



DİJİTALLEŞMENİN TEDARİK ZİNCİRİ FİNANSMANI ÜZERİNE ETKİLERİ

Reyhan CAN¹

Öz

Bu çalışma, dijitalleşmenin tedarik zinciri finansmanına olan etkilerini teorik bir çerçevede incelemektedir. Tedarik zinciri yönetiminde, dijital teknolojiler (blok zincir, yapay zeka, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi) finansal akışları optimize edip küçük ve orta büyüklükteki işletmeler için finansmana erişimi hızlandırma, bilgi asimetrisini azaltma ve operasyonel verimliliği artırma konusunda önemli yenilikler sunmaktadır. Makalede, bu teknolojilerin tedarik zinciri finansmanına olan etkileri örnek olaylarla ele alınmış ve sektördeki uygulamalardan elde edilen sonuçlara değinilmiştir. Bu çalışma, hem teorik bir temel oluşturarak akademik alanda hem de pratik öneriler sunarak sektör uygulamalarında yol göstericilik yapmaktadır. İleriye yönelik öneriler, dijital teknolojilerin entegrasyonu ile maliyetleri düşürme, karar alma süreçlerini iyileştirme ve sürdürülebilirliği sağlama konularına odaklanmaktadır. Böylece, dijital teknolojilerin tedarik zinciri finansmanında yaratabileceği potansiyel katkılar ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, çalışmamız literatür ışığında dijitalleşmenin finansal süreçlere sunduğu katkılar hakkında bilgi vermekte ve gelecekteki araştırmalar için ampirik çalışmaların önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Finansmanı, Bulut Bilişim, Yapay Zeka, Büyük Veri, Block Zincir.

JEL Sınıflandırması: G32, L86, O33, C81

THE EFFECTS OF DIGITALIZATION ON SUPPLY CHAIN FINANCE

Abstract

This study examines the effects of digitalization on supply chain finance within a theoretical framework. In supply chain management, digital technologies (such as blockchain, artificial intelligence, the Internet of Things, and cloud computing) offer significant innovations in optimizing financial flows, speeding up access to finance for small and medium-sized enterprises, reducing information asymmetry, and increasing operational efficiency. The article discusses the impacts of these technologies on supply chain finance through case studies and refers to results obtained from industry applications. This study serves as a guide both in the academic field by establishing a theoretical foundation and in industry applications by providing practical recommendations. The forward-looking proposals focus on reducing costs, improving decision-making processes, and ensuring sustainability through the integration of digital technologies. Thus, the potential contributions of digital technologies to supply chain finance are revealed. In this context, our study provides information on the contributions of digitalization to financial processes in light of the literature and emphasizes the importance of empirical studies for future research.

Keywords: Supply Chain Finance, Cloud Computing, Artificial Intelligence, Big Data, Blockchain.

JEL Classification: G32, L86, O33, C81

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü, e-posta: reyhancan@ohu.edu.tr, ORCID iD: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-1269-273X>

1. GİRİŞ

Tedarik zinciri, bir ürünün üretimi ve satışı sürecindeki tüm faaliyetleri, kaynakları, organizasyonları ve teknolojileri kapsayan entegre bir yapıdır. Tedarik zinciri süreci, müşteri taleplerinin alınması, pazarlama, finans ve siparişlerin tamamlanması gibi tüm fonksiyonları içerir (Al-Zaqeba vd., 2022: 1406). Tedarik zinciri yönetimi, uzun süredir tedarik zincirleri boyunca üç temel akış olan materyal, bilgi ve finansal akışların yapılandırılması, koordine edilmesi ve entegre edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Ancak, finansal akışların anlaşılması konusuna sınırlı ilgi gösterilmiştir. 2008-2009 küresel mali krizi sırasında kredi sıkışıklığı, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeleri etkileyerek tedarik zincirlerinin istikrarını tehdit etmiştir. Bu dönemde, işletmeler finansal akışları yönetmenin önemini ve faydalarını fark etmiş, finansal tedarik zincirlerini güçlendirmek için finansal tedarik zinciri yönetimi ve tedarik zinciri finansmanı gibi yeni alanlara yönelmiştir (Caniato vd., 2019: 99).

Tedarik zinciri finansmanı (TZF), geleneksel finansman yöntemlerinden farklı olarak son yıllarda tedarik zinciri yönetimi alanında önemli bir araştırma konusu olmuştur (Zhou vd., 2022: 1). TZF, malzeme akışlarını kolaylaştırarak, nakit akışlarını optimize etmek için planlama, yönetim ve kontrol stratejilerini içeren bir sistem olarak tanımlanabilir (Carnovale vd., 2019: 2). TZF, tedarik zinciri boyunca finansal akışları optimize ederek işletme sermayesini yönetme ve tedarik zinciri üyeleri arasındaki ilişkileri güçlendirme amacını taşımaktadır (Zaman vd., 2023: 2).

TZF'nin finans odaklı, tedarik zinciri odaklı, ağ ekolojisi odaklı ve fintech odaklı olmak üzere dört evrim aşamasından geçtiği belirtilmektedir. Bu evrim aşamaları, TZF'nin gelişimini ve tedarik zinciri operasyonlarına entegrasyonunu göstermektedir. Özellikle fintech'lerin ve dijital teknolojilerin TZF üzerindeki etkisi, bilgi asimetrisini azaltarak ve kredi süreçlerinin verimliliğini artırarak TZF'yi daha erişilebilir ve etkili hale getirmiştir (Querci, 2023: 6). Carnovale vd., (2019) çalışmasında teknolojiye dayalı tedarik zinciri finansmanının, tedarik zinciri şirketlerinin operasyonlarındaki nakit akışlarını ve diğer faaliyetleri dikkate alarak finansman sorunlarını çözen yenilikçi bir yöntem olduğu savunulmuştur.

Son yıllarda yapılan tedarik zinciri finansmanı çalışmalarında sürdürülebilir tedarik zinciri finansmanı (STZF) ile ilgili çalışmalara da rastlanmaktadır. STZF, tedarik zinciri finansman uygulamalarının yalnızca ekonomik kazanç sağlamaktan öte, çevresel ve sosyal faydalar sunmasını amaçlayan bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Bu yaklaşım, ticaret ve işlemleri sürdürülebilir bir şekilde desteklerken çevresel etkileri azaltmayı ve sosyal sorumluluk hedeflerine ulaşmayı hedeflemektedir (Soni vd., 2024: 3-4).

Dijitalleşme, tedarik zinciri finansmanında yenilikçi çözümler sunarak, geleneksel yöntemlerin eksiklerini tamamlamakta ve süreçlerin verimliliğini artırmak için büyük bir fırsat yaratmaktadır. Dijitalleşme içerisinde yer alan yapay zeka, blok zincir, bulut bilişim ve nesnelerin interneti teknolojileri, tedarik zinciri finansmanında devrim niteliğinde değişiklikler yaratmaktadır. Yapay zeka, veri analizi ve tahmin yeteneklerini geliştirerek operasyonların verimliliğini ve doğruluğunu artırmaktadır (Querci, 2023: 7). Blok zincir teknolojisi ise, tedarik zinciri boyunca işlemlerin güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydedilmesini sağlayarak, güveni artırmakta ve sahtekarlığı azaltmaktadır. Akıllı sözleşmeler, blok zincir üzerinde otomatik ve güvenli işlemler yapılmasını mümkün kılarak, tedarik zinciri finansmanında verimliliği artırmaktadır (Caniato vd., 2019: 103). Bulut bilişim, tedarik zinciri şirketlerine esnek ve ölçeklenebilir bilişim kaynakları sağlayarak, verimliliği artırmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Ayrıca, bulut bilişim sayesinde tedarik zinciri verileri kolayca paylaşılabilir ve işlenebilir hale gelmektedir (Olan vd., 2022: 9).

Bu çalışma, dijital teknolojilerin –yapay zeka, bulut bilişim, nesnelerin interneti ve blok zincir – tedarik zinciri finansmanına etkilerini kavramsal düzeyde incelemeyi amaçlamaktadır. Literatür taraması yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışmada, dijital teknolojilerin tedarik zinciri süreçlerindeki operasyonel verimliliği artırarak maliyetleri düşürdüğü ve bilgi asimetrisini azaltarak finansman süreçlerini daha etkin hale getirdiği vurgulanmaktadır. Çalışmanın sonuçlarının, hem akademik hem de iş dünyası için önemli katkılar sunması beklenmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde izlenen yöntem ve çalışma kapsamı açıklanmıştır. Üçüncü bölümde tedarik zinciri finansmanı kavramı kuramsal temelleriyle ele alınmış ve dijitalleşmeyle ilişkilendirilmiştir. Dördüncü bölümde, tedarik zinciri finansmanına katkı sunan dijital teknolojiler incelenmiştir. Bu kapsamda, bulut bilişim, yapay zekâ, blok zincir ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerin tedarik zinciri finansmanındaki kullanım alanları ve etkileri alt başlıklar hâlinde değerlendirilmiştir. Beşinci bölümde, dijital tedarik zinciri finansmanına ilişkin çeşitli uygulama örneklerine yer verilmiştir. Altıncı bölümde sonuç ve son bölümde ise, elde edilen bulgular doğrultusunda işletmelere yönelik öneriler sunulmuştur.

2. YÖNTEM

Çalışmada literatür taraması Google Akademik ve ResearchGate gibi akademik platformlar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Arama yapılırken "supply chain finance", "digital supply chain finance", "sustainability digital supply chain finance", "supply chain finance and Internet of Things", "supply chain finance and blockchain", "supply chain finance and artificial intelligence", "supply chain finance and big data", "supply chain finance and cloud computing" gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Literatür taraması sürecinde, öncelikle çalışmalar başlıklarına göre değerlendirilmiş, ardından özet bölümleri incelenmiştir. Uygun bulunan çalışmaların tam metinleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada ağırlıklı olarak 2015 ve sonrası yayınlanan İngilizce kaynaklara yer verilmiştir. Çalışmanın kapsamına uygun olarak, literatür taramasında tedarik zinciri finansmanı ve dijitalleşme konularına odaklanan kaynaklara öncelik verilmiştir. Bu çalışmanın amacı, dijital teknolojilerin tedarik zinciri finansmanına etkilerini tüm teknolojileri bir arada ele alarak değerlendirip, literatürdeki boşluğu doldurmak ve bu alandaki çalışmalara katkı sunmaktır.

3. DİJİTALLEŞMENİN TEDARİK ZİNCİRİ FİNANSMANINA GENEL ETKİSİ

Tedarik zinciri finansmanı (TZF), özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin likidite ihtiyacını karşılamak ve tedarik zincirindeki taraflar arasında mali dengeyi sağlamak amacıyla geliştirilen finansal bir yapı olarak, son yıllarda literatürde giderek artan bir ilgi görmektedir (Mazwane ve Makhura, 2023: 3). Ancak TZF sistemleri, geleneksel uygulama biçimleriyle bilgi asimetrisi, işlem maliyetleri ve sınırlı veri erişimi gibi yapısal sorunlarla karşı karşıyadır. Bu bağlamda dijitalleşme, TZF'nin temel problemlerine çözüm sunabilecek potansiyele sahip bir dönüşüm aracı olarak değerlendirilmektedir.

Dijitalleşmenin TZF üzerindeki etkisini kuramsal düzeyde değerlendirebilmek için öncelikle bilgi asimetrisi kuramı ve işlem maliyeti kuramı çerçevesinde kavramsal bir açıklama yapılmalıdır. Bilgi asimetrisi kuramına göre, borç veren tarafın yeterli bilgiye sahip olmaması krediye erişimi sınırlarken, dijital teknolojiler bu sorunu azaltarak karar süreçlerinin doğruluğunu artırmaktadır (Yu vd., 2024: 4). Benzer biçimde, işlem maliyeti kuramı, dijital sistemlerin belge yönetimi, kontrol süreçleri ve onay mekanizmalarındaki maliyetleri düşürerek daha esnek ve erişilebilir bir finansman yapısı sunduğunu ortaya koymaktadır (Jiang ve Ren, 2024: 5).

Literatürde dijitalleşmenin TZF üzerindeki etkileri genel olarak üç başlık altında toplanmaktadır. Birincisi, operasyonel verimliliğin artmasıdır. Otomatik iş akışları, e-faturalama sistemleri ve dijital kredi başvuru platformları sayesinde işlem süreleri kısaltmakta, belgelerin dijital

ortamda yönetimi sayesinde maliyetler düşmektedir (Supriadi ve Maghfiroh, 2024: 49). İkincisi, risk yönetiminin güçlendirilmesidir. Blokzincir ve büyük veri analizleri gibi teknolojiler, işlemlerin izlenebilirliğini artırmakta ve finansal sahteciliği azaltmaktadır (Mazwane ve Makhura, 2023: 5). Üçüncüsü ise finansal kapsayıcılığın genişlemesidir. Alternatif veri kaynakları (satış verileri, e-ticaret geçmişi, sosyal medya skoru gibi) sayesinde kredi değerliliği ölçümleri daha adil yapılabilmekte ve geleneksel sistemlerin dışında kalan firmalar da finansmana erişebilmektedir (Yu vd., 2024: 3–5).

Bununla birlikte, dijital TZF sistemlerinin uygulamaya aktarılmasında çeşitli engellerin de bulunduğu görülmektedir. Supriadi ve Maghfiroh (2024) bu engelleri yüksek teknoloji yatırım maliyetleri, kurumsal düzeyde dijital yetkinlik eksikliği ve veri güvenliği endişeleri olmak üzere üç başlıkta toplamaktadır (Supriadi ve Maghfiroh, 2024: 49). Mazwane ve Makhura (2023) ise gelişmekte olan ülkelerdeki regülasyon eksikliği ve dijital altyapı yetersizliğini TZF'nin dijital dönüşümünün önündeki temel engeller olarak tanımlamaktadır (Mazwane ve Makhura, 2023: 4).

Sonuç olarak, dijitalleşme TZF sistemlerini yalnızca teknolojik bir dönüşümle değil, aynı zamanda finansal katılımın artırılması ve risklerin azaltılması gibi işlevsel kazanımlarla yeniden tanımlamaktadır. Ancak bu potansiyelin sürdürülebilir biçimde hayata geçirilebilmesi, yalnızca teknolojik altyapıya değil, aynı zamanda kurumsal stratejilere, regülasyonlara ve kullanıcı yetkinliğine bağlıdır. Bu bağlamda bir sonraki bölümde, dijitalleşmenin TZF'deki uygulamalarına odaklanılacaktır.

