AKADEMİK YAKLAŞIMLAR DERGİSİ

Araştırma Makalesi

e-ISSN: 2146-1740

dergipark.org.tr/tr/pub/ayd

ENDÜSTRİ 4.0'IN MALİYET VE YÖNETİM MUHASEBESİ UYGULAMALARINA YANSIMALARI: KAYSERİ'DE FAALİYET GÖSTEREN BIST İMALAT İŞLETMELERİ ÜZERİNE NİTEL BİR İNCELEME

THE REFLECTIONS OF INDUSTRY 4.0 ON COST AND MANAGEMENT ACCOUNTING PRACTICES: A QUALITATIVE STUDY OF BORSA İSTANBUL (BIST)-LISTED MANUFACTURING COMPANIES OPERATING IN KAYSERİ

Ümit Nusret SALMAN, Kayseri Üniversitesi, Pınarbaşı Meslek Yüksekokulu, Kayseri, Türkiye, (Sorumlu Yazar), umitnusretsalman@gmail.com

Semra AKSOYLU, Kayseri Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Muhasebe ve Finans Yönetimi Bölümü, Kayseri, Türkiye

Özet

Bu çalışmanın amacı, Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören ve Kayseri'de faaliyet gösteren imalat işletmelerindeki muhasebe ve finans yöneticilerinin Endüstri 4.0 bileşenlerini nasıl algıladıklarını ve bu dönüşümün maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarına yansımalarını incelemektir. Araştırma, nitel durum çalışması deseninde yürütülmüştür. Ölçüt örnekleme yoluyla belirlenen dokuz işletmede yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş; veriler nitel içerik analiziyle çözümlenmiş ve MAXQDA programından yararlanılmıştır. Bulgular, Endüstri 4.0'a yönelik olumlu yaklaşımın kavramsal açıklıkla her zaman örtüşmediğini göstermektedir. Bazı katılımcılar barkod, makine yenileme ve geleneksel otomasyon gibi daha çok Endüstri 3.0 kapsamında değerlendirilebilecek uygulamaları Endüstri 4.0 bileşenleri olarak algılarken, bazıları dönüşüme altyapı oluşturabilecek bütünleşik dijital uygulamaları bu kapsamda değerlendirmemiştir. Dijitalleşmenin stok ve üretim takibi, muhasebe kaydı, izleme ve raporlama gibi operasyonel işlevlerde belirgin; maliyet tahmini, sapma analizi, bütçeleme, performans değerlendirmesi ve stratejik karar desteğinde ise daha sınırlı olduğu belirlenmiştir. Dönüşümün üst yönetim desteği, nitelikli insan kaynağı, eğitim, altyapı, yatırım maliyeti ve sektörel uygunluğa bağlı olarak farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma, Endüstri 4.0'a ilişkin kavramsal algı ile fiili uygulamalar arasındaki uyumsuzluğu ve dijitalleşmenin muhasebenin operasyonel işlevlerinde yoğunlaşmasını ortaya koyarak literatüre katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, İmalat İşletmeleri, Maliyet Muhasebesi, Yönetim Muhasebesi

Jel Kodları: D24, M41, O14

Abstract

This study examines how accounting and finance managers in manufacturing companies listed on Borsa Istanbul and operating in Kayseri perceive Industry 4.0 components and how this transformation is reflected in cost and management accounting practices. The research employed a qualitative case study design. Face-to-face semi-structured interviews were conducted with managers from nine companies selected through criterion sampling. The data were analyzed through qualitative content analysis using the MAXQDA software. The findings show that positive attitudes toward Industry 4.0 do not always coincide with conceptual clarity. Some participants perceived practices more appropriately associated with Industry 3.0, such as barcode systems, machinery renewal, and conventional automation, as Industry 4.0 components, whereas others did not classify integrated digital practices that could provide infrastructure for the transformation within this framework. Digitalization was more evident in operational functions, including inventory and production tracking, accounting records, monitoring, and reporting, but remained limited in cost estimation, variance analysis, budgeting, performance evaluation, and strategic decision support. The transformation varied according to top management support, qualified human resources, training, infrastructure, investment costs, and sectoral suitability. The study contributes to the literature by revealing the mismatch between the conceptual perception of Industry 4.0 and actual practices, as well as the concentration of digitalization in the operational functions of accounting.

Keywords: Cost Accounting, Industry 4.0, Management Accounting, Manufacturing Firms

Jel Codes: D24, M41, O14

Atıf Bilgisi Salman, Ü. N., & Aksoylu, S. (2026). Endüstri 4.0'ın maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarına yansımaları: Kayseri'de faaliyet gösteren BIST imalat işletmeleri üzerine nitel bir inceleme. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi,17,* 62, 01–26. DOI: 10.54688/ayd.1900634

Not *Bu çalışma, Prof. Dr. Semra AKSOYLU danışmanlığında Ümit Nusret SALMAN tarafından hazırlanan "Maliyet ve yönetim muhasebesi bağlamında endüstri 4.0 farkındalığı: Borsa İstanbul'da işlem gören imalat sektöründeki işletmeler üzerine bir araştırma" isimli doktora tezinden türetilmiştir.*

Gönderilme Tarihi: 22 Ocak 2026 / Revizyon Tarihi : 11 Ekim 2026 / Kabul Tarihi: 24 Eylül 2026 / Yayın Tarihi: 20 Kasım 2026

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Akademik Yaklaşımlar Dergisi hakemli, açık erişimli bir dergidir.

© 2026 Yazar(lar). AÇIK ERİŞİM

Extended Summary

Introduction

Industry 4.0 has transformed manufacturing systems by integrating digital technologies such as cyber-physical systems, the Internet of Things, artificial intelligence, big data, cloud computing, and autonomous robots. This transformation affects not only production processes but also accounting information systems and cost and management accounting practices by enabling real-time data collection, analysis, and decision support. Accordingly, accounting is evolving from a function focused primarily on recording financial transactions toward a more integrated role in planning, control, performance evaluation, and strategic decision-making. However, the effective use of Industry 4.0 technologies depends not only on technological investments but also on managers' awareness, organizational readiness, and the integration of digital systems into accounting processes. Although previous studies have examined Industry 4.0 from different perspectives, qualitative evidence explaining how accounting and finance managers perceive these technologies and how they are reflected in accounting practices remains limited. This study addresses this gap by examining the reflections of Industry 4.0 on cost and management accounting practices.

Literature Review

The literature on Industry 4.0 has addressed its implications for accounting and financial decision-making from several perspectives. Studies on managerial awareness indicate that Industry 4.0 is often associated with digitalization, automation, and operational efficiency, whereas understanding of advanced technologies and integrated information systems may remain limited (Günaydın, 2018; Katkat Özçelik et al., 2025). Cost accounting research emphasizes that technology-intensive production environments alter cost structures and increase the need to reconsider cost measurement, cost allocation, and cost control systems (Okutmuş, 2019; Yaman, 2024). In management accounting, Industry 4.0 is linked to data-driven planning and budgeting, continuous monitoring, performance measurement, management reporting, and decision support (Dai & Vasarhelyi, 2023; Ratmono et al., 2023). The literature also highlights investment costs, digital competencies, organizational readiness, and qualified personnel as important conditions shaping implementation. However, qualitative evidence on how accounting and finance managers interpret Industry 4.0 and relate it to cost and management accounting practices remains limited, particularly in listed manufacturing companies.

Research Methodology

This study employed a qualitative case study design to examine how Industry 4.0 is perceived by accounting and finance managers and how it is reflected in cost and management accounting practices. Criterion sampling was used to select manufacturing companies listed on Borsa Istanbul and operating in Kayseri. Face-to-face semi-structured interviews were conducted with managers from nine companies. The interview protocol was developed based on the relevant literature, reviewed by experts, and refined through a pilot study. The interviews focused on participants' perceptions of Industry 4.0, its reflections on cost and management accounting, and its perceived advantages and disadvantages. Audio-recorded interviews were transcribed verbatim and analyzed using qualitative content analysis. Data coding, categorization, and theme development were carried out with the MAXQDA software. Credibility was enhanced through expert review, pilot testing, and the use of direct quotations, while ethical principles of voluntary participation, confidentiality, and informed consent were strictly followed.

Research Findings

The findings indicate that participants generally held positive views toward Industry 4.0; however, their conceptual understanding did not always correspond to actual technological practices. Some participants perceived Industry 3.0 applications, such as barcode systems and conventional automation, as Industry 4.0 components, whereas others did not recognize integrated digital practices that could support Industry 4.0 transformation. Digitalization was found to be more evident in operational accounting functions, including inventory tracking, production monitoring, accounting records, and reporting, than in analytical functions such as cost estimation, budgeting, performance evaluation, and strategic decision support. These findings also highlight the importance of managerial support, qualified personnel, infrastructure, and sectoral characteristics in the transformation process.

Conclusion

The findings demonstrate that positive attitudes toward Industry 4.0 do not necessarily reflect a comprehensive understanding of its components or their integration into accounting practices. Digital transformation was found to be more visible in operational accounting functions than in analytical and strategic applications. The study contributes to the literature by revealing the mismatch between the conceptual perception of Industry 4.0 and actual practices from the perspective of accounting and finance managers. It also highlights that successful transformation depends not only on technological investments but also on managerial support, qualified personnel, organizational readiness, and sector-specific conditions.

1. Giriş

Sanayi devrimleri, üretim süreçlerinden toplumsal yapıya, ekonomik ilişkilerden kurumsal yapılara kadar birçok alanda köklü değişimler yaratmış ve her dönemde farklı teknolojik gelişmelerle şekillenmiştir. Günümüzde üretim sistemlerinde yaşanan en yeni dönüşüm, otonom robotlar, bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi yenilikçi bileşenlerle tanımlanan Endüstri 4.0 paradigmasıdır. Bu paradigma yalnızca üretim süreçlerini değil, muhasebe bilgi sistemlerini, maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarını ve bunlara dayalı karar süreçlerini de etkilemektedir (Acatech, 2013; Hermann vd., 2016; Roblek vd., 2016). Dijital teknolojilerin muhasebe sistemlerine entegrasyonu, gerçek zamanlı verilerin üretilmesini ve analiz edilmesini sağlayarak planlama, izleme, kontrol ve yönetsel karar süreçlerinde bilgiye daha hızlı erişilmesine olanak tanımaktadır (Dai ve Vasarhelyi, 2023; Ratmono vd., 2023).

Güncel çalışmalar, Endüstri 4.0'ın muhasebe mesleği ve muhasebe uygulamaları üzerindeki dönüşümüne odaklanmaktadır (Atanasovski ve Tocev, 2022; Indrayani vd., 2024). Bunun yanı sıra dijital teknolojilerin maliyet muhasebesi, yönetim muhasebesi ve muhasebe bilgi sistemlerine yansımaları da incelenmektedir (Okutmuş, 2019; Coşkun Arslan ve Karkacıer, 2019; Gönen ve Rasgen, 2019). Bununla birlikte, maliyet hesaplama ve kontrolü, bütçeleme, performans değerlendirmesi ve yönetsel karar süreçlerini aynı çerçevede ele alan saha çalışmalarının sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle Borsa İstanbul'da işlem gören ve Kayseri'de faaliyet gösteren imalat işletmelerindeki muhasebe ve finans yöneticilerinin görüşlerine dayalı nitel bir araştırma yürütülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, söz konusu yöneticilerin Endüstri 4.0'a ilişkin değerlendirmelerini ve dönüşümün maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarına yansımalarına yönelik görüşlerini incelemektir. Bu kapsamda katılımcıların Endüstri 4.0'a ilişkin farkındalıkları ve kavramı nasıl anlamlandırdıkları, muhasebe uygulamalarına ilişkin değerlendirmeleri ile işletmeler açısından algılanan avantaj ve dezavantajlar ele alınmaktadır. Çalışmanın, farklı görev ve unvanlardaki katılımcıların bakış açılarını birlikte değerlendirmesi ve araştırma evreninin önemli bir bölümünü kapsaması bakımından literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

2. Kavramsal Çerçeve

Endüstri 4.0, fiziksel üretim sistemleri ile dijital teknolojilerin bütünleşmesi sonucunda üretim süreçlerinin bağlantılı, veri temelli ve kısmen otonom bir yapıya dönüşmesini ifade etmektedir (Acatech, 2013). Bu yapının temelinde nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, büyük veri analitiği, yapay zekâ, bulut bilişim, otonom robotlar vb. yer almakta; söz konusu teknolojiler üretim birimleri arasında sürekli veri akışı, gerçek zamanlı izleme ve eşgüdümlü karar alma olanağı sağlamaktadır (Hermann vd., 2016; Roblek vd., 2016). Bu nedenle Endüstri 4.0 farkındalığı, yalnızca teknolojilerin bilinmesini değil, bu bileşenlerin birbirleriyle ve işletme süreçleriyle nasıl bütünleştiğinin anlaşılmasını da kapsamaktadır.

