

ECONHARRAN

Harran Üniversitesi İİBF ● Altı Aylık Dergi

Cilt: 8

Sayı: 14

2024

*The Importance of the Bullwhip Effect in Services Supply Chain and a Research in the
Telecommunication Sector*
Muhammet Ali Aytaç – Mehmet Yaman Öztekin

*Technological Unemployment and the AI Revolution:
An Investigation on Macroeconomic Consequences*
Abdulhalik Pınar

Blokzincir Tabanlı Muhasebe Denetiminde Yapay Zekânın Rolü
Hami Veliöđlü – Ömer Faruk Demirkol

ISSN: 2587-179X

ECONHARRAN

Altı Aylık Dergi Cilt 8 Sayı 14 2024

Harran Üniversitesi İİBF Yayın Organıdır

ECONHARRAN

Harran Üniversitesi İİBF Dergisi

Editör Kurulu

Prof. Dr. Baran Arslan
Doç. Dr. A. Vahap Uluç
Doç. Dr. Hatice Aztimur

Sayı Editörü

Prof. Dr. Baran ARSLAN

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Abdullah Çelik Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Derman Küçükaltan Arel Üniversitesi
Prof. Dr. Ferit Küçük Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Kamil Tügen Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Mahmut Nedim Bayuk Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Mithat Arman Karasu Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Murat Demir Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Pirili Emekli Öğretim Üyesi
Prof. Dr. Nihat Falay Emekli Öğretim Üyesi
Prof. Dr. Nihat Gültekin Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan Akbulut Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Sibel Kalaycıoğlu ODTÜ
Prof. Dr. Yılmaz Kılıçarslan Anadolu Üniversitesi

Sayı Hakemleri

Prof. Dr. Ahmet Emre Biber Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Ayça Can Kırgız İstanbul Kent Üniversitesi
Doç. Dr. Seçkin Arslan Kayseri Üniversitesi
Doç. Dr. Tolga Dursun Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Cihat Savsar Hitit Üniversitesi
Dr. Hasan Göğce Harran Üniversitesi

Harran Üniversitesi İİBF Osmanbey Kampüsü

Mardin Yolu 22. km. Şanlıurfa
04143181078 - 04143181438 (Editörler)
econharran@gmail.com

Yayınlandığı andan itibaren hakemli bir dergi olan Econharran Dergisi, Harran Üniversitesi İİBF tarafından yılda iki kere yayınlanmakta ve ASOS atıf indeksinde taranmaktadır.

Dergide yer alan yazılardaki görüşler, yazarlara ait olup kaynak belirtilmek suretiyle alıntılanabilir.

Yayınlanması istenen yazılar, dergi yazım kurallarına uygun hazırlanmalı ve <https://dergipark.org.tr/tr/pub/econharran> adresinden yüklenmelidir.

İçindekiler

*The Importance of the Bullwhip Effect in Services Supply Chain and a
Research in the Telecommunication Sector*

1

Muhammet Ali Aytaç – Mehmet Yaman Öztekin

*Technological Unemployment and the AI Revolution: An Investigation
on Macroeconomic Consequences*

15

Abdulhalik Pınar

Blokszincir Tabanlı Muhasebe Denetiminde Yapay Zekânın Rolü

27

Hami Veliöđlu – Ömer Faruk Demirkol


THE IMPORTANCE OF THE BULLWHIP EFFECT IN SERVICES SUPPLY CHAIN AND A RESEARCH IN THE TELECOMMUNICATION SECTOR

*Hizmet Tedarik Zincirlerinde Kamçı Etkisinin Önemi
ve Telekomünikasyon Sektöründe Bir Araştırma*

ARAŞTIRMA MAKALESİ
/RESEARCH ARTICLE

Geliş Tarihi/Received:
17.07.2024
Kabul Tarihi/Accepted:
22.07.2024

Muhammet Ali AYTAÇ
Dr.,
Galatasaray Üniversitesi,
Sosyal Bilimler Enstitüsü,
muhammetaliaytac@gmail.com
 [0000-0003-4835-4441](https://orcid.org/0000-0003-4835-4441)

Mehmet Yaman ÖZTEK
Prof. Dr.,
Galatasaray Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
İşletme Bölümü,
myamanhoca@hotmail.com
 [0000-0002-1129-5145](https://orcid.org/0000-0002-1129-5145)

* This Study was produced from the master thesis titled " The Importance of Bullwhip Effect in Information Processing in Supply Chain and A Research " prepared by Muhammet Ali AYTAÇ under the supervision of Prof. Dr. Mehmet Yaman ÖZTEK and accepted by Galatasaray University Social Sciences Institute.

Abstract

The factors that cause the bullwhip effect are described well in the goods supply chain, but those factors have different validity regarding services. Five different situations could explain the bullwhip effect in service supply chains. Those are backlogs, customer feedback frequency, the return point, waste impact, and the lack of administrative data. Within the scope of research, we are trying to examine the causes of the bullwhip effect in the service sector in Türkiye. Therefore, a company in the telecommunications industry within the service sector in Türkiye was chosen as the scope of the research. In this case, the sample was selected according to the probability of case occurrence instead of random sampling because of the ongoing research to develop the theory in the service sector. For these reasons, research is exploratory research. In this context, the data collected by interviews was classified with content analysis and tried to illuminate the research question and fifteen propositions associated with research questions. The causes of the bullwhip effect are discussed within the limits of samples.

Keywords: Service supply chain, bullwhip effect, supply chain

Özet

Kırbaç etkisine neden olan faktörler mal tedarik zincirinde iyi tanımlanmış ancak bu faktörlerin hizmetlere ilişkin geçerliliği tartışmalıdır. Hizmet tedarik zincirlerinde kırbaç etkisini beş farklı durum açıklayabilir. Bunlar birikmiş işler, müşteri geri bildirim sıklığı, geri dönüş noktası, atık etkisi ve idari veri eksikliğidir. Araştırma kapsamında Türkiye'de hizmet sektöründe kırbaç etkisinin nedenlerini incelemeye çalışıyoruz. Bu nedenle araştırmanın kapsamı olarak Türkiye'de hizmet sektöründe yer alan telekomünikasyon sektöründe bir şirket seçilmiştir. Bu durumda, hizmet sektöründe teoriyi geliştirmek için devam eden araştırmalar nedeniyle örneklem, tesadüfi örneklem yerine vakanın ortaya çıkma olasılığına göre seçilmiştir. Bu nedenlerden dolayı araştırma keşfedici araştırmadır. Bu bağlamda görüşmeler yoluyla toplanan veriler içerik analizi ile sınıflandırılarak araştırma sorusu ve araştırma sorularına ilişkin on beş önerme aydınlatılmaya çalışılmıştır. Kırbaç etkisinin nedenleri örneklem sınırları dahilinde tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hizmet tedarik zinciri, kamçı etkisi, tedarik zinciri

INTRODUCTION

Bullwhip effect can be defined as demand fluctuations seen in the steps of the supply chain from manufacturers to retailers ([Lee, Padmanabhan and Whang, 1997: 96](#)). Bullwhip effect, or in other words, the increase of demand fluctuations, can occur not only following the exchange between the supply chain members but also between different departments of the same company, which has an independent order policy ([Holweg, 2005: 173](#)). The reasons that cause the bullwhip effect are divided into four main factors. Those are non-zero demand signal processing and lead time, batch sizing, price fluctuations, and shortage games ([Towill, Zhou and Disney, 2007: 446](#)). According to [Towill et al. \(2007: 449\)](#), solutions to reduce the bullwhip effect can be divided into two main categories: improving each supply chain unit's operational contribution and efficiency, enhancing supply chain structure, and developing relationships within the supply chain. Towill's other article with [McCullen \(2002: 171\)](#) divides them into four categories. These are sharing information within the data point of sale, creating groupings within the channel to exchange decision-making rights, reducing order lead time, and eliminating forecast updates. [Wikner, Towill and Naim \(1991: 243\)](#) have grouped the solutions under five main headings. These five main headings are improving the decision-making rules of each level, better transforming the regulations to be used between the levels, reducing postponements, removing some distribution steps, and ensuring a better flow of information sharing throughout the channel. On the other hand, [Lee et al. \(1997: 46\)](#) grouped under three headings: information sharing, channel integration, and operational efficiency.

However, these studies conducted in goods supply chains have different validity regarding services. There is a growing literature on the bullwhip effect in the service supply chain. [Akkermans and Voss](#) showed in their study in 2013 that there is a bullwhip effect in the service supply chain. [Anderson, Morrice and Lundeen \(2005: 220\)](#) explained the dynamic behavior of service supply chains through diversifying demand and information sharing. Like manufacturing supply chains, service supply chains must also carefully balance their supply with demand. Analyzing demand patterns and their subsequent variations is crucial to improving service supply chain management ([Ramish, Hamid and Nadarajah, 2022: 287](#)). This study provided the infrastructure conditions for the bullwhip effect in services. Since there is no area in the service supply chain where final products can be stocked, as in the classical product supply chain, service providers must arrange their workload very well. While some researchers position the service supply chain only under the service sector ([Ellram, Tate and Billington, 2004: 25](#)), others say the service supply chain should be placed under the production and service sectors. This is because many sectors have a mixed supply chain network, meaning they must keep stocks and backlogs under control. Five reasons that may cause the bullwhip effect in service supply chains are backlogs, increased customer contact frequency, return point, waste effect, and lack of managerial understanding ([Akkermans and Voss, 2013: 775](#)).

Within the scope of the research, we examined the reasons for the bullwhip effect in the service sector in Türkiye. For this reason, this study focused on a company in the telecommunication sector within the service sector in Türkiye. This choice is because the ongoing research in the service sector aims to develop the theory. In this case, we employed the logic based on the possibility of repeating the selected sample instead of the random sampling logic. In this sense, the research is exploratory. In this context, the data collected by the in-depth interview method was classified by the content analysis method, and the study's central question and fifteen related propositions were tried to be elucidated. Within the limits of the sample, the possible causes of the bullwhip effect were discussed.

In this context, the data collected by the in-depth interview method was classified by the content analysis. The central question of the research and fifteen related propositions were elucidated. Within the limits of the sample, the possible causes of the bullwhip effect were discussed. The factors that cause the bullwhip effect in the service sector in Türkiye have been clarified. Consistent with the prior empirical findings ([Akkermans and Voss, 2013](#)), results revealed serious evidence regarding the backlog of work, frequency of customer feedback, and lack of managerial data. However, the findings showed no supporting evidence regarding the return point and waste impact. In this sense, while contributing to theory development efforts in this field, we aimed at pioneering studies on this subject in Türkiye, potentially shaping future research and academic discourse. In addition, the study included propositions to investigate the origins of these reasons. Besides, we identified the effects of errors in information processing, decision-making, and implementation regarding work accumulation. The authors further observed that business accumulation increases the frequency of customer feedback. Study results

indicate that a decrease in service quality and increased repetitive tasks cause a reduction in productivity. However, our findings yielded no relationship between the decline in productivity and the occurrence of a return point. The waste impact could not be detected during the automation process because the relevant company's workload was not in this area. Lastly, the results suggest that the need for a managerial perspective and supply chain perspective plays a significant role in forming managerial knowledge deficiency.

1. Service Supply Chain

Those working on service operations management have researched the service supply chain more than those working on supply chain management. One of the arguments is that trying to explain the service supply chain with models developed based on classical product supply chains neglects the nature of the service supply chain ([Sampson, 2000: 350](#)). Researchers from this perspective point out that the service supply chain is a network, not linear, like the classical supply chain. In addition, service is fundamentally shaped by being in contact with the customer during service delivery ([Cook, Goh and Chung, 1999: 326](#)). It is a value created by the service provider and the customer ([Vargo and Lusch, 2004: 2](#)). Since there is a situation of co-creating value, it is possible to talk about a two-way flow ([Sampson, 2000: 350](#)). Therefore, it is possible to define service as the mutual interaction process of the producer and the customer. Rather than a process, the service supply chain is a network of multiple process management units that direct interdependent service processes. The process management unit refers to the companies, customers, or customer associations participating in the process ([Sampson, 2012: 184](#)). Several distinct differences between goods and services affect the structure of the service supply chain. For example, creating warehouse areas to meet excess demand is impossible. Instead, work for piles up; there is waiting in queues, or an appointment system is used ([Rajani, Heggde, Kumar and Bangwal, 2023: 2814](#)). In addition, demand management is also frequently used in the service sector. For example, in air transportation, demands are managed through space control ([Kimes, 1989: 351](#)). The most distinguishing factor in the service process is the participatory role of customers. Based on this fact, it is a reality that while customers are the group that causes a great diversity in service, customers are also in the group that complains about the inconsistency of services. It is possible to talk about five different varieties in the service sector. These are emergence diversity, demand diversity, feasibility diversity, subjective preference diversity, and stimulated customer diversity ([Frei, 2006: 92](#)).

2. Bullwhip Effect on the Service Supply Chain

Although service supply chains have some similarities with goods supply chains, they have significant differences, such as the service sector and reasons for the bullwhip effect. Creating business accumulation rather than constructing warehouse areas is the critical element of the service supply chain. The interaction between workload and quality causes fluctuation, which causes errors to increase as we move up the supply chain, and the increase in these errors causes the workload to increase again. Sales campaigns, overtime, and errors triggered by volatility cause more volatility ([Akkermans and Voss, 2013: 772](#)). In another study, [Anderson et al. \(2005: 220\)](#) investigated the conditions in which the bullwhip effect can be seen in the service sector through the system dynamics model and the conditions in which the bullwhip effect shows an increasing impact instead of a decreasing effect in the supply chain phase. According to the results found here, the bullwhip effect increases at every level of the supply chain with the increase in underlying demand, and this leads to the expansion of the bullwhip effect literature. Accuracy of demand information reduces the fluctuation range in the decision to increase capacity to meet demand. However, reducing first-tier service deferrals increases capacity volatility, which increases hiring, training, firing, and related costs, while backlog volatility decreases. As the backlog decreases, something must absorb demand uncertainty and capacity in the service sector. Therefore, there is a trade-off between reducing backlog variance and increasing capacity cost. Five reasons that may cause the bullwhip effect in service supply chains and their interaction are discussed below ([Akkermans and Voss, 2013](#)).

2.1. Backlog

[Ellram et al. \(2004: 25\)](#) have stated that delays in the managerial control cycle are crucial to the occurrence of the bullwhip effect. What can be added to this premise is that backlog diversity is a manifestation of the bullwhip effect in the service sector ([Anderson et al., 2005](#)). Researchers studying

control theory and system dynamics have suggested three types of postponement, from the occurrence of a change in the physical system to the implementation of actions that will correct the change in this physical system ([Akkermans and Voss, 2013: 773](#)). (1) Errors or delays in the information processing process: How long does the company realize it needs to increase capacity? (2) Errors or delays in the decision-making process: How long did the firm decide what action to take? (3) errors or delays in the implementation process: How long did it take the company to implement its decision on capacity adjustment?

2.2. Increase in Frequency of Customer Contact

Customers are co-producers of services, and when there is a problem with service production, they tend to contact units directly at the next level within the service supply chain. This contact is usually made by phone or e-mail. Additionally, the number of callers is one of many determinants of the volume of customer contacts. Another reason for the increase in customer contact is the frequency of contact. A company that receives one or two calls per customer per year under normal circumstances may make one or two calls daily when a problem is encountered until the issues are resolved. Research in the retailing literature shows that the longer these problems last, the more annoying customers can become. Therefore, as the problem of customer pool grows, the additional calls from these customers also increase ([Anderson et al., 2005: 221](#)). Customers' contact with companies and the impact of these communications varies greatly. However, delays in meeting customers' needs or problems in the service sector cause backlogs. This leads to an increase in the frequency of customer contact ([Akkermans and Voss, 2013: 774](#)).

2.3. Return Point

If employees do not have to work overtime for long periods in a row, they will not have difficulty completing their daily tasks and will have a small amount of extra workload. The constant increase in workload, in return, can lead to everything going wrong after a certain amount of procrastination since the accumulated workload exceeds what employees can handle. This will reduce productivity and increase errors. If this process continues, the number of accrued jobs will increase exponentially, and at some point, employees will drown in the work swamp. This is called a rework cycle ([Olivia and Sterman, 2001: 896](#)) and is consistent with tipping point behavior ([Akkermans and Voss, 2013: 778](#)). If something is quietly increasing, nothing is visible in the first place. However, after a return point is encountered, significant changes in behavior and events are observed, as if everything happened simultaneously. Employee burnout is observed as the time to return to normal takes longer. As employee morale and capacity decline, more employees take sick leave than usual. The increase in employee turnover further reduces capacity, and the situation worsens ([Olivia and Sterman, 2001: 897](#)). Business accumulation also leads to changes in customers' behavior. Under normal circumstances, customers who meet with helpful, understanding, and polite employees tend to be more patient to receive the best response to their requests. Nevertheless, this situation changes when under pressure. As workload increases and employee morale simultaneously decreases, they begin to need more time and ability to deal with customers appropriately. This situation causes customers' behavior to change negatively. Patience and goodwill evaporate in a very short time. Customer contacts and complaints are increasing ([Akkermans and Voss, 2013: 779](#)).

2.4. Waste Impact

Quality-related issues disproportionately impact employee needs in highly automated service processes. Take, for example, a situation where, under normal circumstances, five percent of customers' queries fail to be answered automatically. This five percent slice is defined as order waste. The information technology system provides error warnings for these queries, which are transferred to the standard service process as order waste. Employees resolve these five percent of queries. Suppose that a five percent point in customer inquiries answered by the automated system is exceeded. In that case, this may seem reasonable, but if this increase continues to grow from five percent to ten, the need for the number of employees to whom these problems will be transferred doubles. Thus, decreases in quality or increases in problems considered relatively reasonable in automated service processes cause significant increases in workload requirements. The increase in workload is more tremendous in automated service processes than in non-automated service processes. This increase is a potential cause

of the bullwhip effect for both the focal company and the supply chain. Quality problems such as rework caused by waste constitute a significant part of the backlog. A slight increase in sales in an automated process results in a significant increase in order waste. The customers with orders that cause this increase are the group that increases the searches. The waste impact within an imperfect information technology system causes increased demand upstream within the supply chain ([Anderson et al., 2005: 222](#)).

2.5. Lack of Administrative Data

The bullwhip effect may only sometimes occur due to a triggering reason, such as a sales increase or technical problems. Proper capacity planning, rapid communication, and rapid response to unexpected situations can prevent this. If managers need help understanding the root of the problem, they will need to learn precisely how to avoid delays and volatility from occurring. If data is available but needs to be more straightforward for managers to read, they may need to recognize the increase in service backlog. For example, although waste effects manifest themselves routinely over time, managers may perceive this as something other than the beginning of a problem. Weekly management reports focus on orders received, competition, and managerial objectives, and the one or two situations where things could be going smoothly, which lead to small backlogs compared to orders received, are of little importance. Customer contact increases due to customers needing to be deemed worthy of reporting to managers ([Akkermans and Voss, 2013: 778](#)). However, managers have a high tendency to look at flow rates rather than looking at the accumulation of work accumulation. This creates a situation called stock/flow error. One of the reasons for this situation is that managers focus only on their own companies and do not overthink situations beyond the company's borders. The main reason for this is that managers in the service sector need a supply chain perspective. If managers do not tend to see the process from one end to the other, that is, in its entirety, they will ignore incoming data about this situation ([Anderson et al., 2005: 223](#)).

3. Research Methodology

Although the concept of goods supply chain is well defined, definitions of service supply chain are still open to debate. There is an obvious connection as we talk about the flow of tangible physical products in the commodity supply chain. These open links are the shortcomings of the service supply chain ([Akkermans and Voss, 2013](#)). Several distinct differences between goods and services affect the structure of the service supply chain ([Rajani et al., 2023](#)). Most of the four major causes of the bullwhip effect listed by [Lee et al. \(1997\)](#) appear to be related to goods rather than services. For example, bulk purchasing of services is not possible. For this reason, questions arise about the origin of the bullwhip effect in the service supply chain. What are the managerial actions triggered by or affected by the bullwhip effect? When these questions began to be discussed, research on the bullwhip effect in the service sector began to increase. It was put forward to talk about the bullwhip effect; the event must occur within the supply chain structure, there must be observable triggers, a delay must happen, and, most importantly, a fluctuation.

The scope of this research is limited to companies in Türkiye's service sector. This study focused on the telecommunications sector, considering that the ongoing research in the service sector is aimed at developing the theory. In this case, the logic based on selecting the sample from industries likely to be repeated or where similar studies have been conducted was used instead of random sampling logic ([Eisenhardt, 1989: 541](#)). In this study, we employed critical situation sampling to determine the sample. For this reason, department employees of a leading company in the telecommunications sector, which is known to be subject to the bullwhip effect, were included in the sample. Critical situation sampling is used in the presence of essential situations. A critical situation is in question when an event is expected to occur in one place, and the same event is likely to appear in similar situations. "It is the presence or absence of a judgment that if this group encounters this problem, all other groups encounter a similar problem." Despite these judgments, critical situation sampling does not allow generalization. However, if rich and convincing data can be obtained as a result of the research, a limited generalization can be made ([Yıldırım ve Şimşek, 2008: 110](#)).

We employed an in-depth interview method, one of the qualitative research techniques. In-depth interviews are one of the most frequently used methods in social sciences. "It is defined as a mutual and interactive communication process based on questioning and answering style, carried out for a predetermined serious purpose" ([Yıldırım and Şimşek, 2008:119](#)). As an In-Depth Interview method, a

standardized open-ended interview approach was used because it reduces the bias or subjectivity of the interviewer. This approach minimizes subjectivity and bias, making it easier to analyze and increasing reproducibility. However, it can prevent the emergence of previously unforeseen events ([Malhotra, 2020: 166](#)).

Based on the findings of the research by Akkermans and Voss (2013), we investigated the causes of the bullwhip effect in the service sector in Türkiye and made managerial suggestions in this field while attempting to contribute to the theory-building effort pioneered by Akkermans and Voss.