4. TEDARİK ZİNCİRİ FİNANSMANINDA ÖNE ÇIKAN DİJİTAL UYGULAMALAR

Tedarik zinciri finansmanında dijital teknolojiler, süreçleri hızlandırma, riskleri azaltma ve finansal erişimi kolaylaştırma potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Bu bölümde, özellikle bulut bilişim, yapay zekâ, blok zincir ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerin finansman süreçlerine sağladığı katkılar ele alınacaktır. Söz konusu teknolojiler; veri yönetimi, karar destek sistemleri, işlem güvenliği ve izlenebilirlik gibi alanlarda önemli avantajlar sunmakta, tedarik zincirinde daha bütüncül ve verimli bir finansal yapı kurulmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, büyük veri, robotik süreç otomasyonu ve dijital ikiz gibi diğer dijital çözümlere de çalışmanın ilgili kısımlarında değinilmekte birlikte, kapsamlı birer alt başlık altında incelenmemiştir.

4.1. Tedarik Zinciri Finansmanında Yapay Zeka

Matematikçi Alan Turing'in 1947'de yılında yayımladığı "Akıllı Makineler" raporunun yapay zekâ olarak adlandırılan alanın temellerini attığı söylenebilir (Hoffmann, 2022: 1). Temellerini Alan Turing'in atmış olduğu yapay zekâ terimi ilk olarak, 1955 yılında John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude Shannon tarafından kullanılmıştır. Yazarlarca öğrenme ve zekanın belirli özelliklerinin makineler tarafından taklit edilebileceği varsayılmıştır (Bozkurt, 2023: 64). 1960'larda ve 1970'lerde ise yapay zeka ilk kez devreye girmiş, yeni kurulan yapay zeka laboratuvarları, gerçek makine zekasını geliştirebilme olasılığının ortaya çıkması ile heyecan yaratmıştır. Fakat o dönemde karşılaşılan karmaşıklık ve belirsizlikler yapay zeka çalışmalarında yavaşlamaya neden olmuştur. 2000'li yılların başından bu yana ise, yapay zeka için "yapay zeka baharı" olarak adlandırılan bir heyecan yaşanmaya başlamıştır. Yapay zeka ile ilgili ilk başarılı gelişme 2015 yılında profesyonel bir Go oyuncusunu yenen ilk bilgisayar AlphaGo programıdır. Bu programın başarılı bir performans sergilemesinde derin öğrenme, hesaplama gücü ve büyük veri ile desteklenen istatistiksel yöntemler etkili olmuştur (Hoffmann, 2022: 1).

Yapay zeka için genel olarak kabul görmüş bir tanım bulunmamaktadır ve bu, tanımlanmasını zorlaştırmaktadır. Bunun nedeni, insan zekasını henüz tam olarak anlamamış olmamızdır (Sheikh vd., 2023: 15). Yapay zekanın tanımı, bakış açısına göre değişiklik gösterebilmektedir. Kısıtlı bir yapay zeka tanımı, insan zekasını taklit etmek için hesaplama yeteneklerini kullanan her makine veya ekipmanı

içermektedir. Genel olarak, yapay zeka bir sistemin insan zekasını yeniden üretebilme yeteneği olarak tanımlanabilir (Riahi vd., 2021: 2). Avrupa Komisyonu'nun (European Commission-EC) Yapay Zeka Konusunda Yüksek Düzey Uzman Grubu (AI HLEG) tarafından yapılan tanımına göre yapay zeka: "Ortamları analiz ederek ve belirli bir dereceye kadar hareket edebilen, akıllı davranışlar sergileyen sistemler, özel hedefler"dir (Sheikh vd., 2023: 16).

Yapay zeka, Yapay Dar Zeka (YDZ), Yapay Genel Zeka (YGZ) ve Yapay Süper Zeka (YSZ) olarak ayrılabilir. YDZ, kullanıcılara makine öğrenimi yoluyla yardımcı olan ve bilgileri sistemler veya görevler arasında aktaramayan ses tanıma yazılımı (örneğin Apple'ın Siri'si) gibi modern yapay zeka sistemlerini içerir. YGZ şu anda teoriktir ve hedeflere otonom bir şekilde ulaşabilecek ve çok çeşitli senaryolar dahilinde eğilimleri aktarabilecektir. Bu tür yetenekler, YGZ ajanlarının insan kapasitesinin çok ötesinde bir zekaya sahip olmalarını sağlayacak ve insan sağlığı ve küresel ısınma gibi karmaşık konularda gelişmelere yol açabilecektir. Son olarak YSZ, insanların yapabileceğinden daha yüksek bir zeka düzeyinde işlev görecektir (Kelly vd., 2023: 2).

Günümüzde yapay zeka denilince makine öğrenimi, yapay sinir ağları, uzman sistemler, doğal dil işleme, bulanık mantık, derin öğrenme, fiziksel robotlar, yazılım robotları, bilgisayarla görme, deneyim sistemleri, ürün kalitesini ve hizmetlerini artıran önde gelen yapay zekâ teknikler aklı gelmektedir (Turgut, 2023: 463).

Dijital tedarik zinciri finansmanında yapay zeka teknolojilerinin kullanımı, risk yönetimi ve dolandırıcılık tespiti, fatura işleme ve otomasyon, tahmine dayalı analitik ve karar destek sistemleri, envanter ve nakit akışı yönetimi ve genel verimlilik ve maliyet azaltma süreçlerini iyileştirme potansiyeline sahip olduğu ileri sürülmektedir.

Risk Yönetimi ve Dolandırıcılık Tespiti: Yapay zekânın, büyük veri analizleri yardımıyla karşılaşılabilecek riskleri belirleyebileceği ve belirlenen bu riskleri yönetmek için stratejiler önerebileceği belirtilmekte ve tedarik zinciri finansmanında önemli bir rol oynayabileceği ileri sürülmektedir. Örneğin, yapay zekâ teknolojileri hangi tedarikçilerin mali sıkıntı riski altında olduğunu tahmin edebilecek ve bu sayede şirketler, olası aksaklıkların etkisini en aza indirmek için proaktif önlemler alabilecektir. Bu noktada, dijital ikiz teknolojisi de yapay zekâ ile entegre biçimde çalışarak sürece katkı sunmaktadır. Dijital ikizler, fiziksel tedarik zinciri varlıklarının sanal temsilleridir ve yapay zekâ destekli senaryo analizleriyle, olası risklerin simülasyonu ve önleyici stratejilerin test edilmesini mümkün kılar. Bu teknolojinin tedarikçi performans tahmini ve finansal risk değerlendirmelerinde etkin biçimde kullanılabileceğini belirtilmektedir (Rasheed vd., 2020: 21980–22012). Ayrıca yapay zekâ, sadece operasyonel risklerin değil, aynı zamanda kredi risklerinin öngörülmesinde de kullanılmaktadır. Lacity ve Willcocks (2016) çalışmasında, yapay zekâ tabanlı karar destek sistemlerinin finansal sınıflandırma, risk skoru üretimi ve tedarikçilerin kredi değerliliğinin nesnel biçimde analiz edilmesinde önemli katkılar sunduğu belirtilmektedir. Bu sistemler sayesinde finansal kurumlar ve büyük alıcılar, tedarikçileri risk profiline göre değerlendirebilmekte ve finansman koşullarını daha veriye dayalı biçimde belirleyebilmektedir.

Tedarik zinciri finansmanında yapay zekânın kullanılmasının bir diğer anahtarının ise dolandırıcılık tespiti olduğu söylenmektedir. Yapay zekâ, büyük hacimli verileri gerçek zamanlı analiz ederek, sahtekarlığa işaret edebilecek normdan sapmaları tespit edebilecektir. Bu tespitler şirketlerin dolandırıcılığı önlemesine ve kayıpları en aza indirmesine yardımcı olabilecektir (Rajagopal vd., 2023: 1).

Fatura İşleme ve Otomasyon: Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing-NLP) algoritmaları, faturalardan veri çıkarmak ve fatura işleme süreçlerini otomatikleştirmek için

kullanılabilecektir. Bu tür kullanımlar, zamandan tasarruf sağlayacak ve hata riskini azaltacaktır. Böylece tedarik zinciri finans profesyonellerinin daha stratejik görevlere odaklanabilecekleri ifade edilmektedir (Rajagopal vd., 2023: 4). Bu bağlamda, Alibaba'nın Ant Financial platformu üzerinden yürüttüğü uygulamalar, otomatik belge işleme ve kredi değerlendirmede yapay zekâ destekli karar alma sistemlerini etkin biçimde kullanmaktadır. Sistem, dijital belgelerden elde ettiği bilgileri büyük veri analitiğiyle işleyerek kredi tahsisi gibi işlemleri hızlı ve hatasız bir biçimde gerçekleştirmektedir (Zhang-Zhang vd., 2020: 19–20).

Tahmine Dayalı Analitik ve Karar Destek Sistemleri: Yapay zeka algoritmaları, büyük veri kümelerini analiz ederek gelecekteki sonuçların tahmin edilmesinde kullanılabilecektir. Yapay zeka ile elde edilen tahminler tedarik zinciri finansmanında stratejik kararlar almak için önemli bir araç olarak kullanılabilecektir. Örneğin, yapay zeka teknolojilerinin envanter yönetimi, fiyatlandırma ve diğer stratejik alanlarda daha bilinçli kararlar almaya yardımcı olabileceği ifade edilmektedir (Rajagopal vd., 2023: 4). Ekipman sensörlerinde kullanılan yapay zeka destekli analiz sayesinde önleyici bakım önerileri kaynaklı gecikmeler azaltabilmektedir. Bu sayede yapay zeka tahmin analitiği, satılmayan envanterin veya bozulmuş gıdanın miktarını azaltarak israfı minimuma düşürebilecektir. Örneğin, Alman online perakendeci Otto şirketi tarafından uygulanan yapay zeka sistemi, gelecekteki 30 günlük satışları % 90 doğrulukla tahmin edebilmektedir. Ayrıca sistem 2017 yılında otonom olarak ayda 200.000 ürün sipariş etmiştir (Dauvergne, 2022: 702). Bu durum tahmine dayalı analitik yoluyla envanter yönetiminin daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini ve satılmayan envanterin veya bozulmuş gıdanın miktarını azaltarak israfının minimuma düşmesini sağlamıştır.

Envanter ve Nakit Akışı Yönetimi: Yapay zeka, envanter seviyelerini optimize ederek ve tedarikçilerle daha uygun ödeme koşulları müzakere ederek şirketlerin nakit akışlarını optimize etmelerine yardımcı olabilecektir. Bu, işletme sermayesi yönetimini iyileştirerek tedarik zinciri operasyonlarını daha verimli hale getirecektir (Rajagopal vd., 2023: 4). Sürücüsüz araçlar, envanter dronları ve robotik depolar gibi yapay zeka teknolojilerinin, tedarik zincirinin bazı bölümlerinin karlılığını daha da artırabileceği belirtilmektedir. Bu duruma örnek olarak İngiliz online süpermarketi Ocado verilebilir. Bu işletmede müşteri siparişleri robotlar ve taşıma bantlarıyla insan paketleyiciye ulaşmaktadır. İşçi tarafından paketlenen sipariş başka bir robotik sistem üzerinden verimli ve hızlı bir teslimat rotası planlamak için akıllı bir uygulama kullanan kamyonet sürücüsüne ulaştırılmaktadır (Dauvergne, 2022: 702).

Yapay zekâ, veri odaklı tahmin modelleri aracılığıyla talep dalgalanmalarını daha isabetli biçimde öngörebilmekte; bu sayede stok fazlası veya ürün eksikliği gibi sorunların önüne geçilerek işletme sermayesinin etkin kullanımı mümkün hâle gelmektedir. Ayrıca tedarikçilerle müzakere edilen ödeme koşullarının yapay zekâ destekli analizlerle daha uygun biçimde belirlenmesi, nakit akışının öngörülebilirliğini artırmakta ve likidite planlamasına doğrudan katkı sunmaktadır (Younesse vd., 2025: 324-325). Yapay zekâ yalnızca fiziksel süreçlerde değil, finansal karar alma süreçlerinde de kritik bir rol üstlenmektedir. Özellikle tedarik zincirine yönelik uygulamalar, nakit akışının zamanlamasındaki belirsizliği azaltmakta ve ödeme koşullarının daha dengeli biçimde yapılandırılmasına olanak tanımaktadır (Olan vd., 2022: 6). Bu durum, şirketlerin ödeme vadelerini planlarken hem kendi nakit pozisyonlarını hem de tedarikçilerin finansal ihtiyaçlarını göz önünde bulundurmalarını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, finansal teknoloji (fintech) firmalarının sağladığı gelişmiş veri işleme kapasiteleri sayesinde, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin finansmana erişimi kolaylaşmakta ve tedarik zincirindeki kırılmalık azalmaktadır (Querci, 2023: 7). Böylelikle hem veri temelli karar alma güçlenmekte hem de finansal kaynakların daha verimli kullanımı sağlanmaktadır.

Genel Verimlilik ve Maliyet Azaltma: Yapay zeka sipariş hacimleri, teslimat süreleri ve diğer faktörler üzerine veri analizleri yaparak işletmelerin tedarik ağlarının optimize edilmesine ve maliyetlerin düşürülmesine yardımcı olabilmektedir. Örneğin yapay zeka, işletmelerin gönderileri birleştirme fırsatlarını belirlemelerine veya nakliye maliyetlerini azaltmak için rotalarını optimize etmelerine yardımcı olabilir (Rajagopal vd., 2023: 4). Amazon depolarında ve dağıtım merkezlerinde 200.000'den fazla akıllı robot kullanarak gerçekleştirdiği dağıtım sistemi sayesinde işgücü maliyetlerini azaltabilmektedir. Makine öğrenimi programları, siparişleri, ödemeleri ve yasal sözleşme taslaklarını otomatikleştirerek işlem maliyetini azaltabilmektedir. McKinsey & Company'nin araştırma kolu olan McKinsey Global Institute, yapay zekanın üreticiler ve perakendeciler için önemli verimlilik ve tasarruf sağladığını düşünmektedir. Enstitü, makine öğrenimi ve akıllı otomasyonun nakliye ve depolama maliyetlerini %10'a kadar, tedarik zinciri idari maliyetlerini ise %40'a kadar azaltma potansiyeline sahip olduğunu hesaplamıştır. McKinsey modellemesine göre yapay zeka sistemleri aynı zamanda tüketicinin talep tahmini hatalarını %50'ye kadar, arz kıtlığı nedeniyle perakende satış kaybını %65'e kadar ve stok ihtiyacını %65'e kadar azaltma potansiyeline sahiptir. Sohbet robotları, otomatik hizmetler, konuşma tanıma, risk değerlendirmesi ve doğal dil çevirisi gibi uygulamalar aynı zamanda ulus ötesi perakendecilerin ve üreticilerin genel giderleri ve personel maliyetlerini azaltmalarına ve küresel tedarik zincirleri arasındaki iletişimi kolaylaştırmalarına yardımcı olmaktadır (Dauvergne, 2022: 702).

