

## YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNİN KALİTE MALİYETLERİ ÜZERİNE ETKİSİ\*

Demet EVER<sup>1</sup>, Elif N. DEMİRCİOĞLU<sup>2</sup>

### Makale Bilgisi

*Kavramsal Makale*

DOI: 10.35379/cusosbil.1023004

*Makale Geçmişi:*

Geliş 13.11.2021

Düzeltilme 13.01.2022

Kabul 18.01.2021

*Anahtar Kelimeler:*

*Yapay Zekâ,*

*Kalite Yönetimi,*

*Kalite Maliyetleri.*

### ÖZ

Yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, işletmeler için dijital dönüşüm gerekli hâle gelmiştir. Artan rekabet ortamında işletmelerin, sürdürülebilir olmayı hedefleyerek, maliyetleri azaltmak ve kârlılığı artırmak için yeni fırsatlar keşfetmek üzere yapay zekâ teknolojilerine yatırım yapmaları önemli olmaktadır. İşletmeler, yapay zekâ teknolojilerini üretim planlama, iyileştirme ve kalite kontrol faaliyetlerinde kullanarak verimliliklerini arttırmayı ve mevcut sorunlara en kısa zamanda çözüm üretmeyi amaçlamaktadırlar. Bu modern teknolojilerin kullanıldığı işletmelerde geleneksel maliyet sistemleri yetersiz kalabilmekte ve bu nedenle yeni yöntemlere duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu ihtiyaç doğrultusunda maliyet/yönetim muhasebesi alanında çağdaş bir yaklaşım olan kalite maliyetleri önem arz etmektedir. Zira yapay zekâ destekli kalite yönetim sistemlerinin endüstrilerde yaygın olarak tasarlanması ve uygulanmasıyla, kaliteye yönelik faaliyetlerin iyileştirilerek, hataların erken tespit edilmesi ve ortadan kaldırılması suretiyle kalite maliyetleri azaltılabilmektedir. Böylelikle yapay zekâyâ muhasebe perspektifinden bakıldığında, kalite maliyetleri modellerinin avantajlarını ve işletmelerin dijital dönüşümünü teşvik etmedeki rollerini incelemek önemli olmaktadır. Bu kapsamda bu çalışmada yapay zekâ teknolojilerinin kalite maliyetleri üzerine etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda yapay zekâ teknolojilerinin kalite yönetim sisteminde kullanılmasıyla ortaya çıkan faaliyetlerin, kalite maliyetleri üzerine etkileri teorik olarak ortaya konulmuştur.

## THE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES ON QUALITY COSTS

### Article Info

*Conceptual Article*

DOI: 10.35379/cusosbil.1023004

*Article History:*

Received 13.11.2021

Revised 13.01.2022

Accepted 18.01.2021

*Keywords:*

*Artificial Intelligence,*

*Quality Management,*

*Quality Costs.*

### ABSTRACT

Along with the development of artificial intelligence technologies, digital transformation has become crucial for companies. In an increasingly competitive environment, artificial intelligence technologies investment is significant for companies to discover new opportunities for reducing costs and increasing profitability while aiming at sustainability. Companies intend to increase their efficiency and find solutions to existing problems as soon as possible by using artificial intelligence technologies in production planning, improvement and quality control activities. Quality management systems can be used more effectively and efficiently by means of the ability of artificial intelligence technologies to detect, recognize, analyze, predict and make decisions. For companies where these modern technologies have been used, traditional cost systems may be insufficient and therefore the need for new methods increases. Because of this necessity, quality costs, which is a contemporary approach in the field of cost/management accounting, are important. With the widespread design and implementation of artificial intelligence supported quality management systems in industries, quality costs can be reduced by improving quality-oriented activities and early detection and elimination of errors. Thus, from an accounting perspective, it is important to examine the advantages of quality cost models and their role in promoting the digital transformation of companies. Within this context, it is aimed to reveal the effect of artificial intelligence technologies on quality costs in this study. Accordingly, the effects of the activities on quality costs which have been emerged with the use of artificial intelligence technologies in the quality management system have been theoretically exposed.

\* Bu çalışma, Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi ev sahipliğinde 8-9 Ekim 2021 tarihlerinde online olarak gerçekleştirilen I. Uluslararası Dijital İşletme, Yönetim ve Ekonomi Kongresi'nde (ICDBME2021) sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Yazarlar çalışmanın etik kurallara bağlı olarak hazırladığını taahhüt eder.

<sup>1</sup>Öğr. Gör., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, everdemet@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9790-3569.

<sup>2</sup>Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, İşletme Bölümü, elunal@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9711-2081.

Alıntılanmak için/ Cite as: Ever, D., Demircioğlu, E.N. (2022), Yapay Zekâ Teknolojilerinin Kalite Maliyetleri Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 31 (1), 59-72.

## GİRİŞ

Günümüzde işletmeler daha rekabetçi ve sürdürülebilir olmayı hedefleyerek, gelir artışı, maliyetleri azaltma ve yeni değer yaratma yoluyla kârlılığı artırmak için yeni fırsatlar keşfetmektedirler (Stancheva-Todorova, 2018, s.126). Bunun için de Endüstri 4.0'a uygun bir şekilde hareket etmektedirler ki Endüstri 4.0, endüstriyel üretim sistemlerinde meydana gelen yeni teknolojik gelişmeyi ifade etmekte olup, yapay zekâ, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, büyük veri ve bulut bilişimin endüstriyel sistemlere entegre edilmesinin bir sonucu olarak gelişmiştir (Sader, Husti & Daróczy, 2019, s. 131). Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasıyla birlikte işletmeler, mühendislik faaliyetleri, üretim uygulamaları, üretim süreçleri ve teknolojiler büyük bir değişim geçirmiştir (Sony, Antony & Douglas, 2020, s. 2). Endüstri 4.0, endüstrinin tüm sektörlerinde veri toplayan ve tekrarlayan işlemlerin otomatik olarak yürütülmesine neden olan, bu görev için robotlar ve yapay zekâ kullanan farklı teknolojik araçların uygulanmasını teşvik etmektedir (Souza, Corsi, Pagani, Balbinotti & Kovaleski, 2021, s. 1).

Yapay zekâ özellikle, Endüstri 4.0'ın yeni nesil fabrikalar ve üretim yöntemleriyle, teknolojik ilerlemelerin sanayide yarattığı etkilerin bir sonucu olarak giderek değer görmekte ve dikkat çekmektedir (Gür, Ayden & Yücel, 2019, s. 140; Gökten, 2018, s. 881). Ayrıca yapay zekâ, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli bir rol oynayabilmektedir (Buchmeister, Palcic & Ojstersek, 2019, s. 81). Yapay zekâ teknolojisi, akıllı üretim alanında yeni modellerin, araçların, sistem tasarımlarının ve teknolojik sistemlerin geliştirilmesini kolaylaştırmaktadır (Li, Hou, Yu, Lu & Yang, 2017, s. 87). Yapay zekâyâ dayalı üretim, enerji ve kaynak dostu bir üretim olup, sanayi şirketlerinin ekonomik olarak çalışması ve rekabetçi kalması için önemli bir performans göstergesi olmaktadır (Buchmeister & diğerleri, 2019, s. 81).

Gelecekte işletmelerin üretim sistemlerinin tanınmayacak hâle geleceği öngörülmektedir (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 1). Yapay zekâ, üretim sistemlerinde gelecekte beklenen değişikliklerin temel nedeni olmaktadır ki yapay zekânın hâkim olduğu bir geleceğe hazırlanmak bu noktada çok önemlidir (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s.1). Bu doğrultuda Çin, son yıllarda akıllı üretim açısından teknolojilerde ve endüstride ilerlemeye örnek olarak verilebilmektedir (Li ve diğerleri, 2017, s.93). Yapay zekâ teknolojileri, kaliteyi ve verimliliği artırmak amacıyla hem imalat hem de hizmet sektörü olmak üzere birçok endüstride uygulanmaktadır (Lee, Lee & Kim, 2019, s. 3). Kaliteyi iyileştirmek için teknolojinin kullanımı önemlidir çünkü kültür, liderlik, işbirliği ve uyumdaki değişiklikleri kolaylaştırmaktadır (Lee ve diğerleri, 2019, s. 3). Yapay zekâ, uzmanlık eksikliğinden karar vermedeki karmaşıklığa, entegrasyonla ilgili sorunlar ve aşırı bilgi yüküne kadar sektörde karşılaşılan birçok zorluğun üstesinden gelmeyi kolaylaştırmaktadır (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 8).