Endüstri 4.0, üretimin otomatikleştirilmesinin ötesinde, muhasebe, finans, tedarik ve lojistik gibi işletme fonksiyonlarında üretilen verilerin bütünleşik dijital sistemler aracılığıyla eş zamanlı kullanılmasını içermektedir. Bu yapı, işletme faaliyetlerinin gerçek zamanlı izlenmesini, bilgi akışının hızlanmasını ve yönetsel kararların güncel verilere dayandırılmasını mümkün kılmaktadır (Rüßmann vd., 2015; Ulusoy vd., 2017; Yıldız, 2018). Üretim süreçlerinden elde edilen verilerin muhasebe bilgi sistemine doğrudan aktarılması, işlemlerin daha hızlı kaydedilmesini, stok ve üretim hareketlerinin eş zamanlı izlenmesini ve raporların güncel bilgilerle hazırlanmasını desteklemektedir (Gönen ve Rasgen, 2019; Dai ve Vasarhelyi, 2023). Ancak verilerin otomatik üretilmesi tek başına yönetsel değer yaratmamakta; sınıflandırılması, analiz edilmesi ve işletmenin bilgi talepleriyle ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle Endüstri

4.0'ın muhasebeye temel katkısı, kayıt ve raporlama süreçlerini hızlandırmasının yanı sıra verilerin analitik ve stratejik bilgiye dönüştürülmesini desteklemesidir.

Endüstri 4.0, işletmelerin maliyet yapısını ve maliyet muhasebesi uygulamalarını da etkilemektedir. Teknoloji yoğun üretim ortamlarında üretim maliyetlerinin yapısı değişmekte ve maliyet bilgilerinin daha ayrıntılı ve güncel biçimde izlenmesine duyulan ihtiyaç artmaktadır (Okutmuş, 2019; Coşkun Arslan ve Demirkan, 2019; Hacıhasanoğlu vd., 2022). Bu değişim, maliyetlerin belirlenmesi, dağıtılması, izlenmesi ve kontrolünde kullanılan yöntemlerin üretim yapısındaki dönüşüme uyarlanmasını gerekli kılmaktadır.

Endüstri 4.0 bileşenleriyle sağlanan ayrıntılı verilerin; faaliyet tabanlı maliyetlemede maliyet etkenlerinin belirlenmesini, hedef maliyetlemede üretim öncesi tahminlerin güncellenmesini ve mamul yaşam seyri maliyetlemesinde maliyetlerin ürün yaşamı boyunca izlenmesini destekleyerek çağdaş maliyet yönetimi yaklaşımlarının daha etkin uygulanmasına katkı sağlayacağı ifade edilmektedir (Çetin ve Eren, 2017; Coşkun Arslan ve Karkacıer, 2019; Buys, 2021). Böylece söz konusu yaklaşımlar, uygun üretim ve veri yapısına sahip işletmelerde daha etkin biçimde uygulanabilir.

Endüstri 4.0, yönetim muhasebesinde kullanılan bilgilerin kapsamını, üretilme biçimini ve karar süreçlerindeki işlevini de dönüştürmektedir. Finansal ve finansal olmayan verilerin bütünleşik ve güncel biçimde kullanılması; planlama, bütçeleme, maliyet analizi, kontrol, performans değerlendirmesi ve raporlamayı desteklemektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2023). Yönetim muhasebesi sistemlerinin dijitalleşmesinin, muhasebe bilgilerinin doğruluğunu ve zamanlılığını artırarak ve maliyetleri azaltarak yönetsel karar alma etkinliğine katkı sağladığı belirlenmiştir (Ratmono vd., 2023). Böylece yönetim muhasebesi, geçmiş dönem sonuçlarını raporlayan bir yapıdan planlama, kontrol, performans değerlendirmesi ve geleceğe yönelik kararları güncel verilerle destekleyen daha dinamik bir sisteme yönelmektedir. Bununla birlikte bu dönüşümün başarısının, teknolojik altyapının yanı sıra yönetsel destek, çalışan katılımı, dijital yetkinlik, kaynak tahsisi ve değişimin yönetilme biçiminden etkilenebileceği değerlendirilmektedir (Chuma ve Mpundu, 2025).

3. Literatür Araştırması

Endüstri 4.0'ın muhasebe alanındaki yansımalarını inceleyen çalışmalar, teknolojik dönüşümün farklı boyutlarına odaklanmaktadır. Mevcut literatür, araştırmanın amacı doğrultusunda farkındalık, maliyet muhasebesi, yönetim muhasebesi ile avantaj ve dezavantajlar olmak üzere dört tema altında değerlendirilmiştir. Her tema kapsamında ulusal ve uluslararası çalışmaların ortak ve ayrışan yönleri ele alınmıştır.

Endüstri 4.0'a ilişkin farkındalık çalışmaları, teknolojilerin benimsenmesine yönelik olumlu yaklaşım ile teknolojik kapsamın anlaşılması arasında farklılık bulunduğunu göstermektedir. Aktaş vd. (2026), firma yöneticilerinin Sanayi 4.0'ı dijitalleşme, otomasyon, yapay zekâ ve verimlilik üzerinden anlamlandırdıklarını ve dönüşümü gerekli gördüklerini belirlemiştir. Çetinkaya ve Kara (2025), meslek mensuplarının Endüstri 4.0'ı yararlı bulduklarını ancak daha fazla eğitime ihtiyaç duyduklarını; Katkat Özçelik vd. (2025) ise genel dijitalleşme farkındalığına karşın ileri teknolojilere ilişkin farkındalık ve yetkinliğin daha sınırlı kaldığını ortaya koymuştur. Günaydın (2018), işletmelerin Endüstri 4.0'dan çok Endüstri 3.0 kapsamındaki otomasyon sürecine uyum sağlamaya çalıştıklarını belirlemiştir. Dalenogare vd. (2018) de imalat işletmelerinde Endüstri 4.0 uygulamalarından beklenen katkıların kullanılan bileşenlere göre farklılaştığını ifade etmişlerdir. Bu bulgular, Endüstri 4.0 farkındalığının yalnızca bileşenlere yönelik olumlu tutumla değil, bileşenlerin nasıl anlamlandırıldığı ve işletme uygulamalarıyla nasıl ilişkilendirildiği üzerinden değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Maliyet muhasebesi literatüründe Endüstri 4.0, üretim yapısındaki değişim ile maliyetlerin hesaplanması, dağıtılması, izlenmesi ve kontrolüne yansımaları açısından ele alınmaktadır. Wagire ve Kulkarni (2025), otomasyon, yapay zekâ ve nesnelerin interneti uygulamalarının süreç hızını ve kaliteyi artırırken maliyet verimliliğine de katkı sağladığını belirlemiştir. Yaman (2024) otomasyonun artmasıyla direkt işçilik giderlerinin azalmasına karşılık genel üretim giderlerinin artmasıyla hacim temelli dağıtım ölçülerinin maliyetleri gerçeğe uygun biçimde yansıtma gücünün azalabileceğini ve yeni üretim yapısına uygun maliyetleme yöntemlerine duyulan ihtiyacın arttığını vurgulamıştır. Okutmuş (2019), teknoloji yoğun üretim ortamlarında direkt işçilik giderlerinin payı azalırken amortisman, bakım, enerji ve benzeri genel üretim giderlerinin ağırlığının arttığını ve bu değişimin mevcut maliyet sistemlerinin yeniden yapılandırılmasını gerektirdiğini belirtmiştir. Coşkun Arslan ve Demirkan (2019), üretim maliyetleri ile muhasebe bilgi sistemini birlikte değerlendirerek üretim ve muhasebe süreçleri arasındaki bütünleşmenin önemine dikkat çekmiştir. Bu çalışmalar, Endüstri 4.0'ın yalnızca maliyetleri azaltmayı değil, maliyet bilgilerinin üretilmesi, dağıtılması, izlenmesi ve kontrolünde kullanılan sistemlerin yeni üretim yapısına uyarlanmasını da gerektirdiğini göstermektedir.

Yönetim muhasebesi literatüründe Endüstri 4.0; planlama, bütçeleme, kontrol, performans değerlendirmesi, raporlama ve yönetsel karar süreçlerinin güncel ve bütünleşik bilgilerle desteklenmesi bağlamında ele alınmaktadır. Chuma ve Mpundu (2025), dijital yetkinlik eksikliği, değişime karşı direnç, örgütsel birimler arasındaki kopukluk ve yetersiz kaynak tahsisinin Endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesini sınırlandırdığını; liderlik desteği, çalışan katılımı ve sürekli eğitimin ise dönüşümü kolaylaştırdığını belirlemiştir. Dai ve Vasarhelyi (2023), "Yönetim Muhasebesi 4.0" yaklaşımının veri temelli planlama ve bütçeleme, çevik maliyet analizi, sürekli izleme ve kontrol, ayrıntılı performans değerlendirmesi ve özelleştirilmiş raporlamayı destekleyebileceğini belirtmiştir. Ratmono vd. (2023), yönetim muhasebesi sistemlerinin dijitalleşmesinin muhasebe bilgilerinin doğruluğunu ve zamanlılığını geliştirdiğini, maliyetlerin azaltılmasına ve karar alma etkinliğine katkı sağladığını ortaya koymuştur. Literatür, yönetim muhasebesindeki dönüşümün yalnızca teknolojik araçların kullanımına değil, bu araçların ürettiği bilgilerin yönetsel süreçlere aktarılmasına ve uygun örgütsel koşulların oluşturulmasına bağlı olduğunu göstermektedir. Buna karşın dönüşümün işletmelerin fiili planlama, bütçeleme, performans değerlendirmesi ve karar uygulamalarına nasıl yansıdığının saha verileriyle incelenmesi önemini korumaktadır.

Endüstri 4.0'ın sağladığı avantajlar ve uygulama sürecinde ortaya çıkan sınırlılıklar literatürde farklı boyutlarıyla ele alınmaktadır. Şimşek (2026), dijital teknolojilerin finansal verilerin ayrıntılı analizini, anlaşılır raporların hazırlanmasını, güncel düzenlemelere uyumu ve hataların azaltılmasını desteklediğini; buna karşılık teknolojiye erişim sorunları ile yatırım ve personel eğitimi maliyetlerinin önemli sınırlılıklar oluşturduğunu belirlemiştir. Gök (2025), dijitalleşmenin bilgiye erişimi ve kayıt süreçlerini hızlandırdığını, hataların erken belirlenmesini sağladığını ve muhasebe meslek mensuplarının danışmanlık rolünü güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte sık değişen mevzuat ve sistemler, artan kurumsal veri talepleri, teknik altyapı gereksinimleri ve yükselen yazılım-donanım maliyetlerinin mesleki iş yükünü artırdığını; işletmelerdeki dijital yetkinlik eksikliğinin de bazı görevlerin muhasebe meslek mensuplarına aktarılmasına yol açtığını belirlemiştir. Dalenogare vd. (2018), verimlilik, kalite, esneklik ve maliyet bakımından beklenen katkıların kullanılan teknolojiye göre farklılaştığını göstermiştir. Ślusarczyk (2018) ise yüksek finansal yatırım gereksinimi, nitelikli iş gücü eksikliği, uygulama karmaşıklığı ve örgütsel hazırlık yetersizliğinin dönüşümü sınırlandırabildiğini belirtmiştir. Bu bulgular, Endüstri 4.0'ın sağlayacağı yararların teknoloji yatırımının yanı sıra insan kaynağının yetkinliğine ve örgütsel hazırlığa bağlı olduğunu göstermektedir.

Literatür birlikte değerlendirildiğinde, Endüstri 4.0'ın muhasebe alanında önemli bir dönüşüm potansiyeli taşıdığı; ancak bu potansiyelin teknoloji bilgisi, bilgi sistemlerinin bütünleşmesi, nitelikli insan kaynağı ve yönetsel hazırlık

gibi koşullara bağlı olarak uygulamaya farklı biçimlerde yansıdığı görülmektedir. Farkındalık çalışmalarında olumlu tutumların kavramsal bilgi ve fiili kullanımla aynı ölçüde gelişmediği; maliyet muhasebesinde maliyet yapısı ve hesaplama sistemlerinin, yönetim muhasebesinde ise bilgi kalitesi, planlama, kontrol ve karar desteğinin öne çıktığı anlaşılmaktadır. Buna karşılık, Borsa İstanbul'da işlem gören imalat işletmelerinde muhasebe ve finans alanında karar alma sorumluluğu bulunan yöneticilerin Endüstri 4.0'ı nasıl anlamlandırdıklarını ve dönüşümün maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarına avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte nasıl yansıdığını inceleyen nitel saha çalışmalarına duyulan ihtiyacın sürdüğü söylenebilir.

4. Yöntem

Bu bölümde araştırmanın amacı ve deseni, çalışma grubu, veri toplama aracı ve süreci, verilerin analizi ile araştırmanın inandırıcılığı ve etik ilkeler açıklanmaktadır.