In this context, the following research questions and propositions were created.

RQ: What factors caused the bullwhip effect to emerge in Türkiye's service sector?

P1: Errors in information processing cause backlogs.

P2: Errors in the decision-making process cause work to pile up.

P3: Errors in the application cause work to accumulate.

P4: Increases in backlogs cause a bullwhip effect.

P5: The accumulation of work causes an increase in customer callbacks regarding these works.

P6: Increases in the frequency of customer feedback cause a bullwhip effect.

P7: Increasing workload causes work efficiency to decrease.

P8: A decrease in people's service quality causes a reduction in work efficiency.

P9: Decreased work productivity causes a return point to occur.

P10: The occurrence of the return point causes the bullwhip effect to occur.

P11: Increased automation of services increases waste impact.

P12: Increases in the waste effect cause a bullwhip effect.

P13: Lack of managerial understanding causes an inability to access administrative data.

P14: Lack of supply chain perspective causes lack of access to administrative data.

P15: Lack of administrative data causes a bullwhip effect.

4. Analysis and Results

The content analysis method reached concepts and relationships that could explain the collected data. In this context, the data was coded within the framework of predetermined concepts shown in Table 1. Then, themes were determined, and the data were defined according to these codes and themes. Finally, the findings were interpreted.

Table 1: Pre-Prepared Code List regarding The Causes of the Bullwhip Effect

Possible Causes	Antecedents of Causes
Backlog	Errors Resulting from Information Processing
	Errors Arising from The Decision-Making Process
	Errors Arising from The Application Process
Customer Feedback Frequency	Postponed Work
Return Point	Work Efficiency
	Personal Service Quality
	Repetitive Tasks
Waste Impact	Impact of Automation
Lack of Administrative Data	Lack of Managerial Perspective
	Lack of Supply Chain Perspective

The people we interviewed using the in-depth interview method within the scope of this research are in an institution that provides internet service in the telecommunications sector. In addition to this primary service, the relevant institution offers its customers services that are close to the leading service. Within the scope of the research, to understand the process well and to fully handle the process from a distance, the authors consulted an expert from the purchasing department working under the supply chain management unit regarding the purchase of the necessary supplies for the service, a senior marketing manager involved in corporate marketing strategies, and customer relations. A sales manager who works jointly with the management, an expert from the sales department who makes the sale in delivering the service to the end consumer, a person working in the call center, which is a function of

the sales channel and stands out as the point where customer feedback is collected, and the necessary personnel in the process. Interviews were held with a human resources expert who had the information. With the information provided by these people, the authors attempted to determine the leading causes of the bullwhip effect in the service supply chain. In this context, using the telecommunications sector is deemed appropriate for the current study, given that its existence has been proven in various articles on the industry, which supports the principle of selecting a sector previously validated by empirical research.

As previously stated in the literature stage, the factors causing the bullwhip effect are grouped under five main headings: backlog, customer feedback frequency, return point, waste impact, and lack of managerial data. By researching the factors that are effective in forming these main headings, we attempted to make the analysis easier and gain information about the origins of the problems. To talk about the existence of the bullwhip effect, the relevant company must be included in the supply chain. There must be a visible disorder. Thirdly, there must be postponements. Finally, the fluctuation must appear. In this context, the company we consider is in a service supply chain. They are disturbed by the periodic increase in customer feedback. During this process, it is observed that waiting times for new jobs are increasing. It has been observed that, in specific periods, the increase in sales within the company remained lower than the increase in customer feedback in the relevant periods. In the same period, the total increase in customer feedback fell behind the total increase in negative feedback as a percentage. This shows the existence of fluctuation.

Between the emergence of physical problems in the formation of the bullwhip effect and the implementation of the necessary precautions, errors will occur in three different stages. These are errors in the information-processing process, errors in the decision-making process, and errors in the implementation phase. These errors are related to how long it took to notice the problem, how long it took to decide to solve the problem, and how long it took to put this decision into practice.

In the interviews about errors in the information processing process, the length of time it takes to notice the problem has been observed. The interviewer's opinion in the sales department on this issue is as follows.

"We sometimes give targets to channels. These targets can sometimes fall far short. In this case, we are investigating the reasons. Workload analyses are performed. "The load amount of the work we do, that is, the density during the day, is determined, and human resources determine the situation of excess or understaffing."

This stage is revealed in the meeting with the sales manager after the necessary sales figures are checked and the feedback received from the customers is evaluated. Regarding expectations, what can be done if such problems arise is ignored at the first stage.

"If I evaluate the infrastructure personnel needs from my perspective in the first place, we prepare a report in project-based studies and calculate what kind of things we need, especially in terms of personnel and technical, infrastructure, and administrative terms. An evaluation is made with returns on one side and costs on the other. We try not to change these needs, costs, and personnel needs too much within the project. However, from time to time, some projects progress much faster than we expected. For example, a channel with a target of 500 or 1000 reacts well above expectations and says you can make 2000 sales through me. The request comes from the customer, but we cannot respond immediately. At this stage, we need to revise our expectations. Considering it within the scope of such a project, it does not take less than two months to perceive this."

However, since the necessary workload studies are carried out only a few years and are handled at the request of the relevant department, errors in the information processing process cause work to accumulate on people. This confirms the first proposition.

"This study is not carried out every year. A study is carried out per the department's or top management's request. This is done following demand rather than a periodic increase."

Errors in the decision-making process arise from delays. In the relevant discussions on this subject, it was seen that the decisions may differ in terms of strategic importance. Still, if the applicable regulations about department budgets can be met, decisions can be made quickly and avoid causing too many problems in this context. However, it has been observed that making strategically essential decisions causes delays due to managerial decisions going through multiple levels, meetings being held to obtain the necessary approvals, and thoroughly explaining the problem taking longer. In this regard,

since the decision-making process continues with insufficient capacity, work accumulates until this process is corrected. This situation confirms the second proposition.

“Since such decisions come from senior management, this process can be time-consuming. It can take months. Capacity increase is a decision made by the senior management. If it is large, but if it is small, for example, we need voice-over on television, and this can be solved within 1 to 2 weeks, but this is subject to the budget limits of the department.”

“It is about how much the capacity will be increased; it is impossible to increase the capacity that exceeds the general budget. However, the senior managers are contacted first if a capacity increase does not exceed the general budget. Then, the relevant unit is contacted, and the necessary procedures are carried out. While these processes take an average of 15 to 20 days, the necessary decision is made in around 45 days.”

The fact that implementation takes a relatively shorter time than other processes after the decision-making phase is over due to training and that this training period is immediately put into practice because the employees perceive it as a phase of the decision-making process shows that no different problems are encountered at this stage. Although the education process is seen as the only postponement at this stage, this factor confirms the third proposition. In other words, mistakes in implementation cause backlogs.

“After the decision is made, it is implemented within a week. It is presented to senior management through the management decision system. Work begins as soon as senior management approves this system. Tenders are being held. Furthermore, people are wanted. Problems are resolved within a week at most.”

At this stage, as stated in the literature, the formation of business backlogs for the three reasons listed above is the cause of the potential bullwhip effect. The feedback received and the fact that there is an increase in negative feedback in this context support these views. It may create the problems and fluctuations necessary to talk about the bullwhip effect. Even server-related errors that speakers consider a minor problem exponentially increase customer and negative feedback rates. In this context, the fourth proposition, that backlogs are a reason for the bullwhip effect, remains valid for the Turkish telecommunications sector.

“Of course, in the end, let me say this: even though our subcontractor provides us with a special service, we receive feedback about it (regarding its quality) because we offer this service to our customers. We have provided over 400 meeting transfer services, and although customer feedback is generally positive, we have received a small number of negative complaints. However, the malfunction in the servers on a particular day was the main reason for these complaints.”

Interviews show that business accumulation has led to an increase in the frequency of customer feedback. What is meant by frequency in this feedback is repetitive feedback, as stated in the literature. In other words, specific customers increase the number of conversations they have with the service provider due to the problems they encounter. These can generally be viewed as negative feedback. The longer this backlog lasts, the more customers and employees will be affected and tense, causing this discussion to continue. This effect was tried to be eliminated thanks to the HRpartner system established within the company. Still, this process only has little effect other than accelerating the situation assessment within the company and shortening the time for customer relations. The relevant research also supports the accuracy of the fifth proposition.

“We generally get positive feedback. We convey negative feedback to subcontractors so that they can make the necessary adjustments. However, I must say that negative feedback usually comes from the same customers, and they do not stop calling until their problems are resolved.”

It is thought that increases in the frequency of customer feedback will naturally increase customer feedback. Since the rise in this frequency generally comes from customers who encounter negative situations, the proportional increase in feedback and negative situations will multiply each other. For this reason, it is seen that it will cause fluctuations when compared to the sales figures of the relevant company. This idea is supported by the data obtained in the in-depth interview.

“Some days, I even think I talk to the same people repeatedly. We constantly face the same problems. Later, when this period ends, I can complete the day with fewer meetings.”

The authors observed that senior managers skip the periods when productivity decreases, perhaps because they cannot obtain an individual impression when evaluating this. They think that the necessary evaluations only occur sometimes when productivity decreases due to factors such as the low

frequency of busy periods when the required working hours are adhered to. This suggests that a sub-cause related to the return point will not occur. However, studies conducted in human resources show the opposite result. Findings of the current study revealed that employees think that the increase in working hours, in which their workload increases, although periodic, affects their productivity, and at the same time, they are unhappy because they do not see the reward of this overwork. It is possible to observe that the increase in backlogs causes a decrease in work efficiency when lower-level employees and the human resources specialist evaluate the interviews.

“While working in another department, I often worked overtime there. Because work was so busy, I worked overtime and took work home. Expectations were very different there. As I said, we even worked at home. Whether it was presentations or the need to study tables, you could not get bored of the job, but it was very tiring. I thought I was not productive enough because I came to work tired. Sometimes, it made me feel like I was doing more work than I could.”

Although service quality decreases are tried to be resolved in the shortest possible time, it has been determined that during this process, people are temporarily interested in correcting such problems or cannot deal with other customers because they are involved in the issue, causing a decrease in productivity. This confirms the eighth proposition: that decreasing people's service quality reduces work efficiency.

“It means that the delivery was made on time, the technical service was provided fully, and the product had unique features, leading to increased sales due to happy customers. Otherwise, although it remains valid, we are trying to make corrections as soon as possible.”

To fully talk about the existence of a return point, it is expected that decreases in service quality and increases in workload will reduce efficiency, and such situations will begin to spread within the relevant department or company; in a sense, voices will rise, and a cycle will occur. While it was possible to establish a relationship with the conditions necessary for decreased productivity from the relevant situations, there was no evidence that these formed a consecutive cycle. Regarding the spread of this within the company, it is thought that sometimes such problems can be encountered within the departments, but they can be resolved quickly, and this does not turn into a bad atmosphere for the employees. Such issues can be solved without allowing a return point for the relevant company. Therefore, the proposition that reduced work productivity would cause a return point could not be confirmed. However, when considering the staff's past experiences, comments, and observations about other companies, it is evident that this situation can be mentioned. Even though such a relationship cannot be established within the relevant company, it is possible to talk about the existence of this relationship that significantly impacts the formation of the bullwhip effect.

“We have not encountered this kind of thing very often. This, of course, causes a serious decrease in performance. Of course, he is a person who works like this. Moreover, if you do not compensate for this, this may increase the pressure on employees. This may not be a big problem when working with a bonus system, as people know they will earn more when they work more. However, if such a situation is not the case, it will demotivate the employees. Even if one works with a bonus, after a while, the person who works too much explodes because he has no social life and cannot spare time for himself and his family. Even if there is a return, he starts not to want it. We have not encountered anything like this in the company.”

The waste effect is explained as the fact that these tasks have to be done by personnel due to the functioning of the mechanism in an automated business process or due to malfunctions. This effect has yet to be observed in the relevant sector. The participants did not mention this issue and stated that they had not experienced such a thing when asked questions about it. A situation that may be effective in this case, contrary to the literature, is that, as stated by one participant, automated transactions need to catch up in Türkiye compared to abroad. Although there are automated services within the company, there is no follow-up mechanism regarding this situation, and feedback has yet to be received regarding this issue. Employees express the opposite opinion, stating that automation increases efficiency and provides service quality under higher conditions.

“We have operations management software. Thanks to this software, the service requested by customers is automatically displayed and scheduled on our screens. The system automatically creates the program, which is reflected in our subcontractor. Automating helps. Routine tasks do not have to be repeated again and again. In other words, there is a production line; in car factories, the bodywork,

doors, and engines are placed on the production line like this. Automation in our country is crucial for the work to go smoothly. We have not encountered any problems so far.”

Since the formation of the waste effect cannot be observed in the relevant company due to the reasons mentioned above, it is impossible to comment on whether the waste effect is one of the reasons for the formation of the bullwhip effect. For this reason, the eleventh proposition, that increases in the waste effect cause the bullwhip effect, could not be confirmed.

From a managerial perspective, intentionality is defined as the management ignoring or not correctly evaluating an obvious fact. In this context, the most important thing that stands out within the company is that although the employees complain about their workload, this situation is ignored by the managers, even though human resources have conducted surveys and focus group studies on this issue and reported it to the managers. While the participants stated this, this was revealed in the interview with the senior manager. This shows that this type of issue is not accepted as administrative data. Therefore, the lack of managerial perspective causes the lack of managerial data.

“Since such decisions come from senior management, this can be time-consuming.”

Although the company has a supply chain management department, it is clear that this issue still needs to be fully understood. Rather than considering the supply chain as a whole, the concept that most employees think about on this subject is purchasing and relations with supplier companies. It has been observed that the supply chain management department is more interested in the supplier relations process, and a holistic perspective on the chain cannot be developed. This leads to incorrect evaluation of some issues. While all participants stated that increasing the quality of the service provided, which can be accepted as a general truth, will improve the quality of the service provided, the benefits of suppliers monitoring the entire process can be ignored. This includes deficiencies in converting some decisions into managerial data since they are far from the supply chain perspective.

“I did not perceive the service supply chain fully. We see the service as a value-added service. We aim not only for profit but also for the company's prestige, which is important. We are the intermediary. We buy the service from someone else and sell it to the end customer. Our suppliers can be individuals and institutions.”

In addition, the answers received from supply chain members to questions about customers showed that this group needed to be considered within the supply chain. This highlights the need for a supply chain perspective.

“Maybe it is already known, but our company is the second most loved brand in its sector. It was chosen as the second brand this year. Our relationship with our end customers is solid. We do a lot of work for them. We carry out these studies for their loyalty, to thank them, and because they are with us. I think our relations are generally very healthy.”

We understand that due to the lack of managerial data resulting from the lack of managerial knowledge and the lack of a supply chain perspective, senior managers may take a long time to make decisions or make wrong decisions in some cases. They cannot respond quickly enough because they have difficulty understanding the cause of the problem. This causes the bullwhip effect, the fifteenth proposition, and the lack of administrative data. It confirms his proposition.

“If the capacity increase is a decision made by the senior management and it is of a large scale, it may sometimes take longer than expected to perceive the problem and evaluate the necessary solutions fully.”

This research attempted to reveal the underlying reasons for the bullwhip effect in the Turkish service sector.

Therefore, we investigated the reasons for the bullwhip effect in the service sector and concepts such as backlog, feedback frequency, return point, waste effect, and lack of managerial data, previously suggested by [Akkermans and Voss \(2013\)](#). According to data obtained in this research, backlogs, feedback frequency, and lack of managerial data can cause a bullwhip effect. The return point did not occur because the company knew that such a situation might arise and could take the necessary precautions quickly. However, The views of the relevant participants on the possibility of things worsening if such a thing occurs might indicate that this might be one of the reasons for the bullwhip effect. Waste impact refers to situations that require the manual use of automated processes. As mentioned in the research, this field in the service sector in Türkiye has yet to reach sufficient density due to being behind compared to other countries. For this reason, companies in the industry do not encounter too many problems while benefiting from the positive aspects of this field.

As a result of the evaluations, many of these reasons are parallel to the characteristic features of the service sector. First of all, since stocking cannot be done to meet demand, as is the case with service products, increases in demand may lead to postponements and the need for capacity increase. Here, the choice that can be made in service supply chains is between postponements or capacity increases. The relevant company can decide by comparing the cost of capacity increase with the cost of the bullwhip effect that may arise due to the postponement of works. Postponements may reduce the workload in the short term and reduce the fees paid for overtime, but this increases customer feedback and negative feedback and may even lead to loss of business in the long term. This increases pressure on employees and reduces profitability.

One of the characteristic features of the service sector is that the customers of the service are also co-producers. For this reason, it has been observed that customers tend to be more involved in the process and increase their feedback frequency, especially during periods of problems. As revealed in the interviews, this effect increases the workload of the company's relevant personnel, which causes new jobs that are too challenging to handle and increases costs.

The waste effect and return point can be considered among the characteristic features of the service sector, but its relationship with the bullwhip effect was not observed in our research. The first of these, the waste effect, depends on a highly automated process, so waste does not occur when the process is not highly automated. Therefore, there is no need for personnel to handle these tasks. This effect is expected to reduce productivity due to increased variation in the jobs that staff would typically be required to handle. Given that the study did not have an extreme sample, it is understandable that the return point was not revealed. This point can be defined as where it becomes difficult to get things back to normal. This is a melting point. From this point on, the deterioration of work becomes a cycle; as work efficiency decreases, repetitive work increases and service quality decreases, and as repetitive work increases and service quality decreases, work efficiency decreases. It is possible to associate this with the workforce-based service sector. However, studying extreme examples to obtain more in-depth findings would be more beneficial.

In this context, fifteen propositions were made within the scope of the research. The situation regarding whether these propositions can be verified during the research process is as follows.

Table 2: Verification Status of Propositions

No	Proposition	Verification Status
P1	Errors in information processing cause backlogs.	Verified
P2	Errors in the decision-making process cause work to pile up.	Verified
P3	Errors in the application cause work to accumulate.	Verified
P4	Increases in backlogs cause a bullwhip effect.	Verified
P5	The accumulation of work causes an increase in customer callbacks regarding these works.	Verified
P6	Increases in the frequency of customer feedback cause a bullwhip effect.	Verified
P7	Increasing workload causes work efficiency to decrease.	Verified
P8	A decrease in people's service quality causes a reduction in work efficiency.	Verified
P9	Decreased work productivity causes a return point to occur.	It could not be verified.
P10	The occurrence of the return point causes the bullwhip effect to occur.	It could not be verified.
P11	Increased automation of services increases waste impact.	It could not be verified.
P12	Increases in the waste effect cause a bullwhip effect.	It could not be verified.
P13	A lack of managerial understanding causes the inability to access administrative data.	Verified
P14	A lack of a supply chain perspective causes a lack of access to administrative data.	Verified
P15	Lack of administrative data causes a bullwhip effect.	Verified

The effect that explains the role of management in the formation and development of the bullwhip effect is the need for more managerial information. The authors estimate that the presence of this effect will increase the incidence of the bullwhip effect. Although the managers in our sample resolved the bullwhip effect, it is not difficult to understand because they were not defined in this direction, and this concept was never mentioned in the interviews. This supports the view that the lack of managerial information is considered one of the reasons for the bullwhip effect. The lack of a supply chain perspective, one of the reasons this information must be included, is a clear indicator of why the bullwhip effect is not even brought to the agenda.

As a result, based on the research conducted, the factors that cause the bullwhip effect in the service sector in Türkiye have been clarified. In this context, while serious evidence was found regarding the backlog of work, frequency of customer feedback, and lack of managerial data, among the reasons put forward by [Akkermans and Voss \(2013\)](#), no supporting evidence was found in the context of the sample regarding the return point and waste impact. In this sense, while contributing to theory development efforts in this field, it is aimed at pioneering studies on this subject in Türkiye.

In the service sector, the bullwhip effect is among the potential causes of customer dissatisfaction and high costs. Therefore, the management needs to detect it promptly and take the necessary steps to prevent or reduce it. Managers must confront the fluctuations and the issues regarding which activities should be handled. In the service sector, fluctuations in demand and workload can occur due to customer demand, service updates, and technical problems. Customers' desire to be involved in the process may also cause this fluctuation. To meet these fluctuations, businesses may decide to increase capacity. These decisions can take place in a planned or unplanned manner. What a manager says during interviews regarding this issue is vital regarding awareness of the process.

CONCLUSIONS

The two basic strategies managers can use to combat the bullwhip effect are demand and capacity management. While demand management can prevent the bullwhip effect from occurring, capacity management is vital in reducing it. This research highlights some issues managers should be more careful about in demand management.

Automation, which could not be observed in this research, might be one of the points managers should pay attention to in the future because, in this research, we assume that this issue did not arise due to the insufficient level of development in Türkiye. For this reason, it would be beneficial to re-investigate it depending on developments in the coming years. At the same time, since automated systems have a particular technical infrastructure, it should always be considered that any malfunction in this infrastructure may cause unexpected fluctuations. At the return point, which is the other impact, it should always be addressed that the demand for service may sometimes come from new and old customers due to various problems. The basic strategy on this issue is based on a choice between the cost of having higher capacity and the cost of allowing delays. The cost of postponements may be much higher than expected due to the bullwhip effect.

The cost includes not only the cost of lost customers due to postponements but also the costs of reduced productivity due to the rapid increase in customer feedback and the pressure placed on employees to reduce postponements.

If the right strategy is not determined here, new fluctuations will likely occur if the bullwhip effect is caught unprepared at its peak. The research shows that the customer developed these strategies, and their adequacy is open to debate. It is observed that a strategy developed with a holistic flow perspective to the supply chain, rather than just customer-focused strategies, will be more successful.

