

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE BLOK ZİNCİR
UYGULAMALARI**

Murat USTA

211122102

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Burak KÜÇÜK

İstanbul

T.C. Maltepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Eylül, 2023

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE BLOK ZİNCİR UYGULAMALARI

Murat USTA

21112102

ORCID: 0000-0001-5490-4919

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Burak KÜÇÜK

İstanbul

T.C. Maltepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Eylül, 2023



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.



ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.



TEŞEKKÜR

Kendisiyle aynı mesleği yapmaktan büyük onur duyduğum, ‘‘hayatta en hakiki mürşit ilimdir, fendir’’ diyen başöğretmen Mustafa Kemal ATATÜRK’e manevi huzurlarında şükranlarımı sunarım,

Tez çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen ve yönlendirmeleriyle çalışmanın bugünkü halini almasında önemli pay sahibi olan danışman hocam Dr. Öğr.Üyesi Burak KÜÇÜK’e teşekkür ederim,

Kendisinden çok şey öğrendiğim, sonsuz bilgi ve deneyimlerini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr.Mehmet TANYAŞ’a katkılarından dolayı teşekkür ederim,

Akademik kariyerimde rol model olarak benimsediğim, tecrübeleri ışığında ilerlediğim sevgili hocam Prof.Dr.Halil Halefşan SÜMEN’e her ihtiyacım olduğunda, kıymetli tecrübeleri ile yanımda olduğu için çok teşekkür ederim,

Tezimin konusunu belirlerken doktora tezi çalışmasından çok etkilendiğim, bilgi ve tecrübesini ve değerli vaktini benimle paylaşan değerli hocam Dr.Şebnem İNDAP’a katkılarından dolayı teşekkür ederim,

Çalışma süresince yorulduğum ve tükendiğim her noktada beni tekrar kaldıran değerli arkadaşım Didem YILMAZ’a desteğinden ve varlığından dolayı teşekkür ederim.

Murat USTA

Eylül, 2023

ÖZET

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE BLOK ZİNCİR UYGULAMALARI

Murat Usta

Yüksek Lisans Tezi

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr.Öğr. Üyesi Burak Küçük

Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2023

Tedarik zinciri, bir ürün veya hizmetin hammaddeden son kullanıcıya kadar olan tüm süreçlerinin yönetilmesini içeren bir zincirdir. Bu zincir, tedarikçiler, üretim merkezleri, depolar, dağıtım merkezleri ve perakendeciler gibi birçok paydaşın koordinasyonunu gerektirir. Etkili bir şekilde yönetilmesi, işletmelerin maliyetlerini azaltmalarına ve müşteri memnuniyetini artırmalarına yardımcı olarak büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle artık şirketler değil, tedarik zincirleri rekabet etmektedir.

Tedarik zincirlerini yönetirken, izlenebilirliğin yetersiz olması gibi sorunlarla sıkça karşılaşmaktadır. Bu sorunların kaynağı, yetersiz ekipman, ödenek ve bilgi erişiminin sınırlı olması gibi faktörlerdir. Bu durumda, gereken düzeltici müdahaleler yeterince yapılamamaktadır. Tedarik zincirleri, hammaddelerin farklı yerlerden tedarik edilmesi, çeşitli üretim süreçleri, farklı ülkelerden çok çeşitli paydaşların dâhil olduğu dağıtım kanalları ve ürünlerin farklı coğrafyalardan geçmesi gibi faktörler nedeniyle giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Bu kompleks yapıya ek olarak, belgelerin kaybolması, güvensizlik duygusu, farklı ödeme şekilleri ve gümrük uygulamaları da sorunlar yaratmaktadır. Ancak, blok zincir teknolojisi tedarik zincirindeki bu sorunlara çözümler sunabilir. Blok zincir teknolojisi ile tedarik zincirindeki her bir bileşenin optimize edilmesi, operasyonel verimliliğin artırılması, tedarikçi ilişkilerinin güçlendirilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması hedeflerine daha rahat ulaşılabilir.

Bu çalışmada blok zincir teknolojisi ve bu teknolojinin tedarik zinciri yönetimi alanındaki uygulamaları hakkında bilgi sunarak tedarik zinciri yönetim süreçleri ile ilgili araştırmalara katkı sağlamak amaçlanmaktadır. Bu amaçla blok zinciri ile ilgili olarak

ulusal ve uluslararası literatür taranmış; bu çalışmalardan tedarik zinciri yönetimine yönelik olanlar derlenerek sunulmuştur.

Çalışmada blok zincir teknolojisinin tanımı, yapısı, işleyişi faydaları ve uygulama alanları kavramsal çerçevede açıklanmıştır. İkinci kısımda ise blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetime nasıl tatbik edileceği, neleri kolaylaştırdığı ve tedarik zinciri üzerindeki uygulamaları incelenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Blok Zinciri, İzlenebilirlik, Akıllı Sözleşme, Tedarik Zinciri



ABSTRACT

BLOCK CHAIN APPLICATIONS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Murat Usta

Master's Thesis

Department of International Trade and Logistics

Logistics and Supply Chain Management Master's Program with Thesis

Advisor: Dr. Instructor Burak Küçük

Maltepe University Graduate School of Education, 2023

Supply chain is a chain that includes the management of all processes of a product or service from raw materials to end-users. This chain requires the coordination of many stakeholders such as suppliers, production centers, warehouses, distribution centers, and retailers. Effective management provides significant advantages by helping businesses reduce their costs and increase customer satisfaction. Therefore, supply chains are now competing instead of companies.

When managing supply chains, problems such as insufficient traceability are frequently encountered. The source of these problems is factors such as inadequate equipment, limited budgets, and limited access to information. In this case, necessary corrective interventions are not sufficiently made. Supply chains are becoming increasingly complex due to factors such as the procurement of raw materials from different places, various production processes, distribution channels involving various stakeholders from different countries, and products passing through different geographies. In addition to this complex structure, document loss, a sense of insecurity, different payment methods, and customs practices also create problems. However, blockchain technology can offer solutions to these problems in the supply chain. With blockchain technology, the goals of optimizing each component in the supply chain, increasing operational efficiency, strengthening supplier relations and increasing customer satisfaction can be achieved more easily.

This study aims to contribute to research related to supply chain management processes by providing information about blockchain technology and its applications in supply

chain management. For this purpose, national and international literature related to blockchain has been reviewed, and those related to supply chain management have been compiled and presented.

In the study, the definition, structure, operation, benefits, and application areas of blockchain technology are explained in a conceptual framework. In the second part, how blockchain technology can be applied to supply chain management and what it facilitates will be examined, and its applications on the supply chain will be analyzed.

Keywords: Blockchain, Traceability, Smart Contrats, Supply Chain



İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem	1
1.2 Amaç	2
1.3 Önem.....	3
1.4 Varsayımlar	3
1.5 Sınırlıklar.....	4
1.6 Tanımlar	4
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımı ve Gelişimi	6
2.1.1 Tedarik zinciri tanımı.....	6
2.1.2 Tedarik zinciri yönetimi.....	9
2.1.3 Dijital tedarik zinciri yönetimi.....	11
2.2 Blok Zinciri Teknolojisi	13
2.2.1 Blok zinciri teknolojisinin çalışma prensipleri	15
2.2.2 Blok zinciri teknolojisinin karakteristik özellikleri	18
2.2.2.1 Dağıtık veri tabanı	18

2.2.2.2	Denkler arası aktarım	19
2.2.2.3	Şeffaflık	19
2.2.2.4	Kayıtların geri çevrilmezliği.....	19
2.2.2.5	Hesaplamalı mantık	20
2.2.3	Blok zincir kavramları	20
2.2.3.1	Blok (Block)	20
2.2.3.2	Düğüm (Node).....	20
2.2.3.3	Uçtan uca ağ (Peer to peer network-P2P).....	21
2.2.3.4	İşlemler (Transactions)	21
2.2.3.5	Dağıtık defter teknolojisi (Distributed ledger technology)	21
2.2.3.6	Kriptografi (Cryptography)	22
2.2.3.7	Dijital imza	22
2.2.3.8	Özetleme fonksiyonu (Hash function).....	23
2.2.3.9	Mutabakat algoritması (Consensus algorithm).....	23
2.2.3.10	İş kanıtı (Proof of work/PoW).....	23
2.2.3.11	Sahipliğin kanıtı (Proof of stake/PoS).....	24
2.2.3.12	Akıllı sözleşmeler	24
2.2.3.13	Nesnelerin interneti	26
2.2.4	Blok zincir çeşitleri	28
2.2.5	Blok zincirin faydaları	30
2.2.5.1	Stratejik yararlar	30

2.2.5.2	Organizasyonel yararlar.....	31
2.2.5.3	Ekonomik yararları.....	31
2.2.5.4	Bilgisel yararlar	32
2.2.5.5	Teknolojik yararlar	32
2.2.6	Blok zinciri teknolojisinin uygulama alanları.....	33
2.2.6.1	Finans	33
2.2.6.2	Sağlık.....	34
2.2.6.3	Tedarik zinciri yönetimi	34
2.2.6.4	Sanat	35
2.2.6.5	Eğitim	35
2.2.6.6	Yönetim	36
2.2.7	Blok zincir uygulamalarında zorluklar ve riskler	36
2.2.7.1	Dijital dönüşüm gereksinimi	37
2.2.7.2	Özel anahtarların saklanması.....	38
2.2.7.3	İşlem performansı.....	38
2.2.7.4	Yüksek yatırım gereksinimi	38
2.2.7.5	Enerji tüketimi	39
2.2.7.6	Sınırlı teşvik.....	39
2.2.7.7	Yazılım hataları, açıklar ve siber saldırılar.....	39
2.2.7.8	Çatallaşma (Fork) problemi.....	40
2.2.7.9	Şifreleme ve kuantum bilgisayarlar.....	41

2.2.8	Dünyada blok zinciri teknolojisi uygulamaları.....	41
2.2.9	Türkiye’de blok zincir uygulamaları	44
2.3	Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Teknolojisi Kullanımı.....	46
2.3.1	Blok zincir teknolojisi kullanımının tedarik zinciri katılımcıları üzerindeki etkileri	51
2.3.1.1	Bankacılar ve finansörler açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri	51
2.3.1.2	Şirketler Açısından Blok Zincir Teknolojisi Kullanımının Etkileri..	52
2.3.1.3	Nakliye şirketleri ve taşıyıcılar açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri.....	53
2.3.1.4	Gümrük ve liman yetkilileri açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri.....	55
2.3.1.5	Düzenleyici organlar açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri	56
2.3.1.6	Sigorta sağlayıcıları açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri	57
3.	YÖNTEM	59
3.1	Araştırma Modeli	60
3.2	Evren ve Örneklem	60
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	61
4.1	Tedarik Zincirinde Blok Zincir Uygulamaları	61
4.1.1	Maersk-IBM.....	61
4.1.2	Foxconn	62
4.1.3	Walmart	64

4.1.4	VeChain	66
4.1.5	Everledger	66
4.1.6	Provenance	68
4.1.7	Nestle-OpenSC	69
4.1.8	Blocklab projesi	71
4.1.9	Robob projesi	71
4.1.10	Carrefour	72
4.1.11	Marco Polo projesi	72
4.2	Türkiye’de Tedarik Zincirinde Blok Zincir Uygulamaları	73
4.3	Araştırma Bulguları	74
4.4	Tartışma	93
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER	98
	KAYNAKÇA	102
	ÖZGEÇMİŞ	115

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Tedarik Zinciri Yönetimi ve Sanayi Devrimi Aşamaları.....	12
Tablo 2. Blok Zincir Türleri.....	28
Tablo 3. Blok Zinciri Teknolojisi’nin Potansiyel Yararları	30
Tablo 4. Blok Zincirinin Tedarik Zincirinde Uygulanabilecek Potansiyel Özellikleri ve Uygulama Alanları.....	35
Tablo 5. Blok Zinciri Teknolojisinde Vergisel Düzenlemelere İlişkin Ülke Uygulamaları	44
Tablo 6. Katılımcı Listesi.....	93
Tablo 7. Mülakat Analizi	94

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Tedarik Zinciri Yapısı.....	7
Şekil 2. Tedarik Zinciri.....	8
Şekil 3. Tedarik Zincirindeki Akış Türleri	9
Şekil 4. Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi Yapısı.....	11
Şekil 5. Blok Zinciri Sistemi Çalışma Mekanizması.....	16
Şekil 6. Blok Zincirinde Blokların İçeriği ve Birbirine Bağlanış Şekli.....	17
Şekil 7. Tek Merkezli, Çok Merkezli ve Dağıtık Ağlar	18
Şekil 8. Akıllı Sözleşmeler	25
Şekil 9. Akıllı Sözleşme Gerçekleşme Süreci	25
Şekil 10. IoT'ye Dönüşüm Aşamaları.....	27
Şekil 11. Blok Zinciri Teknolojisine Yatırım Sürecinde Kullanılabilecek Karar Destek Diyagramı	29
Şekil 12. Blok Zinciri Teknolojisi İçin Hype Döngüsü Gösterimi.....	37
Şekil 13. Geçici Çatallaşma (Soft Fork) Durumu.....	40
Şekil 14. Kalıcı Çatallaşma (Hard Fork) Durumu	40
Şekil 15. Blok Zincir Tabanlı Lojistik Dağıtım Süreçleri	47
Şekil 16. Gıda Tedarik Zincirlerinde Blok Zincir Uygulamaları ile İzlenebilirliğin Artırılması.....	50
Şekil 17. İhracaat ve İthalatta Kullanılan Ticari Belgeler	55

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AML	: Kara Para Aklamayı Önleme (Anti-Money Laundering)
API	: Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface)
Ar-Ge	: Araştırma Geliştirme
ASX	: Avustralya Menkul Kıymetler Borsası
BCTR	: Blok Zincir Türkiye Platformu
BDDK	: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BKM	: Bankalar Arası Kart Merkezi
BTLYS	: Bilgisayar Tabanlı Lojistik Yönetim Sistemleri
DDoS	: Dağıtık Hizmet Reddi (Distrubuted Denial of Service)
DLT	: Dağıtık Defter Teknolojisi (Distributed Ledger Technology)
DTÖ	: Dünya Ticaret Örgütü
EBP	: Avrupa Blok Zincir Ortaklığı (European Blockchain Partnership)
EBRD	: Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (The European Bank for Reconstruction and Development)
EBSI	: Avrupa Blok Zincir Servisleri Altyapısı (European Blockchain Services Infrastructure)
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning)
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)

GSBN	: Küresel Denizcilik İş Ağı (Global Shipping Business Network)
HKS	: Hal Kayıt Sistemi
IMF	: Uluslararası Para Fonu (International Monetary Fund)
IoT	: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
K	:Katılımcı
KDV	: Katma Değer Vergisi
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KYC	: Müşterini Tanı (Know Your Customer)
LTE	: Uzun Süreli Evrim (Long-Term Evolution)
MB	: Migros Blockchain
NFC	: Bluetooth Yakın Alan İletişimi (Near Field Communication)
P2P	: Uçtan Uca Ağ (Peer to Peer Network)
PCS	: Liman Topluluk Sistemi (Port Community System)
PoC	: Kavram Kanıtı (Proof of Concept)
PoS	: Sahipliğin Kanıtı (Proof of Stake)
PoW	: İş Kanıtı (Proof of Work)
QR Kod	: Çabuk Tepki Kodu (Quick Response Code)
RFID	: Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification)
TBV	: Türkiye Bilişim Vakfı
TPS	: Tek Pencere Sistemi
WSN	: Kablosuz Sensör Ağları (Wireless Sensor Network)

1. GİRİŞ

1.1 Problem

Teknolojinin gelişimiyle birlikte, dünya çapındaki ticaret hızı artmaktadır. Bir firmanın hammaddeden başlayarak planlama, üretim, dağıtım ve son kullanıcıya teslimat sürecinde bu hızla başa çıkabilmesi için teknolojik gelişmeleri takip etmesi gerekmektedir.

Koronavirüs salgını sırasında, tedarik zincirlerindeki aksamaların neden olduğu kamçı etkisi açıkça görülmüştür. Bu aksaklıklar, bazı ürünlerin tükenmesine, market raflarının boşalmasına ve fiyatların yükselmesine sebep olmuştur. Ancak, tedarik zincirlerinin senkronize hale getirilmesiyle söz konusu kamçı etkisi önlenebilir. Bu senkronizasyonun en temel unsurunu, hızlı ve doğru bilgi akışı oluşturmaktadır (Tanyaş, 2020).

Tedarik zinciri süreçleri, hammaddelerin farklı yerlerden temin edilmesi, çeşitli üretim süreçleri, dağıtım kanallarında birden fazla ülkeden birçok paydaşın yer alması, ürünlerin farklı coğrafyalardan geçmesi, gümrük uygulamalarının farklı olması, farklı ödeme yöntemleri, belge kayıpları ve güven eksikliği gibi faktörler nedeniyle giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Bazı ürünlerin tedarik zinciri, birden fazla ülke sınırını, gümrük işlemlerini, fatura ve ödeme aşamalarını ve çeşitli kurumlarla uzun süreli işlemleri içerebilir. Bu süreçler çok sayıda insan ve kuruluşun dâhil olduğu karmaşık ve uzun bir süreç olabilir ve aylarca sürebilir.

Tedarik zinciri, birçok girdi ve çıktının yer aldığı ve birçok paydaşın koordinasyonunu gerektiren kompleks bir yapıdır. Bu karmaşıklık, yönetimini zorlaştırarak birçok soruna neden olmaktadır. Şeffaflık eksikliği, izlenebilirliğin düşük olması, kaçakçılık, sahte ürünler ve belgeler, yoğun evrak işlemleri, insan hataları ve finansal işlemlerin takibi gibi sorunlar en sık karşılaşılanlardır.

Bu karmaşıklığın üstesinden gelmek ve ticaret hızına ayak uydurmak, tedarik zincirinde bilgi eksikliği veya yanlış bilginin sistemi yavaşlatması gibi olumsuz durumları aşabilmek için yeni bir çözüm üretilmelidir.

1.2 Amaç

Son yıllarda bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, şirketlerin tedarik zinciri yönetiminde dijitalleşmeye yönelmelerine neden olmuştur. Dijitalleşme, doğru kararlar almak için gereken doğru ve güvenilir bilgiye hızlı erişim sağlayarak tedarik zinciri yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Dijital tedarik zinciri kapsamında birçok firma tedarik zinciri sistemlerine blok zincir teknolojilerini entegre etmeye başlamıştır. Blok zincir tabanlı tedarik zinciri çözümleri, endüstrilerin dağıtılmış ve merkezi olmayan bir hesap yapısıyla iş yapma şeklini değiştirmektedir. Bu çözümler, tedarik zinciri süreçlerinde uçtan uca merkezi olmayan bir yapı sunarak işlemlerin daha hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleşmesine olanak tanımaktadır.

Satoshi Nakamoto tarafından ilk kez 31 Ekim 2008 tarihinde tanıtılan blok zinciri teknolojisi, elektronik para sistemi Bitcoin'in temelini oluşturmuştur. Bu teknolojinin, gelecekte tedarik zinciri dâhil olmak üzere birçok alanda gelişim sağlaması beklenmektedir. Özellikle 2016'dan itibaren, blok zincir teknolojisi dünya çapında giderek daha fazla benimsenmekte ve sadece finans sektörüyle sınırlı kalmayarak diğer sektörlerde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojinin kullanım alanının yıllar içerisinde internet teknolojisine benzer şekilde genişleyeceği ve birçok geleneksel işleyiş biçimini değiştireceği, pek çok uzman tarafından öngörülmektedir.

Küresel ticarete rekabetin artmasıyla birlikte, tedarik zinciri yönetimini dijitalleşen geleceğe uygun hale getirebilen, süreçleri yalınlaştıran ve çevikleştiren şirketler, rekabet avantajı elde edeceklerdir.

Blok zinciri teknolojisinin Tedarik Zinciri Yönetimi sistemlerinde kullanımı, süreçlerin sadeleştirilmesi, izlenebilirliğin artması, verimliliğin artırılması, müşteri memnuniyetinin yükseltilmesi ile maliyet ve risklerin azaltılması gibi faydalar sağlamaktadır. Ancak, bu teknolojinin henüz gelişmekte olan bir teknoloji olması nedeniyle, Tedarik Zinciri Yönetimi ile blok zinciri teknolojisini birleştiren çalışmaların literatürde sınırlı sayıda olduğu gözlemlenmektedir. Bu çalışma, blok zincir teknolojisi ve tedarik zinciri yönetimi alanındaki uygulamaları inceleyerek, blok zincir teknolojisi kullanımıyla tedarik zinciri yönetim süreçlerinin gelecekte nasıl gelişebileceği konusunda sonuçlar elde etmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmada blok zincir teknolojisinin tanımı, yapısı, işleyişi faydaları/mahsurları, kısıtları ve uygulama alanları üzerinde durulacaktır. Daha sonra ise blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri üzerindeki uygulamaları incelenecektir.

1.3 Önem

Bilişim sektörü, günümüzde hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Sanayi 4.0 yaklaşımları ve artan e-ticaret gibi faktörlerle birlikte, bilişim sektörünün insanların hayatına doğrudan etkisi gelecekte daha da artacaktır. Bu nedenle, bilişim sektörüne verilen önem, ülke ekonomisi ve kalkınması için büyük bir fırsat sağlamaktadır. Türkiye, kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmalı, odaklanılacak konuları belirlemeli ve Ar-Ge ve üretim desteklerinin %60'ını bu odaklanılan alanlara yönlendirmelidir. Bu alanlar arasında, blok zinciri gibi yeni bilgi şifreleme ve saklama teknolojileri, akıllı makineler, yapay zekâ ve IoT gibi alanlar mutlaka yer almalıdır (Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Araştırma ile blok zincir teknolojisinin önümüzdeki dönemde tedarik zinciri yapısını nasıl etkileyeceğini ve tedarik zinciri yönetimini yeniden şekillendirip şekillendiremeyeceği sorularına cevap arayacağım. Finans sektörünü derinden etkileyen bu teknolojinin tedarik zinciri yönetiminde uygulanması ve sağlayacağı düşünülen avantajlar küresel rekabette öne geçmek isteyen işletmeler açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde kullanımı ve sağlayacağı potansiyel avantajlar ve dezavantajlar incelenmektedir. Blok zincir teknolojisi, finans sektöründe olduğu gibi tedarik zinciri yönetiminde de önemli bir etki yaratabilir. Bu teknolojinin tedarik zinciri yönetiminde kullanımı, veri paylaşımı, tedarik zinciri süreçlerinin izlenebilirliğinin artması ve tedarikin tarafları arasındaki güvenilirlik konularında çözümler sunabilir. Bu sayede, tedarik zinciri süreçlerindeki şeffaflık artırılabilir, kaynakların kullanımı optimize edilebilir ve tedarik zinciri yönetimindeki bilgi eksikliğinden kaynaklanan hatalar azaltılabilir. Bu da tedarik zinciri mimarisinin yeniden dizayn edilmesi anlamına gelmektedir.

1.4 Varsayımlar

Tedarik Zinciri Yönetimlerinde, bir ürünün çeşitli kaynaklardan hammadde şeklinde tedarik edilmesinden nihai ürüne dönüştükten müşteriye ulaşmasına kadar geçen

süreçlerin ağırlıklı olarak manuel kayıtlarla takip edildiği ve bu kayıtların değiştirilmeye, sahteciliğe açık olduğu bu nedenle bilgi akışında tam anlamıyla güven tesis edilemediği farz ve kabul edilmiştir.

1.5 Sınırlıklar

Türkiye'de, blok zincir teknolojisini kullanarak tedarik zinciri yönetimi uygulayan firmaların sayısı oldukça azdır ve genellikle bu konu teorik olarak ele alınmaktadır. Bu durum, araştırmanın uygulayıcı firmalar üzerinden yürütülmesini zorlaştırmaktadır. Bunun yanı sıra blok zincir teknolojisini kullanarak tedarik zinciri yönetimi uygulayan küresel firmaların uygulamalarına ilişkin konuyla ilgili anketlere katılmak istememeleri çalışmanın nicel hedeflerine ulaşmada zorluk yaratmış ve bu nedenlerden dolayı araştırma sınırlı sayıda katılımcı ile nitel bir boyutta sürdürülmüştür.

1.6 Tanımlar

Blok zincir (blockchain): Blok zinciri teknolojisi, merkezi olmayan ve güvenli bir şekilde paylaşılan veri kayıt defteri olarak tanımlanabilir. Bu teknolojiye bir grup katılımcı ortak veri paylaşabilir ve blok zinciri teknolojisi ile bu veriler kriptografik hash'ler şeklindeki benzersiz tanımlayıcılarla zincirlenen, paylaşılan bloklara bölünür. Bu sayede birden fazla kaynaktan gelen işlem verileri kolayca toplanabilir, entegre edilebilir ve paylaşılabilir. Blok zinciri teknolojisi, güvenli bir veri paylaşımı sağlamak için merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymaz ve bu nedenle verilerin güvenliği ve doğruluğu daha iyi bir şekilde korunabilir (Oracle Türkiye, 2023).

Nesnelerin interneti – Internet of things (IoT): Nesnelerin interneti, gömülü teknoloji içeren fiziksel objelerle ortak ağ üzerinden iletişime geçilmesi olarak tanımlanabilir. Fiziksel nesnelere gömülebilecek düşük maliyetli sensörlerin, kontrol ve iletim araçlarının varlığı; ağların erişilebilir olması ve kapasitelerindeki artış; veri depolama ve analizleri ile ilgili gelişmeler nesnelerin interneti uygulamalarına ilginin artmasına yol açmaktadır. Tedarik zincirleri açısından nesnelerin interneti operasyonel etkinlik, emniyet ve güvenlik, müşteri deneyimi ve yeni iş modelleri açısından önemli faydalar sağlamaktadır (Büyüközkan, 2022).

Coin ve Token: Kendisine ait bir blok zinciri olan kripto paralara coin denir. Ancak başka hazır bir blok zincir içerisinde işlem gören kripto paralara ise token denir. (Güven,V., Şahingöz,E., 2018).

Hash: Hash, Türkçeye parmak izi olarak çevirilebilir. Hash fonksiyonu herhangi bir uzunluktaki bir veriyi sabit uzunlukta bir veriye dönüştüren (haritalayan) bir fonksiyondur. Blok zincirdeki her zincir birbirine hash değerleri ile bağlıdır (Güven,V., Şahingöz,E., 2018).



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımı ve Gelişimi

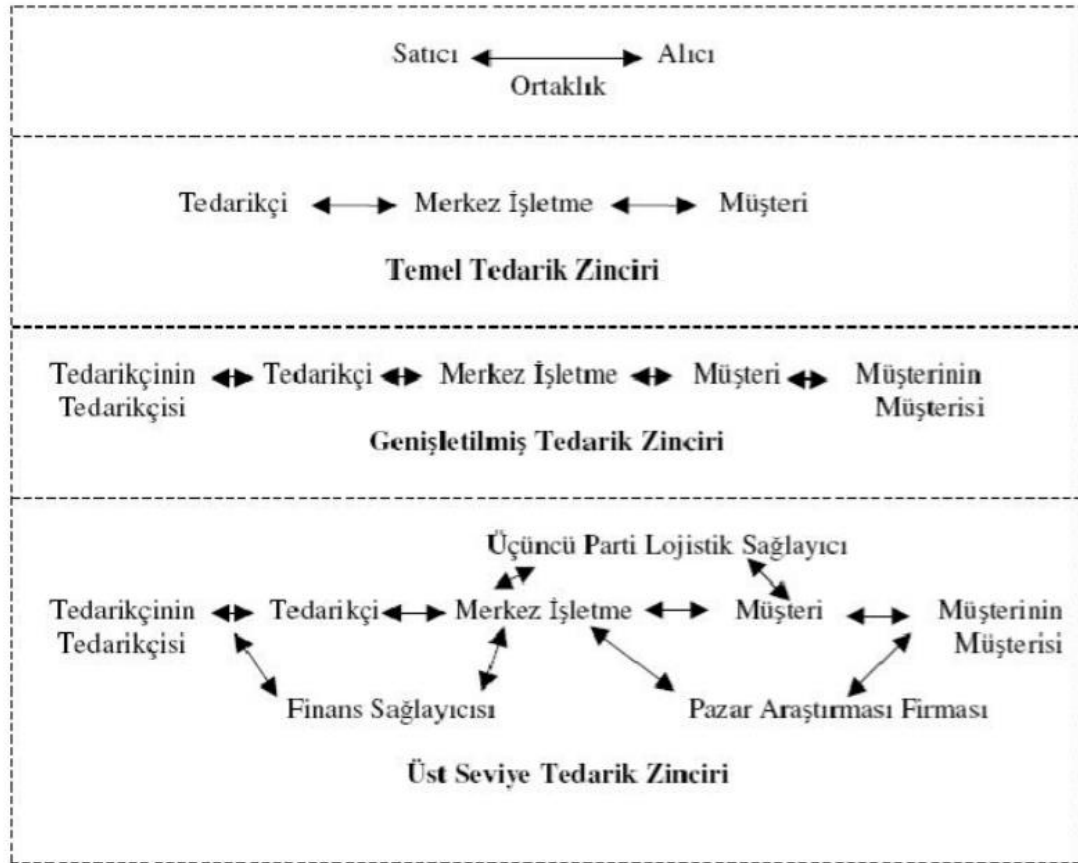
2.1.1 Tedarik zinciri tanımı

Tedarik kelimesi, Arapça kökenli olup "D-R-K" kökünden türetilmiştir. Bu kök, "en alt basamak" veya "dip" anlamına gelmektedir ve Türkçe'de "araştırma ve bulma" anlamına gelir. Tedarik teriminin Latince karşılığı ise "sub" ve "plere" kelimelerinin birleşmesiyle türetilmiştir. "Sub" kelimesi "alt" anlamına gelirken, "plere" kelimesi bir eylemi ifade eden "doldurmak" veya "tamamlamak" anlamına gelir. Dolayısıyla, tedarik terimi, bir mal veya hizmetin temel ihtiyacını karşılama veya tamamlama eylemini ifade etmek için kullanılır (Yıldırım, 2019).

Tedarik zinciri, bir ürünün ihtiyaç duyulan zaman, şekil, miktar ve maliyetle doğru şekilde temin edilmesini ifade eder. Bu süreçte, ürünün tedarikçi tarafından üretilmesi için gerekli olan hammadde ve malzemelerin de aynı şekilde sağlanması gerekmektedir. Bu şekilde, tedarik zinciri, ürünün ilk maddesinden başlayarak tüketiciye ulaşmasını ve hatta geri dönüşümünü içeren tüm süreçlerde yer alan tedarikçiler, üreticiler, distribütörler, perakendeciler ve lojistikçiler gibi paydaşlardan oluşan bir bütünü ifade eder (Theprowess.net, 2023).

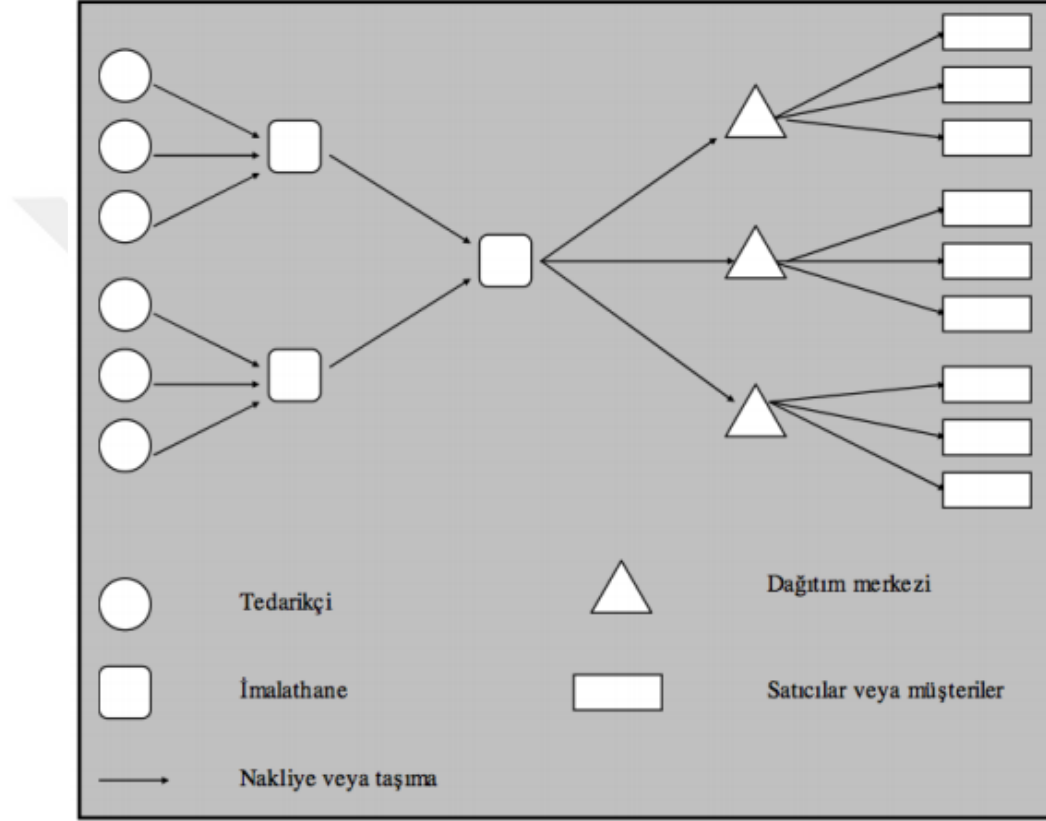
Tedarik zinciri, hammadde sağlayıcılarından başlayarak, tedarik edilen hammadde ve malzemelerin üretim sürecinden geçerek nihai mamullere dönüşmesini ve son kullanıcılara ulaştırılmasını sağlayan üretici ve dağıtıcılar gibi iş ortaklarını içeren bir ağdır. Başka bir deyişle, tedarik zinciri, tedarikçileri, lojistik hizmet sağlayıcılarını, üreticileri, dağıtıcıları ve perakendecileri bir araya getiren ve bu iş ortakları arasında malzemelerin, ürünlerin ve bilgilerin akışının gerçekleştiği bir kümedir. Tipik bir tedarik zinciri, parça, hammadde ve bileşenlerin, üretim süreci boyunca bir araya gelerek nihai ürüne dönüştürülmesini ve nihai müşteriye teslim edilmesini sağlayan tedarikçiler, üreticiler, depolar, distribütörler ve perakendecilerden oluşur (Akben, İ., Güngör, A., 2018).

Tedarik zincirini Şekil 1’de sunulduğu gibi üç farklı seviyeye ayırmak mümkündür. Temel Tedarik Zinciri, Genişletilmiş Tedarik Zinciri ve Üst Seviye Tedarik Zinciri. Temel tedarik zinciri, bir firmanın doğrudan ilişki kurduğu müşteri ve tedarikçilerden oluşur. Bu seviyede, sadece firmanın kendi tedarik zinciri içinde yer alan paydaşlarla etkileşimi bulunmaktadır. Genişletilmiş tedarik zinciri ise, üst seviyeye kıyasla daha fazla paydaşı içeren bir yapıdır. Üçüncü parti tedarikçiler, müşteriler ve sağlayıcılar gibi ek paydaşlar da tedarik zinciri sürecine dâhil olurlar. Bu seviyede, bir firmanın tedarik zinciri, doğrudan ilişki kurduğu paydaşların yanı sıra dolaylı olarak ilişkide olduğu diğer aktörleri de içerir. Üst seviye tedarik zinciri ise en geniş anlamda tedarik zinciri kavramını ifade eder. Bu seviyede, tüm sektörler ve iş ortamları içindeki tüm tedarikçiler, üreticiler, distribütörler, perakendeciler ve diğer ilgili paydaşlar dâhildir. Üst seviye tedarik zinciri, geniş bir ağa sahiptir ve farklı sektörlerdeki tedarik zincirlerini birleştirir (Eymen, 2007).



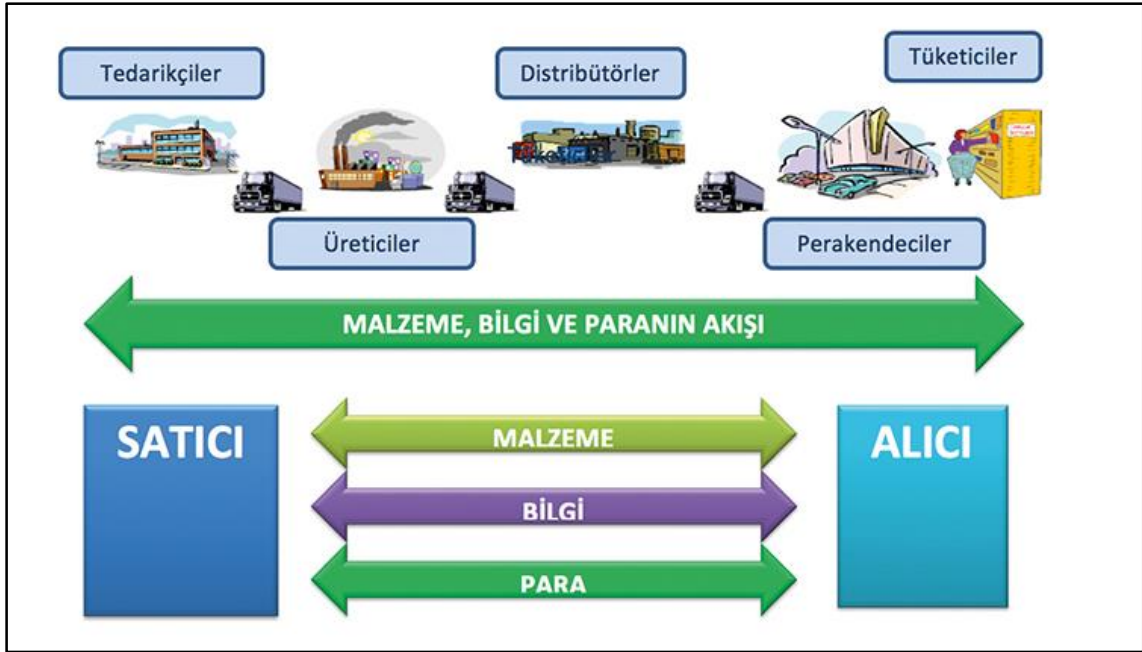
Şekil 1. Tedarik Zinciri Yapısı (Eymen, 2007)

Üreticiler, nihai müşterilerin talep ettiği ürünleri üretmek için gerekli olan hammadde ve malzemeleri tedarik ederek başlayan bir tedarik zinciri sürecine sahiptirler. Bu süreç, ham madde kaynaklarından ilk seviye üretimlere, ardından yarı mamullere ve sonunda nihai ürünlere dönüştürülerek devam eder. Ürünler daha sonra dağıtım merkezlerine nakledilir ve oradan da bayi ve nihai müşterilere ulaştırılır. Bu süreç, eş zamanlı envanter ve depo yönetimi ile birlikte planlanarak gerçekleştirilir. Şekil 2’de bu akış gösterilmektedir.



Şekil 2. Tedarik Zinciri (Çalık, 2020)

Tedarik zinciri boyunca Şekil 3’te görüldüğü gibi ürün/malzeme, bilgi ve para akışı gerçekleşir ve bu akışlar, tüm zincir içindeki şirketlerin performansını etkiler. Her bir akışın hızı ve etkinliği, tedarik zinciri içindeki tüm paydaşların başarısını etkiler. Malzeme akışının yavaşlaması veya durması, stok maliyetlerinin artmasına veya kayıp satışlara neden olabilir. Bilgi akışının yavaşlaması, değişkenlik ve belirsizlikten kaynaklanan maliyetlerin artmasına sebep olabilir. Para akışının yavaşlaması ise finansman maliyetlerinin artmasına yol açabilir. Bu nedenle, zincir içindeki herhangi bir gecikme veya bekleme, tüm akışları olumsuz yönde etkileyebilir (Theprowess.net, 2023).