Muhasebe alanındaki yapay zekâ uygulamalarının geçmişi 1980'lere kadar dayanmakta olup, akademisyenler ve uygulayıcılar tarafından denetim, vergilendirme, finansal muhasebe, yönetim muhasebesi alanlarında yapay zekâ uygulaması üzerine araştırmalar yapılmıştır (Stancheva-Todorova, 2018, s. 126). Ancak maliyet muhasebesi alanındaki araştırmalar sınırlı sayıda olup, üretimde yapay zekâ kullanımı ile sabit yatırımlar artacağından, endirekt maliyetlerinin takibi bu noktada önem arz etmektedir. Endirekt maliyetlerdeki çeşitlilik, üretim hızına bağlı olarak yarı mamul stoklarının azalması ve kalitenin ön plana çıkması ürün maliyetlerinin izlenirken kalite maliyetlerinin tespitinin önemini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda işletmeler üretim sürecindeki faaliyetleri takip ederek, faaliyetlerle maliyetleri karşılaştırma yoluyla ürüne değil, faaliyetlere odaklanmanın gerekliliğini anlamışlardır (Gökten, 2018, s. 887). Yapay zekânın durmaksızın gelişmesi ve makineleşme derecesinin sürekli iyileştirilmesi ile birlikte, işletmelerin ürün üretimi giderek daha verimli hâle gelmekte, bununla birlikte her bir ürünün maliyet yapısı da değişmektedir (Ren & Guo, 2019, s. 131). Bu durumda doğru kararlar alabilmek için uygun maliyet muhasebesi yöntemlerinin uygulanması ve bu yöntemlerin çağın ihtiyaçlarına göre ayarlanması ve yenilenmesi gerekmektedir (Ren & Guo, 2019, s. 131). Bu çalışmanın amacı, yapay zekâ teknolojilerinin ürün maliyet yapılarını değiştirdiği ve bu kapsamda modern maliyet/yönetim muhasebesi yöntemlerine olan ihtiyaçtan hareketle, yapay zekâ teknolojilerinin kalite maliyetleri üzerine etkisini teorik açıdan ortaya koymaktır. Bu kapsamda öncelikle yapay zekâ kavramının ne olduğu açıklanarak, üretimde yapay zekâ kullanımından bahsedilmiş, ardından yapay zekâ ile kalite maliyetleri arasındaki ilişkinin önemi ele alınmıştır.

### 1. Yapay Zekâ Kavramı

Bu disiplinin öncüsü, 1950'de makinelerin düşünebileceği fikrini geliştirmeye başlayan İngiliz matematikçi ve mantıkçı Alan Turing'dir (<https://hackernoon.com>). Ancak yapay zekâ terimi John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude Shannon tarafından "Yapay zekâda Dartmouth yaz araştırma projesi için bir öneri" (A Proposal For The Dartmouth Summer Research Project On Artificial Intelligence) adlı çalışma ile ilk kez 31 Ağustos 1955'te ortaya atılmıştır (McCarthy, Minsky, Rochester & Shannon, 2006, s. 12; Brynjolfsson

& Andrew, 2017, s. 4; Bibel, 2014, s. 92; Öztürk & Şahin, 2018, s. 23; Wang, 2019, s. 7). Bu nedenle McCarthy ve arkadaşları yapay zekânın öncüleri olarak kabul edilmekle birlikte üç araştırma merkezi kurarak yapay zekânın temelini büyük ölçüde şekillendirmişlerdir (Wang, 2019, s. 7). Literatürde yaygın kabul gören bir "Yapay Zekâ (Artificial Intelligence-AI)" tanımı olmayıp, yapay zekâ birden fazla alana uygulanabilen bir teknik olup, disiplinler arası bir kavram olarak ele alınabilmektedir (Whitby, 2003, s. 19; Sucu & Ataman, 2020, s.40; Gacar, 2019, s. 390; Wang, 2019, s. 1). Literatürde birçok yazar tarafından farklı alanlarda çok fazla sayıda yapay zekâ tanımı söz konusu olup, yapay zekânın temelini matematik ve bilgisayar bilimi olduğunu söyleyebilmek mümkündür (Assen, Banerjee & De Cecco, 2020, s. 3). Mühendislik bakış açısından, yapay zekânın şimdiye kadar insanlar tarafından çözülen soruları otomatik olarak çözen prosedürler üretmekle ilgili olduğu öne sürülmektedir (Schalkoff, 1990, s. 2). Makineler tarafından sergilenen zekâ olarak tanımlanan yapay zekâ, bilgisayar biliminde, "akıllı ajanlar" olarak nitelendirilmekte olup, çevresini algılayan ve bir hedefte başarı şansını en üst düzeye çıkaran eylemlerde bulunan herhangi bir cihazdır (Ongsulee, 2017, s. 1). Halk dilinde ise yapay zekâ; bir makinenin, insanların "öğrenme" ve "problem çözme" gibi diğer insan zihinleriyle ilişkilendirdiği "bilişsel" işlevleri taklit eden uygulamalar olarak nitelendirilebilmektedir (Ongsulee, 2017, s. 1).

Literatürde yapay zekâ terimini ilk kez ortaya atan olarak kabul edilen John McCarthy, (Brynjolfsson & Andrew, 2017, s. 4; Gacar, 2019, s. 390), yapay zekâyı, akıllı makineler, özellikle akıllı bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği olarak tanımlamıştır (McCarthy, 2004, s. 2). Yapay zekâ, makineleri akıllı hâle getirmeye yönelik bir faaliyetir (Nilson, 2009). Genesereth ve Nilson'a göre yapay zekâ, akıllı davranışlar üzerine yapılan çalışmadır ki temel hedefi doğadaki varlıkların akıllı davranışlarını yapay olarak üretmeyi amaçlamaktadır (Nabiyev, 2012, s. 25). Yapay zekâ, insan zekâsını anlamak için bilgisayarların kullanılması gibi görevlerle ilgilidir (McCarthy, 2004, s. 2). Schalkoff (1990, s. 2), yapay zekâyı, akıllı davranış bilimsel süreçler açısından açıklamaya ve taklit etmeye çalışan bir çalışma alanı olarak tanımlamıştır. Görülmektedir ki yapay zekâ ile ilgili çalışmalar akıllı davranışlar üzerine olup, buradaki temel hedef doğadaki varlıkların akıllı davranışlarını yapay olarak üretmeyi amaçlayan bir kuramın oluşturulmasını sağlamaktır (Aylak, Oral & Yazıcı, 2021, s. 76).

Yapay zekâ, bilgisayarların insan zekâsını taklit etmesini sağlayan herhangi bir tekniğe uygulanmakta ve makine öğrenmesi ve derin öğrenmeyi kapsamaktadır (Stancheva-Todorova, 2018, s. 126). Literatürde yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme terimleri genellikle birbirinin yerine kullanılmaktadır ki bu terimler işletmeler için ayrılmaz bir hâle gelmiştir (Reese, 2017, s. 1-3; Du-Harpur, Watt, Luscombe & Lynch, 2020, s. 424; Aylak ve diğerleri, 2021, s. 76). Öyle ki makine öğrenmesi ve derin öğrenme, yapay zekânın bir alt alanı olmaktadır (Reese, 2017, s. 1-3). Aylak ve arkadaşları (2021, s. 76) makine öğrenmesinin yapay zekânın alt kümesi, derin öğrenmenin ise, makine öğrenmesinin bir alt kümesi olduğunu açıklamıştır. Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme her ne kadar birbirinin yerine kullanılmış olsa da bunlar arasında farklılıklar bulunmaktadır. Öyle ki makine öğrenmesi, analitik model oluşturma sürecini otomatikleştirmek ve ilgili görevleri çözmek için probleme özel eğitim verilerinden öğrenme sistemlerinin kapasitesini tanımlar iken, derin öğrenme, yapay sinir ağlarına dayalı bir makine öğrenmesi kavramıdır (Janiesch, Zschech & Heinrich, 2021, s. 1). Du-Harpur ve arkadaşları (2020, s. 424) ise makine öğrenmesini, verilerden öğrenmek için programlanmış algoritmalar ve istatistiksel modeller olarak; derin öğrenmeyi ise, ayarlanabilir ağırlıklara sahip çok katmanlı 'nöronlar' içeren bir sinir ağı olarak ifade etmişlerdir.

## 2. Üretimde Yapay Zekâ Kullanımı

Son yıllarda, özellikle makine öğrenmesi ve derin öğrenme teknolojilerinde bir dizi atılımın eşlik ettiği yapay zekâ teknolojilerinden sağlık, ulaşım, eğitim, e-ticaret, ev hayatı gibi pek çok alanda milyarlarca insan yararlanmaktadır (Yang, Wang & Zhou, 2019, s. 15). Günümüzde artık işletmelerde yapay zekâ, akıllı sensörler, akıllı robotlar ve diğer akıllı bakım yönetiminin birçok yeni örneği bulunabilmektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s.3). Üretim endüstrisinin gelişiminin mevcut aşaması Endüstri 4.0 ile ilgili olmaktadır ki büyük veri ve veri bilimi alanında analitik uygulamalar, üretimin tüm aşamalarında tahminleme, "Nesnelere İnterneti" kavramı çerçevesinde endüstrinin hem iç hem de dış çevre ile etkileşimi, otomatik üretimden "Akıllı Üretim"e geçiş ve üretimde yapay zekânın kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Pipiay, Chernenkaya & Mager, 2021, s. 1033).