Tedarik zinciri finansmanında yapay zeka, büyük veri analitiği, doğal dil işleme, derin öğrenme ve otomasyon teknolojileriyle desteklenerek işletmelere risk yönetimi, envanter optimizasyonu, tahmine dayalı analitik ve genel verimlilik gibi alanlarda önemli avantajlar sunmaktadır. Bu teknolojiler, süreçleri daha hızlı, güvenli ve maliyet etkin hale getirirken, etkinlikleri güçlü bir veri işleme ve saklama altyapısına bağlıdır. Bu noktada bulut bilişim, yüksek hacimli verilerin işlenmesi, saklanması ve paylaşılmasında kritik bir rol oynayarak yapay zekanın sunduğu yeniliklerin daha ölçeklenebilir ve esnek bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır. Yapay zeka ve bulut bilişimin entegrasyonu, tedarik zinciri finansmanındaki süreçleri optimize ederek daha erişilebilir çözümler sunma potansiyeline sahiptir.

4.2. Tedarik Zinciri Finansmanında Bulut Bilişim

Geçmişten günümüze, insanların veri depolama ve işleme ihtiyacı sürekli olarak değişim göstermiştir. İşletmelerde kullanılan veresiye defterleri, veri tutmanın ilk örneklerinden biridir. Teknolojinin gelişimiyle birlikte defterlerden CD'lere, ardından flash disk ve hard disk gibi depolama araçlarına geçilmiş, günümüzde ise bu teknolojilerin yerini bulut bilişim almıştır. İlk kez 1950'lerde adı geçen bulut bilişim, 2006 yılında Amazon S3 ile modern bir hizmet olarak yaygınlaşmıştır (Baş, 2023: 47).

Bulut bilişim, yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarına hızlı ve esnek erişim sağlayarak iş kullanıcılarının verilere her zaman ve her yerden ulaşmasını mümkün kılan bir modeldir. Geleneksel bilişim sistemlerine kıyasla, maliyet tasarrufu, esneklik ve erişilebilirlik gibi avantajlarıyla ön plana çıkmaktadır (Shashi ve Shashi, 2022: 211).

Tedarik zinciri yönetiminde bulut bilişim; gerçek zamanlı veri paylaşımı, verimlilik artışı, maliyet tasarrufu, güvenlik, işbirliği ve entegrasyon gibi birçok avantaj sunmaktadır. Ayrıca analitik ve tahmin yetkinlikleri, esneklik, ölçeklenebilirlik ve müşteri memnuniyeti sağlayarak rekabet avantajı yaratmaktadır.

Gerçek Zamanlı Veri Paylaşımı ve Görünürlük: Bulut tabanlı çözümler, tedarik zincirinde görünürlük sağlayarak sevkiyat takibi, envanter yönetimi ve tedarikçi ilişkilerinin daha etkin bir şekilde yönetilmesine olanak tanıyarak darboğazların belirlenmesini ve operasyonların optimize edilmesini

mümkün kılmaktadır (Song vd., 2021: 194; Yenugula vd., 2023: 195). Oğuz ve Perçin (2023) çalışması, bulut bilişimin tedarik zinciri yönetiminde sağladığı avantajların finansal karar alma süreçlerine de yayıldığını ortaya koymaktadır. Özellikle gerçek zamanlı veri paylaşımı sayesinde şirketler, nakit akışı planlamasında daha doğru ve zamanında kararlar alabilmekte, tedarikçilerin ödeme vadeleri ile ilgili belirsizlikler azaltılmaktadır. Ayrıca bulut sistemlerinin sağladığı ölçülebilir verimlilik kazanımları sayesinde stok fazlası gibi maliyetli operasyonel hataların önüne geçildiği ve bu durumun toplam tedarik zinciri performansına doğrudan yansıdığı belirtilmektedir.

Verimlilik ve Maliyet Tasarrufu: Bulut tabanlı çözümler, otomasyon ve optimizasyon sağlayarak manuel iş yükünü azaltır ve süreçleri iyileştirebilir. Bu, işletmelere pahalı donanım ve yazılım altyapısına yatırım yapmak yerine, yalnızca kullandıkları kaynaklar için ödeme yapma imkanı tanıyarak maliyetleri düşürmelerine yardımcı olmaktadır (Yenugula vd., 2023: 197). Puica (2020) çalışması bulut bilişimin tedarik zinciri yönetiminde ekonomik, çevresel ve sosyal açılardan olumlu etkileri olduğu ifade edilmiştir. Logesh vd., (2022) çalışmasında tedarik zinciri yönetimini optimize etmek için Microsoft Azure tabanlı mikro hizmet tabanlı bir veri yönetim sistemi önerilmektedir. Bu sistemi kullanmanın, üretim ve bakım maliyetlerini azaltarak depolanan verilerin daha verimli olmasını sağlayacağı belirtilmiştir.

Güvenlik ve Veri Koruma: Bulut hizmet sağlayıcıları, gelişmiş güvenlik önlemleri sunarak veri ihlallerini azaltabilir. Bulut tabanlı tedarik zinciri yönetimi çözümleri, geleneksel sistemlere kıyasla daha iyi güvenlik özellikleri sunar ve altyapılarını siber tehditlere karşı korumak için özel güvenlik ekiplerine sahiptir (Yenugula vd., 2022: 194-195). Song vd. (2021) çalışmasında güvenlik açısından, bulut bilişim altyapılarının, gelişmiş güvenlik protokolleri ve özel ekiplerle siber tehditlere karşı daha güvenilir bir ortam sunduğu ifade edilmiştir. Bu özellikler, bulut bilişimi yalnızca bir veri saklama aracı olmaktan çıkararak, tedarik zinciri finansmanında iş birliği, görünürlük ve süreç hızlandırma gibi temel işlevlerin merkezine yerleştirmektedir.

İşbirliği ve Entegrasyon: Bulut tabanlı platformlar, tedarik zinciri üyelerinin işbirliğini kolaylaştırır. Şirketler, konumlarından bağımsız olarak tedarikçiler, ortaklar ve müşterilerle daha etkili işbirliği yapabilir (Jede ve Teuteberg, 2015: 264). Gammelgaard ve Nowicka (2024), bulut teknolojilerinin yalnızca teknik değil, aynı zamanda stratejik bir entegrasyon aracı olduğunu belirterek, tedarik zinciri boyunca paydaşlar arası güvenin artırılmasına katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bu güven ortamı, finansal karar süreçlerinin koordinasyonunu da kolaylaştırmaktadır.

Analitik ve Tahmin Yetkinlikleri: Bulut tabanlı platformlar, internette alınan verileri analiz ederek tüm tedarik zinciri ortakları için daha doğru talep tahmini gerçekleştirebilir. Bu, zincir ortaklarınca (perakendeciler, tedarikçiler ve distribütörler) talepte yaşanan değişikliklerin kolayca çözümlenebilmesine yardımcı olmaktadır (Tiwari ve Jain, 2013: 153).

Esneklik ve Ölçeklenebilirlik: Bulut çözümleri, ani değişikliklere hızlı yanıt verme esnekliği sağlayabilmekte ve şirketlerin operasyonlarını ihtiyaçlara göre ölçeklendirmesine olanak tanıyabilmektedir. Bu çeviklik, şirketlerin pazar değişikliklerine ve ortaya çıkan fırsatlara daha hızlı yanıt vermesini sağlayabilir (Shashi ve Shashi; 2022: 218; Yenugula vd., 2023: 194). Nair (2014), bulut tabanlı sistemlerin, yalnızca ölçeklenebilirlik sağlamadığını, aynı zamanda değişken pazar koşullarında tedarik zinciri stratejilerinin yeniden yapılandırılmasına olanak tanıyan yönetim esnekliği sunduğunu ifade etmektedir. Bu sayede, ani piyasa daralmaları veya arz-talep şokları karşısında firmaların karar süreçleri daha çevik hale gelmektedir.

Daha İyi Müşteri Hizmeti Rekabet Avantajı: Şirketler, bulut tabanlı tedarik zinciri yönetimi sistemlerini kullanarak rekabet avantajı elde edebilir, çünkü pazar değişikliklerine ve yeni fırsatlara daha

hızlı yanıt verebilirler. Bu da müşteri memnuniyeti ve sadakatini artırabilir (Wu vd., 2013: 25). Ayrıca Nair (2014), bulut bilişim teknolojilerinin tedarik zinciri ortakları arasında görünürlüğü artırarak talep odaklı yönetimi mümkün kıldığını ve bu sayede şirketlerin sadece öngörülere değil, gerçek zamanlı verilere dayalı kararlar alarak esneklik kazandığını vurgulamaktadır. Özellikle bulut üzerinden sağlanan fiyat, envanter ve hizmet bilgileri gibi verilerin tüm paydaşlarla eş zamanlı paylaşılması, maliyet kontrolünü kolaylaştırmakta ve rekabet gücünü artırmaktadır. Benzer şekilde, Tan vd. (2021), bulut tabanlı platformların, tedarik zinciri boyunca veri paylaşımını hızlandırarak iş birliğini artırdığını ve müşteriye özel çözümler geliştirilmesinde önemli bir araç haline geldiğini vurgulamaktadır. Bu sistemler, firmaların müşterilerin değişen taleplerine daha hassas yanıt vermesini sağlayarak pazarda sürdürülebilir rekabet avantajı yaratmaktadır.

Bulut bilişim, tedarik zinciri finansmanında verimlilik ve maliyet tasarrufu sağlayarak modern iş süreçlerini daha etkili hale getirmektedir. Ancak dijitalleşen ve karmaşıklaşan tedarik zincirlerinde yalnızca veri paylaşımı ve analiz yetenekleri yeterli olmayabilir. Bu noktada, blok zincir teknolojisi, veri güvenliği, şeffaflık ve işlem hızını artıran özellikleriyle bulut bilişimi tamamlayıcı bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Merkeziyetsiz ve değiştirilemez bir yapı sunan blok zincir, tedarik zinciri süreçlerini daha güvenilir ve etkin hale getirme potansiyeline sahiptir.

4.3. Tedarik Zinciri Finansmanında Blok Zincir

Blok zincir teknolojisi, başlangıçta kripto para işlemlerini desteklemek için ortaya çıkmış, ancak bugün çok daha geniş bir uygulama alanına ulaşmıştır. Risius ve Spohrer'e göre blok zincir, ağ bağlantılı aktörler arasındaki işlemleri kriptografik olarak kayıt altına alan ve depolayan, tamamen dağıtılmış bir sistemdir. Bu yapı, tüm işlemlerin taraflarca mutabakatla güncellenip doğrulandığı bir defter işlevi görmektedir (Queiroz vd., 2020: 2). Merkeziyetsiz blok zincir, işlem güvenliği ve izlenebilirlik açısından benzersiz avantajlar sunan bir dağıtılmış defter teknolojisidir (Caniato vd., 2019: 103).

Blok zincirin temel avantajları arasında şeffaflık, güvenlik, izlenebilirlik, hız, verimlilik ve otomatik veri doğrulama bulunmaktadır. Teknoloji, merkezi olmayan yapısı sayesinde işlemleri güvenilir hale getirirken, birden fazla bilgisayarda tutulan kopyalarıyla değişmezliği ve doğruluğu korumaktadır (Rijanto, 2021: 3079; Wang vd., 2019: 63).

Tedarik zinciri finansmanı, çok taraflı ve nispeten kapalı bir ortama dayanır ve güvenilir verilere ihtiyaç duyar. Bu durum blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri finansmanında büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri finansmanı alanında uygulanması ile bu alandaki gelişim sorunlarına yeni çözümler getirebileceği düşünülmektedir (Liu, 2020: 419). Blok zincir teknolojisi, tedarik zinciri finansmanında şeffaflık sağlayarak tüm işlemlerin taraflar arasında güvenle gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır (Chen ve Lui, 2023: 37).

Subapriya vd. (2023) çalışmasında, blok zincir teknolojisinin karmaşık tedarik zincirlerinin şeffaflığı ve izlenebilirliği için önemine dikkat çekilmiş, Waikar vd. (2022) ise tedarik zincirinde izlenebilirliği artırmak için yeni bir token konsepti önermiştir. Bu tokenlar ile tedarik zinciri olayları daha ayrıntılı bir şekilde haritalanarak finans süreçlerinde şeffaflık ve izlenebilirlik sağlanmaktadır. Khan vd. (2022), blok zincir teknolojisinin yanı sıra nesnelerin sosyal interneti (SIoT) ve yapay zekâ teknikleri ile şeffaflık ve izlenebilirliğin nasıl artırılabilirliğini analiz etmiştir. Ayrıca Chen ve Lui (2023), blok zincir ile hassas verilerin korunması ve yetkisiz erişimlerin önlenmesi konusunda kriptografik yöntemlerin etkili olduğunu vurgulamıştır. Lou (2024), tedarik zinciri süreçlerinde veri güvenliğini artırmak ve lojistik operasyonları daha etkin hale getirmek için blok zincir sistemlerinin kritik olduğunu belirtmiştir.

Blok zincir tabanlı akıllı sözleşmeler, finansman süreçlerini otomatikleştirmekte ve operasyonel verimliliği artırmaktadır (Kao vd., 2022: 1). Wang vd. (2024), bu sözleşmelerin insan hatasını azaltarak süreçlerin doğruluğunu artırdığını ifade etmiştir. Oriekhoe vd. (2024), akıllı sözleşmelerin kredi değerlendirme süreçlerini şeffaf ve otomatik hale getirerek hızlandığını belirtmiştir. Shu vd. (2024), blok zincir tabanlı sistemlerin aracılara olan ihtiyacı azaltarak KOBİ'lerin finansmana erişimini kolaylaştırdığını öne sürmüştür. Chen (2024), akıllı sözleşmelerin kredi değerlendirme ve fon yönetimi süreçlerinde manuel müdahaleyi azaltarak doğruluğu artırdığını ve süreçlerin güvenilirliğini sağladığını ifade etmiştir.