Şekil 3. Tedarik Zincirindeki Akış Türleri (Theprowess.net, 2023)

2.1.2 Tedarik zinciri yönetimi

İlk defa 1995 yılında "Lojistik Yönetim Konseyi Yıllık Toplantısı" adlı etkinlikte kullanılan bir terim olan "Tedarik Zinciri Yönetimi", statik bir ağ olarak tanımlanan tedarik zinciri kavramına eylem yüklenerek oluşturulmuş ve bu ağın yönetimini ifade eden bir paradigma olarak ortaya çıkmıştır. 1963 yılında kurulan Lojistik Yönetim Konseyi'nin 1995 yılında düzenlediği bir toplantıda, sunum ve konuşmalarda %13,5 oranında 'Tedarik Zinciri Yönetimi' kavramı kullanılmıştır. Bu toplantıdan itibaren 1990'lı yılların başlarında, yaygın olarak kullanılan 'Kurumsal Kaynak Planlama-ERP' kavramı tahtını yeni bir kavram olan 'Tedarik Zinciri Yönetimi' ile paylaşmaya başlamıştır. Sadece birkaç yıl sonra, 1997'de, aynı toplantı zincirlerinde 'Tedarik Zinciri Yönetimi' kavramı tüm oturumlarda %22,5 oranında kullanılmış ve artık bilim literatürüne mal edilmiş bir kavram haline gelmiştir (Lee, H.L. ve Billington C., 1997).

Tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri içinde yer alan tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler başta olmak üzere zincirdeki tüm şirketlerin uzun vadeli performanslarını artırmak amacıyla söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonlarının, süreçlerin ve planların stratejik ve sistematik yönetimidir. Bir başka deyişle tedarik zinciri yönetimi, ürünlerin ham madde

evresinden son kullanıcılara kadar olan dönüşüm ve hareketleri ile ilgili faaliyetlerin eş güdümünün sağlanması, bütünleştirilmesi ve yönetilmesi demektir (Büyüközkan, 2022).

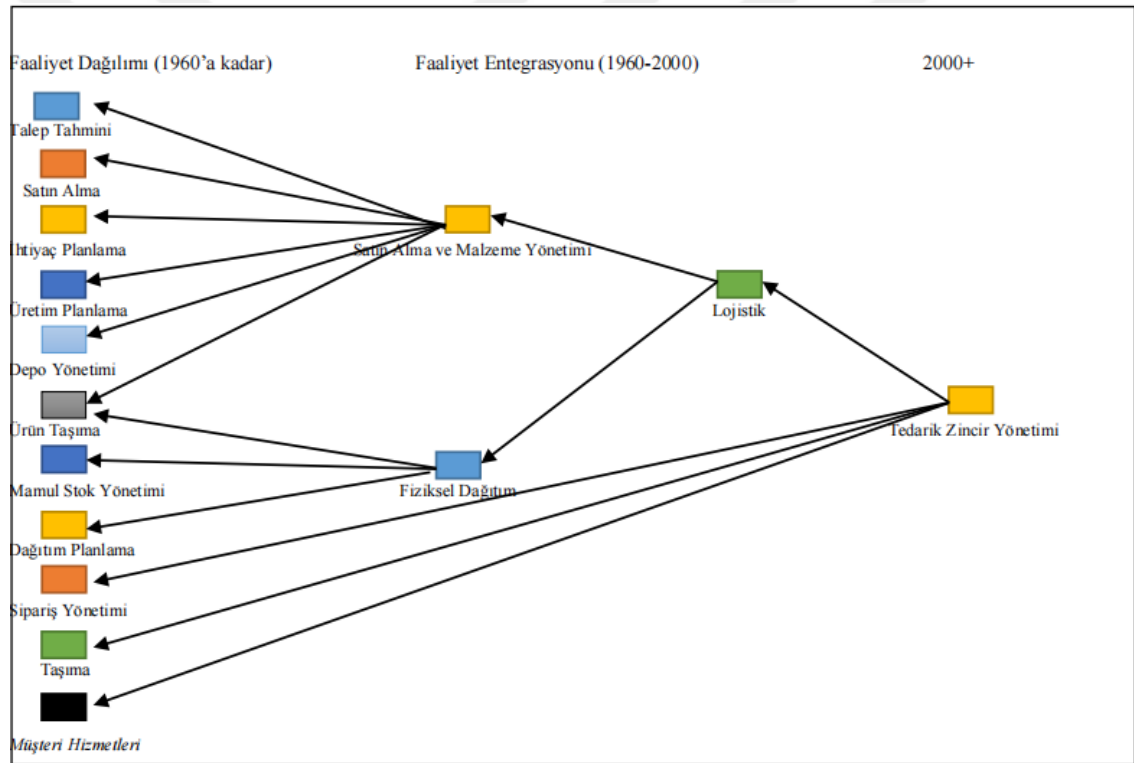
Tedarik Zinciri Yönetimi, 2000'li yıllarda teknolojik gelişmelerin ivme kazanmasıyla birlikte genişlemiş ve kavram haritası daha da genişlemiştir. Teknolojik dönüşümün dünya çapında yayılması, Tedarik Zinciri Yönetimi'nin kavram öbeğini teknolojiye endekslediğini göstermektedir. İlk kez 1995 yılında Lojistik Yönetim Konseyi toplantısında sıklıkla kullanılan Tedarik Zinciri Yönetimi, o zamandan beri sürekli olarak gelişerek diğer sistemleri domine etmiş ve kendisine sağlam bir yer edinmiştir. İlk başta "Kurumsal Kaynak Planlama" ile birbirini tamamlayıcı unsur olarak görülen Tedarik Zinciri Yönetimi, teknolojik dönüşümlerle birlikte "İleri Planlama ve Çizelgeleme"ye daha çok odaklanmıştır. 2005 yılında Lojistik Yönetim Konseyi adını Tedarik Zinciri Yönetim Profesyonelleri olarak değiştirmiş ve bu noktada Tedarik Zinciri Yönetimi, bir felsefe, yönetim ağı veya ekosistem olarak adlandırılrsa da, işletme bilimi alanında önemli bir disiplin haline gelmiştir. Lojistik Yönetim Konseyi'nin kurumsallaşmasıyla başlayan bu süreç içerisinde, Tedarik Zinciri Yönetimi'nin literatürü domine etmesine bağlı olarak, lojistiğin kendisi dahi tedarik zinciri yönetiminin bir alt unsuru haline gelmiştir (Yıldırım, 2019).

Tedarik zinciri yönetimi, tarihsel olarak üç farklı paradigma kırılması yaşamıştır. Bu kırılmalar, zaman içinde meydana gelmiştir ve her biri tedarik zinciri yönetiminde önemli bir dönüşümü ifade etmektedir. İlk paradigma kırılması, 1960'lardan itibaren demiryolu taşımacılığından karayolu taşımacılığına geçişle gerçekleşmiştir. Bu dönüşüm, lojistiğin ulaşım ve fiziksel ağılarını genişleterek, zaman referanslı tedarik ihtiyaçlarında bir sonraki aşama olan tedarik yönetiminin gelişmesinin temellerini atmıştır. Tedarik zinciri yönetiminin ilk fazı olarak kabul edilen fiziksel dağıtım fazına ilk vurguyu yapan isim ise Bowersox'tur. Bu dönemde, lojistik faaliyetler genellikle sadece dağıtım ve depolama işlemlerini içermekteydi. Ancak Bowersox'un vurgusuyla birlikte, lojistik faaliyetler sadece fiziksel hareketlilikle değil, tüm tedarik zinciri boyunca mal ve hizmetlerin akışını yönetme süreci olarak da ele alınmıştır (Yıldırım, 2019).

İkinci paradigma kırılması ise 1980'lerde gerçekleşmiştir. Bu dönemde, bilgi teknolojileri hızla gelişmeye başlamış ve lojistik faaliyetlerin yönetiminde önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Bilgisayar Tabanlı Lojistik Yönetim Sistemleri (BTLYS) ve otomatik tanımlama teknolojileri (RFID, barkod vb.) gibi yeniliklerin kullanımı, tedarik zinciri yönetiminde verimliliği artırmıştır (Yıldırım, 2019).

Üçüncü ve son paradigma kırılması ise 2000'li yılların başından itibaren gerçekleşmiştir. Bu dönemde, tedarik zinciri yönetimi daha fazla tedarikçi ve müşteri ile çalışmaya başlamıştır. Böylece, tedarik zincirinin tüm paydaşları arasındaki işbirliği ve koordinasyon önem kazanmıştır. Bu dönemde ayrıca, sürdürülebilirlik ve çevresel faktörlerin de lojistik faaliyetlerin yönetiminde daha fazla dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Yıldırım, 2019)

Tedarik zincirinin gelişim aşamaları 1960'lı yıllardan günümüze, Şekil 4'te görüldüğü gibidir.



Şekil 4. Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi (Ballou, 2004)

2.1.3 Dijital tedarik zinciri yönetimi

Tedarik zinciri yapıları, birçok paydaşı içeren, fiziki ve finansal akışların yanı sıra bilgi akışının oldukça yoğun olduğu yapılardır. Çok fazla sayıda paydaşın ve her biri arasında çok fazla miktarda akışın olmasının getirdiği zorlukları aşmak; tedarik zinciri genelinde hız, maliyet, esneklik, verimlilik ve sürdürülebilirlik avantajları sağlamak için yenilikçi

teknolojilere duyulan ihtiyaç sürekli artmaktadır. Dijital tedarik zincir yönetimi, dijital verileri ve dijital teknolojileri kullanarak lojistik ve tedarik zinciri faaliyetleri ile ilgili yeni iş yapış modellerinin ortaya konmasıdır. Dijital tedarik zincirlerinde öne çıkan gelişmeler; entegre planlama ve uygulama, lojistik ve tedarik zinciri şeffaflığı, satın alma 4.0, akıllı depolama, etkin yedek parça yönetimi, otonom ve e-ticaret lojistiği, tedarik zinciri analitiği ve akıllı tedarik zincirleri olarak sıralanabilir (Büyüközkan, 2022).

Dijital tedarik zinciri süreci, günümüzde iş akışlarından daha fazlasını içeren bir yapıya sahiptir. Artık dijital ortamlar, bilgi transferini sağlamak için kullanılan birçok yeni teknolojik aygıt ve internet gibi unsurlar da dahil olmak üzere geniş bir arka plana sahiptir. Endüstri 4.0 olarak adlandırılan dönemde, bu dijital ortamın tamamen dijitalleşmiş bir platforma dönüştüğü düşünüldüğünde, tabloda görüldüğü gibi 2030'lardan sonra bu periyodun "Dijital Ekosistem" olarak adlandırılacağı yönünde bilimsel tartışmalar bulunmaktadır. Bu ifade, dijital tedarik zinciri sürecinin sadece basit bir iş akış modelinden daha fazlasını içerdiğini ve geniş bir dijital ekosistemin varlığını vurgulamaktadır (Yıldırım, 2019).

Tablo 1. Tedarik Zinciri Yönetimi ve Sanayi Devrimi Aşamaları (pwc, 2016)

1800	1900	1970	2015+	2030+
Sanayi 1.0	Sanayi 2.0	Sanayi 3.0	Sanayi 4.0	Dijital Ekosistem
Su ve buhar gücüyle çalışan mekanik üretimin icadı. İlk sanayi devrimi.	Elektrikli ve içten yanmalı motorla seri üretime geçiş.	Üretim süreçlerinde, elektronik, bilişim ve insan kontrolünde robotların kullanılmaya başlanması.	Dijital tedarik zinciri, akıllı üretim. Dijital ürün, hizmet ve iş modelleri. Büyük veri analizleri.	Entegre ve esnek değer zincir ağları. Sanal işlemler, kripto müşteri arabirimleri, sanayi bütünleşmesi.

Geniş elektronik ağ bağlantısı, sistem entegrasyonu ve akıllı bileşenlerin bilgi üretme yeteneklerinden en üst düzeyde yararlanan dijital tedarik zinciri, geleneksel modelin çok

ötesinde potansiyele sahiptir. Bulut bilişim, büyük veri, nesnelerin interneti, üç boyutlu baskı, artırılmış gerçeklik gibi çok çeşitli yeni teknolojilerin ve bilgiyi değere çeviren gelişmiş analitiklerin tam olarak uygulanması ile işlerlik kazanan bu sistemde, ürün ve hizmetlerle birlikte bir şirketin değer zincirindeki ürün geliştirmeden satış kanallarına kadar her bağlantının dijitalleştirilmesi ve tam entegrasyonu sağlanmaktadır (Teoman, 2020).

Dijital tedarik zinciri, tedarikçiler arasında stratejik ve operasyonel bilgi paylaşımını içeren bir platform olarak basitçe tanımlanabilir. Bu bilgi paylaşımları, finansal, üretim, tedarik süreci tasarımı, araştırma ve rekabet gibi alanlarda tedarik zinciri aktörleri arasında gerçekleşir. Kurum içindeki koordinasyon bilgi sistemleri aracılığıyla elektronik bağlantılarla gerçekleşen bu bilgi paylaşımı, dijitalleşmiş bir şekilde tedarik zincirini otomatikleştirir ve ödemeyi de içerir. Bu sayede, tedarik zinciri zaman ve maliyet kısıtlarını kolaylıkla aşarak tedarikçi ile son kullanıcı arasındaki üçüncü taraf aracılı devre dışı bırakabilir. Dijital tedarik zinciri, bir iş çevrim sürecinin yanı sıra büyük bir bilgi paylaşımını da kapsar. Bu kapsamda sosyal medya uygulamaları ve nesnelerin interneti gibi teknolojiler de yer alır. Sistemin entegre olduğu bilgi modülleri, dijital tedarik zincirinin vazgeçilmez parçalarıdır. Bu bilgi modülleri, iş çevriminin en kritik unsurlarını temsil eder (Yıldırım, 2019).

Tedarik zincirlerinde dijital dönüşüm hedefleri, kurumsal hedefler paralelinde ele alınmalıdır. Dijital dönüşümün kurumsal hedeflerle uyum içinde gerçekleştirilebilmesi için “Dijitalleştirme”, “Teknoloji Uygulama” ve “Tedarik Zinciri Yönetimi”nden oluşan üç adımlı bir yaklaşım öne çıkmaktadır. Bu çerçeveyi kullanarak, tedarik zinciri yöneticilerinin tedarik zincirlerinin mevcut dijitalleşme durumunu değerlendirmesi, teknoloji yatırımı ve uygulaması için bir vizyon oluşturma ve dijital tedarik zinciri ortamında tedarik zinciri yönetimi için etkin bir dönüşüm planı geliştirmesi mümkündür (Teoman, 2020).

2.2 Blok Zinciri Teknolojisi

Blok zinciri teknolojisi, bir eşler arası (peer-to-peer) ağ üzerinde güvenli veri transferi sağlayan bir teknolojidir. Eşler arasındaki iletişim, dağıtık sistemlerde kullanılan veri saklama ve şifreleme yöntemleri ile gerçekleştirilir. Blok zinciri teknolojisi, bu

yöntemlerin birleşimiyle oluşturulmuştur ve birçok yenilikçi uygulamaya olanak sağlamaktadır (Yıldız, 2019).

Blok zincir, bir bilgisayar ağının düğümleri arasında paylaşılan dağıtılmış verileri, dijital biçimde saklayan merkeziyetsiz bir güven mekanizmasıdır. Bu teknolojinin getirdiği en büyük yenilik, bir veri kaydının aslına uygunluğunu ve güvenliğini, üçüncü bir tarafa ihtiyaç duymadan teyit edebilmektir (Tapscott,D., Tapscott,A., 2022).

Blok zincir bir aracıya ihtiyaç duymadan bir verinin iki parti arasında doğrudan değiş tokuşunu mümkün kılan teknoloji protokolüdür. Ağdaki taraflar şifreli kimliklerle anonim bir şekilde işlemleri gerçekleştirirler. Her bir işlem değiştirilemeyen bir işlem zincirine eklenir ve ağdaki tüm kullanıcılara dağıtılır (Güven,V., Şahingöz,E., 2018).

Blok zincirleri fiziksel nesneler değildir, onlar birer yazılımdır. Bilgisayarlar, telefonlar ve diğer cihazlar üzerinde yazılı kodlar olarak bulunurlar. Bir blok zincirine katılım, yazılım ve internet üzerinden gerçekleşir ve bunun için telefon, bilgisayar veya başka bir cihaz kullanılır. Bir blok zincirine katılan kişi, yüzlerce, binlerce hatta milyonlarca çevrimiçi insan ve makinenin bulunduğu bir sistemin bir parçası olur. Burada hiyerarşik bir kontrol yoktur (Williams, 2020).

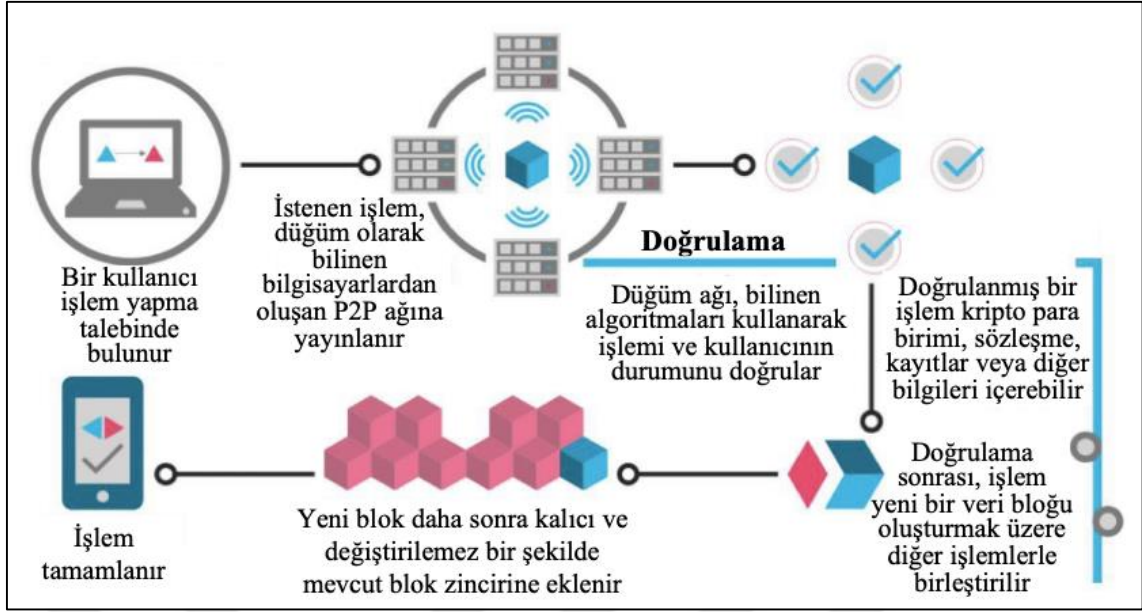
Blok zincir, tüm verilerin değiştirilemeyecek şekilde kaydedildiği, sadece yetkili kişilerin yetkileri çerçevesinde veri girişi yapabildiği ve tek bir sunucuda değil tüm ağ üzerinde dağıtık bir şekilde çoklu kopyalarda tutulan veri tabanıdır. Blok zincir teknolojisinin toplumsal, ekonomik ve hukuki düzende büyük değişimlere neden olacağı düşünülen en önemli unsuru güvendir. Blok zincir veri tabanına kayıtlı bilgiler belirli bir yerde değil birden çok yerde ve birden çok kontrol mekanizması altında saklandığı için hiçbir şekilde değiştirilemez, silinemez ve hacker saldırılarından etkilenmez. Blok zincirde tüm geçmiş kayıtların başından itibaren görülebilmesi yani şeffaflık, sistemin güvenliğini sağlayan bir unsurdur. Bu şeffaflık, işlemleri doğrulamak, kaydetmek ve koordine etmek için daha önce taraflar arasında güveni sağlayan araçlara olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır (Teoman, 2020).

2.2.1 Blok zinciri teknolojisinin çalışma prensipleri

Bitcoin ağı, onay bekleyen geçerli işlemleri bir araya getirerek 1 megabayt boyutunda bloklar oluşturur ve bu bloklar topluca kaydedilir. Her blok için, içerdiği işlem bilgilerine göre benzersiz bir imza oluşturulur. Bu imza, bir sonraki bloğun oluşturulması için kullanılır ve bir önceki bloğun içine dâhil edilir. Bu süreç, blok zinciri olarak adlandırılan bir kayıt defteri oluşturur ve Bitcoin işlemlerinin güvenli bir şekilde kaydedilmesini sağlar (Nakamoto, 2008; Nakamoto, 2008).

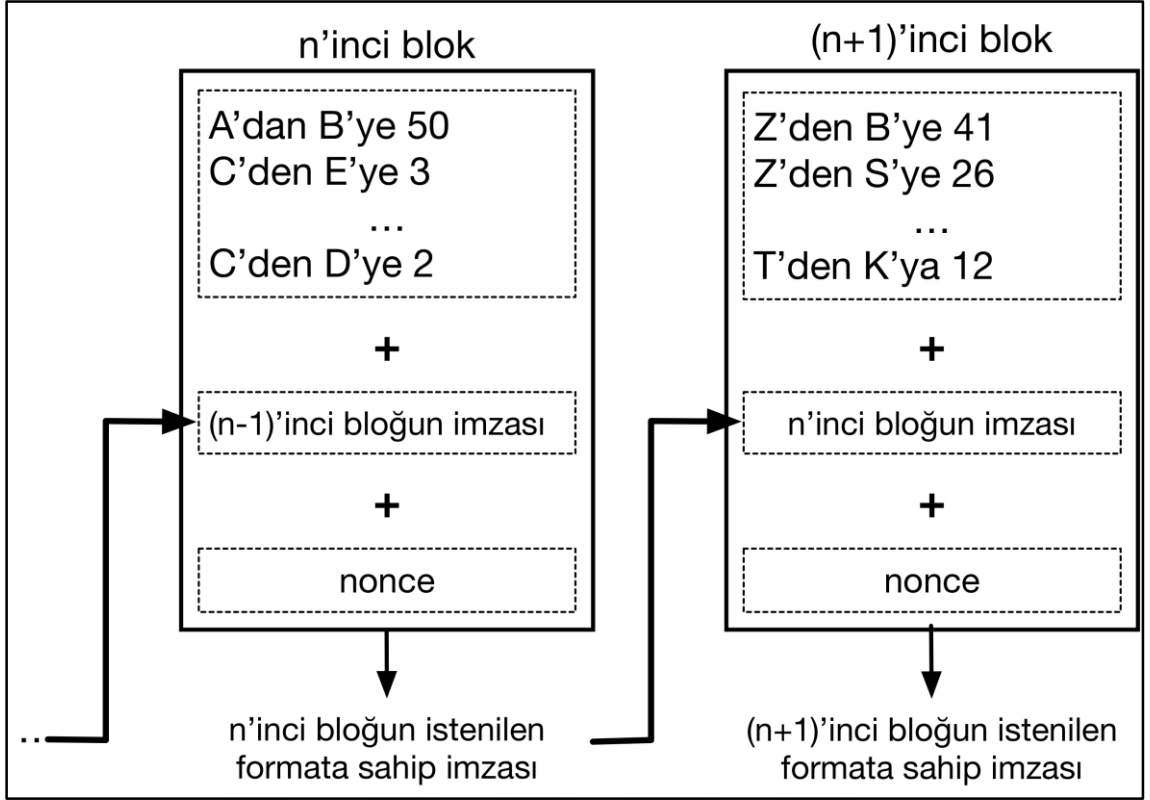
Blok zinciri, dijital bir veri tabanı türüdür ve işlemlerin geçmişinin dijital olarak kaydedilmesini sağlar. Blok zinciri sistemleri, geleneksel dijital defterler ve ilişkisel veri tabanlarından farklıdır çünkü dağıtık bir bilgisayar ağına yayılır, merkezi olarak yönetilmez ve blok zinciri ağındaki tüm katılımcılar arasında işlemler paylaşılır. Bir işlem blok zinciri'ne eklenmeden önce, diğer katılımcıların onayı ve fikir birliği gerektirir. Bu onay süreci, işlemin doğruluğunu ve geçerliliğini kontrol ederek gerçekleştirilir. İşlemler, önceki işlemlere kriptografik olarak bağlanarak ve doğrulanarak blok zincirine eklenir. Bu sayede verilerin değiştirilmesi veya tahrif edilmesi imkânsız hale gelir, verilerin güvenliği ve değişmezliği sağlanmış olur (Olsen, P., Borit, M., ve Syed, S., 2019).

Şekil 5'te blok zinciri'nin çalışma prensibini göstermektedir. Bir işlemin oluşturulmasıyla başlayan süreç, işlemin doğrulanması ve son olarak blok zincirine eklenmesiyle sonuçlanır.



Şekil 5. Blok Zinciri Sistemi Çalışma Mekanizması (Blasetti,2017)

Blok zincirlerinin işi, dijital bilgileri gruplar halinde bir araya getirmektir, bu gruplar blok olarak adlandırılır ve değiştirilemezler (Williams, 2020). Bir blok zinciri, Şekil 6'da görüldüğü gibi her bloğun bir önceki blokla ilgili bilgiyi içeren bir zincir gibi bağlantılı olduğu bir veri yapısıdır. Blok zincirine yeni bloklar ekledikçe, önceki bloklardaki işlemler geriye doğru değiştirilmesi daha zor hale gelir. Bu nedenle, blok zinciri verilerinin güvenliği ve doğruluğu, her bir bloğun doğru bir şekilde onaylanması ve zincirde değişiklik yapılması durumunda tüm zincirin geçerliliğinin yeniden kontrol edilmesi ile sağlanır.



Şekil 6. Blok Zincirinde Blokların İçeriği ve Birbirine Bağlanış Şekli

Zincirdeki her blok birbirine Hash değerleri ile bağlıdır. Bir bloğun içindeki tüm bilgilerin Hash'i hesaplanır/üretir. Bu bloğun Hash değeri bir sonraki bloğun girdilerinden biridir. Dolayısıyla bir sonraki bloğun Hash değerini üretirken, kullanılan bilgilerden bir bölümü de bir önceki bloğun Hash değeri olmaktadır. Bu sebeple bir bloğun içinde herhangi bir değişiklik olması, bu bloğun Hash değerini değiştirecek, bir sonraki bloğa girdi olacak bu Hash değerinin değişmesi sebebiyle bir sonraki bloğun kendi Hash değeri de değişecektir. Böylece zincirin orijinal zincir olmadığı ortaya çıkacaktır. (Güven,V., Şahingöz,E., 2018).

Blok Zinciri'nde yer alan bilgilere herkes erişebilir ancak bu bilgilerin doğruluğu ve güvenliği, ağın hesaplama gücünün çoğunluğuna sahip olan bilgisayarlar tarafından sağlanır. Potansiyel saldırganlar, veri tabanını yanlış bilgilerle bozmak için minimum % 51 hesaplama gücüne sahip olmaları gerektiğinden, bu neredeyse imkânsızdır. İşlemlerin doğrulanması için ağ içinde fikir birliğiyle oylama mekanizmaları kullanılır ve en yaygın mekanizma, bazı bilgisayarların matematiksel problemleri çözmeleri ve diğer bilgisayarların da bu çözümlerin geçerliliğini onaylamalarıdır. Bu mekanizma İş Kanıtı

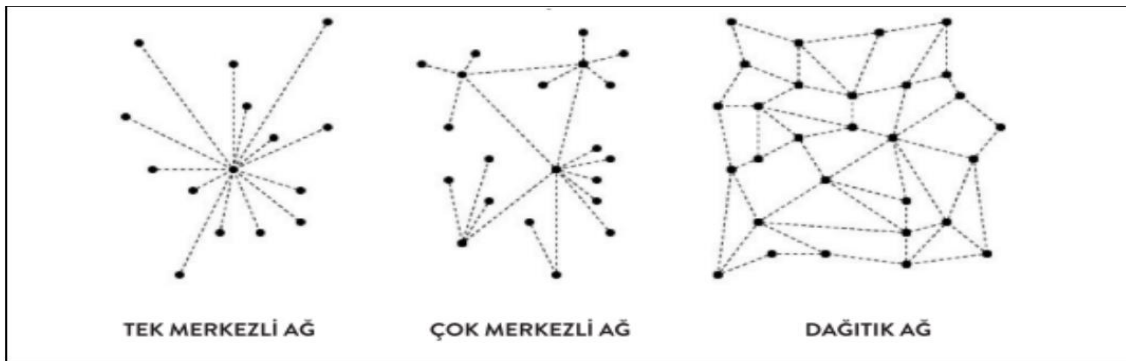
(PoW) olarak adlandırılır ve işlemlerin doğruluğunu sağlamak için oldukça önemlidir (Buttafoco, 2019).

2.2.2 Blok zinciri teknolojisinin karakteristik özellikleri

Blok zinciri teknolojisi, beş önemli özelliğe sahiptir. İlk olarak, veri tabanı dağıtık bir yapıya sahiptir, yani veriler birçok farklı bilgisayar arasında paylaşılmaktadır. İkincisi, blok zinciri uçtan uca bağlantılar ile oluşturulur, yani doğrudan iki kişi arasında yapılan işlemler de dâhil olmak üzere tüm işlemler bu bağlantılar aracılığıyla gerçekleştirilir. Üçüncüsü, tüm protokoller arasındaki işlemler şeffaf bir şekilde gerçekleştirilir, bu da herkesin işlemleri görebilmesi ve doğrulaması anlamına gelir. Dördüncüsü, zincir halinde kümülatif olarak depolanan ve protokoller ile yapılandırılan veriler geriye dönük olarak değiştirilemezler. Son olarak, blok zinciri teknolojisi, her türlü bilginin hesaplanabilir bir mantığa sahip olduğu anlamına gelir, bu sayede her işlem matematiksel olarak doğrulanabilir ve işlemler için merkezi bir otoriteye gerek yoktur (Yıldırım, 2019).

2.2.2.1 Dağıtık veri tabanı

Bir blok zincirindeki taraflardan her biri tüm veri tabanına ve tüm geçmişine erişebilir. Veri ya da enformasyon tek bir tarafın kontrolünde değildir. Taraflardan her biri aracı olmaksızın doğrudan doğruya kendi işlem ortaklarının kayıtlarını doğrulayabilir (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019). Her bir düğüm, blok zincirindeki tüm verilere sahiptir ve verilerin doğru bir şekilde saklandığından emin olmak için birbirleriyle sürekli olarak senkronize olurlar. Böylece, blok zincirindeki verilerin manipülasyona karşı korunması ve güvenilirliğinin artırılması sağlanır.



Şekil 7. Tek Merkezli, Çok Merkezli ve Dağıtık Ağlar (Usta, A., Doğantekin, S., 2017)

Blok zinciri teknolojisi dağıtılmış bir yapıya sahip olduğu için, ağdaki her bir bilgisayar veya aygıt bu teknolojinin işleyişine katılır. Düğüm adı verilen bu aygıtlar yan yana durabileceği gibi farklı kıtalarda da bulunabilir. Dağıtılmış sistemlerde kararları tek bir merkezi otorite yerine birlikte alırlar. Bu sistem, güçsüz olanlara güç verme yeteneği sağladığı gibi işbirliğiyle ortaya çıkan yaratıcı düşünceden faydalanmaları halinde güçlü olanların da serpilmesine imkân tanır (Williams, 2020).

2.2.2.2 Denkler arası aktarım

İletişim, merkezi bir düğüm aracılığıyla değil doğrudan doğruya taraflar arasında gerçekleşir. Her bir düğüm, enformasyonu depolar ve diğer tüm düğümlere iletir (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019). Denkler arası aktarım ilkesi, blok zincir teknolojisinin temel avantajlarından biridir ve pek çok sektörde (finans, tedarik zinciri yönetimi, gayrimenkul, sağlık gibi) kullanılabilir. Bu ilke sayesinde, kullanıcılar arasında hızlı, güvenli ve düşük maliyetli varlık transferleri gerçekleştirilebilir ve geleneksel finansal kuruluşların sağladığı aracılık hizmetlerine olan ihtiyaç azaltılabilir.

2.2.2.3 Şeffaflık

Her işlem ve onun değeri, sisteme erişim sağlayan herkes tarafından görülebilir. Blok zincirindeki her düğüm yani kullanıcı, kendisini tanımlayan 30+ karakterli alfanümerik adrese sahiptir. Kullanıcılar anonim kalmayı ya da kimliklerini başkalarına kanıtlamayı tercih edebilirler (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019). Bu takma adlar sayesinde kullanıcılar blok zincirinde isimsiz kalmakta ve gerçek kimliklerini açıklamaya gerek duymamaktadır.

2.2.2.4 Kayıtların geri çevrilmezliği

İşlem veri tabanına girip hesaplar güncellendikten sonra kayıtlar değiştirilemez, çünkü kendisinden önceki işlem kayıtlarının her biriyle bağlantılandırılmış olur, zincir ifadesi de zaten buradan gelmektedir. Veri tabanı üzerindeki kaydın kalıcı, kronolojik sıralı ve ağdaki herkese açık olmasını sağlamak için çeşitli hesaplama ve algoritma yaklaşımları kullanılır. Blok zincirindeki kayıtların geri çevrilmezliği, verilerin güvenliğini arttıran önemli bir prensiptir. Bu ilke sayesinde, blok zinciri teknolojisi finansal işlemler gibi

güvenliği yüksek olan alanlarda kullanılır. Verilerin geri çevrilemez olması, yapılan işlemlerin kesin olarak kaydedilmesini ve takip edilmesini sağlar.

2.2.2.5 Hesaplamalı mantık

Blok zinciri teknolojisi, ana hesap defterinin dijital olarak tutulması prensibine dayanır. Bu sayede, işlemler bilgisayarlar arasında dijital olarak gerçekleştirilir ve programlanabilir özelliklere sahip olur. Blok zinciri teknolojisi, kullanıcıların düğümler arasındaki işlemleri tetikleyen algoritmalar ve kurallar oluşturabilmesine olanak sağlar (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019). Blok zincir teknolojisi, bu hesaplamalı mantık ilkesini kullanarak, herhangi bir blokta yapılan her işlemi doğrulamak ve manipülasyona karşı korumak için tasarlanmıştır. Bu, blok zincirinin güvenli, doğru ve şeffaf bir şekilde çalışmasını sağlar ve birçok farklı sektörde kullanılmasına olanak tanır. Örneğin, blok zincir teknolojisi finans sektöründe kullanılırken, işlemler blok zincirindeki hesaplamalı mantık ilkesi tarafından doğrulanır ve işlemin doğruluğundan emin olunur.

2.2.3 Blok zincir kavramları

2.2.3.1 Blok (Block)

Blok zinciri teknolojisinde, verilerin saklandığı yapılar "bloklar" olarak adlandırılır ve bu bloklar zincir şeklinde düzenlenir. İlk blok "genesis" olarak adlandırılır ve her bir blok bir önceki bloğun özet bilgilerini içerir, böylece bir zincir oluşumuna katkı sağlanır (İndap, 2022).

2.2.3.2 Düğüm (Node)

Düğüm, Blok Zinciri ağının temel öğeleridir ve bilgisayarlar tarafından çalıştırılan belirli bir yazılımı kullanarak bilgi parçalarını işlerler ve diğer düğümlere iletirler. Bu düğümler, blok zinciri ağında madencilik yapan tüm bilgisayarlara denir ve dağıtılmış bir ağdaki bankalar, devlet kurumları, bireyler, üreticiler ve menkul kıymet firmaları gibi ağ araçlarını veya katılımcılarını temsil eder.

Düğüm, işlemleri ve verileri ağdaki diğer düğümlerle doğrulamak, göndermek veya almak için izinler çerçevesinde çalışır. Bu izinlere bağlı olarak, düğümler işlemleri ve

verileri paylaşılan bir deftere kaydedebilirler. Ancak, doğrulama işlemi, tüm düğümlerin sistem mimarisi ve diğer özelliklerine bağlı olarak gerçekleştirilmeyebilir. Öte yandan, işlemlerin doğruluğunu sağlamak için bir fikir birliği mekanizması kullanılabilir. Bu mekanizma, düğümlerin birbirleriyle işbirliği yaparak işlemlerin doğruluğunu onaylamasını sağlar. Bu sayede, blok zinciri ağına giren tüm işlemler ve veriler, ağın güvenilirliğini ve doğruluğunu sağlayacak şekilde kaydedilir (İndap, 2022).

2.2.3.3 Uçtan uca ağ (Peer to peer network-P2P)

Uçtan uca ağ modeli, kaynakları paylaşmak ve görevleri merkezi bir sunucu yerine merkezi olmayan bir ağ üzerinden dağıtmak için kullanılan bir yapıdır. Blok Zinciri ağında bulunan uçlar, yani kullanıcılar, akıllı telefon, bilgisayar veya sunucuları temsil ederler. Bu cihazlar birbirleriyle doğrudan iletişim kurarak uçtan uca ağ oluştururlar. Blok zinciri kullanıcıları arasındaki iletişim, bir aracı kullanmadan gerçekleştirilir. Her kullanıcı, bilgiyi depolar ve tüm ağı yayınlamaktadır. Bu şekilde, tüm kullanıcılar ağın güncel durumunu takip edebilirler (Olsen, P., Borit, M., ve Syed, S., 2019) r.

2.2.3.4 İşlemler (Transactions)

Bir Blok Zinciri ağı içinde paylaşılabilen en ayrıntılı bilgi parçası olan işlem, kullanıcılar tarafından oluşturulur ve transferin değeri, alıcının adresi ve diğer bilgileri içerir. Bir kullanıcı, ağda bir işlem yapmadan önce, işlemin içeriğini kriptografik bir özel anahtar kullanarak imzalar. Bu imza, düğümler tarafından doğrulanır ve işlemin göndericisinin kim olduğu belirlenir. Ayrıca, işlem içeriğinin iletilirken değiştirilmediğinden emin olmak için düğümler tarafından kontrol edilir. Bu sayede, işlemin güvenli bir şekilde ağ üzerinde iletilmesi sağlanır (İndap, 2022).

2.2.3.5 Dağıtık defter teknolojisi (Distributed ledger technology)

Dağıtık defter teknolojisi (DLT), verinin belli bir yerde değil de birden birçok yerde ve birden çok kontrol mekanizması ile saklanarak güvence altında tutulmasıdır. Bu sistem, tüm verinin sadece bir yerde tutulması durumunda meydana gelebilecek bozulma, silinme, kayıp ve saldırıya uğrama sorunlarına bir alternatif getirmektedir (Güven,V., Şahingöz,E., 2018).

Defterlerde izlenen dijital varlıklar, para, hisse senetleri, tahviller, arazi unvanları, araçlar ve sanatsal yaratımlar gibi maddi veya maddi olmayan varlıkların kontrolünü temsil eder. Dağıtık defter teknolojisi, dijital hakların yetkisiz kopyalanmasını veya çift harcamayı önlemek için bir fikir birliği mekanizması kullanır. Bu teknoloji, defter üzerindeki girişlerin güncelliğini ve doğruluğunu korur ve defterdeki diğer verilerle tutarlı olmasını sağlar. Bu sayede, dijital varlıkların sahipliği ve kullanımı güvenli ve şeffaf bir şekilde izlenebilir (Danyal, 2023).

2.2.3.6 Kriptografi (Cryptography)

Kriptografi, gizlilik, bütünlük ve kimlik doğrulama gibi bilgi güvenliği hedefleri için matematiksel yöntemlerin kullanıldığı bir bilim dalıdır. Kriptografi, gizli anahtarlı ve açık anahtarlı şifreleme, dijital imza, rastgele sayı üretimi ve kimlik doğrulama gibi konuları içerir. Kriptografi terimi, Yunanca "gizli yazı" anlamına gelen "kryptos" ve "yazı" anlamına gelen "graphein" kelimelerinin birleşiminden gelmektedir (Vikipedi, Vikipedi, 2023).