Üretim işletmelerinde yapay zekânın kullanılması, işletmelerin faaliyetlerini tamamen dönüştürmesini sağlamaktadır (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s.9). Buchmeister ve arkadaşları (2019, s. 9) üretim işletmelerinde yapay zekâ teknolojilerinin kullanılması ile aşağıdaki faydaların sağlanabileceğini açıklamışlardır;

- Robotlar, üretim hattında 7/24 çalışabilmektedir ki bu durum işletmelerin üretim yetenekleri açısından genişlediklerini ve dünya çapındaki müşterilerin yüksek talebini karşılayabildiklerini göstermektedir.

• Yapay zekâya doğru atılan bir adım, daha az insan kaynağının tehlikeli ve aşırı zahmetli işler yapması gerektiği anlamına gelmektedir ki bu durumda robotlar insanların yerini alarak riskli faaliyetler gerçekleştirdikçe, işyeri kazalarının sayısı da azalmaktadır.

• Yapay zekâyı üretim endüstrisine getirmek büyük bir sermaye yatırımı gerektirse de, yatırımın getirisini önemli ölçüde artırmaktadır.

Gelecekte yapay zekâ teknolojileriyle birlikte üretim endüstrisindeki sistemlerin neredeyse tamamının makineler tarafından kontrol edileceği düşünülmektedir ki bu kapsamda geleneksel üretim yöntemleri yerine üretimde yapay zekâ ile şekillenen otomasyon sistemlerinin kullanılacağı öngörülmektedir (<https://www.ifs.com>). Yapay zekâ teknolojileri akıllı üretimi kolaylaştırmakta, işletmeler için yüksek verimli, yüksek kaliteli, uygun maliyetli ve çevre dostu bir hizmet sağlamaktadır ki bu nedenle üretim işletmelerinin pazardaki rekabet gücünü artırmaktadır (Li ve diğerleri, 2017, s.87). Yapay zekâ alanındaki konuşma tanıma veya makine çevirisi, doğal dil işleme, görüntü tanıma, algılama ve sınıflandırma ile bilgisayarla görme gibi bazı önemli yetenekler sayesinde uygulamada kolaylık sağlayabilmektedir (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s.3). Bu doğrultuda üretimde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı işletmelere birçok avantaj sağlamaktadır ki bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (<https://www.konzek.com>);

- Kalite kontrol faaliyetlerini kolaylaştırmakta,
- Tasarım süresini kısaltmakta,
- Malzeme israfını azaltmakta,
- Kestirimci bakım gerçekleştirmekte,
- Üretim hattını geliştirmekte,
- Hızlı bir şekilde ve verilere dayalı kararlar verilebilmekte,
- Üretim süreçleri optimize edilebilmekte,
- Operasyonel maliyetler en aza indirilebilmekte,
- Müşteri hizmetleri iyileştirilebilmekte,
- Ürünlerin daha kaliteli ve düşük maliyetle üretilmesinde etkili olabilmektedir.

2000'li yıllarda gerçekleşen teknolojik gelişmelerle birlikte yapay zekâ teknolojileri hızlı bir gelişme göstermiştir ki; ses tanıma, görüntü işleme ve tarama, veri işleme sayısında ve hızındaki artış, bulut depolama, makine öğrenmesi bu yıllarda yaşanan en büyük teknolojik gelişmelerdendir (Taş & Mert, 2019, s. 66). Yapay zekânın görevlerini ve algoritmalarını; sınıflandırma, bölümlendirme (segmentasyon), anomali tespiti, gürültü arındırma ile veri kalitesi ve miktarı olarak sıralanmaktadır (Assen ve diğerleri, 2020, s.4-6). Yapay zekâ teknolojileri; uzman sistemler, yapay sinir ağları, genetik algoritmalar ve bulanık mantık gibi, geniş bir kullanım alanına sahip olmaktadır (Versace Bhatt, Hinds & Shiffer, 2004, s. 417). Pham ve Pham (1999, s. 937), çalışmalarında bilgi tabanlı sistemler, bulanık mantık, tümevarımsal öğrenme, sinir ağları ve genetik algoritmalar olmak üzere mühendislik problemlerine en uygun beş yapay zekâ tekniğini ele alarak incelemişlerdir.

Hiç şüphe yok ki imalat sektörü, yapay zekâ teknolojisinin uygulanmasında öncülük etmektedir (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 4). Yenilik ve teknoloji ile desteklenen imalat sanayi, pazar gereksinimleri doğrultusunda daha kaliteli ürünler üretmek için daha sofistike üretimi benimseyeceklerdir (Ren & Guo, 2019, s. 131). Üreticiler, planlanmamış arıza sürelerindeki önemli kesintilerden daha iyi tasarlanmış ürünlere kadar, verimliliği, ürün kalitesini ve çalışanların güvenliğini artırmak için yapay zekâ destekli uygulamalar kullanmaktadır (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 4). Kesici ve Yıldız (2016, s. 311), kalite iyileştirme sürecinde *Uzman Sistemler, Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Genel Algoritmalar* olmak üzere dört farklı yapay zekâ tekniği olduğunu ifade etmişlerdir.

*Uzman Sistemler (Expert Systems)*; yapay zekânın bir alt dalı olan, bilgi tabanlı bir karar destek sistemidir (Erkalan, Calp & Şahin, 2012, s.50). Bu sistemlerin geliştirilmesindeki amaç, uzmanların belli bir alandaki bilgi ve deneyimlerinin bilgisayar programlarına aktarılmasıdır (Kazu & Özdemir, 2009, s. 461). Bu yüzden uzman sistemler, uzmanlık seviyesine sahip bir insanın karar verebilme yeteneğini taklit eden bilgi tabanlı bir yapay zekâ uygulaması olarak nitelendirilmektedir (Başoğlu & Bulut, 2017, s. 577). Karmaşık bir sistemde, ancak alanında uzman bir insanın çözebileceği karmaşık problemlerin bilgisayar yazılımları ile çözümlenebilmesine imkân sağlanmakta olup, muhakeme ve karar verme işlemleri modellenmektedir (Erkalan ve diğerleri, 2012, s. 50; Kaya & Engin, 2005, s. 106).

*Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)*; insan beyninin bilgi işleme şekline esinlenerek geliştirilen bir teknik olan yapay sinir ağları, insanın düşünme ve gözlemlenebilir gibi yetenek gerektiren problemleri, matematiksel modellerle kurarak yapay ortamda çözebilmektedir (Başoğlu & Bulut, 2017, s. 577). Yapay

sinir ağları, deneyimlerden öğrenme, benzer durumlar için genellemeler yapma ve geçmişte karşılaşılan kötü sonuçların olduğu durumları değerlendirme gibi nöroloji ile ilgili performans göstermeye çalışan algoritmalar uygulamaktadır (Meireles, Almeida & Simões, 2003, s. 585). Yapay sinir ağları, tam ve doğru olmayan verilerle ilgili kararlar verirken genelleme yapma yeteneğiyle, fonksiyonel tahmin ve sistem modellemekten (fiziksel süreçlerin iyi anlaşılması veya oldukça karmaşık olduğu durumlarda), örüntü tanıma cihazlarına ve güçlü sınıflandırıcılara kadar birçok endüstriyel probleme uygulanmaktadır (Meireles ve diğerleri, 2003, s. 585).

*Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)*; çeşitli nedenlerden dolayı tam olarak modellenemeyen veya kesin bir durum ifade edemeyen problemlerin incelenmesinde ve çözümlenmesinde kullanılabilen bir yaklaşımdır (Aytaç, 2006, s. 46). Bulanık küme teorisine dayanan bulanık mantık, insan mantığında olduğu gibi; uzun-kısa, sıcak-soğuk, hızlı-yavaş, siyah-beyaz yerine çok uzun-uzun-orta-kısa-çok kısa gibi ara değerlere göre çalışmaktadır (Kazu & Özdemir, 2009, s. 461). Sistemlerin ve modellerin tanımlanmasında ve kontrol edilmesinde geniş çapta kullanılan bir sistemdir (Uygunoğlu & Yurtçu, 2006, s. 62).

*Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithm)*; geleneksel yöntemlerle çözümlenebilmesi zor ya da imkânsız olan problemlerin çözümünde kullanılan yapay zekânın bir alt dalıdır (Kazu & Özdemir, 2009, s. 461). Canlı sistemlere benzer bir şekilde öğrenen yazılım programlarıdır (Pirim, 2006, s. 89). Genetik algoritma, Darwin'in evrim kuramında var olan doğada en iyinin yaşaması kuralından esinlenerek oluşturulan, bir veri kümesinden özel bir veriyi bulmak için kullanılan bir arama yöntemidir (Kazu & Özdemir, 2009, s. 461).