4.1. Araştırmanın Amacı ve Deseni

Bu çalışmanın amacı, BIST'te işlem gören ve Kayseri'de faaliyet gösteren imalat işletmelerinde muhasebe ve finans alanında karar alma sorumluluğu bulunan yöneticilerin (YMM, SMMM, Finans Müdürü vb.) Endüstri 4.0'a ilişkin değerlendirmelerini ve bu dönüşümün maliyet ve yönetim muhasebesi uygulamalarına yansımalarına yönelik görüşlerini incelemektir. Bu doğrultuda araştırma, nitel durum çalışması deseninde yürütülmüştür. Durum çalışması, sınırları belirli bir olgunun kendi bağlamı içinde derinlemesine incelenmesine olanak sağlamaktadır (Silverman, 2016, s. 20).

4.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Çalışma grubu ölçüt örnekleme yoluyla belirlenmiştir. İşletmelerin BIST'te işlem görmesi, imalat sektöründe yer alması ve Kayseri'de fiilen faaliyet göstermesi temel ölçütler olarak kabul edilmiştir. Ön incelemede belirlenen 11 işletmenin tamamına ulaşılmaya çalışılmıştır. İşletmelerden birinin faaliyetlerini fiilen İstanbul'da yürüttüğü belirlenerek kapsam dışında bırakılmış, kalan 10 işletmeden biri görüşmeyi kabul etmemiş ve nihayetinde dokuz işletmede görüşme gerçekleştirilebilmiştir. Katılımcılar, muhasebe ve finans alanında karar alma sorumluluğu bulunan yöneticilerden oluşmaktadır.

4.3. Veri Toplama Araçları ve Süreci

Veriler, literatür ve uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formuyla toplanmıştır. Bu teknik, önceden belirlenen soruların yanında katılımcıların görüşlerini ayrıntılandırmalarına ve araştırılan olguyu kendi deneyimleri üzerinden açıklamalarına olanak sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir (Aktaş vd., 2026).

Görüşme formu; Endüstri 4.0'a ilişkin değerlendirmeler, maliyet muhasebesi uygulamalarına yansımalar, yönetim muhasebesi uygulamalarına yansımalar ile avantaj ve dezavantajlar olmak üzere dört temel alanı kapsamaktadır. Ayrıca katılımcıların ek görüş ve önerilerini paylaşmalarına olanak sağlayan açık uçlu bir soruya yer verilmiştir.

Görüşme formu, iki muhasebe akademisyeni, farklı disiplinlerden üç akademisyen ve sektör deneyimine sahip iki danışmanın görüşüne sunulmuş; geri bildirimler doğrultusunda düzenlenmiştir. Ardından ana çalışma grubu dışında kalan iki katılımcıyla pilot uygulama gerçekleştirilerek soruların anlaşılırlığı ve uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Pilot uygulamadan elde edilen veriler ana analize dâhil edilmemiştir. Görüşmeler katılımcıların ofislerinde yüz yüze gerçekleştirilmiş, yaklaşık 45–60 dakika sürmüş ve katılımcıların onayıyla ses kaydına alınmıştır. Görüşme öncesinde araştırmanın amacı, veri toplama süreci ve bilgilerin kullanım biçimi açıklanarak bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Katılımcılar K1–K9 kodlarıyla anonimleştirilmiş; ses kayıtları ve görüşme dökümleri güvenli biçimde saklanmıştır.

4.4. Veri Analizi

Görüşme kayıtları yazıya aktarılarak nitel içerik analiziyle çözümlenmiştir. Analiz süreci, Miles ve Huberman'ın (1994) etkileşimli analiz modeli doğrultusunda yürütülmüştür. Ana temalar görüşme formu ve literatür temelinde belirlenmiş; alt temalar, kategoriler ve kodlar verilerin ayrıntılı incelenmesi sırasında oluşturulmuştur. Görüşme dökümlerinin düzenlenmesi, kodlanması, tematik yapının oluşturulması ve görselleştirilmesinde MAXQDA programından yararlanılmıştır. Makale kapsamı ve okunabilirlik dikkate alınarak her kodla ilişkili tüm katılımcı ifadelerine yer verilmemiş; kodların anlamını yansıtan ve görüşlerdeki benzerlik ile farklılıkları görünür kılan örnek alıntılar seçilmiştir.

4.5. İnandırıcılık ve Etik İlkeler

Araştırmanın inandırıcılığı; inanılırlık, güvenilebilirlik, onaylanabilirlik ve aktarılabilirlik ölçütleri doğrultusunda ele alınmıştır (Başkale, 2016). İnanılırlığı desteklemek amacıyla görüşme formu uzman görüşüne sunulmuş, pilot uygulama gerçekleştirilmiş ve bulgular doğrudan katılımcı alıntılarıyla desteklenmiştir. Böylece katılımcı görüşlerinin araştırmacı yorumlarından ayrılarak görünür kılınması amaçlanmıştır. Güvenilebilirlik, veri toplama ve analiz süreçlerinin açık biçimde açıklanmasıyla; onaylanabilirlik, ses kayıtları, görüşme dökümleri ve analiz dosyalarının korunmasıyla; aktarılabilirlik ise araştırma bağlamı, işletme seçim ölçütleri, çalışma grubunun özellikleri ve araştırma sürecinin açıklanmasıyla desteklenmiştir.

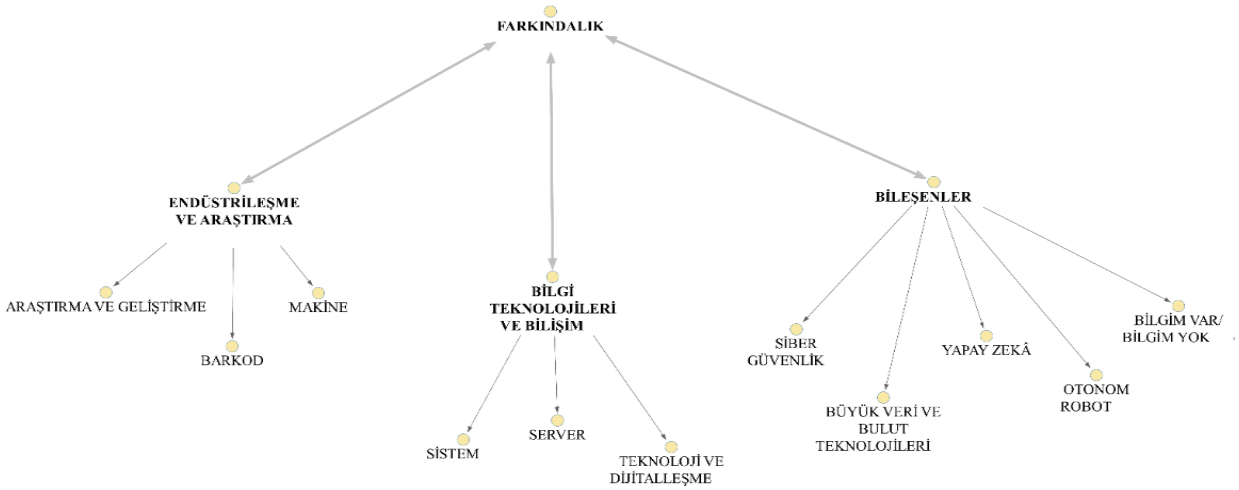
Etik ilkeler doğrultusunda araştırmaya katılım gönüllülük esasına dayandırılmış, katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmış ve veri toplama süreci etik kurul izni doğrultusunda yürütülmüştür. Katılımcıların kimlikleri gizli tutulmuş ve görüşleri K1–K9 kodlarıyla sunulmuştur. Ses kayıtları, görüşme dökümleri ve analiz dosyaları yalnızca araştırma amacıyla kullanılmak üzere güvenli biçimde saklanmaktadır.

5. Bulgular

Bu bölümde elde edilen bulgular dört ana tema altında sunulmaktadır: (1) Endüstri 4.0'a ilişkin farkındalık, (2) Endüstri 4.0'ın maliyet muhasebesi uygulamalarına yansımaları, (3) Endüstri 4.0'ın yönetim muhasebesi uygulamalarına yansımaları ve (4) algılanan avantaj ve dezavantajlar. Bulguların sunumunda, kodların içeriğini ve katılımcı görüşlerindeki farklılıkları yansıtan örnek alıntılara katılımcı kodlarıyla birlikte yer verilmiştir (Başkale, 2016; Tong vd., 2007).

5.1. Endüstri 4.0'a İlişkin Farkındalık

Bu alt bölümde katılımcı ifadeleri doğrultusunda Endüstri 4.0 kavramı ve bileşenlerine ilişkin farkındalık incelenmiştir. Farkındalık; kavramsal bilgi, bileşenleri tanıma ve bu teknolojileri işletme süreçleriyle ilişkilendirme biçimleri çerçevesinde ele alınmıştır. Katılımcılara "Endüstri 4.0 kavramı ve bileşenleri hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusu yöneltilmiş; oluşturulan tema, kategori ve kod yapısı Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1

Farkındalık Temasına Ait Kategori ve Kodlamalar

Şekil 1'e göre farkındalık temasına ilişkin görüşler; bileşenler, bilgi teknolojileri ve bilişim ile endüstrileşme ve araştırma olmak üzere üç kategori altında toplanmıştır. Bileşenler kategorisinde bilgim var/bilgim yok, otonom robot, yapay zekâ, büyük veri ve bulut teknolojileri ile siber güvenlik; bilgi teknolojileri ve bilişim kategorisinde teknoloji ve dijitalleşme, server ile sistem; endüstrileşme ve araştırma kategorisinde ise makine, barkod ile araştırma ve geliştirme kodları yer almıştır. Bu yapı, katılımcıların Endüstri 4.0'ı bilgi sahibi olma durumları, ileri teknolojik bileşenler, dijital altyapı ile üretim ve Ar-Ge uygulamaları üzerinden değerlendirdiklerini göstermektedir.

5.1.1. Bileşenler Kategorisi

Analiz sonucunda bileşenler kategorisi, "Bilgim Var/Bilgim Yok", "Otonom Robot", "Yapay Zekâ", "Büyük Veri ve Bulut Teknolojileri" ile "Siber Güvenlik" olmak üzere beş temel kod altında yapılandırılmıştır. Bu kodlar, katılımcıların Endüstri 4.0 bileşenlerine ilişkin farkındalıklarının farklılaştığını göstermektedir. Bulgular ve kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Bileşenler Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
BİLEŞENLER	"Bilgim Var / Bilgim Yok"	*"Endüstri 4.0 artık olmazsa olmaz bir unsur. Bu durum sadece kurumsal olmakla da ilgili değil. Çünkü üretim işletmeleri için kurumsallığın yanı sıra güçlü bir altyapı ve entegre sistemler bütünü de gereklidir."* ***(K9)***
		"Endüstri 4.0 konusunda kısmen bilgi sahibiyim. Fakat işletmemizde herhangi bir Endüstri 4.0 bileşeninin kullanıldığını düşünmüyorum. Endüstri 4.0 ile ilgili bir gerçek var ki, bu bileşenlerin uygulanması artık işletmeler için bir ihtiyaçtır." ***(K4)***
		"Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibi değilim. İşletmemiz hangi endüstri devriminde onu bile bilmiyorum ama sektörümüz açısından önemli bir konumda olduğumuzu düşünüyorum." ***(K6)***
	"Otonom Robot"	*"Bana göre işletmemizin şu aşamasında otonom robotlara ihtiyaç yok. Farklı sektörlerde olabilir ama bizim sektör için gerekli değil."* ***(K1)***
		"Gelecekte artık insan gücünün yerini makinelerin alacağını düşünüyorum. Kaliteyi belirleyecek şeyin otonomlaşmış robotlar olacağı bir sürece doğru gidiyoruz." ***(K2)***
	"Yapay Zekâ"	*"Endüstri 4.0 ne ise, yapay zekâ da odur. İşletmemiz bünyesinde oluşturulmuş herhangi bir yapay zekâyla ilgilenen departman bulunmamaktadır."* ***(K8)***
	"Büyük Veri ve Bulut Teknolojileri"	*"Bilgi işlem bölümümüzü oluşturduk. İşletmemize özel bazı programları hazırlattık. Bu sistem üzerinden gelen verilerle birlikte bilgi depolaması yapabiliyoruz."* ***(K1)***
	"Siber Güvenlik"	*"…Küresel çapta yaşanan program çökmelerinde biz de zaman zaman sorun yaşıyoruz. Geçtiğimiz günlerde dünya genelinde meydana gelen "mavi ekran" sorununu biz de yakından izledik. Network altyapısı, siber güvenlik ve yazılım geliştirme konularında çalışan bir IT birimimiz var. Bu birim farklı departmanların bir araya gelmesiyle oluşturuldu. Ancak buna rağmen biz de yaşanan mavi ekran olayından dolayı bazı problemler yaşadık."* ***(K9)***

Tablo 1'e göre katılımcıların Endüstri 4.0'ı anlamlandırma biçimleri farklılaşmaktadır. K9 kavramı güçlü altyapı ve bütünleşik sistemlerle ilişkilendirirken, K4 sınırlı bilgiye sahip olduğunu, K6 ise kullanılan bileşenleri değerlendiremediğini belirtmiştir. Buna rağmen katılımcıların çoğu Endüstri 4.0'ı işletmeler açısından giderek artan bir gereklilik olarak görmüştür. Otonom robotlara ilişkin görüşler, üretim yapısı ve sektörel koşullara göre ayrışmış; K1 bu sistemleri mevcut koşullarda gerekli görmezken, K2 gelecekte insan gücünün yerini alarak üretim kalitesini artırabileceğini ifade etmiştir. K8'in Endüstri 4.0 ile yapay zekâyı aynı kavram olarak değerlendirmesi, iki kavram arasındaki sınırın açık biçimde kurulamadığını göstermektedir. K1 büyük veri ve bulut teknolojilerini işletmeye özgü yazılımlar ve veri depolamayla ilişkilendirirken, K9 küresel yazılım sorunları üzerinden siber güvenlik ve sistem sürekliliğine dikkat çekmiştir. Bulgular, bazı katılımcıların Endüstri 4.0'ı bütünleşik altyapı, veri güvenliği ve sistem sürekliliğiyle; bazılarının ise otomasyon, yazılım ve veri depolama uygulamalarıyla ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bu durum, dönüşümün gerekliliğine yönelik olumlu yaklaşımın kavramsal açıklık ve uygulamaları tanıma bakımından aynı ölçüde gelişmediğine işaret etmektedir.