Finansmana erişim kolaylığı açısından, blok zincir tabanlı platformlar, tedarik zincirindeki KOBİ'lerin daha kolay finansman sağlamasını mümkün kılmaktadır. Dijitalleşmiş ve güvenilir veri kayıtları, kredi değerlendirme süreçlerini hızlandırmakta ve daha fazla işletmenin finansman olanaklarından faydalanmasını sağlamaktadır (Xu vd., 2019: 9). Shu vd. (2024), blok zincir tabanlı sistemlerin aracılara olan ihtiyacı azaltarak finansmana erişimi kolaylaştırdığını belirtmiştir.

Ters faktoring bağlamında, blok zincir tabanlı çözümler, tedarikçilerin finansmana erişim süreçlerini hızlandırarak alacak temelli işlemleri daha güvenilir hale getirmektedir. Tang ve Zhuang (2020), Çin'de "alacak zinciri" adı verilen blok zincir platformlarının, tedarikçilerin ödeme alma süreçlerini şeffaflaştırdığını ve hızlandığını ifade etmiştir. Zheng vd. (2022), akıllı sözleşmelerin ters faktoring süreçlerinde finansman süreçlerini otomatikleştirerek hem maliyetleri düşürdüğünü hem de işlem güvenliğini artırdığını göstermiştir. Banerjee vd. (2021) çalışmasında, dijitalleşmenin tedarik zinciri finansmanındaki etkisi ters faktoring uygulamaları üzerinden ele alınmıştır. Dijital platformların kullanımıyla, elektronik faturalandırma ve akıllı sözleşmeler gibi teknolojiler sayesinde, işlem sürelerinin kısaltıldığı ve süreçlerin daha şeffaf hale getirildiği belirtilmiştir. Bu uygulamalar, satın alma ve tahsilat süreçlerini optimize ederek tedarik zinciri boyunca standartlaşmayı sağlamış, gereksiz faaliyetleri ortadan kaldırmış ve işlem hatalarını azaltmıştır. Özellikle dijitalleşmenin, finansman süreçlerindeki darboğazları azaltarak karar alma süreçlerini iyileştirdiği ve kaynak kullanımını daha verimli hale getirdiği vurgulanmıştır. Li vd. (2024) çalışmasında ters faktoring modellerinde çekirdek işletmelerin ve KOBİ tedarikçilerin finansman süreçlerindeki kredi riskini azaltmak için blok zincir teknolojisinin potansiyel bir araç olabileceği vurgulanmıştır.

Akreditif işlemlerinde, Xu (2024), geleneksel akreditif süreçlerinin kağıt tabanlı yapısının bilgi asimetrisi ve işlem sürelerinde gecikmelere neden olduğunu, ancak blok zincir tabanlı akreditif sistemlerinin bu sorunları büyük ölçüde azalttığını ifade etmiştir. Ruslan (2022), blok zincir tabanlı akreditiflerin, belgelerin dijitalleştirilmesi ve akıllı sözleşmelerin entegrasyonu ile işlem sürelerini önemli ölçüde kısalttığını ve sahtecilik risklerini azalttığını vurgulamıştır. Lou (2024), blok zincir tabanlı akreditif platformlarının, güvenilirlik ve operasyonel verimlilik sağladığını belirtmiştir.

Risk yönetimi bağlamında Zheng vd. (2023), blok zincir teknolojisinin kredi risklerini azaltarak katılımcılar arasında güven oluşturduğunu göstermiştir. Tang (2024), blok zincir tabanlı sistemlerin gerçek zamanlı verilerle risk değerlendirmesini kolaylaştırdığını ifade etmiş, Lou (2024) ise sermaye akışı ve lojistik süreçlerin blok zincirde kayıt altına alınarak finansal risklerin azaltılabileceğini vurgulamıştır. Lahkani vd. (2020) çalışmasında özellikle Çin'deki B2B e-ticaret platformlarında uygulanan blok zincir çözümlerinin, tedarik zincirindeki tüm işlemlerin gerçek zamanlı olarak kayıt altına alınmasını ve bu sayede risk yönetiminin iyileştirilmesini sağladığı vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra çalışmada blok zincir teknolojisinin sermaye akışlarını optimize ederek, özellikle tedarikçi ve alıcılar arasındaki ödeme sürelerini dengelediği ve finansal risklerin minimize edilmesine yardımcı olduğu ifade edilmiştir.

Kredi yönetiminde, Oriekhoe vd. (2024) blok zincir teknolojisinin kredi değerlendirme süreçlerinde güvenilirliği artırdığını ve akıllı sözleşmelerin kullanımıyla işlemleri hızlandırdığını ifade etmiştir. Chen (2024) çalışmasına göre akıllı sözleşmeler, kredi başvurularının otomatik olarak işlenmesini sağlayarak süreçlerin hız ve doğruluğunu artırmaktadır.

Kurpjuweit vd. (2021) blok zincir teknolojisine dayalı hesap yöneticisi platformunun tedarik zincirinin görünürlüğünü artırabileceğini, tedarik zincirinin dijitalleşmesini teşvik edebileceğini ve tedarik zinciri finansmanını destekleyebileceğini savunmaktadır.

Maliyet ve verimlilik konusunda, Chen (2024), akıllı sözleşmelerin işlem maliyetlerini düşürdüğünü ve süreçleri hızlandırdığını ifade etmiştir. Ayrıca, Lou (2024) blok zincir sistemlerinin, aracıya ihtiyaç duyulmaksızın işlemlerin daha hızlı ve düşük maliyetle gerçekleştirilmesine olanak tanıdığını belirtmiştir.

Blok zincir teknolojisi, tedarik zinciri finansmanında şeffaflık, güvenlik, verimlilik ve risk yönetimi gibi alanlarda sunduğu avantajlarla süreçlerin optimize edilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak, dijital dönüşüm sürecinde daha geniş kapsamlı yenilikler ve entegrasyon potansiyeli sunan nesnelerin interneti (IoT), bu alanda bir sonraki önemli adımı temsil etmektedir. IoT, tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı veri toplama ve paylaşma yetenekleriyle, blok zincir teknolojisinin sağladığı güvenilir altyapıyı tamamlayarak süreçlerin daha etkin ve şeffaf bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır.

4.4. Tedarik Zinciri Finansmanında Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti (IoT), 1999 yılında Kevin Ashton tarafından, fiziksel nesnelerin yerleştirilen bilgi işlem cihazlarıyla insan müdahalesine gerek kalmadan bilgi toplamasını ve kaydetmesini sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanmıştır. Radyo frekansı tanımlama (Radio Frequency Identification-RFID) ile sınırlı kalmayan IoT, yakın alan iletişimi, kablosuz sensörler ve akıllı cihazlar gibi ileri teknolojileri entegre ederek geniş bir kullanım alanı sunmaktadır (Birkel ve Hartmann, 2020: 537). Cisco'nun çalışmaları, bağlantılı nesnelerin sayısının dünya nüfusunu aştığını ortaya koyarken, bu teknolojinin tedarik zinciri yönetimindeki rolünün önemini de vurgulamaktadır. IoT'nin, fiziksel ürünlerin tanımlanması ve izlenmesi amacıyla başlayan kullanım alanları, bugün büyük veri işleme yetenekleriyle karar alma süreçlerini hızlandırmakta ve verimlilik sağlamaktadır (Khan vd., 2022: 2).

Tedarik zincirinde IoT'nin sağladığı katkılar arasında gerçek zamanlı izleme ve görünürlük, varlık yönetimi, bakım süreçlerinin optimizasyonu ve stok yönetimi gibi unsurlar yer almaktadır. IoT cihazlarının sağladığı veri akışı, tedarik zincirindeki ürünlerin konum ve durumlarının anlık olarak izlenmesine olanak tanımaktadır. Bu durum lojistik süreçlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlarken, aynı zamanda tedarik zinciri boyunca şeffaflık ve güven inşa etmektedir (Chen vd., 2023: 84). Örneğin, IoT sensörleri, nakliye araçlarının ve ekipmanların durumunu sürekli izleyerek önleyici bakım yapılmasını mümkün kılmakta, böylece operasyonel aksaklıkların önüne geçilmekte ve maliyet avantajı sağlanmaktadır (Pal ve Yasar, 2023: 480).

IoT'nin sağladığı bir diğer önemli fayda ise finansal süreçlerde kendini göstermektedir. IoT sensörleri, sıcaklık, nem ve basınç gibi çevresel koşulları izleyerek hassas ürünlerin taşınması sırasında riskleri azaltmakta ve malların finansal teminat olarak değerini korumasına yardımcı olmaktadır. Bu şeffaflık, taraflar arasındaki güveni artırmakta ve finansal işlemleri hızlandırmaktadır (Anwar vd., 2024: 3). IoT'nin blok zincir teknolojisi ile entegrasyonu, akıllı sözleşmelerin devreye girmesini sağlayarak finansal işlemlerin daha hızlı, güvenilir ve düşük maliyetle gerçekleştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu yenilikler, tedarik zinciri finansmanını dönüştürmekte ve daha verimli bir hale getirmektedir.

IoT'nin tedarik zinciri finansmanına sağladığı değer, geleneksel kredi sistemlerinin dönüştürülmesiyle daha da görünür hale gelmektedir. Dinamik izleme yetenekleri sayesinde, KOBİ'lerin kredi riskleri daha doğru hesaplanmakta, böylece finansmana erişim kolaylaşmaktadır. Ancak bu gelişmelerin yanında, IoT'nin veri güvenliği sorunları ve kişisel bilgilerin korunması gibi zorlukları da beraberinde getirdiği unutulmamalıdır. Yine de IoT tabanlı modeller, kaynak tahsisini optimize etmeyi, bilgi paylaşımını geliştirmeyi ve işletmelere yeni pazar fırsatları sunmayı mümkün kılmaktadır (Chen, 2024: 213-215).

IoT destekli bilgi yönetim sistemleri, tedarik zinciri finansmanında güvenilir veri akışlarını sağlamak için önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Gerçek zamanlı veri toplama yetenekleriyle kredi risklerini azaltmakta ve finansal karar alma süreçlerini hızlandırmaktadır (Gong, 2024: 94-95). Bu süreçler, IoT'nin öngörücü bakım yetenekleri sayesinde operasyonel maliyetlerin düşürülmesini de içermektedir. Örneğin, ekipman arızalarının önceden tespit edilmesi, maliyet tasarrufunu artırarak risk yönetimini iyileştirmektedir (Nanjundan vd., 2024: 2-3; Pethe vd., 2024: 3-4).

IoT'nin büyük veri analitiği ve dijitalleşme ile birleşimi, tedarik zincirindeki süreçleri optimize ederek lojistik, sermaye akışı ve bilgi yönetimini kolaylaştırmaktadır. Özellikle görsel tanıma teknolojileri, IoT uygulamalarının etkinliğini artırarak, işletmelerin finansal performanslarını iyileştirmektedir (Duan, 2022: 3-4). Bu bağlamda Gong (2024), IoT'nin veri madenciliği teknikleriyle entegrasyonunun stok yönetimi ve lojistik optimizasyonu gibi alanlarda stratejik karar alma süreçlerine katkı sağladığını vurgulamaktadır. IoT tabanlı sistemlerin düşük hata oranı ve hızlı yanıt süreleri, geleneksel tedarik zinciri yönetim sistemlerine kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır.

IoT'nin tedarik zinciri finansmanındaki rolü, diğer ileri teknolojilerle entegrasyonunda daha belirgin hale gelmektedir. Örneğin, IoT ve blok zincir teknolojilerinin birleşimi, tedarik zinciri boyunca veri güvenliğini artırmakta ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla işlemleri otomatikleştirmektedir. IoT sensörlerinden alınan verilerin blok zincirine kaydedilmesi, lojistik süreçlerin daha şeffaf ve güvenli hale gelmesini sağlamaktadır (Wu vd., 2021: 4). Anwar vd. (2025) çalışmasında, IoT, yapay zeka ve blok zincir entegrasyonunun, tedarik zinciri finansmanını daha kapsayıcı, dirençli ve akıllı hale getirdiği ifade edilmektedir. Bu teknolojilerin birlikte kullanımı, özellikle KOBİ'ler için finansmana erişimi kolaylaştırmakta ve genel operasyonel verimliliği artırmaktadır. İrak ve Tosun (2023) çalışmasında, blok zinciri ve IoT entegrasyonunun tedarik zincirindeki dönüşümsel etkisi tarım sektörü örneği üzerinden ele alınmıştır. Geleneksel tedarik zincirinde kullanılan doğrusal modelin yerine, blok zinciri ve IoT'nin entegre edildiği merkeziyetsiz bir veri paylaşım sistemi önerilmiştir. Bu sistemde, tüm tedarik zinciri üyeleri işlemlerini blok zincirine kaydederek, üretimden son tüketiciye kadar tüm süreçlerin izlenebilirliğini sağlamaktadır. Bu model, ürünlerin kaynak doğrulamasını ve güvenilirliğini artırırken, sahtekarlık riskini de önemli ölçüde azaltmaktadır. IoT cihazları aracılığıyla ürünlerin taşıma ve depolama süreçleri gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte, böylece operasyonel verimlilik artmakta ve maliyetler düşürülmektedir. Çalışmada, bu entegrasyonun özellikle tarım sektörü için şeffaflık, izlenebilirlik ve maliyet optimizasyonu açısından büyük avantajlar sağladığı vurgulanmıştır. Chen vd. (2021) çalışmasında, Çin'deki bir bakanlık girişimi, dijital teknolojilerin tedarik zinciri finansmanındaki etkisini göstermek için örnek olarak ele alınmıştır. Bu girişimde, IoT cihazları, tedarik zincirinde gerçek zamanlı veri akışı sağlayarak operasyonel süreçlerin şeffaflığını ve izlenebilirliğini artırmıştır. Blok zincir teknolojisi, işlemlerin güvenliğini ve doğruluğunu otomatik olarak sağlarken, aynı zamanda tedarik zinciri boyunca güvenilir bir bilgi paylaşımı altyapısı oluşturmuştur. Büyük veri analitiği ise kredi risk değerlendirmelerinde kullanılarak finansal karar alma süreçlerini daha etkin hale getirmiştir. Girişim, özellikle COVID-19 pandemisinin zorlukları sırasında, KOBİ'lerin finansmana erişimini kolaylaştırmak ve tedarik zincirinde likiditeyi artırmak amacıyla uygulanmıştır. Dijital teknolojilerin

entegrasyonu, yalnızca finansal süreçlerin hızını ve doğruluğunu artırmakla kalmamış, aynı zamanda araçlara olan bağımlılığı azaltarak daha doğrudan finansman çözümleri sunmuştur.