İşletmeler, yapay zekâ tekniklerini üretim planlama, kalite planlama, kalite kontrol gibi alanlarda kullanarak verimliliklerini artırmayı ve problemlere en kısa zamanda çözüm üretmeyi amaçlamaktadır ki bu teknikler, birçok problemin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır (Kaya & diğerleri, 2004, s. 87). Örneğin; akıllı cihazların kendi kendini teşhis etmesine, arızaları önceden öngörme özelliklerine sahip olarak kendi kendini geliştirmesine, arızaları ve işletme maliyetlerini azaltmaya, stokları optimize etmeye, bakım faaliyetlerini iyileştirmeye, güvenlik amacıyla yedek stok tutma ihtiyacını azaltmaya ve değiştirme zamanlamasını iyileştirmeye yardımcı olmaktadır (Lee ve diğerleri, 2019, s. 2). İyi bir yapay zekâ tabanlı kalite yönetim sisteminin tasarımı, işletmelerin karar verme desteği ile kalitenin yenilikçi iş uygulamalarını keşfetmelerine ve şiddetli rekabet ortamında avantajlar elde etmelerine de yardımcı olacağı öngörülmektedir (Yang ve diğerleri, 2019, s. 15). Artan rekabet koşullarında işletmeler avantajlı hâle gelebilmek için, kaliteli ürün, düşük maliyet ve müşterilerin istediği zamanda üretmeyi ve satmayı hedeflemektedirler ki bu hedefe ulaşabilmeleri için kalite ve süreç iyileştirmelerine yönelik faaliyetlere önem vermeleri gerekmektedir (Kesici & Yıldız, 2016, s. 307-308).

Üretimde yapay zekâ kullanımı, kalite kontrol faaliyetlerini kolaylaştırma, ürünlerin tasarım süresini kısaltma ve malzeme israfını azaltma, kestirimci bakım gerçekleştirme gibi çok geniş imkânlar sağlamaktadır (Buchmeister vd., 2019, s. 6-9; <https://www.konzek.com>). Bu doğrultuda üretimde yapay zekânın başlıca kullanım alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Buchmeister vd., 2019, s. 6-9; <https://www.konzek.com>);

- Kalite 4.0
- Kestirimci Bakım
- Anomali Tespiti
- Ekipman Yönetimi
- Proses Optimizasyonu

### 2.1. Kalite 4.0 (Quality 4.0)

Kalite 4.0, Endüstri 4.0 gibi yapay zekâ, makine öğrenmesi, büyük veri, bulut bilişim, artırılmış gerçeklik gibi teknolojiden yararlanarak kalite çalışmalarını yeniden şekillendirmektedir (Gümüšoğlu, 2018, s. 551). Yeni teknolojilerin entegrasyonu, işletmelerin kalite yönetimi sistemini yenilemelerini gerekli kılmaktadır ki bu durum üreticilerin "Kalite 4.0" konseptine geçmesini gerektirmektedir (Pipiy ve diğerleri, 2021, s. 1032). Kalite 4.0, işletmelerin üretimde kalite ve kalite kontrole yönelik yapmış olduğu faaliyet süreçlerine yapay zekânın entegre edilerek Endüstri 4.0 tekniklerini kalite yönetimine uygulayan yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Bolatan, 2020, s. 441). Başka bir ifadeyle Kalite 4.0, Toplam Kalite Yönetimi'nin dijitalleştirilmesini ve bunun kalite teknolojisi, süreçleri ve insanlar üzerindeki etkisini ifade etmektedir (Chiarini, 2020, s. 607). Öyle ki Kalite 4.0 bir teknoloji değil, teknoloji kullanıcıları için değeri maksimize etmek amacıyla kullanılan bir süreç olarak nitelendirilmektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s. 3).

Üretimde yapay zekâ kullanımı ile olası üretim hataları, ekipman arızaları ve girdilerdeki (ham madde) beklenmedik değişiklikler önceden tahmin edilebilmekte ve gerekli birtakım önlemler alınarak üretim süreçleri optimize edilebilmektedir ki böylelikle üretimde yeni nesil yapay zekâyı dayalı kalite yöntemleri oluşmaktadır (<https://www.konzek.com>). Bu doğrultuda Kalite 4.0 ile, kaliteyle ilgili sorunların çözümüne yönelik modern

yöntem ve modellerin kullanılması, müşteri ihtiyaçlarıyla ürün özellikleri arasındaki boşluğun giderilmesi sağlanabilmektedir (Pipiay ve diğerleri, 2021, s. 1033). Souza ve arkadaşları (2021) çalışmalarında, Endüstri 4.0'da kalite yönetimini uyarılmanın bir yolu olarak yeni "Toplam Kalite Yönetimi 4.0" kavramını keşfetmek amacıyla, endüstrilerin Kalite 4.0 çerçevesinde kalite yönetimini yeniden şekillendirerek, Endüstri 4.0'a uygun bir biçimde hareket etmelerini sağlayacak bu yeni aşamaya yönlendirmeyi amaçlamışlardır.

## 2.2. Kestirimci Bakım (Predictive Maintenance)

Geçmişte tamamı insanlar tarafından kontrol edilen kalite yönetimi ve önleyici bakım yöntemleri, yapay zekâ ve büyük veri gibi çeşitli bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile kestirimci bakıma dönüşmektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s. 1). Kestirimci bakım, arızalanma veya durma gibi üretimin aksamasına neden olabilecek durumlar gerçekleşmeden önce yapay zekâ teknolojilerinin yardımıyla tespiti anlamına gelmektedir (<https://www.konzek.com>). Lee ve arkadaşları (2019, s. 1) çalışmalarında kestirimci bakımın, büyük veri analitiği, akıllı sensörler, yapay zekâ gibi teknolojilerden yararlanılarak çeşitli endüstrilerde uygulanabileceğini ifade etmiştir. Bu nedenle kestirimci bakım, olası kayıpları en aza indirmek ve ani durmalardan kaçınarak esneklik sağlamak için, gelecekte akıllı tesisler inşa eden işletmeler için önemli bir stratejik işletim yöntemi olarak tanımlanabilmektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s. 2).

Kestirimci bakımda, ekipmanların çalışma durumunun takibi yapılarak, ekipman arızasının ne zaman ortaya çıkabileceği tahmin edilmekte olup, üretimde sıfır hata kapsamında arıza süresini ve bakım maliyetlerini azaltmak amaçlanmaktadır (Gürsoy, Çolak, Gökçe, Akkulak & Ötleş, 2019, s. 60). Böylelikle maliyet, zaman ve verimlilik bakımından üretim kayıplarının minimize edilmesi sağlanmaktadır (<https://www.konzek.com>). O halde kestirimci bakımın iki amacı söz konusu olup; birincisi ekipmanların çıkarması muhtemel arızayı tespit etmek, ikincisi ise oluşan arızanın büyümesini engellemek için önceden müdahale etmektir (Gürsoy ve diğerleri, 2019, s. 60). Kalite yönetiminde, "kestirimci" bakım kavramı, "önleyici" bakımdan farklı olup, önleyici bakım, gelecekte ortaya çıkabilecek sorunları tanımlamaya ve önlemeye odaklanırken, kestirimci bakım, bir ürünün parçalarının tam olarak ne zaman sorunlara neden olabileceğini belirleyerek, tam olarak doğru zamanda değiştirme veya onarım sağlayarak maliyet düşürmeye ve arızaların oluşumunu önlemeye odaklanmaktadır (Lee ve diğerleri, 2019, s. 3).

Duruma dayalı bakım olarak da bilinen kestirimci bakım, günümüzde gelişmiş dijital teknolojiler sayesinde mümkün olmaktadır (Lee ve diğerleri, 2019, s. 2). Kestirimci bakımın periyodik bakımdan ayrıldığı temel nokta, bakımın zaman bazlı değil durum bazlı olmasıdır (Gürsoy ve diğerleri, 2019, s. 60). Özellikle önde gelen teknoloji şirketleri son zamanlarda kalite kontrol faaliyetlerinde kestirimci bakım sistemleri geliştirmekte ve uygulamaya koymaktadır (Lee ve diğerleri, 2019, s. 2). Örneğin Türkiye'de faaliyet gösteren Konzek Teknoloji A.Ş. (2021), üretim hattındaki ani duraksamaların, makine arızaları ve üretim süresinde oluşan gecikmelerin, üretim ekibinin öngöremediği ani değişikliklerin, yapay zekâ destekli yazılımlar sayesinde kolaylıkla tespit edilerek, yapay zekâya dayalı sistem tarafından oluşturulan raporlar sayesinde önceden müdahale edilebileceğini ifade etmektedir.

## 2.3. Anomali Tespiti (Anomaly Detection)

Günümüzde anomali tespit tekniği, ürün kalite denetimi alanında oldukça gelişmiş bir teknik olup, yaygın olarak uygulanmaktadır (Zhang, Peng, Liu & Zhang, 2019, s. 1). Anomali tespiti, bir veri kümesinin normal davranışından sapan veri noktalarının, olayların ve gözlemlerin tanımlanmasıdır (<https://www.konzek.com>). Böylelikle anomali tespiti, üretim sürecindeki hataların veya anormalliklerin tespit edilmesinde kullanılabilir (Şahan, 2020, s.35). Ayrıca yüksek boyutlarda ve oldukça dengesiz dağılıma sahip ürün verilerinin bazı zorluklara yol açtığı ürün kalite denetimi sürecinde önemli bir rol oynamaktadır (Zhang ve diğerleri, 2019, s. 1).