Blok zincir teknolojisi için kriptografi, bloklar arasındaki verilerin güvenli bir şekilde saklanması ve işlenmesi için kullanılır. Blok zincirde kullanılan kriptografik teknikler, özellikle dijital imza ve merkle ağacı gibi yöntemler, işlemlerin doğruluğunu ve bütünlüğünü sağlamak için kullanılır (Doğantuna, 2019).

2.2.3.7 Dijital imza

Dijital imza, dijital verilerin doğruluğunu ve bütünlüğünü onaylamak için kullanılan bir kriptografik mekanizmadır. Dijital imzalar, elle atılan imzaların dijital bir eşdeğeri olarak düşünülebilir. Bu imza, bir mesaja ya da belgeye eklenen bir kod olarak tanımlanabilir ve mesajın gönderici tarafından değiştirilmediğini, manipüle edilmediğini ve bütünlüğünün korunduğunu doğrular. Kriptografi, güvenli iletişim için eski tarihlerden beri kullanılmaktadır, ancak dijital imza yapısı, Açık Anahtar Kriptografisi'nin geliştirilmesiyle 1970'lerde ortaya çıkmıştır (Academy, 2023).

Dijital imza, verilerin ve gönderenin kimliğinin güvenliğini sağlamak için kullanılan bir teknolojidir. Bu teknoloji, özel ve açık anahtarları sağlayan anahtar üretme algoritması, veri ve özel anahtarı birleştiren imza algoritması ve imzaları doğrulayıp mesajın

orijinalliğini belirleyen algoritma olmak üzere üç aşamadan oluşur. Blok zinciri teknolojisinde, her kullanıcının bir açık anahtarı ve bir özel anahtarı vardır. Bu anahtarlar, sayılar ve harflerden oluşan bir dizi olarak temsil edilir (Doğantuna, 2019).

2.2.3.8 Özetleme fonksiyonu (Hash function)

Hash fonksiyonları, verileri belirli bir algoritma kullanarak sabit uzunluklu farklı bir değere dönüştürerek, verilerin bütünlüğünü korumak amacıyla kullanılan matematiksel işlemlerdir. Bu işlemin sonucunda oluşan çıktıya "hash değeri" veya "hash kodu" denir. Hash fonksiyonları, aynı girdiler için her zaman aynı hash değerini üretir ve farklı girdiler için farklı hash değerleri üretir. Bu özellikleri sayesinde hash fonksiyonları, veri bütünlüğünü korumak ve güvenlik sağlamak için sıklıkla kullanılır. Örneğin, web siteleri kullanıcı şifrelerini hash fonksiyonları kullanarak saklayabilirler. Kullanıcılar şifrelerini girdiklerinde, girilen şifrenin hash kodu hesaplanarak, kaydedilen hash koduyla karşılaştırılır. Eğer hash kodları eşleşiyorsa, kullanıcı doğru şifreyi girmiş olarak kabul edilir (Metatime, 2023).

2.2.3.9 Mutabakat algoritması (Consensus algorithm)

Mutabakat algoritmaları, blok zinciri teknolojisi kullanılarak oluşturulan ağların, farklı sistemler barındırabilmesi nedeniyle koordineli bir şekilde çalışabilmesi için kullanılan mekanizmalardır. Bu algoritmalar, ağdaki işlemlerin doğruluğunu ve bütünlüğünü sağlamak amacıyla kullanılır. Klasik merkezi sistemlerde tek bir merkez karar alma gücüne sahipken, blok zinciri teknolojisi dağıtık bir veri tabanına sahiptir ve karar alma gücüne sahip olan sistem, mutabakat modeline katılan herkesi kapsar. Blok zinciri teknolojisinde kullanılan farklı mutabakat algoritmaları, dağıtık yapıların fikir birliğine varabilmesi için kullanılır. Bu algoritmalar, hata içeren paydaşlar olsa bile hatasız bir sistem için fikir birliğine varılmasını sağlar (Mamoru, 2023).

2.2.3.10 İş kanıtı (Proof of work/PoW)

İş kanıtı (PoW), çift harcamayı önlemek ve blok zincirin güvenliğini sağlamak için kullanılan bir mutabakat algoritmasıdır. Blok zincir ağına yeni blok eklemek isteyen madenciler, karmaşık matematik problemlerini çözerek işlem gücüyle yarışır. Problemi ilk çözen madenci, ağ tarafından belirlenmiş olan ödülleri kazanır. Çözüm ağda

kabul edildikten sonra bloğun içerisindeki veriler diğer madenciler tarafından da kontrol edilir. Bu sayede ağdaki verilerin doğruluğu ve bütünlüğü korunur. PoW, merkeziyetsiz sistemlerde ortak bir karar olarak verilerin doğruluğunu ve güvenliğini sağlamak için kullanılan bir yöntemdir (Bitpanda, 2023).

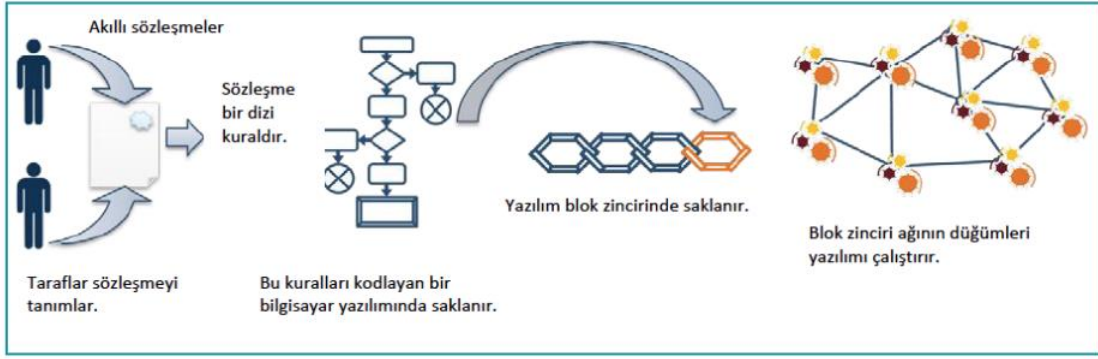
2.2.3.11 Sahipliğin kanıtı (Proof of stake/PoS)

Sahipliğin kanıtı (PoS), doğa dostu bir mutabakat algoritmasıdır ve iş kanıtı (PoW) sistemine alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu yöntemde madenciler hesaplama gücü ile birbirleri ile yarışmazlar. Her madenci sistemde ne kadar paya sahip ise, blok oluşturma görevinin kendisine verilme ihtimali o kadar yüksek olur. PoS yönteminde üretilen blok içindeki işlemlerin komisyonunu kazanır. Bu sebeple bu yöntemle çalışan madenlere “oluşturucu” (forger) da denir (Güven,V., Şahingöz,E., 2018).

PoW sisteminden farklı olarak, hesaplama gücü yerine dijital varlık sahipliği dikkate alınır. Bu sistemde, blok oluşturma hakları, dijital varlıkların sahiplerine göre atanır ve bu sahipler, varlıklarının bir kısmını belirli bir süre boyunca blokları doğrulamak ve blok zincirine yeni bloklar eklemek için kullanırlar. Bu sayede, enerji tüketimini en aza indirerek, çevre dostu bir blok zincir sistemine imkân verilir (Bitpanda b. , 2023).

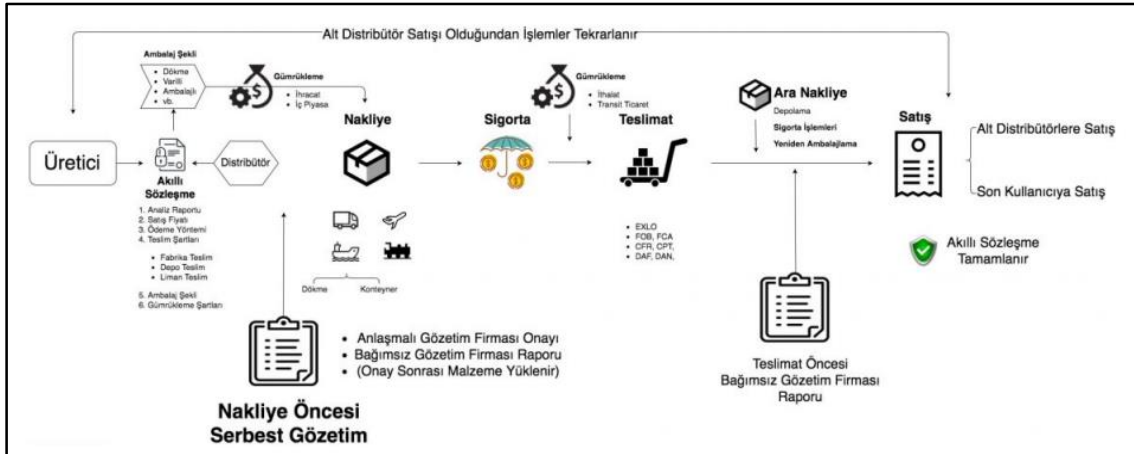
2.2.3.12 Akıllı sözleşmeler

Akıllı sözleşme, bir bilgisayar programı olarak tanımlanabilir ve blok zincir ağından bağımsız olarak kullanılabilir. Nick Szabo tarafından ilk kez 1994 yılında tanımlanan bu kavram, farklı taraflar arasındaki etkileşimleri güvenli hale getirip, uygun şekilde yürütülebilmesini sağlayan bir sistemdir. Akıllı sözleşmeler, kriptografik olarak imzalanarak blok zincir ağına yüklenirler ve diğer bileşenlerle etkileşim kurabilirler. Bu etkileşim, bir işlem başlatılması ya da bir bilginin gönderilmesi gibi farklı şekillerde gerçekleşebilir. Sözleşme hazırlanırken belirlenen koşullar oluştuğunda, akıllı sözleşme otomatik olarak anlaşma koşullarını çalıştırır. Akıllı sözleşmelerin amacı, taraflar arasındaki anlaşmazlıkları önlemek ve güvenli bir şekilde işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktır (Usta, A., Doğanekin, S., 2017). Şekil 8’de akıllı sözleşmeler ile ilgili açıklayıcı bir görsel konulmuştur.



Şekil 8. Akıllı Sözleşmeler (Üretim, Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2021)

Akıllı sözleşmeler, tarafların anlaşması üzerine hazırlanarak kriptografik olarak imzalanıp blok zincir ağına yüklenir. Yüklenen sözleşmeler, blok zincir ağındaki diğer bileşenlerle etkileşim kurabilir ve diğer bileşenlere bilgi içeren mesajlar gönderebilir veya diğer bileşenlerden mesajlar alabilir. Bu etkileşim, bir işlem başlatılması veya bir bilginin gönderilmesi/teslim alınması gibi olabilir. Sözleşme hazırlanırken belirlenmiş durumlar gerçekleştiğinde (örneğin bir mesaj alındığında), akıllı sözleşmeler tanımlanmış anlaşma koşullarını otomatik olarak çalıştırır (Usta, A., Doğantekin, S., 2017). Şekil 9’da blok zincir teknolojisi kullanılarak üreticiden satış işlemi tamamlana kadar olan “Akıllı Sözleşme” gerçekleştirme süreci gösterilmiştir



Şekil 9. Akıllı Sözleşme Gerçekleşme Süreci (Geliyoo Bilişim , 2023)

Akıllı sözleşmeler, geleneksel sözleşme yapılarına kıyasla birçok avantaj sunmaktadır. Örneğin, elle yürütülen süreçleri yazılım tabanlı olarak otomatikleştirdikleri için iş akışlarına hız kazandırır ve insan kaynaklı hatalara karşı daha dayanıklıdır. Ayrıca,

merkezi bir yapı yerine ağ üzerinde dağıtık olarak uygulanmaları manipölasyon ve yerine getirilmeme gibi riskleri düşürmektedir. Bu nedenle, güven amaçlı aracı kurumlara duyulan ihtiyacı azaltır ve daha az insan girdisine/takibine ihtiyaç duyması ve aracı kurumlara daha az bağımlı olmasından dolayı daha düşük maliyetlidir (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

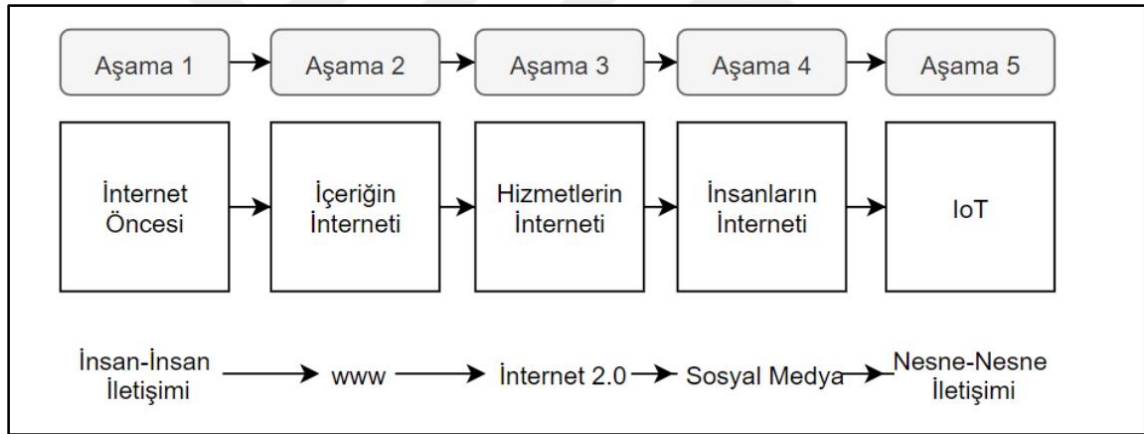
Ancak, akıllı sözleşmeler hala emekleme aşamasında olan bir teknolojik yaklaşım olduğu ve çözölmesi gereken temel sorunların olduğu unutulmamalıdır. Örneğin, sözleşmenin kodlanması sırasında hatalar yapılabilir ve bu hatalar sonucu sözleşme yanlış çalışabilir. Ayrıca, sözleşmelerin yazılım tabanlı olduğu için, bu sözleşmelerin nasıl yönetileceği, denetleneceği ve güncelleneceği gibi konular halen tartışma konusudur. Bu nedenle, akıllı sözleşmelerin potansiyel faydaları dikkate alınarak, henüz tamamen güvenilir ve yaygın olarak kullanılan bir teknoloji olmadığı unutulmamalıdır (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

Akıllı sözleşmeler, hukuki anlamdaki sözleşmelerle aynı şekilde kullanıldığında bazı riskler taşımaktadır. Gerçek hayatta yapılan sözleşmelerde, taraflar istedikleri takdirde sözleşmeden cayabilir veya sözleşmenin şartlarını yerine getirmeyebilirler ve mahkemede savunma hakları bulunmaktadır. Ancak akıllı sözleşmelerin uygulaması değiştirilemez veya engellenemez. Bu nedenle, akıllı sözleşmeler şu anda yalnızca rutin ve kısa vadeli uygulama alanlarında kullanılması daha güvenlidir (O'Hara, 2017).

2.2.3.13 Nesnelerin interneti

İnternet artık hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir ve sürekli olarak gelişmektedir. Bu gelişmeyle birlikte, nesnelerin interneti (IoT) kavramı ortaya çıkmıştır. IoT, nesnelerin Radyo Frekans Tanımlama (RFID), Kablosuz Sensör Ağları (WSN), Bluetooth, Yakın Alan İletişimi (NFC), Uzun Süreli Evrim (LTE) ve diğer akıllı iletişim araçları aracılığıyla internete bağlanmasıdır. Bu sayede, internete bağlı nesneler topladıkları bilgiyi kaynak noktasından hedef noktaya aktarabilirler. IoT, "internet üzerinden ilişkilendirilen nesneler" olarak tanımlanabilir. IoT teknolojisi, hayatımızın birçok alanında kullanılabilmekte ve birçok fayda sağlayabilmektedir (Erdal, E., Ergözen, A., 2020).

Teknolojik gelişmelerin ilerlemesiyle birlikte, iletişim araçlarının tarihi bir evrim geçirdiği söylenebilir. İlk dönem, sabit telefon hatları ve kısa mesajlarla sınırlı kalan bir iletişim dönemidir. İkinci dönem, internetin içeriği dönemi olarak adlandırılabilir ve daha büyük boyutlu mesajlar, posta ekleri gibi kavramlar hayatımıza girmiştir. Üçüncü dönem, hizmetlerin interneti olarak adlandırılabilir ve e-üretim, e-ticaret gibi uygulamalar bu dönemde hayatımıza girmiştir. Dördüncü dönem, insanların interneti olarak tanımlanmıştır ve sosyal medya, Instagram, Skype ve YouTube gibi uygulamalar bu dönemde yer almaktadır. Bugün yaşadığımız dönem ise IoT (Nesnelerin İnterneti) olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde, cihazlar internete bağlanma, kendi aralarında iletişim kurma, veri aktarımı gibi yeteneklere sahiptir. Bu sayede, nesnelerin interneti aracılığıyla cihazlar ve nesneler birbirleriyle etkileşime girebilmekte ve bu sayede daha akıllı ve otomatik bir yaşam tarzı mümkün olmaktadır (Erdal, E., Ergüzen, A., 2020). IoT'ye Dönüşüm Aşamaları Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10. IoT'ye Dönüşüm Aşamaları (Usta, A., Doğantekin, S., 2017)

Çok yakın gelecekte lojistik sektöründe blok zincir ve IoT kombinasyonu sayesinde çok daha akıllı sözleşmeler gündeme gelecektir. Örneğin, IoT bağlantılı bir palet, teslimat saati, onayı ve teslim edilen malların durumu ile ilgili bilgileri blok zincir tabanlı sisteme otomatik olarak iletebilir. Sistem daha sonra teslimatı otomatik olarak iletebilir. Sistem daha sonra teslimatı otomatik olarak doğrulayarak malların kararlaştırılan koşullara göre (örneğin ısı, nem, eğim) teslim edilip edilmediğini kontrol edebilir ve ilgili taraflara yapılması gereken ödemeleri serbest bırakabilir (Teoman, 2020).

2.2.4 Blok zincir çeşitleri

Blok zincirleri, temelde iki çeşittir: açık blok zincirleri ve gizli blok zincirleri. Açık blok zincirleri, herkesin blok zinciri üzerindeki tüm işlemleri görebildiği bir blok zinciri türüdür. Bu, tüm işlemlerin şeffaf bir şekilde görülebildiği ve herhangi bir düzenleyici veya merkezi otoritenin işlemleri kontrol edemediği bir sistemdir. Bitcoin ve Ethereum gibi popüler kripto para birimleri, açık blok zincirlerinin örnekleridir (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019).

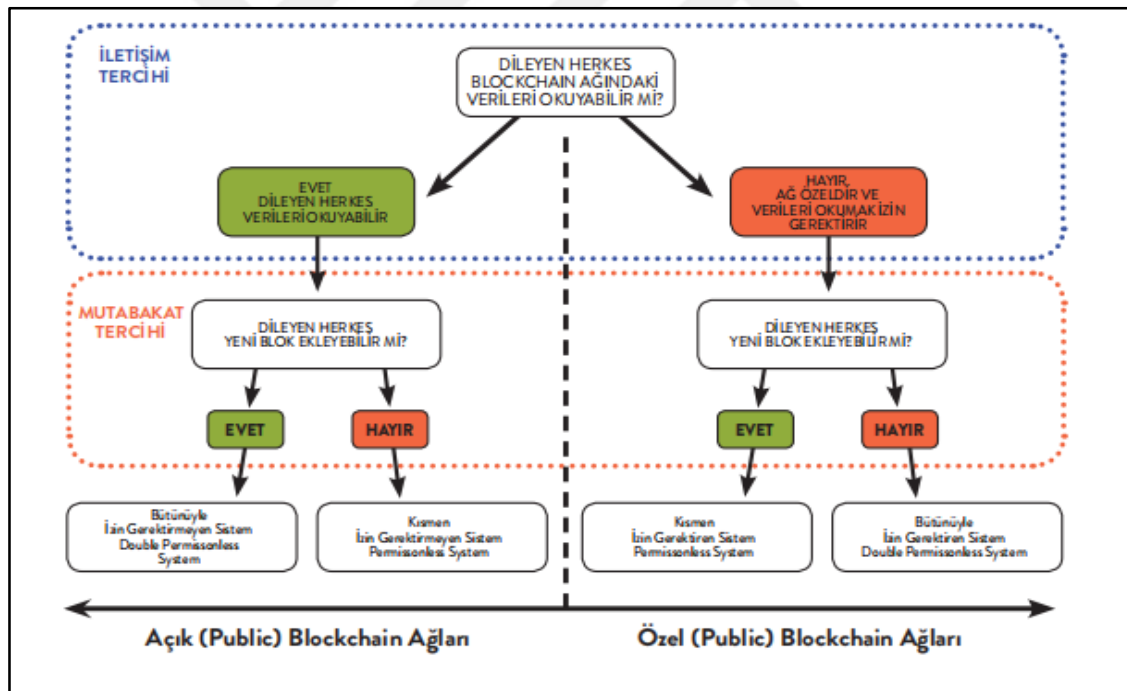
Gizli blok zincirleri, sadece belirli kullanıcıların erişebildiği bir blok zinciri türüdür. Bu tür blok zincirleri, özellikle işletmeler veya devlet kurumları gibi belirli kuruluşların kullanabileceği bir özellik sunar. Bu tür blok zincirleri, işlemlerin şifrelenmesi ve yalnızca belirli kişilerin işlemlere erişmesini sağlayan kimlik doğrulama gibi özelliklerle birlikte gelir. Özel blok zincirleri, gizli blok zincirlerinin bir örneğidir. Özel blok zincirlerine, birden çok tarafın eş zamanlı yer almak istediği ancak birbirlerine tam güvenmediği piyasalarda (fiziksel varlık kayıtları, emtia ticareti, özel sermaye bölüşümü vb.) rastlanılır (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019). Blok zincir türleri Tablo 2’de sunulmuştur

Tablo 2. Blok Zincir Türleri (OECD, 2019, s. 9)

Blok Zinciri Türleri		Okuma	Yazma	Örnek
Açık/ Public	Halka açık paylaşımlı izne tabi olmayan (public permissionless)	Herkese açık	Herhangi biri	Bitcoin, Ethereum
	Halka açık paylaşımlı izne tabi (public permissioned)	Herkese açık	Yetkili katılımcılar	Bir perakende markası için halka açık paylaşımlı tedarik zinciri defteri
Gizli/ Private	Konsorsiyum (consortium)	Yetkili katılımcılar	Yetkili katılımcılar	Birden çok bankanın bir defteri paylaşması
	Gizli ve izne tabi kurumsal (private permissioned enterprise)	Tamamen gizli veya sınırlı yetkili düğümle sınırlı	Sadece ağ operatörü	Ana şirket ve yan kuruluşlar arasında paylaşılan harici banka defteri

Blok zinciri teknolojisi kullanımında, kullanılacak yapının doğru bir şekilde seçilmesi için öncelikle proje hedefleri ve ihtiyaçlarının net bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu adım, hangi blok zinciri yapısının kullanılacağına karar verilmesinde önemli bir rol

Bununla birlikte, blok zinciri teknolojisi kullanımında, seçilen yapının performansı, güvenliği ve ölçeklenebilirliği de dikkate alınmalıdır. Blok zinciri teknolojisi, işlemleri matematiksel işlemlerle doğrulayarak güvenliği sağlar, ancak bu işlem süreci zaman ve enerji açısından maliyetli olabilir. Bu nedenle, blok zinciri kullanımında performans ve ölçeklenebilirlik gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019).



Şekil 11. Blok Zinciri Teknolojisine Yatırım Sürecinde Kullanılabilecek Karar Destek
Diyagramı (Usta, A., Doğanterkin, S., 2017)

2.2.5 Blok zincirin faydaları

Blok zinciri teknolojisi, tedarik zinciri yönetiminde birçok potansiyel yarar sağlayabilir. Bu yararlar beş ana grupta toplanabilir (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020). Blok Zinciri Teknolojisinin Potansiyel Yararları Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Blok Zinciri Teknolojisinin Potansiyel Yararları (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020)

Stratejik	• Şeffaflık: Ağdaki tüm kullanıcılar zincir içerisinde gerçekleşen tüm işlemleri eş zamanlı olarak görebilmektedirler. Verilere erişim herkese açıktır. • Dolandırıcılıktan ve Manipülasyondan Kaçınma: Saldırıların veya yetkisiz olarak yapılan değişikliklerin fark edilmeden yapılması zordur. Bilgiler birden fazla deftere kaydedildiği için dağıtılmıştır. • Yolsuzluğun Azaltılması: Dağıtılmış defterler yoluyla yapılan depolama, sistemdeki verilerin bozulmasını ve değiştirilmesini önler.
Organizasyonel	• Güvenin Artması: Kayıtların değiştirilememesi ve verilerin birden çok düğümle doğrulanması sonucunda süreçteki kontrol artar ve bu durum sisteme olan güveni artırır. • Şeffaflık ve Denetlenebilirlik: İşlemlerin geçmişinin takip edilebilmesi için birden çok kayıt defterine ulaşılması ile denetim ve tutarlılık sağlanmaktadır. • Tahmin Yeteneğini Artırmak: Tüm tarih bilgileri geriye doğru izlenebildiğinden bu durum tahmin yeteneğini artırabilir. • Kontrolün Artırılması: Sistemde yer alan tüm bilgiler oy birliği ile kendi içinde kontrollü olarak kaydedildiğinden oturu veri doğruluğu ve kalitesi yüksektir.
Ekonomik	• Maliyetin Düşürülmesi: Herhangi bir merkez veya kuruma gerek duyulmadığından bir işlemin gerçekleştirilmesi veya doğrulanması için oluşan maliyetler azaltılabilmektedir. • Spam İletilere Karşı Daha Fazla Esneklik ve DDOS Saldırıları: Sistem kendi içinde yüksek düzeyde güvenlik sağladığı için siber saldırılar için mevcut sistem içerisinden alınan önlemlerin maliyeti düşürülebilir.
Bilgisel	• Üstün Veri Kalitesi ve Verilerin Bütünlüğü: Sistem içinde saklanan bilgiler, fikir birliği ile alındığı için yüksek veri kalitesine sahiptir. • İnsan Hatalarını Azaltmak: Gerçekleştirilen işlemler ve bunların kontrolleri otomatik olarak gerçekleştiğinden dolayı insan kaynaklı hatalar azalmaktadır. • Bilgiye Ulaşmak: Bilgiler kolay ve hızlıca erişilebilecek birden fazla yerde saklanır. Böylece ağdaki mevcut kişiler bu bilgilere kolaylıkla erişebilir. • Gizlilik: Kullanıcılar şifreleme anahtarları aracılığıyla anonim olabilmektedirler. Böylece ağdaki diğer kişilerin kendilerine ait kimlik bilgilerinin görüntülenmesini önleyebilirler. • Güvenilirlik: Sistemin özelliği sayesinde veriler birden fazla yerde saklanır. Yalnızca ağda bulununlar fikir birliği yapıp, kabul ettiğinde bilgiler değiştirilebilir.
Teknolojik	• Esneklik: Sistem kötü niyetli davranışlara karşı dayanıklıdır. • Güvenlik: Veriler merkezi olmayan, dağınık birden çok veri tabanında depolandığı için, verileri ele geçirmek, kötü niyetli işlemlerin fark edilmeden yapılması mümkün değildir. • Kalıcılık ve Değişmezlik: Veriler birden fazla dağınık defterlerde saklanır ve veri bir blok zincirine yazıldıktan sonra değiştirmek veya silmek zordur. • Azalan Enerji Tüketimi: Ağda kullanılan enerji tüketimi, artan verimlilik ve işlem mekanizmaları ile azaltılabilir.

2.2.5.1 Stratejik yararlar

Blok zinciri teknolojinin stratejik yararları şu şekildedir:

– Şeffaflık: Blok zincir teknolojisi sayesinde ağdaki tüm kullanıcılar, zincirde gerçekleşen tüm işlemleri aynı anda görebilirler. Verilere erişim hakkı herkese açıktır, bu da işlemlerin şeffaflığını artırır.

– Dolandırıcılıktan ve Manipülasyondan Kaçınma: Saldırıların veya yetkisiz olarak yapılan değişikliklerin kimsenin fark edemeyeceği şekilde yapılması güç bir durumdur çünkü bilgiler birden fazla deftere kaydedildiği için dağıtılmıştır ve herkesin gözetiminde olduğu için şüpheli işlemler mutlaka dikkat çekmektedir. Bu da dolandırıcılık ve manipülasyonu engeller.

– Yolsuzluğun Azaltılması: Blok zinciri teknolojisi, dağıtık defterler vasıtasıyla yapılan depolama sayesinde, sistemdeki verilerin bozulmasını ve değiştirilmesini önler. Bu da yolsuzluğun azaltılmasına yardımcı olur (Yavuz, E., Avunduk, H., 2021).

2.2.5.2 Organizasyonel yararlar

Blok zinciri teknolojisinin organizasyonel yararları şunlardır:

– Güvenin Artması: Blok zinciri teknolojisi, kayıtların değiştirilemezliği ve verilerin birden fazla düğümle doğrulanması nedeniyle süreçteki kontrolü artırır ve bu da sisteme olan güveni artırır.

– Şeffaflık ve Denetlenebilirlik: İşlem geçmişinin takibi için birden fazla kayda erişim sağlanarak kontrol ve tutarlılık sağlanır. Bu sayede, şeffaflık ve denetlenebilirlik artar.

– Tahmin Yeteneğini Arttırmak: Tüm tarih bilgileri geriye doğru izlenebildiğinden, blok zinciri teknolojisi tahmin yeteneğini arttırabilir.

– Kontrolün Arttırılması: Sistemdeki tüm bilgiler oybirliği ile ve kontrollü bir şekilde kaydedildiği için verilerin doğruluğu ve kalitesi yüksektir. Bu da kontrolün artmasına ve daha doğru kararlar alınmasına olanak tanır (Yavuz, E., Avunduk, H., 2021).

2.2.5.3 Ekonomik yararları

Blok zinciri teknolojisi, ekonomik açıdan birçok avantaj sunmaktadır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- Maliyetin düşürülmesi: Blok zinciri teknolojisi, herhangi bir merkez veya kuruma ihtiyaç duyulmadığı için bir işlemi gerçekleştirme veya doğrulama maliyetini düşürür.
- Güvenliğin artırılması: Blok zinciri teknolojisi, yüksek düzeyde güvenlik sağlayarak spam iletilere karşı daha fazla esneklik ve DDOS (Dağıtık Hizmet Reddi-Distributed Denial of Service) saldırılarına karşı önlem alma çabasını azaltır. Bu sayede önlemlerin maliyetleri düşürülebilir (Yavuz, E., Avunduk, H., 2021).

2.2.5.4 Bilgisel yararlar

Blok zinciri teknolojisinin sağladığı bilgisayarlı yararlar şunlardır:

- Üstün Veri Kalitesi ve Verilerin Bütünlüğü: Sistemdeki bilgiler, fikir birliğiyle elde edildiği için yüksek veri kalitesine sahiptir ve verilerin bütünlüğü korunur.
- İnsan Hatalarının Azaltılması: İşlemler ve kontroller otomatik olarak yapıldığından insan hatalarının sayısı azalır.
- Kolay Bilgi Erişimi: Bilgiler, ağdaki kullanıcıların kolayca erişebilmesi için hızlı ve kolay erişilebilen birden fazla yerde saklanır.
- Gizlilik: Kullanıcılar, şifreleme anahtarları kullanarak kendilerini anonim hale getirebilirler, böylece ağdaki diğer kullanıcıların kimliklerini görmeleri engellenir.
- Güvenilirlik: Sistemdeki veriler birden çok yerde depolanır ve bu bilgiler, sadece ağ katılımcılarının fikir birliği ve onayı ile değiştirilebilir. Bu nedenle verilerin güvenilirliği artar (Yavuz, E., Avunduk, H., 2021).

2.2.5.5 Teknolojik yararlar

Blok zinciri teknolojisinin sağladığı teknolojik yararlar şunlardır:

- Esneklik: Blok zinciri teknolojisi, kötü niyetli davranışlara karşı dayanıklıdır ve güvenli bir yapıya sahiptir. Sistemde yapılan işlemler doğrulanır ve işlem yapmak için gerekli olan diğer katılımcıların onayını gerektirir.

– Güvenlik: Veriler, merkezi olmayan veri tabanlarında depolanır ve birden fazla yerde kopyalanır, bu sayede fark edilmeden veri toplamak mümkün değildir. Ayrıca, blok zinciri teknolojisi sayesinde her işlemin izlenmesi ve kaydedilmesi mümkündür, böylece işlemler güvenli bir şekilde gerçekleştirilir.

– Kalıcılık ve değişmezlik: Blok zinciri teknolojisi, verileri çeşitli dağıtık defterlerde saklar ve blok zincirine yazıldıktan sonra verilerin değiştirilmesi veya silinmesi zordur. Bu sayede verilerin kalıcılığı ve değişmezliği garanti altına alınır.

– Azalan enerji tüketimi: Blok zinciri teknolojisi sayesinde, ağdaki güç tüketimi miktarı, verimliliğin artırılması ve işlem mekanizmalarının geliştirilmesi sayesinde azaltılabilir. Bu sayede enerji tasarrufu sağlanır ve çevresel etki azaltılır (Yavuz, E., Avunduk, H., 2021).

2.2.6 Blok zinciri teknolojisinin uygulama alanları

Blok zinciri teknolojisi birçok farklı endüstride uygulanabilir. Bunlar arasında finans, sağlık, sigorta, tedarik zinciri yönetimi, gayrimenkul, seyahat, sanat ve eğitim gibi alanlar yer almaktadır. Bazı örnekler şunlardır:

2.2.6.1 Finans

Blok zinciri teknolojisi, finansal işlemlerin doğrulanması ve takibi için kullanılabilir. Kripto para birimleri gibi dijital varlıkların ticareti ve transferi için de blok zinciri teknolojisi kullanılır (Tapscott,D., Tapscott,A., 2022).

Küresel para transferleri, farklı araçların varlığı nedeniyle yüksek maliyetlerle ve uzun sürelerde gerçekleşebilmektedir. Ayrıca, mevzuata uyumluluk kontrolü ve raporlama gibi işlemlerde de sorunlar yaşanabilir. Bu sorunları çözmek için, blok zincir ve akıllı sözleşmeler temelli bir sistem kullanılabilir. Bu sistem, araçları azaltarak ödemelerin gerçek zamanlı ve daha düşük maliyetli hale getirilmesine olanak tanır. Blok zincir üzerinde gerçekleştirilen tüm işlemlere erişim sağlanarak, ilgili kurumlar tarafından kolayca kontrol edilebilen ve basitleştirilmiş bir yapı oluşturulabilir. Bu sayede, küresel para transferleri daha hızlı, daha güvenli ve daha düşük maliyetli hale getirilebilir (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

2.2.6.2 Sağlık

Blok zinciri teknolojisi, hastaların verilerinin güvenli bir şekilde saklanmasını ve paylaşılmasını sağlayabilir. Bu sayede hastaların sağlık geçmişleri ve ilaç kullanımları gibi bilgiler, farklı sağlık kuruluşları arasında güvenli bir şekilde paylaşılabilir (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019).

2.2.6.3 Tedarik zinciri yönetimi

Blok zinciri teknolojisi, tedarik zinciri yönetimindeki süreçleri takip etmek ve güvenliğini sağlamak için kullanılabilir. Ürünlerin kaynağı, üretim süreci, nakliye ve teslimat aşamaları gibi bilgiler blok zinciri üzerinde saklanabilir (Tapscott,D., Tapscott,A., 2022).

Blok zinciri teknolojisi kullanılarak tedarik zinciri takip edildiğinde, bir ürünün imalattan satışa kadar olan tüm tedarik zinciri aşamaları kaydedilerek kalıcı bir ürün geçmişi yaratılabilir. Bu sayede, insan hatalarından kaynaklanan gecikmeler ve ek maliyetler önemli ölçüde azaltılabilir. Akıllı sözleşmeler kullanılarak, ürünün zincir üzerindeki hareketi otomatikleştirilmiş kontrol ve finansal akışlar ile takip edilebilir. Tüketiciler, aldıkları ürünün tedarik zinciri geçmişi hakkında güvenilir bilgi edinebilirler. Bu sayede, ürünlerin kalite kontrolü ve tedarik zinciri yönetimi daha etkin bir şekilde yapılabilir (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

Blok zincirinin tedarik zincirinde kullanımı, birçok benzersiz avantaj sunmaktadır. Bu avantajlar Tablo 4'te görüldüğü gibi şeffaflık, uyumluluk, karmaşıklık ve izlenebilirlik başlıkları altında özetlenebilir.

Tablo 4. Blok Zincirinin Tedarik Zincirinde Uygulanabilecek Potansiyel Özellikleri ve Uygulama Alanları (Unurjargal, 2019)

Blok Zinciri Özellikleri	Uygulama Alanları
Benzersiz Avantajlar	•Daha kolay ve doğru menşei bilgisi takibi •Azalan işlem maliyetleri •Merkeziyetsizlik •Tedarik zincirindeki faaliyetlerle ilgili bilgilere açık erişim •Paydaşlara sürdürülebilir ürünler ve ulaşım satın alma seçeneği sunulması •Müşterilerin karar vermeden önce ürünü veya tedarikçiyi değerlendirme becerisi kazanması
Şeffaflık ve Uyumluluk	•Müşterilere ürün menşei ve navlun ile ilgili istedikleri bilgilerin sağlanması •Sahtecilik veya taklit ürünlerle ilgili riskin azaltılması •Fiziksel belgeler yerine hash'lerin kullanılarak işlemlerin kolaylaşması •Araçtan araca iletişim için IoT kullanımı •Nakliyelerin izlenmesinin sağlanması •Ürün yaşam döngüsünün daha iyi izlenmesi
Karmaşıklık	•Evrak işlemlerinin kolaylaşması •Kare kodların, RFID, NFC etiketlerinin etkili kullanımı •Somut ve somut olmayan kaynakları değiş tokuş etmek amacıyla bir platform üzerinde çalışan bir ağ •Hem özel hem de halka açık erişim için birden fazla aktif platform
İzlenebilirlik	•Filo ve araç performans geçmişinin etkin takibi •Nesnelerin internetini çalıştırma •Mal alışverişini ve ödeme sistemlerini basitleştirme •Blok Zinciri start-up'ları ve aktif platformların kademeli olarak artması

2.2.6.4 Sanat

Blok zinciri teknolojisi, sanat eserlerinin sahipliğinin doğrulanması ve takibi için kullanılabilir. Sanat eserlerinin blok zinciri üzerinde dijital olarak kaydedilmesi, eserin sahipliğinin takibi ve sahteciliğin önlenmesi açısından önemli bir rol oynayabilir (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019).

2.2.6.5 Eğitim

Blok zinciri teknolojisi, öğrencilerin başarılarının kaydedilmesi ve doğrulanması için kullanılabilir. Diploma veya sertifika gibi belgelerin blok zinciri üzerinde saklanması, öğrencilerin geçmişlerinin güvenli bir şekilde takip edilmesini sağlayabilir (Tapscott,D., Tapscott,A., 2022).