In cases where the strategies developed to prevent the bullwhip effect do not work, methods to eliminate it should be created if the bullwhip effect occurs. In this context, the results obtained in the research show that it often takes a long time for managers to perceive the situation, decide on a solution, and quickly implement it. Therefore, to increase the visibility of this impact, each supply chain process should be closely monitored, along with any delays affecting the customer. Only in this way can managers perceive the total capacity of the service supply chain in response to demand and develop more appropriate solutions. Timely recognition of this situation prevents customers in the product supply chains from adopting scarcity behavior.

Bullwhip effect studies in service supply chains are in their early stages of development. Each of the topics touched upon in this research needs to be developed with new research. Examining the

effects of these reasons on the formation of the bullwhip effect through similar modeling will provide a deeper perspective. At the same time, research can be developed in service areas requiring more or less infrastructure and in places where automation is more. To understand some issues better, extreme examples can be taken. The most important limitation of this research is that the relevant sample offers the opportunity to observe a single-service supply chain. This poses an obstacle to generalizability. However, if supported by similar research, this situation can be resolved by researching larger samples. In addition, it is possible to develop research on mixed supply chains where products and services are offered together.

REFERENCES

- Akkermans, H., and Voss, C. (2013). The service bullwhip effect. *International Journal of Operations and Production Management*, 33(6), 765-788. DOI: /10.1108/IJOPM-10-2012-0402
- Anderson Jr, E. G., Morrice, D. J., and Lundeen, G. (2005). The “physics” of capacity and backlog management in service and custom manufacturing supply chains. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 21(3), 217–247. DOI: /10.1002/sdr.319
- Cook, D. P., Goh, C. H., and Chung, C. H. (1999). Service typologies: A state of the art survey. *Production and Operations Management*, 8(3), 318-338. DOI: /10.1111/j.1937-5956.1999.tb00311.x
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550. DOI: /10.5465/amr.1989.4308385
- Ellram, L. M., Tate, W. L., and Billington, C. (2004). Understanding and managing the services supply chain. *Journal of Supply Chain Management*, 40(3), 17-32. DOI: /10.1111/j.1745-493X.2004.tb00176.x
- Frei, F. X. (2006). Breaking the trade-off between efficiency and service. *Harvard Business Review*, 84(11), 93–156. Retrieved From: hbr.org
- Holweg, M., Disney, S., Holmström, J., and Småros, J. (2005). Supply chain collaboration: Making sense of the strategy continuum. *European Management Journal*, 23(2), 170-181. DOI: /10.1016/j.emj.2005.02.008
- Kimes, S. E. (1989). Yield management: a tool for capacity-considered service firms. *Journal of Operations Management*, 8(4), 348–363. DOI: /10.1016/0272-6963(89)90035-1
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., and Whang, S (1997). The bullwhip effect in supply chains, *Sloan Management Review*, 38 (3) Spring, 93–102. Retrieved from: <https://rzabdulaziz.wordpress.com>
- Malhotra, N. K. (2020). *Marketing research: an applied orientation*. London: Pearson Education Limited.
- McCullen, P., and Towill, D. (2002). Diagnosis and reduction of bullwhip in supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(3), 164–179. DOI: /10.1108/13598540210436612
- Oliva, R., and Sterman, J. D. (2001). Cutting corners and working overtime: Quality erosion in the service industry. *Management Science*, 47(7), 894-914. DOI: /10.1287/mnsc.47.7.894.9807
- Rajani, R. L., Heggde, G. S., Kumar, R., and Bangwal, D. (2023). Demand management approaches in the services sector influence company performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(10), 2808-2837. DOI: /10.1108/IJPPM-02-2022-0080
- Ramish, A., Hamid, A., and Nadarajah, D. (2022). Service supply chain (SSC): A systematic literature review (1999-2020). *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 15(2), 280-302. DOI: /10.31387/oscm0490347
- Sampson, S. E. (2000). Customer-supplier duality and bidirectional supply chains in service organizations. *International journal of service industry management*, 11(4), 348–364. DOI: /10.1108/09564230010355377
- Sampson, S. E. (2012). Visualizing service operations. *Journal of Service Research*, 15(2), 182–198. DOI: /10.1177/1094670511435541
- Towill, D. R., Zhou, L., and Disney, S. M. (2007). Reducing the bullwhip effect: Looking through the appropriate lens. *International Journal of Production Economics*, 108(1-2), 444–453. DOI: /10.1016/j.ijpe.2006.12.024
- Vargo, S. L., and Lusch, R. F. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68(1), 1-17. DOI: /10.1509/jmkg.68.1.1.24036
- Wikner, J., Towill, D. R., and Naim, M. (1991). Smoothing supply chain dynamics. *International Journal of Production Economics*, 22(3), 231–248. DOI: /10.1080/09511929108944496
- Yıldırım, A., and Simsek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

TECHNOLOGICAL UNEMPLOYMENT AND THE AI REVOLUTION: AN INVESTIGATION ON MACROECONOMIC CONSEQUENCES

Teknolojik İşsizlik ve Yapay Zeka Devrimi: Makroekonomik Sonuçlar Üzerine Bir İnceleme

ARAŞTIRMA MAKALESİ
/RESEARCH ARTICLE

Geliş Tarihi/Received:

18.07.2024

Kabul Tarihi/Accepted:

29.07.2024

Abdulhalik PINAR

Arş. Gör. Dr.,

Harran Üniversitesi,

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,

Yönetim Bilişim Sistemleri

Bölümü,

abdulhalik.pinar@harran.edu.tr

 [0000-0002-5221-9683](https://orcid.org/0000-0002-5221-9683)

Abstract

The swift expansion of Artificial Intelligence (AI), devoted to creating computer systems capable of performing tasks usually requiring human intelligence, has sparked a crucial debate about its effects on employment. This study examines the risk of AI leading to large-scale technological unemployment, where workers' skills become outdated due to technology. At the same time, it recognizes AI's potential to stimulate economic growth and create jobs. The study delves into the complexities of AI and technological unemployment, suggesting that while some sectors may be more susceptible to AI-driven job displacement, the total employment impact is neither uniform nor predictable. It also highlights the socioeconomic repercussions of unchecked AI, which could exacerbate income inequality and impede social mobility. However, this research also reveals an optimistic facet of the AI revolution. AI holds the potential to create new jobs and industries, and to transform existing roles, thereby enhancing productivity and job satisfaction. Case studies within the study show that successful integration of AI without significant job losses is indeed possible. In conclusion, the study proposes solutions to AI-induced unemployment, such as education and retraining, Universal Basic Income, and regulations for AI development and usage. It advocates for a balanced approach that mitigates the risks of AI-driven job displacement while maximizing AI's job creation potential. The study underscores the need for resilience, foresight, and collective commitment to shape an inclusive, equitable, and beneficial future of work in an AI-driven world. Its findings and recommendations could provide valuable insights for various stakeholders navigating the unfolding AI revolution.

Keywords: Technological unemployment, artificial intelligence, employment, social mobility

Özet

Yapay Zeka'nın (YZ) hızla genişlemesi, genellikle insan zekasını gerektiren görevleri yerine getirebilen bilgisayar sistemleri oluşturmayı amaçladığı için, istihdam üzerindeki etkileri hakkında kritik bir tartışmayı gündeme getirmiştir. Bu çalışma, teknolojinin hızlı gelişimi nedeniyle çalışanların becerilerinin güncelliğini yitireceği ve böylece büyük ölçekli teknolojik işsizliğe yol açabilecek riskleri incelemektedir. Çalışma aynı zamanda, YZ'nin ekonomik büyümeyi teşvik etme ve istihdam yaratma potansiyelini de göz ardı etmemektedir. Çalışma, YZ ve teknolojik işsizlik arasındaki karmaşıklıklara derinlemesine bir bakış sunarak, bazı sektörlerin YZ ile tetiklenen işsizliğe daha yatkın olabileceğini, ancak toplam istihdam etkisinin ne homojen ne de öngörülebilir olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, kontrolsüz YZ'nin gelir eşitsizliğini artırabileceğini ve sosyal hareketliliği engelleyebileceğini vurgulamaktadır. Ancak bu çalışma, YZ devriminin daha umut verici bir yüzünü de ortaya koymaktadır. YZ, yeni işler ve endüstriler yaratma, mevcut rolleri dönüştürme ve dolayısıyla üretkenliği ve iş tatminini artırma potansiyeline sahiptir. Çalışmada ele alınan örnekler, önemli iş kayıpları olmaksızın YZ'nin başarılı bir şekilde entegre edilebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, YZ kaynaklı işsizliğe karşı eğitim ve yeniden eğitim, evrensel temel gelir ve YZ'nin geliştirilmesi ve kullanılması için düzenlemeler gibi çözüm önerileri sunmaktadır. YZ'nin iş yaratma potansiyelini maksimize ederken, işten çıkarma risklerini en aza indiren dengeli bir yaklaşımı savunmaktadır. Çalışma, YZ yönlendirmeli bir dünyada kapsayıcı, adil ve faydalı bir iş geleceği yaratmak için gereken esneklik, öngörü ve kolektif bağlılığın önemini vurgulamaktadır. Çalışmanın bulguları ve önerileri, gelişmekte olan YZ devriminde farklı paydaşlar için değerli içgörüler sunabilir.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik işsizlik, yapay zeka, istihdam, sosyal hareketlilik

INTRODUCTION

The rapid advent and incorporation of AI into various economic sectors is triggering extensive deliberations about the future of work. AI is defined as the scientific field committed to designing and refining computer systems capable of executing tasks that typically require human intelligence, such as visual perception, decision-making, and language translation (Oxford, 2023a).

Simultaneously, there is growing concern about technological unemployment, defined as the job loss that occurs when certain types of workers' skills become obsolete due to technological advancements, often involving the replacement of human labor with machines (Oxford, 2023b). These dual phenomena lead to a mix of apprehension and hope. The apprehension is linked to the prospect of jobs being displaced due to new technology; a concept first brought forward by John Maynard Keynes in the 1930s. On the flip side, there is optimism that AI could spawn new job opportunities, revolutionize existing roles, and stimulate economic growth.

A significant volume of research has been aimed at quantifying these impacts, leading to diverse estimates. Some studies suggest that up to half of all jobs could be susceptible to automation due to AI and related technological advancements (Kuzior, 2022; WEF, 2018). Others predict a less severe impact, with estimates in the range of 10-30% (WEF, 2018). Although exact figures vary, there is a mounting consensus that AI will substantially influence the labor market. However, technological advancements don't necessarily result in job loss. Past technological revolutions, such as those initiated by the steam engine and the computer, demonstrate that technology can stimulate job creation, despite displacing existing roles (Lima, Barbosa, dos Santos, and de Souza, 2021). In addition, AI's ability to automate routine tasks could free workers to concentrate on more complex and fulfilling aspects of their work, potentially boosting productivity and job satisfaction (Peters, 2020; WEF, 2018).

This study delves into the socioeconomic quandary presented by the AI revolution, beginning with an in-depth exploration of AI and technological unemployment. It scrutinizes recent trends in AI development and their potential implications across diverse industries. The subsequent sections assess the socioeconomic consequences of AI, focusing on sectors most prone to AI-driven job displacement and potential ramifications of widespread job displacement. We also highlight the potential positive impacts of AI on employment, examining the new jobs and industries that AI could create and the potential transformation of existing jobs. Finally, the article proposes potential solutions to the issue of AI-induced unemployment, discussing education and retraining, Universal Basic Income, and policy recommendations to regulate AI development and usage. Through a thorough analysis of AI's dual roles - as a potential job eliminator and a job generator - we aim to provide a clearer vision of the future in an increasingly AI-dominated world.

This article explores the complex interplay between AI and employment, dissecting theoretical frameworks and historical viewpoints of technological unemployment and Konradieff Waves. We investigate the vulnerability of sectors to AI-driven displacement, socioeconomic ramifications, and AI's role in forging new industries and opportunities. Through a review of literature and case studies, the study aims to present a balanced view, exploring challenges and potential remedies to AI-induced employment shifts. The discussion extends to the critical evaluation of education, retraining, and Universal Basic Income (UBI) as possible worker safeguards and explores policy recommendations for AI regulation. In essence, this article illuminates the evolving work landscape in the AI era, tackling the socioeconomic puzzle presented by technological unemployment and the AI revolution.

1. Theoretical Background

Advancements in AI and automation technologies are taking place at an unprecedented pace, shaping our society and economy in profound ways. One area of significant concern and interest lies in the impact these advancements may have on income inequality and social mobility. While AI holds considerable promise for improving efficiency, productivity, and innovation, its potential to displace jobs and restructure labor markets raises crucial socioeconomic questions. The AI revolution's implications extend far beyond the workplace, into broader social and economic spheres. In this context, this study aims to provide a comprehensive exploration of AI's potential impact on income inequality and social mobility, drawing on existing theories and empirical evidence. This study delves into the dynamics of job displacement, job creation, and economic polarization brought about by AI and automation, aiming to provide a balanced perspective on these complex and intertwined issues.

AI, as theorized by McCarthy, Minsky, Rochester, and Shannon (2006), is the science of creating intelligent machines or intelligent computer programs that are capable of performing tasks that normally require human intelligence. These tasks include learning, reasoning, problem-solving, perception, language understanding, etc. Russell (2010) further explain AI as the capability of a machine to imitate intelligent human behavior. AI is broadly categorized into two types: Narrow AI, designed to perform a specific task such as voice recognition, and General AI, that can perform any intellectual task that a human being can. At present, all existing applications of AI fall into the Narrow AI category, with General AI remaining a theoretical concept (Russell, 2010).

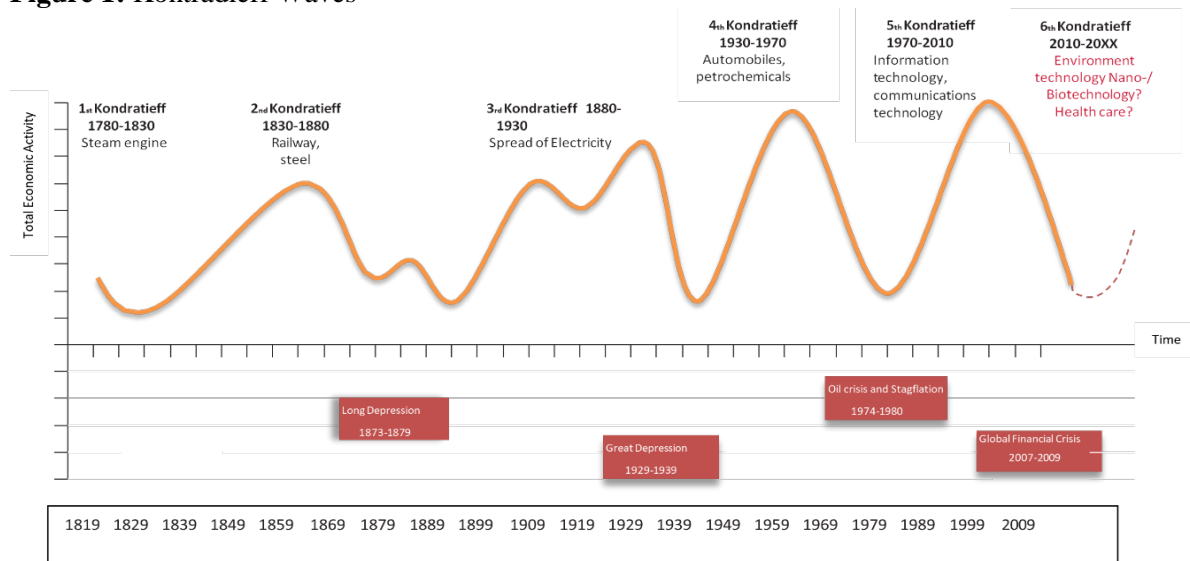
2. Technological Unemployment: Theory and Historical Perspective

Technological unemployment, a term first introduced by economist John Maynard Keynes in 1930, is a type of unemployment caused by technological innovations that result in the displacement of workers, surpassing the economy's ability to create new job types (Keynes, 1930). This displacement is not due to cyclical or seasonal factors, but rather a structural shift due to increasing productivity through technological advancement.

Throughout history, it has been observed that technological revolutions initially lead to displacement of labor, which is later followed by the creation of new types of work (Mokyr, Vickers, and Ziebarth, 2015). Yet, there are growing concerns that the current rate of technological change, especially in the field of AI and automation, could potentially lead to prolonged periods of displacement and exacerbate economic inequality (Frey and Osborne, 2017). A different perspective on the impact of technological advancement on the economy can be understood through Kondratieff waves. These waves, also known as super cycles, great surges, long waves, K-waves, or the long economic cycle, depict cycle-like phenomena in the global capitalist economy. Each cycle, according to Kondratieff, lasts approximately 40-60 years and is divided into three distinct phases: expansion, stagnation, and recession (Kondratiev, 1925).

Although Kondratieff originally applied this theory to analyze agrarian and commodity prices, it has since been extended to encompass modern technological and economic activities (Korotayev and Tsirel, 2010). These cycles or waves are often associated with leading sectors or techno-economic paradigms that drive economic and societal growth (Perez, 2003). Each Kondratieff wave begins with incremental innovation, progresses to radical innovation, peaks in a 'golden age' of growth, and finally ends in a recession or depression during which the outdated technologies and processes are abandoned (Schumpeter, 1939).

Figure 1: Kontradiieff Waves



Note: Created by author based on Allianz (2010)

The graph shows the six Kondratieff waves, which are long-term economic cycles. Each wave is characterized by a period of economic growth followed by a period of recession. The first wave began

in the late 18th century and was driven by the invention of the steam engine. The second wave began in the mid-19th century and was driven by the development of the railway and the telegraph. The third wave began in the late 19th century and was driven by the invention of electricity and the internal combustion engine. The fourth wave began in the mid-20th century and was driven by the development of the computer and the Internet. The fifth wave began in the late 20th century and the 6th Kondratieff wave is a potential new economic cycle that has begun. It is characterized by two sources of change: future megatrends and trends and innovations that change the supply structure in the economy. Future megatrends include globalization and demographics, which will lead to shifts in demand. Trends and innovations that change the supply structure in the economy include environmental technology, biotechnology, and nanotechnology.

Critics of the Kondratieff wave theory argue that economic cycles are more accurately attributed to a combination of factors, including fiscal and monetary policy, and various shock events, such as wars and technological innovations (Korotayev and Tsirel, 2010). Nevertheless, the theory still provides a useful lens through which to view long-term economic patterns and periods of growth and stagnation. In relation to AI, it can be theorized that we are currently in the midst of or on the precipice of a new K-wave, an “Age of AI and Automation” perhaps. As AI and associated technologies, such as machine learning, robotics, and cloud computing, continue to advance and become integral parts of our societal structure, they exert profound influences on our economy.

As with previous K-waves, this “Age of AI and Automation” could follow a similar pattern of disruptive innovation, leading to displacement of jobs, followed by the creation of new industries and employment opportunities. The initial displacement is a result of AI and automated systems taking over tasks traditionally performed by humans, echoing the concept of technological unemployment introduced by Keynes in 1930 (Keynes, 1930). This period could be characterized by an increased rate of unemployment and potential economic instability.

However, just as previous K-waves demonstrated, this period of upheaval is likely to give way to a new period of economic growth, driven by industries and jobs that we may not yet be able to fully anticipate. The development and adoption of AI and automation could create entirely new sectors and job roles, similar to how previous waves saw the rise of entirely new industries such as telecommunications, automobile manufacturing, and information technology (Allianz, 2010).

Applying the Kondratieff wave theory to the context of AI and technological unemployment, it could be posited that we are currently in the early stages of a new K-wave, driven by AI, automation, and related technologies. This could lead to a period of significant job displacement, but if historical patterns hold, this could eventually give way to a new period of economic growth, driven by as-yet-unforeseen industries and job types (Brynjolfsson and McAfee, 2014).

2.1. AI and Job Displacement: Theory and Research

The impact of AI on job displacement is a topic of ongoing research and debate. The theories range from a dystopian view where AI displaces most human labor (Brynjolfsson and McAfee, 2014), to a more optimistic perspective where AI transforms jobs and creates new opportunities (Autor, 2015).

The job displacement effect of AI has been studied by economists, who theorize that jobs involving routine tasks that are easily automated are most at risk (Autor, 2013). Conversely, jobs that require creativity, critical thinking, and interpersonal skills are likely to remain in demand.

2.2. AI and Job Creation: Theory and Research

While there is considerable focus on the job-displacing potential of AI, it is also essential to consider its job-creating potential. Bessen (2018) theorized that AI, much like previous technological advances, will lead to the creation of new jobs that we can't fully anticipate. These jobs might be in fields directly related to AI or in sectors that leverage AI to offer new products or services.

The theoretical background of understanding AI and technological unemployment lies at the intersection of computer science, specifically AI research, and labor economics. It involves an understanding of how AI works, the historical and theoretical perspectives of technological unemployment, and ongoing research on AI's impact on job displacement and creation.

3. Literature Review: Understanding AI and Technological Unemployment

3.1. Explanation of what AI is and how it works

AI is a branch of computer science that aims to create or emulate human intelligence in machines. It represents a complex, multifaceted field that intersects not only with computer science but also cognitive psychology and information technology. Broadly defined, AI seeks to create or simulate intelligence within a mechanical system, enabling it to learn, reason, problem-solve, perceive, or use language. This can be accomplished through machine learning, a subset of AI that allows a system to use statistical techniques to learn from data. Alternatively, it can be implemented through rule-based AI, a type of AI system where the behavior is controlled through explicitly programmed rules (Russell, 2010).

At its core, AI is about building machines capable of thinking analytically, learning from experience, understanding natural language, recognizing patterns, making decisions, and interacting. AI systems aren't just programmed to do tasks; they are designed to learn to do things better over time. They can be trained through the input of vast amounts of data and algorithms that allow them to learn how to perform tasks.