Anomali tespiti için çalışma yapılan sistemlerde, bakım sıklığını en düşük seviyeye çekebilmek için kestirimci bakım çalışmaları yapılabilmekte ve üretim kaynaklarının verimli kullanılması kapsamında uygulanan çalışmalarda önemli ölçüde maliyet avantajı sağlanabilmektedir (Bayraktar & Gökçen, 2020, s. 90). Teknik bir aksaklık, makine arızaları, tüketici davranışlarındaki değişiklik gibi potansiyel fırsatları gösteren anomali tespit tekniği, ürün kalitesinin artırılması, kestirimci bakım ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi gibi pek çok farklı alanda kullanılabilir (<https://www.konzek.com>). Bayraktar ve Gökçen (2020), anomali tespiti konusunda en çok destek alınan alanlardan bir tanesinin de yapay zekâ teknolojilerinden olan makine öğrenmesi algoritmaları olduğunu ifade etmiştir.

## 2.4. Ekipman Yönetimi

Üretim sürecinin sürekliliğinin sağlanması için en büyük etkenlerden biri de ekipmanların sürekli kullanılabilir durumda olmasıdır. Öyle ki ekipmanların bakımları yapılmadığı sürece üretimde verimsizlik söz konusu olur ve bu verimsizlik işletme giderlerinde önemli ölçüde artış yaratabilmektedir (<https://www.konzek.com>). Bu noktada kestirimci bakım önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü yapay zekâ destekli üretim işletmelerinde, makine öğrenmesi ve yapay sinir ağlarıyla gelişmiş yapay zekâ teknikleri kullanılarak, makine ve ekipmanların arıza yapma ihtimaline yönelik öngörülerde bulunulması sağlanmaktadır (<https://www.konzek.com>). Kestirimci bakım, tüm üretim tesislerinin, ekipmanların ve ürünlerin durumunu nesnelere interneti aracılığıyla gerçek zamanlı olarak izlemekte; sinyal işleme, yapay zekâ teknikleri ve veri analizi yoluyla kalan faydalı ömrü tahmin etmekte ve optimum bakım döngüsünü ve kapsamını belirlemektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s. 4). Öyle ki kestirimci bakım, ekipmanların kalan kullanım ömürlerinin uzamasına katkı sağlarken, üretimdeki plansız durmaların da önüne geçmektedir (<https://www.konzek.com>). Ayrıca bakımın zorunlu olarak yapıldığı durumlarda ise bakım teknisyenleri, yapay zekâyı dayalı sistemlerin öngörüsü doğrultusunda önceden haberdar edilerek bilgilendirilmekte ve böylelikle devre dışı kalacak ekipman yerine bir başka ekipman planlanarak üretim sürecinin sürekliliği sağlanmaktadır (<https://www.konzek.com>).

### 2.5. Proses Optimizasyonu

Üretimde proseslerin optimizasyonunun sağlanması kârlılık, zaman, verimlilikte artış gibi nedenlerden dolayı önemli olmaktadır (<https://www.konzek.com>). Üretim süreçlerinin optimizasyonu sıfır hata gerektirmektedir ki bunun için kalite kontrol gerekli olmaktadır (Lee ve diğerleri, 2019, s. 2). Yapay zekâ teknolojileri, üretimde proseslerin optimizasyonunu kontrol altına almak ve prosesleri iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Öyle ki optimize edilmemiş prosesler işletmeler için aşırı durumlara, proses kitlenmelerine, ürün kalitesinin düşmesine ve operatör yükünün artmasına neden olmaktadır (<https://www.konzek.com>). Üretim sürecinde sıfır hata faaliyetleri kapsamında kalite kontrol faaliyetlerinde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımının üretim proseslerinde verimliliği sağladığı öngörülmektedir (Kesici & Yıldız, 2016, s. 307-310). Bu kapsamda yapay zekâ teknolojilerinin proses optimizasyonuna faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (<https://www.konzek.com>):

- Sistemin düzenli takibini sağlamakta
- Gözlem, tespit gibi maliyet kalemlerinin azaltılmasına yardımcı olmakta
- Yönetimde gerçek zamanlı kararları hızlandırmakta
- Sürdürülebilir bir endüstriyel üretim sağlamakta
- Darboğazları tespit ederek, çözüm geliştirilmesini sağlamakta
- Müşteri memnuniyetinin artırılmasına yardımcı olmaktadır.

### 3. Yapay Zekâ Teknolojileri ve Kalite Maliyetleri

Gelişmiş dijital teknolojilerin ortaya çıkışı, işletmelerin *Kalite Yönetimi* kavramını yenilemelerini mümkün kılmaktadır (Lee ve diğerleri, 2019, s. 1). Günümüzde artık kalite ve iyileştirme sürecinde istatistiksel yöntemlerden ziyade yapay zekâ teknolojilerine dayalı sistemler kullanılabilir (Kesici & Yıldız, 2016, s. 308). Zira kalite, ürün kalite problemlerine neden olabilen muhtemel üretim hatalarını bildirmek için yapay zekâ algoritmaları kullanımını kapsamaktadır (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 8). Öyle ki kaliteyi yönetmek için gelişmiş yapay zekâ destekli dijital teknolojilerle donatılmış etkin bir sistem geliştirilebilmektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s. 1). Yapay zekâ tabanlı kalite yönetim sistemleri, kalite yönetimi ve kontrol fonksiyonlarının standardizasyonunu ve verimliliğini artırmak için tasarlanıp uygulanabilmektedir (Yang ve diğerleri, 2019, s. 15).

Endüstri 4.0 çağında kalite yönetimi, farklı müşteri beklentileri ile yoğun iş ortamı nedeniyle büyük ilgi görmektedir (Yang ve diğerleri, 2019, s. 15). Artan rekabetle birlikte işletmeler, minimum maliyetle daha çok fayda sağlamak için kaliteye yönelmektedirler (Kaya ve diğerleri, 2004, s. 87). Yapay zekânın durmaksızın gelişmesi ve makineleşme derecesinin sürekli iyileştirilmesi ile birlikte üretim işletmelerinin önemli bir karar verme departmanı olarak muhasebenin de bu gelişim trendine uyum sağlamak için uygun maliyet muhasebesi yöntemlerini uygulaması gerekmektedir (Ren & Guo, 2019, s. 131). Bu doğrultuda *Kalite Maliyetleri Yönetimi* önem arz etmektedir. Zira kalite maliyetleri, kalite geliştirmeye yönelik faaliyetler için kaynak ayırmada, yatırım kararlarını değerlendirmede ve en uygun kalite düzeyini belirlemede bir rehber görevindedir (Tanış, 2005, s. 55). Öyle ki yapılan araştırmalar, kalite maliyetlerini kalite yönetim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası olarak ele almıştır (Demircioğlu, 2016, s. 17). Bu bağlamda söz konusu bu yöntemin avantajlarını ve üretim işletmelerindeki dönüşümü teşvik etmedeki rollerini incelemek önemli olmaktadır (Ren & Guo, 2019, s. 131).

Kalitenin sağlanması ve üretimdeki kusurların önlenmesine yönelik faaliyetler, beraberinde maliyetleri de getirdiğinden söz konusu bu maliyetlerin bilinmesi, takip edilmesi ve doğru bir şekilde ölçülmesi gerekmektedir (Tanış, 2005, s. 54). Yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesi ve üretimde yapay zekânın kullanımı ile kalite kontrol faaliyetlerinden kaynaklı maliyetlerin azalması sağlanabilmektedir (Kesici & Yıldız, 2016, s. 308). Kalite maliyetleri, uygunsuzlukların (kusurların) önlenmesi ve ortadan kaldırılması için maliyetlerin etkinliğini göstermektedir (Pipiay ve diğerleri, 2021, s. 1034). Zira yapay zekâ tabanlı kalite yönetim bilgi sistemi oluşturularak kalite maliyetlerinin yönetimi sağlanabilmektedir öyle ki kalite maliyetleri yönetimi, ürünlerdeki bozulma ve numune alma maliyetini azaltmak için kaliteye yönelik ekonomik bir çerçeve sunmaktadır (Yang ve diğerleri, 2019, s. 19).