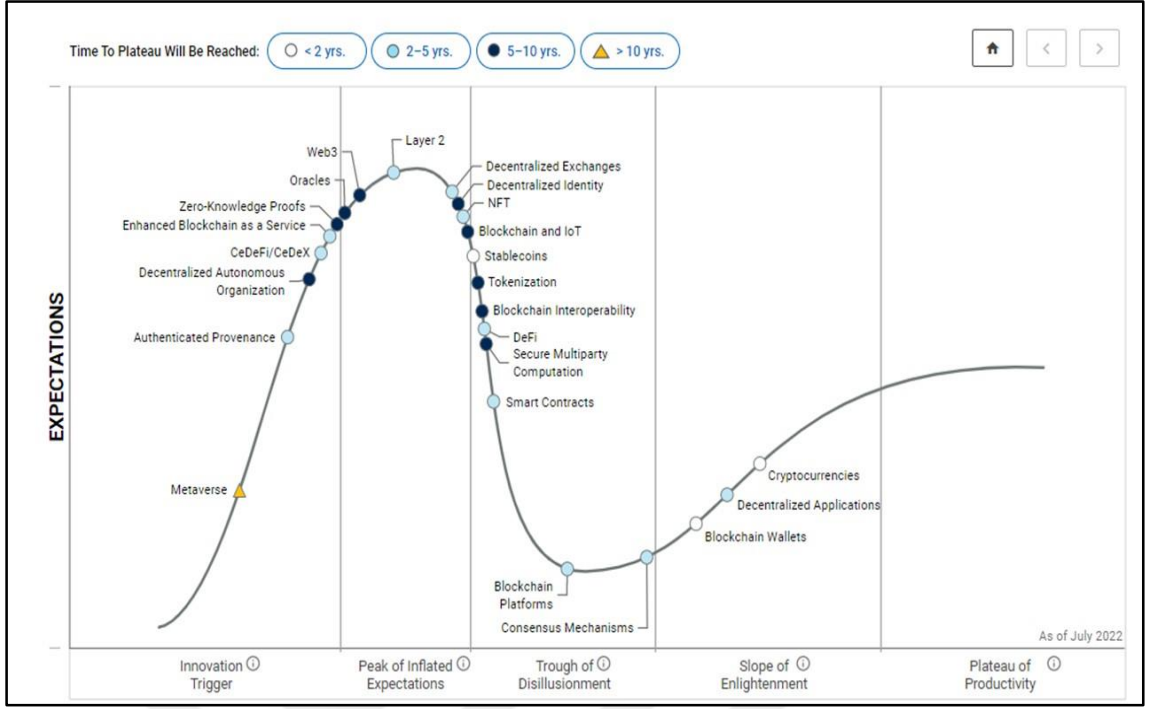
2.2.6.6 Yönetim

Blok zinciri teknolojisi, oylama süreçlerinin güvenli ve şeffaf bir şekilde yapılmasını sağlar. Blok zinciri üzerinde kaydedilen oylar, herkes tarafından doğrulanabilir ve değiştirilemez olduğu için, seçim sonuçlarına yönelik şüpheler ortadan kalkar (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019).

2.2.7 Blok zincir uygulamalarında zorluklar ve riskler

Blok Zinciri Teknolojisi, geleneksel tedarik zincirlerine birçok fayda sağlayabilir, ancak ölçeklenebilirliğini ve erişilebilirliğini sağlamak için önce ele alınması gereken organizasyonel, teknolojik, yasal, çevresel ve sosyal zorluklar vardır. Bu zorluklar blok zinciri teknolojisinin uygulanmasında önemli bir tehdit oluşturur. Çünkü blok zinciri teknolojisinin uygulanması oldukça zor ve pahalıdır. Bu nedenle, blok zinciri teknolojisinin uygulanması için öncelikle bu zorluklarla başa çıkılması gerekmektedir (İndap, 2022).

Gartner'ın, 2022 yılında blok zincir teknolojisi için geliştirdiği Hype döngüsü Şekil-12'de sunulmuştur. Buna göre blok zinciri ve nesnelerin interneti ilişkisinin, zirve beklentisi döneminin (Peak of Inflated Expectations) son aşamalarına geldiği, akıllı kontratlar, blok zincir platformları ve mutabakat mekanizmalarının ise hayal kırıklığı (Trough of Disillusionment) aşamasında olduğu görülmektedir. Blok zincir cüzdanları, merkeziyetsiz uygulamalar ve kripto para birimleri ise hayal kırıklığı aşamasından kurtularak aydınlanma eğimi (Slope of Enlightenment) aşamasına ulaştığı görülmektedir (Gartner,2022). Önümüzdeki yıllar bize blok zincir teknolojisinin bu hype döngüsünden başarıyla çıkıp verimlilik platosu (Plateau of Productivity) aşamasına ulaşp ulaşamayacağını gösterecektir.



Şekil 12. Blok Zinciri Teknolojisi ve Web3 İçin Hype Döngüsü Gösterimi (Gartner, 2022)

2.2.7.1 Dijital dönüşüm gereksinimi

Blok zincir teknolojisi, merkezi yapıları ortadan kaldırarak veya önemli ölçüde değiştirerek mevcut sistemlerin işleyişinde ciddi dönüşümlere neden olabilir. Ancak bu dönüşümler yapılabilmesi için öncelikle organizasyonların bu süreci kabullenmeleri gerekmektedir ve ardından ciddi bir dönüşüm stratejisi oluşturarak eyleme geçmeleri gerekmektedir. Bu stratejinin ayrıntıları, organizasyonların mevcut iş modellerini ve süreçlerini gözden geçirerek, blok zinciri teknolojisi tarafından sunulan fırsatları ve olası zorlukları anlamalarını ve değerlendirmelerini gerektirir. Ayrıca, organizasyonların blok zinciri teknolojisi ile ilgili yetkinliklerini geliştirmesi, altyapılarını güncellemesi, dijitalleşme stratejilerini revize etmesi, mevcut veri yönetimi sistemlerini optimize etmesi, veri güvenliği ve gizliliğini sağlaması gibi faktörler de dönüşüm sürecinde önemli rol oynamaktadır (Usta, A., Doğanterkin, S., 2017).

2.2.7.2 Özel anahtarların saklanması

Kripto para çözümlerinde kullanılan açık-özel anahtar yapısındaki özel anahtarın güvenliği, kullanıcının sorumluluğundadır. Bir kullanıcının özel anahtarını kaybetmesi durumunda, şifrelenmiş işlemlerin sahipliğini doğrulayacak hiçbir bilgi kalmaz ve özel anahtarın başka bir kişinin eline geçmesi, ilgili varlıkların sahipliğinin kaybedilmesi anlamına gelir. Bu tür sorunların önlenmesi için, kullanıcıların anahtar verilerini koruyacak yeni aracı kurum yapıları oluşabilir. Bu nedenle, farklı alternatif çözümler sunan kripto para cüzdan uygulamaları, servisleri ve donanımlarının sayısı artmaktadır. Ancak, bu yapılar da kendilerine özgü güvenlik sorunlarını beraberinde getirirler. Uzun vadede, özel anahtarların biyometrik verilere bağlanması hedeflenmektedir (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

2.2.7.3 İşlem performansı

Blok zinciri platformları, bazı alanlarda kullanılan mevcut çözümlere kıyasla daha düşük işlem performansı gösterebilmektedir. Örneğin, Bitcoin blok zinciri platformu şu anki yapılandırmasıyla saniyede ortalama 7 işlem gerçekleştirebilirken, modern kredi kartı platformları saniyede 7.000 ila 8.000 işlem gerçekleştirebilmektedir. Bu, blok zinciri teknolojisinin ölçeklenebilirlik sorunlarından kaynaklanmaktadır. Blok zincirindeki blok boyutu kısıtlamaları ve blok oluşturmak için kullanılan zaman aralığı, blok zincirinin işlem kapasitesini sınırlayabilmektedir. Bu nedenle, blok zinciri platformlarının ölçeklenebilirlik sorunlarını çözmek için çeşitli ölçeklendirme çözümleri geliştirilmekte ve uygulanmaktadır (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

2.2.7.4 Yüksek yatırım gereksinimi

Blok zincir teknolojisi, işlem süresi ve maliyetlerinde ciddi avantajlar sunmasına rağmen, başlangıçta gereken yüksek yatırım maliyetleri bu teknolojiye yatırım yapmayı caydırıcı hale getirmektedir. Açık kaynaklı platformlarla testlere başlamak kolay görünse de, blok zincir teknolojisi hala görece yeni bir alan olduğu için yeterli sayıda uzman insana ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, öğrenme süreci uzun ve öngörülemez yazılım riskleri mevcut olduğundan, toplam sahip olma maliyeti yüksek olabilmektedir. Bu nedenle, blok zincir teknolojisine yatırım yapmadan önce, işletmelerin yüksek yatırım maliyetleri ve uzun

vadeli maliyetlerin farkında olması ve riskleri değerlendirmesi gerekmektedir (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

2.2.7.5 Enerji tüketimi

Özellikle "Proof of Work" tipi mutabakat yapılarını kullanan blok zincir platformları, bloklara yeni işlemlerin eklenmesi için madenciler tarafından yürütölen işlem gücü gerektiren hesaplama işlemleri nedeniyle yüksek miktarda enerji tüketmektedir. Bu işlem gücü tüketimi, dünya üzerindeki bazı küçük ölkelerin tükettiği elektrik miktarını aşmaktadır ve dolayısıyla önemli bir karbon ayak izi oluşturmaktadır. Bu nedenle, alternatif mutabakat yapıları ve enerji tüketimini azaltmaya yönelik pek çok çalışma yürütölmektedir.

2.2.7.6 Sınırlı teşvik

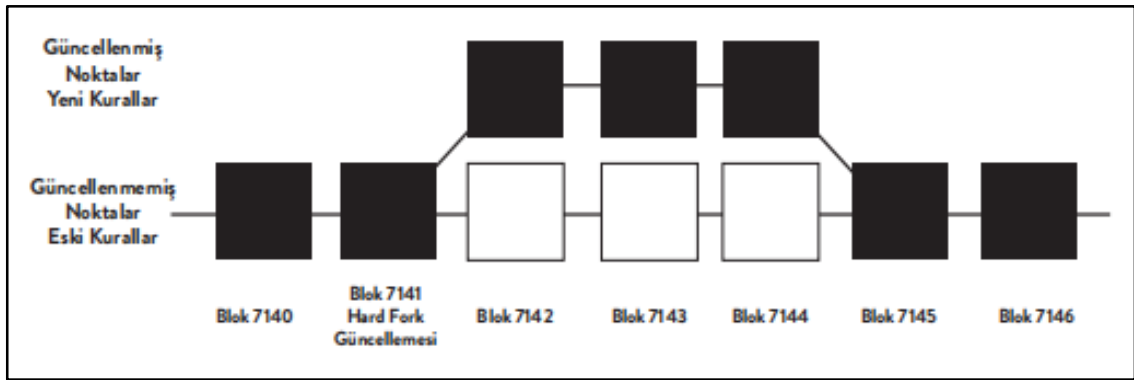
Açık blok zincir ağlarında, "Proof of Work" protokolü ile yeni blokların üretilmesi için yapılan madencilik işlemleri, genellikle teşvik sistemleri ile desteklenmektedir. Ancak kripto para üretim miktarı sınırlı olan durumlarda, teşvik sisteminin sona ermesiyle madenci davranışları hakkında kesin bir yargıya varmak mümkün değildir. Bu nedenle, teşvik sisteminin sonlanmasıdan sonra madencilerin ne yapacağı, ağın güvenliği ve işlevselliği açısından önemli bir konudur ve daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

2.2.7.7 Yazılım hataları, açıklar ve siber saldırılar

Blok zincir teknolojisi, oldukça yeni bir teknoloji olması nedeniyle henüz deneme aşamasında olan bir yapıdır. Bu nedenle, öngörölemeyen yazılım hataları, siber saldırıları kolaylaştırabilmektedir. Özellikle açık blok zincir platformlarındaki bu kusurlar tespit edildiği takdirde ciddi ekonomik kayıplar yaşanabilir. Platformların sahip oldukları açıkların giderilmesi ve yeniliklerin eklenmesi için sürekli güncelleme çalışmaları yürütölmektedir. Ancak, açık blok zincir platformlarının merkezi olmayan, demokratik yapısı, güncellemelerin gerçekleştirilmesinde her bir uç noktanın birlikte hareket etmesini gerektirmekte ve bir anlaşmazlık durumunda çatallaşma adı verilen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, blok zincir teknolojisi geliştikçe, güvenlik açıklarıyla ilgili olarak sürekli bir inovasyon süreci gerekmektedir (Usta, A., Doğantekin, S., 2017).

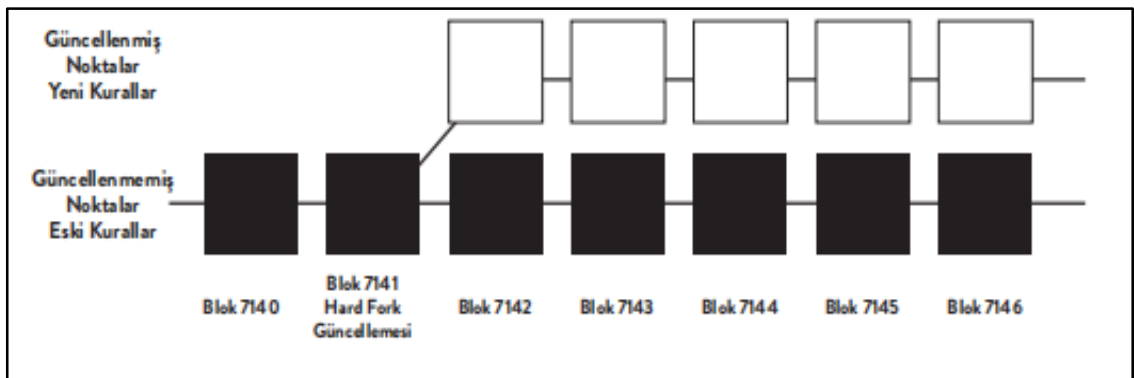
2.2.7.8 Çatallaşma (Fork) problemi

Blok zincir ağları, ağı katılan her noktanın özel bir yazılım kullanarak mutabakat sürecine dâhil olduğu ve sürekli olarak geliştirilen bir sistemdir. Güncellemeler genellikle ağın yeteneklerini ve performansını artırmaya yöneliktir. Her nokta, ağın yerel bir kopyasına sahiptir. Bazı durumlarda güncelleme yapanlar yeni bloklar eklemeye devam ederken, güncelleme yapmayanlar bu blokları doğrulayabilir ve kendi zincirlerine kopyalayabilirler. Bu durumda Şekil 13’de görüleceği gibi geçici bir çatallaşma (soft fork) meydana gelir.



Şekil 13. Geçici Çatallaşma (Soft Fork) Durumu (Usta, A., Doğantekin, S., 2017)

Ancak bazı yazılım güncellemelerinde, güncelleme yapmayan noktalar artık mutabakat sürecine dâhil olamazlar. Güncelleme yapan noktaların bloklarını doğrulayamaz ve kopyalayamazlar. Güncelleme yapmayanlar eski mutabakat yapısında yeni bloklar ekleyebilirler. Bu durumda, eski yapıdaki noktalardan bazıları yeni yapıya geçmeme kararı alabilir ve mecburi bir çatallaşma (hard fork) meydana gelir. Bu durumda Şekil 14’ te görüldüğü gibi birbirinden ayrılan iki farklı blok zincir ağı oluşur.



Şekil 14: Kalıcı Çatallaşma (Hard Fork) Durumu (Usta, A., Doğantekin, S., 2017)

2.2.7.9 Şifreleme ve kuantum bilgisayarlar

Blok zincir platformlarının güvenliği, kriptografi gibi tekniklerle sağlanmaktadır. Ancak, kuantum bilgisayarlarının gelişmesi, mevcut kriptografik yöntemlerin güvenliğini tehdit etmektedir. Geleneksel bilgisayarlar ikili (binary) sistemlerle çalışırken, kuantum bilgisayarlarında qubit adı verilen üçlü bir sistem kullanılmaktadır. Bu sistemler, geleneksel bilgisayarlardan milyonlarca kat daha hızlı işlem yapabilirler ve özellikle savunma ve istihbarat gibi alanlarda kullanılmaktadırlar. Kuantum bilgisayarların gelişimi, şifreleme sistemlerinin kırılmasına yol açabileceği için blok zincir platformları için bir risk oluşturmaktadır. Ancak, zamanla şifreleme işlemleri de kuantum bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebileceği için bu risk ortadan kalkacaktır. Bu nedenle, blok zincir platformlarının kriptografik yöntemleri sürekli olarak güncellenmeli ve kuantum bilgisayarların olası tehditlerine karşı önlemler alınmalıdır (Usta, A., Doğanekin, S., 2017).

2.2.8 Dünyada blok zinciri teknolojisi uygulamaları

2018 ve 2019 yıllarında, Avrupa Birliği'ne üye toplam 30 ülke, Avrupa Blok Zincir Ortaklığı (European Blockchain Partnership-EBP) adı altında bir bildirme imzaladı. Bu bildirme, sınır ötesi dijital kamu hizmetlerinin sunumu için Avrupa Blok Zincir Hizmetleri Altyapısı'nın (European Blockchain Services Infrastructure-EBSI) kurulmasını desteklemek amacıyla işbirliği yapılmasını öngörmekteydi. EBSI, yüksek güvenlik ve gizlilik standartlarına sahip bir altyapıdır. Deklarasyonu imzalayan ülkeler şunlardır: Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kıbrıs, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Letonya, Lihtenştayn, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan. Üye ülkelerin içinde İngiltere, Norveç ve Lihtenştayn dışında hepsi AB üyesidir. Bu ortaklık, Avrupa'nın blok zinciri teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması açısından önemli bir girişim olarak kabul edilmektedir. Avrupa genelinde bir blok zinciri düğümleri ağı olarak tasarlanan bu ortaklık, dijital kamu hizmetlerinin sınır ötesi sunumunu kolaylaştırmayı hedeflemektedir (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020).

Dünya genelinde para sistemleri sürekli olarak değişmekte ve finansal sistemler gelişerek farklılaşmaktadır. Nakitsiz ödeme sistemleri gibi yenilikler, geleneksel takas sistemleri yerine geçmiştir. Günümüzde birçok ülke, ödeme sistemlerine dâhil olan ve onlara yatırım yapan, güvenli işlem yapmak için blok zinciri teknolojisini benimsemektedir. Bazı ülkeler, blok zinciri teknolojisini pratik bir şekilde uygulama konusunda öncüdür. Bu ülkeler arasında Avustralya, Çin, Japonya, Dubai, Malta, İsviçre, ABD, Estonya, İngiltere ve Singapur yer almaktadır. Bu ülkelerin, bu teknolojiye geldikleri aşamalar farklıdır.

Avustralya, Bitcoin ve kripto para birimleri ile yapılan tüm işlemlerde vergileri kaldırmıştır. Avustralya Menkul Kıymetler Borsası (ASX), blok zinciri teknolojisini iki yıllık test döneminden sonra tamamen benimseyeceğini açıklamıştır.

Çin'de, bankacılık konsorsiyumları blok zinciri teknolojisini kullanmaya başlamıştır. Ayrıca, kripto para birimleri Qtum, TRON, NEO ve VeChain gibi akıllı sözleşme platformları aktif olarak desteklenmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti, "Gachain" adı verilen kamusal blok zinciri teknolojisini kullanarak vergi tahsilatını hızlandırmayı ve vergi kaçaklarını önlemeyi amaçlamaktadır. Çin'de kriptolara yönelik yasaklar ve baskılar devam etmesine rağmen, Çin hükümeti blok zincir teknolojisine büyük önem vermeye devam etmektedir. Bu bağlamda, Pekin'de Ulusal Blockchain Teknoloji İnovasyon Merkezi'nin kurulması için çalışmalar hızla ilerlemektedir (Cointelegraph Türkiye, 2023). Ayrıca Çin ve Hong Kong, liderliği ele geçirmek için blok zincir lojistik sektörüne para akıtıyor. Hong Kong merkezli Global Shipping Business Network (GSBN), uzun vadede çok önemli bir lojistik aracı olarak blok zincir konusunda yükseliştedir (Partz, 2023).

Japonya, diğer ülkelere göre Bitcoin ve kripto para birimlerine daha önce adapte olmuştur. Japonya'daki bazı perakende mağazaları Bitcoin ile yapılan alışverişleri kabul etmektedir.

Dubai, blok zinciri teknolojisini Belçika ve Abu Dabi Limanından yapılan sevkiyatların görünürlüğünü ve izlenebilirliğini artırmak için kullanmaktadır. Tüm veri ve belgelerin blok zincirine eklenmesi için 2020 yılı son tarihi belirlenmiştir. Malta, kripto para birimlerinin küresel bir lider olarak kullanımını desteklemektedir. İsviçre'nin Zug şehri,

blok zinciri ekosisteminin oluşturulması amacıyla Kripto Vadisi Derneği'ne ev sahipliği yapmaktadır.

ABD, Bitcoin ve diğer sanal para birimleri ile ilgili faaliyetlerin vergilendirilmesi ile ilgili düzenlemeler yapmıştır. Ayrıca, sınır kontrolü işlemleri, fikri mülkiyet haklarının korunması ve serbest ticaret anlaşması kapsamındaki ticarete eşyanın menşeinin izlenmesinde blok zinciri teknolojisini test etmektedir.

Estonya hükümeti, vatandaşların ilaç reçeteleri, oy kullanma işlemleri, parasal işlemler, vergi ödemeleri ve diğer dijital hizmetlere blok zinciri teknolojisi kullanarak erişebilmelerini sağlamaktadır.

İngiltere, blok zinciri teknolojisini kimlik hırsızlığı ve finansal hizmet sorunları gibi alanlarda kullanarak, gıda endüstrisi ve hükümet belgelerinin arşivlenmesinde yoğun olarak kullanmaktadır.

Singapur, sınır ötesi ödemeleri desteklemek için dijital defter teknolojisini kullanmaktadır. Sigorta şirketleri akıllı sözleşmeler kullanarak güvenli bir sağlık veri sistemi oluşturmaya çalışmaktadır. (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020).

Tablo 5’de, dünyanın farklı ülkelerinin blok zinciri teknolojisi kullanımına yönelik mevzuatları özetlenmektedir.

Tablo 5. Blok Zinciri Teknolojisinde Vergisel Düzenlemelere İlişkin Ülke Uygulamaları (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020)

Ülkeler	İlgili Mevzuat
ABD	Bir yıldan fazla süre elde tutulup sonrasında satılan kripto paralar sermaye kazançları vergisine tabidir. Uygulanacak vergi oranları da kazancın miktar ve türüne göre %15 ile %20 arasında değişebilmektedir. Bir yıldan az süre için ise %25 den başlayan normal gelir vergisine tabidir. İşlem 600 Doların altında ise herhangi bir vergi yükümlülüğü bulunmamaktadır.
Avustralya	Bitcoin veya kripto paralarla yapılan alım ve satımlar barter işlemi gibi değerlendirilip vergilendirilmektedir. Şirketler, kurumlar vergisi ile işlem vergisine tabi olmaktadır. Bireysel yatırımcılar için 10.000 Avustralya Doları ve altında kripto para ile yapılan mal ve hizmet alımları gelir ve tüketim vergilerinden muaftır. 1 Temmuz 2017'den itibaren Kripto paraların alım ve satım işlemleri, mal ve hizmet işlem vergisinden muaf tutulmuştur.
Almanya	Kripto para alım ve satım işlemleri neticesinde oluşan kârın 800 Euro'luk kısmı vergi istisnasına tabidir. Bu tutarı aşar ise spekülatif kazanç kapsamında %25 oranında vergiye tabi tutulur. Kripto para alım ve satımı işlemleri ise katma değer vergisinden muaf tutulmuştur.
Güney Kore	Ülkedeki mevcut vergi mevzuatı kripto paralar ile yapılan işlem ve sağlanan kârın nasıl vergilendirileceğini düzenleyememektedir.
Hollanda	Bitcoin ile işlem yapan şirketler barter sözleşmesi esaslarına tabidir. Mükellefler, kripto paranın işlem gördüğü tarihe esas ülke parası cinsinden hesaplanan değer üzerinden kurumlar vergisi ve diğer vergileri öderler. Bireysel yatırımcılar ise elde ettikleri kâr üzerinden gelir vergisi ödemektedirler.
İngiltere	Kripto para ile yapılan işlemler katma değer vergisinden istisnadır. Bu işlemlerle uğraşanlar %20 oranında kurumlar vergisi ödemek zorundadır. Bireysel yatırımcılar alış ve satış sonrası sağlamış oldukları kâr üzerinden sermaye kazanç vergisi öderler. Yıllık kazanç miktarı 11.300 Sterlin ise vergiden istisna tutulur. Evli çiftlerde ise bu tutar eşler ayrı ayrı hesaplandığından ötürü toplamda 22.600 Sterlin istisna tutarına ulaşmaktadır. Yıllık kazanç tutarı 45.200 Sterlini aşarsa kâra bakılmaksızın vergi mükellefi olmak ve gelir vergisi ödemek zorundadırlar.
İsviçre	Bireysel olarak yapılan birçok işlem sermaye kazançları vergisinden muaftır.
Japonya	1 Temmuz 2017'den itibaren Japonya'da bitcoin alan yabancı yatırımcılardan tüketim vergisi alınmamaktadır. Mükellefler alım ve satım neticesinde elde ettikleri kâr üzerinden %15-%55 arasında değişen oranlarda vergi ödemektedirler.
Kanada	Ticari işletmeler tarafından kripto para işlemi yapılırsa barter anlaşması gibi değerlendirilip net kazanç üzerinden kurumlar vergisi ve katma değer vergisine tabi olmaktadır. Bireysel yatırımcılar için ise elde edilen kazançların %50'si vergiden muaf tutulmaktadır kalan matrah ise normal vergi tarifesi üzerinden vergilendirilmektedir. Ancak sürekli alım satım işlemi yapılıyorsa bu faaliyetler ticari olarak değerlendirmektedir.
Türkiye	Türk vergi kanunlarında şimdilik kripto paraya özel bir tanımlama yoktur. Mevcut düzenlemeler uyarınca, kripto para birimlerinden elde edilecek kazançlar, bireyler için vergilendirilebilir gelir kategorisinde de bulunmamaktadır. Kripto para birimleri için herhangi bir yasal tanım bulunmadığından, şimdilik kripto para birimleri üzerinde KDV olmadığı sonucuna varılabilir. Şirketler için, kaynağı ne olursa olsun, herhangi bir gelir vergisi tabidir; bu nedenle, kripto para birimlerinden elde edilecek kazançlar (2018 için) %22 oranında kurumlar vergisine tabidir (5520 sayılı Kurumlar Vergisi Kanunu). Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından yapılan açıklamada Bitcoin'in 6493 sayılı Ödeme ve Menkul Kıymet Mutabakat Sistemleri, Ödeme Hizmetleri ve Elektronik Para Kuruluşları Hakkında Kanun kapsamında, "elektronik para" olarak değerlendirilemeyeceği ve bu kanun kapsamında gözetim ve denetiminin mümkün olamayacağı belirtilmiştir. Türk vergi kurumunun kripto para birimlerini "emtia" olarak ele alması beklenmektedir. Çünkü bu tanımlama ile bireyler için kripto para ticareti üzerinden elde edilen gelir üzerinden %15'ten % 35'e varan vergilendirme yapılabilecektir. Eğer özel bir düzenleme yapılmazsa, geçerli KDV oranı %18 olacaktır. Türkiye'de kripto para alımlarında KDV uygulanmayacağı beklenmektedir.

2.2.9 Türkiye'de blok zincir uygulamaları

Türkiye'nin 2019-2023 dönemini kapsayan Kalkınma Planı, kurumsal olarak güçlü bir finans sektörü oluşturmak için finansal araç çeşitliliğine gidilmesini öngörmektedir. Bu amaç doğrultusunda, blok zinciri tabanlı dijital merkez bankası parası uygulaması başlatılacaktır. Bu uygulama, fintech ekosisteminin Türkiye'de gelişmesine ve uygulanmasına yönelik çalışmaları teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Türkiye Bilişim Vakfı

tarafından oluşturulan Blok Zinciri Türkiye Platformu (BCTR), blok zinciri teknolojisinin Türkiye'deki kullanımını artırmayı, faydalarını araştırmayı ve stratejik hedefler belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu platform, sürdürülebilir bir blok zinciri ekosistemi oluşturarak, bu teknoloji ile yapılan işlemlerdeki zorlukları ortadan kaldırmayı hedeflemektedir (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020).

Türkiye'de blok zinciri teknolojisi, finansal hizmetlerde kullanılan yenilikleri takip eden BKM (Bankalar arası Kart Merkezi), Akbank, Takasbank ve Borsa İstanbul gibi kurumlar tarafından çeşitli alanlarda uygulanmaktadır. BKM, T2 Software ile birlikte şifrelenmiş para birimi "keklik" geliştirerek, mobil cihazlarda çevrimdışı para transferi ve mağazalardan ödeme yapma işlemleri yapabilen 200 özel kullanıcıya erişim sağlamaktadır. Takasbank, "BİGA Dijital Altın" adı verilen dijital bir varlık olarak fiziksel altına dayalı blok zinciri tabanlı bir sistem kurarak, zaman kısıtlaması olmaksızın altın transferine olanak tanımaktadır. Akbank, Ripple ile işbirliği yaparak uluslararası para transferinde blok zinciri teknolojisini kullanarak şeffaflık sağlayan, işlem zamanını kısaltan ve maliyetleri düşüren çözümler üretmektedir (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020).

Borsa İstanbul, Takas İstanbul ve Merkezi Kayıt İstanbul'un elektronik başvuruya ait müşteri veri tabanını senkronize hale getiren blok zinciri projesiyle Müşterini Tanı- Know Your Customer (KYC) konseptiyle yeni müşteri bilgisi eklemek, mevcut bilgileri değiştirmek ve doküman yönetimini gerçekleştirmektedir (NTV, 2018).

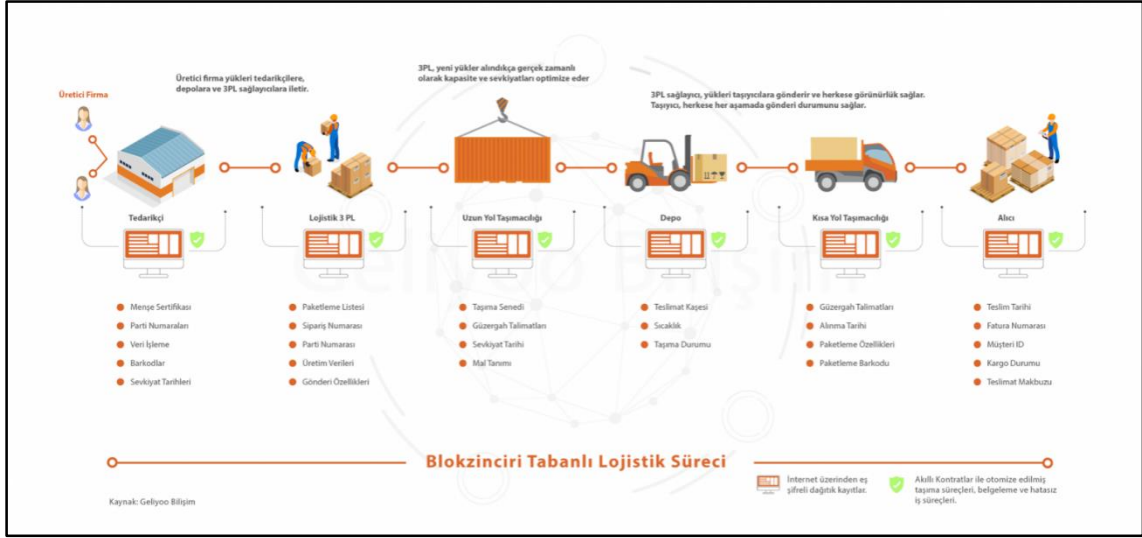
Türkiye Bilişim Vakfı (TBV) tarafından 2018 yılında kurulan Blok Zincir Türkiye Platformu (BCTR), blok zinciri teknolojisine yatırım yapan birçok ülkenin ilgisini çeken bir girişimcilik ve iş modelleri merkezi oluşturma amacıyla hayata geçirilmiştir. BCTR, Türkiye'nin blok zinciri konusunda söz sahibi bir ülke haline gelerek geleceği şekillendirmeyi hedeflemiştir. Kâr amacı gütmeyen BCTR, sürdürülebilir bir blok zinciri ekosistemi oluşturmayı ve yeni iş yapış biçimlerinin önündeki zorlukları aşmayı amaçlayan BCTR bu hedefler doğrultusunda, Türkiye'deki ve dünyadaki finans, bankacılık, hukuk, lojistik, üretim, ulaştırma, teknoloji gibi birçok sektörden etkili şirketleri çatısı altında toplayarak ilk yılında 75 üyeye ulaşmıştır. Ayrıca, BCTR, Türkiye'nin ticaret bakanlığı ve diğer kamu kurumlarıyla, çeşitli sivil toplum kuruluşlarıyla ve akademik organizasyonlarla iş birlikleri kurmuştur. BCTR, sadece

Türkiye için değil, aynı zamanda küresel ölçekte örnek bir model haline gelerek sağlıklı ve sürdürülebilir bir blok zinciri ekosistemi oluşturma konusunda önemli bir rol oynamıştır (techinside, 2019).

04 Ocak 2023 tarihi itibarıyla, Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı tarafından yapılan düzenlemeler doğrultusunda, Tek Pencere Sistemi'nde ihracat beyannameleri için kullanılan birlik kripto onay numaraları yerine 1086 kodlu TPS-Birlik Kripto Onay Kodu kullanılması kararlaştırılmıştır. Bu değişiklik, ihracat beyannamelerinin kayıt altına alınması ve takibi için yapılan çalışmaların bir sonucudur. Başbakanlık Genelgesi kapsamında, 20 Mart 2012 tarihli ve 28239 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Gümrük Hizmetlerinde Tek Pencere Sistemi" konulu genelge ile Tek Pencere Sistemi'nin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Bu sistem, gümrük hizmetlerinin elektronik ortamda daha etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu değişiklik, ihracat beyannamelerinin takibini kolaylaştırmayı ve işlemlerin daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Böylece, ihracatçılar ve ilgili kurumlar arasındaki iletişim ve işbirliği daha verimli bir şekilde gerçekleştirilebilecektir (Ticaret Bakanlığı, 2023).

2.3 Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Teknolojisi Kullanımı

Tedarik zinciri, birden fazla paydaşın ve aktörün yer aldığı karmaşık bir yapıdır ve bu nedenle fiziksel akış ve bilgi akışında birçok sorun oluşabilmektedir. Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirindeki sorunları ele almak için uygun bir teknolojidir ve sağladığı şeffaflık ve izlenebilirlik özellikleri sayesinde bu sorunlara uygun çözümler sunmaktadır. Blok zincir teknolojisi, dağıtık bir yapıya sahip olduğundan, tedarik zinciri içindeki işlemler merkezi bir otoriteye bağlı olmadan gerçekleştirilebilir ve tüm paydaşlar tarafından izlenebilir şekilde kaydedilebilir. Bu sayede ürünlerin menşe noktasından nihai tüketim noktasına kadar izlenebilirliği artırılabilen ve süreçlerin şeffaflığı sağlanabilmektedir. Blok zincir teknolojisi ile elde edilen veriler, ağ içindeki dağıtılmış noktalarda kalıcı olarak saklanabilmekte ve böylece izleme ve kontrol daha güvenli hale getirilebilmektedir. Bu sayede, tüketiciler ürünlerin orijinallliği, üretim yeri ve tarihi, standartlara uygunluk gibi konularda daha fazla bilgiye sahip olabilmektedirler (Çalık, 2020). Blok Zincir Tabanlı Lojistik Dağıtım Süreçleri Şekil 15'te sunulmuştur.



Şekil 15. Blok Zinciri Tabanlı Lojistik Dağıtım Süreçleri (Geliyoo Bilişim , 2023)

Tedarik zincirindeki karmaşık yapı blok zinciri teknolojisi ile çözülebilir. Kullanıcılar, tedarik zincirinin üretim, nakliye ve teslim aşamasında ilerleyen ürünlerin el değiştirmesini takip eder. Bunun için dijital coin kullanırlar. Bu uygulama şirkete, zincirin herhangi bir aşamasında yatırdığı değeri tespit etme, yeni piyasa ve fiyat riski bulma konusunda daha fazla esneklik tanır. Sonuçta ortaya katı tedarik zinciri yerine dinamik bir talep zinciri çıkar. Bu da herkes açısından çok daha verimli bir kaynak kullanımı doğurur (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019).

Tedarik zincirlerinde blok zincir teknolojisi kullanılarak ürünlerin ham madde temininden üretimine, üretim aşamasından son müşteriye kadar olan tüm süreçlerin kaydedilmesi ve belgelenmesi mümkündür. Bu teknoloji, yüksek düzeyde şifreleme ve veri koruması sağlayarak, her aşamadaki ara süreçlerin güvenilir bir şekilde izlenmesini sağlar. Bu sayede tüketiciler, satın aldıkları ürünlerle ilgili daha fazla bilgiye ve görünürlüğe sahip olurlar, bu da daha bilinçli seçimler yapmalarını sağlar. Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirinin tüm aşamalarında verilerin kaydedilmesini ve izlenmesini sağladığı için manuel hataların önüne geçilir ve zamandan tasarruf sağlanır. Ayrıca, maliyet açısından da avantaj sağlanır. Bu süreçte akıllı sözleşmelerden faydalanılabilir, böylece süreç otomatik olarak bu sözleşmelerde belirtilen şartlara göre ilerler ve onay alır. Blok zincir teknolojisi sayesinde araçlar devre dışı bırakıldığından, manuel işlerde harcanan çaba ve insan gücü azalır, sistem tamamen dijitale aktarılır. Blok zincir

teknolojisi tarafından üretilen veriler, günümüzün veri odaklı tedarik zinciri ortamında daha önemli hale gelen bilgilerin analizini yapmak için daha fazla fırsat sunar. Bu veriler, tedarik zinciri süreçlerinin etkinliğini, verimliliğini ve güvenilirliğini değerlendirmek için kullanılabilir. Tüketicilerin yanı sıra tedarikçiler, üreticiler ve diğer paydaşlar da blok zincir teknolojisi aracılığıyla tedarik zinciri süreçlerini daha iyi anlama ve iyileştirme fırsatına sahip olurlar (Büyükoğkan, 2022).

Küresel ticaret hala manuel işlemlere dayanan, zaman alıcı ve maliyetli süreçlerle yönetilmektedir. Kâğıt tabanlı dokümantasyon ve işgücü yoğunluğu, tedarik zincirlerinin izlenebilirliği ve kalite kontrolünde zorluklar yaratmaktadır. Ayrıca, sınır ötesi siparişlerdeki onaylar sahtekârlık riski taşımaktadır. İthalatçılar, ihracatçılar ve diğer tedarik zinciri aktörleri bu karmaşıklıklardan kaçınmak için var olan ilişkilerine güvenmektedirler. Ancak, bu güvensizlik ortamı blok zincir teknolojisi tarafından çözülebilecek bir alan olarak görülmektedir. Blok zincir tedarik zincirindeki tüm paydaşlar arasında güvenli ve şeffaf bir veri paylaşımı sağlayarak, tedarik zincirindeki izlenebilirliği ve kalite kontrolü artırabilir. Ayrıca, sınır ötesi onaylar ve diğer işlemler blok zincir tarafından sağlanan güvenliğe dayanarak gerçekleştirilebilir, bu da küresel ticarete önemli bir adım olabilir (Tapscott, 2020).