5.1.2. Bilgi Teknolojileri ve Bilişim Kategorisi

Analiz sonucunda bilgi teknolojileri ve bilişim kategorisi, "Teknoloji ve Dijitalleşme", "Server" ile "Sistem" olmak üzere üç kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2

Bilgi Teknolojileri ve Bilişim Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE BİLİŞİM	"Teknoloji ve Dijitalleşme"	*"Biz teknolojiyi üst seviyede kullanan bir işletmeyiz ve sürekli kendini geliştiren bir yapıya sahibiz. Üretimden faturalanmaya kadar kullanıyoruz. Teknolojiyle ilgili ne varsa yapıyoruz ve yapmaya devam edeceğiz." **(K3)***
	"Server"	*"…Server sistemimiz var. Kayıt yapmaktadır." **(K1)***
		*"Her ürünle ilgili reçeteler ve stok kartları bulunuyor. …İşletmemize ait server ile bu bilgilerin tamamı kaydedilmektedir." **(K6)***
		*"...Bu bilgileri kaydeden kendi server merkezimiz var." **(K9)***
	"Sistem"	*"Uygulamada Endüstri 4.0 için hangisi olur bilmiyorum ama biz hammaddeyi yurtiçine getirip millileştirdikten sonra hammadde fabrikaya girer. Üretim süreçleri tamamlanıp faturalandırılmaya kadar tamamen bir sistem üzerinden devam eder." **(K7)***

Tablo 2'ye göre K3, teknolojinin üretimden faturalandırmaya kadar işletme süreçlerinde kullanıldığını ve altyapının geliştirildiğini belirtmiştir. K1, K6 ve K9 ürün reçeteleri, stok kartları ve diğer işletme bilgilerinin server sistemlerinde kaydedildiğini; K7 ise hammaddenin işletmeye girişinden faturalandırmaya kadar işlemlerin tek bir sistem üzerinden yürütüldüğünü ifade etmiştir. Bu bulgular, dijital altyapının kayıt, depolama ve süreç takibini desteklediğini göstermektedir. Bununla birlikte açıklamaların ağırlıklı olarak bu işlevlere odaklanması, veri bütünleşmesi ve analitik kullanımın daha sınırlı kaldığına işaret etmektedir.

5.1.3. Endüstrileşme ve Araştırma Kategorisi

Analiz sonucunda endüstrileşme ve araştırma kategorisi, "Makine", "Barkod" ile "Araştırma ve Geliştirme" olmak üzere üç kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3

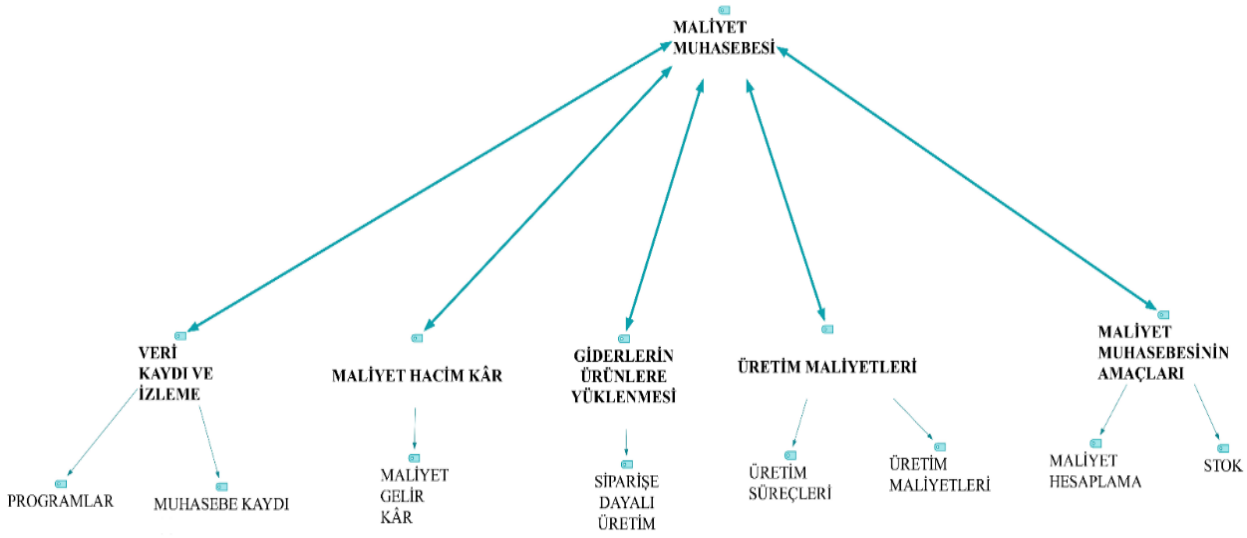
Endüstrileşme ve Araştırma Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
ENDÜSTRİLEŞME VE ARAŞTIRMA	"Makine"	*"Özellikle mevcut makinelerimizin yerine, daha az sürede daha fazla katkı sunacak makinelerle çalışma noktasında araştırmalarımız devam etmektedir. Örneğin, şu an 22 makine bulunmaktadır ve bu makinelerden beşi mevcut duruma göre yenilenmiştir. Süreç içerisinde diğer makinelerin de yenilenmesi için çalışmalar sürmektedir." **(K7)***
	"Barkod"	*"Bu süreçte aşırı bir manuel işlem yoktur. Barkodlama sistemine göre hareket edilmektedir. Bazı noktalarda barkodlama hataları oluşabiliyor. Böyle bir durumda, hata manuel olarak düzeltilip süreç devam ettiriliyor. Endüstri ya da teknoloji her ne derseniz, bence barkodlama buna uygundur. Barkod sistemi neredeyse her aşamada kullanılmaktadır." **(K5)***
	"Araştırma ve Geliştirme"	*"2016 yılından beri kurulmuş olan bir Ar-Ge merkezimiz var. Bu merkezde maliyetleri düşürmek, üretimde verimliliği artırmak, toprak inceleme, tohum özellikleri ve su kaynakları gibi konular üzerinde çalışmalar yapılmaktadır." **(K3)***

Tablo 3'e göre K7, mevcut makinelerin daha kısa sürede daha yüksek katkı sağlayacak biçimde aşamalı olarak yenilendiğini belirtmiştir. K5, barkod sisteminin üretimin birçok aşamasında kullanıldığını, oluşan hataların manuel müdahaleyle giderildiğini ifade etmiş ve bu sistemi Endüstri 4.0 ile ilişkilendirmiştir. K3 ise Ar-Ge merkezinde maliyetlerin azaltılması, üretim verimliliğinin artırılması ve tarımsal kaynakların incelenmesine yönelik çalışmalar yürütüldüğünü belirtmiştir. Bulgular, makine yenileme ve Ar-Ge faaliyetlerinin verimlilik ve maliyet yönetimini desteklediğini, barkod sistemlerinin ise süreç takibine katkı sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte barkod gibi bazı teknolojilerin Endüstri 4.0 bileşeni olarak değerlendirilmesi, geleneksel dijital izleme araçları ile bütünleşik akıllı üretim sistemleri arasındaki ayrımın her katılımcı tarafından aynı açıklıkta kurulamadığına işaret etmektedir.

5.2. Endüstri 4.0'ın Maliyet Muhasebesi Uygulamalarına Yansımaları

Bu alt bölümde katılımcıların Endüstri 4.0'ın maliyet muhasebesi uygulamalarına yansımalarına ilişkin değerlendirmeleri incelenmiştir. Katılımcılara "İşletmeniz açısından Endüstri 4.0 bileşenlerinin maliyet muhasebesi uygulamalarına etkileri hakkındaki değerlendirmeleriniz nelerdir?" sorusu yöneltilmiş; oluşturulan tema, kategori ve kod yapısı Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2

Maliyet Muhasebesi Temasına Ait Kategori ve Kodlamalar

Şekil 2'ye göre maliyet muhasebesi temasına ilişkin görüşler; maliyet muhasebesinin amaçları, üretim maliyetleri, giderlerin ürünlere yüklenmesi, maliyet-hacim-kâr ile veri kaydı ve izleme olmak üzere beş kategori altında toplanmıştır. Bu kategorilerde sırasıyla stok ve maliyet hesaplama; üretim maliyetleri ve üretim süreçleri; siparişe dayalı üretim; maliyet-gelir-kâr; muhasebe kaydı ve programlar kodları yer almıştır. Bu yapı, katılımcıların Endüstri 4.0'ın maliyet muhasebesine yansımalarını stok ve maliyet hesaplama, üretim ve sipariş süreçleri, maliyet-gelir-kâr ilişkisi ile dijital kayıt uygulamaları üzerinden değerlendirdiklerini göstermektedir.

5.2.1. Maliyet Muhasebesinin Amaçları Kategorisi

Analiz sonucunda maliyet muhasebesinin amaçları kategorisi, "Stok" ve "Maliyet Hesaplama" olmak üzere iki kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

Maliyet Muhasebesinin Amaçları Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
MALİYET MUHASEBESİNİN AMAÇLARI	"Stok"	*"İşletmemizde Endüstri 4.0 değil ama Endüstri 3.0 düzeyinde bir teknoloji kullanımı söz konusudur."* ***(K3)***
		"İşletmemizde üretilen ürünlerin maliyeti çok yüksek olduğu için stok yapılması mantıklı değildir. Bu nedenle stok açısından çok yüksek teknolojik bir sisteme de ihtiyaç duymuyoruz." ***(K5)***
		"Biz stok açısından çok küçük miktarlarda çalıştığımız için işlemlerimizi manuel olarak da yürütebiliyoruz. Stok için Endüstri 4.0'a uygun ileri teknoloji kullanımına gerek görmüyoruz." ***(K8)***
	"Maliyet Hesaplama"	*"Pek çok işletmede maliyetler kaba taslak hesaplanırken, bizde her bir kalem ayrı ayrı değerlendirilir ve hesaplanır. Genellikle birim yöneticileriyle üst yönetim bu hesaplamaları analiz ederek yapar. İfadelerimden de anlaşılacağı üzere maliyet hesaplamaları ve planlamalarında Endüstri 4.0 bileşenleri kullanılmamaktadır."* ***(K1)***
		"Hesaplamalar, yeminli mali müşavirimiz ve muhasebe birimimiz tarafından sistemde kayıtlı veriler üzerinden manuel olarak yapılmaktadır." ***(K3)***
		"Endüstri 4.0 bileşenleri olan yapay zekâ, otonom robotlar ve nesnelerin interneti, işletmemizde maliyet hesaplama süreçlerinde kullanılmamaktadır." ***(K9)***

Tablo 4'e göre K3, stokların Endüstri 4.0 düzeyinde olmasa da sistem üzerinden izlenebildiğini belirtirken, K5 ve K8 ileri teknoloji kullanımını stok yapıları açısından gerekli görmediklerini ifade etmiştir. K1, K3 ve K9 ise maliyet hesaplamalarının çoğunlukla geçmiş dönem verileri, yönetsel deneyim ve muhasebe biriminin manuel analizleri üzerinden yürütüldüğünü; yapay zekâ, nesnelerin interneti ve otonom sistemlerden yararlanılmadığını belirtmiştir. Bulgular, bazı işletmelerde stok izleme ve maliyet hesaplama süreçlerinin dijital kayıt sistemleriyle desteklendiğini göstermektedir. Buna karşılık ileri teknolojilerin maliyet analizi, tahmin ve stok yönetimine bütünleşik biçimde aktarılması sınırlı kalmaktadır.