Kalite maliyetlerinde, bilinen en yaygın kalite maliyet modeli Feigenbaum'un PAF Modeli olup, kalite maliyetleri bu modelde önleme, değerlendirme, iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri olmak üzere dört başlık altında sınıflandırılmaktadır (Demircioğlu, 2016, s. 19). Önleme ve değerlendirme maliyetleri kaliteli olmanın gerektirdiği maliyetler iken, iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri kalitesizliğin neden olduğu maliyetlerdir (Ever, 2019, s. 24). İşletmeler bu modeldeki dört ayrı sınıflandırma ile, çeşitli maliyet unsurlarını tanımlamak için işletme prosedürlerini, muhasebe sistemlerini ve aylık departman raporlarını inceleyebileceklerdir (Sharma, Kumar & Kumar 2007, s. 3384). PAF modelinin iki temel varsayımı olarak önleme ve değerlendirme faaliyetlerine yapılan yatırım başarısızlık maliyetlerini azaltabilmekte ve önleme faaliyetlerine daha fazla yatırım yapılması, uzun vadede değerlendirme maliyetlerini de düşürebilmektedir (Kefe & Tanış, 2014, s. 49; Schifffauerova & Thomson, 2006, s. 649). Önleme faaliyetlerine yapılan yatırımlar, iç ve dış başarısızlık maliyetlerinde azalmayı sağlamakta olup, bu sayede toplam kalite maliyetlerinin azaltılması mümkün olabilmektedir (Demircioğlu & Küçüksavaş, 2009, s. 63). Ayrıca kalitenin artması ve dış başarısızlık maliyetlerindeki azalmalar müşterilerin işletmeye olan güvenini ve işletmelerin prestijini artırmak suretiyle, işletmelerin satışlarının ve dolayısıyla kârlılıklarının artmasını sağlayabilecektir (Demircioğlu & Küçüksavaş, 2009, s. 63). Öyle ki yapılan araştırmalar, kalitesizlikten kaynaklı maliyetlerin, kaliteyi sağlamak amacıyla katlanılan maliyetlerden çok daha fazla olduğunu ve aslında kaliteyi artırabilmenin toplam kalite maliyetlerinde azalmaya neden olabileceğini ortaya koymaktadır (Tanış, 2005, s. 52).

Yapay zekâ teknolojilerinin, algılama ve tanımlama, analiz ve tahmin, karar verme yeteneği sayesinde içinde bulunulan dijital çağda kalite yönetim sistemlerinin gereksinimleri analiz edilerek daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılması sağlanabilmektedir (Yang ve diğerleri, 2019, s. 15; Chiarini, 2020, s. 603). Örneğin, görüntü tanıma, görüntü algılama ve işleme sayesinde yapay görme sistemleri, dikkat çekici ölçüde küçük hacimli örnek görüntüler üzerinde eğitilmiş bir makine öğrenmesi algoritması kullanarak, insan görüşünün çok ötesindeki çözünürlüklerde ürünlerdeki mikroskobik kusurlar bulunabilmektedir (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 8). Kaliteye yönelik faaliyetlerin iyileştirilerek, hataların erken tespiti ve bu hataların nedenlerinin erken ortadan kaldırılması sayesinde minimum kalite maliyeti sağlanabilmektedir (Sader, Husti & Daroczi, 2019, s. 124). Ayrıca desen tanıma, tahmin, sınıflandırma gibi yetenekleri sayesinde birçok kalite kontrol faaliyetleriyle ilgili problemlerin çözümünde kullanılmaktadır ki böylelikle kalite kontrolden kaynaklı maliyetler ve muayene süreleri minimize edilebilmektedir (Kaya ve diğerleri, 2005, s. 92). Örneğin kalite kontrol faaliyetleriyle ilgili problemlerin çözümünde, yapay zekâ tekniklerinden olan yapay sinir ağlarıyla kalite maliyetlerini sembolize eden bir sistem geliştirilebilmektedir (Kaya & Engin, 2005, s. 105). Kesici ve Yıldız (2016), süreçlerde sıfır hata çalışmaları kapsamında kalite kontrol faaliyetlerinde yapay zekâ kullanımının etkin problem çözme çalışmalarının yanında, süreçlerdeki kontrol mekanizmalarına önemli destekler sağladığını belirtmişler ve bu doğrultuda bir otomotiv yan sanayisindeki üretim sürecinde kalite kontrol faaliyetlerinin yapay zekâ destekli yazılımların kullanıldığı bir makine tarafından yapılmasına yönelik deneysel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada üretim süreçlerinde kalite faaliyetleriyle ilgili problemlerin oluşmasını önleyici bir yapay zekâ çalışmasına yer verilmiş, yapay zekâ çalışması sonucunda, operatör yerine yapay zekâ destekli bilgisayar yazılımına sahip cihazın kullanılarak kontrol yapılabildiği ve kontrolü yapılan uygun olmayan ürünlerin tespit edilerek, ayırabildiği görülmüştür. Özetle müşteri memnuniyetsizliğine yol açan problemler üretim tesisinde tespit edilmiş ve müşteriye sevk edilmesi engellenmiş olup, dış başarısızlık maliyetleri oluşumu önlenmiştir denilebilir.

Akıllı üretim sistemleri sayesinde, makine, ekipman ve sistemlerin kalan faydalı ömrü tahmin edilebilmektedir ki bu da operatörlerin erişmesi zor alanlardaki kazalara veya arızalara daha hızlı yanıt verilmesini sağlayarak arızalardan kaynaklanan aksama sürelerini önleyebilmektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s. 4). Bu durum bakım maliyetlerini düşürerek, dönem boyunca arıza süresinden kaynaklanan kayıpların fırsat maliyetini azaltabilmektedir (Lee ve diğerleri, 2019, s. 4). Üretim hattı, makine ve ekipmanların periyodik



bakımları, işletmeler için önemli bir maliyet unsuru olup, bu noktada kestirimci bakım, üreticiler için etkili bir çözüm olabilmektedir (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 8). Öyle ki kestirimci bakım, varlık arızasıyla ilgili tahminleri formüle etmek için makine öğrenmesi ve yapay sinir ağları biçiminde gelişmiş yapay zekâ algoritmaları kullanarak, optimum üretim performansını garanti ederken, işgücü maliyetleri de dâhil olmak üzere işletmelerde zaman ve kaynak tasarrufu sağlamaktadır (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 8-9). Bu durum, üretimde kullanılan makinelerin ve ekipmanların kalan faydalı ömrünü uzatmasının yanı sıra maliyetlerde ciddi düşüşler sağlamaktadır (Buchmeister ve diğerleri, 2019, s. 8). Lee ve arkadaşları (2019) kestirimci bakımla ilgili yaptıkları örnek olay çalışmasında, Kanada'daki bir yarı iletken paketleme işletmesinde, kestirimci bakım sayesinde arıza modellerinin %97'sinin otomatik olarak belirlenebildiğini, bu sayede her yıl oluşan çok büyük tutarlardaki hurda maliyetinin ortadan kaldırıldığını ve ayrıca işletmenin üretim hattında oluşan nemin kontrol edilerek ürün kalitesinin iyileştirilebileceğini ve % 160 oranında yatırım getirisi sağlanacağını ortaya koymuşlardır.

Toplam kalite yönetimi (TKY), kalite yoluyla mükemmelliğe ulaşmayı hedefleyen bir yönetim yaklaşımı sunmakta ve kalite maliyetleri, işletmelerde toplam kalite yönetimi felsefesinin oluşturulmasında fayda sağlayan bir araç olup, işletmeler günümüzde toplam kalite yönetimine odaklanarak maliyetlerde tasarruf sağlayabilmektedir (Souza ve diğerleri, 2021, s. 1; Demircioğlu, 2016, s. 17). Souza ve arkadaşları (2021), Endüstri 4.0'da kalite yönetimini uyarılmanın bir yolu olarak yeni bir kavram olan *Toplam Kalite Yönetimi 4.0* (TKY 4.0) kavramını keşfetmeyi amaçlayan çalışmalarında, TKY'nin teknolojik değişime nasıl uyum sağlayabileceğini ve mevcut teknolojilerle çalışanların katılımı yoluyla işletmeleri Endüstri 4.0'a nasıl yönlendirebileceğini göstermeye çalışmışlardır. Yeni teknolojilerin entegrasyonu, işletmelerin "Kalite 4.0" kavramına önem vermesini gerektirmektedir ki "Kalite 4.0" çerçevesinde, kalite ile ilgili sorunların çözümüne yönelik modern yöntem ve modellerin kullanılması, müşteri ihtiyaçları ile ürün özellikleri arasındaki boşluğun giderilmesini sağlamaktadır (Pipiay ve diğerleri, 2021, s. 1032-1033). Kalite 4.0 ile başlangıç maliyeti, teknoloji, otomasyon, eğitim vb. yatırımlar açısından yüksek olacaktır ancak uzun vadede iç ve dış başarısızlık maliyetlerini azaltacağı öngörülmektedir (Sony ve diğerleri, 2021, s. 9). Geleneksel kalite yönetiminde veri toplama, veri doğrulama, analiz dokümantasyonu, kalite denetimleri, muayeneler vb. zaman alan süreçlerken, Kalite 4.0'da bu işlemler akıllı algoritmalar aracılığıyla yapılabilmekte ve uzun vadede hem maliyet hem zaman tasarrufu sağlanabilmektedir (Sony ve diğerleri, 2021, s. 9).