Dış ticaret süreçleri, birçok tarafın bir araya geldiği karmaşık bir ekosistemdir. Bu süreçlerde yer alan aktörler arasında ithalatçı/üretici firmalar, eşyayı satın alan firmalar (müşteriler), bankalar, gümrük müşavirlikleri, Gümrük Bakanlığı, nakliyeciler, iç nakliyeciler, antrepolar, özel antrepolar, sınır gümrük idareleri ve tek pencere sistemine dâhil olan eşyanın ticaretiyle ilgili izinlerin alınmasına dâhil olabilecek tüm paydaşlar bulunur. Dış ticaret işlemleri sırasında birçok belgenin üretilmesi ve bu belgelerin taraflar arasında paylaşılması gerekmektedir. Ticari süreçler, düzenleyici süreçler, sınır süreçleri, nakliye süreçleri vb. gibi dış ticaret süreçlerinde toplam 313 belge bulunmakta olup, bu belgelerin kamu tarafında 24 muhatabı bulunmaktadır. Dış ticaret süreçlerindeki bu belgelerin blok zincir teknolojisiyle entegre edilmesi ve devlet tarafındaki süreçlerin dijitalleşmesi, ticareti kolaylaştıracak ve dış ticaretteki taraflar arasında güvenin sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Bu entegrasyon ve dijitalleşme sayesinde zaman ve maliyet açısından etkin bir ekosistem oluşturulabilecektir (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

Tedarik zinciri borsalarının dijitalleşmesi, blok zinciri teknolojisi aracılığıyla uluslararası ticaret borsalarını daha hızlı ve şeffaf hale getirebilir. Aşağıda, blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirlerine yönelik potansiyel önemli faydalarını daha kısa bir şekilde ifade edebiliriz:

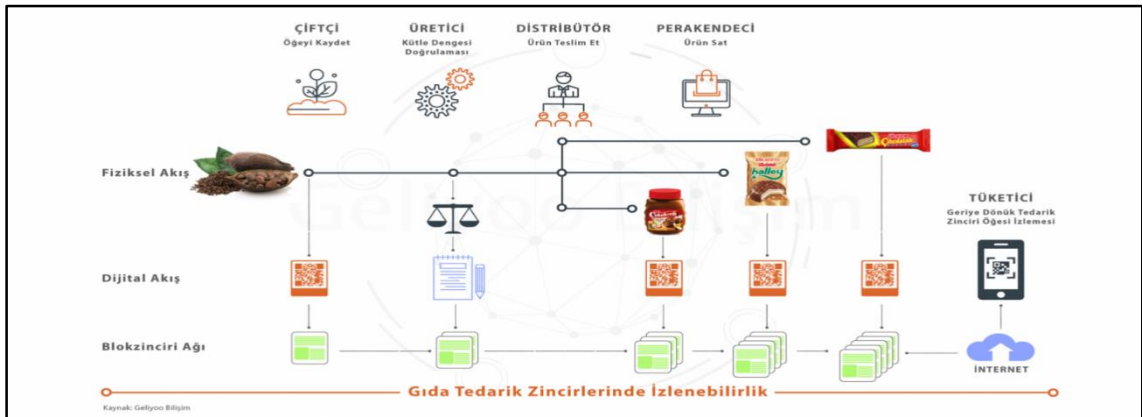
- Gerçek zamanlı erişim: Uluslararası ticaret süreçlerinde yer alan tüm katılımcılar, ilgili tüm bilgilere gerçek zamanlı erişim sağlayarak idari maliyetleri azaltabilir.
- Şeffaflık: Blok zinciri teknolojisi, varlık takibini daha şeffaf hale getirir ve sevkiyat gecikmelerini önlemeye yardımcı olur.
- Nakliye maliyetlerinin azaltılması: Nakliye şirketleri, blok zinciri teknolojisi sayesinde yük kapasitelerini optimize ederek nakliye maliyetlerini en aza indirebilir.
- Hızlandırılmış lojistik süreçler: Akıllı sözleşmelerin kullanılmasıyla sevkiyat adımları temel alınarak tüm lojistik süreçler hızlandırılabilir (Üretim, Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2021).

Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirindeki katılımcıların kimliğini doğrulamak ve erişime izin vermek için bir anahtar olan açık anahtar altyapısının uygulanması yoluyla küresel ticareti güvence altına alma potansiyeline sahiptir. Ticaret yolları boyunca işlemleri doğrulamak için gereken kontrolcü sayısını azaltabilir. Verilerin varlıkların ve belgelerin değişmezliğini ve izlenebilirliğini de artırabilir. İdeal bir gelecekte, blok zincir tüm ekosistemi optimize etmeye yardımcı olacaktır. Blok zincirin küresel ticaret için ana teması işbirliğidir. Dijital ekonominin bir sonraki çağında rekabetçi yapıdan işbirlikçi rekabet yapısına geçişi kaçınılmaz olacaktır (Tapscott, 2020).

Fiziksel ürünlerin otomatik hareketlerinden doğan veriyi aktaran çip ve sensör teknolojisindeki gelişmeler, blok zinciri sistemlerine çok büyük güç katacaktır. Özellikle de sistemin, sözleşmeden doğan ödeme koşulları, ürün ve hizmetlerin teslimi gibi hak ve yükümlülüklerin, tüm tarafların güvendiği otonom bir sistem tarafından otomatik şekilde hayata geçirildiği akıllı sözleşmelerle entegre edilmesi çok büyük etki yaratacaktır (Harvard Business School Publishing Corporation, 2019).

Ürünlerin ve hammaddelerin üretim aşamalarından tüketim sürecine kadar olan tüm süreçlerin analizi ve yönetimi, blok zincir teknolojisi ve IoT ile sağlanabilir. Bu süreçlerde, ürün ve hammaddeyle ilgili dinamik bilgiler, IoT sensörleri ve tetikleyiciler aracılığıyla anlık olarak blok zincir ağına gönderilerek saklanabilir. RFID yönetimi de barkod sistemiyle birlikte kullanılarak, insan kaynaklı hatalar ve işgücü ihtiyacı azaltılabilir. Bu teknolojik yöntemler, süreçlerde verimlilik artışı sağlayarak, endüstriyel süreçlerin daha verimli ve güvenli hale getirilmesine olanak sağlar (Geliyoo Bilişim, 2023).

Blok zincir teknolojisinin gıda tedarik zincirindeki bir uygulama örneğinden yola çıkarsak, ham ürün başlangıç detayları, parti numaraları, fabrika ve işleme verileri, son kullanma tarihleri, depolama sıcaklıkları ve sevkiyat detayları gibi bilgiler, kaynaktan varış noktasına hareket ederken fiziksel gıda maddelerine dijital olarak eklenir. Her işlem sırasında toplanan bilgiler, bir fikir birliği oluşturan ağ içindeki işletmeler (çiftlikler, nakliye şirketleri, paketlenme şirketleri, depolar ve mağazalar) tarafından doğrulanır. Her bir “blok” (her işlemin kaydı) doğrulandıktan sonra, bir işlem “zincirine” eklenir ve tüm sürecin kalıcı bir kaydı haline gelir. Mağazada alınan her bir Ülker ürününün gerçek olduğu doğrulanır ve dijital kaydı fabrika ile market arasında tespit edilen gıda güvenliği sorunlarını potansiyel olarak ortaya çıkarabilir. Dijital kayıt, Ülker perakendecilerinin ayrı ayrı mağazalardaki ürünlerin raf ömrünü daha iyi yönetmesine de yardımcı olabilir. Gıda tedarik zincirinde blok zincir teknolojisi kullanımı ile izlenebilirliğin nasıl sağlandığı Şekil 16’da sunulmuştur.



Şekil 16. Gıda Tedarik Zincirlerinde Blok Zincir Uygulamaları ile İzlenebilirliğin Artırılması (Geliyoo Bilişim , 2023)

Birçok kişiye göre blok zinciri, ortak tedarik zincirinin yaratıcılığını ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir ve geleneksel hiyerarşik tedarik zincirinden daha üstündür. Blok zincirinin önemli bir potansiyel faydası gizliliği daha az istenen bir şey haline getirmesidir. Ancak bu fikri benimsemek için bir inanç sıçraması gerekmektedir. Şeffaflığın önümüzdeki on yıllarda şirketlerin büyümesine yardımcı olacağına inanılmaktadır. Şirketler, daha önce mümkün olmayan kaynaklara erişme konusunda rahatladıkça, fikirler ve çözümler için daha fazla işbirliği yapma kavramı da gerçekleştirilememiş bir olgu haline gelecektir. Bu süreçte, merkezileşmiş bir şirketin gücünden feragat etmesi kaçınılmaz olacaktır. Ancak şirketler, merkezi olmayan ve dağıtılmış bilgiye erişim konusunda daha önce hiç ulaşmadığı bir noktaya gelecektir (Williams, 2020).

2.3.1 Blok zincir teknolojisi kullanımının tedarik zinciri katılımcıları üzerindeki etkileri

Tedarik zincirinin yeniden tasarlanması için, blok zinciri teknolojisinin benimsenmesi birincil katılımcıların rollerini, zorluklarını ve kısıtlamalarını anlamayı gerektirir. Blok zinciri temelli bir çözümün tüm taraflar için uygun olması zaman alacaktır ve bu nedenle çeşitli yaklaşımların kullanılması gerekebilir. Teknoloji olgunlaştıkça, başarılı girişimler arasında uyumlu bir işbirliği önemli hale gelecektir (Tapscott, 2020).

2.3.1.1 Bankacılar ve finansörler açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri

Bankalar ve finansal kuruluşlar, ticaret finansmanı kanalları aracılığıyla işletmelere uluslararası ticarete yer alma imkânı sağlamaktadır. Akreditifler, senetler, kambiyo senetleri, banka garantileri ve banka ödeme yükümlülükleri gibi finansal ürünlerin yanı sıra faktoring ve forfaiting gibi hizmetler, ihracatçıları ödememe risklerinden koruyarak ticaretin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Ancak manuel süreçlerin kullanılması, finansal kuruluşları dolandırıcılık riski ile karşı karşıya bırakmaktadır. Örneğin, 2018'de Hindistan'ın Punjab Ulusal Bankası, bir şube müdür yardımcısının sahte teminat mektupları kullanarak bir grup mücevher şirketine 1,8 milyar dolar borç verdiğini ifşa etti. Ayrıca, 2014 yılında Standard Chartered Bank, Singapurlu bir iş adamının şirketleri arasında aynı metal stokları için fatura kullanması nedeniyle Qingdao Limanı'nda

yaklaşık 200 milyon dolar kaybetti. 2008'de de, JP Morgan Chase & Co. gibi bankaları hayali satın alma siparişleri ve metal sevkiyatları için faturalar olduğu ortaya çıkan 700 milyon dolara yakın kredi karşılığında dolandıran bir transatlantik komplo yaşandı. Ayrıca, bankalar malların hareketini ve durumunu takip edecek araçlardan yoksundur. Bu nedenle, gecikmiş, hasar görmüş ve teslim edilmemiş mallarla ilgili riskleri üstlenmek zorunda kalmaktadırlar. Varlık hareketinin opaklığı, bankaların küçük ve orta ölçekli işletmelere (KOBİ'ler) yönelik finansman hizmetleri sunmasını engellemektedir. Bu tür işletmelerin ticaret finansmanına erişimlerinde yetersizlik yaşanmaktadır çünkü bankalar genellikle büyük şirketlerle çalışmakta ve risksiz geçmişi olan müşterilere öncelik vermektedirler. Ticaret finansmanı ile ilgili riskler, sermaye maliyetlerini artırarak bankalar üzerindeki Basel III düzenlemeleri ile bağlantılı ticaret finansmanı yükümlülüklerini azaltma baskısını da artırmaktadır (Tapscott, 2020).

Blok zincir teknolojisi, bankaların evrak işlemlerini ve manuel işlemleri azaltarak işlem mutabakatını kolaylaştırabilir ve ticaret finansmanı süreçlerini dijitalleştirerek operasyonel ve uyumluluk maliyetlerini %10 ila %15 oranında azaltabilir. Blok zincir altyapısı, satın alma siparişi ve fatura mutabakatını otomatikleştirerek tüm katılımcılar arasında paylaşılabilir. Ayrıca, blok zincir teknolojisi bankaların sınırlı mali geçmişe sahip KOBİ'ler gibi yetersiz hizmet alan pazarlara hizmet vermesini sağlayabilir. Uluslararası Ticaret Odası'nın "Global Survey Trade Finance" raporuna göre, KOBİ'ler ticaret finansmanı tekliflerinin %44'ünü sunarken, reddedilen ticaret finansmanı tekliflerinin %58'i KOBİ başvurularından oluşmaktadır. Blok zincir teknolojisi, varlık takibinde daha fazla şeffaflık sağlayarak bankaların riski daha iyi değerlendirmesine, KOBİ'ler gibi yeni müşteri segmentlerine daha iyi hizmet vermesine ve daha yenilikçi ticaret finansmanı programları aracılığıyla kredi tekliflerini artırmasına yardımcı olabilir. Tüm bunların yanı sıra blok zincir teknolojisi, bir bankanın mevcut teknolojilerini genişletebilir, geliştirebilir ve tamamlayabilir, ancak tamamen yerini alamaz (Tapscott, 2020).

2.3.1.2 Şirketler Açısından Blok Zincir Teknolojisi Kullanımının Etkileri

Günümüzde şirketler, küresel ticarete sıklıkla kağıt tabanlı ve manuel süreçlere güvenmekte ve mal hareketi konusunda sınırlı görünürlükleri bulunmaktadır. Ayrıca,

varlıkları takip etme ve sorunları ele alma konusunda da sınırlı yetenekleri vardır. Ticaret finansmanı giderek daha rekabetçi hale gelmekte ve küçük ve orta ölçekli ihracatçılar ticaret finansmanına yetersiz erişimle karşı karşıya kalmaktadır. İthalatçılar ise, mal hareketinin sınırlı görünürlüğü nedeniyle yüksek sigorta primleri ödemek zorunda kalmaktadır (Tapscott, 2020).

Blok zincir teknolojisi, işlemler arasında şeffaflığı destekleyerek tedarik zincirine görünürlük kazandırmaktadır. Bu özellik, küresel ticari kullanımda bankalar ve finansörler tarafından daha küçük şirketlere finansman sağlama riskinin daha iyi hesaplanmasını sağlayarak ticaret finansmanı ürünlerine erişimlerini artırır. Dağıtılmış defter teknolojisi kullanımı, ABD'li startup Wave tarafından ithalatçılar ve bankalar arasındaki ticari işlem süresini 20 günden birkaç saate indirebileceği kanıtlanmıştır. Blok zincir uygulamalarının kullanımı, ticaret finansmanı ürünleri için daha geniş bir pazarın açılmasına imkân sağlar (Tapscott, 2020).

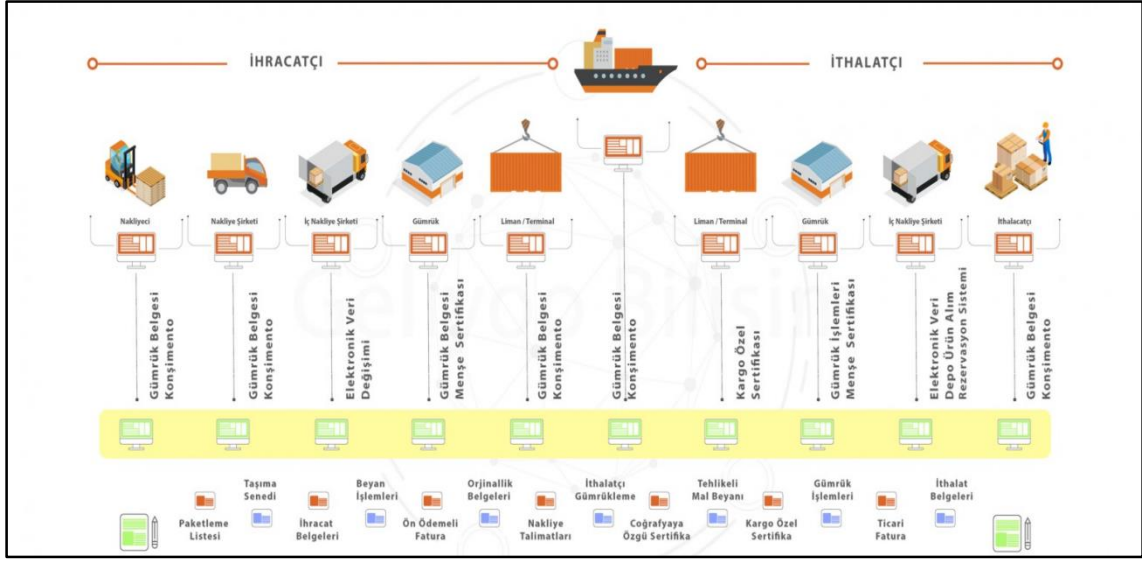
Şirketler, IoT teknolojileri ile ürünleri hakkında veri toplayarak bu bilgileri blok zincirinde depolayabilirler. Bu veriler, ürün kalitesinin iyileştirilmesi, menşei bilgilerinin takibi, sertifikalı ürün soyağacı oluşturulması, nakliye özelliklerinin optimize edilmesi ve diğer operasyonel verimliliklerin elde edilmesine yardımcı olabilir. İyileştirilmiş tedarik zinciri izlenebilirliği ve IoT sensörlerinin kullanımı, gıda kontaminasyonunun etkisinden kaçınmak gibi faydalar sağlayabilir. Ancak şirketlerin, özellikle özel bilgilerin paylaşımı konusunda blok zincirinde nasıl paylaştıklarına dikkat etmeleri gerekmektedir. Hangi ticaret ortaklarının hangi bilgilere erişmesi gerektiği belirlenmeli ve verilerin güvenliği sağlanmalıdır. Ayrıca, mevcut bilgi teknolojisi altyapılarının, blok zincir çözümleriyle entegre edilmesi gerekmektedir. Yeni teknolojinin ERP yazılımından ayrı bir siloda oturması, bazı operasyonel verimliliklerin gerçekleştirilmesine engel olabilir. ERP yazılımı, blok zincirinde saklanan belgelere erişemezse, kullanıcının belge girişini ikiye katlaması gerekmektedir (Tapscott, 2020).

2.3.1.3 Nakliye şirketleri ve taşıyıcılar açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri

Navlun komisyoncuları ve taşıyıcılar, küresel ticarete kritik bir rol oynayarak tedarik zincirlerindeki kargonun lojistiğini yönetirler. Ancak, diğer ticaret katılımcıları gibi,

genellikle kağıt tabanlı süreçlere ve manuel etkileşimlere dayanarak çalışırlar. Bu dijital teknoloji eksikliği, nakliye komisyoncularının gereksiz yüksek maliyetlerle karşı karşıya kalmalarına neden olabilir. Örneğin, deniz taşımacılığı faturalama ve ödeme işlemleri yılda tahmini 34,4 milyar dolar maliyet oluşturur. Varlık takibindeki sınırlı görünürlük, düşük marjlar ve yüksek sigorta primleri gibi sorunlara yol açabilir. Bu, özellikle ilaç endüstrisinde yüksek risk oluşturabilir; çünkü sistemdeki sahte ilaçlar nedeniyle her yıl yaklaşık bir milyon kişi hayatını kaybetmektedir. Yük taşıyıcıları, kargo hırsızlığına karşı önlemler almak isteseler de, mevcut sistem, manuel doğrulamaya dayandığı için, yetkisiz kişilerin kargoyu almasına izin verilebilir. 2017'de Kanada'da kargo hırsızlığı yüzde dokuz artarak 35,6 milyon dolara ulaşmıştır (Tapscott, 2020).

Blok zincir teknolojisi, şekil-17'de sunulan ticari belgelerin dijital olarak işlenmesini sağlayarak, örneğin satın alma siparişleri ve konşimentoların blok zincirinde neredeyse gerçek zamanlı olarak paylaşılması ve doğrulanmasıyla, varlık izleme sürecini kolaylaştırmaya ve nakliye komisyoncularına sahip olmadıkları tedarik konusunda görünürlük sunmaya yardımcı olabilir. DHL ve Accenture gibi şirketler, blok zinciri tabanlı bir serileştirme projesi geliştirerek, sahte ilaçların ve ilaçlarla mücadele etmektedir. Ticaret belgelerinin dijital olarak işlenmesi, işlem süresinin kısaltılmasına, ticaret katılımcıları arasındaki ödemelerin ve iletişimin hızlandırılmasına yardımcı olabilir. Navlun hırsızlığı riskini azaltmak için belge dijitalleştirme, dijital kimliklerle eşleştirilebilir ve dijital kimliklerin kullanımı, hak talebinde bulunan yük toplayıcılarının kimliğini doğrulamak için mevcut doğrulama süreçlerinin güvenlik seviyesini artırabilir. Yük taşıyıcıları, IoT sensörleri aracılığıyla veri toplayarak blok zinciri kullanabilir ve bu veriler, malların kalitesini izlemek ve kalite güvencesi gerçekleştirmekle ilgilenen taraflara iletilebilir. Ancak, bu teknolojiyi benimsemek için, nakliye komisyoncuları ve nakliyecilerin, dijitalleştirme için belirli standartları belirlemesi gerekebilir ve yük taşıyıcılarının veri bütünlüğünü korumak için paylaşmak istedikleri verileri ve izinleri düşünceleri önemlidir (Tapscott, 2020).



Şekil 17. İhracat ve İthalatta Kullanılan Ticari Belgeler (Geliyoo Bilişim , 2023)

2.3.1.4 Gümrük ve liman yetkilileri açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri

Gümrük ve liman yetkilileri, nakliye yollarının kesişme noktalarında malların transferini yönetir ve onaylar. Bu transfer işlemi sırasında, kargonun menşei, varış yeri ve yollarla ilgili lojistik ve düzenleyici verilerin sıralanması gerekmektedir. Navlun tedarik zinciri içinde birçok paydaş bulunmaktadır ve her biri kendi platform ve yöntemlerine sahiptir. Ancak, aynı belgenin birden fazla sürümü, veri kümesinin birden fazla yere girilmesi gerektiğinde, son kullanıcıları olumsuz etkileyebilir. Bu koşullar, tedarik zincirinde hileli veya kötü niyetli faaliyetlere açık bir alan yaratmaktadır. Yetersiz işlenmiş belgelere dayanarak, yetkililer malların girişine nasıl onay vereceklerdir? Manuel tamamlanan ve kâğıt belgelere dayanan süreçler, özellikle gümrük işlemleri gibi, hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu süreçler insan hatasına açık olduğundan, gümrük vergisi kaçakçılığı gibi hileli faaliyetlerin meydana gelme riskini artırabilirler. Örneğin, 2017'de bir Avrupa Dolandırıcılıkla Mücadele Ofisi soruşturması, tekstil ve ayakkabıların değerlemesi sırasında yapılan sahtekârlıkları ortaya çıkardı. Benzer şekilde, Suudi Arabistan gümrükleri de gümrük vergisi kaçakçılığı nedeniyle yaklaşık 30 milyon dolar gelir kaybetti (Tapscott, 2020).

Ticaret belgelerinin dijitalleştirilmesi ve dağıtılmış bir defterde saklanması, liman ve gümrük makamlarının tarife kodlarına, sınıflandırma verilerine, menşe bilgilerine, ithalat

ve ihracat sertifikalarına, gümrük değerlerine ve gümrük işlemlerine gerçek zamanlı erişim ve iç görü sağlamasına olanak tanır. Blok zincirindeki sayısallaştırılmış ticaret belgeleri, manuel evrak işlemlerinin operasyonel maliyetlerini ve hacmini azaltarak ticareti kolaylaştırmayı ve gümrük uygulamasını desteklemeyi amaçlar. Blok zincirindeki varlık izleme yetenekleri, gümrük ve liman yetkililerine gerçek ve beklenen mal akışına ilişkin daha fazla görünürlük ve iç görü sağlayarak, talep için daha iyi plan yapmalarına ve daha fazla operasyonel verimlilik elde etmelerine yardımcı olur (Tapscott, 2020).

Çoğu liman yetkilisi, elektronik platformlar aracılığıyla devlet kurumları ve işletmeler gibi tedarik zinciri ortaklarını birbirine bağlayan liman topluluk sistemleri (Port Community System-PCS) kullanmaktadır. PCS, ulaşım altyapısı yönetimi sunmaktadır. Teknolojik olarak en gelişmiş ticaret topluluklarında, PCS, sırasıyla denizcilik tek pencere sistemleri ve ticaret tek pencere sistemleri ile ara yüz oluşturarak nakliye ve ticaret düzenlemelerini sağlar. Blok zincirin limanlar ve gümrük makamları için değerini en üst düzeye çıkarmak için, herhangi bir blok zincir tabanlı platformun bu sistemlerle iletişim kurabilmesi gerekmektedir (Tapscott, 2020).

2.3.1.5 Düzenleyici organlar açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri

Düzenleyici kurumlar, sağlam ticaret finansmanı uygulamaları sağlayarak ve ihraç edilen veya ithal edilen malların orijinalliğini doğrulayarak ticaret faaliyetlerinin adil ve yasal yürütülmesini amaçlarlar. Bu kurumlar uluslararası, federal, bölgesel ve yerel seviyelerde faaliyet gösterirler. Uluslararası düzeyde, Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) dünya ticaret anlaşmalarını ve müzakerelerini yönetir ve ulusal ticaret politikalarını izler. Bunun yanı sıra, ülkeler kendi federal departmanlarına ve ticaretle ilgili faaliyetleri denetleyen bölgesel organlara sahiptir. Düzenleyici kurumlar, bankalar, finansörler ve gümrük yetkilileriyle iş birliği yaparak, kara para aklamayı önlemek, müşteri kimliklerini tespit etmek ve diğer terörle mücadele önlemlerini uygulamak için çalışırlar. Ancak ticaret işlemlerinin kâğıt tabanlı olması nedeniyle gözetim zor olabilir. Ticarete dayalı kara para aklama, malların fiyatının, miktarının veya kalitesinin yanlış beyan edilmesi gibi yasa dışı planlarla gerçekleştirilebilir. Global Financial Integrity'in tahminlerine göre, 2005 ile 2014 yılları arasında gelişmekte olan ve yükselen ekonomiler için toplam ticaretin yüzde 14 ila 24'ü yasa dışı giriş ve çıkışlardan kaynaklandı (Tapscott, 2020).

Düzenleyici kurumlar, işlem belgelerini inceleyerek dâhili bankacılık politikalarına ve devlete ve limana özgü yaptırımlara uygunluğu kontrol ederler. Belgeli Krediler için Tek Tip Gümrük ve Uygulama Standart Bankacılık Uygulaması uyarınca uluslararası ticaret standartlarına ve ambargolara uyumu da kontrol ederler. Ancak Uluslararası Ticaret Odası'nın uluslararası belge incelemesi süreci yoğun ve büyük ölçüde manuel olduğundan, yasa dışı faaliyetler için boşluklar bırakabilir (Tapscott, 2020).

Blok zinciri teknolojisi, düzenleyici kurumların küresel ticaret süreçlerinin izlenmesinde doğrudan ve anında görünürlük elde etmelerine yardımcı olabilir. Blok zincirinin şeffaflığı sayesinde, varlık transferleriyle ilgili işlemler hakkında neredeyse gerçek zamanlı ve tam bilgiye sahip olabilirler. Bu da düzenleyicilerin sistemik riskleri daha iyi analiz edebilmelerini ve kredi derecelendirme bilgilerini geliştirebilmelerini sağlayabilir (Tapscott, 2020).

Bank of Ireland tarafından Deloitte Ireland ile işbirliği içinde geliştirilen bir kavram kanıtı (Proof of Concept-POC) olan RegChain, düzenleyici raporlama için bir platform oluşturmayı amaçlamış ve bunu başarmıştır. Bu platform, raporlama yapan kuruluşların ve düzenleyicilerin erişebileceği bir ara yüz sunar ve blok zincir teknolojisini kullanarak düzenleyici değişiklik taleplerini daha etkili bir şekilde yönetmeyi mümkün kılar. Bunun yanında blok zinciri teknolojisi, Müşterini Tanı (KYC) veri depolama ve Kara Para Aklamayı Önleme (Anti-Money Laundering-AML) uyumluluğunu sağlamak için kullanılabilir. Blok zinciri tabanlı KYC araçları, muhabir bankaların tekrarlayan durum tespiti süreçlerine harcadıkları zamanı azaltabilir. Ayrıca, akıllı sözleşmeler, ticaret işlemleri sırasında yaptırım riski uyarılarını tetikleyebilir. Düzenleyici kurumlar, blok zinciri teknolojisini kullanarak küresel ticaret süreçlerini daha iyi izleyebilir ve yönetebilirler. Ancak, bu teknolojinin kullanımı için düzenleyicilerin blok zinciri projelerinde aktif bir rol oynamaları ve işlemsel veriler üzerinde doğrudan gözetim sağlamaları gerekmektedir. Bu, düzenleyici kurumların bankalar ve finansörlerle işbirliği yaparak çözümler geliştirmelerini gerektirir (Tapscott, 2020).

2.3.1.6 Sigorta sağlayıcıları açısından blok zincir teknolojisi kullanımının etkileri

Sigorta, küresel ticaretin her yerinde mevcut bir uygulamadır ve ihracatçılar ile ithalatçıların birçok nedeni, özellikle nakliye veya depolama sırasında malların hasar

görmesi riski, ödememe riski, yeni müşterilerin kredi değerliliği, kabul edilemez malların iadesi veya ilgili dava ile ilgili maliyetler konusunda endişeleri gibi sebeplerle sigorta yaptırmak istemelerine yol açar. Ancak, tedarik zinciri boyunca, ihracatçılar ve ithalatçılar genellikle ürünlerini doğrudan sigortalatmazlar ve bunun yerine, sigortacılar ve bankalar arasındaki ticaret finansmanı uygulamaları veya sigortacılar ve nakliye şirketleri arasındaki takip ve takip uygulamaları gibi aracılarla işbirliği yaparlar. Sigortacılar, hasar ödemesi düzenlemeden önce, birçok farklı katılımcı tarafından hazırlanan belgelerde kaydedilen aynı bilgilerin birden çok versiyonunu uzlaştırdıkları uzun bir hasar yönetimi sürecinden geçmek zorundadırlar. Bu süreç, belge eşleştirme işlemiyle birlikte çok zaman alıcı ve maliyetlidir ve sigortacılar ve talep sahipleri arasındaki uyuşmazlıklara neden olabilir. Ayrıca, farklı tedarik zinciri katılımcılarının farklı sigorta şirketlerinin müşterisi olduğu durumlarda, hangi sigortacının riski taşıdığını değerlendirmek zor olabilir ve sigortacılar, maksimum risk için daha sık sigorta yaparak ekstra maliyetleri karşılayabilirler (Tapscott, 2020).

Kağıt tabanlı işlemlere kıyasla, blok zinciri tabanlı işlemler daha dirençli bir yapıya sahip olup, değişmezlik prensibi altında güvenilmeyen birden fazla taraflar arasında bilgi ve belgelerin etkili bir şekilde paylaşılmasını sağlar. Tüm taraflar aynı gerçeklik kaynağına sahiptir. Blok zincir, uzun belge mutabakat süreçlerini ortadan kaldırarak talep yönetimini hızlandırır. Ayrıca, varlık takibi yoluyla tedarik zincirinde daha fazla görünürlük sağlayarak sigortacılar arasında daha etkili uyuşmazlık çözümü sunar. Sigortacılar, IoT ve blok zincir teknolojilerinin kesiştiği noktada da uygulamaları değerlendirebilirler. Sensörler aracılığıyla gerçek zamanlı veriler toplayarak, müşterilerine özel yenilikçi ürünler sunmak için daha iyi bir konuma gelebilirler. Bu verileri blok zincir aracılığıyla paylaşabilirler ve niş ürünler sunmak için kullanabilirler. Benzer şekilde, IoT sensör teknolojisi ve blok zincirinin birleştirilmesi, sigorta şirketlerinin yük konteynerlerinin veya depoların gerçek hacimlerine göre sigortalamalarını sağlayabilir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, nitel araştırma tekniği kullanılmıştır. Nitel araştırma, sosyal gerçekliğin ve insan davranışlarının ardındaki nedenleri anlamaya çalışan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemleri kullanılarak algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir şekilde incelenmesi amaçlanır. Bu araştırma süreci, sosyal fenomenleri derinlemesine anlamak ve açıklamak için kullanılır (Gürbüz, S., Şahin,F., 2018). Nitel araştırma, disiplinler arası bir perspektifi temel alan ve araştırma problemini yorumlayıcı bir yaklaşımla incelemeyi hedefleyen bir yöntemdir. Bu yöntem, araştırma konusuyla ilgili olay ve olguları kendi bağlamlarında ele alarak, insanların bu olaylara ve olgulara yükledikleri anlamları yorumlamaya odaklanır (Altunışık vd., 2010). Nitel araştırmalarda, gözlem, mülakat, dokümanlar ve anketler gibi yöntemler kullanılarak veri toplanır. Bu veriler, tümevarım yaklaşımıyla analiz edilerek betimsel bir şekilde raporlanır. Bu tür araştırmalar genellikle zaman alıcı olduğu için küçük örneklemeler üzerinde yürütülür ve esnek veri toplama araçları kullanılır (Gürbüz, S., Şahin,F., 2018).

Nitel araştırmada genellikle üç farklı türde veri toplanır. Bunlar şunlardır:

1. Çevresel veriler: Bu veriler, araştırmanın yapıldığı çevrenin psiko-sosyal, kültürel, demografik ve fiziksel özelliklerini içerir. Yani, araştırma konusuyla ilgili ortamın özellikleriyle ilgili bilgileri kapsar.
2. Süreçle ilgili veriler: Bu veriler, araştırma süreci boyunca meydana gelen olaylar, etkinlikler ve bu süreçlerin araştırma grubunu nasıl etkilediğiyle ilgilidir. Yani, araştırma sürecinde neler olduğu ve bu durumların araştırma katılımcılarını nasıl etkilediğiyle ilgili bilgileri içerir.
3. Algısal veriler: Bu veriler, araştırmaya katılan bireylerin süreç hakkındaki algılarına, düşüncelerine ve görüşlerine odaklanır. Yani, araştırma katılımcılarının süreçle ilgili düşüncelerini ve algılarını içeren bilgileri kapsar (Yıldırım, A., Şimşek, H., 2008).

3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırmanın temel amacı, blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirinde nasıl kullanılabileceğini ve izlenebilirlik, dış ticaret bürokrasisinin azaltılması, şeffaflık ve karşılıklı güven sorunlarına nasıl yardımcı olabileceğini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda blok zincir ve tedarik zinciri yönetimi üzerinde faaliyet gösteren kişilerle, literatür ve açık kaynaklar taranarak aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır.

- AS-1: Blok zinciri teknolojisi ile lojistik ve taşımacılık alanında çığır açacağını düşünüyor musunuz?
- AS-2: Blok zinciri teknolojisi ile tüm araçların ortadan kalktığı bir tedarik sistemi kurulabilir mi?
- AS-3: Sizce blok zinciri teknolojisi tedarik zinciri yönetimini daha yalın ve çevik bir hale getirebilir mi?

3.2 Evren ve Örneklem

Çalışmanın evreni Tedarik Zinciri Yönetimi olan tüm firmalardır. Araştırmada Türkiye’de blok zincir teknolojisini kullanan ve bu teknolojiyi kullanan, danışmanlık hizmeti veren ve uygulama alanlarında faaliyet gösteren akademisyen, firma ve kurumlar araştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Tedarik Zincirinde Blok Zincir Uygulamaları

Önceki bölümlerde, blok zincir teknolojisinin tedarik zincirindeki ürünlerin menşeiinden nihai tüketim noktasına kadar izlenebilirliğini arttırmak ve süreçlerin şeffaflığını artırmak için kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu teknoloji sayesinde, ürünlere ilişkin veriler dağıtılmış noktalarda kalıcı olarak saklanabilmekte ve izleme ve kontrol işlemleri daha etkin hale getirilmektedir. Bu sayede, tüketiciler veya kullanıcılar ürünlerin orijinalliği, üretim yeri ve tarihi, nakliye ve diğer işlemlere tabi olduğu standartlar gibi bilgilere güvenle erişebilmektedirler. Bu bölümde, blok zincir teknolojisini tedarik zincirinde kullanarak başarılı sonuçlar elde eden şirketlere ait bazı örnekler sunulmuştur.

4.1.1 Maersk-IBM

Temmuz 2017'de, dünya çapında faaliyet gösteren bir nakliye şirketi olan Maersk, kötü amaçlı bir yazılım saldırısı olan NotPetya'dan kurtulmak için 10 gün boyunca 4.000'den fazla sunucuyu, 45.000 kişisel bilgisayarı ve 2.500 uygulamayı yeniden yükleyerek yeni bir altyapı kurmak zorunda kaldı. Bu süre boyunca, şirketin işlemlerini sürdürmek için herhangi bir Bilgi Teknolojisi altyapısı kullanması mümkün değildi ve yalnızca gelen konteyner gemilerinin yüzde 80'ini teslim edebildi. Bu olaydan altı ay sonra, Maersk ve IBM, Dow Chemical, DuPont, Tetra Pak, Port Houston, Rotterdam Liman Topluluk Sistemi, Hollanda Gümrük İdaresi ve ABD Gümrük ve Sınır Güvenliği gibi uluslararası şirketler tarafından pilot uygulama yapılan bir blok zincir platformu kurmak için bir ortak girişim başlattı. Bu platform, IBM bulutu aracılığıyla sağlanan Hyperledger Fabric 1.0 ve IBM blok zincir teknolojisi üzerine kuruludur (Tapscott, 2020).

Maersk, dünya çapında faaliyet gösteren en büyük konteyner taşıyıcısıdır ve gemi filosu ile konteynerlerin takibini yapmak için sürekli çözüm arayışı içinde olmuştur. Bu amaçla, IBM ve Maersk tarafından geliştirilen TradeLens projesi, denizyolu konteyner sevkiyat süreçlerinin daha iyi yönetilmesi, gümrük ve belgelendirme süreçlerinin dijital ortamda sağlanması için bir blok zinciri uygulamasıdır. Maersk, her konteyner için gereken

onlarca evrakın hazırlanması, güvenli transferi ve taşıma sırasında her noktada onaylanması gibi yüksek maliyetli ve hataya açık işlemlerle karşı karşıya kalmaktadır. TradeLens platformu, uçtan uca nakliye takibi, gerçek zamanlı veri erişimi, dijital kontrol, daha verimli belge yönetimi ve süreç şeffaflığı gibi çeşitli çözümler sunarak bu sorunlara bir çözüm sağlamaktadır. Gümrük yetkilileri tarafından imzalanan bir belge, Maersk tarafından dijital bir imza ile internete yüklenerek ilgili tüm tarafların işlemin tamamlandığını görebilmeleri sağlanmaktadır. Kayıtlar, tahrifi neredeyse imkansız olan şeffaf ve güvenli bir şekilde tutulmaktadır. TradeLens kullanıcıları, taşıma sürecini kolayca kontrol etmek için taşıma yöneticisi arayüzü aracılığıyla verileri kendi sistemlerine entegre edebilir. Platform, ayrıca değişmez bir kayıt defteri görevi görerek verileri kaydetmek ve duran varlıkları izlemek için akıllı sözleşme teknolojisini kullanmaktadır (Yavuz, E., Avunduk, H., 2021).

IBM ve Maersk tedarik zinciri yönetimindeki hataları ve kesintileri önlemek için blok zincir teknolojisi üzerinde çalışmalar yapmış ve bu sistem diğer tedarik zinciri katılımcılarıyla test edilmiştir. Bu teknoloji, malzemelerin üretim hattına gönderilme süresini % 40 azaltarak, uçtan uca şeffaflık özelliği ile her aşamanın net bir şekilde anlaşılmasını ve gereksiz süreçlerin en aza indirilmesini sağlamaktadır. Bu da maliyetleri düşürmekte ve işlemlerin daha verimli bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır (Çalık, 2020).

Bütün bu pozitif gelişmelere rağmen TradeLens'in bağımsız bir işletme olarak çalışmaya devam etmesi ve finansal beklentileri karşılaması için gerekli ticari uygulanabilirlik düzeyine ulaşmaması nedeniyle Maersk, TradeLens platformunu sonlandırmaya karar vermiştir. Blok zincir tabanlı platform 2023 yılının birinci çeyreğinin sonuna kadar tamamen çevrimdışı olacak ve platformun işleyişine dâhil olan tüm taraflar, müşterilerin işlerinde aksama olmadan ilgilenilmesini sağlayacaktır (Dubey, 2022).