5.2.2. Üretim Maliyetleri Kategorisi

Analiz sonucunda üretim maliyetleri kategorisi, "Üretim Maliyetleri" ve "Üretim Süreçleri" olmak üzere iki kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5

Üretim Maliyetleri Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
ÜRETİM MALİYETLERİ	"Üretim Maliyetleri"	*"Üretim maliyetlerimizin yaklaşık %70'i doğrudan ilk madde ve malzeme maliyetlerinden oluşmaktadır. Kalan kısım işçilik ve enerji maliyetlerini kapsamaktadır. Her ne kadar tüm binalarımızda enerji üretimi için güneş panelleri kurmuş olsak da, elde edilen enerji ihtiyacın %10'unu bile karşılamamaktadır. Bu hesaplamalar manuel olarak yapılmaktadır."* ***(K5)***
		"…..doğrudan ilk madde ve malzeme ile doğrudan işçilik maliyetlerinin tespitinde zorlanmamaktayız. Ancak genel üretim giderlerinin hesaplanması bazı durumlarda karmaşıklaşabilmektedir. Üretim maliyetleri ve fiyatlandırma yapılırken, her ayın 1'inde ilgili tüm departmanlardan tahmini maliyetler istenir. Bu raporlar birleştirilir, ek maliyetler tespit edilerek nihai maliyetlendirme yapılır." ***(K7)***
		"Üretim maliyetleri, üst yönetim ve ilgili departman yöneticileri tarafından tespit edilip, hesaplanmaktadır." ***(K8)***
	"Üretim Süreçleri"	*"Ürettiğimiz ürünler emek yoğun olduğu için Endüstri 4.0'ın bizim sektörde ve üretim süreçlerimizde çok fazla uygulanabilir olduğunu düşünmüyorum."* ***(K2)***
		"Üretim sürecimiz tamamen otomasyona dayalıdır." ***(K3)***
		"Üretim süreçlerinde teknoloji kullanılarak her aşama takip edilmektedir." ***(K4)***

Tablo 5'e göre K5, üretim maliyetlerinin önemli bir bölümünü doğrudan ilk madde ve malzeme maliyetlerinin oluşturduğunu ve maliyet hesaplamalarının manuel olarak gerçekleştirildiğini belirtmiştir. K7, doğrudan ilk madde ve malzeme ile doğrudan işçilik maliyetlerinin belirlenmesinde güçlük yaşanmadığını, ancak genel üretim giderlerinin hesaplanmasının karmaşıklaşabildiğini ifade etmiştir. Ayrıca maliyetlendirme sürecinde departmanlardan alınan tahmini maliyet raporlarının kullanıldığını açıklamıştır. K8 ise üretim maliyetlerinin üst yönetim ve ilgili departman yöneticileri tarafından belirlendiğini ifade etmiştir. K2, emek yoğun üretim nedeniyle kişilere bağlı süreçlerin sürdüğünü ifade ederken, K3 ve K4 üretim emirleri, malzeme gereksinimleri ve süreç takibinin otomasyon ve dijital sistemlerle yürütüldüğünü belirtmiştir. Bulgular, otomasyon ve dijital takibin işletmeler arasında farklılaştığını; üretim verilerinin maliyet analizine bütünleşik ve güncel biçimde aktarılmasının ise sınırlı kaldığını göstermektedir.

5.2.3. Giderlerin Ürünlere Yüklenmesi Kategorisi

Analiz sonucunda giderlerin ürünlere yüklenmesi kategorisi, "Siparişe Dayalı Üretim" kodu altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodu yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

Giderlerin Ürünlere Yüklenmesi Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
SİPARİŞE DAYALI ÜRETİM	"Siparişe Dayalı Üretim"	*"İşletmemiz siparişe dayalı ürün üretmektedir. Farklı ebatlarda ürün talepleri gelmektedir. Çünkü ürettiğimiz ürün…..yani…..camın kullanılmadığı tüm alanları kapsamaktadır. Ürün siparişleri açısından değişkenlik gösteren unsurlar ebat ve kalınlıktır. Makineler de istenilen ebat ve kalınlıkta üretim yapabilecek yeterliliktedir. Süreçler yüksek derecede teknoloji gerektirmemektedir."* ***(K7)***
		"Büyük oranda siparişe dayalı üretim yapılmaktadır. Tüm süreçler program üzerinden takip edilir. Temelde süreçte kişiler etkilidir." ***(K8)***

Tablo 6'ya göre K7, ürünlerin müşteri taleplerine göre farklı ebat ve kalınlıklarda üretilebildiğini; K8 ise sipariş süreçlerinin program üzerinden izlenmesine rağmen işlemlerde kişilerin belirleyici olduğunu belirtmiştir. Bulgular, üretimin müşteri taleplerine uyarlanabildiğini ve sipariş süreçlerinin dijital olarak izlenebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte giderlerin ürünlere yüklenmesi ve üretim planlamasının bütünleşik biçimde yürütülmesi bakımından uygulamalar sınırlı kalmaktadır.

5.2.4. Maliyet-Hacim-Kâr Kategorisi

Analiz sonucunda maliyet-hacim-kâr kategorisi, "Maliyet-Gelir-Kâr" kodu altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodu yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

Maliyet-Hacim-Kâr Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
MALİYET HACİM KÂR	"Maliyet-Gelir-Kâr"	*"İşletmemizin kurucuları tüccar kökenli kişilerden oluşmaktadır. Bu nedenle işletme, maliyet, gelir ve kâr ilişkisi mantığıyla yönetilmeye çalışılmaktadır."* ***(K1)***
		"İşletmede maliyet gelir ve kâr analizleri yapılmaktadır. Bu analizler sırasında ilgili departmanlar verileri üst yönetime iletir ve analizler üst yönetim tarafından gerçekleştirilir." ***(K8)***
		"Maliyet-hacim-kâr analizleri İstanbul'daki merkez birim tarafından yapılmaktadır." ***(K9)***

Tablo 7'ye göre K1, işletmenin maliyet, gelir ve kâr ilişkisi temelinde yönetildiğini; K8, ilgili birimlerden sağlanan verilerin üst yönetim tarafından değerlendirildiğini; K9 ise analizlerin merkez birim tarafından gerçekleştirildiğini belirtmiştir. Bulgular, maliyet-gelir-kâr analizlerinin karar süreçlerinde kullanıldığını ve verilerin merkezi olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Bununla birlikte analizlerin mevcut veriler ve yönetsel değerlendirmelere dayanması, bütünleşik ve öngörücü analiz uygulamalarının belirgin biçimde gelişmediğine işaret etmektedir.

5.2.5. Veri Kaydı ve İzleme Kategorisi

Analiz sonucunda veri kaydı ve izleme kategorisi, "Muhasebe Kaydı" ve "Programlar" olmak üzere iki kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8

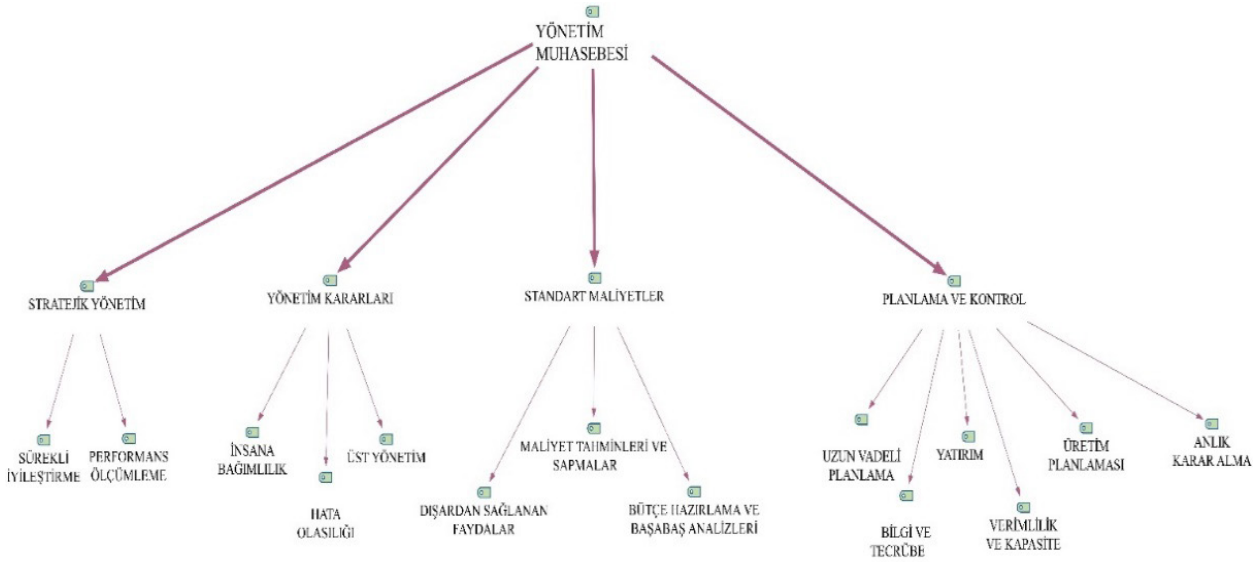
Veri Kaydı ve İzleme Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
VERİ KAYDI VE İZLEME	"Muhasebe Kaydı"	*"Kayıtlar bir sistem ve altyapı gerektirir. Biz bu konuda sistemsel veri girişini sağlayacak altyapıyı oluşturduk. Yani veri girişi sağlanmaktadır. Her ürün için kartlar açılır ve sisteme işlenir. Böylece her muhasebe işlemi ayrı ayrı kayıt altına alınır. " **(K1)***
	"Programlar"	*"...ERP ve ESP yazılımları kullanılmaktadır. Depodan ürün çıktığı anda her şey bilgisayar komutlarıyla gerçekleşir." **(K2)***
		*"Muhasebe süreçlerinde bankaya ilişkin tüm işlemlerin girişleri otomatik olarak aktarılmakta ve muhasebe kayıtları yapılmaktadır. LOGO (ticari yazılım markası), ERP ve CoralReeF gibi yazılımlar muhasebe departmanında kullanılmaktadır." **(K4)***

Tablo 8'e göre katılımcılar, üretim ve satış verilerinin muhasebe sistemlerine farklı düzeylerde aktarıldığını belirtmiştir. K1, her ürün için kart açılarak işlemlerin sisteme kaydedildiğini; K2 ve K4 ise verilerin kayıt ve izleme süreçlerinin çeşitli muhasebe yazılımlarıyla gerçekleştirildiğini ifade etmişlerdir. Bulgular, muhasebe kayıtlarının dijital programlarla desteklendiğini göstermektedir. Buna karşılık üretim, maliyet ve muhasebe verilerinin bütünleşik ve analitik biçimde kullanımı sınırlı kalmakta; daha güncel ve karşılaştırmalı bilgi sunan sistemlere yönelik beklentiler sürmektedir.

5.3. Endüstri 4.0'ın Yönetim Muhasebesi Uygulamalarına Yansımaları

Bu alt bölümde katılımcıların Endüstri 4.0'ın yönetim muhasebesi uygulamalarına yansımalarına ilişkin değerlendirmeleri incelenmiştir. Katılımcılara "İşletmeniz açısından Endüstri 4.0 bileşenlerinin yönetim muhasebesi uygulamalarına etkileri hakkındaki değerlendirmeleriniz nelerdir?" sorusu yöneltilmiş; oluşturulan tema, kategori ve kod yapısı Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3

Yönetim Muhasebesi Temasına Ait Kategori ve Kodlamalar

Şekil 3'e göre yönetim muhasebesi temasına ilişkin görüşler; planlama ve kontrol, standart maliyetler, yönetim kararları ile stratejik yönetim olmak üzere dört kategori altında toplanmıştır. Bu kategorilerde sırasıyla anlık karar alma, üretim planlaması, verimlilik ve kapasite, yatırım, bilgi ve tecrübe ile uzun vadeli planlama; bütçe hazırlama ve başabaş analizleri, maliyet tahminleri ve sapmalar ile dışarıdan sağlanan faydalar; üst yönetim, hata olasılığı ve insana bağımlılık; performans ölçümleme ve sürekli iyileştirme kodları yer almıştır. Bu yapı, katılımcıların Endüstri 4.0'ın yönetim muhasebesine yansımalarını planlama ve kontrol, yatırım ve kapasite yönetimi, bütçeleme, yönetsel karar alma ile performans ve sürekli iyileştirme uygulamaları üzerinden değerlendirdiklerini göstermektedir.