IoT'nin yapay zeka ile entegrasyonu, bu teknolojinin etkisini daha da güçlendirmektedir. Nesnelerin Yapay Zekası (AIoT), IoT cihazlarına veri analiz etme ve bu verilere göre aksiyon alma yeteneği kazandırarak süreçlerin insan müdahalesine gerek kalmadan yürütülmesini sağlamaktadır (Hassija vd., 2020: 6). Bu bağlantı, sağlık hizmetleri, akıllı ulaşım sistemleri ve perakende gibi birçok sektörde büyük etkiler yaratma potansiyeline sahiptir.

Dijitalleşmenin, tedarik zinciri finansmanı üzerinde yarattığı dönüşümü ve sunduğu fırsatları ele aldıktan sonra, bu teknolojilerin somut yansımalarını gözler önüne seren çeşitli uygulama örneklerine yer verilerek çalışmaya devam edilmesinin faydalığı olacağı düşünülmektedir. Günümüzde, dijital tedarik zinciri finansmanı, teorik kavramların ötesinde, gerçek dünya uygulamalarıyla dikkat çekici sonuçlar ortaya koymaktadır. Sonraki bölümde, farklı endüstrilerdeki yenilikçi çözümlere ve bu çözümlerin sağladığı avantajlara dair örnekler sunulurken, dijital teknolojilerin tedarik zinciri finansmanına nasıl entegre edildiği ve bu entegrasyonun iş süreçlerine getirdiği değerler hakkında yapılan çalışmalara yer verilecektir.

5. TEDARİK ZİNCİRİ FİNANSMANININ DİJİTALLEŞMESİ İLE İLGİLİ ÖRNEKLER

Banerjee vd. (2021) çalışmasında, Maersk ve IBM tarafından geliştirilen blok zincir tabanlı dijital tedarik zinciri finansmanı çözümüne yer verilmiştir. Bu proje, sınır ötesi ticaret süreçlerini iyileştirmek amacıyla, gönderilerin iş akışlarını ve gerçek zamanlı görünürlüğünü sağlamak için tasarlanmıştır. Sistem, ticaret ortakları arasında güvenli bilgi paylaşımını kolaylaştırmış, ticari belgelerle ilgili işlem maliyetlerini azaltmış ve fiziksel evrak işlerinden kaynaklanan hatalar ile gecikmeleri ortadan kaldırmıştır.

CITIC Phoenix Harbor Supply Chain Management Co., Ltd., IoT, blok zincir ve büyük veri analitiğini bir araya getirerek envanter yönetimi ve tedarik zinciri finansmanını optimize eden yenilikçi bir sistem geliştirmiştir. Şirket, IoT cihazları aracılığıyla gerçek zamanlı veri toplama ve izleme yetenekleri sunarak tedarik zincirinde şeffaflığı ve operasyonel verimliliği artırmıştır. Blok zincir teknolojisi, işlemlerin güvenliğini ve şeffaflığını sağlarken, büyük veri analitiği kredi değerlendirme süreçlerini optimize ederek finansman risklerini azaltmıştır. Bu sistem, KOBİ'lerin büyük işletmelerin aracılığına ihtiyaç duymadan doğrudan finansmana erişim sağlamalarına olanak tanımış, finansman süreçlerini hızlandırmış, bilgi asimetrisini azaltmış ve tedarik zinciri boyunca iş birliğini güçlendirmiştir (Chen vd., 2021: 279).

Yu vd. (2024) çalışmasına göre Çin merkezli MYbank, büyük veri, bulut bilişim, nesnelerin interneti ve yapay zeka gibi dijital teknolojilerden yararlanarak, KOBİ'lerin finansmana erişimini kolaylaştırmayı hedeflemiştir. Banka, "Dayan Sistemi" adlı bir ürün matrisi geliştirmiştir. Merkeziyetsiz bir yaklaşımla tüm tedarik zinciri katmanlarını kapsayan bu sistem, KOBİ'lerin doğrudan krediye ulaşmasını sağlamış, dijital teknolojilerin kullanımı sayesinde işlem maliyetleri düşürülmüş ve tedarik zinciri boyunca finansal verimlilik artırılmıştır.

Zhang-Zhang vd. (2020) çalışmasında, Alibaba'nın FinTech ekosisteminde veri odaklı çözümlerle nasıl dönüşüm yarattığı ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Şirket, Alipay ve Ant Financial gibi platformlar üzerinden elde ettiği müşteri verilerini büyük veri analitiğiyle işleyerek, kredi değerliliği analizinde ve tedarikçi risklerinin öngörülmesinde yapay zekâ tabanlı çözümler geliştirmektedir. Bu çözümler, küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) finansmana erişimini kolaylaştırmakta; aynı zamanda finansal kurumların risk yönetimi kapasitelerini güçlendirmektedir. Çalışma ayrıca,

Alibaba'nın çapraz sektör FinTech yaklaşımı sayesinde geleneksel finans aktörleriyle etkileşimi yeniden şekillendirdiğini vurgulamaktadır.

Han vd. (2024) çalışmasında, GLP Finance'ın dijital tedarik zinciri finansmanında kullandığı IoT, blockchain ve büyük veri analitiği gibi yenilikçi yaklaşımlar detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Şirket, finansal gözetim depo hizmet platformu, büyük veri analizi ve risk kontrol platformu ile varlık ve fon yönetim platformları aracılığıyla tedarik zinciri finansman süreçlerini optimize etmektedir. Bu platformlar, bilgi akışını hızlandırmakta ve süreçlerin şeffaflığını artırmakta, bilgi asimetrisini azaltarak KOBİ'lerin finansmana erişimini kolaylaştırmakta ve aynı zamanda finansal kurumların operasyonel verimliliğini artırmaktadır.

Rasheed vd. (2020) çalışmasında, Siemens'in dijital tedarik zinciri finansmanında dijital ikiz ve yapay zekâ teknolojilerini bütünleşik şekilde kullandığı bir uygulama detaylı olarak ele alınmaktadır. Şirket, fiziksel tedarik zinciri varlıklarının sanal modellerini oluşturarak bu dijital ikizler aracılığıyla üretim ve dağıtım süreçlerini simüle etmekte ve yapay zekâ destekli analizlerle olası finansal riskleri önceden tahmin edebilmektedir. Bu teknolojiler, tedarikçi performanslarını ve operasyonel aksaklıkları erken tespit etmeyi mümkün kılarken, aynı zamanda finansal karar alma süreçlerinde belirsizlikleri azaltarak risk yönetimini daha etkin bir hâle getirmektedir. Gerçek zamanlı senaryo analizleri ve veriye dayalı modelleme sayesinde, dijital ikiz destekli yapay zekâ sistemleri tedarik zinciri finansmanında hem karar destek mekanizmalarını güçlendirmekte hem de süreç şeffaflığını artırmaktadır.

Wang vd. (2019) çalışmasında, IoT tabanlı bir envanter teminat finansman modeli ele alınmıştır. Bu model, RFID, GPS teknolojisi ve video gözetimi gibi dijital teknolojilerin entegre edilmesiyle envanterlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve konumlandırılmasını sağlamaktadır. IoT sistemi, teminatların çoklu veya sahte teminat olarak kullanılmasını önlemek için akıllı tanımlama ve görsel izleme mekanizmaları sunarak bilgi asimetrisini azaltmakta ve risk yönetimini güçlendirmektedir. Ayrıca, model, bankalar ve finansal kuruluşlar için operasyonel riskleri azaltırken, üçüncü taraf lojistik işletmeleri ile iş birliğini desteklemektedir.

Yao ve Qin'in (2021) çalışmasında, blok zincir tabanlı bir tedarik zinciri finansmanı modeli ele alınmıştır. Bu model, blok zincir teknolojisinin güvenilirlik ve şeffaflık avantajlarını kullanarak operasyonel riskler, ticaretin gerçekliğiyle ilgili riskler, geri ödeme riskleri ve acil durum riskleri gibi sık karşılaşılan sorunları çözmeyi hedeflemektedir. Fiziksel sensörlerle verilerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayan sistem, elektronik imza teknolojisi ile sahte belgelerin oluşturulmasını önleyerek işlemlerin güvenliğini artırmıştır. Ayrıca, akıllı sözleşmeler aracılığıyla işlemlerin otomasyonu sağlanmış ve taraflar arasındaki güven güçlendirilmiştir. Model, tedarik zinciri katılımcıları arasında bilgi asimetrisini azaltmış, süreçlerin şeffaflığını artırmış ve finansman süreçlerinin izlenebilirliğini sağlamıştır.

Lei vd. (2023) çalışmasında, yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmalarını kullanan bir finansal risk önleme modeli tanıtılmıştır. Bu model, tedarik zinciri finansmanında potansiyel riskleri tahmin etmek, karar alma süreçlerini iyileştirmek ve işletmelerin karşılaştığı mali krizleri önlemek amacıyla tasarlanmıştır. Modelin temelinde, "Chaotic Grasshopper Optimization Algorithm" (CGOA), destek vektör makineleri (SVM) ve "Slime Mould Algorithm" (SMA) gibi yenilikçi algoritmalar yer almakta ve büyük veri analizleri optimize edilerek karar alma süreçlerinin doğruluğu artırılmaktadır. Çin'deki halka açık şirketlerin verileri üzerinde test edilen bu model, %85,38 doğruluk oranı ile etkili sonuçlar vermiştir.

Wang'in (2021) çalışmasında, blok zincir ve bulanık sinir ağı (fuzzy neural network) algoritmalarını birleştiren yenilikçi bir kredi risk değerlendirme modeli tanıtılmıştır. Bu model, küçük

ve orta ölçekli işletmelerin finansmana erişimini kolaylaştırmak ve tedarik zinciri finansmanındaki kredi risklerini daha doğru bir şekilde değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Blok zincir teknolojisi, finansal bilgilerin merkeziyetsiz bir şekilde yönetilmesini sağlayarak sahtecilik risklerini azaltmakta ve işlemlerin izlenebilirliğini artırmaktadır. Bunun yanında, bulanık sinir ağı algoritması, finansal verilerin işlenmesini optimize ederek risk tahminlerinde daha yüksek doğruluk oranı sağlamaktadır. Model, Çin'deki bir tedarik zinciri finans sistemi üzerinde test edilmiş ve mevcut yöntemlere kıyasla daha etkin sonuçlar verdiği görülmüştür.

Olan vd. (2022) çalışmasında, dijital tedarik zinciri finansmanında yapay zekâ destekli çözümlerin sunduğu yenilikler örneklerle ele alınmaktadır. Özellikle, YZ'nin tedarik zinciri ağlarında mevcut varlıkları ve nakit akışlarını analiz ederek finansman süreçlerini optimize ettiği vurgulanmaktadır. Örneğin, tedarik zincirindeki şirketler, YZ algoritmaları sayesinde envanterlerini ve operasyonel kaynaklarını daha verimli bir şekilde yönetebilmektedir. Bu sayede, finansal hizmet sağlayıcılar ile tedarik zinciri şirketleri arasında daha güvenilir ortaklıklar kurulmakta, finansman başvurularında yaşanan bilgi asimetrisi sorunları önemli ölçüde azaltılmaktadır. Çalışma, ayrıca, YZ destekli tedarik zinciri ağlarının, finansman hizmetlerine erişimi kolaylaştırarak finansal riskleri minimize ettiğini ve finansman süreçlerini hızlandırdığını ortaya koymaktadır.

Rajagopal vd. (2023) çalışmasında yapay zekâ tabanlı çözümlerin dijital tedarik zinciri finansmanındaki potansiyel etkileri ele alınmış ve çeşitli iddialar öne sürülmüştür. Yazarlar, yapay sinir ağlarının (ANN) geçmiş verileri analiz ederek talep tahminlerini daha doğru bir şekilde gerçekleştirdiğini ve bu sayede stok fazlası ya da eksikliği gibi sorunların azaltılabileceğini belirtmektedir. Ayrıca, genetik algoritmaların tedarikçi seçim süreçlerinde kalite, fiyat ve teslimat performansı gibi çok kriterli karar verme problemlerini optimize ederek tedarik zincirlerinin verimliliğini artırdığı savunulmaktadır. Çalışmada, IoT ve bulut bilişim gibi dijital teknolojilerin tedarik zincirlerinden elde edilen büyük veriyi işleyerek finansal risklerin azaltılmasına ve operasyonel süreçlerin daha öngörülebilir hale getirilmesine katkı sağladığı iddia edilmektedir. Bununla birlikte, yazarlar, yapay zekâ uygulamalarının yeşil tedarik zinciri ve geri dönüşüm süreçlerinde sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında kritik bir rol oynadığını ifade etmektedir.

Lacity ve Willcocks (2017) çalışmasında, IBM Watson'ın kurumsal süreçlerde karar destek sistemleri olarak nasıl kullanıldığı örneklenmiştir. Yapay zekâ temelli bu sistemler, büyük hacimli verileri analiz ederek tedarik zinciri süreçlerindeki operasyonel riskleri ve kredi değerliliğine ilişkin göstergeleri hızlı ve tutarlı biçimde analiz edebilmekte, bu sayede şirketlerin finansal riskleri daha etkin biçimde yönetmesini sağlamaktadır. IBM Watson, sadece analitik süreçleri hızlandırmakla kalmamakta, aynı zamanda insan-yapay zekâ işbirliği ile karar alma süreçlerinin önyargılardan arındırılmasına ve tutarlı risk sınıflandırmalarına katkıda bulunmaktadır.