4.1.2 Foxconn

Foxconn, Tayvan merkezli bir şirket olup, 1974 yılında Hon Hai Precision Industry adıyla kurulmuştur. Bir sözleşmeli üretici olarak Foxconn, 136 milyar dolarlık geliri ve binlerce tedarikçi, iş ortağı ve müşteriden oluşan ağıyla dünyanın en büyük şirketlerinden biri haline geldi. Şirket, dünyanın en büyük fason üreticisi olarak ün kazanmıştır ve Apple

gibi önemli ortaklarıyla birlikte ürün yeniliği, tedarik zinciri yönetimi ve satın alma konularında da önemli bir rol oynamaktadır. Şirketin blok zincir teknolojisiyle hedefi, daha önceki başarılarını sürdürerek güvenilir dijital ilişkiler kurmak ve tedarik zinciri yönetimini daha verimli hale getirmektir. Bu amaçla, kriptografik teknikler ve merkezi olmayan ağlar kullanarak ortaklar, tedarikçiler, müşteriler ve diğer paydaşlar arasında güvenli ve şeffaf bir iletişim sağlamayı hedeflemektedir (Tapscott, 2020).

Foxconn, Ocak 2017'de BitSE, Chronicled, ConsenSys, Filament, Skuchain ve Slock.it gibi blok zinciri start-up'larıyla birlikte Trusted IoT Alliance'ı (Güvenilir IoT İttifakı) kurdu. Bu ittifak, makine etkileşimlerinin standardizasyonu üzerinde çalışarak, kurumsal devler BNY Mellon, Bosch ve Cisco gibi büyük şirketlerle ortaklık kurdu. İttifakın amacı, kimlik doğrulama şemalarının test edilmesi ve geliştirilmesi yoluyla, cihazlar arasındaki güvenli etkileşimleri sağlamak ve verilerin güvenli bir şekilde işlenmesini sağlamaktır. İttifakın oluşturduğu ilk protokoller, seri numaraları, QR kodları, RFID etiketleri ve evrensel ürün kodları gibi zayıf kimlik doğrulama yöntemleri yerine daha güçlü kriptografik kimliklerin kullanılmasını önermektedir. Bu protokoller, fiziksel nesnelerin dijital dünyayla bağlantısını güçlendirerek, ticari işlemler için kayıt sağlamakta ve tedarik zinciri yönetiminde kullanılmaktadır. Foxconn, ittifak aracılığıyla sahteciliğe karşı kriptografik olarak kanıtlanabilir bir teknolojinin geliştirilmesi için çalışmaktadır. Bu teknolojinin geliştirilmesi, soruşturmaların ve davaların hızlandırılması yanı sıra kalpazanları caydırmak ve yasal işlem ihtiyacını en aza indirmek için kullanılabilir (Tapscott, 2020).

Foxconn, blok zincir teknolojisini kullanarak, para, mal ve anlaşmaların tek bir yerden yönetilmesini sağlayacak bir araç geliştirmiştir. Bu araç, Foxconn ağını ortakları için faydalı bir pazar haline dönüştürebilmektedir. Dijital kimlik doğrulama şemaları, üretilen malların ve iletilen verilerin doğruluğunu sağlamak için Foxconn için önemli bir odak noktasıdır. Bu kimlik doğrulama şemaları, makinelerin Foxconn'un sözleşme yükümlülüklerini yerine getirme sürecinde entegrasyonunu kolaylaştırır. Foxconn, siber güvenliği sağlamak için gelişmiş kriptografik teknikler üzerinde çalışmaktadır (Tapscott, 2020).

4.1.3 Walmart

Geleneksel tedarik zincirleri, kontamine gıdaların tanımlanmasını zorlaştıran manuel prosedürlere dayanmaktadır. Bu durum, uzun yıllar boyunca kontamine yiyeceklerin birçok hastalığa neden olmasına yol açmıştır. Walmart Çin'de süt ve bebek mamalarıyla ilgili önemli gıda sorunları yaşamıştır. Gıda kontaminasyonunu incelemek için, tedarik zincirinin kaynağı izlenmeli ve doğrulanmalıdır. Bu süreçte, besin kaynakları hızlı ve doğru bir şekilde belirlenmelidir. Ancak, şirketler çok sayıda tedarikçi ve müşteriyle uğraşarak, fiyatlar, ürünler, belgeler, işçilik vb. gibi aşırı bilgi yüklemesine neden olmaktadır. Walmart gibi şirketler, bir ürünün menşeyini belirlemenin günler sürebileceği sorunuyla karşı karşıya kalmıştır. Bu durum, tedarik zincirinin izlenebilirliğinin iyileştirilmesi gerektiği ihtiyacını açık bir şekilde ortaya koymuştur. Walmart, gıda güvenliğini artırmak amacıyla özellikle Çin'de üretilen domuz ürünlerini kaynağından varış noktasına kadar izlemeye başlamıştır. Aynı şekilde, Latin Amerika'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne ihraç edilen mangolar da izleme listesine alınmış ve zaman içinde liste genişletilmiştir. Tedarikçiden tüketiciye gıda teslimatının her aşamasında, gıda menşei bilgisi, parti numarası, fabrika ve işleme verileri, nakliye detayları gibi ilgili bilgiler gerçek zamanlı olarak Blok zinciri üzerine kaydedilmiştir (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

2016 yılında Walmart, Çin'de Gıda Güvenliği Merkezi'ni açarak, gıda kaynaklı hastalıkların nedenlerini incelemeyi ve Çin'deki tedarik zinciri yönetimini iyileştirmeyi hedeflemiştir. Walmart, gıda güvenliğini artırmak amacıyla özellikle Çin'de üretilen domuz ürünlerini kaynağından varış noktasına kadar izlemeye başlamıştır. Aynı şekilde, Latin Amerika'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne ihraç edilen mangolar da izleme listesine alınmış ve zaman içinde liste genişletilmiştir. Tedarikçiden tüketiciye gıda teslimatının her aşamasında, gıda menşei bilgisi, parti numarası, fabrika ve işleme verileri, nakliye detayları gibi ilgili bilgiler gerçek zamanlı olarak Blok zinciri üzerine kaydedilmiştir (Çalık, 2020).

Walmart, global perakende lideri olarak, dünya genelindeki gıda kontaminasyonu skandallarına yanıt olarak blok zincir teknolojisini kullanarak gıda güvenliğini ve dağıtımını ele alıyor. Bu amaçla, tedarik zincirinin tamamını kapsayan bir görünüm elde

etmek için gıda sistemi ile işbirliği yapıyor. 2016 yılında, Pekin merkezli Walmart Gıda Güvenliği İşbirliği Merkezi'ni kurarak, araştırma projelerine 25 milyon dolar yatırım yapmayı planladığını açıkladı. Walmart, IBM'in Hyperledger Fabric tabanlı blok zincir çözümünü kullanarak, domuz eti ve mango gibi ürünlerde iki blok zincir pilot projesini başarıyla tamamladı. Tarladan sofraya yaklaşımıyla, Walmart'ın blok zincir çözümü, mango kökenlerinin takip süresini yedi günden 2.2 saniyeye kadar azalttı. Walmart'ın gıda güvenliğinden sorumlu başkan yardımcısı Frank Yiannas, blok zincirin gıda tedarik zincirinde paylaşılan değer ve şeffaflığı teşvik etme potansiyeline sahip olduğunu belirtti. IBM'in blok zincir iş geliştirme başkan yardımcısı Brigid McDermott, bu süreci "uçtan uca eksiksiz izlenebilirlik" olarak nitelendirdi (Tapscott, 2020).

Walmart'ın blok zincir pilot projesi, farklı veri yakalama sistemlerinin ve çiftlikten mağazaya ilgili bilgilerin doğruluğunu ve hızını artırmayı hedeflemiştir. Bu sistemler, üretim lotu veya parti numaralarını içeren küresel ticari kimlik numaraları veya benzersiz kimlik numaraları gibi tanımlayıcı kodlar kullanarak ürünlerin izlenebilirliğini sağlamaktadır. Bu izlenebilirlik sistemi, gıda güvenliğini artırmayı ve halkın domuz etine olan güvenini güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu sistem, bir kişinin bozuk gıda tükettikten sonra hastalanması durumunda hangi ürünlerin çıkarılması gerektiğini daha iyi belirlemek için güvenli ürünleri tespit etmeyi ummaktadır. Tedarik zinciri katılımcıları, ürünlerin orijinalliğini ve kalitesini kaydederek ve izleyerek, ürün yaşam döngüsü boyunca ürünlerin doğruluğunu sağlarlar. Blok zincir çözümü, bütünsel bir izlenebilirlik modeliyle ürün geri çağırma maliyetlerini düşürme ve süreç verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Bu sayede, perakendeciler, dijital olarak tek tek domuz ürünlerini saniyeler içinde takip edebilirler (Tapscott, 2020).

Walmart, başarılı bir şekilde domuz eti ve mango gibi ürünleri Blok zincir tabanlı tedarik zinciri ile test ettikten sonra, tüm taze yapraklı yeşillik tedarikçilerinin Blok zincir sistemini kullanmasını şart koşmuştur. Ayrıca, 2018'de Walmart, çilek, tavuk, yoğurt, bebek maması gibi ürünlerin kökenini izlemek için Hyperledger Fabric'i kullanarak blok zinciri tabanlı platformunun kapsamını genişletmiştir (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

Walmart'ın bu pilot uygulamalarının başarısı, şirketin diğer tedarikçilere ve perakendecilere hızlı bir şekilde yayılmasına neden olmuştur. Ayrıca, IBM ve Walmart'ın, Dole, Driscoll's, Golden State Foods, Kroger, McCormick & Company, McLane Company, Nestle, Tyson Foods ve Unilever gibi gıda endüstrisi liderleri ile bir işbirliği yaparak, küresel gıda sistemine uygulamak için tedarik zinciri çözümleri geliştirdiği bilinmektedir (Tapscott, 2020).

4.1.4 VeChain

VeChain, bir blok zincir platformudur ve tedarik zinciri yönetimi ve iş süreçleri optimizasyonu için çözümler sunar. VeChain Thor Blockchain, tedarik zinciri yönetimini ve verilerin güvenliği ve bütünlüğünü sağlamak için tasarlanmıştır. VeChain, birçok endüstride tedarik zinciri yönetimi çözümleri sunmaktadır. Bu çözümler arasında gıda, ilaç, lüks malzemeler, lojistik ve enerji sektörleri bulunmaktadır. Ayrıca, VeChain, tedarik zinciri yönetimi için IoT teknolojisini kullanır. IoT sensörleri, ürünlerin tedarik zinciri boyunca takip edilmesine ve her aşamada veri kaydedilmesine olanak tanır.

VeChain, çeşitli ortaklıklara ve müşterilere sahiptir. Örneğin, VeChain ve PwC, gıda güvenliği çözümleri için işbirliği yapmaktadır. Bu çözümler, gıda güvenliği verilerinin tedarik zinciri boyunca izlenmesini ve depolanmasını sağlar, böylece tüketiciler ürünlerin kalitesi hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilirler. Ayrıca VeChain, blok zincir teknolojisini Givenchy ve Breitling gibi lüks markaların ürünlerinin orijinalliğinin doğrulanması ve taklitlerinin önlenmesi, Walmart ve DNV GL ile yaptığı işbirliği sayesinde, Walmart'ın Çin'deki tedarik zinciri yönetiminin iyileştirilmesi, EVA Energy gibi enerji tedarik şirketlerinin enerji tedarik zinciri boyunca daha iyi bir veri yönetimi sağlaması için kullanmaktadır (VeChain, 2023).

4.1.5 Everledger

Everledger, bağımsız bir teknoloji şirkettir ve işletmelere, blok zinciri, nesnelerin interneti ve akıllı sözleşme teknolojilerini kullanarak varlık bilgilerini birleştirmelerine ve ortaya çıkarmalarına yardımcı olur. Şirketin amacı, şeffaflığın stratejik bir zorunluluk olduğu pazarlarda daha fazla açıklık ve güven sağlamaktır. Everledger, elmas, değerli taşlar, şarap ve alkollü içecekler ve lüks ürünler gibi çeşitli sektörlerle yönelik çözümler

sunmaktadır. Bu çözümler, ürünlerin köken ve izlenebilirliğini kanıtlamak için katı gereksinimleri olan sektörlerle ve şirketlere fayda sağlar. Şeffaflık, müşterilerin sürdürülebilir, doğrulanabilir tedarik için artan beklentilerine cevap vermelerine yardımcı olur. Everledger'in çözümleri, ileri teknoloji yanında, kurumsal vatandaşlık ilkelerine dayanan endüstrinin derin bilgisi üzerine kuruludur (Çalık, 2020).

2015 yılında kurulan Everledger, ömür boyu yolculukları boyunca değerli varlıkları izleyen ve koruyan küresel, dijital bir defter oluşturan ilk şirkettir. Everledger, blok zincirinde kalıcı bir kayıt oluşturmak için bir varlığın tanımlayıcı özelliklerini, geçmişini ve sahipliğini toplayarak başlar. Bu dijital parmak izi, bir tedarik zincirindeki çeşitli paydaşlar tarafından kaynak oluşturmak ve orijinallği doğrulamak için kullanılır. Çatışma elmaslarıyla ilgili olanlar da dâhil olmak üzere elmas endüstrisindeki zorluklar, küresel elmas tedarik zincirini Everledger'in dijital defteri için mükemmel bir test durumu haline getirdi (Tapscott, 2020).

Blok zincir teknolojisi, ürünlerin madenden nihai tüketiciye kadar izlenebilirliğini kolaylaştırmakta ve giderek artan düzenlemelere uyumu kolaylaştırmaktadır. Everledger, ISO27001 sertifikalıdır ve bu da bilgi güvenliği ve veri koruması konusunda en yüksek güvenlik düzeyini sağladığını kanıtlar. Madenciler, üreticiler, sertifikasyon kuruluşları ve perakendecilerle işbirliği yaparak, sektöre bağımsız ve kişiselleştirilmiş çözümler sunmayı amaçlar. Elmasların değeri, blok zincir ağı boyunca tüm paydaşlar tarafından açık bilgilerle paylaşılır. Bu sayede, tedarik zinciri akışlarından bilgi akışı blok zincir teknolojisi kullanılarak sağlanır. Her bağlantıda, ağdaki kullanıcılar her taşın hikayesini daha kolay ve doğru bir şekilde takip edebilirler (Çalık, 2020).

Everledger, elmas ticaretinde yer alan tüm taraflar için tek bir dijital ağ oluşturarak tedarik zincirini birleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu platform, IBM blok zincir tabanlı Hyperledger kullanarak, hibrit bir modelle halka açık blok zincirinin yüksek güvenliğini özel blok zincirlerindeki izin verilen kontrollerle birleştirir. Everledger, Hindistan, İsrail ve Belçika gibi yerlerdeki elmas tasnif ofislerinde sertifikalı elmasları dijital deftere eklemek için makine görüşü teknolojisini kullanır. Her taşın benzersiz bir parmak izi oluşturmak için 40 meta veri noktası kaydedilir ve elmasın benzersiz fiziksel özellikleri, menşe yeri ve koruma zinciri gibi önemli ayrıntılarla birlikte blok zincirine eklenerek tamamen

izlenebilir bir denetim izi oluşturulur. IBM ile yapılan bir ortaklık, Everledger'in dijital defterinin yeteneklerini daha da genişletmek için bilişsel analitiği kullanarak Kimberley Süreci ve diğer uluslararası protokollerle uyumsuzluk durumlarını otomatik olarak tespit etmektedir. Bu amaçla, IBM Research, yapay zeka destekli yeni bir yaklaşım geliştirmiştir (Tapscott, 2020).

Blok zincir teknolojisi tedarik zincirlerinde şeffaflık sağlayarak çatışma elmasları ve dolandırıcılık risklerini azaltmanın yanı sıra, yüksek değerli varlıkların dijital kasa olarak izlenmesi için de kullanılabilir. Everledger, bu amaçla hizmetlerini genişleterek Britannia Mining için emtia ticareti, Chai Consulting için şarap, Vastari için sanat ve SAP Ariba ile birlikte diğer riskli malların hareketini takip etmek için tedarik zincirindeki diğer kuruluşlarla ortaklık kurmuştur. Özellikle kaliteli şarap endüstrisi, dolandırıcılık faaliyetleri ve belge kurcalama sorunlarıyla karşı karşıyadır ve bu nedenle, şarap şişelerinin kimlik doğrulaması için dijital sertifikaların kullanımı ile çözümler sunulmaktadır. Chai Wine Vault, Maureen Downey'nin Chai Metodu ile kimliği doğrulanmış şişelere dijital sertifika vererek, şişelerin mülkiyeti ve saklanması hakkında yüksek çözünürlüklü fotoğraf ve kayıtların yanı sıra şişeye ilgili 90'dan fazla veri noktasını blok zincirinde kalıcı olarak kaydederek, dijital bir enkarnasyon oluşturmaktadır (Tapscott, 2020).

4.1.6 Provenance

Provenance şirketi, Endonezya'da blok zinciri teknolojisini kullanarak bir pilot proje yürüterek, balıkçılık endüstrisindeki ürünlerin kaynaklarından sofralara kadar olan hareketlerini şeffaf bir şekilde takip etmeyi amaçlamaktadır. Balıkçılık endüstrisi geniş bir ağdan oluştuğu ve kalite kontrolü zor olduğu için güvenilir bir denetim mekanizması bulunmamaktadır. Bu pilot proje, ton balığı endüstrisindeki yasadışı, aşırı, denize ve çevreye zararlı, sağlık kurallarına riayet etmeyen balıkçılık ihlallerini önlemeye yardımcı olmayı hedeflemektedir. Bu proje sayesinde tüketiciler, yedikleri gıdanın kaynağı hakkında şeffaf ve güvenilir bilgilere sahip olabileceklerdir. Ayrıca yasadışı balıkçılık ile ilgili önlemler daha hassas bir şekilde alınabilecektir. Bu sayede şeffaf, güvenilir ve takip edilebilir bir sistem oluşturularak, gıda güvenliği ve çevresel sorunların önüne geçilebilecektir. Provenance şirketi, sürdürülebilir bir tedarik zinciri oluşturmak için,

hammadde aşamasından nihai ürünün müşteriye teslimine kadar ürün tipi, kalitesi, miktarı ve mülkiyeti hakkında her zaman güvenilir bilgi sağlamaktadır (Yavuz, E., Avunduk, H., 2021).

Provenance, müşterilerin satın aldıkları ürünler hakkında aldıkları bilgi miktarını artırmayı hedeflemektedir. Bu teknoloji, blok zincir tabanlı bir yazılım olan Provenance'ı kullanan 200'den fazla yiyecek ve içecek şirketi tarafından kullanılmaktadır. Provenance, ürünün yaratılmasından satış noktasına kadar fiziksel bilgiler üzerinde dijital bir kayıt oluşturarak, ürünlerin şeffaf bir şekilde takip edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, web sitesine veya uygulamaya bağlı akıllı etiketler aracılığıyla herhangi bir fiziksel ürüne uygulanabilen teknolojiyi de sağlamaktadır. Dijital kayıta toplanan bilgiler daha sonra web sitesinde veya dApp'ta tüketiciler için kullanılabilir. Bu sayede tüketiciler, belirli bir ürünün sertifikaları ve kökeni hakkındaki bilgilere kolayca erişebilirler. Provenance'ın misyonu, daha fazla şeffaflık ile küresel ekonomiyi değiştirerek insanların ürünleri satın alırken daha sürdürülebilir ve iyi düşünülmüş kararlar vermelerini güçlendirmektir (Çalık, 2020).

4.1.7 Nestle-OpenSC

Nestle, 2017 yılında IBM Food Trust'ın kurucu üyeleri arasında yer alarak blok zincir teknolojisinin kullanılması için bir pilot çalışma başlatmıştır. Bu pilot çalışmada, Fransız perakende devi Carrefour'un şubelerinde satılan muesli püresi gibi ürünler üzerinde blok zincir verileri kullanılmıştır. Müşteriler, ürün paketi üzerindeki QR kodunu akıllı telefonlarından taratarak üretim tarihi, kalite kontrol parametreleri, depolama süresi, depo konumları ve ürünün tedarik edildiği çiftçi bilgileri gibi bilgilere erişebilmiştir. Daha sonra Nestle, 2019 yılında OpenSC adlı inovatif bir blok zincir platformu ile iş birliği yaparak, gıdanın üretim aşamalarını takip etmeye odaklanmış ve açık blok zincir teknolojisini kullanan ilk büyük gıda ve içecek şirketi olmuştur. Açık blok zincir uygulamasının arz zincirine entegre edilmesi, Nestle'nin arz zincirinde tam şeffaflığı sağlama hedefine önemli bir adım olarak kabul edilmiştir. Bu teknoloji sayesinde, bağımsız olarak doğrulanabilir sürdürülebilirlik ve arz zinciri verileri, herkes tarafından erişilebilen bir platformda görüntülenebilir hale gelmiştir (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

OpenSC iş birliği kapsamında, öncelikle Yeni Zelanda'da üretilen ve Orta Doğu'daki depolara gönderilen sütün takibi yapılmıştır. Daha sonra Amerika'da üretilen palm yağı ve Afrika'da üretilen kahve çekirdekleri gibi farklı ürünler de bu platforma entegre edilmiştir. Nestle, ormanların kaybında büyük bir rol oynayan palm yağı sektöründe ormansızlaştırılmış alanlardaki üreticileri tedarik zincirine dâhil etmemektedir. Tedarik zincirine giren palm yağlarının uygunluğu, yine OpenSC tarafından geliştirilen platform üzerinden takip edilmektedir. Nestle, onaylı palm yağı tedarikçilerinden alınan ürünleri RFID teknolojisiyle nakliye sırasında kayıt altına almaktadır. Bu sayede palm yağının tedarik zinciri üzerindeki izlenebilirliği ve sürdürülebilirliği sağlanmaktadır. Ayrıca, tedarikçiden Nestle'nin tesisine götürülen ürünleri taşıyan araçlar uydu üzerinden izlenmektedir. Bu şekilde, Nestle, tedarik zincirine ormansızlaşmaya yol açan ve çevreye zarar veren tedarikçilerin dâhil olmasını engellemektedir. Ayrıca, tüm tedarik süreci Nestle'nin genel merkezi tarafından uzaktan takip edilebilmektedir. Bu sayede Nestle, sürdürülebilirlik ve çevresel koruma hedeflerini desteklemekte ve tedarik zincirinin kontrolünü sağlamaktadır (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

Nestle, Nespresso markası altında yürütülen AAA Sustainable Quality™ programı kapsamında Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nde kahve çekirdeği tedarikini sağlayan küçük çiftlikleri kapsayan bir blok zincir teknolojisi uygulaması hayata geçirmiştir. Bu projede, OpenSC iş birliğiyle uygulanan blok zincir teknolojisi sayesinde ilgili tedarikçiler tarafından sağlanan her bir kahve çuvalı, uçtan uca QR koduyla takip edilebilmektedir. Tüketiciler, QR kodunu tarattıklarında kahve çekirdeğinin geçtiği tüm aşamaları geriye dönük olarak takip edebilir ve hatta çiftçilere yapılan ödemeleri bile görüntüleyebilir. Ayrıca, bu blok zincir verileri tüm şeffaflığıyla üçüncü taraflar tarafından görüntülenebilir. Bu şekilde, tedarik zincirinde şeffaflık sağlanırken özellikle yerel ve küçük tedarikçiler için ödeme güvencesi sağlanmaktadır. Nestle, bu tür blok zincir teknolojilerini hayata geçirerek dünyanın en büyük gıda üreticilerinden biri olarak tedarik zincirini şeffaflaştırma ve daha sürdürülebilir hale getirme yolunda ilerlemektedir (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

4.1.8 Blocklab projesi

Rotterdam yerel yönetimi ve liman idaresi ile gerçekleştirilen iş birliği sonucunda hayata geçirilen proje, ABN Amro ve Samsung'un da katkılarıyla gerçekleştirilmiştir. Projenin nihai hedefi, uluslararası dağıtım zincirleri arasındaki fiziksel, yönetsel ve finansal işlemlerin eksiksiz ve kağıtsız bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Proje kapsamında, Güney Kore'den yola çıkan bir konteynerin Rotterdam limanına sorunsuz bir şekilde ulaştırılması blok zincir teknolojisi aracılığıyla takip edilmiştir. Bu süreçte, ticaretin finansmanı blok zincir ile yönetilmiş, konteynerin kesintisiz takibi sağlanmış ve işlemler kağıtsız bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu proje, blok zincir teknolojisinin kullanıldığı ilk sevkiyat örneğini temsil etmektedir. Amacı, uluslararası dağıtım zincirlerindeki süreçleri daha verimli, güvenli ve şeffaf hale getirerek işlemleri kolaylaştırmaktır (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

4.1.9 Robob projesi

Robob Projesi, Hamburg limanına ithal edilen ürünlerin gümrük işlemleri tamamlandıktan sonra serbest bırakılması sürecinde Blok zincir teknolojisini kullanmaktadır. Geleneksel uygulamada, bir ürünün limandan alıcıya sevk edilebilmesi için ürünün mülkiyetinin ispat edilmesi gerekmektedir. Bu durum, çok sayıda kanıt gerektiren bilgi akışını ve birden fazla tarafın sürece dâhil olmasını gerektirmektedir. Ancak blok zincir teknolojisi, dijital ve zaman damgalı imzalar aracılığıyla izlenebilir ve doğrulanabilir kanıtlar sunarak bu süreci kolaylaştırmaktadır. Böylece yük konteynerlerinin serbest bırakma işlemlerinin daha hızlı gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Robob Projesi kapsamında, 2018 yılının ortalarında Avustralya'dan Hamburg limanına 17 ton badem blok zincir teknolojisi kullanılarak ulaştırılmıştır. Sevkiyat sürecinde, konteyner bilgileri dijital ortamda depolanmış ve nakliye belgeleri elektronik olarak muhafaza edilmiştir. Ayrıca, konşimento, menşe belgeleri ve gümrükler tarafından talep edilen diğer belgeler tüm tarafların eş zamanlı erişimine açılmıştır. Bu sayede süreç daha şeffaf ve verimli bir şekilde yürütülmüştür (Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu, 2022).

4.1.10 Carrefour

Fransız süpermarket zinciri blok zincirinde 30'dan fazla ürün hattını takip ediyor. Carrefour, IBM Blockchain, Hyperledger Fabric platformlarını kullanıyor ve blok zincir teknolojisi kullanımını 100 ürün grubuna genişletmeyi hedefliyor (Yavuz, 2021).

Carrefour, blok zincir projesini yirmi adet gıda ürünüyle (tavuk, portakal, peynir vb.) başlatmıştır. Tüketiciler, ürünlerin üzerinde bulunan QR kodunu tarayarak ürün hakkında ayrıntılı bilgilere erişebilmektedir. QR kodunun sağladığı bilgiler sayesinde, hangi böcek ilacının kullanıldığı, ürünün hasatının nerede yapıldığı ve nerede paketlenildiği gibi detaylar öğrenilebilmektedir. Bu sayede tüketiciler, genetik olarak değiştirilmiş organizmalar veya antibiyotik içeren ürünleri satın almaktan kaçınabilmektedir. Bu şeffaflık ve bilgi erişimi sayesinde Carrefour, müşterilerinin güvenini kazanmış ve satışlarında önemli bir artış elde etmiştir (Take, 2021).

4.1.11 Marco Polo projesi

Marco Polo, R3'nün Corda blockchain sistemi üzerinde kurulan bir ticaret finansmanı inisiyatifi olarak geliştirilen İrlanda menşeli bir teknoloji projesidir. TradeIX ve bir bankalar konsorsiyumu tarafından başlatılmıştır. Marco Polo, açık hesap ticaret finansmanı platformunu oluşturmak amacıyla kullanılan bir API (Application Programming Interface) kullanır ve üye bankalar tarafından yönetilmiştir. Marco Polo'nun amacı, ticaret tarafları arasında sorunsuz veri entegrasyonu ve alışverişini sağlamak için ticaret ve işletme sermayesi prosedürlerini kullanarak önemli ölçüde geliştirilmiş bir müşteri deneyimi sunmaktır. Bu ağ, gelir artışı sağlamak için temel oluştururken aynı zamanda maliyet, zaman ve risk azaltma potansiyeli sunmaktaydı. Marco Polo'nun, faktoring şirketleri, diğer şirketler ve bankalar gibi 170'ten fazla üyesi bulunmaktaydı (Özalp, 2023).

Marco Polo projesi, Bank of America ile yaptığı 12 milyon dolarlık anlaşmada başarısız oldu ve şirket yeni yatırımcılar bulamayarak iflas etti. Proje adına en son dosyalanan hesaplar, yaklaşık 29 milyon dolarlık zarar ve 85 milyon dolarlık kümülatif kayıp gösteren 2021 yılına aittir. En büyük dış hissedarı Kistefos'tur ve onu Japon SBI, ING, SMBC ve BNP Paribas takip etmektedir (LedgerInsights, 2023).

Marco Polo, geçtiğimiz yıl önemli bir kurumsal blockchain başarısızlığı olarak kaydedilmiştir. Bu başarısızlıklar genellikle 2016 ve 2017 yıllarında gerçekleşmiştir. Temel sorun, genellikle belirli bir blok zincir teknolojisinin başarısız olması yerine, projenin pazar uyumunu sağlayamaması ve ölçeklenebilirlik sorunlarıyla karşılaşmasıdır. Bu başarısızlıkların çoğunda, projelerin yeterli finansman sağlayamaması ve ticari iş modellerini sürdürebilir hale getirememesi gibi sorunlar ortaya çıkmıştır (LedgerInsights, 2023)

4.2 Türkiye’de Tedarik Zincirinde Blok Zincir Uygulamaları

Güler Dinamik Gümrük Müşavirliği ve ATEZ yazılım şirketi, Türkiye’de bir konsorsiyumun başını çekerek Hyperledger Fabric platformu üzerinde IBM’nin teknoloji desteği ile bir blok zinciri projesi geliştirdi. Bu proje, Fransa’dan Türkiye’ye ihraç edilecek bir eşyanın ticari ve finansal takibini yapmayı amaçlamaktadır. Proje, ürünün tedarik zinciri yönetiminde kullanılacak ve IBM Blok Zinciri Platformu üzerinden gerçekleştirilecektir. Blok zinciri teknolojisi sayesinde, tedarikçiler tarafından üretilen bir ürünün Schenker Lyon Dağıtım Merkezi’ne getirilmesi ve Türkiye’ye ulaştıktan sonra gümrük işlemlerinin blok zinciri üzerinden gerçekleştirilmesi sağlanacaktır. Bu sayede dış ticaret süreci ile ilgili bütün evraklar blok zinciri teknolojisi ile korunacak ve dijitalleştirilecektir (Topçu, B.A., Sarıgül, S.S., 2020).

Atez Yazılım Teknolojilerinin danışmanlığını yaptığı, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ve Ticaret Bakanlığı tarafından geliştirilen, “İhracat Sürecinin Blockchain Teknolojisi ile (Ülke İçinde) Uçtan Uca Tasarımı” projesi EBRD’nin yılın dijital projesi ödülünü kazanmıştır (Atez Yazılım, 2023). Proof of Concept (Kavram Kanıtlama) kapsamında geliştirilmekte olan proje, Türkiye’nin ihracat süreçlerinde rolü olan tüm tarafların iş ve işlemlerinin blok zincir ağı üzerinde yürütülmesini, yönetilmesini ve takibini içermektedir. Proje, gereksiz olarak kopyası üretilen belge ve bilgilerin tek bir kaynakta toplanmasını, kayıt kullanımını azaltmayı veya tamamen ortadan kaldırmayı, taraflar arasındaki şeffaflığı, entegrasyonu ve işbirliğini optimize etmeyi, sahteciliği önlemeyi ve akıllı sözleşmelerle tetiklenen aksiyonlar aracılığıyla ihracat işlemlerini hızlandırmayı hedeflemektedir. Bu proje, farklı sektörlerden ve kurumlardan

katılımcıların bir araya gelerek blok zincir ağını oluşturdıkları tek projedir (Atez Yazılım, 2021).

Migros, blok zincir teknolojisini kullanarak meyve ve sebze ürünlerinin tedarik süreçlerini şeffaf hale getirme adımı atmıştır. Bu yeni sistem sayesinde müşteriler, Migros Mobil Uygulaması üzerinden ürünlerde yer alan MB (Migros Blockchain) logosunu taratarak, 750'den fazla meyve ve sebzenin raflara gelene kadar geçen tüm süreçlere erişebilmektedir. Microsoft ve Obase ile yapılan işbirliği sonucunda Migros, blok zincir tabanlı bir altyapı oluşturmuştur. Bu altyapı sayesinde meyve ve sebze ürünlerinin verileri merkezi olmayan ve şifrelenmiş bir şekilde işlenerek blok veri kayıt sistemine eklenir. Bu sistem, kaydedilen verilerin değiştirilmesine ve geriye dönük işlemlere olanak vermeyen güvenilir bir veri kaynağı sunmaktadır. Böylece müşteriler, ürünlerin tedarik süreçlerine ilişkin doğrulanabilir ve şeffaf bilgilere erişme imkânına sahip olmaktadır (Habertürk, 2020).

TOGG, Avalanche blockchain teknolojisini geliştiren Ava Labs ile stratejik bir ortaklık kurarak akıllı kontratlar ile güvenli ve hızlı mobilite hizmetleri geliştirmeyi planlamaktadır. Bu iş birliği, CES 2022 etkinliğinde duyurulmuştur ve TOGG, blok zincir konusundaki tüm işlerini Ava Labs'a devretmiştir. Intermodal adı verilen karma bir modele sahip olan TOGG Navigasyon sistemi, kullanıcılara farklı ulaşım çözümleri sunma imkânı sağlayacaktır. Kullanıcılar, TOGG akıllı cihazlarını önceden rezerve edilmiş şarj istasyonunda park ettikten sonra scooter gibi araçlarla seyahat edebilecek veya yakındaki bir kahveden siparişini alabilecektir. Bu ürün ve hizmetler karşılığında, TOGG akıllı cihazlarının kullandığı blok zincir teknolojisi ve akıllı kontratlar sayesinde hızlı ve güvenli işlemler gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca, araçlardaki bakım ve değişen parçaların da blok zincir üzerinde kaydedileceği belirtilmektedir. Bu sayede güvenilir bir ikinci el pazarı oluşması hedeflenmektedir (Ulukan, 2022).

4.3 Araştırma Bulguları

Aşağıda yer alan soru-cevaplar, blok zinciri ve tedarik zinciri yönetimi alanlarında uzman ve tanınmış isimlerle gerçekleştirilen yüz yüze veya görüntülü derinlemesine mülakatlara dayanmaktadır. Bu mülakatlar, Türkiye dışındaki küresel firma temsilcileri ile de yapıldığı takdirde, blok zinciri teknolojisinin küresel düzeyde tedarik zinciri yönetiminde

ne derecede kabul gördüğüne dair bir trendin var olduğunu göstermek açısından önemlidir.

Katılımcıların kendilerini ve blok zincir teknolojisi ile ilginiz hakkında kısaca bilgi vermesi istenmiş ve aşağıdaki yanıtlar alınmıştır.

İstanbul Blockchain Women Yönetim Kurulu Üyesiyim. Tradelens projesinde görev aldım. Blok zincir teknolojisinin olumlu manada internetten daha büyük bir yıkıcı/dönüştürücü etkisi olacağını değerlendiriyorum. Ancak blok zincir teknolojisinin henüz olgunlaşma aşamasına gelemediğini düşünüyorum. Şirketlerin ve ülkelerin altyapıları yetersiz ve düzenlemeler henüz tamamlanmadı (K-1).

Dış ticarete Marco Polo gibi blok zincir teknolojisi kullanan bazı projeler henüz istedikleri karlılığa ulaşamadıkları için iflas ettiler. Benzer şekilde Mersk'de ekosistemden yeterli desteği alamadığı için ev tüm katılımcıların yeterli derecede veri paylaşmaması nedeniyle Tradelens platformunu kapattı. Burada katılımcıların kendi altyapılarının yetersiz olması, yeteri kadar dijitalleşmemesi ve bilgi paylaşmada isteksiz olmaları etkili oldu. Verilerin otomatik girilmesi (IoT ve sensörler vasıtasıyla) gerekirken çoğu kez manuel girildi ve bazen manuel girişlerde de aksamalar yaşandı. Ancak yine de Tradelens blok zincirin dış ticarete kullanılması açısından denenmeyen denemesi adına oldukça pozitif katkılar sundu ve büyük oranda müşteri memnuniyeti sağladı (K-1).

TAGES'in CEO'su olarak görev yapıyorum. Bilgi İşlem Teknolojileri (BİT) alanında 28 yıldan fazla deneyime sahibim. 1990 yılından beri hem Türkiye'deki hem de Avrupa'daki bankacılık, üretim, tarımsal gıda, sağlık hizmeti, hızlı tüketim ürünleri, lojistik, çevre, enerji, eğitim, turizm endüstrilerinde ve yerel yönetimlerde yenilikçi BİT projeleri geliştirip yönetiyorum (K-2).

2018 yılından itibaren ATEZ Yazılım Teknolojileri bünyesinde çalışıyorum. Proje Koordinatörlüğü ve Blockchain Proje Lideri görevlerini yürütüyorum. Eşyanın sınır ötesi hareketini daha şeffaf bir şekilde blok zincire taşıma ve dijital

dönüşüm konularında çalışıyorum. Son yaptığımız projede Türkiye sınırları içerisinde yapılan işlemlerde kullanılan evrakların %40 azaldığını gördük. Gerekli mevzuat değişiklikleri de yapıldığında bu oranın daha da artacağını düşünüyorum (K-3).

Katılımcı 4, 2016'dan beri Ulusal Perakendecilik Sektöründe önemli bir markada Bilgi İşlem bölümünde tedarik zinciri uygulamaları müdürü olarak görev yaptığını belirtmiştir. Sorumlulukları arasında tedarik zinciri süreçleriyle ilgili uygulamaların geliştirilmesi, üretim ve kalite kontrol programlarının yönetimi, ev dışı tüketim yazılımlarının geliştirilmesi ve blok zincir uygulamalarının kullanımı bulunduğunu ifade etmiştir.

Firmanın blok zincir uygulaması hakkında ise,

Başlangıçta HKS (Hal Kayıt Sistemi) üzerinden meyve ve sebze hareketlerinin şirket içi takibi maksadıyla blok zincir uygulamamız başladı daha sonra bu bilgileri kullanıcılara da açmaya karar verdik. Migros Money uygulaması içerisinde Migros Blockchain sekmesi bulunmakta, bu sekmeden sebze-meyvenin barkodu okutularak ürünün Migros'a gelene kadar hangi noktalardan geçtiği ve Migros'a nasıl geldiği görülebilmektedir. Örneğin almak istediğiniz bir domatesin Antalya'dan alındığını, buradan Gebze dağıtım noktasına geldiğini, buradan da Kadıköy mağazasına geldiğini görebilirsiniz. Domatesin hangi saatte ve hangi miktarda bu hareketleri yaptığını takip edebilirsiniz (K-4).

demidir.

Bunun yanında,

Bu teknolojiyi ilk olarak Microsoft'un blockchain servisi üzerinden kullandık. Ancak Microsoft firması iki yıl önce bu servisi bitirdi. Bizde kendimiz Ethereum Consensus altyapısı üzerinden özel (private) bir blok zincir sistemi oluşturduk. Hedef meyve, sebze işinde sertifika şirketleri, üretici ve aracılardan hepsini bu sisteme dâhil etmektir. Sertifika şirketleri çok dağınık olmaları ve yatırım maliyetleri nedeniyle bu işe girmeye çok istekli olmadılar. Üreticiler de ellerinde sebze, meyveye ilişkin hasat tarihi, ilaçlama tarihi, sulama tarihi gibi birçok veri olmasına rağmen yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve o dönemde pandeminin

getirdiği belirsizlikler nedeniyle katılmak istemediler. Bu nedenlerden dolayı Migros olarak meyve, sebzenin Migros’a ne zaman girdiğini, önceki ve sonraki hareketlerini blok zincire kendimiz girdik. Aslında tüm sertifika şirketlerinin, üreticilerin ve aracılardan veri girişi yapması izlenebilirliğin artması için daha iyi sonuçlar verecektir. Migros olarak şu an için malların izlenebilirliğine odaklanıyoruz ancak ileride finans ve sigortacılık gibi alanlarda da blok zincirin uygulamayı düşünüyoruz (K-4).