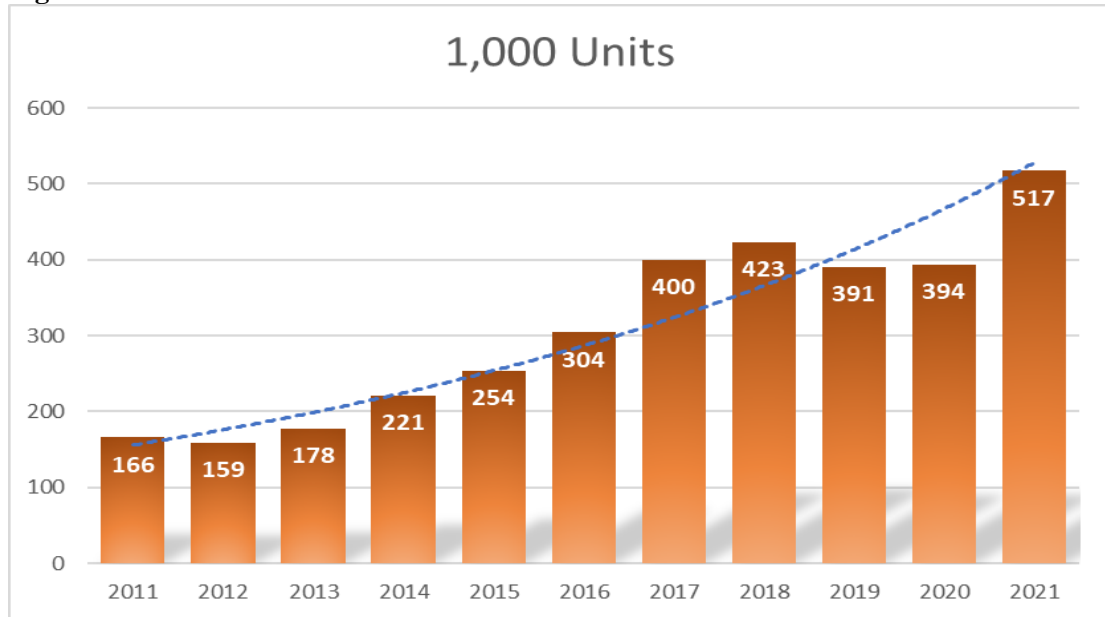
The broad concept of AI can be subdivided into two main types: Narrow AI, which is designed to perform a narrow task (e.g., only facial recognition or only internet searches) and General AI, which can perform any intellectual task that a human being can. While Narrow AI is a reality, contributing to the technological advancements we see today, General AI remains a concept that is actively explored within academia and research.

3.2. Discussion of the concept of technological unemployment, with historical examples

The concept of technological unemployment, a term first popularized by eminent economist John Maynard Keynes in the 1930s, has been a recurrent theme throughout human history. This term represents the predicament where technological advancements bring about job displacement due to increased economic productivity. Keynes' view held that the swift pace of technological innovation would inevitably render certain labor redundant, creating social and economic upheaval (Keynes, 1930).

This phenomenon, however, is not confined to the annals of history; it remains a contemporary issue with several poignant examples. The banking industry provides a clear illustration of this trend with the advent of automated teller machines (ATMs). Introduced to streamline banking services and reduce human error, ATMs initially sparked fears of widespread unemployment among bank tellers. Surprisingly though, instead of rendering the teller role obsolete, the total number of teller jobs in the United States increased during the late 1990s and early 2000s, despite the widespread deployment of ATMs. This counterintuitive outcome can be explained by the fact that ATMs reduced the cost of operating a bank branch, leading to more branches being opened, and hence, more teller jobs (Autor, 2015).

The manufacturing sector presents another compelling example of the double-edged sword that is technological progress. As automation and robotics technologies advanced, a large number of routine jobs in the sector were inevitably displaced. On the one hand, this contributed to a significant reduction in manual labor roles; on the other hand, it led to increased productivity and efficiency. Moreover, the rise of automation technologies has simultaneously given birth to new roles and job categories. New jobs have emerged in technology development, machine maintenance, and data analysis, areas directly linked to the implementation and smooth running of automation systems (Acemoglu and Restrepo, 2017).

Figure 2: Annual Installation of Industrial Robots-World

Created by author based on (IFR,2022)

From the data, we can see a clear increase in the installation of industrial robots worldwide from 2011 to 2021, rising from 166 units to 517 units. This represents a more than three-fold increase over a decade, which underscores the rapidly growing role of automation in various industries. The highest year-over-year growth in the number of units installed occurred between 2016 and 2017, possibly indicating a key period of accelerated adoption of industrial robots. Despite minor dips in 2012 and 2019, the trendline unmistakably points upwards, signaling sustained momentum towards higher levels of automation. This steady growth in the adoption of industrial robots mirrors the impact of the disruptive innovations' characteristic of previous Kondratieff waves, such as the steam engine, electricity, or the internet. These technologies initially displaced existing labor practices before eventually leading to the creation of new industries and job opportunities. Applying the Kondratieff wave theory to this scenario, it can be theorized that the increased deployment of industrial robots is a signal of a new era of AI and automation. Similar to previous waves, this could potentially lead to job displacement in the short-term, contributing to the phenomenon of technological unemployment.

However, in the long run, this wave of AI and automation might pave the way for new job creation, driven by sectors and roles that are being transformed or newly created due to these technological advancements. These could include roles related to the development, maintenance, and management of these automated systems and robots, and sectors that leverage these technologies for innovative applications.

3.3. Analysis of recent trends in AI development and their potential impact on various industries

The increasing sophistication of AI and its broader adoption across various sectors have the potential to significantly impact the global economy. From healthcare to transportation, from education to finance, AI applications are transforming traditional operational paradigms. The second wave of the 'machine age' driven by advances in AI and digital technologies, is reshaping work, creating wealth, and altering the economy (Bilgin and Yöney, 2023:50), science, culture, and even human cognition (Brynjolfsson and McAfee, 2014).

AI's role in job displacement and creation is complex and multifaceted. Automation, facilitated by advancements in AI and robotics, might displace workers performing certain tasks. However, AI can also complement human labor, leading to increased productivity and the emergence of new jobs. For

example, AI-driven technologies are becoming a significant source of job creation in sectors such as technology development, healthcare, renewable energy, and data analysis (Bessen, 2018).

There is also a burgeoning field of research exploring how AI and automation will impact different industries and job categories. Routine tasks that are highly predictable, such as data entry or physical work in predictable environments, are more susceptible to automation. Conversely, occupations requiring human interaction, expert decision-making, planning, and creative tasks are less likely to be fully automated (Manyika, Lund, and Bughin, 2016).

4. The Socioeconomic Impact of AI

4.1. Analysis of the sectors most vulnerable to AI-driven job displacement

The impact of AI and automation is not uniformly distributed across sectors. Some sectors are more vulnerable due to the nature of their tasks being routine, repetitive, and predictable. For instance, manufacturing is a sector where automation has had a significant impact. The introduction of robotics and AI-driven machines has replaced many assembly line jobs, particularly those involving repetitive, precise tasks (Manyika et al., 2016).

Similarly, the transportation and logistics sector face significant transformation with the advent of autonomous vehicles. From self-driving cars to drones, AI has the potential to automate large portions of this industry, thereby impacting jobs related to driving and delivery services (Frey and Osborne, 2017).

Moreover, the retail sector is also undergoing significant changes. Automated checkout systems, online shopping platforms, and AI-driven logistics systems are changing the retail landscape, which can impact jobs in brick-and-mortar stores (Bessen, 2018).

4.2. Discussion of the potential socioeconomic consequences of large-scale job displacement

The evolving landscape of the global job market over the next five years is projected to undergo significant disruption due to factors like technological innovation, industrial automation, and the emergence of new sectors. According to a recent report by the WEF (2023), an estimated 83 million jobs are at risk of being phased out, offset by the creation of approximately 69 million new roles. This labor market churn, impacting around 152 million jobs, equates to a 2% net loss or 14 million jobs globally.

Similarly, studies have indicated a consistent trend towards job displacement due to industrial automation. Since 2004, each installation of an industrial robot has led to an average displacement of 1.6 workers, a phenomenon that doesn't occur immediately but gradually over years (Oxford, 2019). Post-installation, the first year typically sees around 1.3 workers lose their jobs, but this number climbs to 1.6 in the years that follow.

These technological disruptions do not immediately translate into productivity gains. Rather, it requires a significant period for companies to adjust their business models and production processes, and for workers to acquire the necessary training to maximize the potential of these new technologies.

The WEF report warns of a ripple effect on the global economy, with the potential of shrinking global GDP by up to \$2.4 trillion by 2027 due to these job losses (WEF, 2023). The adverse societal impacts linked to high unemployment rates, especially among lower-skilled workers engaged in easily automatable tasks, could be severe (Manyika et al., 2016). The increase in unemployment typically exacerbates poverty, crime rates, and health issues among the affected population, while straining social safety programs and government budgets (Autor, 2013). Another critical fallout of this job displacement is the emergence of "job polarization" a situation where middle-skilled jobs decrease while low-skilled and high-skilled roles increase. This shift can worsen income inequalities, reduce social mobility, and lead to increased social disruption (Goos, Manning, and Salomons, 2014).

In light of these findings, both reports call upon governments and businesses to take decisive action. They recommend investing in education and training and formulating supportive policies for workers affected by these changes. The ultimate goal is to mitigate the socio-economic impacts and navigate this substantial shift in the global workforce landscape.

4.3. Exploration of how AI could impact income inequality and social mobility

AI has been the engine of transformation in various sectors of the global economy. While these advancements promise myriad benefits, they also pose significant socio-economic challenges. One of the most critical issues surfacing from this paradigm shift is the impact on income inequality and social mobility.

AI and related technologies, such as machine learning and robotics, are increasingly used to automate routine, low-skill tasks. As stated in a report by Manyika et al. (2016), occupations that involve predictable, repeatable tasks are more susceptible to automation. Such roles are typically held by lower-income workers, which makes them more vulnerable to job displacement due to AI.

Statistical data accentuates the severity of this issue. Bughin, Hazan, Sree Ramaswamy, et al. (2017), stated that up to 800 million jobs could be automated by 2030, and these job losses are not evenly distributed. A disproportionate number of these jobs belong to lower-skilled workers. As a result, AI can potentially exacerbate income inequality by disproportionately affecting workers in the lower income brackets.

Moreover, the increased use of AI may lead to what economists' call "job polarization". This phenomenon was first highlighted by Goos et al. (2014), who found that technology tends to reduce middle-skilled jobs while increasing both high-skilled and low-skilled jobs. This has the effect of widening the wage gap between high- and low-wage earners, which can exacerbate income inequality and diminish social mobility.

In contrast, those in higher-skilled jobs, which involve complex problem-solving and creative tasks, are less likely to be automated and hence face lesser risk of displacement. In fact, the advent of AI has the potential to significantly increase their income due to increased productivity. (Brynjolfsson and McAfee, 2014) argue that the "second machine age" will result in an economic boom for those who can utilize AI effectively, widening the gap between the skilled and the unskilled.

Moreover, Autor (2013) found that regions with greater automation have seen reduced wages and increased unemployment, which implies reduced social mobility. High-income workers can afford to live in areas with high living costs, while low-income workers are forced to move to areas with lower living costs but fewer job opportunities, resulting in a geographical divide.

The potential impact of AI on income inequality and social mobility raises significant concerns about the distribution of economic benefits in the AI era. Policymakers need to take steps to mitigate these impacts, such as implementing retraining programs for displaced workers, ensuring access to quality education for all, and exploring ways to share the economic benefits of AI more broadly. Failure to address these issues could result in a society with an entrenched economic elite, reduced social mobility, and widespread economic dissatisfaction.

5. The Positive Side: Job Creation and Transformation

5.1. Discussion of the new jobs and industries that AI could create

While it's true that AI and automation can disrupt existing jobs, they also have the potential to create new ones. These jobs can arise in industries directly related to AI, like software development, data science, machine learning engineering, and AI ethics (Manyika et al., 2016).

However, AI's potential to create jobs extends beyond these technical roles. As businesses integrate AI into their operations, they'll need people to train these systems, interpret their output, and provide human oversight. These roles may include AI trainers, who teach AI systems how to perform tasks, and AI explainers, who interpret the decisions of AI systems for non-experts (Bessen, 2018).

Moreover, by increasing efficiency and reducing costs, AI can create indirect job growth in a variety of sectors. For example, the cost savings generated by AI in manufacturing could lead to increased production, which could create jobs in areas such as marketing, sales, and customer service.

5.2. Analysis of how AI could transform existing jobs rather than eliminating them

The narrative that AI will simply replace humans is overly simplistic. A more nuanced view is that AI will change the nature of work, automating certain tasks but not entire jobs (Autor, 2015).

Most jobs involve a range of tasks, and while AI may automate some of these, others - particularly those involving complex decision-making, critical thinking, creativity, and interpersonal skills - will still require a human touch.

For example, in healthcare, AI algorithms can help diagnose diseases by analyzing medical images. However, doctors are still needed to consider these findings in the context of the patient's overall health, make the final diagnosis, and decide on the treatment plan (Topol, 2019).

By automating routine tasks, AI can free up workers to focus on more complex and rewarding aspects of their jobs, potentially leading to increased job satisfaction and productivity.

5.3. Case studies of companies or sectors that have successfully integrated AI without significant job losses

Several companies and sectors have integrated AI without significant job losses, often using AI to improve efficiency or provide better services.

One example is the banking industry, where AI has been used to automate routine tasks such as fraud detection and customer service. However, rather than leading to widespread job losses, this has allowed banks to shift their employees towards more complex tasks, such as handling complicated customer complaints or providing financial advice (Bughin, et al., 2017).

Another example is the retail giant Amazon. Despite significant automation in its warehouses, Amazon has continued to grow its workforce. This is because the efficiency gains from automation have allowed the company to significantly expand its operations, creating jobs in areas such as logistics, marketing, and customer service (Kaplan and Haenlein, 2010).

6. Potential Solutions to the AI Unemployment Conundrum

6.1. Discussion of education and retraining as a solution to AI-driven job displacement

To mitigate the impact of AI-driven job displacement, one popular solution is to emphasize education and retraining. This approach is based on the premise that while AI may automate certain tasks, it also creates new job opportunities that require different skill sets (Arntz, Gregory, and Zierahn, 2016).

Training programs, such as coding boot camps and data science courses, can help displaced workers transition into growing fields. Moreover, initiatives that focus on lifelong learning can ensure that workers continually update their skills to keep pace with technological change (WEF, 2018).

However, these strategies require substantial investment in education and training infrastructure, as well as careful consideration of which skills will be in demand in the future. Moreover, not all displaced workers may be able to or want to transition into these new roles, highlighting the need for a diversified approach (Bessen, 2018).

6.2. Analysis of the potential of UBI as a safety net for displaced workers

UBI is another potential solution that has gained traction. UBI involves providing all citizens with a regular, unconditional sum of money, regardless of their employment status. It's seen as a way to support those who lose their jobs to AI and automation, while also encouraging entrepreneurship and innovation (Standing, 2017).

While UBI experiments have shown promising results in improving well-being and financial stability, implementing UBI on a large scale presents challenges. It requires substantial public funding, which could necessitate tax increases or cuts to other public services. Moreover, it's unclear how UBI would interact with existing social safety net programs, and whether it would provide sufficient incentive for people to seek work (Marinescu, 2018).

6.3. Evaluation of policy recommendations to regulate AI development and use

Regulating AI development and use is another strategy that can potentially mitigate the negative employment effects of AI. This could involve policies to encourage responsible AI development, such as guidelines for transparency and accountability in AI systems (IMF, 2023).

Moreover, policies could also promote the fair distribution of AI's benefits. This could involve taxing automation technologies and using the proceeds to fund social programs, or implementing policies that promote job sharing or reduced working hours, thereby spreading the available work among more people (Korinek and Stiglitz, 2018).

However, regulating AI presents its own challenges. It requires a nuanced understanding of the technology and its impacts and must strike a balance between mitigating AI's negative effects and encouraging innovation and growth.

CONCLUSION

The integration of artificial intelligence into various sectors of our economy holds significant implications for the future of work. On one hand, AI carries the potential to disrupt current job markets significantly. Many sectors, particularly those dominated by routine or highly automatable tasks, could experience job displacement due to advancements in AI and automation technologies. Such a shift carries significant socioeconomic implications, with the possibility of exacerbating income inequality and decreasing social mobility.

On the other hand, the advent of AI also heralds the creation of new industries and job roles. Many of these jobs are in sectors directly related to AI, such as data science, machine learning engineering, and AI ethics. Additionally, AI's ability to increase efficiency and reduce costs could spur indirect job growth across diverse fields. Existing jobs may also undergo a transformation rather than outright elimination, with AI automating routine aspects and freeing up workers to focus on more complex, value-adding tasks.

This study sought to examine the dual faces of the AI revolution. While acknowledging the significant challenges posed by AI-driven job displacement, it also aimed to highlight the potential opportunities borne by this technological advancement. In shedding light on this multifaceted issue, the discussion emphasized that the net impact of AI on employment is far from predetermined. Rather, it will be heavily influenced by a variety of factors, including the pace and trajectory of AI development, the adaptability of workers and businesses, and the policy decisions taken by governments and societal stakeholders.

In the face of the AI revolution, the future of work appears to be a dynamic landscape. Despite the uncertainty surrounding the ultimate impacts of AI on employment, it is clear that the world is at the cusp of a significant transition. Just as in previous industrial revolutions, the advent of AI is likely to reshape the very nature of work and employment in profound ways.

Adapting to these changes will require resilience, foresight, and a collective commitment to shaping a future of work that is inclusive, equitable, and beneficial for all. This will involve not only strategies for mitigating job displacement and addressing socioeconomic disparities, but also efforts to harness AI's potential for enhancing productivity, driving innovation, and creating new jobs and industries.

As we stand on the brink of the AI revolution, the challenge before us is to steer this transformative technology in a way that amplifies its benefits, mitigates its risks, and above all, serves the broader goals of human society.

REFERENCES

- Acemoglu, D., and Restrepo, P. (2017). Secular stagnation? The effect of aging on economic growth in the age of automation. *American Economic Review*, 107(5), 174-179.
- Allianz. (2010). *The sixth Kondratieff long waves of prosperity*. https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/migration/media/pres/s/document/other/kondratieff_en.pdf adresinden edinilmiştir.
- Arntz, M., Gregory, T., and Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>. adresinden edinilmiştir.
- Autor, D. H. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 103(5), 1553-1597.
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30. doi:10.1257/jep.29.3.3
- Bessen, J. (2018). *AI and Jobs: The role of demand*. <https://www.nber.org/papers/w24235>
- Bilgin, E., and Yöney, E. (2023). Dijitalleşme süreci ve kayıt dışı ekonomi üzerine etkileri. A. Pınar & E. Bilgin (Ed.), *Bilişim çağında dijital dönüşüm ve ekonomi* (41-75). Ankara: Turhan Kitabevi.
- Brynjolfsson, E., and McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*: WW Norton & Company.
- Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlstrom, P., Henke, N., Trench, M. (2017). *Artificial intelligence: The next digital frontier?* <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/advanced%20electronics/our%20insights/how%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/mgi-artificial-intelligence-discussion-paper.ashx> adresinden edinilmiştir.
- Frey, C. B., and Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Goos, M., Manning, A., and Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509-2526.
- IFR. (2022). *World Robotics 2022*. https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf adresinden edinilmiştir.
- IMF. (2023). The Power and Perils of the “Artificial Hand”: Considering AI Through the Ideas of Adam Smith. <https://www.imf.org/en/News/Articles/2023/06/05/sp060523-fdmd-ai-adamsmith> adresinden edinilmiştir.
- Kaplan, A. M., and Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business Horizons*, 53(1), 59-68. doi:10.1016/j.bushor.2009.09.003
- Keynes, J. M. (1930). Economic possibilities for our grandchildren *Essays in persuasion* (pp. 321-332): Springer.
- Kondratiev, N. D. (1925). The major economic cycles. *Voprosy Konjunktury*, 1(1), 28-79.
- Korinek, A., and Stiglitz, J. E. (2018). Artificial intelligence and its implications for income distribution and unemployment *The economics of artificial intelligence: An agenda* (pp. 349-390): University of Chicago Press.
- Korotayev, A. V., and Tsirel, S. V. (2010). A spectral analysis of world GDP dynamics: Kondratieff waves, Kuznets swings, Juglar and Kitchin cycles in global economic development, and the 2008–2009 economic crisis. *Structure and Dynamics*, 4(1).
- Kuzior, A. (2022). Technological unemployment in the perspective of Industry 4.0. *Virtual Economics*, 5(1), 7-23.
- Lima, Y., Barbosa, C. E., dos Santos, H. S., and de Souza, J. M. (2021). Understanding technological unemployment: a review of causes, consequences, and solutions. *Societies*, 11(2), 50.
- Manyika, J., Lund, S., and Bughin, J. (2016). *Digital Globalization: The New Era Global Flows*. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/digital%20globalization%20the%20new%20era%20of%20global%20flows/mgi-digital-globalization-full-report.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Marinescu, I. (2018). No strings attached: The behavioral effects of US unconditional cash transfer programs. <https://www.nber.org/papers/w24337> adresinden edinilmiştir.

- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., and Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, August 31, 1955. *AI magazine*, 27(4), 12.
- Mokyr, J., Vickers, C., and Ziebarth, N. L. (2015). The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 31-50.
- Oxford. (2019). How robots change the world-what automation really means for jobs and productivity. June 2019.
- Oxford. (2023a). Artificial Intelligence. <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803095426960>
- Oxford. (2023b). Technological Unemployment. <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803102813279>
- Perez, C. (2003). *Technological revolutions and financial capital*: Edward Elgar Publishing.
- Peters, M. A. (2020). Beyond technological unemployment: the future of work (Vol. 52, pp. 485-491): Taylor & Francis.
- Russell, S. J. (2010). *Artificial intelligence a modern approach*: Pearson Education, Inc.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles* (Vol. 1): McGraw-hill New York.
- Standing, G. (2017). *Basic income: And how we can make it happen*: Penguin UK.
- Topol, E. (2019). *Deep medicine: how artificial intelligence can make healthcare human again*: Hachette UK.
- World Economic Forum (2018). *Towards a reskilling revolution: A future of jobs for all*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_FOW_Reskilling_Revolution.pdf adresinden edinilmiştir.
- World Economic Forum (2023). *Future of Jobs Report*. https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023?gclid=EAIaIQobChMI8ZKd-fHMgQMVa1aRBR3WtwM7EAAAYASAAEgKUEPD_BwE adresinden edinilmiştir.