Wang vd. (2024) çalışmasında dijital tedarik zinciri finansmanı kapsamında yapay zekâ teknolojilerinin uygulanmasında karşılaşılan engeller ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır. Yazarlar, yapay zekânın, bilgi işleme hızını artırarak, süreçleri daha şeffaf hale getirerek ve iş birliği verimliliğini artırarak gıda tedarik zinciri finansmanına önemli katkılar sağlayabileceğini iddia etmektedir. Özellikle, yapay zekânın finansal belgeler ve sözleşmelerin otomatik işlenmesi, küçük ve orta ölçekli işletmelerin ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş finansal ürünlerin sunulması ve tedarik zinciri katılımcıları arasında bilgi paylaşımının optimize edilmesi gibi işlevleri vurgulanmıştır. Ancak, veri gizliliği endişeleri, yüksek maliyetler, altyapı eksiklikleri ve yasal düzenlemelerdeki belirsizlikler gibi engellerin, yapay zekânın geniş çapta benimsenmesini sınırladığı belirtilmiştir. Örneğin, çalışmada ele alınan bir Çin gıda tedarik zinciri finansmanı vakasında, yapay zekâ uygulamalarının KOBİ'lerin finansal likidite sorunlarını çözebileceği ancak aynı zamanda, özellikle veri gizliliğiyle ilgili düzenlemelerin eksikliği

nedeniyle önemli riskler oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu bağlamda, yazarlar, yapay zekâ teknolojilerinin daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi için hükümetlerin ve sektör paydaşlarının veri güvenliği, altyapı geliştirme ve eğitim programları gibi alanlarda gerekli adımları atmasının önemli olduğunu savunmaktadır.

Gong vd. (2022) çalışmasında blok zinciri teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte dijital tedarik zinciri finansmanının daha verimli ve kapsayıcı bir finansman yöntemi haline geleceği teorik olarak ortaya konulmuştur. Çalışma, yeterli sayıda işletmenin ve güvenilir bilginin bulunduğu tedarik zincirlerinde, blok zinciri teknolojisinin bilgi manipülasyonu ve dolandırıcılık gibi riskleri önleyerek işletmelere erişilebilir ve uygun maliyetli finansman sağlanmasına olanak tanıdığını göstermektedir. Ancak, zincirde yeterli işletme bulunmaması ya da bilgi güvenilirliğinin sağlanamaması durumunda bankaların risk kontrolü için geleneksel yöntemleri tercih edeceği belirtilmiştir.

Reza-Gharehbagh vd. (2023) çalışmasına göre çok taraflı fintech platformları, sürdürülebilir tedarik zinciri finansmanını desteklemek için önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Örneğin, Norveç merkezli "Green Finance Framework" platformu, kullanıcıların projelerde fon akışını takip etmesini sağlarken, İngiltere merkezli CarbonChain platformu, özellikle en kirletici sektörlerde (petrol, gaz, maden gibi) karbon emisyonlarını azaltmayı ve karbon ayak izini takip etmeyi mümkün kılmaktadır. Bu platformlar, küçük ve orta ölçekli işletmelere yeşil ve yeşil olmayan ürünler geliştirme süreçlerinde destek sağlamaktadır. Ayrıca, hükümetlerin çevresel vergiler ve maliyet paylaşımı teşvikleriyle yeşil girişimciliği desteklemesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu tür müdahalelerin, tedarik zinciri katılımcıları arasında daha yüksek karlılık ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına katkı sağladığı belirtilmiştir.

Mao vd. (2024) çalışmasında Çin'deki A-hisse şirketleri arasında yapılan analizler, tedarik zinciri finansmanının sürdürülebilir büyümeyi teşvik ettiğini ve dijital dönüşüm seviyesinin bu etkiyi olumlu yönde güçlendirdiğini ortaya koyulmuştur. Dijital teknolojilerin kullanımıyla bilgi akışının iyileştirildiği, risklerin daha etkin yönetildiği ve işletmelerin likidite ihtiyaçlarının karşılanarak operasyonel verimliliğin artırıldığı belirtilmiştir. Özellikle blok zincir gibi teknolojilerin lojistik ve finansal süreçlerde uygulanmasıyla izlenebilirliğin ve güvenilirliğin artırıldığı vurgulanmıştır. Ayrıca, hizmet ve ticaret odaklı sektörlerin tedarik zinciri finansmanından diğer sektörlerle kıyasla daha fazla fayda sağladığı ifade edilmiştir.

Soni vd. (2022) çalışmasında STZF, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları birleştiren yenilikçi bir yaklaşım olarak ele alınmış ve sektörel düzeydeki etkileri de incelenmiştir. Çalışmada özellikle IoT, bulut bilişim, büyük veri ve analitik gibi teknolojilerinin STZF uygulamalarını güçlendirdiği vurgulanmıştır. Örneğin, tekstil sektörü gibi yoğun kaynak kullanan endüstrilerde geri dönüşüm ve enerji tasarrufu odaklı finansman uygulamalarının hem ekonomik hem de çevresel faydalar sunduğu belirtilmiştir. Ayrıca, gaz endüstrisi gibi daha ağır sanayi sektörlerinde çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin finansal süreçlere entegre edilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Edunjobi (2024) çalışmasında STZF'nin çeşitli sektörlerdeki etkileri genel hatlarıyla ele alınmıştır. STZF, yeşil tahviller, sürdürülebilirlik bağlantılı krediler ve tedarik zinciri finansmanı programları gibi yenilikçi finansal araçlarla, özellikle yüksek çevresel etkisi olan tarım, enerji, lojistik ve imalat sektörlerinde önemli faydalar sağlamaktadır. Bu sektörlerde STZF, enerji verimliliği, karbon salınımının azaltılması ve çevresel risklerin etkin yönetimi gibi sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kritik bir araç olarak görülmektedir. Ayrıca, bankaların STZF modellerine entegrasyonu, tedarik zincirlerinde şeffaflık ve hesap verebilirlik sağlayarak hem çevresel hem de sosyal faydaları artırmayı hedeflemektedir. Bu finansman mekanizmaları, yalnızca sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmekle

kalmayıp, aynı zamanda işletmelerin ekonomik büyümelerini çevresel ve sosyal sorumlulukla uyumlu hale getirmelerini kolaylaştırmaktadır.

Tseng vd. (2021) çalışmasında STZF üzerine yapılan çalışmalarda, bölgesel farklılıkların ve zorlukların önemi vurgulanmıştır. Örneğin, Asya ve Okyanusya'da blok zincir teknolojisinin, ters faktöring uygulamalarının ve nakit akışı yönetiminin STZF'nin temel bileşenleri olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, Latin Amerika ve Karayipler'de finansal kriz yönetimi ve iş birliği stratejileri ön planda yer alırken, bu bölgelerin sürdürülebilirlik açısından daha fazla geliştirilme ihtiyacı olduğu görülmüştür. Afrika'da ise bölgesel politikaların eksikliği ve tedarik zinciri yönetiminde karşılaşılan sosyal sorunlar (örneğin, çocuk işçiliği veya kayıt dışı faaliyetler) STZF'nin etkili bir şekilde uygulanmasının önündeki temel engeller olarak öne çıkmaktadır.

Zhang vd. (2023) çalışmasında dijital tedarik zinciri finansmanını optimize etmek amacıyla IoT tabanlı bir model geliştirilmiş ve Stackelberg Oyun Teorisi ile derin öğrenme algoritmaları kullanılmıştır. Model, tedarik zincirindeki işletmeler arasında stratejik karar alma süreçlerini analiz ederek lider-takipçi ilişkisi üzerinden Nash dengesine ulaşmayı hedeflemektedir. Ayrıca, derin öğrenme tabanlı "Back Propagation Neural Network" (BPNN) algoritması, bankaların yalnızca bireysel KOBİ'lerin kredi değerlendirmesinden ziyade tüm tedarik zincirinin dinamik özelliklerini değerlendirmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, statik finansal veriler ve dinamik işlem gerçeklerini dikkate alarak bilgi asimetrisini azaltmakta ve finansman erişimini kolaylaştırmaktadır. Çalışmada ayrıca, çevre kirliliğine neden olan KOBİ'lerin çevresel yönetim stratejileri benimsemesini teşvik eden bir yeşil tedarik zinciri finansmanı stratejisi önerilmiştir. Bu strateji, çevresel sorunları çözme hedeflerken işletmelerin finansman erişimini iyileştiren yenilikçi bir çözüm sunmaktadır.

Judijanto vd. (2024) çalışmasında, Stackelberg oyun teorisine dayalı bir model geliştirilerek, yeşil tedarik zinciri finansmanının işlem maliyetlerini ve finansman risklerini optimize etmede nasıl etkili olduğu incelenmiştir. Bu model, işletmelerin stratejik karar alma süreçlerini analiz ederek, işlem maliyetlerini azaltmayı ve finansal riskleri minimize etmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle hem çevresel sorunlara çözüm bulunmuş hem de KOBİ'lerin rekabet gücünü artıracak bir finansal destek sağlanmıştır.

Bu doğrultuda, tedarik zinciri finansmanında dijital teknolojilerin farklı şirket uygulamaları aracılığıyla nasıl kullanıldığını somutlaştırmak amacıyla aşağıdaki örnekler tablo halinde sunulmuştur. Bu örnekler; yapay zekâ, büyük veri analitiği, dijital ikizler, IoT ve blockchain gibi teknolojilerin çeşitli işlevsel alanlarda sağladığı katkıları ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Tedarik Zinciri Finansmanında Dijital Teknoloji Uygulamalarına Yönelik Şirket Örnekleri

Kurum/Şirket	Kullanılan Teknolojiler	Hedeflenen Finansal Gelişim	Elde Edilen Sonuçlar	Kaynak
MYbank (Alibaba)	Büyük Veri, Yapay Zekâ	KOBİ'lerin kredi skorunu tahmini, finansmana erişiminin kolaylaştırılması.	KOBİ'lerin finansmana erişim süreçlerinde hız ve maliyet avantajı sağlanmıştır.	Zhang-Zhang vd. (2020)
GLP Finance	IoT, Blockchain, Büyük Veri	Tedarik zinciri şeffaflığının artırılması, risk azaltımı.	Tedarik zincirindeki bilgi akışı ve şeffaflık artmış, finansal erişim kolaylaşmıştır.	Han vd. (2024)
IBM & Maersk	Blockzincir	Belge ve süreç doğrulama, tedarik zinciri güvenliği.	Evrak doğrulama süreçlerinde güvenilirlik ve işlem hızı artırılmıştır.	Maersk ve IBM Uygulaması
DHL & Watson	Yapay Zekâ (Watson)	Karar destek sistemlerinin güçlendirilmesi.	Karar alma süreçlerinin doğruluğu ve etkinliği önemli ölçüde yükseltilmiştir.	Lacity ve Willcocks (2021)
Alibaba (Alipay / Ant Financial)	Büyük Veri, NLP, Yapay Zekâ	Fatura işleme otomasyonu, kredi tahsisi, dolandırıcılık tespiti	Belge işleme süreçlerinde otomasyon sağlanarak operasyonel verimlilik artırılmıştır.	Zhang-Zhang vd. (2020)
Siemens (örnek uygulama)	Dijital Yapay Zekâ, IoT	Gerçek zamanlı finansal risk tahmini, tedarikçi değerlendirme süreci.	Risk tahminlerinin doğruluğu ve stratejik planlama kabiliyeti geliştirilmiştir.	Rasheed vd. (2020)

Dijital tedarik zinciri finansmanının işletmelere sağladığı yenilikler ve bu süreçte kullanılan ileri teknolojiler, operasyonel verimliliği artırarak finansal sürdürülebilirliği güçlendirmiştir. IoT, blok zincir, yapay zeka ve büyük veri analitiği gibi dijital çözümler, tedarik zinciri boyunca bilgi akışını şeffaflaştırmak, riskleri azaltmak ve finansmana erişimi kolaylaştırmak açısından dönüştürücü bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, finansman kısıtlamalar gibi zorluklar, özellikle devlet destekli olmayan işletmeler için önemli engeller oluşturmaktadır.

6. SONUÇ

Dijitalleşme, tedarik zinciri finansmanı alanında yalnızca teknolojik bir dönüşüm değil; aynı zamanda süreçlerin güvenilirliği, hız ve erişilebilirlik gibi temel unsurlarında da köklü bir değişimi beraberinde getirmektedir. Yapay zekâ, bulut bilişim, blok zincir ve nesnelerin interneti (IoT) gibi dijital teknolojiler, tedarik zinciri boyunca oluşan veri akışını daha izlenebilir, anlamlandırılabilir ve güvenli hale getirerek finansal karar süreçlerini yeniden şekillendirmektedir. Örneğin, yapay zekâ destekli risk değerlendirme sistemleri, finansal analizlerde öngörü gücünü artırmakta; blok zincir tabanlı akıllı sözleşmeler ise ödeme süreçlerini otomatikleştirerek işlem güvenliğini sağlamaktadır. Bu uygulamalar özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) finansmana erişimini kolaylaştırmakta ve finansal kırılganlıklarını azaltıcı bir rol üstlenmektedir.

Literatürde yapılan güncel çalışmalar, dijital teknolojilerin tedarik zinciri finansmanında verimlilik, şeffaflık ve hız gibi temel kazanımlar sağladığını ortaya koymaktadır (Tang, 2024; Subapriya vd., 2023; Reza-Gharehbagh vd., 2023). Bununla birlikte, bu teknolojilerin etkileri yalnızca teknik altyapıdan ibaret değildir. Dijital yetkinlik düzeyi, veri güvenliği standartları, yasal düzenlemeler ve kurumlar arası iş birliği gibi faktörler de dijitalleşme süreçlerinin başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, dijital teknolojilerin tedarik zinciri finansmanına katkısı sektörler, ülkeler ve kurumlar arasında farklılık gösterebilmektedir. Bu bağlamda, firmaların dijital altyapılarını güçlendirmeleri ve teknolojiye dayalı karar mekanizmalarını stratejik planlamalarına entegre etmeleri önerilmektedir.

Bu çalışmanın temel sınırlılığı, yalnızca nitel bir literatür taramasına dayanması ve ampirik bir analiz içermemesidir. Gelecek araştırmalarda, dijital teknolojilerin tedarik zinciri finansmanındaki

etkisinin ampirik yöntemlerle test edilmesi, özellikle belirli sektörlerdeki uygulamaların derinlemesine incelenmesi açısından faydalı olacaktır. Ayrıca, dijital çözümlerin çevresel ve sosyal etkilerinin sürdürülebilirlik perspektifiyle değerlendirilmesi, bu alandaki bütüncül anlayışa katkı sunacaktır. Son olarak, ülkeler arasında farklılık gösteren dijitalleşme politikalarının ve düzenleyici çerçevelerin karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi, uluslararası düzeyde politika geliştiriciler için önemli çıkarımlar sağlayabilir.