şeklinde açıklamalarda bulunmuştur.

Soruyla ilgili son olarak *“İleride laboratuvarlarla ve devlet kurumlarıyla işbirliği artırılabilir. Firmalar blok zincir uygulamasının fiili getirilerini henüz net olarak göremedikleri için şu anda biraz mesafeli davranıyor. Şu anki mevcut uygulamalar birçok firma için yeterli gibi görünüyor.”* değerlendirmesini yapmıştır (K-4).

Katılımcı 5, doktora tezini blok zincir teknolojisinin tarım-gıda sektöründe uygulanması üzerinde yaptığını ve konuyla akademik düzeyde olduğunu belirtmiştir.

Katılımcı 6, uzun yıllar akademisyen olarak görev yaptığını ancak şu anda uluslararası bir danışmanlık firmasında danışmanlık yaptığını belirtmiştir. Blok zincir teknolojisini tedarik zinciri yönetiminde kullanılan alternatif çözüm önerilerinden biri olarak gördüğünü ifade etmiştir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisini güvenilir bulup bulmadıkları sorulmuş ve aşağıdaki yanıtlar alınmıştır.

“Blok zinciri teknolojisini, yeterli sayıda node sayısı ile çalıştırıyorsak ve eğer buluttaki bilgisayarlar da farklı bulut sağlayıcıları üzerinde ise yani gerçekten nötr, dağıtık ve hacklenmeye karşı tedbirler alınmış ise güvenli bulduğumu söyleyebilirim.”(K-1).

“Blok zincir teknolojisi kendi teknolojik altyapısı ve kripto şifreleme sistemi ile güvenli olduğu için ve kolaylıkla veriler açık bir şekilde paylaşılabilirdiği için öne çıkıyor ve hızlı ortak karar alma ve çok partili süreçleri hızlandırmak için kullanılıyor.”(K-2)

“Her teknoloji gibi blok zincirin de hacklenme gibi riskleri olmakla birlikte, önemli olan bunun önüne geçecek yapıların hızla kuruluyor olmasıdır ve şu anda en güvenilir ve en az insan müdahalesi gerektiren teknolojidir.” (K-2)

“Bana göre kapalı sistemlerin riskleri açık sistemlere göre çok daha fazladır. Bu tabii ki ayrı bir tartışma konusudur. Merkeziyetsiz yapıların güvenilirliği merkezi yapılara göre çok daha fazladır bana göre. Dağıtık ve merkeziyetsiz yapılar aynı zamanda riski de dağıtırlar.” (K-2)

Veri gönderilmesi fiziksel evrak gönderilmesinden daha güvenlidir. Ancak merkezi bir veri tabanı da değiştirilmeye açıktır. Blok zincir teknolojisinde bulunan dağıtık veri tabanı bu problemleri ortadan kaldırma kapasitesine sahiptir. Yani mukayese ettiğimizde diğer yöntemlerden daha güvenli olduğunu düşünüyorum. Blokların depolandığı nodeların %10'u zarar görse bile kaynaklara erişim sağlamaya ve işlem yapmaya devam edebilirsiniz (K-3).

“Aslında hiçbir teknolojiyi tam olarak güvenli bulmuyorum. Ancak içine yazılan bilginin okunamaması, şifrelere ulaşmanın zorluğu blok zinciri mukayeseli olarak güvenli kılıyor. Yine de sonsuz bir güvenlikten bahsedemeyiz.” (K-4)

“Güvenli buluyorum, blok zincirin temeli ve yola çıkış nedeni de bu zaten. Siber güvenlik ile beraber dağıtık yapıya sahip olması güvenilirliği sağlıyor diye düşünüyorum.” (K-5)

Güvenilirlik blok zinciri teknolojisinin en büyük özelliği zaten. Özünde kullanıcıların kendi keyfiyetlerine göre değiştiremediği bir dağıtık veri tabanı mevcut. Bu da bu teknolojiyi hem hatalara hem de manipülasyonlara karşı dayanıklı hale getiriyor. Ayrıca cloud teknolojisini de kullanması sayesinde siber güvenlik açısından da güvenli olduğunu düşünüyorum. Dışarıdan gelecek saldırılara karşı da kriptoloji oldukça büyük bir güven sağlıyor. Ancak hiçbir bilgi teknolojisi yüzde yüz güvenilirdir diyemeyiz (K-6).

Katılımcılar blok zincir teknolojisini, dağıtık yapısı ve kriptoloji uygulanıyor olması nedeniyle güvenilir bulduklarını ve zaten güvenilir olması sayesinde önemli bir fark yarattığını belirtmişlerdir. Ancak hiçbir teknolojinin yüzde yüz güvenli olamayacağını da vurgulamışlardır.

Katılımcılara blok zincir teknolojisinin gelecekte fiziksel ödemeleri ve resmi onayları ortadan kaldırıp kaldırmayacağı sorulmuş ve şu yanıtlara ulaşılmıştır.

“Geçiş döneminin hibrit olacağını düşünüyorum. Bizim nesil insanların inandığı bir onay sistemi var bunun hemen değişmeyeceğini ancak onay mekanizmalarının kendi içlerinde dijital dönüşümü sağlayacağını düşünüyorum geçiş aşamasında.” (K-1)

Hali hazırda bu yönde çalışmalar var. Devletten alınacak birçok kanıt ve belge blok zincir altyapısıyla ulaşılabilecek. Avrupa Blok Zincir Ortaklığı (EBP) birçok standart üzerinde çalışıyor. Yine Avrupa Birliğinde Digital Single Market tüm işlemleri dijitalize edecek altyapı çalışmalarına devam ediyor. Yakın zamanda standartlar belirlenecek ve uluslararası standart haline gelecektir. Onay ve ödemeler blok zincir üzerinden olabilecektir (K-2).

Evet düşünüyorum. Devletler dijital paralara ağırlık vermiş durumdalar. Çin’de dijital yuan kullanılıyor mesela. İnsanlar artık nakit para hatta kredi kartı bile kullanmak istemiyor. Cep telefonlarıyla hatta giyilebilir teknoloji ürünleriyle her türlü finansal işlemi yapmak istiyor. Yakın zamanda finansal işlemlerin ve onay sistemlerinin dijitalleşeceğini düşünüyorum. Hali hazırda e-devlet üzerinden birçok resmi belge dijital ortamda alınabilmektedir. Belge üzerindeki QR kodlarla evrakın orijinalliği muhafaza edilmektedir. Blok zincir teknolojisi bu dijital onayları merkeziyetsiz bir hale getirecektir (K-3).

“Finansal ödemeler açısından baktığımızda kesinlikle bunun olacağını düşünüyorum. Bu belki merkez bankalarının dijital paraları belki de coinler üzerinden olacak ama muhakkak olacak. Noterlik işlemleri, gümrük işlemleri, sertifikasyon onayları gibi işlemlerinde gelecekte dijital olacağını düşünüyorum.” (K-4).

“Yüzde yüz olmasa da böyle olacağını düşünüyorum. Öncelikle büyük firmaların ve kamunun öncülüğünde daha sonra ise tüm dünyanın bu tarafa yönelmesiyle bu süreç daha da gelişecektir.” (K-5).

“Evet, araçları ortadan kaldırma potansiyeli var. Fiziksel ödemelerin kaldırılması konusunda karekod ve benzeri uygulamalar zaten hali hazırda mevcut. Blok zincir teknolojisi de buna uyumlu hale gelecektir.” (K-6).

Katılımcılar hali hazırda fiziksel ödemelerin dijitalleştiğini ancak blok zincir teknolojisi ile ödemelerin aynı zamanda merkeziyetsizleşebileceğini ifade etmiştir. Blok zinciri ile onay işlemlerinin de dijital ve merkeziyetsiz biçimde gerçekleşeceği görüşü ön plana çıkmıştır.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisi ile lojistik ve taşımacılık alanında çığır açıp açamayacağı konusundaki düşünceleri sorulmuş ve aşağıdaki cevaplar alınmıştır.

“Blok zinciri teknolojisi bunu tek başına gerçekleştiremeyeceğini bu teknolojinin dijital altyapıların tesis edilmesi, IoT ve sensörlerin kullanılmasıyla birlikte çığır açabileceğini düşünüyorum.” (K-1)

Blok zincir teknolojisinin kendisi bir çığırdır zaten. Gerekli gibi kullanılabilirse tüm sektörlerde çığır açacaktır. Lojistik içerisinde birçok süreci barındırmaktadır ve her süreç kendisinden sonraki süreçleri etkilemektedir. Bir malı taşınırken bununla ilgili malın tedarikçisi, üreticisi, taşıyıcısı, alıcısı herkes bunun tüm süreçlerini aynı anda görmeli ve gerektiği anda müdahale edebilmelidir. Bu sayede birçok finansal ve hukuki yük ortadan kalkabilir. Bankacılıkta faktöringler bu riskleri karşılamak için kurulmuştur. Blok zincir riski yönetmeyecek riske müdahale etme imkanı kazandıracaktır. Örneğin soğuk zincirle taşınan bir malzemenin soğuk zincirinin nerede ve ne zaman kırıldığı tespit edilerek müdahale edilebilecek ve taşınan malzeme zarar görmeden teslim yerine ulaşabilecektir. Burada IoT ve dijital ikiz teknolojileri önem kazanmaktadır (K-2).

“Tam olarak çığır açacağını düşünmüyorum ama büyük değişimler getirecektir.” (K-3)

Lojistik ve taşımacılık alanında blok zincir teknolojisinin çığır açacağını IoT ve yapay zekâ teknolojilerindeki uygulamaların kullanımında gerçekleşecek yaygınlaşma ile birlikte olabileceğini düşünüyorum. Mal ve hizmetin alındığının/verildiğinin kaydını blok zincir üzerine yazabilir duruma gelmemiz, lojistik birimlerinin fiziki yerlerini, bulundukları ortam hakkında bilgileri IoT sistemlerle izlenebilirliğinin artması ile bunu blok zincir sistemlerine aktarmak daha güvenilir “kabul edilebilir” duruma gelecektir. Bu bilgileri kullanarak

yapay zekâ yöntemleri ile kaynak planlama yapmak daha başarılı sonuçlar verecektir. Ayrıca lojistik zincir içerisinde mal ve hizmetin fraud (dijital dolandırıcılık) açısından izlenmesi ve anomalilerin tespiti yöntemlerinde blok zincir teknolojisi gündemimize gelebilir (K-4).

Lojistik ve taşımacılıkta işlerin takibini ve izlenebilirliği kolaylaştıracaktır. Yeni bir çığır açmaktan ziyade müşterilerle üreticileri birleştirebilecek ve aracıları ortadan kaldıracak bir sistem inşa edecektir. Aracıları azaltacak, müşterilerin üreticiler konusunda direk ve doğru bilgiye ulaşımını sağlayacaktır. Kargo firmalarının da bu süreçte iş potansiyelinin artacağını düşünüyorum (K-5).

Blok zincir teknolojisinin omurga teşkil ettiği ve onun üzerine inşa edilecek diğer platformlarla lojistikte değişim yaşanabilir. Ayrıca akıllı sözleşmelerin blok zinciri teknolojisi ile beraber uygulanması büyük avantajlar sağlayacaktır. Bunların dışında özellikle ilaç ve gıda gibi sektörlerde ürün izleme ve menşei takibi konularında da blok zincir önemli faydalar sunmaktadır. Ancak lojistikte ve diğer sektörlerde asıl çığır açacak olan teknoloji yapay zekâ kullanımıdır (K-6).

Katılımcılar blok zinciri teknolojisinin IoT, dijital ikiz ve yapay zekâ teknolojileri ile birlikte kullanılmasının lojistikte önemli değişimlere yol açabileceğini ifade etmiştir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisinin ekonomik otoriteleri ortadan kaldırıp kaldıramayacağı sorulmuş ve şu yanıtlara ulaşılmıştır.

“Kısa ve orta vadede bunun gerçekleşebileceğini düşünmüyorum. Çünkü devletlerin bu geçişe direneceğini ve kontrol etme yetkisini devretmek istemeyeceğini değerlendiriyorum. Uzun dönemde ise nesillerin değişmesi neticesinde geleneksel düşüncenin değişmesiyle ancak mümkün olabileceğini düşünüyorum.” (K-1).

Tamamen ortadan kalkacağını düşünmüyorum. Evrilebilir, iş yapma biçimleri dönüşebilir, roller değişebilir ancak tamamen ortadan kaldırılamaz. Geçiş döneminde hibrit yapıların varlığı öngörülse dahi blok zincirin mantığı gereği merkezilikten, merkeziyetsizliğe doğru bir sıçrama yapması gerekmektedir. Özellikle yeni nesil farklı bir dil geliştiriyor ve her şey evriliyor. Bu sürecin

sonunda merkeziyetsizliğe ulaşılacağını düşünüyorum. Lojistik ve tedarik zinciri gibi hayata dokunan sektörlerde bu geçişlerin sağlanması diğer sektörler içinde öğretici ve öncü olacaktır. Bu geçiş öğrenme ile mümkündür ve yeni neslin bu öğrenme sürecine daha yatkın olduğunu ve evrileceklerini düşünüyorum (K-2).

“Katılmıyorum, çünkü bizim birçok noktada devlet otoritesine ve kontrole ihtiyacımız var. Fiziksel kontroller için devlet mekanizmasına ihtiyaç vardır. Belki ilerleyen dönemlerde robotik kontroller sağlanabilir.” (K-3).

Aslında blok zincir teknolojisine geçişle birlikte kamu kurumlarının denetleme ve düzenleme işlemleri daha kolay olacaktır. Çünkü şu an veriler dağınık yerlerde saklı bulunmakta. Blok zincir teknolojisi süreçleri iyileştirmekte, işlemler otomatize edilmekte, kontrolleri kolaylaştırmakta ve dağınık veriyi tekilleştirmektedir. Merkezi otorite bu şekilde işlerini daha kolay yapabilmektedir. Dış ticarete gümrük idaresinin olması işlemlerin kolaylaşması açısından bir gerekliliktir. Finansal sektörde ise bankacılığa gerek duyulmayabileceği görülmektedir (K-3).

“Bunu ütöpik bir fikir olarak görüyorum. Dünyada ki ticareti yöneten güç odaklarının bu avantajlarını devredeceğini düşünmüyorum. ABD’de coin borsasına yönelik açılan davalar da bunun bir göstergesi. Umarım bu konuda yanılırim.” (K-4).

“Aslında devletinde bu konuda bazı girişimleri ve çalışma isteği var. Özellikle gümrük mevzuatının manuel olması nedeniyle böyle bir ihtiyaç da mevcut.” (K-5)

“Bankalar gibi ekonomik otoritelere olan ihtiyacın belirleyicisinin blok zincir teknolojisi olmadığını düşünüyorum. Bankalara ihtiyaç duyulduğu sürece varlıklarına devam edeceklerdir. Ancak bankalar para transferinde blok zincir teknolojisini kullanabilir yani bir dönüşüm sağlayabilirler.” (K-6)

Katılımcılar bankalar ve devletler gibi ekonomik otoritelerin blok zincir teknolojisi ile ortadan kalkmayacağını ancak blok zincir teknolojisine uygun bir yapıyla çalışabilecek şekilde dönüşebileceklerini belirtmişlerdir. Özellikle devletlerin otoriter yetkisini

devretmeyeceği hususu üstünde durulmuştur. Üç numaralı katılımcı ise ileride bankacılığa gerek duyulmayabileceğini belirtmiştir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisine bağlı geliştirilen yenilikçi sistemlerin düzenleme ve denetlenme ihtiyacı olup olmadığı sorulmuş ve aşağıdaki yanıtlar alınmıştır.

Blok zincir teknolojisi kullanımından dolayı bir sorun olduğunda bunu çözecek hukuki makam neresi bu belirlenmelidir. Hangi mahkemelerin konuya müdahale edeceği hangi bağımsız kuruluşların sorunu inceleyeceği henüz net değil. Kurumlar üstü objektif bir otoriteye ihtiyaç olduğu görünüyor. Geçiş aşamasında daha hibrit çözümler olması gerektiğini düşünüyorum (K-1).

“Kesinlikle düşünüyorum. Ancak önce blok zincir teknolojisi oluşturulup sonra düzenleme yapmak yerine düzenlemelerin eş zamanlı yapılması gerektiğini düşünüyorum. Çünkü bu düzenlemeler yapılmadığında projeler ilerleyemiyor. Düzenlemeler yapılırken blok zincirin merkeziyetsiz yapısına zarar verilmemelidir.” (K-2).

“Evet, özellikle akıllı sözleşmelerin denetlenmesi gerekmektedir. Bir yerde bir takım otoriteler ve kontroller ortadan kalkacaksa sunulan alternatif sistemin güvenli olduğundan emin olunmalıdır. Bu da denetleme ve düzenlemeyle mümkündür. Bu kapsamda bağımsız denetleme kuruluşlarının yapacağı denetlemeler önem kazanacaktır.” (K-3).

“Blok zincire girilen bilgiler insan eliyle girildiğinde manipüle edilebilir. Bu nedenlerden dolayı düzenleme ve denetleme gerekmektedir. Örneğin Everledger firmasının elmasa onay vermesi gerçekten o elmasın menşeyini ve kalitesini doğrulayabilir mi? Bunların düzenlenmesi ve denetlenmesi gerekir.” (K-4)

“Evet, özellikle ilk veri girişinde blok zincir herhangi bir güvenlik sağlamıyor çünkü. Blok zincir girilen verinin güvenliğini sağlıyor. İlk veri girişinde ki verinin doğruluğu kontrol edilmeli.” (K-5).

“Bilişim hukukun gelişim hızı, bilişim teknolojilerinin gelişim hızından çok daha geride kalmaktadır. Bu nedenle bir takım düzenlemeler olsa bile sorunlar devam edecektir.” (K-6)

Katılımcılar blok zincir teknolojisinin kullanımı ile oluşabilecek sorunların çözümü maksadıyla denetleme ve düzenleme ihtiyacı olduğunu bunun da bağımsız ve üst bir organ tarafından yapılabileceğini belirtmiştir. Ancak yapılan düzenlemelerin blok zincir teknolojisinin merkeziyetsiz yapısına zarar vermeyecek şekilde olması gerektiğinin altını çizmiştir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisinin, şirket tedarik ve satın alma maliyetlerini daha verimli hale getirip getiremeyeceği sorulmuş ve şu cevaplar alınmıştır.

“Kesinlikle düşünüyorum. Ancak yeni bir teknoloji kullanımının başlangıçta büyük maliyetler getireceğini göz önünü almak gerektiğini de düşünüyorum. Özellikle küçük ve orta işletmeli hatta mikro düzeydeki işletmelerin bu teknolojiyi kullanması için özel çalışmalara ihtiyaç var.” (K-1).

“Tedarik zincirindeki birçok aşamanın manüelden otonoma geçmesiyle ciddi bir maliyet düşümü olacaktır. Aracıların azalması ve hızlı bilgi akışı (denizcilikte konşimento evraklarının gecikmesi nedeniyle limanlarda tazminat ödenmektedir) maliyetleri olumlu yönde etkileyecektir.” (K-1).

Kesinlikle böyle düşünüyorum. Dünyadaki doğal kaynakların kullanımında ciddi sıkıntılar var, yeniden üretim yerine geri dönüşüm ve yeniden üretim yoluna gidilmelidir. Blok zincir hammaddelere ulaşımı çok daha fazla artıracaksa bu dünyaya zararda verebilir. Hammaddeyi ucuz almak yerine minimum hammadde kullanımı ve yeniden üretilmiş malzemeler ön plana çıkmalıdır (K-2).

Şu an için biraz varsayım olarak kalacaktır. Çünkü henüz blok zincir sayesinde şu kadar kar ettik diyen bir firma bulunmamaktadır. Ancak biz Atez yazılım olarak yaptığımız iki projenin birisinde % 40, diğerinde ise %35 verim elde ettik. Kâğıt transferi ortadan kalktığında bu orijinal belgeleri taşıyan kuryelerin masraflarından kurtulmak bile on binlerce TL kar sağlamaktadır (K-3).

“Şu an için dünyanın her hangi bir yerinde bununla ilgili net bir veri bulunmamakta. Ancak blok zincir uygulamasının operasyon verimliliğini arttırdığını ve belge sayısını azalttığını biliyorum.” (K-4).

“Daha verimli hale getireceğini düşünüyorum. Ortaya koyduğu izlenebilirlik ve araçların kalkmasıyla, ilk üreticiye doğrudan ulaşılabilmesi ve doğru bilginin alınabilmesiyle maliyetlerin azalabileceğini düşünüyorum.” (K-5).

Düşünmüyorum, çünkü blok zincir teknolojisi uygulamaları ilk girişimci firmalardan da gördüğümüz gibi henüz karlı bir yatırım değil. Fizibilitelerinin olmaması nedeniyle hem yatırım geri dönüşü olarak yeteri kadar işlem yapılmıyor, hem de operasyon maliyetleri çok yüksek. Bu teknoloji çok sayıda veri tabanı ve yetkili kullanıcı (admin) gerektiriyor, ayrıca çok elektrik tüketiyor. Bu nedenlerden dolayı özellikle Türkiye’de bu yatırımları yapmak çok rasyonel görünmüyor. Firmaların bunu kendi bütçeleriyle yürütmeleri çok kolay değil. Endüstri 4.0 Alman endüstrisinin finanse ettiği bir devrimdi. Blok zincir teknolojisi Endüstri 5.0 teknolojisidir ve arkasında böyle bir endüstri desteği şu an için mevcut değil. Bundan dolayı blok zincir teknolojisinin yarattığı değer ile maliyetlerini çıkarması en azından bu dönem için çok mümkün görünmüyor. Ancak Singapur ve Çin gibi parası çok olan ülkelerce sübvansede edilerek uygulanabilir (K-6).

Katılımcıların büyük çoğunluğu blok zincir teknolojisinin maliyetleri önemli ölçüde azaltacağını savunmuştur.

Katılımcı 6 ise blok zinciri uygulamaları kullanılmasının şu an için karlı bir yatırım olmadığını ve kurulum maliyetlerinin kazandıracakları avantajlardan daha fazla olduğunu vurgulamıştı. Bu nedenle blok zincir teknolojisinin, karlı hale gelene kadar büyük firmalarca veya zengin ülkelerce sübvansede edilmesine ihtiyaç duyulduğunu ifade etmiştir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisine karşı önyargılar olduğunu düşünüp düşünmedikleri sorulmuş ve aşağıda sunulan yanıtlar alınmıştır.

Düşünüyorum, özellikle de devletlerin ve IMF gibi kontrolü seven uluslararası kurumların önyargıdan ziyade korkuları olduğunu düşünüyorum. ABD’nin Çin merkezli Binance gibi kripto para merkezlerinde kontrol edemediği para birimleri olmasından rahatsız olduğunu gözlemliyorum. Ayrıca devletler ticareti kontrol edemediğinde ticaretten kaynaklanan vergileri de kontrol

edemeyeceklerinden dolayı bu sisteme karşı olmaya devam edeceklerdir. Avrupa’da ise bu korku yerini kabullenişe ve regülasyonları oluşturmaya bırakmış durumda (K-1).

“Evet, merkezi yapılar kontrol maksadıyla, toplum ise kripto paralar nedeniyle blok zincir teknolojisine karşı oldukça ön yargılı.” (K-2).

Maalesef, özellikle kripto para ekosistemindeki her dalgalanma toplumda blok zincir teknolojisine olan güveni sarsmaktadır. Bunun yanında blok zincir teknolojisi ilk tanıtıldığında kullanıcıların anonim olduğu anlatıldı, biz özel ve izinli blok zincir ağlarında kimlik tanımlamasının nasıl yapıldığını anlatmak için büyük efor sarf ettik. Muhataplarımıza herkesin istediği veriyi göremeyeceği ve kontrol mekanizmalarının olduğunu anlattık. Ancak bu önyargıların zamanla azaldığını da gözlemliyorum (K-3).

“Tradelens gibi kapatılan blok zincir projelerinin kapanma nedenlerinin de yanlış önyargıların önüne geçmek adına topluma doğru anlatılması gerektiğini düşünüyorum. Bu projeler bazen uygulayıcı firmalardan değil yerel hükümetlerden ya da paydaşlardan kaynaklanabilmektedir.” (K-3).

“Toplumda coin borsaları nedeniyle blok zincir teknolojisinin sahtekârlık olduğu düşüncesi var. Bu da özellikle finans konularında ki blok zincir kullanımlarına ilişkin tereddütlü bir bakışa neden oluyor.” (K-4)

“En fazla güvenilirliği vaat eden teknoloji olmasına rağmen güvenilirlik hakkında önyargılar olduğunu düşünüyorum. Onun dışında ilk uygulama maliyetinin yüksekliği ve işbirliğinden kaynaklanan bilgi paylaşımları açısından da önyargılar mevcut.” (K-5)

“Önyargı insanın temel davranışlarından biridir ve her konuda önyargı olabilir. Önemli olan bilgiye ulaşp yargılarla hareket etmektir. İnternet ilk çıktığında Bill Gates bu teknolojinin önemi kavrayamamıştı mesela.” (K-6).

Katılımcılar özellikle kripto para sektöründeki dalgalanmalar nedeniyle toplumda blok zincire karşı ön yargıların oluştuğunu ayrıca devletlerin de otoritelerinin sarsılmaması maksadıyla blok zincir teknolojisine önyargılı olduğunu ifade etmiştir. Blok zincir

teknolojisinin en büyük iddialarından birisi güvenlik olmasına rağmen güvenlikle alakalı önyargıların da olduğu belirtilmiştir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirini daha yalın bir hale getirip getiremeyeceği sorulmuş ve aşağıdaki cevaplara ulaşılmıştır.

“Blok zinciri teknolojisi aracı sayısını azalttığı için tedarik zincirini daha yalın hale getirecektir muhakkak.” (K-1).

“Blok Zinciri Teknolojisi araçları kaldıracağı için otomatik olarak yalınlaştıracaktır.” (K-2).

Kesinlikle, aracı kurumların kalkması, süreçlerin iyileştirilmesi ve işlem basamaklarının azaltılması yalınlık sağlayacaktır. Biz kendi projemizde sigorta şirketinin acentesi ve nakliye kurumunun acentesini süreçlerden çıkarmıştık. Blok zincir teknolojisindeki akıllı sözleşmeler birçok aracı kurumun yapabildiği işlemleri yapabilmektedir. Projelerin hammadde üreticisine kadar genişlemesiyle bu yalınlık daha da artacaktır (K-3).

“Araçların kalkması ve otoritelerin azalması sayesinde tedarik zincirini daha yalın hale getirebilir. Bunun için blok zincir uygulamalarında ki mevcut dağınıklığın biraz daha konsolide olması, basitleşmesi ve yaygınlaşması gerekiyor.” (K-4).

“Özellikle araçların kalkmasıyla tedarik zinciri daha yalın bir hale gelebilir. Araçlar zincirde kalsa bile zincire uyumlu bir şekilde çalışacak biçimde dönüşüm sağlamalı.” (K-5)

“Getirmez, çünkü yalınlık sadece aracı sayısının azalması ile ilgili değildir. Teknoloji işleri daha karmaşık hale getirebilir ve daha az aracı bile olsa daha karmaşık bir sistem karşımıza çıkabilir. Bu karmaşık sistem elbette daha verimli olabilir ama yalın olmaz.” (K-6)

Katılımcılar blok zincir teknolojisi kullanımı ile tedarik zinciri yönetimindeki araçların kalkması veya azalması nedeniyle yalınlaşmanın sağlanacağını ifade etmiştir. Ancak 6 numaralı katılımcı araçların azalmasına rağmen sistemin karmaşık bir hale geleceğini ifade ederek yalınlaşmanın gerçekleşmeyeceğini savunmuştur.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirini daha çevik bir hale getirip getiremeyeceği sorulmuş ve şu yanıtlar alınmıştır.

“Orta ve uzun vadede hedeflere ulaşılmasıyla çeviklik getireceğini düşünüyorum.” (K-1).

“Mümkün olduğunu düşünüyorum çünkü alıcılara olan bilgi ve değer akışı artacaktır.” (K-2).

Elbette, otomasyonun artması işlem hızlarını artıracaktır. Tarafların blok zincirdeki tüm süreçleri anında öğrenmesi çeviklik sağlayacaktır. Blok zincir teknolojisi ile müşteri istediği bilgiye, istediği formatta çok daha hızlı ulaşabilmektedir. Bunun için karşı tarafta bir insan olmasına gerek duyulmamaktadır. İşi yapan akıllı sözleşme, bildirimin yapıldığı yer blok zincir ağı, buradan gelen bilgiyi e-posta veya SMS’e dönüştüren farklı bir uygulama. Yani tamamen insan kontrolünden çıkmış ve bilgi akışının hızlandığı bir yapı mevcut (K-3).

“Kesinlikle, uçtan uca kullanılan bir tedarik zincirinde son tüketici üreticinin tedarikçisini görebildiği bir ortamda bu ilke hayata geçecektir. Ama bu şeffaflığı her üretici ister mi? Bunu bilemiyorum.” (K-4).

“Yine araçların kalkması ve izlenebilirlik sayesinde çeviklik de sağlanacaktır. Gıda da menşei takibini yaparken kirlenmiş ürün takibi manuel kayıtlarla kıyaslandığında çok hızlı yapılabilmekte örneğin.” (K-5).

“Kesinlikle getirebilir çünkü çeviklik hızlilik ve esneklik demektir. Hızlılıktan bahsedebilmemiz için iletişimin ve eylemlerin hızlanması gerekmektedir. Blok zincir teknolojisi enformasyonu ve eylem akışını hızlandırmaktadır. Blok zincirini tedarik zinciri kontrol kulesi gibi diğer teknolojilerle birlikte kullandığımızda çeviklik daha da artacaktır.” (K-6).

Katılımcıların tamamı blok zincir teknolojisi kullanımı ile tedarik zinciri yönetimindeki bilgi akışı ve enformasyonun artacağını, tarafların bilgiye direk olarak ve anında ulaşabileceğini ve bu sayede çeviklik ilkesinin gerçekleşeceğini ifade etmişlerdir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisi kullanımı ile tedarik zincirinin daha izlenebilir bir hale gelip gelmeyeceği sorulmuş ve aşağıda sunulan yanıtlar alınmıştır.

Blok zincirin ana mantıklarından biri bu zaten. Dış ticaretteki blok zincir tabanlı uygulamalara baktığımızda bir yükün/kargonun nereden nereye gittiğini, ne zaman yüklendiğini, ne zaman limana indiğini, ne zaman gümrükten geçtiğini, gümrükten geçip, geçmediğini, ne zaman depoya geldiğini tüm taraflara göstermek amaçlanmıştır. Bunun tam olarak sağlanabilmesi için bilgi verisi girdisi yapanların sayısının artması ve bilgi girişlerinin IoT ve sensörlerle otonomlaşması gerekmektedir. Tam anlamıyla izlenebilirliğin bir diğer şartı da dağıtıklığın tam olarak sağlanmasıdır (K-1).

Burada katılımcıların ne kadar bilgi paylaşacağı önemlidir. Firmalar farklı gerekçelerle bilgiyi paylaşmak istemeyebilir. Ama aslında bunu yapabildiğinde kendisinde daha fazla bilgiye ulaşacağını anlamalıdır. Bu teknoloji kolektif bir çalışma zihniyetine geçişi mecbur kılmaktadır. İnsanlar doğanın hareketlerine aykırı hareket ettiği için dünya bu hale gelmiştir. Dünyayı taklit etmeli ve kolektif/çember anlayışlara geçilmelidir (K-2).

“Blok zincir teknolojisinin en önemli özelliklerinden biri izlenebilirlik sağlaması. Bütün paydaşlar aynı ekosistem içerisinde, şeffaflık çerçevesinde güvenilir veriye ulaşabilmektedir.” (K-3).

“Zaten tam olarak bunu sağlamaya çalışıyoruz. Biz bir aracıyız, tedarikçi ve tüketici arasındaki bilgi akışını sağlamaya çalışıyoruz. İzlenebilirliğin artması için üreticiden, aracılara tedarik zincirindeki tüm katılımcıların veri girmesi çok önemli.” (K-4).

“Evet kesinlikle, zaten blok zincir teknolojisinin en büyük iki iddiası güvenlik ve izlenebilirlik sağlaması.” (K-5).

Buna cevap verebilmek için öncelikle tedarik zincirimizin ne durumda olduğunu ortaya koymamız gerekir. Mesela kontrol kulesi teknolojisi kullanan bir tedarik zinciri için çok etkili olmayabilir. Konteynerlerini, gemilerini GPS ile izleyebilen ürünlerini farklı teknolojiler kullanarak izleyebilen bir firma için ilave bir yetenek kazandırmayacaktır. İlaç firmaları mesela hologram kullanarak

izleme sağlayabilmektedir. Ancak bu teknolojileri kullanmayan ve dağıtık bir coğrafyaya yayılan karmaşık ve katmanlı bir tedarik zincirine sahip firmalar için büyük yarar sağlayacaktır. Burada blok zincir teknolojisinin tek başına bir izleme sağlayamayacağını ve takip için ürünlerin kimliklendirilmesi (barkod, RFID vb. teknolojiler ile) gerektiğini de vurgulamak icap etmektedir (K-6).

Katılımcıların tamamı tedarik zinciri yönetiminde blok zinciri kullanımının izlenebilirliği artıracığı konusunda hemfikirdir. Ancak izlenebilirliğin sağlanabilmesi için ürünlerin kimliklendirilmesinin ve IoT kullanımının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisi tedarik zinciri yönetimi için olmazsa olmaz bir teknoloji olup olmadığı sorulmuş ve şu yanıtlar alınmıştır.

Kısa ve orta vadede buna evet diyemesem de uzun vade de kaçınılmaz olacağını ve bunun ortak akılla gerçekleşeceğini düşünüyorum. Şirketlerin birlikte çalışmayı ve bilgiyi paylaşmayı öğrenmesi ve böyle bir çalışma şeklini kabullenmesi gerekiyor öncelikle. İnsanoğlu veya şirketler tek başına bir şey yapamayacağını kollektif çalışmanın önemini mutlaka kavrayacaktır (K-1).

“Olmasa olmaz olduğunu düşünmüyorum. İleriki dönemlerde insanların benimsemesi ve evrilmesi ile kademeli olarak bu teknolojinin yaygınlaşacağını düşünüyorum.” (K-2).

Şu an özellikle otomotiv sektörü tedarik zincirinde seri numarası takibi başta olmak üzere çeşitli sıkıntılar mevcut. Aracı kurumların varlığı, veri transferi işlemlerinin takibinin zorluğu blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri için bir gereklilik olduğunu gösteriyor. Blok zincir teknolojisi olmasa da tedarik zinciri yürüyebilir ancak blok zinciri tedarik zinciri yönetimini çok kolaylaştırmaktadır. Yaptığımız projelerde de bu faydalarını gözlemleme şansımız oldu (K-3).

Benim gözlemim öncelikle yeni teknolojilerin büyük maliyetler getirmesi nedeniyle büyük şirketlerin blok zincir teknolojisine öncülük edeceği onları daha sonra küçük ve orta ölçekli firmaların takip edeceği yönünde. Blok zincirinin tedarik zinciri yönetimine sağlayacağı faydanın ekonomik anlamda, güven anlamında ve maliyet anlamında çok önemli olduğunu düşünüyorum. Mesela

ABD'nin sadece menşe bilgisindeki sahtecilikten dolayı milyonlarca dolar kaybı var. Bunlar blok zincir kullanımı ile minimize edilebilir (K-3).

Tedarik zinciri bugüne kadar nasıl blok zincir teknolojisi olmadan var olduysa, bundan sonra da varlığını blok zinciri olmadan da sürdürebilir. Türkiye özelinde orta vadede sadece tercih eden firmaların kullanacağını diğerlerinin klasik metotlarla devam edeceğini düşünüyorum. Ancak gelişmiş batı ülkelerinde bu geçişin daha hızlı olacağını düşünüyorum (K-4).

“Ben olmasının çok fayda sağlayacağı bir teknoloji olarak görüyorum. İzlenebilirlik, yalınlık, çeviklik ve maliyetlerin azaltılması noktasında birçok faydası olduğunu değerlendiriyorum.” (K-5).

Asla böyle düşünmüyorum, blok zinciri olmadan da tedarik zincirleri varlıklarını sürdürebilir. Gelecekte blok zincirinin hype döngüsünü aşip aşamayacağı konusu burada önem kazanıyor. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler bu teknolojiyi değerlendirirken değer geri dönüşümüne bakmalıdır. Yapılan yatırım ve elde edilen değer rasyonel mi değil mi bu değerlendirilmelidir. Şu an bu teknolojiye yatırım yapan ancak geri çekilen firmalar var. Yakın ve orta bir gelecekte bunun blok zincir teknolojisi kullanımının rasyonel olmayacağını düşünüyorum (K-6).

Katılımcılar blok zincir teknolojisi kullanımının tedarik zinciri yönetimi açısından olmazsa olmaz bir tercih olmadığını ancak ilerleyen süreçlerde daha yaygın ve maliyet etkin hale geldikçe kullanımının büyük fayda sağlayabileceğini ifade etmişlerdir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisi ile tüm araçların ortadan kalktığı bir tedarik sistemi kurulup kurulamayacağı sorulmuştur. Verilen cevaplar şu şekildedir.

“Önümüzdeki 10-15 yıl için çok mümkün olduğunu düşünmüyorum. Tedarik zincirinin geniş kapsamlı yapısı gereği tüm araçların değil ama gereksiz araçların ortadan kalkacağını düşünüyorum. Bazı araçlarında daha uluslar üstü ve katma değer sağlayan hizmet sunucularına dönüşeceğini düşünüyorum.” (K-1).

“5’inci soruda söylediğim gibi bir evrilme ve rol değişimi olacağını düşünüyorum.”
(K-2).

“Evet, yaptığımız projede özellikle sadece belge düzenleme ve onaylama hizmeti veren kurumların ortadan kalkacağını gördük. Ancak laboratuvar hizmeti ya da fiziki kontrol işlemleri gibi araçlar kalmaya devam edecektir.” (K-3).

“Bu teknolojik olarak mümkün. Ancak tüm katılımcılar buna ikna olur mu ya da ne zaman olur bunu kestiremiyorum.” (K-4).

Aracıların özellikle finansal açıdan ortaya koydukları bazı faydalar var küçük üreticiler için. Bunun dışında büyük firmalar daha küçük üreticilerle tek tek uğraşmak yerine araçları tercih ederek muhatap sayısını azaltmayı tercih edebilir. Yani sistemde araçlar muhakkak olacaktır. Ben tedarik zincirine hantallık getiren ve fiyatları şişiren araçların kalkacağını düşünüyorum (K-5).

“Araçların kalkacağı değil yer değiştireceği bir sistem olabilir bence. Araçların daha nitelikli olduğu ve dönüştüğü bir sistem. Henüz o formasyonda yetiştirmedığımız insanlara ihtiyaç duyulacaktır bu sistemde.” (K-6).

Katılımcılar blok zincir teknolojisi ile tüm araçların ortadan kalkmayacağını ancak katma değer yaratmayan katılımcıların ortadan kalkacağını veya katma değer yaratacak şekilde dönüşeceklerini ifade etmişlerdir.