5.3.1. Planlama ve Kontrol Kategorisi

Analiz sonucunda planlama ve kontrol kategorisi, "Anlık Karar Alma", "Üretim Planlaması", "Verimlilik ve Kapasite", "Yatırım", "Bilgi ve Tecrübe" ile "Uzun Vadeli Planlama" olmak üzere altı kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9

Planlama ve Kontrol Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
PLANLAMA VE KONTROL	"Anlık Karar Alma"	*"Anlık karar alma sürecinde genellikle birim yöneticilerine sorumluluk verilmektedir. Ancak yine de nihai karar genellikle işletme sahibine aittir. Bazı kararlarda yönetimle birlikte diğer birim müdürleri de karar sürecine dâhil olmaktadır."* ***(K2)***
	"Üretim Planlaması"	*"Üretimde elektronik sistemler, otomasyonlar, yazılımlar ve entegrasyonlar ciddi bir maliyet oluşturmaktadır. Ancak uzun vadede bu sistemlerin her türlü kârlılığı sağlayacağı açıktır. Bu maliyeti üstlenmek planlama gerektirir ve bu konuda nihai kararı üst yönetim verir."* ***(K8)***
	"Verimlilik ve Kapasite"	*"İşletmemizde ihtiyaç oldukça, verimliliği ve kapasiteyi artırmak amacıyla yeni makineler alınmaktadır. Ancak genellikle eski makinelerle yeni makineler birlikte çalıştırılmaktadır. Çoğu makinemiz, üzerinde belirtilen kapasite oranlarında üretim yapmaktadır. Arıza olmadığı sürece boşta kalan makine olmaz. Ayrıca üretimimiz mevsimsel olarak çok fazla değişiklik göstermez, bu nedenle kapasite kullanım oranımız da çok etkilenmez."* ***(K5)***
	"Yatırım"	*"Teknoloji gelişirken biz de yatırımlarımızı yapmaya başladık. Daha az sürede daha fazla üretim yapan makinelerle üretim yapmaya yönelik çalışmalarımız devam etmektedir. Ancak makinelerin aynı anda yenilenmesi ciddi bir maliyet doğurmaktadır. Mevcut ekonomik koşullarda bunu gerçekleştirmek bizim için doğru bir yatırım olmayacaktır."* ***(K7)***
	"Bilgi ve Tecrübe"	*"İşletmemizde birçok strateji, tecrübe ve geçmiş yıl verilerine dayanarak belirlenmektedir."* ***(K4)***
		"Üretim maliyetlerinin belirlenmesi, risklerin tahmin edilmesi ve önlem alma süreçlerinin tamamı bilgi ve tecrübeye dayanmaktadır." ***(K8)***
	"Uzun Vadeli Planlama"	*"Türkiye'de genellikle kısa vadeli kârlılık hedeflenmekte ve 1–3–5 yıllık planlar yapılmaktadır. Oysa Avrupa'da uzun vadeli, 10–20–30 yıllık planlar yapılmakta; kaynaklar da bu doğrultuda harcanmakta ve planlanmaktadır."* ***(K1)***

Tablo 9'a göre K2, anlık kararların birim yöneticilerinin katılımıyla alınmasına karşın nihai karar yetkisinin çoğunlukla işletme sahibinde bulunduğunu belirtmiştir. K8, üretim planlamasında elektronik sistemler, otomasyon ve

yazılımlardan yararlanıldığını, ancak yatırımların yüksek başlangıç maliyetine sahip olduğunu ve kararların üst yönetim tarafından verildiğini ifade etmiştir. K5, verimlilik ve kapasiteyi artırmak amacıyla yeni makineler alındığını ancak eski ve yeni makinelerin birlikte kullanıldığını belirtirken, K7 teknolojik yatırımların yüksek maliyet nedeniyle aşamalı olarak gerçekleştirildiğini vurgulamıştır. K4 ve K8, stratejilerin, maliyet tahminlerinin ve risk değerlendirmelerinin büyük ölçüde geçmiş dönem verileri ile yönetsel bilgi ve tecrübeye dayandığını ifade etmiş; K1 ise işletmelerde daha çok kısa ve orta vadeli planların tercih edildiğini belirtmiştir. Bulgular, elektronik sistemler, yazılımlar ve otomasyondan yararlanıldığını göstermekle birlikte, katılımcıların Endüstri 4.0 kapsamında değerlendirdikleri uygulamaların çoğunlukla makine yenileme ve geleneksel otomasyon düzeyinde kaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, Endüstri 3.0 ile Endüstri 4.0 arasındaki kavramsal ayrımın tam olarak kurulamadığına işaret etmektedir. Ayrıca planlama ve kontrol süreçleri ağırlıklı olarak üst yönetim, geçmiş dönem verileri ve yönetsel deneyime dayanmaktadır.

5.3.2. Standart Maliyetler Kategorisi

Analiz sonucunda standart maliyetler kategorisi, "Bütçe Hazırlama ve Başabaş Analizleri", "Maliyet Tahminleri ve Sapmalar" ile "Dışarıdan Sağlanan Faydalar" olmak üzere üç kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

Standart Maliyetler Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
STANDART MALİYETLER	"Bütçe Hazırlama ve Başa Baş Analizleri"	*"Üst yönetim, satış ve üretim miktarına bağlı olarak başa baş noktasına ulaşılacak fiyat ve miktar hesaplamasını yapar. Bütçeler de bu sürece paralel şekilde oluşturulur. İşletmemizde maliyet-hacim-kâr analizlerinin yanı sıra, bütçe hazırlama ve başa baş analizleri de üst yönetim tarafından yapılmaktadır."* ***(K8)***
	"Maliyet Tahminleri ve Sapmalar"	*"Maliyet tahminleri, geçmiş yıl verileri ve deneyimlere dayanarak hesaplanmaktadır. Bu süreçte teknoloji kullanımı bulunmamaktadır."* ***(K4)***
	"Dışardan Sağlanan Faydalar"	*"Belirli programları işletmemize özel olarak yaptırdık. Bazı paket programları ise dışarıdan satın aldık. Bu programlardan gelen verilere bilgi, birikim ve tecrübemizi de ekleyerek birçok kararı alıyoruz."* ***(K1)***

Tablo 10'a göre K8, bütçelerin ve başabaş noktası hesaplamalarının satış ve üretim miktarları esas alınarak üst yönetim tarafından hazırlandığını belirtmiştir. K4, maliyet tahminlerinin geçmiş yıl verileri ve yönetsel deneyime dayandığını, bu süreçte teknolojiden yararlanılmadığını ifade etmiştir. K1 ise işletmeye özel geliştirilen ve dışarıdan temin edilen yazılımlardan elde edilen verilerin bilgi ve deneyimle birlikte karar süreçlerinde kullanıldığını belirtmiştir. Bulgular, bütçe hazırlama ve maliyet tahminlerinde dijital programlardan yararlanıldığını göstermektedir. Buna karşılık süreçlerin ağırlıklı olarak geçmiş dönem verileri ve yönetsel deneyime dayanması, bütünleşik ve güncel veri kullanımının sınırlı kaldığına işaret etmektedir.

5.3.3. Yönetim Kararları Kategorisi

Analiz sonucunda yönetim kararları kategorisi; "Üst Yönetim", "Hata Olasılığı" ve "İnsana Bağımlılık" olmak üzere üç kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11

Yönetim Kararları Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
YÖNETİM KARARLARI	"Üst Yönetim"	*"Endüstri 4.0 dediğimiz konu oldukça kapsamlı bir iştir. Üst kademeden alt kademeye kadar sistemsel bir çözümleme yapılmalı ve buna uygun adımlar atılmalıdır. Örneğin Avrupa'da bu konularda taviz verilmez ve kurallar nettir. Türkiye'de ise sorun bu konuları anlamamak değil; işimize gelmediği için bazı şeyleri çıkarlarımıza veya yapımıza göre yorumluyoruz. Doğruyu söylemek gerekirse, birçok işi sadece yapıyormuş gibi yapıyoruz. Zihniyetimizi, bakış açımızı değiştirmediğimiz ve üst yönetim öncülüğünde bu konulara odaklanmadığımız sürece yol alabileceğimizi düşünmüyorum." **(K1)***
	"Hata Olasılığı"	*"En büyük arzum, otomasyon sistemlerinin işletmeye entegre edilmesidir. Böylece daha az insan gücüne bağlı olarak hata oranının en aza indirileceğini ve verimliliğin artırılacağını düşünüyorum. Aslında ne kadar önlem alınsa da insanın olduğu yerde hata olasılığı her zaman vardır. Otomasyon sistemimiz olsaydı, bu hata olasılığının önemli ölçüde düşeceğine inanıyorum." **(K2)***
	"İnsana Bağımlılık"	*"…sistemi kurmak, söylediğim gibi eğitimli ve nitelikli insan gücüne dayanmalıdır. Bu sağlanmadığı takdirde, yüksek maliyetli sistemler ağır aksak işler ve kötü sonuçlara yol açar." **(K1)***
		*"İş gücüne, yani emeğe dayalı çalışıyoruz. Bu nedenle işçi sayımız fazladır. İnsana olan bağımlılığı Endüstri 4.0'ın azaltabileceğinden emin değilim." **(K2)***

Tablo 11'e göre K1, Endüstri 4.0 dönüşümünün üst yönetim öncülüğünde yürütülmesi ve teknolojik yatırımların nitelikli insan kaynağıyla desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir. K2 ise otomasyonun insan kaynaklı hata olasılığını azaltabileceğini ve verimliliği artırabileceğini ifade etmekle birlikte, emek yoğun üretim nedeniyle insana bağımlılığın tamamen ortadan kalkmayacağını vurgulamıştır. Bulgular, teknolojik dönüşümün başarısında üst yönetimin yaklaşımı ile nitelikli insan kaynağının belirleyici olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte otomasyonun sağlayacağı katkılar, işletmelerin üretim yapısına göre farklılık göstermektedir.

5.3.4. Stratejik Yönetim Kategorisi

Analiz sonucunda stratejik yönetim kategorisi, "Performans Ölçümleme" ve "Sürekli İyileştirme" olmak üzere iki kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12

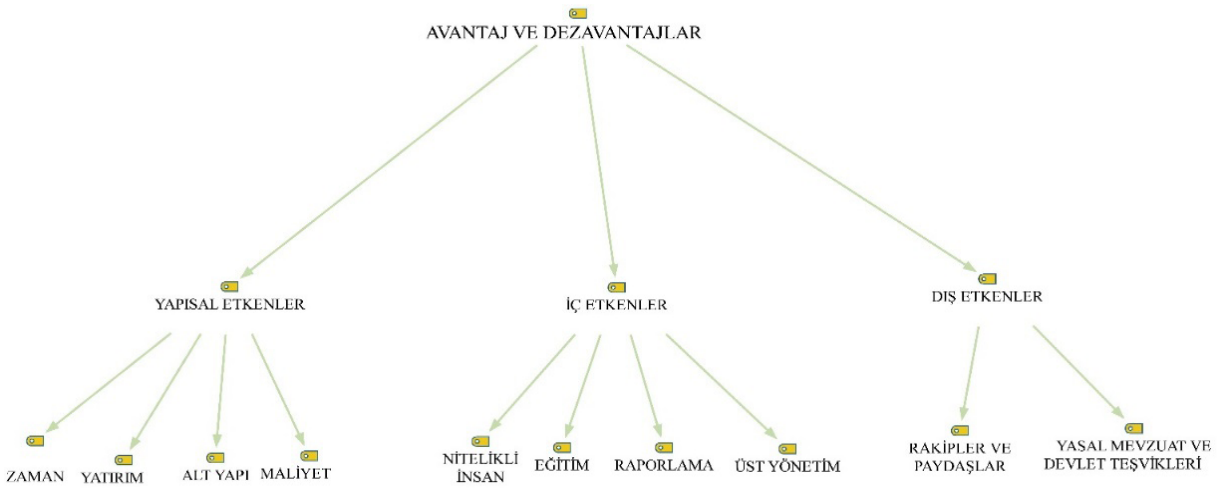
Stratejik Yönetim Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
STRATEJİK YÖNETİM	"Performans Ölçümleme"	*"Performans ölçümü genellikle satış ve üretim miktarına göre belirlenmektedir. Herhangi bir teknolojik unsur kullanılmaz. Daha çok belirlenen üretim miktarlarının gerçekleştirilmesi ya da hedeflenen satış tutarlarının aşılması durumunda ilgili departmanlara performanslarından ötürü ek ücretlendirme yapılmaktadır."* ***(K8)***
	"Sürekli İyileştirme"	*"Ürettiğimiz ürünlerle ilgili herhangi bir sorunla karşılaştığımızda veya müşteri geri bildirimi aldığımızda, ürünleri geri dönüştürebiliyoruz. Ar-Ge çalışmalarımız sonucunda, geri dönüşüm sistemlerimiz teknolojiye uygun şekilde tasarlanmıştır. Piyasada bunu gerçekleştirebilen işletme sayısı oldukça azdır. Biz çeşitli teknolojik araçlarla bu ürünleri yeniden geri kazanabiliyoruz. Üretimden çıkan ürünlerde kalite süreçlerinde mümkün olduğunca teknoloji kullanılmaktadır. İnsan hatasından ya da gözden kaçabilecek durumları makinelerle önlemeye çalışıyoruz. Dolayısıyla, sürekli gelişim içinde olduğumuzu söyleyebilirim."* ***(K8)***

Tablo 12'ye göre K8, performansın ağırlıklı olarak üretim ve satış miktarları üzerinden değerlendirildiğini ve bu süreçte teknolojik araçlardan yararlanılmadığını belirtmiştir. Buna karşılık müşteri geri bildirimleri, Ar-Ge faaliyetleri, geri dönüşüm sistemleri ve kalite kontrol teknolojilerinin sürekli iyileştirme amacıyla kullanıldığını ifade etmiştir. Bulgular, teknolojik araçların sürekli iyileştirme faaliyetlerini desteklediğini göstermektedir. Buna karşılık performans ölçümünün hâlen üretim ve satış miktarlarına dayanması, bu süreçlerde üretilen verilerin stratejik performans değerlendirmesine bütünleşik biçimde aktarılmasının sınırlı kaldığına işaret etmektedir.