BLOKZİNCİR TABANLI MUHASEBE DENETİMİNDE YAPAY ZEKÂNIN ROLÜ

The Role of Artificial Intelligence in Blockchain-Based Accounting Auditing

ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

Geliş Tarihi/Received:
24.07.2024
Kabul Tarihi/Accepted:
09.08.2024

Hami VELİOĞLU

Arş. Gör.,
Harran Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
İşletme Bölümü,
hamiv@harran.edu.tr
 [0000-0002-4571-3333](https://orcid.org/0000-0002-4571-3333)

Ömer Faruk DEMİRKOL

Doç. Dr.,
Harran Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
İşletme Bölümü,
ofdemirkol@harran.edu.tr
 [0000-0003-0483-3790](https://orcid.org/0000-0003-0483-3790)

*Bu çalışma, Doç. Dr. Ömer Faruk DEMİRKOL danışmanlığında ve Arş. Gör. Hami VELİOĞLU tarafından hazırlanmış olan doktora seminer çalışmasının genişletilmiş hâlidir.

Özet

Dünya genelinde teknolojinin farklı alanlarında büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmelerin bir kısmı Endüstri 4.0 çerçevesinde yer alırken diğerleri kendi isimleriyle anılmaktadır.

Blokzincir, gelişmekte olan teknolojilerdendir. Dağıtık defter yapısı, değiştirilemez ve silinemez kayıtlar, düşük maliyetli yüksek hızlı işlem gibi özellikleriyle dikkat çeken bu teknoloji; dünya genelinde yaygınlaşmakta, yaygınlaştıkça da etkilediği alanlar genişlemektedir. Bu alanlardan biri de muhasebedir. Blokzincir, muhasebe alanını farklı açılardan etkilemekte ve temelde bir kayıt defteri olması nedeniyle muhasebeyi şekillendirmektedir. Yapay zekâ ise insan davranışlarını taklit edebilme yeteneğiyle bilinen bir teknolojidir. İnsan davranışlarının sanal veya fiziksel ortamlarda taklit edilebilmesi, muhasebe bilimi için önem taşımaktadır.

Çalışmanın amacı muhasebe denetiminde yapay zekânın rolünü analiz etmek suretiyle açıklamaktır. Nitekim yapay zekânın gün geçtikçe muhasebe alanında yaygınlaşmaktadır. Dolayısıyla yapay zekânın muhasebe alanında kendine yer edinmiş olması, muhasebe denetiminde yapay zekânın rolünün tespitini önemli kılmaktadır. Analiz iki farklı yapay zekâ aracı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bunlar ChatGPT ve Bing'dir. Yapılan analizler sonucunda çeşitli bulgular elde edilmiştir. Bunlardan bazılarını ifade etmek gerekirse; ChatGPT daha detaylı ve teknik bilgiler sunarken, Bing daha yüzeysel ve teoride kalan bilgiler sunmuştur. İlaveten, ChatGPT başlıkları daha spesifiklik bir şekilde sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Muhasebe, muhasebe denetimi, blokzincir, yapay zekâ, kriptografi

Abstract

There are major developments in different areas of technology around the world. While some of these developments take place within the framework of Industry 4.0, others are referred to by their own names.

Blockchain is one of the emerging technologies. This technology, which attracts attention with its features such as distributed ledger structure, unchangeable and indelible records, low-cost high-speed transactions, is becoming widespread around the world, and as it becomes widespread, the areas it affects are expanding. One of these areas is accounting. Blockchain affects the field of accounting from different angles and shapes accounting as it is basically a ledger. Artificial intelligence is a technology known for its ability to mimic human behavior. The ability to imitate human behavior in virtual or physical environments is important for accounting science.

The aim of the study is to explain the role of artificial intelligence in accounting audit by analyzing it. As a matter of fact, artificial intelligence is becoming widespread in the field of accounting day by day. Therefore, the fact that artificial intelligence has gained a place in the field of accounting makes it important to determine the role of artificial intelligence in accounting audit. The analysis was conducted through two different artificial intelligence tools. These are ChatGPT and Bing. Various findings were obtained as a result of the analysis. To mention some of them; while ChatGPT provided more detailed and technical information, Bing provided more superficial and theoretical information. In addition, ChatGPT presents headlines in a more specific way.

Keywords: Accounting, accounting audit, blockchain, artificial intelligence, cryptography

GİRİŞ

Blokzincir ve yapay zekâ gibi gelişmekte olan teknolojiler, çeşitli iş alanlarını etkilemiş ve hâlâ etkilemeye devam etmektedir. Bu etkiler, ilgili alanların dönüşümüne veya ortadan kalkmasına yol açabilir. İşletmeler, bu olası sonuçlardan olumsuz etkilenmemek ve sürdürülebilirliği sağlamak için bu teknolojilere uyum sağlamalıdır. Özellikle muhasebe denetimi, bahsi geçen teknolojilerin etkilediği alanlardan biridir. Blokzincir teknolojisinin muhasebe denetimine etkisi ve yapay zekânın bu alandaki rolü, akademik camia ve özel sektör tarafından araştırılmaktadır. Bu çalışmada, teori ve uygulamalar göz önünde bulundurularak blokzincir tabanlı muhasebe denetiminde yapay zekânın rolü ele alınmıştır.

Ayrıca, Blokzincir teknolojisi, 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından sunulan “Bitcoin: Bir Eşten Eşe Elektronik Ödeme Sistemi” başlıklı elektronik bir dokümanla duyurulmuştur. Bu dokümanda “blockchain” terimi kullanılmamış, ancak günümüzdeki tanımlarına uygun olarak işlemlerin kaydedildiği, blokların ve zincirin kullanıldığı bir tanım yapılmıştır. Blokzincir kavramı daha sonradan yaygınlaşmıştır.

Çalışma teori ve uygulama olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Teori kısmında Blokzincir ve Yapay Zekâ teknolojileri genel hatlarıyla incelenmiştir. Ardından iki farklı yapay zekâ aracı üzerinden analiz yapılarak yapay zekânın muhasebe denetiminde rolü tespit edilmeye çalışılmıştır. İstemler (promptlar) kullanılarak ChatGPT ve Bing yapay zekâ araçları üzerinden analizler gerçekleştirilmiş, bulgular ortaya konulmuş, karşılaştırma yapmak suretiyle çalışmanın literatüre katkısından bahsedilmiştir.

1. Blokzincir

Blokzincir, yönetim ve kontrol yetkilerini bağlı cihazlardan oluşan bir ağa dağıtan mekanizmadır. Her cihaz uygun kontrolleri gerçekleştirir ve işlemler önceden üzerinde anlaşılan protokollere uygunsa, bu cihazlar işlemleri doğrular (Gül, 2019: 186). Blokzincir alternatif olarak ağ katılımcılarının bilgi ve işlemlerini saklayan dijital bir defter olarak da tanımlanabilir (Çiğerci ve Eğmir, 2020: 205).

Bilgisayar ağı düğümleri arasında paylaşılan dağıtılmış bir veri tabanı veya defter, blokzincir olarak adlandırılır. Kripto para gibi sistemlerde işlemlerin güvenli ve merkezi olmayan bir şekilde kaydedilmesi için gereklidir. Blokzincirde veriler değiştirilemez, bu da hataları en aza indirir, maliyetleri düşürür ve güvenilir üçüncü taraflara olan ihtiyacı ortadan kaldırır (Hayes, 2024).

Blokzincir teknolojisi, bir şirket ağındaki varlıkları izler ve işlemleri paylaşılan, değiştirilemez bir deftere kaydeder. Güvenli ve değiştirilemez işlem kaydı sağlayarak riskleri azaltabilir, maliyetlerden tasarruf edebilir ve bilgileri daha hızlı ve kesin bir şekilde sunabilir (IBM, 2024).

Blokzincir, işlemleri güvenli bir şekilde verimli ve kalıcı olarak kaydeden açık, merkezi olmayan bir defterdir. Bir hafta sürebilen hisse senedi transfer süreci, blokzincir sayesinde bu işlemlerin birkaç saniye içinde tamamlanmasıyla önemli ölçüde kısaltılabilir (Iansiti ve Lakhani, 2017).

Blokzincir başlangıçta dijital para biriminde, ardından diğer alanlardaki geniş uygulama yelpazesine kadar devrim niteliğinde bir çekirdek teknolojidir. Blokzincir ademi merkeziyetçilik, şeffaflık, kurcalamaya karşı direnç ve bilgi erişilebilirliği gibi avantajlar sağlamaktadır (Xu vd., 2019).

Ademi merkeziyetçilik de blokzincir tarafından daha kolay hale getirilmiştir. Blokzincir, kendine has özelliklerine ek olarak, sanal bitcoin topluluklarında yaygın olan bir dizi otoriter ideal sergilemektedir (Hoffman vd., 2020).

Dağıtılmış defter teknolojisi (DDT) genellikle blokzincirde, bilgisayarlardaki birçok düğüm arasında çoğaltılan tek ve güvenli bir merkezi defter oluşturmak için kullanılır (Buckley vd., 2023).

Özetle, blokzincirdeki dijital para birimlerine, varlıklara ve emtialara güç veren blokzincir teknolojisi, fikir birliği yoluyla güncellenen paylaşılan bir defter veya dağıtılmış veri tabanı olarak nitelendirilir (TÜBİTAK, 2024).

1.1. Blokzincir Temel Kavramları

Çalışmanın bu kısmında blokzincirin temel kavramları ele alınmıştır:

- Bitcoin: Genellikle BTC olarak bilinen ve sembolü ₿ olan Bitcoin, herhangi bir devlet kurumu veya özel şirket tarafından desteklenmeyen veya ihraç edilmeyen bir kripto para birimidir (Aslantaş Ateş, 2016: 353).
- Dijital Cüzdan: Finansal bir uygulama olan dijital cüzdan ile kullanıcılar dijital para birimlerini, kredi kartı numaralarını, banka kartı numaralarını ve diğer ödeme bilgilerini

güvenli bir şekilde saklayabilir, yönetebilir ve kullanabilir. Temel olarak, dijital cüzdanlar şifrelerinizi ve ödeme bilgilerinizi saklayarak, bilgisayar veya mobil cihazları kullanarak hızlı ve basit bir şekilde ödeme yapmanıza yardımcı olur (Özgül, 2023).

- İşlem: Blokzincirde işlem, verilerde yapılan bir değişikliktir. Akıllı sözleşmeler, bitcoin transferleri ve diğer veri değişiklikleri işleme örnek olarak gösterilebilir. Bir işlem ağdaki bir düğüm tarafından doğrulandıktan sonra kalıcı olarak blokzincirine kaydedilir. Madenciler, işlemi doğrulamak için işlem doğrulama prosedürünün bir parçası olarak matematiksel bulmacaları çözmelidir. İşlemlerin hızı ve maliyeti ağ yoğunluğundan ve kullanılan kripto para biriminden etkilenir (www.blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr).
- Madencilik: Kripto para birimleri oluşturma sürecidir ve karmaşık matematiksel bulmacaları çözmek için özel olarak üretilmiş bilgisayarların yoğun enerji tüketimini gerektirir. Bu prosedür yeni kripto para birimleri oluşturmayı ve blokzincirdeki işlemleri doğrulamayı mümkün kılmaktadır (Saraç, 2018).
- Dağıtık Defter: Verilerin tek bir sunucu veya otorite üzerinde merkezileştirilmesi yerine birkaç ağ düğümü arasında yönetildiği ve tutulduğu bir veri tabanı sistemidir. Bu teknoloji sayesinde katılımcılar, veri tabanı kopyalarının birbirleriyle senkronize olduğu bir yapıyı sürdürebilirler. Güvenli, şeffaf ve manipülasyona karşı dayanıklı olması dağıtık defterlerin bazı faydalarıdır (Şafak vd., 2021). En son teknolojik ilerlemede, halka açık veya özel bir bilgisayar ağındaki düğümler veya kullanıcılar blokzinciri güncelleme kapasitesini paylaşır. Bu kavram dağıtık defter teknolojisi veya DDT olarak bilinir (McKinsey, 2024).
- Açık Anahtar: Blokzincirde her bir kişinin açık hesap, bu açık hesabı simgeleyen de bir açık anahtar vardır. Bu açık anahtar herkes tarafından bilinebilir. Kullanıcılar açık anahtarlarını diğer kullanıcılarla paylaşarak kripto para kazanabilirler. Açık anahtar kriptografik işlemlerde ve işlem imzalama için kullanılır (www.blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr).
- Gizli/Özel Anahtar: Sahibi gizli anahtarı güvende tutar ve yabancılardan gizler. İşlemler bu anahtar kullanılarak imzalanır ve onaylanır. Kripto parayı güvenli bir şekilde saklamak için kullanıcı gizli anahtarı kullanır. Gizli anahtar kaybolursa kripto para birimleri de kaybolur (TÜBİTAK, 2024).
- Kriptografik Güvenlik: Blokzincire erişmek veya verilere katkıda bulunmak için ağın doğruladığı bir özel anahtara ve veri tabanında adres olarak kullanılan bir genel anahtara ihtiyacınız vardır (McKinsey,2024).
- Dijital Günlük (Kayıt): Blokzincirler işlemlerin tamamen çevrimiçi dijital günlükleri veya veri tabanlarıdır (McKinsey,2024).
- Paylaşılan Ağ: Blokzincirler genel ya da özel ağ üzerinde kullanılabilir. FinTech (Finansal Teknoloji) ve finans, halka açık Bitcoin blokzincirin yanı sıra çeşitli özel blokzincirler kullanır (McKinsey,2024).
- Uzlaşma Protokolleri: Blokzincir, düğümleri birbirine bağlayan eşit haklara sahip bir ağ sistemidir. Mutabakat protokolleri sayesinde karşılıklı olarak güvensiz kullanıcı grupları iş birliği yapabilir ve çeşitli mutabakat modelleri çeşitli varsayımlarla güvenlik sorunlarını çözmeye çalışır (Kardaş, 2019).
- Kurum Kavramı ve Blokzincir: Kurumların kişiler arası etkileşimleri nasıl etkilediği ve blokzincir teknolojisinin kurumsal çerçeveleri nasıl değiştirebileceği üzerine araştırmalar yapılmıştır. Blokzincir ile merkezi olmayan bir sistem sağlanır ve bloklar halinde birbirine zincirlendiği için herhangi bir iz bırakmadan verileri değiştirmek zordur (Ayaz, 2020).
- Elektronik Belgelerin Güvenilirliği: Son blokla bağlantı kurularak, blokzincirlere kaydedilen veriler, dosya adları, imzalar ve içeriğin iz değeri dahil olmak üzere meta verilerle ilişkilendirilir. Bu sayede elektronik belgelerin güvenilirliğinin korunmasına büyük ölçüde yardımcı olunmaktadır (Çiçek ve Sağlık, 2019: 155).

Blokzincirin avantajları (Budhi, 2024):

- Değişmezlik: Veriler kaydedildikten sonra, blokzincir teknolojisinin doğası gereği kaldırılamaz veya değiştirilemez. Bu özellik, yetkisiz ağ değişikliklerine karşı koruma sağlar.
- Şeffaflık: Blokzincir teknolojisi merkezi olmadığından, ağın herhangi bir üyesi kaydedilen bilgileri bağımsız olarak doğrulayabilir. Ağa olan kamu güveni bu sayede desteklenir.

- Sansür: Blokzincir, merkezi bir otoritenin müdahalesi olmadan çalıştığından, doğası gereği sansüre karşı bağımsızdır. Sonuç olarak, hiç kimse ya da hiçbir şey ağıın işleyişine müdahale edemez.
- İzlenebilirlik: Ağda yapılan herhangi bir değişiklik, blokzincirin işlemlerin kalıcı kaydını tutması sayesinde doğrudan takip edilebilir.

1.2. Blokzincirde Kriptografi

Blokzincir, işlemleri güvenli, kalıcı ve son derece etkili bir şekilde kaydeden açık, merkezi olmayan bir defterdir. İşlem maliyetlerini büyük ölçüde azaltarak ve finans kurumları ve hukuk uzmanları gibi araçlara olan ihtiyacı ortadan kaldırarak, iş ortamını tamamen değiştirme gücüne sahiptir (Iansiti ve Lakhani, 2017). Bu değişimin önemli bir bileşeni kriptografidir.

Temel işlevi, blokzincire sonsuz sayıda blok eklenmesine izin vermektir. Hem simetrik hem asimetrik şifreleme temel kriptografi tekniklerine dahildir; ayrıca işlemleri doğrulamak için dijital imzalar kullanır. Her işleme gönderenin dijital imzası eklenir ve bu da verilerin bütünlüğünü garanti eder (Geeksforgeeks, 2022).

Kriptografi kullanıcı kimliklerini çevrimiçi güvenlik tehditlerinden korumak, işlemleri doğrulamak, veri bütünlüğünü korumak ve gizliliği korumak için blockchain teknolojisinde çok önemli bir rol oynamaktadır (Arad vd., 2024). Bu, çevrimiçi işlemler dünyasında şeffaflığı ve güveni teşvik eden blokzincir güvenliğinin çok önemli bir bileşenidir. Ağ kullanıcılarını ve işlemlerini korumanın yanı sıra şifreleme, blokzincir ekosistemi içinde çifte harcamayı önlemek için çok önemlidir (Howell, 2024; Iredale, 2023).

Blokzincir güvenliği, dolandırıcılık ve saldırı riskini azaltmak için sektördeki en iyi uygulamaları ve siber güvenlik standartlarını kullanan kapsamlı bir risk yönetimi çerçevesidir. Bu sistemin temelinde -işlem bazlı güven oluşturmak için gerekli olan- mutabakat, ademi merkeziyetçilik ve kriptografi yer almaktadır (IBM, 2024).

Bitcoin gibi blokzincir üzerinde oluşturulan kripto paraların güvenliğini ve meşruiyetini garanti etmek için kriptografik teknikler kullanılır. Kripto para kriptografisinde iki yöntem kullanılır: Biri açık ve özel anahtar çiftleri oluşturmak için, diğeri ise işlemleri doğrulamak için. Bloklar içindeki verileri şifrelemek için Secure Hashing Algorithm 256 ve anahtar çiftleri oluşturmak için secp256k1 olarak bilinen eliptik eğri kriptografi tekniği kullanılır (Seth, 2024).

Katılımcı kimliklerinin ve blokzincir işlemlerinin korunmasında şifreleme ihtiyacı, bilgisayar bilimleri kaynakları ve kodlama üzerine eğitimler veren GeeksforGeeks şirketi tarafından vurgulanmaktadır. Bloklar arasında güvenli bağlantılar kurmak için hash yapar ve verileri korumak için şifreler. Bu kriptografik yöntem, yalnızca yetkili alıcıların işlem bilgilerine erişebilmesini sağlar ve harcamaların tekrarlanmasını önler (Geeksforgeeks, 2022).

Comparitech, blokzincirler yapımında kullanılan birçok kriptografik yaklaşımı açıklamaktadır. Bir blokzinciri değiştirilemez ve herkes tarafından görülebilir hale getirmek için, eşler arası ağlar üzerinden gönderilen iletişimlerini şifrelemek ve blok içeriklerinin ve bağlantılarının güvenliğini güçlendirmek için kriptografi kullanılır (Lake, 2024).

Kriptografi hash, dijital imzalar ve şifreleme sağlar ve blokzincir teknolojisinin çok önemli bir bileşenidir. Bu kriptografik bileşenler veri bütünlüğünü korumak, işlemlerin geçerliliğini doğrulamak, kullanıcı anonimliğini korumak ve işlem reddini önlemek için gereklidir (Arad vd., 2024).

DXTalks, blokzincirin şifrelemesinin işlem günlüklerini nasıl koruduğunu ve yetkisiz veri değişikliklerini nasıl durdurduğunu anlatıyor. Kimlikleri doğrulamak ve yalnızca yetkili kullanıcıların değişiklik yapabileceğini garanti etmek için dijital imzalar ve şifreleme anahtarlarından oluşan bir sistem kurar (Kazeem, 2024).

2. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, genellikle insan zekâsının gerekli olduğu görevlerin (doğal dili yorumlama ve örüntüleri tanımlama gibi) yerine getirilmesini sağlayan bir teknolojiler bütünüdür. Bununla birlikte, geniş kapsamı ve yapay zekâyâ yönelik yaklaşımların çeşitliliği nedeniyle yapay zekâyı tanımlamak zordur (Dignum, 2019).

Yapay Zekâ, dijital bilgisayarların veya robotik varlıkların normalde akıllı varlıklar tarafından yürütülen görevleri yerine getirme kapasitesidir. Bu fikir sıklıkla, insanların sahip olduğu tüm bilişsel

yetenekler olan düşünme, yorumlama, genelleme ve geçmiş verilerden öğrenme yeteneğine sahip yapay zekâ sistemleri geliştirme çabalarıyla bağlantılıdır (Copeland, 2024).

Yapay Zekâ, bilgisayarların ve diğer teknolojilerin insanın bilişsel ve problem çözme yeteneklerini taklit etmesini sağlayan teknolojik bir alandır. Makine öğrenimi, derin öğrenme, üretken yapay zekâ, zayıf yapay zekâ, güçlü yapay zekâ ve bunlarla ilişkili uygulamalar dahil olmak üzere birçok yapay zekâ türü vardır (IBM,2024).