Pipiay ve arkadaşları (2021) çalışmalarında, üreticilerin "Kalite 4.0" kavramına önem vermesi gerektiğini ileri sürerek, "Kalite 4.0" çerçevesinde ürün kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesinde kalite maliyetlerinin öneminden bahsetmişlerdir. Chiarini (2020), yapay zekâ teknolojilerinin kalite yönetim sisteminin gereksinimlerini analiz eden çalışmalarında, Kalite 4.0 tanımına, bu kavramın hangi konularla ilgili olduğuna ve literatürdeki bu konuyla ilgili eksiklikleri tartışarak, Kalite 4.0 kapsamında, Kalite Yönetimi ve TKY arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. Ünver ve Altınok (2020), çalışmalarında medikal sektörde faaliyet gösteren bir işletmede yapay zekâya dayalı makinenin işletmedeki hataların giderilmesinde % 78 oranında fayda sağladığını ortaya koymuşlardır. Lee, Lee ve Kim (2019), kestirimci bakımla ilgili gerçekleştirdikleri örnek olay çalışmasıyla Hyundai Motorun gürültüye dayalı araç arızalarını teşhis etmek için yapay zekâ kullanan bir Yapay Zekâ Araç Teşhis Sisteminin, derin öğrenme yoluyla kendi başına karmaşık bir süreci yürütebildiğini deneylerle kanıtlanmışlardır (Örneğin bir deneyde, 10 gürültü analizi uzmanının doğruluğu %8,6 iken, yapay zekânın doğruluğu % 87,6 olarak tespit edilmiştir). Yang ve arkadaşları (2019) çalışmalarında yapay zekâ teknolojisinin; algılama ve tanıma, analiz ve tahmin, karar verme yeteneği ile birlikte geleneksel kalite yönetim sisteminin gerekliliklerini analiz ederek kalite yönetim sistemi ile yapay zekâ teknolojisi arasındaki ilişkiyi kurmaya çalışmışlar ve yapay zekâya dayalı kalite yönetim sisteminin, kaliteyle ilgili birçok problemin çözülmesine katkı sağlayacağını öne sürmüşlerdir. Özcan, Erçil, Güvenoğlu, Sümen ve Özen (2015), çalışmalarında kalite maliyetlerini PAF Modeli çerçevesinde önleme, değerlendirme, iç ve dış başarısızlık maliyetleri şeklinde ele alarak, ürünlerin kalite kontrol işlemleri için büyük bir kolaylık sağlayan yapay görme sistemlerinin kullanılmasının kalitesizlik maliyetlerinde sağlanabilecek maliyet tasarruflarını tespit etmişlerdir.

## SONUÇ

Günümüzde işletmelerin rekabet gücünü artırmak üzere yapay zekâ teknolojileri önem arz etmektedir zira işletmelerin kalite kontrol faaliyetlerinde, sıfır hata kapsamında üretimde verimliliğin sağlanması amacıyla yapay zekâ teknolojilerine yatırım yapmaları çok önemli olmaktadır. Üretimde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımının kalite yönetim sürecinin iyileştirilmesi, kalite kontrol faaliyetlerinin kolaylaştırılması, üretim sürecinde verimliliğin sağlanması, rekabet gücünün artırılması ve sürdürülebilir kalkınma sağlanması gibi pek çok

avantajı bulunmaktadır. Ayrıca işletmeler için önemli bir performans göstergesi olabilmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, kalite kontrol faaliyetlerine ilişkin ciddi faydalar sağlandığı ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda üretimde yapay zekâ teknolojileri kullanımının kalite kontrol faaliyetlerinde yarattığı maliyet avantajları bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Öyle ki üretimde yapay zekâ kullanımı, kalite kontrol faaliyetleri ve kalite yönetim sistemlerinin kurulması açısından oldukça önemli olup, kaliteyi sağlamak üzere kalitesizliğin önlenmesine yönelik yapılan faaliyetler, başarısızlık maliyetlerinde azalmaya sebep olmaktadır. İşletmelerde hem yapılan yatırımın getirisini hesaplama hem de yapılan faaliyetlerin verimliliğinin ölçümü için kalite maliyetleri önemli bir yönetim aracıdır. Zira kalite maliyetleri, işletmelerde kalitenin sağlanmasına yönelik yapılan önleyici faaliyetlerden kaynaklanan maliyetlerin, başarısızlık maliyetlerini ne ölçüde azalttığını ortaya koyma konusunda bir yönetim aracı olmaktadır. Kalite maliyetlerinin ölçümü ile kaliteye yönelik yapılan faaliyetlerin ayrıntılı bir haritası çıkarılmakta, bu sayede işletme yöneticileri, kalite yönelik yapılan katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetleri tespit edebilmekte ve takip edebilmektedirler. Böylelikle hangi faaliyetlerin gereksiz olduğu veya hangi faaliyetlere daha çok önem verilmesi gerektiği daha kolay anlaşılabilir. Ayrıca tespit edilen bu faaliyetlerin maliyetlerinde azaltma yoluna gitmeye yönelik çalışmalar yapılabilecektir ki bunun işletme kârlılığına olumlu etkisi olabilecektir. Üretimde yapay zekâ kullanımı maliyetlerin yapısını değiştirmektedir zira yapay zekâ teknolojilerine yapılan yatırımlarla birlikte sabit maliyetler de artabilmektedir. Bu kapsamda üretim maliyetlerinin doğru bir şekilde tespiti önemli olmaktadır ki çağdaş yönetim muhasebesi tekniklerinden hedef maliyet sistemi, faaliyete dayalı maliyet sistemi, yaşam boyu maliyetleme gibi yöntemler kullanılabilir.

#### KAYNAKLAR

- Assen, M., Banerjee, I., & De Cecco, CN (2020). Beyond the artificial intelligence hype: what lies behind the algorithms and what we can achieve. *Journal of thoracic imaging, 35*, 3-10. DOI:10.1097/RTI.0000000000000485
- Aylak, BL, Oral O., & Yazıcı, K. (2021). Yapay zekâ ve makine öğrenmesi tekniklerinin lojistik sektöründe kullanımı. *El-Cezri Fen ve Mühendislik Dergisi, 8*(1), S.74-93. DOI:10.31202/ecjse.776314
- Aytaç, E. (2006). *Kalite kontrolde bulanık mantık yaklaşımı ve bir uygulama* [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. DOI:10.17341/gazimmfd.322184
- Başoğlu, B., & Bulut, M. (2017). Kısa dönem elektrik talep tahminleri için yapay sinir ağları ve uzman sistemler tabanlı hibrit sistem geliştirilmesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32*(2), 575-583. DOI: 10.33461/uybisbbd.790369
- Bayraktar, C., & Gökçen, H. (2020). Yüksek raflı depolama sistemlerinin enerji optimizasyonunda anomali tespiti için sınıflama algoritmalarının karşılaştırılması, *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 4*(2), 89-109. DOI: 10.33461/uybisbbd.790369
- Bolatan, GİS (2019). Kalite 4.0. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21*, 437-454.
- Brynjolfsson, E., & Andrew, M. (2017). Artificial intelligence, for real. *Harvard Business Review*. <https://starlab-alliance.com/wp-content/uploads/2017/09/AI-Article.pdf> Erişim: 19.05.2021.
- Buchmeister, B., Palcic, I., & Ojstersek, R. (2019). Artificial intelligence in manufacturing companies and broader: an overview. *Chapter 07 in DAAAM International Scientific Book*, 081-098. DOI:10.2507/daaam.scibook.2019.07
- Chiarini, A. (2020). Industry 4.0, quality management and TQM world. A systematic literature review and a proposed agenda for further research. *The TQM Journal. 32*(4), 603-616. DOI: 10.1108/TQM-04-2020-0082
- Demircioğlu, EN (2016). Yönetim Muhasebesinde Çağdaş Yaklaşımlar. Karahan.

- Demircioğlu, EN, & Küçüksavaş, N. (2009). Kalite maliyetleri. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13(81), 32-67.
- Du-Harpur, X., Watt, FM, Luscombe, NM, & Lynch, MD (2020). What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *British Journal of Dermatology*, 183(3), 423-430. DOI:10.1111/bjd.18880
- Erkalan, M., Calp, MH & Şahin, İ. (2012). Çoklu zekâ kuramından yararlanılarak meslek seçiminde kullanılacak bir uzman sistem tasarımı ve gerçekleştirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 5(2), 49-55.
- Ever, D. (2019). Karlılık üzerine etkileri açısından kalite maliyetlerinin incelenmesi ve demir çelik işletmesinde bir uygulama [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi].
- Gacar, A. (2019). Yapay zekâ ve yapay zekânın muhasebe mesleğine olan etkileri: Türkiye'ye yönelik fırsat ve tehditler. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 389-394.
- Gökten PO (2018). Karanlıkta üretim: Yeni çağda maliyetin kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 880-897. DOI: 10.31460/mbdd.460897.
- Gümüšoğlu, Ş. (2018). Bilimsel yaklaşımlarla değişim, dönüşüm ve kalite 4.0. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(2), 543-568. DOI: 10.24988/deuiibf.2018332773
- Gür, YE, Ayden, C., & Yücel, A. (2019). Yapay zekâ alanındaki gelişmelerin insan kaynakları yönetimine etkisi. *Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(2), 137-158.
- Gürsoy, MÜ, Çolak, UC, Gökçe, MH, Akkulak, C., & Ötleş, S. (2019). Endüstri için kestirimci bakım. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 3(1), 56-66.
- Hackernoon, (2018, Mayıs). Artificial Intelligence (AI): today and tomorrow, hackernoon.com, <https://hackernoon.com/artificial-intelligence-ai-today-and-tomorrow-6e65bad829c4>, Erişim tarihi:19.05.2021
- IFS, (2020, Nisan). Yapay Zekânın Üretim Endüstrisine Etkileri. <https://www.ifs.com/tr/news-and-events/newsroom/2020/04/07/yapay-zekânin-uretim-endustrilerine-etkileri/> Erişim tarihi:19.05.2021
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 1-11.
- Kaya, İ., & Engin, O. (2005). Kalite iyileştirme sürecinde yapay zekâ tekniklerinin kullanımı, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 103-114.
- Kaya, İ., Gözen, Ş., & Engin, O. (2004). Kalite kontrol problemlerinin çözümünde uzman sistemlerin kullanımı. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1 (4), 87-101.
- Kaya, İ., Oktay, S., & Engin, O. (2005). Kalite kontrol problemlerinin çözümünde yapay sinir ağlarının kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 21(1), 92-107.
- Kazu, İY, & Özdemir, O. (2009). Öğrencilerin bireysel özelliklerinin yapay zekâ ile belirlenmesi (Bulanık mantık örneği). *Akademik Bilişim*, 11-13.
- Kefe, İ., & Tanış, VN (2014). Kalite Maliyetleri ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *MÖDAV Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*. 16 (1). 45-62.
- Kescici, B., & Yıldız, MS (2016). Kalite kontrol faaliyetlerinde yapay zekâ kullanımı ve bir otomotiv yan sanayisinde uygulanması. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12), 307-323.