5.4. Endüstri 4.0 Bileşenlerine İlişkin Algılanan Avantaj ve Dezavantajlar

Bu alt bölümde katılımcıların Endüstri 4.0'ın avantaj ve dezavantajlarına ilişkin değerlendirmeleri incelenmiştir. Katılımcılara "İşletmeniz açısından Endüstri 4.0 bileşenlerinin avantajları ve dezavantajları hakkındaki değerlendirmeleriniz nelerdir?" sorusu yöneltilmiş; oluşturulan tema, kategori ve kod yapısı Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4

Avantaj ve Dezavantaj Temasına Ait Kategori ve Kodlamalar

Şekil 4'e göre avantaj ve dezavantajlar temasına ilişkin görüşler; dış etkenler, iç etkenler ve yapısal etkenler olmak üzere üç kategori altında toplanmıştır. Bu kategorilerde sırasıyla yasal mevzuat ve devlet teşvikleri ile rakipler ve paydaşlar; üst yönetim, raporlama, eğitim ve nitelikli insan; maliyet, altyapı, yatırım ve zaman kodları yer almıştır. Bu yapı, katılımcıların Endüstri 4.0'ın avantaj ve dezavantajlarını dış çevre koşulları, işletme içi yönetsel ve beşeri unsurlar ile maliyet, altyapı ve yatırım gereksinimleri üzerinden değerlendirdiklerini göstermektedir.

5.4.1. Dış Etkenler Kategorisi

Analiz sonucunda dış etkenler kategorisi, "Yasal Mevzuat ve Devlet Teşvikleri" ile "Rakipler ve Paydaşlar" olmak üzere iki kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13

Dış Etkenler Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
DIŞ ETKENLER	"Yasal Mevzuat ve Devlet Teşvikleri"	*"Yasal mevzuat ve devlet teşviklerinin yetersiz olduğunu düşünüyorum."* ***(K3)***
		"Yasal mevzuatın istenilen düzeyde olmadığını düşünüyorum. Devlet teşvikleri mevcut ancak yeterli değildir." ***(K4)***
	"Rakipler ve Paydaşlar"	*"Rakiplerin kullandığı teknoloji bizim açımızdan her zaman avantajdır. Bu durum bizi gelişmeye ve öğrenmeye teşvik eder."* ***(K1)***
		"Rakipler bizim açımızdan hem avantaj hem de dezavantajdır. İşlerimizin mevcut durumu genellikle merdiven altı olarak nitelendirilebilecek bir yapıdadır. Rakiplerin gelişimi bizleri de gelişmeye zorlayacaktır. Bu durum ciddi bir maliyet gerektirse de bu maliyetlere katlanmanın bizi uzun vadede daha sürdürülebilir bir işletme haline getireceğini düşünüyorum." ***(K2)***
		"Rakip işletmelerin gelişimi, kapitalist sistemde düşünüldüğünde aslında dezavantajdır. Rakiplerin gelişimi beni sürekli gelişmeye zorluyor. Eğer rakip olmasaydı, piyasa tamamen benim elimde olurdu ve önlem almaya gerek kalmazdı. 1960 model bir makine kullansam bile başka bir alternatif yoksa yine de değerli olurdum. Bir diğer husus da rakiplerimiz yeni teknolojilere geçiyor, kendilerini yeniliyor, maliyetlerini düşürüyor ve daha uygun fiyata ürün sunuyorlar. Bu durumda da piyasa payım azalıyor." ***(K9)***

Tablo 13'e göre K3 ve K4, mevcut mevzuat ile devlet teşviklerinin Endüstri 4.0 yatırımlarını destekleme bakımından yetersiz kaldığını belirtmiştir. K1 ve K2, rakiplerin teknolojik gelişiminin işletmeleri öğrenme ve yenilenmeye yönelttiğini ifade ederken, K9 bu gelişimin maliyet baskısını ve fiyat rekabetini artırarak pazar payını azaltabildiğini belirtmiştir. Bulgular, rakipler ve paydaşların teknolojik gelişiminin dönüşümü teşvik edebildiğini göstermektedir. Buna karşılık mevzuat ve teşviklerin yetersizliği ile artan maliyet ve rekabet baskısı, yatırımların kapsamını ve hızını sınırlandırabilmektedir.

5.4.2. İç Etkenler Kategorisi

Analiz sonucunda iç etkenler kategorisi, "Üst Yönetim", "Raporlama", "Eğitim" ve "Nitelikli İnsan" olmak üzere dört kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14

İç Etkenler Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
İÇ ETKENLER	"Üst Yönetim"	*"Üst yönetim, Endüstri 4.0 alanındaki gelişmeleri sürekli olarak takip etmekte ve yatırım yapmaktadır. Bu durum işletmemiz açısından büyük bir avantaj teşkil etmektedir."* ***(K9)***
	"Raporlama"	*"İşletmede neredeyse tüm raporlamalar muhasebe birimi tarafından hazırlanmaktadır. Örneğin, belirlenen standart fire oranı artarsa, bu artışa ilişkin detaylı incelemeler yapılır ve üretim süreçlerinde iyileştirmeye gidilir. Bu süreçlerde Endüstri 4.0 bileşenleri yaygın olarak kullanılmamaktadır."* ***(K2)***
	"Eğitim"	*"…Üniversitelerde bu alana ilişkin ciddi bir eğitim verilmediğini düşünüyorum. Bu nedenle nitelikli personel sıkıntısı tüm sektörlerde mevcuttur. Yeterli bilgi ve eğitim verilmediği için bu durum büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır ve ilerleyen süreçte de oluşturmaya devam edecektir. Şirket olarak biz eğitime büyük önem veriyoruz. Makinelerimizi güncelliyoruz ve bu makineleri kullanacak personeli sürekli olarak eğitiyoruz. Çalışanlarımıza farklı konularda sürekli eğitimler sunmaya çalışıyoruz."* ***(K3)***
	"Nitelikli İnsan"	*"Mevcut durumda dahi kalifiye ya da kalifiye olmayan personel bulmakta zorluk yaşamaktayız. Endüstri 4.0 bileşenlerini uygulamaya başladığımızda, nitelikli personel bulmak bizim için daha da zorlaşacaktır. Bu sürecin nasıl yönetileceği konusunda endişelerim var."* ***(K2)***
		"Nitelikli iş gücü açısından işletmemiz avantajlı konumdadır. Marka bilinirliğimiz yüksek olduğu için yeni mezun, kaliteli ve kalifiye elemanlar tarafından tercih edilen bir işletmeyiz. Bu nedenle nitelikli insan bulma konusunda avantajlı olduğumuzu düşünüyorum." ***(K9)***

Tablo 14'e göre K9, üst yönetimin teknolojik gelişmeleri izlemesi ve yatırımları desteklemesini önemli bir avantaj olarak değerlendirmiştir. K2, raporlama süreçlerinin ağırlıklı olarak muhasebe biriminde yürütüldüğünü ve üretim sapmalarının incelenmesinde ileri teknolojilerden sınırlı ölçüde yararlanıldığını belirtmiştir. K3, eğitim yetersizliğinin nitelikli personel sorununu artırdığını, işletmenin ise makine yatırımlarını çalışan eğitimleriyle desteklemeye çalıştığını ifade etmiştir. K2 personel bulma güçlüğüne dikkat çekerken, K9 marka bilinirliği sayesinde nitelikli çalışanlara ulaşmada avantajlı olduklarını belirtmiştir. Bulgular, üst yönetim desteği, çalışan eğitimi ve nitelikli insan kaynağının dönüşümü kolaylaştırdığını göstermektedir. Buna karşılık raporlama uygulamalarındaki sınırlılıklar ve personel yetersizliği, dönüşümün işletme geneline yayılmasını sınırlandırmaktadır.

5.4.3. Yapısal Etkenler Kategorisi

Analiz sonucunda yapısal etkenler kategorisi, "Maliyet", "Altyapı", "Yatırım" ve "Zaman" olmak üzere dört kod altında yapılandırılmıştır. Bulgular ve bu kodları yansıtan örnek katılımcı ifadeleri Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15

Yapısal Etkenler Kategorisine Ait Kodlar ve Örnek Katılımcı İfadeleri

KATEGORİ	KODLAR	KATILIMCI İFADELERİ
YAPISAL ETKENLER	"Maliyet"	*"Endüstri 4.0'a yönelik yatırımlarımız mevcuttur. Bu yatırımları yalnızca maliyet olarak değerlendirmiyorum. Açık olmak gerekirse, kısa vadede ciddi bir maliyete katlanıyoruz; ancak uzun vadede bu yatırımların işletmemize kâr sağlayacağını düşünüyorum. Özellikle makinelerin yenilenmesiyle başladığımız bu süreçte, insan faktörünü azaltmak ve zaman tasarrufu sağlamak temel amaçlarımız arasındadır." **(K2)***
		*"Endüstri 4.0 bileşenlerinin uygulanması, maliyet açısından değerlendirildiğinde işletmemiz için avantajlıdır. Kısa vadede maliyet bir dezavantaj gibi görünse de uzun vadeli düşünebilen bir işletme için bu durum önemli avantajlar doğuracaktır." **(K4)***
		*"Endüstri 4.0 bileşenlerinin işletmemizde uygulanması, kısa vadede yüksek maliyet oluştursa da uzun vadede sürdürülebilirlik açısından önemli bir avantaj sağlayacaktır. Bu dönüşüm süreci, artık dünyanın bir gerçeğidir. Ne kadar erken harekete geçilirse, o kadar fazla maliyet avantajı elde edilecektir." **(K8)***
	"Alt Yapı"	*"İşletmemizin her türlü makine, ekipman ve otomasyonu kurarak Endüstri 4.0'a uygun bir üretim süreci oluşturacak altyapıya sahip olduğunu düşünmüyorum. Sadece bizim işletmemiz özelinde değil genel olarak bu süreci destekleyecek yazılım ve kurulum altyapısının Türkiye genelinde de yeterince mevcut olmadığını düşünüyorum." **(K8)***
		*"Endüstri 4.0 bileşenlerini mevcut işletmemize uyguladığımızda, altyapı açısından bir avantaja sahip olduğumuzu düşünüyorum." **(K9)***
	"Yatırım"	*"Son teknolojiyi işletmemize getirebilirim fakat bu tek başına yeterli değildir. Diğer tüm değişkenlerin ve bileşenlerin de bu teknolojilere uygun olması gerekir. Avrupa'da önce bileşenler değerlendirilir, ardından eyleme geçilir. Ancak bizde genellikle önce yatırım yapılır, sonra bileşenlerin uyumlandırılmasına çalışılır. Bu yaklaşım yanlıştır. Örneğin, robot alıp kapasiteyi artırmak kulağa hoş gelebilir ancak sistemin bütün bileşenleri hazır değilse bu yatırım işlevsiz kalacaktır." **(K1)***
		*"Endüstri 4.0 bileşenlerine yapılan yatırımlar, işletmemiz açısından mutlaka avantaj sağlayacaktır." **(K2)***
		*"Gerekli altyapıyı tamamen oluşturduğumuzda bile sektörümüz açısından bazı teknolojik yatırımların gereksiz olduğunu düşünüyorum. Hammadde dökümünden levha üretimine ve taşımasına kadar olan süreçlerde makineleşmeye ve insan bağımlılığının azaltılmasına katılıyorum. Ancak bunun ötesinde bazı teknolojik yatırımlar bana göre işlevsizdir." **(K7)***
	"Zaman"	*"Bu sistemlerin kullanım süreci, işletmelerde büyük ölçüde kişiye bağımlı olarak ilerlemektedir. Dolayısıyla sistemlerin benimsenmesi ve uygulanması, kişilerin bu alanlara duyduğu ilgiyle doğru orantılıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, bana göre ülke olarak Endüstri 4.0 çağının oldukça gerisindeyiz." **(K4)***

Tablo 15'e göre K2, K4 ve K8, Endüstri 4.0 yatırımlarının kısa vadede yüksek maliyet oluşturmasına karşın uzun vadede kârlılık, sürdürülebilirlik, zaman tasarrufu ve insan bağımlılığının azaltılması bakımından katkı sağlayabileceğini belirtmiştir. K8 gerekli yazılım ve kurulum altyapısının yetersiz olduğunu ifade ederken, K9 mevcut altyapılarının dönüşüm açısından avantaj sağladığını belirtmiştir. K1, yalnızca teknolojik yatırım yapılmasının yeterli olmadığını; K7 ise yatırımların üretim yapısı ve sektör gereksinimleriyle uyumlu olması gerektiğini vurgulamıştır. K4, dönüşümün kişilerin ilgisi ve benimseme düzeyine bağlı olarak yavaş ilerlediğini ifade etmiştir. Bulgular, yüksek başlangıç maliyetlerine rağmen uygun altyapı ve sektörel gereksinimlerle uyumlu yatırımların uzun vadede katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Buna karşılık altyapı eksikliği, sistem bileşenleri arasındaki uyumsuzluk ve benimseme sürecinin zamana yayılması, beklenen yararların işletmeler arasında farklılaşmasına neden olmaktadır.