7. ÖNERİLER

Dijital tedarik zinciri finansmanının daha etkin işlemesi ve teknolojik dönüşümün tüm paydaşlara yayılması için aşağıdaki stratejik öneriler sunulmaktadır:

Dijital Teknoloji Yatırımları: Tedarik zinciri finansmanında yapay zeka, blok zincir, büyük veri ve bulut bilişim teknolojilerinin benimsenmesine yönelik sektör bazlı teşvik modelleri oluşturulmalıdır. Örneğin, KOBİ'lerin IoT ve akıllı sensör sistemlerine geçişini hızlandırmak için devlet destekli hibe programları veya vergi indirimleri uygulanabilir.

Veri Yönetimi ve Analitik Yetkinlikler: Büyük veri analitiği ve yapay zeka uygulamalarını geliştirmek için işletmelerde veri bilimciler ve analitik uzmanları için eğitim programları düzenlenmelidir. Ayrıca, tüm tedarik zinciri katılımcılarına açık bir veri paylaşım platformu oluşturularak bilgi akışının hızlandırılması sağlanabilir.

Blok Zincir Tabanlı Güvenlik ve Şeffaflık: Blok zincir tabanlı sistemlerin uygulanabilirliği, sektörel bazda pilot projelerle test edilmelidir. Örneğin, perakende sektöründe tedarik zinciri boyunca akıllı sözleşmeler kullanılarak teslimat süreçleri otomatikleştirilebilir ve tedarik zinciri boyunca sahtecilik riski azaltılabilir.

Bulut Bilişim Kullanımı: Tedarik zinciri finansmanında bulut bilişim tabanlı iş zekası platformları geliştirilmeli ve sektörler özel uygulamalarla entegrasyon sağlanmalıdır. Örneğin, bulut tabanlı bir finans yönetim sistemi, lojistik şirketleri için gerçek zamanlı maliyet analizleri sunabilir.

Stratejik İşbirlikleri: Tedarik zinciri finansmanında fintech şirketleri ve büyük lojistik firmaları arasında ortak platformlar kurulmalıdır. Örneğin, ortak bir blok zincir tabanlı sistem kullanılarak finansman süreçlerinde bilgi asimetrisi azaltılabilir.

Risk Yönetimi Sistemleri: Yapay zeka destekli risk yönetim sistemleri geliştirmek için her sektöre özgü simülasyon ve senaryo analizi araçları oluşturulmalıdır. Örneğin, tekstil sektöründe, stok yönetimi risklerini öngören tahmin modelleri uygulanabilir.

Sürdürülebilirlik Odaklı Çözümler: IoT cihazları kullanılarak karbon ayak izini takip eden ve enerji tüketimini optimize eden bir sistem geliştirilmelidir. Örneğin, otomotiv sektöründe IoT tabanlı izleme cihazları ile tedarik zinciri boyunca enerji kullanım verileri toplanabilir.

Müşteri Odaklı Çözümler: Yapay zeka tabanlı müşteri içgörü platformları, tedarik zinciri finansmanı süreçlerinde özelleştirilmiş hizmetlerin sunulmasını sağlayabilir. Örneğin, e-ticaret sektöründe, müşterilere özel ödeme ve teslimat seçenekleri sunmak için kişiselleştirme algoritmaları kullanılabilir.

Eğitim ve İnsan Kaynağı Gelişimi: Tedarik zinciri finansmanında dijital okuryazarlığı artırmak için üniversiteler ve meslek kuruluşlarıyla işbirliği yapılarak sektöre özel eğitim modülleri oluşturulmalıdır. Örneğin, lojistik firmalarına yönelik bir "Yapay Zeka ve Büyük Veri" sertifika programı düzenlenebilir.

Gerçek Zamanlı İzleme ve Görünürlük: IoT cihazları ve dijital kontrol panelleri kullanılarak tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı izleme ve görünürlük artırılabilir. Örneğin, lojistik sektöründe IoT tabanlı izleme cihazları, ürünlerin taşıma sırasında konum, sıcaklık, nem ve diğer çevresel koşullarını sürekli olarak takip ederek süreçlerin sorunsuz ilerlemesini sağlar. Bu teknolojiler sayesinde darboğazlar, gecikmeler veya hatalı uygulamalar anında tespit edilebilir ve proaktif müdahalelerle operasyonel verimlilik artırılabilir. Ayrıca, gerçek zamanlı verilerin dijital kontrol panellerine entegrasyonu, yöneticilere tedarik zincirinin her aşamasında bilgiye dayalı hızlı karar alma imkanı sunar.

Performans Ölçüleme ve Geri Bildirim: Dijital araçlar kullanılarak tedarik zinciri süreçlerinin performansı gerçek zamanlı olarak izlenmeli ve belirli veriler üzerinden değerlendirilmelidir. Örneğin, teslimat süreleri, envanter dönüş hızı, maliyet etkinliği ve müşteri memnuniyeti gibi ölçütler düzenli olarak takip edilmelidir. Bu veriler, dijital kontrol panelleri veya iş zekası platformları aracılığıyla yöneticilere sunularak, süreçlerdeki darboğazların belirlenmesini sağlar. Ayrıca, tedarik zinciri katılımcıları arasında geri bildirim döngüleri oluşturularak operasyonel performans ve işbirliği seviyeleri artırılabilir. Örneğin, yapay zeka destekli analiz araçları ile tedarik zinciri boyunca toplanan veriler, her bir paydaşa özel geri bildirim raporları sunabilir ve süreçlerin sürekli iyileştirilmesi sağlanabilir.

Siber Güvenlik Önlemleri: Dijital tedarik zinciri finansmanında kullanılan sistemlerin güvenliğini artırmak için kapsamlı siber güvenlik stratejileri uygulanmalıdır. Özellikle, güçlü şifreleme protokolleri (örneğin, AES-256 şifreleme) ve çok faktörlü kimlik doğrulama gibi teknolojiler standart hale getirilmelidir. Bunun yanı sıra, tedarik zinciri boyunca paydaşlar arasında veri akışını güvence altına almak için blok zincir tabanlı güvenlik sistemleri kullanılabilir. Örneğin, finansal işlem verilerini korumak için blok zincir destekli dağıtık kayıt sistemleri uygulanabilir. Ayrıca, siber tehditleri önceden tespit etmek için yapay zeka destekli izleme araçları devreye alınmalı ve düzenli penetrasyon testleriyle sistemlerin güvenlik açıkları proaktif olarak değerlendirilmelidir. Tedarik zinciri katılımcıları arasında siber güvenlik standartlarının uyumlaştırılması da operasyonel güvenliği artıracaktır.

Etik Beyan

“Dijitalleşmenin Tedarik Zinciri Finansmanı Üzerine Etkileri” başlıklı çalışmanın yazılması ve yayınlanması süreçlerinde Araştırma ve Yayın Etiği kurallarına riayet edilmiş ve çalışma için elde edilen verilerde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Çalışmadaki yazarların tümü çalışmanın yazılmasından taslağın oluşturulmasına kadar tüm süreçlere katkı yapmış ve nihai halini okuyarak onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yapılan bu çalışma gerek bireysel gerekse kurumsal/örgütsel herhangi bir çıkar çatışmasına yol açmamıştır.

KAYNAKÇA

Al-Zaqeba, M., Ineizeh, N., Jarah, B., Hamour, H. M. J. A., and Zeyad, Z. (2022). Intelligent Matching: Supply Chain Management and Financial Accounting Technology. *Uncertain Supply Chain Management*, 10(4), 1405-1412.

Anwar, D., Faizanuddin, M., Fatima, S., and Dayal, R. (2024). Transforming Supply Chain Finance with AI and IoT for Greater Inclusivity, Efficiency, and Intelligence. *LatIA*, 3, 1-5.

Can, R. (2026). Dijitalleşmenin Tedarik Zinciri Finansmanı Üzerine Etkileri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 28(51), 165-191.

- Bozkurt, A. (2023). ChatGPT, Üretken Yapay Zeka ve Algoritmik Paradigma Değişikliği. *Alanyazın*, 4(1), 63-72.
- Banerjee, A., Lücker, F., and Ries, J. M. (2021). An Empirical Analysis of Suppliers' Trade-Off Behaviour in Adopting Digital Supply Chain Financing Solutions. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(4), 313-335.
- Baş, B. (2023). Hibrit Bulut: AWS Nedir Nasıl Kullanılır. *Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi*, 4(2), 46-55.
- Birkel, H. S., and Hartmann, E. (2020). Internet of Things—the Future of Managing Supply Chain Risks. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(5), 535-548.
- Caniato, F., Henke, M., and Zsidisin, G. A. (2019). Supply Chain Finance: Historical Foundations, Current Research, Future Developments. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(2), 99-104.
- Carnovale, S., Rogers, D. S., and Yenyurt, S. (2019). Broadening The Perspective of Supply Chain Finance: The Performance Impacts of Network Power and Cohesion. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(2), 134-145.
- Chen, X., and Liu, H. (2023). Blockchain Technology Participates in the Path and Mode Optimization of Supply Chain Finance:-Take Science and Technology Enterprises as an Example. *Journal of Innovation and Development*, 3(2), 36-40.
- Chen, L., Moretto, A., Jia, F., Caniato, F., and Xiong, Y. (2021). The Role of Digital Transformation to Empower Supply Chain Finance: Current Research Status and Future Research Directions (Guest editorial). *International Journal of Operations & Production Management*, 41(4), 277-288.
- Chen, Y. (2024, July). Research on Finance Information Sharing Model of Supply Chain Based on Blockchain. In *2024 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Autonomous Robot Systems (AIARS)* (pp. 890-894). IEEE.
- Chen, F. (2024). Research on Supply Chain Finance and Modern Business Model Based on Internet of Things Security. *Academic Journal of Business & Management*, 6(9), 211-219.
- Dauvergne, P. (2022). Is Artificial Intelligence Greening Global Supply Chains? Exposing The Political Economy of Environmental Costs. *Review of International Political Economy*, 29(3), 696-718.
- Duan, Z. (2022). Prepayment Model Of Supply Chain Financing Based on Internet of Things And Machine Learning Algorithm. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022(1), 9320692.
- Edunjobi, T. E. (2024). Sustainable Supply Chain Financing Models: Integrating Banking for Enhanced Sustainability. *International Journal for Multidisciplinary Research Updates 2024*, 7(02), 001-011.
- Gong, Q., Ban, M., and Zhang, Y. (2022). Blockchain, Enterprise Digitalization, and Supply Chain Finance Innovation. *China Economic Transition= Dangdai Zhongguo Jingji Zhuanxing Yanjiu*, 5(2), 131-158.
- Gong, L. (2024). The Application of Integrating Data Mining and IoT Management Technology in Enterprise Supply Chain Information Management. *Informatica*, 48(10).

- Can, R. (2026). Dijitalleşmenin Tedarik Zinciri Finansmanı Üzerine Etkileri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 28(51), 165-191.
- Han, S., Ulhøi, J. P., and Song, H. (2024). Digital Trust in Supply Chain Finance: The Role of Innovative Fintech Service Provision. *Journal of Enterprise Information Management*, 37(6), 1737-1762.
- Hassija, V., Chamola, V., Gupta, V., Jain, S., and Guizani, N. (2020). A Survey on Supply Chain Security: Application Areas, Security Threats, and Solution Architectures. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(8), 6222-6246.
- Hoffmann, C. H. (2022). Is AI intelligent? An Assessment of Artificial Intelligence, 70 Years After Turing. *Technology in Society*, 68, 101893.
- İrak, G., ve Topcu, Y. E. (2020). Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Teknolojisinin Uygulanmasının Maliyetler Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 16(1), 171-185.
- Jede, A., and Teuteberg, F. (2015). Integrating Cloud Computing in Supply Chain Processes: A Comprehensive Literature Review. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(6), 872-904.
- Jiang, H., Peng, C., and Ren, D. (2024). Supply-chain Finance Digitalization and Corporate Financial Fraud: Evidence from China. *Economic Modelling*, 139, 106837.
- Judijanto, L., Utami, E. Y., and Harsono, I. (2024). Green Supply Chain Finance: A Bibliometric Review of Financing Instruments, Challenges, and Opportunities. *West Science Interdisciplinary Studies*, 2(03), 647-655.
- Kao, Y. C., Shen, K. Y., Lee, S. T., and Shieh, J. C. (2022). Selecting the Fintech Strategy for Supply Chain Finance: A Hybrid Decision Approach for Banks. *Mathematics*, 10(14), 2393.
- Kelly, S., Kaye, S. A., and Oviedo-Trespalacios, O. (2023). What Factors Contribute to the Acceptance of Artificial Intelligence? A Systematic Review. *Telematics and Informatics*, 77, 101925.
- Khan, Y., Su'ud, M. B. M., Alam, M. M., Ahmad, S. F., Ahmad, A. Y. B., and Khan, N. (2022). Application of Internet of Things (IoT) in Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*, 15(1), 694.
- Kurpjuweit, S., Schmidt, C. G., Klöckner, M., and Wagner, S. M. (2021). Blockchain in Additive Manufacturing and Its Impact on Supply Chains. *Journal of Business Logistics*, 42(1), 46-70.
- Lacity, M., and Willcocks, L. (2016). Paper 16/01 Robotic Process Automation: The Next Transformation Lever for Shared Services. Retrieved from *The Outsourcing Unit, LSE: <http://www.umsl.edu/lacitym>*.
- Lahkani, M. J., Wang, S., Urbański, M., and Egorova, M. (2020). Sustainable B2B E-Commerce and Blockchain-Based Supply Chain Finance. *Sustainability*, 12(10), 3968.
- Lei, Y., Qiaoming, H., and Tong, Z. (2023). Research on Supply Chain Financial Risk Prevention Based on Machine Learning. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2023(1), 6531154.
- Li, Y., Liu, B., Yu, P., and Guan, J. (2024). Analysis of Factoring Business Model Based on Supply Chain Finance. *Scientific and Social Research*, 6(6), 97-103.
- Liu, Z. (2020). Literature Review of Supply Chain Finance Based on Blockchain Perspective. *Open Journal of Business and Management*, 9(1), 419-429.
- Logesh, S. K., Kavin, K., Kumar, S. A., Manikandan, A., Sakthi, G., and Adithya, B. (2022, September). Supply Chain Data Management for Web Services. In *2022 4th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*. 1584-1589.