- Kim, KJ, & Han, I. (2003). Application of a hybrid genetic algorithm and neural network approach in activity-based costing. *Expert Systems with Applications*, 24(1), 73-77.
- Konzek Teknoloji, A.Ş. (2021), Üretimde Yapay zekâ 2021, Ocak, *Konzek Teknoloji, A.Ş.* <https://www.konzek.com/blog/uretimde-yapay-zekâ>, Erişim: 25.03.2021.
- Lee, SM, Lee, D., & Kim, YS (2019). The quality management ecosystem for predictive maintenance in the Industry 4.0 era. *International Journal of Quality Innovation*, 5(1), 1-11.
- Li, BH, Hou, BC, Yu, WT, Lu, XB, & Yang, CW (2017). Applications of artificial intelligence in intelligent manufacturing: a review. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 18(1), 86-96.
- McCarthy, J. (2004). What is Artificial Intelligence. Erişim: [https://homes.di.unimi.it/borghese/Teaching/AdvancedIntelligentSystems/Old/IntelligentSystems\\_2008\\_2009/Old/IntelligentSystems\\_2005\\_2006/Documents/Symbolic/04\\_McCarthy\\_whatissai.pdf](https://homes.di.unimi.it/borghese/Teaching/AdvancedIntelligentSystems/Old/IntelligentSystems_2008_2009/Old/IntelligentSystems_2005_2006/Documents/Symbolic/04_McCarthy_whatissai.pdf), Erişim: 19.03.2021.
- McCarthy, J., Minsky, ML, Rochester, N., & Shannon, CE (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine*, 27(4), 12-14.
- Meireles, MR, Almeida, PE, & Simões, MG (2003). A comprehensive review for industrial applicability of artificial neural networks. *IEEE transactions on industrial electronics*, 50(3), 585-601.
- Nabiyev, VV (2012). *Yapay zekâ: insan- bilgisayar etkileşimi* (Gözden geçirilmiş ve genişletilmiş 4. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Nilsson, NJ (2009). *The quest for artificial intelligence*. Cambridge University Press. <https://books.google.com.tr/> Erişim: 21.05.2021
- Ongsulee, P. (2017, November). Artificial intelligence, machine learning and deep learning. In *2017 15th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 1-6.
- Özcan, A., Erçil, A., Güvenoğlu, E., Sümen, HH, & Özen, S. (2015, Ekim). Kalite kontrol uygulamalarında yapay görme sistemlerinin yatırım karlılığına yönelik karar destek sistemi önerisi. 2.Ulusal Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi Bildiriler Kitabı, 377-385.
- Öztürk, K., & Şahin, ME (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Pham, DT, & Pham, PTN (1999). Artificial intelligence in engineering. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 39(6), 937-949.
- Pipiyay, GT, Chernenkaya, LV, & Mager, VE (2021). Quality Indicators of Instrumentation Products According to the «Quality 4.0» Concept. Ocak 2021, *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus)*, 1032-1036. DOI: 10.1109/ElConRus51938.2021.9396535
- Pirim, H. (2006). Yapay zekâ. *Journal of Yaşar University*, 1(1), 81-93.
- Reese, H. (2017). Understanding the differences between AI, machine learning, and deep learning. 1-12. *13 Haziran 2021 tarihinde* <https://www.techrepublic.com/article/understandingthedifferencesbetweenaaimachinelearninganddeeplearning> adresinden erişildi.

- Ren, J., & Guo, S. (2019). Research on the cost accounting under the transformation of manufacturing, 2019, 8th International Conference on Social Science, Education and Humanities Research (SSEHR 2019), 131-135. DOI: 10.25236/ssehr.2019.022
- Sader, S., Husti, I., & Daróczy, M. (2019). Industry 4.0 as a key enabler toward successful implementation of total quality management practices. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 27(2), 131-140. DOI: 10.3311/PPso.12675
- Sarma, RK, Kumar, D., & Kumar, P. (2007). Quality costing in process industries through QCAS: A Pratical Case. *International Journal Of Production Research*, 45(15), 3381-3403.
- Schalkoff, RJ (1990). *Artificial intelligence: an engineering approach*, McGraw-Hill: New York. Schiffauerova, A. ve Thomson, V. (2006). A review of research on the cost of quality models and best practice. *Journal Of Quality & Reliability Management*, 23(6), 647-669.
- Schiffauerova, A., & Thomson, V. (2006). A review of research on the cost of quality models and best practice. *Journal Of Quality & Reliability Management*, 23(6), 647-669.
- Shin, WS, Dahlgaard, JJ, Dahlgaard-Park, SM, & Kim, MG (2018). A Quality Scorecard for the era of Industry 4.0. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(9-10), 959-976. DOI: 10.1080/14783363.2018.1486536
- Sony, M., Antony, J., Douglas, JA & McDermott, O. (2021), "Motivations, barriers and readiness factors for Quality 4.0 implementation: an exploratory study", published in *The TQM Journal*, 1-14. DOI 10.1108/TQM-11-2020-0272
- Sony, M., Antony, J., & Douglas, JA (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions for research. *The TQM Journal*, 32(4), 779-793. DOI 10.1108/TQM-12-2019-0275
- Souza, FF, Corsi, A., Pagani, RN, Balbinotti, G., & Kovaleski, JL (2021). Total quality management 4.0: adapting quality management to Industry 4.0. *The TQM Journal*, 1-21. DOI: 10.1108/TQM-10-2020-0238
- Stancheva-Todorova, EP (2018). How artificial intelligence is challenging accounting profession. *Journal of International Scientific Publications" Economy & Business*, 12, 126-141.
- Sucu, İ., & Ataman, E. (2020). Dijital evrenin yeni dünyası olarak yapay zekâ ve her filmi üzerine bir çalışma. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 4(1), 40-52. DOI:10.17932/IAU.EJNM.25480200.2020.4/1.40-52
- Şahan, AN (2020). *Stratejik yönetim perspektifinden sigortacılık sektöründe makine öğrenmesi algoritmaları ile anomali tespiti* [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Tanış, VN (2005). *Teknolojik Değişim ve Maliyet Muhasebesi*. Nobel Kitabevi.
- Taş, O., & Mert, H., (2019). An application of artificial intelligence on auditing. *Press Academia Procedia (PAP)*, 9, 65-68.
- Uygunoğlu, T., & Yurtçu, Ş. (2006). Yapay zekâ tekniklerinin inşaat mühendisliği problemlerinde kullanımı. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 61-70.

- Ünver, M., & Altunok, C. (2020). Medikal endüstride yapay zekâ ve uzman sistemlerin sürekli iyileştirmeye etkisi. In *8th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES)*, 23-25. DOI: 10.33793/acperpro.03.01.95
- Versace, M., Bhatt, R., Hinds, O., & Shiffer, M. (2004). Predicting the exchange traded fund DIA with a combination of genetic algorithms and neural networks. *Expert systems with applications*, 27(3), 417-425.
- Wang, P. (2019). On defining artificial intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), 1-37.
- Whitby, B. (2003). *Yapay zekâ*. (Çev. Çiğdem Karabağlı). İletişim Yayınları.
- Yang, JP, Wang, WL, & Zhou, SK (2019). A Design Of Integrated Quality Management System Based On Artificial Intelligence (Aı) Technology. *Destech Transactions On Computer Science And Engineering*, 15-20.
- Zhang, Y., Peng, P., Liu, C., & Zhang, H. (2019). Anomaly detection for industry product quality inspection based on Gaussian restricted Boltzmann machine. Ekim 2019, *IEEE International Conference On Systems, Man And Cybernetics*, 1-6.

**Yazar Katkı Oranı**

Birinci yazarın çalışmadaki katkı oranı %50, ikinci yazarın katkı oranı %50'dir.