Yapay Zekâ, makinelerin çok çeşitli karmaşık insan becerilerini taklit etmesini sağlayan teknolojidir. Yapay zekâ, çevresinde uygun ve öngörülebilir şekilde hareket etme yeteneğine sahiptir. Yapay zekânın yeteneklerini (özelliklerini) özetlemek için aşağıdakiler kullanılabilir (Sheikh vd., 2023):

- Algılama
- Hedef izi takibi
- İşleri başlatma
- Geri besleme

2.1. Yapay Zekâ Temel Kavramları

Yapay zekâ sistemleri akıl yürütme, karar verme ve problem çözme yeteneğine sahiptir. Algılama, öğrenme ve etkileşim gibi insan bilişsel işlevlerini taklit ederler (Copeland, 2024).

Bilgisayarlar, makine öğrenimi adı verilen bir yapay zekâ alt kümesi sayesinde açık programlama olmadan verilerden öğrenebilir. Deneyimle zaman içinde daha etkili hale gelen algoritmalara sahiptir (Coursera, 2024).

Makineler, doğal dil işleme sayesinde sözlü konuşma ve yazılı metinleri okuyabilir, anlayabilir ve üretebilir (Stanford University, 2024).

İnsan beyninin yapısını temel alan bilgisayar modelleri olan sinir ağları, derin öğrenme ile birleştirilmiştir. Görüntü tanımlama ve doğal dil işleme vb. görevleri kolaylaştıran bir tür sinir ağı olan derin öğrenme, yapay zekâ açısından devrim niteliğindedir (Coursera, 2024).

Yapay zekâ uygulamaları: Yapay zekâ, konuşma tanıma, sohbet robotları, arama motorları ve tıbbi teşhis dâhil olmak üzere birçok farklı alanda kullanılmaktadır. İnsan esnekliğinden yoksun olmasına rağmen, birçok alanda üstünlük sağlamaktadır (Copeland, 2024).

Yapay zekânın faydaları (Maheshwari, 2023):

- İnsan hatalarını azaltır.
- Tekrarlayan prosedürleri ve işleri otomatikleştirir.
- Büyük veri setlerini kolaylıkla işler.
- Hızlı karar vermeye yardımcı olur.
- Elektronik bir yardımcıya dönüşür.
- Tehlikeli ve riskli işlemleri verimlilikle tamamlar.
- İş akışlarını ve prosedürleri geliştirir.
- Tıp alanındaki uygulamaları destekler.
- Tam zamanlı kullanım için uygundur.

YZ'nin dezavantajları (Arena, 2022):

- **İşsizlik:** Otomasyon ve yapay zekânın çalışma koşullarını değiştirebileceği ve muhtemelen iş kayıplarına yol açabileceği endişeleri artmaktadır. Bu da makinelerin sonunda hangi işlevleri yerine getirebileceği sorusunu gündeme getiriyor.
- **Şeffaflık eksikliği:** Bu, olası yapay zekâ başarısızlıklarıyla ilgili birincil sorundur. Bu, yapay zekânın neden kötü performans gösterdiğini bilmemekle veya bazen kötü performans gösterdiğini bile fark etmemekle açıklanabilir.
- **Önyargılı ve ayrımcı algoritmalar:** Önyargılı yazılım ve teknolojik önyargılar, tasarım hatalarından veya algoritmalarda eksik ve dengesiz verilerin kullanılmasından kaynaklanabilir. Sonuç olarak, yapay zekâ toplumda ırk, cinsiyet ve yaşa dayalı önyargıları sürdürerek sosyal ve ekonomik eşitsizliği daha da kötüleştirme potansiyeline sahiptir.
- **Profil çıkarma:** Yapay zekâ, korkutucu derecede hassas bireysel profiller üretebilmektedir. Veri toplama becerilerini değerlendiren yarışmalar aracılığıyla, kalıpları tanımlamak için oluşturulan algoritmalar, geçmiş konum verilerine dayanarak bir bireyin gelecekteki olası konumunu tahmin edebildiklerini göstermiştir.
- **Dezenformasyon:** Yapay zekânın olumsuz etkilerinden biri, yanlış bilgilerin ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmesidir. Örneğin, Belçika Başbakanı Sophie Wilmès'in 2020

deepfake konuşması aktivist grup Extinction Rebellion tarafından oluşturulmuştur. Wilmès'in orijinal bir videosunu manipüle ederek Covid-19 salgınını çevresel bozulma ve insan sömürüsüne bağladığı izlenimini oluşturulmuş ve bu da yanlış bilgilerin yayılmasına yol açmıştır.

- **Çevresel etki:** Bilim insanlarına göre tek bir yapay zekâ modelinin eğitimi 300.000 kg'a kadar karbondioksit emisyonuna yol açabilir ki bu da kabaca New York'tan Pekin'e gidiş-dönüş 125 uçuşa ya da sıradan bir Amerikan arabasının ömrü boyunca ürettiği emisyonun beş katına eşittir. Ayrıca, emisyonlar sadece model eğitiminden daha fazla kaynaktan gelmektedir. Veri merkezlerinin inşası ve madenlerin çıkarılması ve taşınması göz önüne alındığında, büyük teknoloji şirketlerinin yapay zekâ kullanımını destekleyen altyapının da önemli bir karbon etkisi vardır.
- **Büyük teknoloji firmalarının hakimiyeti:** Bu şirketler yapay zekâ endüstrisi üzerinde büyük söz sahibidir. Google, 2007'den bu yana 30'dan fazla yapay zekâ işletmesini satın almasının bir sonucu olarak yapay zekâ teknolojisinde büyük bir tekele sahiptir. Bu işletmeler, resim tanımlamadan bilgisayar tarafından üretilen daha gerçekçi seslerin oluşturulmasına kadar her şeye odaklanmıştır.

2.2. Yapay Zekâ ve Muhasebe

Trendlerin, aykırı değerlerin ve anormalliklerin belirlenmesi sayesinde yapay zekâ algoritmaları denetim sürecinin vazgeçilmezleri arasında yer almaktadır. Denetçiler, daha fazla risk taşıyan bölgelere odaklanarak ve mevcut kaynakların kullanımını optimize ederek kaynak tahsisinde etkinliklerini artırabilirler. Ayrıca, yapay zekâ sayesinde denetçiler artık mali tablolar ve diğer ilgili belgeler üzerinde kapsamlı ve doğru değerlendirmeler yapabilmektedir. Denetçiler için zorluk, yapay zekâ teknolojisi geliştikçe denetim prosedürlerini nasıl etkilebileceğini belirlemektir. Bu teknolojilerin kullanımına ilişkin tam kılavuz ilkeler henüz düzenleyiciler ve meslek kuruluşları tarafından sağlanmamış olsa da, denetçiler değişimin farkında olmalı ve buna uyum sağlamalıdır (Sutaria, 2020).

Denetim uygulaması yapay zekâ sayesinde gelişmiştir. Yapay zekâ, denetçilerin yetki alanlarındaki verileri daha derinlemesine incelemelerine ve risk değerlendirmelerini iyileştirmelerine yardımcı olmaktadır. Son çalışmalar, yapay zekânın denetim kalitesini ve hızını artırdığını göstermiştir. Yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları, AuditFile gibi platformlar tarafından denetçilerin daha hızlı ve daha az riskle çalışmalarına yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Denetçiler, yapay zekânın yardımıyla görevlerini daha hızlı ve doğru bir şekilde tamamlayabilmektedir (Vina, 2024). Bu, yapay zekânın risk değerlendirme ve denetim verimliliğindeki işlevi olarak açıklanabilir.

Yapay zekâ sıkıcı işlemleri basitleştirmekte ve stratejik seçimleri bilgilendirmek için tahmine dayalı analitiğin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, yapay zekâ konusunda uzman ve anlayışlı kişilere duyulan ihtiyaç, veri güvenliği konusundaki endişeler ve yüksek entegrasyon maliyetleri gibi devam eden zorluklar mevcuttur. Çözülmesi gereken engellere rağmen, muhasebede yapay zekâ kullanmanın faydaları büyüktür (Odonkor vd., 2024).

Son olarak, Covid-19 salgınının mevcut durumu göz önüne alındığında, yapay zekânın muhasebe ve denetimi nasıl etkilediğini tartışmak yerinde olacaktır. Yapay zekâ ile muhasebe ve denetim faaliyetleri, özellikle devam eden COVID-19 salgını ışığında, güçlü ve büyüyen bir ilişkiye sahiptir. Tüm bu sektörlerin faaliyetleri pandemi nedeniyle çevrimiçi ortama taşınmış ve çok sayıda uygulama pandemi güvenlik yönergelerini karşılayacak şekilde ayarlanmıştır. Dünyanın dört bir yanındaki hükümetler, pandeminin endüstriler ve ekonomiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla modern teknolojilerin uygulanmasını en önemli öncelik haline getirmiştir. Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında, yapay zekâ teknolojisi üretkenliği, kaliteyi, güvenliği ve problem çözme yeteneklerini hızla geliştirmektedir (Alareeni ve Hamdan, 2022).

2.3. Yapay Zekânın Muhasebe Denetiminde Rolü

YZ, tekrarlayan süreçleri otomatikleştirerek ve analizleri basitleştirerek denetim verimliliğini büyük ölçüde artırabilir. Denetçilerin dikkat gerektiren alanlara yoğunlaşmasını sağlayarak aşırı test olasılığını azaltır (Dennis, 2024).

Verimlilik ve geliştirilmiş planlama; yapay zekâ, denetim verimliliğini önemli ölçüde artırmak için sıkıcı görevleri otomatikleştirebilir ve analizi kolaylaştırabilir. Denetçilerin dikkat edilmesi gereken alanlara odaklanmasını sağlayarak aşırı test olasılığını azaltır (Dennis, 2024).

Veri analizi tespiti; yapay zekâ, denetçilerin büyük miktarda veriyi analiz etmesini hızlandırır ve doğruluğunu artırır. Denetim kalitesini artırarak insan denetçilerin gözden kaçırabileceği eğilimleri ve anormallikleri bulur (Aitkazinov, 2023).

Risk değerlendirmesi ve mutabakat; yapay zekâ teknolojisi, hesapları denetçilerden daha hızlı ve doğru bir şekilde uzlaştırabilir. Banka ekstrelerini, sözleşmeleri ve diğer verileri inceleyerek risk tespit ve değerlendirme süreçlerini geliştirir (Dennis, 2024).

İyileştirilmiş denetim kalitesi ve verimliliği; denetimlerde yapay zekâdan yararlanmanın birincil amacı kaliteyi artırmaktır, verimlilik ise bunu ikinci sırada takip etmektedir. Yapay zekâ, denetçilerin tüm veri setleriyle çalışmasını sağlamaktadır (Fedyk vd., 2022).

Yapay zekâ ve veri analitiğinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte denetimlerin yürütülme şekli önemli ölçüde değişmiştir. Son teknolojiler, finansal raporlamanın genel kalibresini geliştirme, denetim verimliliğini ve doğruluğunu artırma ve iş operasyonlarına ilişkin derin içgörüler sunma gücüne sahiptir (Samweez, 2023).

Yapay zekâ, tüm veri setlerini analiz ederek anormallikleri ve yüksek riskli işlemleri belirleyebilir ve denetçilerin önemli alanlara odaklanmasına yardımcı olur. Manuel örneklemeden kapsamlı analize geçiş, denetim kalitesini artırmakta ve değerli içgörüler sağlamaktadır (Bradley, 2023).

Küresel finansal raporlama ve denetim, yapay zekâ ile büyük bir ivme kazanmıştır. Bu teknolojinin kullanımının bir dizi sektörde önemli ölçüde artması, işletmelerin bilgi akışı için daha etkili kanallar oluşturmasına, risklerin belirlenmesine ve kapasitelerini artırmasına olanak sağlamaktadır. Yapay zekâ kullanımı sayesinde denetçiler artık başka türlü gözden kaçırabilecekleri kalıpları, anormallikleri ve aykırı değerleri tespit edebilmektedir. Yapay zekâ, prosedürlerin otomasyonu yoluyla denetçilerin daha yüksek riskli alanlara daha fazla zaman ayırmalarını sağlayarak denetimlerin kalitesini ve derinliğini artırmaktadır (Menon, 2021).

Yapay zekânın işletme muhasebesini otomasyonla bütünleştirdiği dördüncü sanayi devrimi çağında, denetçilerin olası sorunları ve tehlikeleri tespit etmek için büyük miktarda veriye erişmesi ve bunları analiz etmesi gerekmektedir. Yapay zekâ, denetçilere kıyasla büyük hacimli verileri daha hızlı işlemektedir (Thottoli, 2024; Dennis, 2024).

Yapay zekâ, süreçleri kolaylaştırarak ve denetim kalitesini yükselterek önümüzdeki on yıl içinde denetim sürecini büyük ölçüde değiştirecektir (Stöckle, 2023). Dört büyük denetim firmasından biri olan Deloitte, yapay zekânın kullanımına öncülük etmektedir. Girişimleri çeşitli kategorileri kapsamaktadır (Faggella, 2020):

- Ürün: Deloitte, müşteriye yardımcı olan yapay zekâ teknolojisini doğrudan hizmetlerinde kullanıyor. Örneğin, yapay zekâ odaklı belge inceleme aracı, sözleşmelerden ilgili bilgilerin çıkarılmasını otomatikleştirerek sıkıcı insan işini azaltıyor.
- Süreç: Deloitte, günlük operasyonları ve süreçleri optimize etmek için yapay zekâyı kullanarak verimliliği artırıyor. Denetim kalitesi, denetçilerin görevleri otomatikleştirerek daha fazla risk içeren alanlara odaklanmasıyla artırılabilir.
- Gözlem: Yapay zekâ, iyi düşünülmüş kararların alınmasını kolaylaştırır. Deloitte, yapay zekâ odaklı içgörülere dayalı özel tavsiyeler sunarak hem yeni hem de köklü firmalara yardımcı olmaktadır.

Deloitte'un yapay zekâyı olan bağlılığı, teknolojinin etkinliğini ve verimliliğini artırarak denetim uygulamalarını dönüştürme potansiyelini vurgulamaktadır.

GenAI (Generative Artificial Intelligence) alanı, dil modelleme teknolojisi olarak bilinen LLM'nin geliştirilmesinin bir sonucu olarak önemli ölçüde gelişmiştir. Bu teknoloji, tutarlı metne ek olarak neredeyse konuşma düzeyinde grafikler ve kod üretmektedir. Finansal raporlama ve muhasebe için olası sonuçlar oldukça dikkat çekicidir. Muhasebe uzmanları GenAI kullanarak belgeleri hazırlama ve işleme sürecini hızlandırabilir ve görevleri tamamlayabilir. GenAI'nin yeni kısıtlamalar ve olası tehlikeleri yönetme gerekliliği karşısında bile hızla geliştiği açıktır. Finansal raporlama yetenekleri, rekabetçi analiz tekniklerini, dokümantasyonu ve muhasebe araştırmalarını geliştirmek için iyi hazırlanmış muhasebe operasyonları tarafından kullanılabilir (Cassidy ve Hittner, 2024).

3. Literatür Taraması

Zemankova (2019), blokzincir ve yapay zekânın muhasebe ve denetim alanındaki uygulamalarını araştırmıştır. Çalışmanın temel amacı, özellikle risk değerlendirmesine vurgu yaparak, yapay zekâ kullanılarak daha iyi hale getirilebilecek denetim görevlerini incelemektir. Blokzincir

teknolojisini ve bunun denetimler üzerindeki etkilerini incelemek de bir diğer hedefdir. Makalenin ilk önemli bölümü blokzincir tabanlı akıllı denetim prosedürlerini ve akıllı sözleşmeleri incelemektedir. Yapay zekânın denetimdeki önemini vurgulayan birincil denetim görevlerinin kapsamlı bir şekilde incelenmesi, çalışmanın devam eden güvenceden elde ettiği birincil sonuçlardan biridir. Raporda ayrıca, denetimde blokzincir teknolojisinden yararlanmanın, verimlilik ve bütünlüğün yanı sıra daha düşük hata olasılığı da dahil olmak üzere temel faydaları vurgulanmaktadır.

de Andrade Simões vd. (2021) çalışmalarında, blokzincir teknolojisinin muhasebe denetimlerinde bir araç olarak kullanılmasının avantajlarını incelemişlerdir. Çalışmanın metodolojisi, teorik bir deneme yapmak ve çalışmanın amacına ulaşmak için muhasebe denetimi ve blokzincir teknolojisinin olası faydaları hakkında ulusal ve uluslararası literatürün incelenmesini içermektedir. Bu olası faydalar ile muhasebe denetçileri tarafından kullanılan uygulamalar arasındaki ilişkiyi analiz etmek ana hedefdir. Çalışmanın sonunda, literatürden elde edilen sonuçlar, karmaşıklığına rağmen blokzincir teknolojisinin finansal raporlama ve denetim uygulamalarını geliştirmek için bir fırsat sunduğunu göstermektedir. Denetçiler bu teknolojiyi uygulayarak, denetim kanıtlarını doğrudan blokzincirlerden alan süreçler oluşturabilir ve süreçleri bu teknolojinin avantajlarını en üst düzeye çıkaracak şekilde ayarlayabilirler. Denetçiler potansiyel yeni riskleri de göz önünde bulundurmalıdır. Denetim süreci daha sürekli hale gelse de, denetçilerin muhasebe tahminlerini ve finansal tabloların hazırlanması sürecinde yönetim tarafından alınan diğer kararları değerlendirirken mesleki muhakeme kullanmaları gerekecektir.

Yang vd. (2021) çalışması, teknoloji-organizasyon-çevre (TOE) çerçevesini kullanarak, bir Big Four muhasebe firmasının denetim uygulamasında yapay zekâyı benimsemesini etkileyen temel faktörleri araştırmakta ve açıklığa kavuşturmaktadır. İkincil verilerin yardımıyla, vaka çalışması metodolojisini kullanarak firmanın karar vericileri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmiştir. Araştırma, bir firmanın benimseme sürecinin, teknolojinin uygunluğu, teknolojik engeller, iletişim süreçleri, bağlantı araçları, firma kapsamı ve hazırlığı, düzenleyici ortam ve beklenen endüstri gelişmeleri dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Çalışmanın sağlayacağı organizasyonel düzeyde yapay zekânın benimsenmesinin daha iyi anlaşılması, literatürün ilerlemesine katkıda bulunacaktır. TOE çerçevesini desteklemek için ek ampirik veriler sağlayarak teknoloji benimseme anlayışımızın temelini oluşturan kavramları güçlendirebilir. Firmaların bu bilgiyi, yapay zekâ kabiliyetinin kendi firmaları ve dış çevreleri için uygun olup olmadığını değerlendirmek için kullanabilmeleri, denetim mesleği için pratik bir faydadır.

Hasan (2022), yapay zekânın muhasebe ve denetim alanındaki uygulamalarına vurgu yapan bir çalışmada ilgili alanda yayınlanmış kitaplar ve dergiler, yarı sistematik veya anlatı incelemesi analitik tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır: Bir sonraki seviyeye geçmek için muhasebe ve denetim meslekleri, Endüstri 4.0'ın getirdiği yıkıcı teknolojilere yanıt olarak değişmelidir. Muhasebe ve denetimde yapay zekâ araştırmaları disiplinler arası işbirliği gerektirmektedir. Muhasebe ve denetimde artan yapay zekâ kullanımının, artan doğruluk, üretkenlik ve verimlilik gibi faydalar getirmesi beklenmektedir. Ancak aynı zamanda servet ve gelir eşitsizliği, geleneksel işlerin geleceği ve eğitimden yoksun bir işgücünü eğitime ihtiyacı gibi soruları da gündeme getirmektedir. Bu paradigma değişimini etkili bir şekilde ele almak ve öğrencileri, politika yapımcıları ve profesyonelleri büyük veri, blokzincir teknolojisi, yapay zekâ ve dördüncü sanayi devrimini başlatan diğer gelişmelerle dolu bir dünyanın zorluklarına yeterince hazırlamak için eğitimciler, düzenleyiciler ve meslek kuruluşları hazır olmalıdır. Akademik muhasebe programlarının güncellenmesi gerekmektedir. Değişimi sağlamak için düzenleyiciler devrim niteliğinde politikalar uygulamalıdır. Meslek örgütleri de yakında iş gücüne katılacak ve kendi alanlarında liderlik pozisyonlarını üstlenecek profesyonelleri yeniden eğitmelidir. Muhasebe ve denetim alanlarında yapay zekânın geliştirilmesi ve uygulanmasının hem avantajları hem de dezavantajları olacağı açıktır. Muhasebe ve denetim mesleklerinin geleceği şüphesiz yakın gelecekte önemli ölçüde değişecektir, ancak tam olarak neyin ve nasıl değişeceği hala belirsizdir.

Kaur vd. (2023) göre, yapay zekâ hem muhasebe hilelerini tespit etmek ve durdurmak hem finansal tabloların doğruluğunu artırmak için kullanılabilir. Yapay zekâ ilerlemesi ve artan kullanımı, muhasebe ve denetim firmalarına fayda sağlayabilir veya zarar verebilir. Bu çalışmada, muhasebe hilelerini durdurmak ve finansal tabloların doğruluğunu artırmak için yapay zekâ uygulaması tartışılmaktadır. Yapay zekâ çeşitli işletmelerde kullanılmasının faydaları ve dezavantajları vardır. Değişim kaçınılmaz olduğundan, muhasebe ve denetim sektörleri yakında önemli değişiklikler

görecektir. Çalışma, muhasebe personelinin yapay zekânın daha geniş çerçevesi içinde kendi bilgi ve yeteneklerini nasıl geliştirmesi gerektiğini vurgulamaya devam etmektedir. Bu çalışma, yapay zekânın muhasebe sektörünü nasıl etkileyebileceğini ve gelecekte yapay zekânın giderek daha fazla kullanılacağı bir işgücüne hazırlanmak için neler yapılması gerektiğini incelemektedir.

