvement. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 5 (2), 44-46. doi: 10.36401/JQSH-22-X2
- Nguyen, T. A. V., Tucek, D., & Pham, N. T. (2022). Indicators for TQM 4.0 model: Delphi Method and Analytic Hierarchy Process (AHP) analysis. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-15. doi:10.1080/14783363.2022.2039062
- Öksüz, M. K., Öner, M., & Öner, S. C. (2017). Yalın üretim tekniklerinin endüstri 4.0 perspektifinden değerlendirilmesi. *4. Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı bildiri*, 1-9, Tunceli.
- Özveri, O., & Çakır, E. (2012). Yalın altı sigma ve bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 17-36.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2007). The six sigma way. In *Das Summa Summarum des Management*, 299-308.
- Pipiay, G. T., Chernenkaya, L. V., & Mager, V. E. (2021, January). Quality indicators of instrumentation products according to the «quality 4.0» concept. In *2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus)*, 1032-1036. IEEE. doi:10.1109/ElConRus51938.2021.9396535
- Raval, S. J., Kant, R., & Shankar, R. (2021). Analyzing the critical success factors influencing Lean Six Sigma implementation: fuzzy DEMATEL approach. *Journal of Modelling in Management*. 16 (2), 728-764 doi:10.1108/JM2-07-2019-0155
- Sader, S., Husti, I., & Daróczi, M. (2019). Industry 4.0 as a key enabler toward successful implementation of total quality management practices. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 27 (2), 131-140. doi: 10.3311/PPso.12675
- Selimoğlu, S. K., Yeşilçelebi, G., & Altunel, M. (2021). İç denetim süreçlerini iyileştirme ve risk yönetimi araçları: Yalın altı sigma ve FMEA. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Özel sayı, 201-218.
- Singh, M., & Rathi, R. (2019). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10 (2), 622-664. doi: 10.1108/IJLSS-03-2018-0018
- Sisodia, R., & Villegas Forero, D. (2020). Quality 4.0–how to handle quality in the industry 4.0 revolution. Master's thesis in Quality and Operations Management. Chalmers University Of Technology Gothenburg, Sweden.
- Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma–getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, (181), 9-29. doi:10.1108/20401461011033130

Sohal, A., De Vass, T., Vasquez, T., Bamber, G. J., Bartram, T., & Stanton, P. (2022). Success factors for lean six sigma projects in healthcare. *Journal of Management Control*, 33 (2), 215-240. doi: 10.1007/s00187-022-00336-9

Souza, F. F., Corsi, A., Pagani, R., N, Balbinotti, G. & Kovaleski, JL (2021), Total quality management 4.0: Adapting quality management to Industry 4.0. *The TQM Journal*, 1-21. doi: 10.1108/TQM-10-2020-0238

Taniş V., N. & Taniş, İ., F., (2022). *Üretim ve hizmet işletmeleri için maliyet muhasebesi ve maliyet yönetimi*. Karahan Kitapevi.

Taniş, V. N. & Ever, D. (2022). Kârlılık üzerine etkileri açısından kalite maliyetlerinin incelenmesi ve demir çelik işletmesinde bir uygulama. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 24 (1), 1-34. doi: 10.31460/mbdd.887795.

Yadav, G. & Desai T. N. (2016). Lean Six Sigma: A categorized review of the literature. *International Journal of Lean Six Sigma* 7 (1), 2-24 © Emerald Group Publishing Limited 2040-4166. doi: 10.1108/IJLSS-05-2015-015

Yayla, P., & Urgan, M. C. (2019). Toplam kalite yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi uygulamaları arasındaki ilişki ve performans etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6 (1), 1-19.

Yıldız, A., & Uğur, L. (2018). *Endüstri 4.0 ile yalın üretim arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, (ss. 672-678). Kocaeli.

Zhang, Q., Irfan, M., Khattak, M. A. O., Zhu, X., & Hassan, M. (2012). Lean Six Sigma: A literature review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3 (10), 599-605.