6. Tartışma

Araştırma bulguları, katılımcıların Endüstri 4.0'ı genel olarak gerekli ve yararlı gördüklerini; ancak kavramsal anlamlandırmaları ile işletmelerdeki fiili uygulamaların her zaman örtüşmediğini göstermektedir. Bazı katılımcıların barkod, makine yenileme ve geleneksel otomasyon gibi Endüstri 3.0 kapsamında gelişen uygulamaları Endüstri 4.0 ile ilişkilendirmesi, iki sanayi evresi arasındaki ayrımın net kurulamadığına işaret etmektedir. Buna karşılık üretimden faturalandırmaya uzanan sistemsel izleme, işletmeye özgü yazılımlar ve siber güvenlik altyapısı gibi dönüşüme zemin hazırlayan uygulamalar da bazı katılımcılar tarafından Endüstri 4.0 kapsamında değerlendirilmemiştir. Dolayısıyla farkındalık, teknoloji adlarını bilmenin ötesinde, dijital araçların bağlantılılık, veri bütünleşmesi ve karar desteğindeki işlevlerinin kavranmasını gerektirmektedir. Bu sonuç, Katkat Özçelik vd. (2025) ile Günaydın'ın (2018) bulgularıyla uyumludur.

Maliyet muhasebesine ilişkin bulgular, dijital sistemlerin stok takibi, maliyet hesaplama, üretim emirleri, sipariş izleme ve muhasebe kayıtlarında kullanıldığını göstermektedir. Buna karşılık hesaplamaların geçmiş dönem verileri, tahmini raporlar, manuel analizler ve yönetsel tecrübeye dayanması, üretim ve muhasebe verilerinin maliyet etkenlerinin belirlenmesi, giderlerin ürünlere yüklenmesi, sapmaların açıklanması ve tahminlerin güncellenmesinde bütünleşik kullanımının sınırlı kaldığına işaret etmektedir. Böylece dijitalleşme, kayıt ve izleme işlevlerine daha belirgin yansırken analitik ve stratejik maliyet yönetimine aynı ölçüde aktarılamamıştır. Bu bulgu, Yaman (2024), Okutmuş (2019) ve Coşkun Arslan ve Demirkan'ın (2019) değerlendirmeleriyle örtüşmektedir.

Yönetim muhasebesinde elektronik sistemler ve otomasyon; üretim planlaması, kapasite, verimlilik ve yatırım süreçlerini desteklemektedir. Buna karşılık bütçeleme, başabaş analizi, maliyet tahmini, sapma değerlendirmesi, performans ölçümü ve uzun vadeli planlama büyük ölçüde geçmiş verilere ve yönetsel tecrübeye dayanmaktadır. Bu bulgu, dijitalleşmenin operasyonel işlevlerde analitik ve stratejik işlevlere göre daha belirgin olduğunu göstermektedir. Dai ve Vasarhelyi'nin (2023) Yönetim Muhasebesi 4.0 yaklaşımına kıyasla, incelenen işletmelerde dijital sistemler daha çok veri sağlayan araçlar olarak kullanılmaktadır. Buradaki sorun yönetsel tecrübenin varlığı değil, bu tecrübenin bütünleşik ve güncel bilgilerle yeterince desteklenmemesidir.

Katılımcılar teknolojik dönüşümün verimlilik, zaman tasarrufu, hata olasılığının azaltılması, kârlılık ve sürdürülebilirlik açısından katkı sağlayabileceğini; ancak yüksek başlangıç maliyeti, altyapı eksikliği ve nitelikli personel yetersizliğinin bu katkıları sınırlandırdığını belirtmiştir. Üst yönetim yaklaşımı, eğitim, raporlama altyapısı ve sektörel uygunluğun dönüşüm üzerindeki rolü, sorunun yalnızca teknoloji yatırımıyla çözülemeyeceğini göstermektedir. Mevcut yöntemlerin yeterli görülmesi ve dönüşümün kişisel ilgiye bağlı ilerlemesi, bir zihniyet bariyerine işaret etmektedir. Bununla birlikte aynı teknoloji tarımsal imalat, tekstil, emek yoğun üretim ve ağır sanayide aynı gerekliliği taşımayabilir. Bu nedenle teknolojinin kullanılmaması ile kavramsal farkındalık eksikliği birbirinden ayrılmalı; yatırımlar işletmenin üretim ve maliyet yapısına göre değerlendirilmelidir. Chuma ve Mpundu (2025) ile Ślusarczyk'in (2018) bulguları bu değerlendirmeyi desteklemektedir.

7. Sonuç ve Öneriler

Araştırmanın temel sonucu, Endüstri 4.0'a ilişkin kavramsal farkındalık ile işletmelerdeki fiili teknolojik uygulamaların her zaman örtüşmemesi ve dijitalleşmenin maliyet ve yönetim muhasebesinde daha çok kayıt, izleme ve raporlama işlevlerine yansımasıdır. Buna karşılık maliyet tahmini, sapma analizi, bütçeleme, performans değerlendirmesi ve stratejik karar desteği daha sınırlı kalmaktadır. Bu sonuç, dönüşümün yalnızca teknoloji sahipliğiyle değil; üretim, muhasebe,

finans ve bilgi teknolojileri arasındaki veri bütünleşmesi, üst yönetim desteği ve çalışan yetkinliğiyle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

İşletmeler, mevcut sistemlerini teknoloji sayısına göre değil, birimler arasında veri akışı sağlama ve karar süreçlerini destekleme kapasitesine göre değerlendirmelidir. Sektöre uygun ve aşamalı yatırımlarla üretim verileri maliyet tahmini, gider dağıtımı, sapma analizi, bütçeleme ve performans ölçümünde kullanılmalı; muhasebe ve finans çalışanlarına analitik yetkinlik eğitimleri verilmelidir. Dönüşüm, üst yönetim, üretim, muhasebe ve bilgi teknolojileri birimlerinin ortak sorumluluğunda yürütülmelidir.

Araştırma, Kayseri'de faaliyet gösteren dokuz BIST imalat işletmesindeki katılımcı görüşleriyle sınırlıdır ve işletmelerin teknik olgunluğunu bağımsız olarak ölçmemektedir. Gelecek araştırmalarda farklı sektör ve bölgeler karşılaştırılabilir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Contribution Rate Statement: Corresponding author: %70, Other author: %30.

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

Hakem değerlendirmesi: Dışarıdan hakem değerlendirmesi yapılır.

Katkı Oranı Beyanı: Sorumlu yazar: %70, Diğer yazar: %30.

Çıkar Çatışmaları: Bu çalışmada potansiyel bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Acatech. (2013, April). *Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0 Final Report of the Industrie 4.0 Working Group.* https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf

Aktaş, M. T., Tosunoğlu, B. T. & Kutay, T. (2026). Sanayide dijital dönüşüm: Eskişehir üzerine nitel bir araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 28*(1), 140-158. https://doi.org/10.33707/akuiibfd.1769737

Atanasovski, A. & Tocev, T. (2022). Research trends in disruptive technologies for accounting of the future: A bibliometric analysis. *Journal of Accounting and Management Information Systems, 21*(2), 270-288.

Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 9*(1), 23-28.

Buys, P. W. (2021). Designing cost management systems to support business decision-making. *Industry Inspired Case Studies*, Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-1751-5

Çetin, H. & Eren, T. (2017). Üretim teknolojilerindeki ve rekabetçi çevredeki değişimin yönetim muhasebesi uygulamalarına etkisi: BIST'te işlem gören imalat işletmeleri üzerinde bir araştırma. *Electronic Turkish Studies, 12(35), 105-121.*

Çetinkaya, E. & Kara, M. (2025). Muhasebe meslek mensuplarının Endüstri 4.0'a bakış açılarının incelenmesi üzerine bir araştırma: Ankara ili örneği. *Alanya Akademik Bakış, 9*(2), 420-436. https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1562088

Chuma, K. & Mpundu, M. (2025). Integrating Industry 4.0 in management accounting: An empirical study of technology adoption in Botswana. *African Journal of Innovation and Entrepreneurship, 4*(1), 207-242. https://doi.org/10.31920/2753-314X/2025/v4n1a9

Coşkun Arslan, M. & Demirkan, Ş. (2019). Endüstri 4.0 ve muhasebe sistemine etkisi üzerine kuramsal bir inceleme. *Enderun Dergisi, 3*(1), 40-56.

Coşkun Arslan, M. & Karkacıer, A. (2019). Dijital dönüşüm sürecinde yönetim muhasebesinin geleceğini etkileyen faktörlere kavramsal bir bakış. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6*(6), 430-442.

Dai, J. & Vasarhelyi, M. A. (2023). Management Accounting 4.0: The future of management accounting. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, 20*(1), 1-13. https://doi.org/10.2308/JETA-2023-009

Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F. & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics, 204*, 383-394. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019

Gök, A. G. (2025). Dijitalleşmenin muhasebe meslek mensuplarına etkileri üzerine nitel bir araştırma: Alanya örneği. *BilgeTürk Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9*(2), 115-134.

Gönen, S. & Rasgen, M. (2019). Endüstri 4.0 ve muhasebenin dijital dönüşümü. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8*(3), 2898-2917. https://doi.org/10.33206/mjss.550713

Günaydın, D. (2018). Türkiye'de dördüncü sanayi devrimini beklerken: Çerkezköy organize sanayi bölgesinde bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi, 29*(85), 73-106.

Hacıhasanoğlu, T., Dalkılıç, E. & Ünlü, A. (2022). Dijital dönüşüm ve büyük veri ekseninde muhasebe uygulamaları. M. İğde ve M. Karahan (Ed.), *Muhasebe uygulamalarında teknolojik entegrasyon* içinde 1–29. Özgür Yayınları.

Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences*, ss. 3928–3937. IEEE. https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488

Indrayani, Sukoharsono, E. G., Djamhuri, A. & Roekhudin. (2024). Mapping research landscape of emerging technology in the accounting field: A bibliometric analysis. *Cogent Business & Management, 11*(1), 2407044. https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2407044

Katkat Özçelik, M., Öztürk, Z. & Alibaş, T. (2025). Muhasebe meslek mensuplarının dijitalleşme ve yapay zekâ teknolojisini algılama ve uygulama düzeylerinin araştırılması. *Muhasebe ve Denetime Bakış, 76*, 133-156. https://doi.org/10.55322/mdbakis.1659307

Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage.

Okutmuş, E. (2019). Endüstri 4.0 alt bileşenleri kapsamında maliyet muhasebesinin geleceği üzerine kavramsal bir inceleme. *Journal of History School, 43*, 1696-1717.

Ratmono, Dwi., Frendy & Zuhrohtun, Z. (2023). Digitalization in management accounting systems for urban SMEs in a developing country: A mediation model analysis. *Cogent Economics & Finance*, *11*(2), 1-22, https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2269773

Roblek, V., Meško, M. & Krapež, A. (2016). A complex view of Industry 4.0. *SAGE Open, 6*(2), 1-11. https://doi.org/10.1177/2158244016653987

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group.

Silverman, D. (Ed.). (2016). *Qualitative research* (4th ed.). Sage.

Şimşek, K. (2026). Muhasebe mesleğinde dijital dönüşümün SWOT analizi: Muhasebe meslek mensupları üzerine bir araştırma. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi, 19*, 75-103. https://doi.org/10.29067/muvu.1698542

Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0. Are we ready? *Polish Journal of Management Studies, 17*(1), 232-248. https://doi.org/10.17512/pjms.2018.17.1.19

Tong, A., Sainsbury, P. & Craig, J. (2007). Consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ): A 32-item checklist for interviews and focus groups. *International Journal for Quality in Health Care, 19*(6), 349-357. https://doi.org/10.1093/intqhc/mzm042

Ulusoy, G., Kılıç, K., Özlü, E., Altekin, F. T., Çatay, B., Budak, E., Pasin, M., Karaata, S. & Varandi, S. (2017). *Sanayide dijitalleşme stratejileri çalıştayı: Taslak rapor*.

Wagire, A. A. & Kulkarni, R. (2025). Examining the impact of Industry 4.0 technologies on industrial performance of manufacturing organisations in India: An empirical study. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 38*(3), 289-308. https://doi.org/10.1080/0951192X.2024.2333026

Yaman, B. O. (2024). *Dünden bugüne teknolojide yaşanan gelişmelerin maliyet muhasebesine etkileri*. (İçinde A. Şenel (Ed.)), *Güncel Muhasebe Uygulamaları*, 167–186. Özgür Yayınları. https://doi.org/10.58830/ozgur.pub580.c2383

Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science, 22*(2), 546-556. https://doi.org/10.16984/saufenbilder.321957