Kindzeka (2023) yapay zekânın günümüzde finansal raporlama, denetim ve muhasebede nasıl uygulandığını göstermeye çalışmıştır. Çalışma, metodoloji olarak tanımlayıcı bir araştırma yaklaşımı kullanmıştır. Bu tür bir çalışma tasarımının amacı, tanımlanmış bir değişkenin mevcut durumuna ilişkin bir açıklama sağlamaktır. Bilgiler ikincil kaynaklardan toplanmıştır. Sonuçlar, muhasebe, denetim ve finansal raporlamanın şu anda çeşitli yapay zekâ teknolojilerini kullandığını göstermektedir. Yapay zekâ uzman sistemleri, teknik bilgi ve insan deneyimlerinden yola çıkarak kolektif davranış veya uygulama üretmeye çalışır. Yapay zekâ ayrıca, modern muhasebede büyük hacimli verilerin entegrasyonuna ve işlenmesine olanak tanıyan otomatik veri girişi gibi özellikleri kolaylaştırarak muhasebe alanını genişletmiştir. Çalışmaya göre, muhasebe standartlarına uygun yüksek kaliteli sistemleri garanti altına almak için, gelecekteki yasa koyucuların yapay zekâ sisteminin muhasebe paradigması içinde standartlaştırıldığından emin olmaları gerekmektedir.

Blokszincir teknolojisinin muhasebe uygulamalarına ve derslerine entegre edilmesine yönelik beklentiler, zorluklar ve yaklaşımlar Desai (2023) tarafından incelenmiştir. Araştırma, muhasebe ile bağlantılı blokszincir ile ilgili bileşenlerin muhasebe müfredatına ve prosedürlerine dahil edilmesinin gerekliliğini açıklamak için inovasyon teorisinin yayılmasını kullanmıştır. Ayrıca, uzman dili veya aşırı teknolojik karmaşıklık kullanmadan bu hedefe ulaşmak için yöntemler önermektedir. Çalışma, blokszincir teknolojisinin muhasebe, vergi ve denetim hizmetleri alanlarında nasıl kullanılabileceğine dair net bir örnek sunmaktadır. Bununla birlikte, muhasebe ekonomi, finans, bilgisayar bilimleri ve mühendisliği içeren disiplinler arası bir alan olduğundan, blokszinciri muhasebe müfredatına entegre etmek bu alandaki akademisyenler için zor bir görev teşkil etmektedir.

Han vd. (2023) muhasebe ve denetimin blokszincir teknolojisi ve yapay zekâ ile gerçekleştirilmesini tartışmaktadır. Çalışma, blokszincir teknolojisi ile muhasebede kayıt tutma konusundaki değişikliklere işaret eden dört temayı gözden geçirmekte ve özetlemektedir. Denetim, izlenebilir ve denetlenebilir blokszincir verilerini kullanan yapay zekâ araçlarıyla denetim etkinliğini artırabilir. Bu inceleme, blokszincir destekli muhasebenin bilgi asimetrisini nasıl önleyebileceğini ve tüm paydaşları nasıl dâhil edebileceğini açıklamak için temsilci ve paydaş teorilerini kullanarak sonuçları yorumlamakta blokszincir işbirliğini organize etmenin yeni yollarını sunmaktadır. Bu durum, muhasebede blokszinciri benimsemenin potansiyel riskleriyle karşı karşıya kalan kuruluşları zorlayacak yeni ve gelişen bir teknolojidir. Bu nedenle, blokszincir destekli muhasebe kullanımına ilişkin daha fazla vakayı keşfetmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Son olarak, çalışma gelecekteki araştırmaların cevap arayabileceği bazı sorular önermekte, böylece ampirik araştırmalar yoluyla blokszincir literatürünü genişletmektedir.

Elmaasrawy vd. (2024), bir denetim müşterisinin blokszincir teknolojisini kullanmasının muhasebe tahminlerinin denetimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmanın amacı, bir şirketin blokszincir teknolojisini kullanmasının muhasebe tahminlerinin denetimi üzerindeki etkisini, özellikle doğal risk, kontrol riski ve denetim kanıtlarının toplanmasına odaklanarak araştırmaktır. Çalışma, 249 denetçiden oluşan bir örneklemden veri toplama aracı olarak bir anket içermektedir. Hipotezler kısmi en küçük kareler yaklaşımı kullanılarak test edilmiştir. Bulgular, denetim müşterileri tarafından iş sürekliliğinin kullanılması ile denetim görevlerinin denetiminde hem görülme oranı hem de tamlik oranı arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Nadanasabai vd. (2024), blokszincir ve akıllı sözleşmelerin finansal işlemlere ve denetimlere getirebileceği çığır açan yenilikleri ve blokszincir teknolojisinin muhasebe sektörünü nasıl dönüştürebileceğini incelemektedir. Merkezi olmayan ve şeffaf karakterinin altını çizen çalışma, blokszincir teknolojisinin muhasebe sistemini önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahip olan bilgi kalitesini nasıl artırabileceğine dair kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Önemli uzlaşma engellerinin yanı sıra çözülmemiş sorunlar da bulunmuştur ve genel bakış sonuçlarına göre daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Çalışma ayrıca siber güvenlik, uygun mimari, ölçeklenebilirlik ve uyarlanabilirlik de dahil olmak üzere bir dizi blokszincir teknolojisi sorununu ele almış ve blokszincir teknolojisinin bir muhasebe sistemine tam olarak entegre edilebilmesi için düzenleyiciler ve denetçilerin bir anlaşmaya varması gerektiğini ortaya koymuştur.

4. Blokzincir Tabanlı Muhasebe Denetiminde Yapay Zekâ Teknolojisi

Yapay zekânın blockchain ile entegrasyonu, finansal hizmetlerde mevzuata uyum ve risk yönetimi için fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekâ destekli yasal uyumluluk çözümleri, büyük miktarda yasal veriyi analiz eder, uyumluluk risklerini belirler ve yasal gerekliliklere uyulmasını sağlar. Bu çözümleri blokzincir tabanlı yasal raporlama sistemleriyle entegre ederek, finans kurumları şeffaflığı, denetlenebilirliği ve yasal gözetimi artırabilir, finansal ekosistemde güven ve uyumu teşvik edebilir (Odeyemi vd., 2024: 271).

Blokzincir gibi diğer teknolojilerle birleştirildiğinde yapay zekânın geniş kapsamlı sonuçları ve etkileri olacaktır. Bu bakımdan farklı blokzincirler arasında sorunsuz entegrasyonun yanı sıra ilgili bilgilere erişim de gerekmektedir. Bu tür bir güvence, bilgi simsarı ya da verilere 'evrensel' erişimi olan bir düzenleyici gibi üçüncü bir tarafça sağlanabilir (Moll ve Yigitbasioğlu, 2019: 15).

Yapay zekâ, hataları veya tehlikeleri gösterebilecek kalıpları, anormallikleri ve eğilimleri bulmak için denetim alanındaki büyük hacimli verileri analiz edebilir. Denetçilerin tüm veri setlerini görselleştirmelerine yardımcı olarak, risk tanımlamasını geliştirmeye ve önemli faktörlere öncelik vermeye yardımcı olur (Deloitte, 2024).

Blokzincir teknolojisi, işlemleri kaydetmek ve onaylamak için dağıtılmış, değiştirilemez bir yöntem sunar. Denetim izi ve finansal veri doğruluğu ve güvenilirliği, bunun uygulanmasıyla önemli ölçüde artırılabilir (www.aiforsocialgood.ca). Blokzincirdeki her işlem kodla doğrulanabildiğinden, rastgele örnekleme gerekliliğini ortadan kaldırarak gerçek zamanlı denetim mümkün hale getirilebilir (www.ey.com).

Muhasebe denetimi için blokzincir ve yapay zekâ potansiyeli aşağıdaki gibi sıralanabilir (Deloitte, 2024; EY, 2016):

- 1) **İş akışlarını standartlaştırma ve hızlandırma:** Yapay zekânın robotik süreç otomasyonu olarak adlandırılan bir yönü, denetim prosedürlerini standartlaştırma ve hızlandırma potansiyeline sahiptir.
- 2) **Veri analizini geliştirme:** Yapay zekâ, denetçilere verilerdeki aykırı değerleri, anormallikleri ve korelasyonları anlamada yardımcı olabilir.
- 3) **Denetim kalitesini artırma:** Yapay zekâ, denetimlerin kalitesini artıracak büyük veri kümelerinin kullanımı yoluyla içgörülü veriler üretebilir.
- 4) **Gerçek zamanlı denetimin uygulanması:** Blokzincir teknolojisi, finansal işlemlerin sürekli olarak doğrulanmasını ve izlenmesini mümkün kılar.

Yapay zekâ akıllı sözleşmeleri denetler, blokzincirlere erişimi kontrol eder, konsorsiyum blokzincirler için bir hizmet denetleyicisi olarak işlev görür ve blokzincir tabanlı muhasebe denetiminde tahkim yerine onay sağlar. Bu prosedürler muhasebe ve denetim aralıklarının verimliliğini, şeffaflığını ve güvenilirliğini artırmaktadır (Kunselman, 2021).

Blokzincir teknolojisi üzerine yapılan araştırmalar, nesnelere interneti ve yapay zekâ destekli akıllı sözleşmeler üzerine yapılan çalışmaları da içermektedir. Ayrıca, blokzincir ve YZ, denetçiler tarafından YZ sistemlerinde kullanılan verilerin güvenilirliği ve verimliliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir ve bu da daha fazla güvence ve verimlilik sağlar (Sheela vd., 2023).

Temeller aynı kalmakta ancak blokzincir dikkate alınması gereken yeni kurallar ve tehlikeler eklemektedir. Örneğin, kâğıt makbuzlar yerine işlem karmalarına olan mevcut güven, yeni bir işlem doğrulama yöntemi gerektirmektedir. Yapay zekâ, usulsüzlükleri tespit etmek ve işlem bütünlüğünü garanti altına almak için blokzincir verilerini analiz ederek bu konuda yardımcı olabilir (Elshqirat, 2023).

Blokzincir, işlemlerin kolayca erişilebilir ve değiştirilemez bir kaydını sağlayarak insan doğrulamasına ve denetimlerine olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Yapay zekâ, doğruluğu otomatikleştirerek ve artırarak denetim sürecini geliştirir ve denetçilere işlerinde yardımcı olur (Lalwani, 2023).

Elde edilecek fırsatlarla birlikte zorluklar da bahsi geçen teknolojilerle birlikte gelmektedir.

Tablo 1: Yapay Zekâ ve Blokzincir Kullanarak Gerçek Zamanlı Denetim Uygulamanın Zorlukları

Zorluk	Açıklama
Karşılaştırmalı Yavaşlık	Blokzincirdeki işlem zamanlamaları geleneksel merkezi sistemlerdekinden daha yavaştır. Blokzincir merkezi olmadığından, ağ kullanıcıları arasında mutabakat oluşturulması gereklidir ve bu da her bir işlemin işlem süresini uzatır.
Yüksek Güç Tüketimi	Blokzincir ağları, özellikle Bitcoin gibi iş kanıtı (PoW) blokzincirler olmak üzere çok fazla işlem gücü gerektirir. Blokzincir düğümlerini çalıştırmak çok fazla enerji gerektirir, bu da maliyetleri artırır ve çevre üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir.
Gizlilik Endişeleri	Herkese açık bir blokzincirdeki her işlem ağdaki her kullanıcı tarafından görülebilir. Şeffaflık güvenliği artırır, ancak aynı zamanda gizlilik sorunlarına da yol açar. Denetçiler, şeffaflık ve sorumluluk değerlerini korurken hassas verileri ele almak için taktikler geliştirmelidir.
Standartların Eksikliği	Blokzincir sektörü standartlaştırılmış ve tutarlı uygulamalar gerektirir. Farklı blokzincirler tarafından kullanılan mutabakat teknikleri, akıllı sözleşme dilleri ve veri mimarileri farklılık gösterebilir. Gerçek zamanlı denetimler gerçekleştirirken denetçilerin bu dalgalanmalara uyum sağlaması gerekir.
Sınırlı Ölçeklenebilirlik	Mevcut blokzincir ağlarının ölçeklenebilirlikle ilgili sorunları vardır. İşlem hacmi arttıkça ağ tıkanabilir ve bu da gerçek zamanlı denetim yapma kapasitesini engelleyebilir. Ölçeklenebilirlik sorunlarına çözüm olarak katman-2 protokolleri ve sharding geliştirilmeye devam etmektedir.
Akıllı Sözleşmelerin Karmaşıklığı	Denetçiler blokzincirin entegre akıllı sözleşmelerini anlamalı ve doğrulamalıdır. Kendi kendini yürüten sözleşmeler karmaşık olabilir ve bunlardaki kodlama hataları tahmin edilmeyen sonuçlar doğurabilir. Akıllı sözleşmelerin doğru ve güvenli olduğundan emin olmak çok önemlidir.
Veri Doğrulama ve Kanıt Toplama	Geleneksel olarak denetçiler fatura ve sözleşme gibi belgelerin doğrulanmasından elde edilen kanıtlara güvenirlere. Blokzincir nedeniyle, denetçiler ağdan gerçek zamanlı denetim kanıtı elde etmek için yöntemler geliştirmelidir. Blokzincir veri doğrulaması bu açıdan geleneksel yöntemlerden farklıdır.
Düzenleyici Belirsizlik	Blokzincir teknolojisine ilişkin yasal yapı sürekli gelişmekte ve değişmektedir. İlgili düzenlemelere uyumu sağlamak için denetçiler, blokzincir teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen işlemlere ilişkin yasal sorumluluklarının farkında olmalıdır.

Kaynak: Tablo, E&Y (2016), Jaffer (2021) ve Elshqirat (2023)'ten elde edilen bilgiler ile yazar tarafından oluşturulmuştur.

Son olarak, bu konuyu profesyonel bir bakış açısıyla değerlendirmek faydalı olacaktır. Diğer birçok yeni teknoloji gibi, blokzincir teknolojisi de kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır. Muhasebecilerin ve denetçilerin yeni işlem türlerini anlayabilmeleri, değerlendirebilmeleri ve analiz edebilmeleri için beceri setlerini genişletmeleri önemlidir. Blokzincir teknolojisini kullanan muhasebe firmaları, bu teknolojiyi kullanarak işlem geçmişlerini başlatabilmek, doğrulayabilmek ve izleyebilmek için personeline eğitim vermelidir. Dış denetçiler, yeni hizmetler sunmak ve blokzincir teknolojisiyle ilgili mevcut güvence tekniklerini geliştirmek için gerekli bilgileri edinmezlerse, teknolojik olarak daha becerikli kuruluşlar tarafından desteklenme riskiyle karşı karşıya kalırlar (Elshqirat, 2023).

5. Muhasebe Denetiminde Yapay Zekâ Uygulaması

Çalışmanın bu kısmında çeşitli istem (prompt) kullanılarak bir yapay zekâ aracı olan Bing Copilot üzerinden bir denetim uygulaması gerçekleştirilecektir. Uygulamanın amacı, bir yapay zekâ aracının muhasebe denetiminde işlevselliğini test etmekle birlikte özel olarak muhasebe denetimi için üretilmemiş olan Bing Copilot yapay zekâ aracının muhasebe alanında verimliliğini ölçmektir.

Eulerich ve Wood (2023) çalışmalarında buna benzer bir uygulama ortaya koymuşlardır. Ancak söz konusu araştırmacıların kullandıkları yapay zekâ aracı ChatCPT olmuştur. Bu çalışmanın özgünlüğü ise kullanılacak yapay zekâ aracının farklılığından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmada söz konusu araştırmacıların kullanmış oldukları istemlerin bazılarında doğrudan bazılarında ise uyarılama yaparak yararlanılmıştır.

Araştırmacılar tüm istemlerin daha spesifik şirket (veya en azından denetim) bilgileri eklenerek geliştirilebileceğini çalışmalarında ifade etmişlerdir.

Son olarak, Eulerich ve Wood (2023) çalışmalarında risk bazlı denetim planlaması, denetimi hazırlığı, denetimin yürütülmesi, raporlama ve takip başlıkları altında çeşitli aşamaları ele almışlardır. Bu çalışmada yalnızca risk bazlı denetim planlamasına ait uygulama gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2: Bing Copilot ile Muhasebe Denetimi

Bing Copilot Aşamalar, İstemler ve Çıktılar
<p>Aşama: Denetim Evreninin Tasarımı</p> <p>İstem: Lütfen havayolu sektöründe faaliyet gösteren ve çok uluslu lokasyonlara sahip bir şirket için potansiyel denetim amaçlarını tanımlayın. Şirket Borsa İstanbul'da işlem görmektedir.</p> <p>Çıktı: Havayolu sektöründe faaliyet gösteren birçok uluslu şirketin potansiyel denetim amaçları, genellikle aşağıdaki alanlarda yoğunlaşır:</p> <p>Finansal İşlemler ve Raporlama: Şirketin finansal tabloları, gelir akışı, nakit akışı ve finansal oranları dikkatlice incelenir. Bu denetim, finansal raporların doğruluğunu ve şeffaflığını sağlamayı amaçlar.</p> <p>Operasyonel Süreçler: Havayolu şirketlerinin operasyonel süreçleri, uçuş güvenliği, bakım, kargo yönetimi, yolcu hizmetleri ve personel yönetimi gibi alanlarda denetlenir. Bu, iş sürekliliği ve etkinlik açısından önemlidir.</p> <p>Uçuş Emniyeti ve Güvenlik: Uçuş emniyeti, uçak bakımı, pilot eğitimi ve güvenlik protokolleri denetlenir. Bu, yolcu güvenliği ve havacılık sektörünün düzenlemelere uygunluğunu sağlamayı amaçlar.</p> <p>Yasal ve Düzenleyici Uyum: Havayolu şirketleri, ulusal ve uluslararası düzenlemelere uyum sağlamalıdır. Denetimler, bu yasal gereksinimlere uygunluğu kontrol eder.</p> <p>Risk Yönetimi: Şirketin risk yönetimi politikaları, operasyonel riskler, finansal riskler ve güvenlik riskleri denetlenir. Bu, şirketin riskleri etkili bir şekilde yönetip yönetmediğini değerlendirmeyi amaçlar.</p>
Bing Copilot Aşamalar, İstemler ve Çıktılar
<p>Aşama: Denetim Planı Geliştirme</p> <p>İstem: Lütfen bir muhasebe denetim fonksiyonu için yıllık bir denetim planı oluşturun. Her denetim, farklı uzmanlıklarına göre iki denetçiden oluşmalıdır: Planda Sıralama 1. Satışlar 2. Fikri Mülkiyet Fikri Mülkiyet 3. Finansal Raporlama Süreci 4. Transfer Fiyatlandırması.</p> <p>Ana Beceri Seti Denetçi 1 Finansal Denetçi 2 Satış Denetçi 3 Fikri Mülkiyet Denetçi 4 Genel İş Bilgisi</p> <p>Çıktı: Tabii ki! İşte yıllık bir muhasebe denetim planı önerisi:</p> <p>Satışlar Denetimi:</p> <p>Denetçi 1: Finansal alanında uzman</p> <p>Denetçi 2: Satış alanında uzman</p> <p>Fikri Mülkiyet Denetimi:</p> <p>Denetçi 3: Fikri mülkiyet konularında uzman</p> <p>Denetçi 4: Genel iş bilgisine sahip</p> <p>Finansal Raporlama Süreci Denetimi:</p> <p>Denetçi 1: Finansal alanında uzman</p>

Denetçi 2: Genel iş bilgisine sahip
Transfer Fiyatlandırması Denetimi:

Denetçi 3: Genel iş bilgisine sahip

Denetçi 4: Transfer fiyatlandırması konularında uzman

Bu plan, farklı uzmanlık alanlarına sahip denetçilerin iş birliği yaparak şirketin muhasebe süreçlerini etkili bir şekilde denetlemesini sağlayacaktır. Her denetim, belirli bir konuya odaklanacak ve şirketin finansal doğruluk, yasal uyum ve risk yönetimi gibi alanlarda performansını değerlendirecektir.

Bing Copilot Aşamalar, İstemler ve Çıktılar

Aşama: Denetim Planı Güncelleme

İstem: Denetçi 1'in Ocak-Şubat-Mart aylarında planlı bir tatili var. Lütfen denetim planını güncelleyin.

Çıktı: Elbette! Denetim planını güncelleyelim:

Satışlar Denetimi:

Denetçi 2: Satış alanında uzman

Fikri Mülkiyet Denetimi:

Denetçi 3: Fikri mülkiyet konularında uzman

Denetçi 4: Genel iş bilgisine sahip

Finansal Raporlama Süreci Denetimi:

Denetçi 2: Genel iş bilgisine sahip

Transfer Fiyatlandırması Denetimi:

Denetçi 3: Genel iş bilgisine sahip

Denetçi 4: Transfer fiyatlandırması konularında uzman

Bu güncellenmiş plan, tatil dönemi göz önünde bulundurularak denetimleri etkili bir şekilde gerçekleştirmemizi sağlayacaktır.

Bulgular ve Tartışma

Çıktılara bakıldığında;

Bing Copilot yapay zekâ aracı muhasebe denetimi için temel bileşenlerden olan finansal tablolara değinmiş ve burada denetimin amacında doğruluk ve şeffaflık olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte havayolu şirketleri için operasyonel faaliyetlerin önemli olduğu ve bunun iş sürekliliği ve etkinliği için önem arz ettiğini vurgulamıştır. Bing Copilot yapay zekâ aracı ilaveten yolcu güvenliğini de denetimin amaçları arasında dahil etmiştir. Mevzuat da çıktılar arasında yerini almış ve uluslararası vurgusu yapılmıştır. Son olarak denetimin ayrılmaz parçası olan risk yönetimi de yönetim politikaları, operasyonel riskler ve finansal riskler özelinde vurgulanmıştır.