- Luo, Z. (2024). A Survey on Blockchain-Based Supply Chain Finance with Progress and Future Directions. *arXiv preprint arXiv:2408.08915*.
- Mao, J., Xie, J., Gao, Y., Tang, Q., Li, Z., and Zhang, B. (2024). Navigating Growth: The Nexus of Supply Chain Finance, Digital Maturity, and Financial Health in Chinese a-share Listed Corporations. *Sustainability*, 16(13), 5418.
- Mazwane, S., Maya, O., and Makhura, M. N. (2024). Digitalization and small businesses supply chain financing: Evidence from sub-Saharan Africa. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 16(4), 512-522.
- Nanjundan, P., James, B. V., George, J. P., and Tiwari, A. (2024, March). IOT-Enabled Supply Chain Management for Increased Efficiency. In *2024 International Conference on Trends in Quantum Computing and Emerging Business Technologies*. 1-5.
- Olan, F., Arakpogun, E. O., Jayawickrama, U., Suklan, J., and Liu, S. (2022). Sustainable Supply Chain Finance and Supply Networks: The Role of Artificial Intelligence. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Oriekhoe, O. I., Ashiwaju, B. I., Ihemereze, K. C., Ikwue, U., and Udeh, C. A. (2024). Blockchain Technology in Supply Chain Management: A Comprehensive Review. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(1), 150-166.
- Pal, K., ve Yasar A. U. (2023). Internet of Things Impact on Supply Chain Management. *The 14th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT), Procedia Computer Science*, 220, 478-485.
- Pethe, S., Sahu, A., Kodarlikar, S., and Vamshidhar, M. (2024, June). IoT Research in Supply Chain Management and Logistics: Real-time Asset Tracking and Inventory Management. In *2024 International Conference on Innovations and Challenges in Emerging Technologies (ICICET)*. 1-5.
- Puica, E. (2020). Cloud Computing in Supply Chain Management and Economic, Environmental and Social Impact Analysis. *Informatica Economica*, 24(4), 41-54.
- Querci, F. (2023). Supply Chain Finance Techniques and Risks. *Risk Management Magazine*, Excerpt, 18(1), 1-18.
- Queiroz, M. M., Telles, R., and Bonilla, S. H. (2020). Blockchain and Supply Chain Management Integration: A Systematic Review of the Literature. *Supply chain management: An international journal*, 25(2), 241-254.
- Rajagopal, M., Nayak, K. M., Balasubramanian, K., Shaikh, I. A. K., Adhav, S., and Gupta, M. (2023, April). Application of Artificial Intelligence in the Supply Chain Finance. In *2023 Eighth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM)* (pp. 1-6). IEEE.
- Rasheed, A., San, O., and Kvamsdal, T. (2020). Digital Twin: Values, Challenges and Enablers From a Modeling Perspective. *IEEE access*, 8, 21980-22012.
- Reza-Gharehbagh, R., Arisian, S., Hafezalkotob, A., and Makui, A. (2023). Sustainable Supply Chain Finance Through Digital Platforms: A Pathway to Green Entrepreneurship. *Annals of Operations Research*, 331(1), 285-319.

Can, R. (2026). Dijitalleşmenin Tedarik Zinciri Finansmanı Üzerine Etkileri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 28(51), 165-191.

- Riahi, Y., Saikouk, T., Gunasekaran, A., and Badraoui, I. (2021). Artificial Intelligence Applications in Supply Chain: A Descriptive Bibliometric Analysis and Future Research Directions. *Expert Systems with Applications*, 173, 114702.
- Ruslan, Z. (2022). Blockchain Letter of Credit: Apakah Sekarang Saatnya?. *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, 5(1), 493-508.
- Shashi, M., and Shashi, P. (2022, February). Sustainable Cloud Computing in The Supply Chains. In *International Conference on Expert Clouds and Applications* (pp. 211-221). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Sheikh, H., Prins, C., and Schrijvers, E. (2023). Artificial Intelligence: Definition and Background. In *Mission AI: The New System Technology* (pp. 15-41). Cham: Springer International Publishing.
- Shu, C., Chen, Y., Tan, C., Luo, Y., and Dou, H. (2024). Enhancing Trust Transfer in Supply Chain Finance: A Blockchain-Based Transitive Trust Model. *Journal of Cloud Computing*, 13(1), 4.
- Song, H., Li, M., and Yu, K. (2021). Big Data Analytics in Digital Platforms: How Do Financial Service Providers Customise Supply Chain Finance?. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(4), 410-435.
- Soni, G., Kumar, S., Mahto, R. V., Mangla, S. K., Mittal, M. L., and Lim, W. M. (2022). A Decision-making Framework For Industry 4.0 Technology Implementation: The Case of Fintech and Sustainable Supply Chain Finance For SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121686.
- Subapriya, R., Karthikeyan, S., Karthikeyan, S., Prasath, A.G., and Shankar, M. (2023). Product Authentication and Traceability Using Blockchain, *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences*, 7(2), 556-559.
- Supriadi, I., Maghfiroh, R. U., and Abadi, R. (2024). Digital Revolution In Supply Chain Finance: Overcoming Challenges And Building Innovative Strategies. *Klabat Accounting Review*, 5(1), 47-62.
- Tang, K. (2024). Research on Information Sharing Among Supply Chain Financial Enterprises Based on Blockchain. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 14(2), 104-110.
- Tang, D., and Zhuang, X. (2020). Financing A Capital-constrained Supply Chain: Factoring Accounts Receivable vs a BCT-SCF Receivable Chain. *Kybernetes*, 50(8), 2209-2231.
- Tiwari, A., and Jain, M. (2013). Analysis of Supply Chain Management in Cloud Computing. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 3(5), 152-155.
- Tseng, M. L., Bui, T. D., Lim, M. K., Tsai, F. M., and Tan, R. R. (2021). Comparing World Regional Sustainable Supply Chain Finance Using Big Data Analytics: A Bibliometric Analysis. *Industrial Management & Data Systems*, 121(3), 657-700.
- Turgut, A. (2023). Lojistik ve Tedarik Zincirinde Yapay Zekâ Çalışmaları: Bibliyometrik Bir Analiz. *Alanya Akademik Bakış*, 7(1), 461-480.
- Waikar, A., Nikam, Y., Chaudhari, N., and Pansare, D. J. R. (2022). Blockchain and Supply Chain Management: The Future of Trust and Transparency. *International Research Journal of Engineering and Technology*.

Can, R. (2026). Dijitalleşmenin Tedarik Zinciri Finansmanı Üzerine Etkileri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 28(51), 165-191.

- Wang, Y. (2021). Research on Supply Chain Financial Risk Assessment Based on Blockchain and Fuzzy Neural Networks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021(1), 5565980.
- Wang, R., Yu, C., and Wang, J. (2019). Construction of Supply Chain Financial Risk Management Mode Based on Internet of Things. *IEEE access*, 7, 110323-110332.
- Wang, S., Zhou, M., and Xiang, S. (2024). Blockchain-Enabled Utility Optimization for Supply Chain Finance: An Evolutionary Game and Smart Contract Based Approach. *Mathematics*, 12(8), 1243.
- Wang, W., Cao, Y., Chen, Y., Liu, C., Han, X., Zhou, B., and Wang, W. (2024). Assessing The Adoption Barriers for The AI in food Supply Chain Finance Applying A Hybrid Interval-valued Fermatean Fuzzy CRITIC-ARAS model. *Scientific Reports*, 14(1), 27834.
- Wu, C., Liu, J., and Zhang, H. (2021). Data Ecology and Accurate Portrait: Optimization of Credit Risk System For Smes İn Supply Chain Finance Based on Big Data Technology. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 11(4).
- Wu, Y. U. N., Cegielski, C. G., Hazen, B. T., and Hall, D. J. (2013). Cloud Computing in Support of Supply Chain Information System Infrastructure: Understanding When To Go To The Cloud. *Journal of Supply Chain Management*, 49(3), 25-41.
- Xu, H. (2024). Research on The Application and Practice of Blockchain Technology in Supply Chain Monetary Arrangements Business of Commercial Banks. *Information Systems and Economics*, 5(3), 100-104.
- Xu, M., Chen, X., and Kou, G. (2019). A Systematic Review of Blockchain. *Financial Innovation*, 5(1), 1-14.
- Yao, F., and Qin, Z. (2021, February). Block Chain Based Supply Chain Financial Risk Management Research. In *Journal of Physics: Conference Series* 1744(2), 022027
- Yenugula, M., Sahoo, S., and Goswami, S. (2023). Cloud Computing in Supply Chain Management: Exploring The Relationship. *Management Science Letters*, 13(3), 193-210.
- Yu, L., Ji, M., Haleem, F., Gong, Y., Shen, Y., and Zeng, S. (2024). A Case Study on The Innovative Development of Digital Supply Chain Finance Based on Mybank in China. *Sustainability*, 16(17), 7408.
- Zaman, S. I., Khan, S. A., and Kusi-Sarpong, S. (2023). Investigating The Relationship Between Supply Chain Finance and Supply Chain Collaborative Factors. *Benchmarking: An International Journal*, 31(6), 1941-1975.
- Zhang-Zhang, Y., Rohlfer, S., and Rajasekera, J. (2020). An Eco-Systematic View of Cross-Sector Fintech: The Case of Alibaba and Tencent. *Sustainability*, 12(21), 8907.
- Zhang, H., Zhang, F., Gong, B., Zhang, X., and Zhu, Y. (2023). The Optimization of Supply Chain Financing for Bank Green Credit Using Stackelberg Game Theory in Digital Economy Under Internet of Things. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 35(3), 1-16.
- Zheng, K., Zhang, Z., and Gauthier, J. (2022). RETRACTED ARTICLE: Blockchain-based Intelligent Contract for Factoring Business in Supply Chains. *Annals of Operations Research*, 308(1), 777-797.

Zheng, C., Huang, X., and Xu, Y. (2023). The Impact of Blockchain on Enterprises Sharing Real Data Based on Dynamic Evolutionary Game Analysis. *Sustainability*, 15(12), 9439.

Zhou, L., Chen, M., and Lee, H. (2022). Supply Chain Finance: A Research Review and Prospects Based on a Systematic Literature Analysis From a Financial Ecology Perspective. *Sustainability*, 14(21), 14452.

Extended Abstract

The Effects of Digitalization on Supply Chain Finance

Digital transformation has increasingly influenced financial systems and supply chain operations. In recent years, the integration of digital technologies into supply chain finance (SCF) has attracted growing attention in both academic research and business practice. Supply chain finance generally refers to financial arrangements aimed at improving liquidity management and strengthening financial relationships among suppliers, buyers, and financial institutions within supply chains. Traditionally, SCF relied on fragmented information systems and relatively slow financial procedures. However, recent technological developments appear to be transforming these traditional mechanisms and enabling more integrated and data-driven financial environments.

Technologies such as artificial intelligence (AI), big data analytics, blockchain, cloud computing, and the Internet of Things (IoT) have created new possibilities for improving efficiency and transparency in supply chain finance systems. These technologies can facilitate real-time data processing, support financial decision-making, and improve the monitoring of supply chain activities. As supply chains become increasingly complex and globalized, firms may require more advanced tools to manage financial risks, coordinate transactions, and maintain operational visibility. In this context, digitalization may contribute to improving operational efficiency and supporting firms' competitive capabilities.

The main objective of this study is to examine the potential role of digital technologies in supply chain finance from a conceptual perspective. Specifically, the study explores how emerging technologies may reshape financial processes within supply chains and how they might contribute to improving financial accessibility, transparency, and risk management practices. By considering different technological applications and sectoral examples, the study aims to provide an overview of the digital transformation occurring in supply chain finance.

Methodologically, this research adopts a conceptual approach based on a literature review. Relevant academic studies, sectoral reports, and technological applications related to supply chain finance are examined in order to synthesize existing knowledge in the field. In addition to theoretical discussions, several sectoral examples are considered to illustrate how digital technologies are being applied in practice. These examples help demonstrate how firms may integrate technological solutions into financial processes and how these solutions could potentially enhance supply chain performance.

The literature suggests that artificial intelligence and big data analytics may play an important role in financial decision-making within supply chain networks. AI-based predictive models can assist firms in assessing credit risks, forecasting financial needs, and supporting financing decisions. Big data analytics enables organizations to process large volumes of financial and operational data, which may contribute to improved credit evaluation and financial forecasting. For example, GLP Finance has utilized IoT and big data technologies to support credit assessment and inventory monitoring systems.

Blockchain technology is also frequently discussed as a promising tool for supply chain finance. By providing decentralized and immutable transaction records, blockchain may improve transparency and traceability among supply chain participants. These characteristics can be particularly valuable in international trade and logistics operations where multiple actors are involved in financial transactions. One widely cited example is the blockchain platform developed through the collaboration between IBM and Maersk, which has been associated with improvements in cross-border trade documentation processes.

Cloud computing and IoT technologies may further support the digital transformation of supply chain finance by enabling real-time data integration and operational coordination. Cloud-based systems allow firms to access financial information from different locations while maintaining flexibility and scalability. At the same time, IoT devices generate continuous information regarding inventory levels, transportation conditions, and environmental variables. Such data can improve supply chain monitoring and may help financial institutions

evaluate risks more effectively. The CITIC Phoenix Harbor project illustrates how cloud computing and IoT integration can support logistics operations.

Another observation emerging from the literature is that the influence of digital technologies may vary across sectors. In the retail sector, digital payment systems and smart contracts may accelerate payment processes and improve transaction efficiency. In contrast, the logistics sector often relies more heavily on IoT-based monitoring systems that enable real-time tracking and route optimization.

In conclusion, digital technologies appear to offer promising opportunities for improving efficiency and transparency in supply chain finance systems. Nevertheless, their adoption may also involve challenges, including infrastructure limitations, cybersecurity concerns, and regulatory differences. Firms may therefore benefit from gradually integrating emerging technologies such as artificial intelligence, blockchain, and IoT into their financial processes. In addition, the use of big data analytics and cloud computing may help reduce information asymmetry and support more effective credit evaluation mechanisms within supply chains.

Overall, this conceptual study provides a theoretical perspective on the potential impact of digital technologies on supply chain finance and may offer a basis for future empirical research examining these developments across different industries and regions.