Yıllık bir muhasebe denetimi planı oluşturmada Bing Copilot yapay zekâ aracı denetçiler için çeşitli denetim alanları belirlemiştir. Bu alanları satış, fikri mülkiyet, genel iş bilgisi, transfer fiyatlandırma olarak özetlemek mümkündür. Yapay zekâ aracı hem genel hem özel alanlara değinmiştir.

1 numaralı denetçinin tatili olması durumunda güncellenen denetim planında ise yapılan güncelleme yalnızca 1 numaralı denetçinin denetimden çıkartılmış olmasıdır. Denetim planının geriye kalan kısmı da güncellenmemiştir.

Eulerich ve Wodd (2023) ile karşılaştırıldığında, ChatGPT daha detaylı ve teknik bilgiler sunarken, Bing daha yüzeysel ve teoride kalan bilgiler sunmuştur. Örneklendirerek ifade etmek gerekirse, denetim evreninin tasarımı aşamasını ChatGPT finansal raporlama ve muhasebe, transfer fiyatlandırma, ülkeye özgü mevzuat uyumluluğu, tedarik zinciri yönetimi, siber güvenlik, yolsuzlukla ve rüşvetle mücadele, iç kontroller ve risk yönetimi, fikri mülkiyet hakkının korunması ve lisanslanma, kurumsal yönetim gibi fazla sayıda başlıkta ele almışken, Bing finansal işlemler ve raporlama, operasyonel süreçler, uçuş emniyeti ve güvenlik, yasal ve düzenleyici uyum ve risk yönetimi olarak az sayıda başlıkta ele almıştır. İlaveten, ChatGPT'nin başlıkları daha spesifiklik arz etmektedir. Bunlara transfer fiyatlandırma, tedarik zinciri yönetimi, kurum yönetim başlıklara örnek olarak verilebilir. Yani, ChatGPT ile muhasebe denetimi gerçekleştirmek isteyen ya da muhasebe denetimi gerçekleştirirken ChatGPT'den yararlanmak isteyen bir denetçi, Bing'den yararlanacak olan bir denetçiye göre daha avantajlı gözükmektedir. Bulguların bir başka açıdan tartışılması gerekirse, Eulerich ve Wodd (2023) çalışmalarına bakıldığında ChatGPT istemleri yanıt verirken herhangi bir kaynaktan yararlanmamıştır. Buna karşın Bing, verdiği bazı cevaplarda çeşitli kaynaklardan yararlanmıştır. Bu noktada hangi yapay zekâ aracının denetçi için

faydalı olacağı tartışmaya açık bir konudur. Çünkü ChatGPT daha spesifik ve uygulamaya yönelik çıktılar sunarken kaynak sunmamaktadır. Buna karşın Bing zaman zaman kaynaklar vererek çıktı sunmasına rağmen bilgileri teori düzeyinde kalmaktadır. Dolayısıyla bu nokta ifade etmek gerekir ki Genel Kabul Görmüş Denetim Standartları (GKGDS) alt başlıklarından Genel Standartlarda yer alan Mesleki Eğitim ve Deneyim Standardı yapay zekânın kullanılacağı muhasebe denetiminde önemini koruyacak, belki de artıracaktır. Bu noktada muhasebe denetiminde yapay zekânın kullanılması ile ilgili eğitimler alınabilir ve bu eğitimler kapsamında çeşitli uygulamalar gerçekleştirilebilir. Çünkü buradan elde edilecek deneyimler, denetçiler adına denetimin en doğruya yakın bir şekilde gerçekleştirilmesi için fazlasıyla önem arz edecektir.

Planlamanın dışında herhangi bir olay gerçekleştiğinde (örneğin denetim planı güncelleme aşaması), ChatGPT daha üretken, detaylı, faydalı bilgiler sunarken, Bing daha statik bir yaklaşım sergilemektedir. Örneklendirerek ifade etmek gerekirse, ChatGPT denetim planı geliştirme aşamasında “İlk çeyrek, en yüksek risk seviyesi göz önüne alındığında Transfer Fiyatlandırmasının denetimine ayrılacaktır. Denetçi 4’ün genel iş bilgisi, Transfer Fiyatlandırmasıyla ilgili iş etkileri ve operasyonel yönlerin bütünsel bir görünümünü sağlayacaktır.” çıktısını sunarken, denetim güncellemesi aşamasında “İlk çeyrek artık orijinal plandaki ikinci en yüksek risk seviyesi olan Satışların denetimine ayrılacaktır. Denetçi 4, bu denetimi genel iş bilgisiyle destekleyecek ve satışların operasyonel ve ticari yönlerini inceleyecektir.” çıktısını sunmuştur. Buna karşın Bing’in sunduğu çıktıda tek bir durum söz konusudur; Denetçi 1’in planlamadan çıkarılması. Yani, ortada bir “açık” söz konusudur. Bu “açık” Denetçi 1’in yerinin doldurulmaması ile ilgilidir.

SONUÇ

Blokszincir gibi yeni nesil teknolojiler, çeşitli iş sektörlerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişimler, bazı iş kollarının dönüşümüne veya tamamen yok olmasına neden olabilir. Şirketlerin, bu tür olası değişikliklerden olumsuz etkilenmemek için yeni teknolojilere adapte olmaları şarttır.

Muhasebe denetimi alanı, teknolojik ilerlemelerde etkilenmiştir. Özellikle blokszincir ve yapay zekâ teknolojilerinin muhasebe denetimine etkileri ve bu alandaki potansiyel rolleri, sektör ve akademik çevrelerce incelenmektedir. Bu araştırma, blokszincir destekli muhasebe denetiminde yapay zekânın işlevlerini teorik ve pratik açıdan incelemektedir.

Çalışmada yapay zekânın muhasebe denetimindeki rolü yalnızca iki farklı yapay zekâ aracı üzerinden analiz edilmiştir. Bununla birlikte muhasebe denetiminin her safhası için analiz yapılmamıştır. Ayrıca kullanılan istemler de sınırlı sayıdadır. Bu vb. hususlar çalışmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Buna karşın, çalışma muhasebe denetiminde yapay zekâ araçlarının kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır. Akademik camianın ilgisinde olan bu husus, bilhassa bağımsız denetçiler için önem arz etmektedir. Çünkü gelişmekte olan teknolojiler muhasebe denetimi alanında yer edindikleri için, çalışmadaki uygulama bağımsız denetçilere yol gösterici harita niteliğindedir.

Yapay zekâ ve blokszincir entegrasyonu, finansal hizmetlerdeki mevzuat uyumu ve risk yönetimi açısından yeni imkânlar sunmaktadır. Yapay zekâ tabanlı yasal uyumluluk araçları, geniş bir yasal veri setini analiz ederek uygunluğu sağlar. Bu araçların blokszincir ile desteklenen yasal raporlama sistemleriyle entegrasyonu, finansal kuruluşların şeffaflığını ve denetlenebilirliğini artırarak, finansal ekosistemin güven ve uyumunu güçlendirebilir.

Yapay zekâ ve blokszincir teknolojilerinin birleşimi, geniş çaplı sonuçlar doğuracaktır. Örneğin, kredi değerlendirmesi ve global bir blokszincir ağı üzerinde sürekli izleme yapay zekâ için iddialı bir kullanım olabilir. Bu, çeşitli blokszincirler arasında kesintisiz bir entegrasyon ve ilgili verilere erişim gerektirir. Bir bilgi aracı veya verilere genel erişim sağlayan bir düzenleyici, bu tür bir güvenliği temin edebilir. Yapay zekâ, denetim alanında desenleri ve trendleri tespit etmek üzere geniş veri setlerini analiz edebilir. Bu durum, riskleri ve hataları ortaya çıkarabilir. Denetçilere tam veri setlerini görselleştirmede yardımcı olur, böylece risk algulamalarını iyileştirebilir ve önemli konulara odaklanabilirler.

Yapay zekâ, blokszincir destekli muhasebe denetiminde çeşitli roller üstlenir; bunlar arasında tahkim yerine akıllı sözleşmelerin denetimi, konsorsiyum, blokszincirler için hizmet denetçisi olarak görev yapma ve blokszincirlere erişim yönetimi bulunmaktadır. Bu uygulamalar, muhasebe ve denetim süreçlerini daha şeffaf, etkin ve güvenilir kılar.

KAYNAKÇA

- Aitkazinov, A. (2023). The role of artificial intelligence in auditing: Opportunities and challenges. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 6(6), 117-119.
- Alareeni, B., Hamdan, A. (2022). The Impact of Artificial Intelligence on Accounting and Auditing in Light of the COVID-19 Pandemic. In: Alareeni, B., Hamdan, A. (eds) *Artificial Intelligence and COVID Effect on Accounting. Accounting, Finance, Sustainability, Governance & Fraud: Theory and Application*. Springer, Singapore.
- Arad, C., Gronager, M., Ma, R. & Webb, M. (2024). *Cryptography In Blockchain: A Beginner's Guide To Understanding [Blockchain]*. <https://lablockchainsummit.com/blockchain/blockchain-cryptography-explained> adresinden edinilmiştir.
- Arena, C. (2022). 7 Disadvantages of Artificial Intelligence Everyone Should Know About. <https://www.liberties.eu/en/stories/disadvantages-of-artificial-intelligence/44289> adresinden edinilmiştir.
- Aslantaş Ateş, B. (2016). Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 349-366.
- Ayaz, Ş. K. (2020). *Blokzincir teknolojisi ve bilişim toplumundaki geleceği bağlamında kurum kavramı üzerine araştırma* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: İstanbul.
- Bradley, L. (2023). Unlocking The Opportunities Of AI As Audit Enters A New Age. <https://kpmg.com/xx/en/blogs/home/posts/2023/12/unlocking-the-opportunities-of-ai-as-audit-enters-a-new-age.html> adresinden edinilmiştir.
- Buckley, R. P., Didenko, A. N., & Trzeciński, M. (2023). Blockchain and its applications: A conceptual legal primer. *Journal of International Economic Law*, 26(2), 363-383.
- Budhi, V. (2022). Advantages And Disadvantages Of Blockchain Technology. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/10/20/advantages-and-disadvantages-of-blockchain-technology/?sh=13c199eb3453> adresinden edinilmiştir.
- Cassidy, B. & Hittner, R. (2024). Generative AI in Financial Reporting and Accounting. <https://www2.deloitte.com/us/en/blog/accounting-finance-blog/2024/generative-ai-in-financial-reporting.html> adresinden edinilmiştir.
- Çiğerci, İ., & Eğmir, R. T. (2019). Kamu mali denetiminde olası blok zincir teknolojisinin denetim etkinliği açısından değerlendirilmesi. *Maliye Dergisi*, 177, 203-217.
- Copeland, B. (2024). Artificial Intelligence. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> adresinden edinilmiştir.
- Coursera. (2024). How Does AI Work? Basics To Know. <https://www.coursera.org/articles/how-does-ai-work> adresinden edinilmiştir.
- Çiçek, N. & Sağlık, Ö. (2019). Bilgi Yönetimi ve Bilgi Güvenliği Ebelge- Earşiv- Edevlet- Bulut Bilişim-Büyük Veri- Yapay Zekâ. Yalçinkaya, B., Ünal, M. A., Yılmaz, B. ve Özdemirci, F. (Editor), *Blokzincir teknolojisinin elektronik belgelerin güvenilirliğinin korunmasında başarıya katkısı* (ss. 141-170).
- de Andrade Simões, M. P., Cavalcanti, J. A., de Melo, J. F. M., & Reis, C. Q. (2021). Benefits of using Blockchain technology as an accounting auditing instrument. *REVISTA AMBIENTE CONTÁBIL-Universidade Federal do Rio Grande do Norte-ISSN 2176-9036*, 13(1).
- Deloitte. (2024). The Impact Of Blockchain Technology On Audit. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/audit/articles/impact-of-blockchain-in-accounting.html> adresinden edinilmiştir.
- Dennis, B. A. (2024). What AI Can Do For Auditors. <https://www.journalofaccountancy.com/issues/2024/feb/what-ai-can-do-for-auditors.html> adresinden edinilmiştir.
- Desai, H. (2023). Infusing Blockchain in accounting curricula and practice: expectations, challenges, and strategies. Desai, H.(2023). Infusing Blockchain in accounting curricula and practice: expectations, challenges, and strategies. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 23, 97-135.
- Dignum, V. (2019). *Responsible artificial intelligence: how to develop and use AI in a responsible way* (1). Cham: Springer.

- Elmaasrawy, H. E., Tawfik, O. I., & Abdul-Rahaman, A. R. (2024). Effect of audit client's use of blockchain technology on auditing accounting estimates: evidence from the Middle East. *Journal of Financial Reporting and Accounting*.
- Elshqirat, M. K. (2023). The Impact Of Blockchain Technology On Accounting And Auditing. <https://www.isaca.org/resources/isaca-journal/issues/2023/volume-2/the-impact-of-blockchain-technology-on-accounting-and-auditing> adresinden edinilmiştir.
- Ernst&Young Company. (2016). How Blockchain Could Introduce Real-Time Auditing. https://www.ey.com/en_gl/insights/assurance/how-blockchain-could-introduce-real-time-auditing adresinden edinilmiştir.
- Eulerich, M., & Wood, D. A. (2023). A demonstration of how ChatGPT can be used in the internal auditing process. Available at SSRN 4519583.
- Faggella, D. (2020). AI in the Accounting Big Four – Comparing Deloitte, PwC, KPMG, and EY. <https://emerj.com/ai-sector-overviews/ai-in-the-accounting-big-four-comparing-deloitte-pwc-kpmg-and-ey/> adresinden edinilmiştir.
- Fedyk, A., Hodson, J., Khimich, N., & Fedyk, T. (2022). Is artificial intelligence improving the audit process? *Review of Accounting Studies*, 27(3), 938–985.
- GeeksforGeeks. (2022). Cryptography in Blockchain. <https://www.geeksforgeeks.org/cryptography-in-blockchain/> adresinden edinilmiştir.
- Gül, H. (2019). Blokzincir (blockchain) teknolojisi ve muhasebe bilgi sistemine etkileri. H. H. Künüçen, X. Quliyeva ve Y. Seçgin (Ed). *Sosyal, beşeri ve idari bilimlerde yenilikçi yaklaşımlar* (ss.186-195). Bursa: Ekin Yayınevi.
- Han, H., Shiwakoti, R. K., Jarvis, R., Mordi, C., & Botchie, D. (2023). Accounting and auditing with blockchain technology and artificial Intelligence: A literature review. *International Journal of Accounting Information Systems*, 48, 100598.
- Hasan, A. R. (2022). Artificial Intelligence (AI) in Accounting & Auditing: A Literature Review. *Open Journal of Business and Management*, 10(01), 440–465.
- Hayes, A. (2024). Blockchain Facts: What Is It, How It Works, And How It Can Be Used. <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp> adresinden edinilmiştir.
- Hoffman, M. R., Ibáñez, L. D., & Simperl, E. (2020). Toward a formal scholarly understanding of blockchain-mediated decentralization: A systematic review and a framework. *Frontiers in Blockchain*, 3, 35. (Coursera, 2024).
- Howell, J. (2024). The Importance of Cryptography in Blockchain Security: Building Trust in Decentralized Systems. 101 Blockchains. <https://101blockchains.com/importance-of-cryptography-in-blockchain-security/> adresinden edinilmiştir.
- Iansiti, M., & Lakhani, K. R. (2017). The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*, 95(1), 118-127.
- IBM. (2024). What Is Blockchain?. <https://www.ibm.com/topics/blockchain> adresinden edinilmiştir.
- Iredale, G. (2021). Blockchain Cryptography: Everything You Need to Know. <https://101blockchains.com/blockchain-cryptography/> Erişim tarihi: 20.05.2024
- Jaffer, S. (2021). Blockchain Technology – Opportunities And Challenges For Auditors. <https://nexia.com/insights/global-insight/blockchain-technology-opportunities-and-challenges-for-auditors/> adresinden edinilmiştir.
- Kardaş, S. (2019). Blokzincir teknolojisi: uzlaşma protokolleri. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(2), 481-496.
- Kaur, H., Arora, G., Salaria, A., Singh, A., Rakhra, M., & Dhiman, G. (2023). The Role of Artificial Intelligence (AI) in the Accounting and Auditing Professions. 2023 10th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (UPCON).
- Kazeem, I. (2024). Cryptography In Blockchain: The Key to Blockchain Security and Trust. <https://www.dxtalks.com/blog/news-2/cryptography-in-blockchain-the-key-to-blockchain-security-and-trust-552> adresinden edinilmiştir.
- Kindzeka, K. A. C. (2023). Impact of Artificial Intelligence on Accounting, Auditing and Financial Reporting. *American Journal of Computing and Engineering*, 6(1), 29-34.

- Kunselman, K. (2021). The Future Of Blockchain In Accountancy. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbesfinancecouncil/2021/01/29/the-future-of-blockchain-in-accountancy/?sh=19eb1d51fd4a> adresinden edinilmiştir.
- Lake, J. (2024). Understanding Cryptography's Role In Blockchains. <https://www.comparitech.com/crypto/cryptography-blockchain/> adresinden edinilmiştir.
- Lalwani, N. (2023). Accounting And Auditing With Block Chain Technology And Artificial Intelligence—An Empirical Study. *International Journal of Management, Public Policy and Research*, 2(4), 63-74.
- Maheshwari, R. (2023). Advantages Of Artificial Intelligence (AI) In 2024. <https://www.forbes.com/advisor/in/business/software/advantages-of-ai/> adresinden edinilmiştir.
- McKinsey & Company. (2024). What is blockchain?. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-blockchain> adresinden edinilmiştir.
- Menon, S. (2021). How Can AI Drive Audits?. <https://www.isaca.org/resources/isaca-journal/issues/2021/volume-4/how-can-ai-drive-audits> adresinden edinilmiştir.
- Moll, J., & Yigitbasioglu, O. (2019). The role of internet-related technologies in shaping the work of accountants: New directions for accounting research. *The British Accounting Review*, 51(6), 100833.
- Nadasabai, R., Prakash, K. C., Aeron, A., & Mishra, B. R. (2024). Blockchain and Smart Contracts: Revolutionizing Auditing and Financial Transactions. *Journal of Informatics Education and Research*, 4(1).
- Odeyemi, O., Okoye, C. C., Ofodile, O. C., Adeoye, O. B., Addy, W. A., & Ajayi-Nifise, A. O. (2024). Integrating AI with blockchain for enhanced financial services security. *Finance & Accounting Research Journal*, 6(3), 271-287.
- Odonkor, B., Kaggwa, S., Uwaoma, P. U., Hassan, A. O., & Farayola, O. A. (2024). The impact of AI on accounting practices: A review: Exploring how artificial intelligence is transforming traditional accounting methods and financial reporting. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(1), 172-188.
- Özgül, B. (2023). Dijital Cüzdan Nedir? Nasıl Kullanılır?. <https://ikas.com/tr/blog/dijital-cuzdan-nedir-nasil-kullanilir> adresinden edinilmiştir.
- Samweez, A. (2023). The Role Of Artificial Intelligence And Data Analytics In Auditing. <https://www.crowe.com/my/insights/the-role-of-artificial-intelligence-and-data-analytics-in-auditing> adresinden edinilmiştir.
- Saraç, C. (2018). Bitcoin Madenciligi Nedir ve Nasıl Yapılır?. <https://www.doviz.com/makale/bitcoin-madenciligi-nedir-ve-nasil-yapilir/62> adresinden edinilmiştir.
- Seth, S. (2024). Explaining the Crypto in Cryptocurrency. <https://www.investopedia.com/tech/explaining-crypto-cryptocurrency/> adresinden edinilmiştir.
- Sheela, S., Alsmady, A. A., Tanaraj, K., & Izani, I. (2023). Navigating the Future: Blockchain's Impact on Accounting and Auditing Practices. *Sustainability*, 15(24), 16887.
- Sheikh, H., Prins, C., & Schrijvers, E. (2023). *Mission AI: the new system technology*. Springer Nature.
- Stanford University. (2023). Artificial Intelligence [2023 Technology Focus Area]. <https://setr.stanford.edu/technology/artificial-intelligence/2023> adresinden edinilmiştir.
- Stöckle, S. (2023). All Eyes On: Transforming The Audit With AI. <https://kpmg.com/xx/en/blogs/home/posts/2023/02/all-eyes-on-transforming-the-audit-with-ai.html> adresinden edinilmiştir.
- Sutaria, N. (2020). Artificial intelligences impact on auditing emerging technologies. *ISACA*, (6).
- Şafak, E., Arslan, Ç., Gözütok, M., Köprülü, T. (2021). Dağıtık Defter Teknolojileri ve Uygulama Alanları Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 36-45.
- Thottoli, M.M. (2024), "Leveraging information communication technology (ICT) and artificial intelligence (AI) to enhance auditing practices", *Accounting Research Journal*, Vol. 37 No. 2, pp. 134-150.
- TÜBİTAK BİLGEM. (2024). Blokzincir Nedir? [Blokzincir]. <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/blokzincir-nedir/> adresinden edinilmiştir.
- Vina, A. (2024). The Ultimate Guide To AI In Accounting. <https://www.ultralytics.com/tr/blog/the-ultimate-guide-to-ai-in-accounting> adresinden edinilmiştir.

- Xu, M., Chen, X., & Kou, G. (2019). A systematic review of blockchain. *Financial innovation*, 5(1), 1-14.
- Yang, J., Blount, Y., & Amrollahi, A. (2021). Adoption of AI in the auditing practice: a case study of a big four accounting firm.
- Zemankova, A. (2019). Artificial intelligence and blockchain in audit and accounting: Literature review. *weas Transactions on Business and Economics*, 16(1), 568-581.