Katılımcılara blok zinciri teknolojisinin daha sağlıklı işlemesi için gereken kolektif (firmalar, sanayi odaları ve hükümetlerin ortak çalışması) anlayışın sağlanıp sağlanamayacağı sorulmuş ve katılımcılardan şu yanıtlar alınmıştır.

“Olması gereken şeyin bu olduğunu düşünüyorum. Singapur ve Hong Kong hükümetleri özellikle bu konuda öncü davranışlar sergiliyor. Bu devletlerin standartlaşma ve teknoloji altyapıları üzerine ciddi çalışmaları bulunmakta. Bunların dışında lojistik kavramlar üzerinde ortaklaşa standardizasyonlar sağlanmalı.”
(K-1).

“Sağlanmalıdır, ancak bu işbirliği blok zincirin felsefesine zarar vermeden yapılmalıdır. Burada firmaların işbirliği ve bilgi paylaşımları daha ön plana çıkmaktadır.” (K-2).

Atez yazılım olarak yaptığımız blok zincir projesinin ilk fazında 11 farklı kurumla, ikinci fazında ise 10 farklı kurumla çalıştık. Her kurumu içine alabilecek bir yapı kurmak çok önemli. Bazı kurumlar blok zincirle çalışmaya çok açık olsa da bazıları mevcut yöntemlerinden vazgeçmek istemiyor (K-3).

“Blok zincirin felsefesi kolektif çalışmaya dayalı. Elbette burada gönüllü katılım çok önemli. Bazen firmaların ticari kaygıları bu kolektif çalışmaları engelleyebiliyor.” (K-4).

“Zor olan kısım bu sanırım ama sağlanması gerekiyor. Türkiye’de ortak çalışılabilirlik kültürünün çok gelişmiş olduğu söylenemez. Blok zincir teknolojisinde rakiplerle de beraber çalışmak gerekiyor.” (K-5).

“Ortak çalışabilme hususu bir kültür meselesi. Biz henüz o kültür düzeyinde değiliz. Blok zincir teknolojisi tek kişinin uygulayabileceği bir teknoloji değil ve bir yönetim ekibine ihtiyaç duyulmakta.” (K-6).

Katılımcılar ortak çalışma kültürünün gelişmesinin blok zinciri teknolojisi için olmazsa olmaz olduğunu ancak özellikle Türkiye’de ki iş yapma kültürünün bu bakış açısından çok uzak olduğunu belirtmişlerdir.

4.4 Tartışma

Derinlemesine mülakat yapılan katılımcılara ilişkin bilgiler aşağıdaki Tablo-6’da sunulmuştur.

Tablo-6 Katılımcı Listesi

Katılımcı	Pozisyonu	Konu ile İlgili Tecrübesi	Görüşme Süresi
K-1	İstanbul Blockchain Women Yönetim Kurulu Üyesi	TradeLens Projesi	68 dakika

K-2	TAGES firmasında CEO	Blok Zincir Teknolojisi Danışmanlığı	92 dakika
K-3	ATEZ Yazılım Teknolojileri Proje Koordinatörü	Blok Zincir Proje Liderliği	58 dakika
K-4	Perakende Market Sektöründe Bilgi İşlem/ Tedarik Zinciri Müdürü	Marketçilikte Blok Zincir uygulaması geliştirme	79 dakika
K-5	Öğretim Üyesi	Akademik-Doktora Tezi	52 dakika
K-6	Öğretim Üyesi-Danışman	Akademik	104 dakika

Katılımcılara yöneltilen sorulara alınan yanıtların özeti Tablo-7’de sunulmuştur. Olumlu cevaplar (+) sembolüyle, olumsuz cevaplar (-) sembolüyle, nötr cevaplar ise (±) sembolü ile gösterilmiştir.

Tablo 7. Mülakat Analizi

Mülakat Soruları	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6
Blok zinciri teknolojisini güvenilir mi?	+	+	+	+	+	+
Blok zincir teknolojisi gelecekte fiziksel ödemeleri ve resmi onayları ortadan kaldırabilir mi?	±	±	+	+	+	±
Blok zinciri teknolojisi ile lojistik ve taşımacılık alanında çığır açabilir mi?	+	+	±	+	±	±
Blok zinciri teknolojisi ekonomik otoriteleri ortadan kaldırabilir mi?	-	±	-	-	±	-

Blok zinciri teknolojisine bağılı geliştirilen yenilikçi sistemlerin düzenleme ve denetlenme ihtiyacı var mı?	+	+	+	+	+	+
Blok zinciri teknolojisi, şirket tedarik ve satın alma maliyetlerini daha verimli bir hale getirebilir mi?	+	+	±	±	+	-
Blok zinciri teknolojisine karşı önyargılar var mı?	+	+	+	+	+	+
Blok zinciri teknolojisi tedarik zincirini daha yalın bir hale getirebilir mi?	+	+	+	+	+	-
Blok zinciri teknolojisi tedarik zincirini daha çevik bir hale getirebilir mi?	+	+	+	+	+	+
Blok zinciri teknolojisi tedarik zincirini daha izlenebilir bir hale getirebilir mi?	+	+	+	+	+	+
Blok zinciri teknolojisi tedarik zinciri yönetimi için olmazsa olmaz bir teknoloji mi?	±	-	-	-	±	-
Blok zinciri teknolojisi ile tüm araçların ortadan kalktığı bir tedarik sistemi kurulabilir mi?	-	-	-	±	-	-
Blok zinciri teknolojisinin daha sağlıklı işlemesi için gereken kolektif (firmalar, sanayi odaları ve hükümetlerin ortak çalışması) anlayış sağlanabilir mi?	+	+	±	±	±	-

Blok zincir teknolojisi, tedarik zinciri yönetimindeki veri güvenliği, şeffaflık, verimlilik ve izlenebilirlik gibi potansiyel avantajları nedeniyle birçok firma tarafından ilgi görmüştür. Bu teknolojinin kullanımıyla tedarik zincirindeki katılımcılar arasında güvenilir bir veri paylaşımı ve işbirliği sağlanması, sahtecilikle mücadele edilmesi ve tedarik zincirinin daha etkin bir şekilde yönetilmesi amaçlanmıştır.

Ancak, Tradelens, Everledger ve Marco Polo gibi büyük ölçekli projelerin iflas etmesi, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde hala bazı zorluklarla karşı karşıya olduğunu ortaya koymuştur. Bu projelerin başarısızlığı, teknolojinin uygulama ve işletme maliyetleri, ölçeklenebilirlik, mevcut altyapılara entegrasyon ve yasal düzenlemeler gibi sorunlarla mücadele etmek zorunda olduğunu göstermektedir.

Özellikle büyük ölçekli tedarik zincirlerinde, binlerce hatta milyonlarca ürünün, tedarikçinin ve lojistik ağı katılımcıları arasında veri yönetimi, işlem hızı ve ölçeklenebilirlik gibi teknik zorluklar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri süreçlerine entegrasyonu mevcut sistemlere uyum sağlamak ve verimli bir şekilde çalışmak için zaman ve kaynak gerektirebilir.

Bununla birlikte, tedarik zincirindeki katılımcıların blok zincir teknolojisine geçişi, mevcut iş modellerini ve rolleri yeniden değerlendirmelerini gerektirebilir. Firma ve kuruluşlar, verilerini blok zincirine taşımanın yaratacağı avantajlar ve maliyetler arasında bir denge bulmalıdır.

Bu nedenle, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetimindeki potansiyelini gerçekleştirebilmesi için daha fazla Ar-Ge çalışması, teknik gelişme ve işletme modellerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, büyük ölçekli projelerin başarısızlıklarından dersler çıkararak ve sektördeki diğer firmaların tecrübelerini göz önünde bulundurarak, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetimi alanında daha güçlü bir temel oluşturulabilir. Bu şekilde, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde gerçekten devrim yaratma potansiyelinin önündeki engeller aşılabılır ve daha etkili bir şekilde benimsenmesi mümkün olabilir.

Türkiye'ye baktığımızda ise özellikle kamunun blok zincir teknolojisi konusunda istekli olduğu ve bu konuda yapılan projeleri teşvik ettiği görülmektedir. Özel sektörde Migros market zincirinin müşterilerine tarım ürünlerinin geriye doğru takibine yönelik bir blok zincir hizmeti sağladığı görülmektedir. Ancak yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve bu teknolojiye beklenen faydanın henüz tam olarak görülememesi, blok zincir teknolojisinin birlikte çalışma kültürüne dayanması ve bu kültürün ülkemizde henüz istenen seviyede benimsenmemesi ve şirket bilgilerinin paylaşımı konusunda ki hassasiyetler nedeniyle blok zincir teknolojisinin tedarik zincirinde ki uygulamaları

sadece birkaç örnekle sınırlı kalmıştır. Konu daha çok akademik seviyede takip edilmekte ve dünyada ki uygulamaların daha maliyet etkin bir seviyeye gelmesi takip edilmektedir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Küreselleşen dünya ve artan dış ticaret ile birlikte tedarik zincirleri çok geniş bir coğrafyaya yayılmış ve oldukça karmaşık bir hale gelmiştir. Tedarik zincirlerindeki katmanların artmasıyla aracı sayıları artmış ve çoğu manuel olarak gerçekleşen bilgi akışlarının takibi giderek daha zor bir hale gelmiştir. Bu zorluklar karşısında tedarik zincirlerini yönetmek için dijital çözüm önerileri kaçınılmaz bir seçenek oluşturmaktadır. Blok zincir teknolojisi bu dijital çözüm alternatiflerinden birisidir.

2008 yılında yaşanan finansal kriz sırasında Satoshi Nakamoto tarafından ortaya atılan blok zincir teknolojisi öncelik finans sektöründe uygulanmaya başlamış daha sonra farklı sektörlerde de uygulamalar geliştirilmiştir. Özellikle 2016 yılından itibaren dünya çapında blok zincir teknolojisi müthiş bir ivme yakalamış ve hype döngüsünde zirveye çıkmıştır. Bu tarihten itibaren blok zincir teknolojisi ile ilgili birçok kitap yazılmış ve konuyla ilgili akademik çalışmalar yapılmıştır. Konuyu ele alan uzmanların büyük bir kısmı blok zincir teknolojisini en az internet kadar devrim yaratma potansiyeline sahip bir teknoloji olarak tanımlamıştır. Geleceğin dünyasında blok zincir teknolojisinin finansmandan, ticarete, sağlıktan, sanata ve hatta oy kullanımı gibi tüm toplumu ilgilendiren konularda vazgeçilmez olacağı yönünde iddialar yer almıştır.

Blok zincir teknolojisi, kriptografi ile güçlendirilen ve dağıtık yapı sayesinde dışarıdan gelen tehditlere ve içeriden yapılacak manipülasyonlara karşı bilginin değişmezliğini sağlayan bir teknolojidir. Bu özelliği, özellikle birbirine güvenmeyen çeşitli coğrafyalardaki firmalar arasında aracı olmadan güvenli işlem yapma imkânı sunmaktadır.

Blok zinciri teknolojisini tedarik zincirindeki katma değer sunmayan ve sadece onay işlemi gerçekleştiren aracıları ortadan kaldıracığı, katma değer sunmayan bazı araçların ise katma değer sağlayacak şekilde dönüşeceği konusundaki görüşler öne çıkmaktadır. Kamu ve bankalar tedarik zincirinden tamamen çıkmayacak ancak blok zincir teknolojisine uygun bir yapıya dönüşerek sürecin içinde yer alacaklardır.

Aracıların ortadan kalkması tedarik süreçlerini aracı sayısı açısından yalınlaştıracak olmasına rağmen aynı zamanda daha karışık bir teknolojiyi kullanmak durumunda da bırakacaktır. Aracıların kalkması aynı zamanda aracı maliyetlerini de azaltacaktır.

Tedarik zinciri yönetiminde yanlış bilgi akışının tüm zinciri etkileyeceği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, şirket yöneticileri doğru bilgiye zamanında erişerek hem talep tahminlerini hem de pazar araştırmalarını doğru bir şekilde yaparak maliyet avantajı elde edebilirler. Tedarik zincirindeki hammadde sağlayıcıları, üreticiler ve müşteriler blok zincir teknolojisi ile doğru bilgiye kısa zamanda ve direk ulaşabilecektir. Bu da tedarik zincirinin daha çevik bir yapıya kavuşacağını göstermektedir.

Blok zincir teknolojisi ile daha hızlı gümrük işlemleri mümkün hale gelebilecek, dijital ve değiştirilemez kayıtlar sayesinde dış ticaretteki katma değer yaratmayan araçlar ve onaylara ihtiyaç duyulmayacaktır. Ayrıca ürün takibini zorlaştıran ve tedarik süreçlerini uzatan birçok manuel belgenin kullanımına gerek kalmayacaktır.

Tedarik zincirinin ileriye ve geriye dönük izlenebilirliği açısından blok zincir teknolojisi, önemli avantajlar sunmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminde izlenebilirlik, malzemelerin, ürünlerin ve hizmetlerin kaynaklarından başlayarak tüketiciye kadar geçtiği tüm süreçlerin takip edilmesi ve belgelenmesi anlamına gelir. Bu, ürünlerin doğrulanabilir, şeffaf ve güvenilir bir şekilde takip edilmesini ve izlenmesini sağlar. Özellikle gıda, ilaç ve kıymetli maden sektörlerinde izlenebilirlik çok önemlidir. Ancak burada izlenebilirlik için blok zincirin tek başına bir fayda sağlamayacağını, ürünlerin kimliklendirilmesi (karekod, barkod, RFID vb.), IoT ve sensörlerle birlikte kullanılması gerektiğini vurgulamak gerekmektedir.

Sunduğu tüm bu avantajlara rağmen blok zincir teknolojisi özellikle Bitcoin ile yakından ilişkilendirildiği ve Bitcoin borsasındaki fiyat dalgalanmaları nedeniyle bir ön yargıyla karşı karşıyadır. Bunun yanı sıra blok zincir teknolojisinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksekliği, şirketlerin dijitalizasyon süreçlerini tamamlayamamaları, bilgiyi paylaşma konusundaki tereddütleri ve kolektif çalışma zihniyetini tam olarak benimseyememeleri bu teknolojinin yaygınlaşmasında ki önemli engellerdir. Bu konudaki diğer bir engel ise teknolojinin günlük hayatta kullanımını teşvik etmek için kullanıcıların teknik altyapıyı anlaması ve kabul etmesidir. Aynı zamanda, mevcut düzenlemelerin ve yasal çerçevelerin

teknolojinin potansiyelini kısıtlamaması için güncellenmesi önemlidir. Özellikle veri gizliliği ve güvenlik konularında, blok zincir teknolojisinin geliştirilmesi ve uygulanması için güçlü standartlar ve en iyi uygulamaların belirlenmesi gerekmektedir.

Blok zincir teknolojisi, kolektif çalışma, bilgi paylaşımı ve maliyetlerin ortak karşılanması gibi zihniyet devrimine ihtiyaç duyan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, tedarik zinciri yönetiminde kullanılan blok zincir teknolojisi uygulamalarının hayatta kalabilmesi için kısa dönemde büyük firmalar ve devletler tarafından sübvansede edilmesi gerekebilir. Bu destek ve teşvikler blok zincir teknolojisini geliştirmek, olgunlaştırmak ve daha geniş kitlelere yaymak için önemli bir rol oynayabilir. Örneğin Batı Avrupa’da blok zincir uygulamaları büyük şirketler tarafından finanse edilmekte, Singapur ve Çin’de ise devlet blok zincir uygulamaları için araştırma enstitüleri kurmakta ve büyük teşvikler vermektedir. Özellikle Türkiye gibi bu teknolojiler için devasa bütçeler ayırabilecek firmaları bulunmayan ülkeler için devlet desteği büyük önem arz etmektedir.

Orta ve uzun vadede ise blok zincir teknolojisi benimsendikçe ve işbirlikçi rekabet ortamı oluştuğunda, bu teknolojinin tedarik zinciri yönetiminde büyük değişikliklere yol açabileceği görülmektedir. Blok zincir, tedarik zincirindeki tüm katılımcılar arasında güvenilir ve şeffaf bir veri paylaşımını mümkün kılarak, tedarik zincirinin etkinliğini artırabilir, sahtecilik ve yanıltıcı bilgilerle mücadele edebilir ve lojistik süreçlerini optimize edebilir.

2016 yılından itibaren hype döngüsünde zirveye ulaşan blok zincir teknolojisi, şimdilerde döngünün hayal kırıklığı aşamasına girmiştir. Gelecekte blok zincir teknolojisinin, bu hayal kırıklığı döneminden çıkarak verimlilik platosu aşamasına ulaşarak birçok alanda devrim yapma potansiyeline sahip olup olmadığını zaman gösterecektir.

Sonuç olarak: blok zinciri teknolojisinin kısa dönemde benimsenmesinin kolay görünmediğini, ancak orta ve uzun vadede benimsenmesinin artacağını, IoT, yapay zeka, akıllı sözleşme ve diğer teknolojilerle birlikte kullanıldığında lojistik ve tedarik zinciri yönetimi açısından çığır açabilecek nitelikte olduğunu,

Blok zincir teknolojisinin gelişmesi ile tedarik zincirindeki katma değer katmayan araçlar ortadan kalkacağını, bankalar ve hükümetlerin ise blok zincir teknolojisine

uyumlu bir yapıya dönüşeceğini,

Aracıların kalkması ve hızlı bilgi akışı sayesinde blok zincir teknolojisinin tedarik zincirlerini daha yalın ve çevik bir hale getireceğini,

Sunduğu tüm avantajlara rağmen birçok dezavantajı da içermesi nedeniyle blok zinciri teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde olmazsa olmaz bir teknoloji olmadığını,

Önümüzde ki süreçte hype döngüsünden çıkıp çıkamayacağının blok zinciri teknolojisi açısından belirleyici olacağını değerlendiriyorum.

Blok zincir teknolojisi ile ilgili kısıtlı sayıda mevcut çalışma, araştırmanın sınırları arasında yer almaktadır. Ancak gelecekte yapılacak ileri araştırmalarla, daha fazla çalışma ve kapsamlı araştırmalar gerçekleştirilebilir. Bu ileri araştırmalarda aşağıdaki konular ele alınabilir:

Sektörlere Özel Uygulamalar: Blok zincir teknolojisinin farklı sektörlerdeki uygulamaları incelenebilir. Örneğin, finans, sağlık, lojistik, perakende gibi farklı sektörlerde blok zincirin nasıl kullanıldığı, hangi avantajları sağladığı ve hangi zorluklarla karşılaşıldığı araştırılabilir.

Uygulama Önerileri: Blok zincir teknolojisinin farklı alanlarda nasıl kullanılabileceğine yönelik uygulama önerileri geliştirilebilir. Yani, potansiyel kullanım alanları ve yeni fırsatlar belirlenebilir.

Blok Zincir Kullanımının Artması ve Karşılaştırmalar: Blok zincir teknolojisinin kullanımının artması ile birlikte, mevcut kullanım örnekleri ve gerçek dünya uygulamaları üzerinde daha fazla karşılaştırmalı araştırmalar yapılabilir. Blok zincir kullanımının artmasıyla birlikte, teknoloji öncesi ve sonrası süreçler, maliyetler, verimlilik ve güvenilirlik gibi farklı açılardan karşılaştırmalar yapılabilir.

Veri Paylaşımının Artması: Blok zincir teknolojisinin daha yaygın hale gelmesiyle birlikte, farklı katılımcıların ve sektörlerin veri paylaşımındaki değişimleri araştırılabilir. Blok zincirin veri paylaşımına olan etkisi ve veri güvenliği üzerindeki etkileri incelenebilir.

KAYNAKÇA

- A24 İnternet Sitesi. (2023). Blok Zincirinin Dış Ticaretteki Kullanımı Yaygınlaşıyor. Ekim 25, 2022 tarihinde <https://www.a24.com.tr/blok-zincirinin-dis-ticaretteki-kullanimi-yayginlasiyor-haberi-40224721h.html?h=6> bu adresten alınmıştır.
- Academy, Binance (2019). Digital İmza Nedir? Kasım 25, 2022 tarihinde <https://academy.binance.com/tr/articles/what-is-a-digital-signature> bu adresten alınmıştır.
- Akben, İ., Güngör, A. (2018). Tedarik Zinciri ve Yalın Tedarik Zinciri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1-12.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., ve Yıldırım, E. (2010). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı*. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- Ballou, R. (2004). *Business Logistics/supply Chain Management*. Case Western Reserve University.
- Bitpanda. (2021). Proof of Work (PoW) nedir? Haziran 16, 2022 tarihinde <https://blog.bitpanda.com/tr/proof-of-work-pow-nedir> bu adresten alınmıştır.
- Bitpanda. (2021). Proof of Stake (PoS) nedir? Haziran 16, 2022 tarihinde <https://blog.bitpanda.com/tr/proof-of-stake-pos-nedir> bu adresten alınmıştır.
- Buttafoco, O. (2019). *Emerging Solutions For The Improvement Of Food Traceability In The EU: Examining The Use Of Blockchain Technology For Tracing Extra Virgin Olive Oil (EVOO)*. [Yüksek Lisans Tezi] Haziran 22, 2023 tarihinde <http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:1347063/FULLTEXT01.pdf> bu adresten alınmıştır.
- Büyüközkan, G. (2022). Metaverse ve Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları. F. Esen içinde, *Metaverse, Geleceğin Dünyalarını İnşa Edecek Teknolojiler, Fırsatlar ve Tehditler*. 486-503. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

- Cointelegraph Türkiye*. (2023). Çin, Ulusal Blokzincir Araştırma Merkezini Açıyor. Kasım 28, 2023 tarihinde <https://tr.cointelegraph.com/news/china-to-launch-national-blockchain-research-center> bu adresten alınmıştır.
- Çalık, N. (2020). *Tedarik Zincirinde Blok Zincir Teknolojisi ve Uygulamaları*. (Tez no: 640761) [Yüksek Lisans Tezi / İstanbul Ticaret Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Danyal, D. (2020). Dağıtık Defter Teknolojisi DLT ve Çeşitleri. Aralık 24, 2023 tarihinde <https://devrimdanyal.medium.com/da%C4%9F%C4%B1t%C4%B1k-defter-teknolojisi-dlt-ve-%C3%A7e%C5%9Fitleri-e288b6544232> bu adresten alınmıştır.
- Doğantuna, T. (2019). *Blokzincir Teknolojisi ile Rekolte Tahmin Platformu Tasarlamak*. (Tez no: 586795) [Yüksek Lisans Tezi / Ankara Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Dubey, P. (2022). Konteyner Nakliye Şirketi Maersk Blockchain Platformunu Kapattı. Mart 24, 2023 tarihinde <https://bitnation.co/tr/maersk-shuts-down-its-blockchain-platform-tradelens/> bu adresten alınmıştır.
- Erdal, E., Ergüzen, A. (2020). Nesnelerin İnterneti (IoT). *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 25-34.
- Eymen, U. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetimi*. Kaliteofisi Yayınları.
- Gartner. (2017). *Leading the IoT*. Şubat 15, 2023 tarihinde https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf bu adresten alınmıştır.
- Geliyoo Bilişim . (2018). *Ürün Tedarik Zinciri İçin Blockchain Çözümü*. Mayıs 01, 2023 <https://www.geliyoobilisim.com/urun-tedarik-zinciri-icin-blockchain-cozumu/> bu adresten alınmıştır.
- Gürbüz, S., Şahin, F. (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*. Ankara : Seçkin Yayıncılık.

Güven,V., Şahingöz,E. (2018). *Blokszincir Kripto Paralar Bitcoin*. İstanbul: Kronik Yayınevi.

Habertürk. (2020). Migros'ta Blockchain Uygulaması Başladı. Mayıs 05, 2023 tarihinde <https://www.haberturk.com/migros-ta-blockchain-uygulamasi-basladi-2897762-ekonomi> bu adresten alınmıştır.

Harvard Business School Publishing Corporation. (2019). *Dijital Dönüşüm Blok Zinciri*. Optimist .

İndap, Ş. (2022, Ocak). *Tarım-Gıda Tedarik Zincirinde İzlenebilirlik ve Gıda Güvenliği İçin Blok Zinciri: Kiraz Ürünü Uygulaması*. (Tez no: 718948) [Doktora Tezi / Maltepe Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Investing. (2019). *Carrefour, Blockchain ile Satış Artışı Yaşıyor*. Nisan 27, 2023 tarihinde <https://tr.investing.com/news/cryptocurrency-news/carrefour-blockchain-ile-sats-arts-yasyor-572341> bu adresten alınmıştır.

İrak, G., Topçu, Y.E. (2020). Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Teknolojisinin Uygulanmasının Maliyetler Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 171-185.

Kalkınma Bakanlığı. (2018). *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Şubat 27, 2023 <https://www.sbb.gov.tr/ozel-ihisas-komisyonu-raporlari/#1668675990514-384a7e2d-aef7> bu adresten alınmıştır.

Lee, H.L. ve Billington C. (1997). “*Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls And Opportunities*”. *La Londe*, 65-73.

Mamoru. (2023). *Konsensüs Algoritması Nedir? Konsensüs Algoritması Türleri*. Mart 27, 2023 tarihinde <https://blog.mamoru.com/tr/konsens%C3%BCs-algoritmas%C4%B1-nedir-konsens%C3%BCs-algoritmas%C4%B1-t%C3%BCrleri> bu adresten alınmıştır.

- Tanyaş, M. (2020). *Koronavirüs Salgını Tedarik Zincirlerini Kırdı*. Ekim 02, 2022 tarihinde <http://www.loder.org.tr/tr/haber/duyurular.html> bu adresten alınmıştır.
- Tanyaş, M. (2023). *Tedarik Zinciri Yönetimi*. Ocak 04, 2023 tarihinde <https://www.theprowess.net/yazilar/tedarik-zinciri-yonetimi> bu adresten alınmıştır.
- Tapscott, D. (2020). *Supply Chain Revolution*. Toronto: Barlow Books Yayınları.
- Tapscott,D., Tapscott,A. (2022). *Blokzincir devrimi*. İstanbul: Scala Yayıncılık.
- techinside. (2019). *Blockchain Türkiye Platformu (BCTR) küresel ölçekte örnek bir model oldu*. Mayıs 22, 2023 tarihinde <https://www.techinside.com/blockchain-turkiye-platformu-bctr-kuresel-olcekte-ornek-bir-model-oldu/> bu adresten alınmıştır.
- Teoman, S. (2020). Dijital Dönüşümün Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimine Yansımaları. G. A. Telli içinde, *Dijital Dönüşüm* (s. 357-397). İstanbul: Maltepe Üniversitesi Kitapları.
- Topçu, B.A., Sarıgül, S.S. (2020). Dünyada ve Türkiye’de Blok Zinciri Teknolojisi: Finans Sektörü, Dış Ticaret ve Vergisel Düzenlemeler Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27-39.
- Türkiye Rehberi. (2023). *Tedarik Zinciri Yönetimi Tasarımı*. Mayıs 21, 2023 tarihinde <https://www.turkiye-rehberi.net/Tedarik-Zinciri-Y%C3%B6netimi-Tasar%C4%B1m%C4%B1> bu adresten alınmıştır.
- Ulukan, G. (2022). *Togg, Blockchain Çözümleri İçin Ava Labs İle Anlaştı*. Haziran 02, 2023 tarihinde <https://webrazzi.com/2022/01/07/togg-blockchain-isleri-icin-ava-labs-ile-anlasti/> bu adresten alınmıştır.
- Unurjargal, E. (2019). *Blockchain-Supported Food Supply Chain Reference Architecture*. UNIST.
- Usta, A., Doğanterkin, S. (2017). *Blockchain 101*. Bankalararası Kart Merkezi.

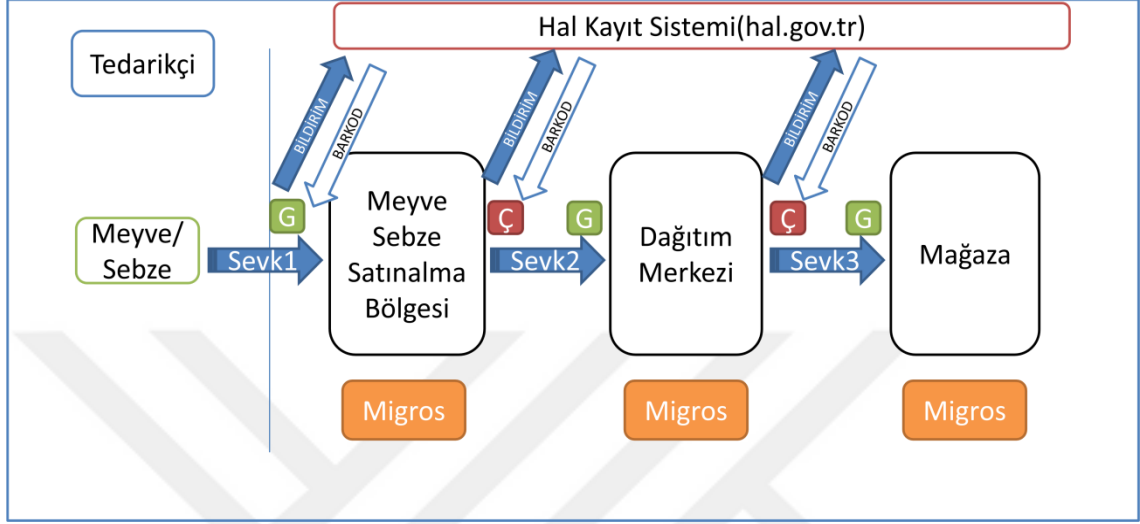
- Üretim Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu. (2022). *Sürdürülebilir Tedarik Zinciri İçin Blokzinciri Uygulamaları*. Türkiye Bilişim Vakfı.
- Üretim, Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu. (2021). *Tedarik Zincirleri ve Uluslararası Ticaret İçin Blok Zincirleri*. İstanbul: Türkiye Bilişim Vakfı.
- VeChain. (2023). *Transparent Supply Chain Solution*. Mayıs 07, 2023 tarihinde <https://www.vechain.com/solution?item=s2> bu adresten alınmıştır.
- Vikipedi. (2023). *Nesnelerin interneti*. Nisan 25, 2023 tarihinde https://tr.wikipedia.org/wiki/Nesnelerin_interneti bu adresten alınmıştır.
- Vikipedi. (2023). *Kriptografi*. Nisan 29, 2023 tarihinde <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kriptografi> bu adresten alınmıştır.
- Williams, S. (2020). *Blok Zinciri: Gelecekteki Her Şey*. İstanbul: Kaknüs Yayınları.
- Wüst K, Gervais A. (2017). Do You Need a Blockchain? *Crypto Valley Conference on Blockchain Technology*, (s. 3).
- Yavuz, E., Avunduk, H. (2021). Tedarik Zinciri Yönetiminde Blok Zincir Teknolojisinin Kullanımı. *Izmir democracy university social sciences journal*, 33-56.
- Yavuz, N. (2021). *Blockchain Teknolojisini Kullanan Dünyaca Ünlü 50 Şirket*. Mart 24, 2023 tarihinde <https://www.coinkolik.com/blockchain-teknolojisini-kullanan-dunyaca-unlu-50-sirket/> bu adresten alınmıştır.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, Ö. (2019). *Dijital Tedarik Zincirinden Blok Zincir Teknolojisine Paradigma Sıçraması ve Dijital Paralar*. (Tez no: 569590) [Yüksek Lisans Tezi / Hasan Kalyoncu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yıldız, B. (2019). *Dijital Dönüşüm Sürecinde Blok Zinciri Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler*. Aralık 21, 2022 tarihinde <https://www.researchgate.net/>

publication/337171422_DIJITAL_DONUSUM_SURECINDE_BLOK_ZINCIR
I_TEKNOLOJISI_ve_AKILLI_SOZLESMELER bu adresten alınmıştır.



EKLER

Ek-1. Migros Blockchain ile Meyve Sebze Hal Kayıt Sistemi



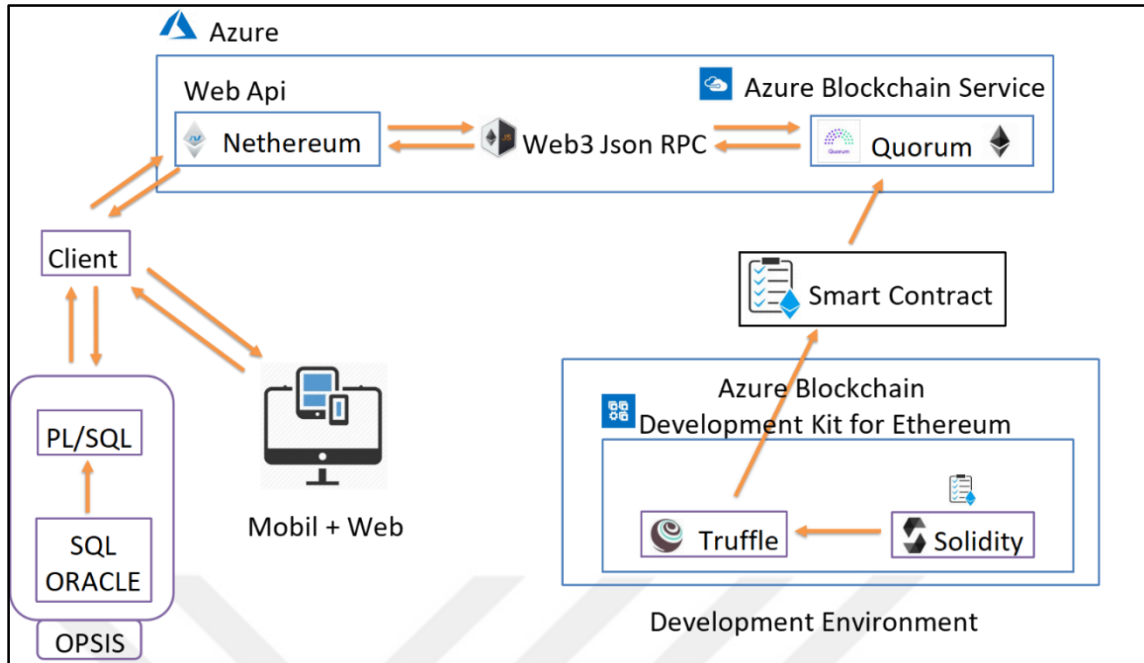
Hal Kayıt Sistemi HKS Nedir?

Projenin Amacı:

- Migros meyve/sebze kategorisi ürünlerinde güven ve izlenebilirlik pratiğini arttırmak.
- Uygulanabilir proje ile blockchain teknolojisini öğrenmek ve kullanmak.
- Gerçek senaryolar kullanarak teknolojiyi test etmek.

Neden HKS'yi Seçtik:

- Meyve/sebze tedarik zinciri izlenebilirliğinin ülkemiz ve şirketimiz için önemli olması.
- Kanunen meyve/sebze hareketlerine ülke çapında unique bir numara atanması.
- Birçok tarafın sistemde bulunması ve taraflar arasında güven unsurunun önemli olması.



Migros Blockchain Mimarisi

- RPC Tabanlı Blockchain Servisi, **Ethereum**
- Ethereum Smart Contract geliştirilmesi için en yaygın ve bilinen programlama dili, **Solidity**
- Lokal testing ve geliştirme sürecinde local Ethereum istemcisi, **Ganache**
- Smart Contract geliştirme ve deploy sürecinin sadeleşmesi için **Thruffle**
- **Microsoft Azure Blockchain Service & WebApps (API)**
- Ethereum ile RPC üzerinden haberleşmek için, **Nethereum**
- **Azure Development Kit for Ethereum**
- Ethereum istemcisi ile Json RPC kullanarak iletişim kurma, **WEB3**

Biz Ne Yaptık:

- HKS sistemine uygun altyapı ve mimariyi oluşturduk.
- Migros meyve sebze kategorisinde HKS numarası ile birlikte Ürün Üretici Kalite Hareket bilgilerinin Blockchain'e yazılmasını sağladık.

- HKS barkodları ile Blockchain'den sorgulama yapılmasını sağladık.

Sonraki Aşamalar ve Hedefimiz:

- Meyve sebze operasyonu ile ilgili diğer tarafların Blockchain'e eklenmesi. (üretici, akredite kuruluşları, lojistik firmaları, vb.)
- Yeni tarafların kendi fonksiyonları çerçevesinde Blockchain'e erişimini sağlamak.
- Blockchain teknolojilerinin farklı alanlarda kullanımını yaygınlaştırmak.



Ek-2. Derinlemesine Mülakat Formu

Bu çalışma, Maltepe Üniversitesi'nde Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi dalında yüksek lisans yapan Murat Usta tarafından Dr. Burak Küçük danışmanlığında hazırlanan yüksek lisans tezidir. Tez, Blok Zinciri Teknolojisi'nin tedarik zinciri alanında nasıl kullanılabileceğini araştırmayı amaçlamaktadır.

Tez, Blok Zinciri Teknolojisi'nin tedarik zinciri alanındaki etkilerini ölçmek için 14 adet sorudan oluşmaktadır.

Bu sorular, çalıştığınız sektör ve kişisel tecrübeleriniz doğrultusunda blok zincir teknolojisinin tedarik zincirinde uygulanması konusundaki görüşlerinizi belirlemeyi hedeflemektedir. Dolayısıyla, çalışmada sizin tedarik zincirine yönelik deneyim ve bilginize dayanarak bu soruların cevaplanması beklenmektedir. Göstereceğiniz ilgi için şimdiden teşekkür ederim.

Saygılarımla,

Murat Usta

S.Nu	Mülakat Soruları
1	Kendiniz ve Blok Zincir Teknolojisi ile ilginiz hakkında kısaca bilgi verebilir misiniz?
2	Blok zinciri teknolojisini güvenilir buluyor musunuz?
3	Blok zinciri teknolojisinin gelecekte fiziksel ödemeleri ve resmi onayları ortadan kaldıracığını düşünüyor musunuz?
4	Blok zinciri teknolojisi ile lojistik ve taşımacılık alanında çığır açacağını düşünüyor musunuz?
5	Blok zinciri teknolojisinin ekonomik otoriteleri ortadan kaldıracığına inanıyor musunuz?
6	Blok zinciri teknolojisine bağlı geliştirilen yenilikçi sistemlerin düzenleme ve denetlenme ihtiyacı olduğunu düşünüyor musunuz?
7	Blok zinciri teknolojisi, şirket tedarik ve satın alma maliyetlerini daha verimli hale getirdiğini veya getireceğini düşünüyor musunuz?
8	Blok zinciri teknolojisine karşı önyargılar olduğunu düşünüyor musunuz?
9	Sizce blok zinciri teknolojisi tedarik zincirini daha yalın bir hale getirebilir mi?
10	Sizce blok zinciri teknolojisi tedarik zincirini daha çevik bir hale getirebilir mi?
11	Sizce blok zinciri teknolojisi tedarik zincirini daha izlenebilir bir hale getirebilir mi?
12	Sizce blok zinciri teknolojisi tedarik zinciri yönetimi için olmazsa olmaz bir teknoloji mi?
13	Blok zinciri teknolojisi ile tüm araçların ortadan kalktığı bir tedarik sistemi kurulabilir mi?

14	Blok zinciri teknolojisinin daha sağlıklı işlemesi için gereken kolektif (firmalar, sanayi odaları ve hükümetlerin ortak çalışması) anlayış sağlanabilir mi? Bu konuyu nasıl değerlendiriyorsunuz?
----	--



ÖZGEÇMİŞ

MURAT USTA

Eğitim

Lisans 1996-2001 Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Maliye Bölümü

İş/İstihdam

1998-2003 Satış Elemanı (Migros Türk TAŞ)
2003-2014 Lojistik Yöneticiliği (Kara Kuvvetleri Komutanlığı)
2014-2016 Lojistik Branşı Öğretim Görevlisi (Kara Kuvvetleri Komutanlığı)
2016-2018 Lojistik Yöneticiliği (Kara Kuvvetleri Komutanlığı)
2018-2023 Konsept Analiz ve Geliştirme (Kara Kuvvetleri Komutanlığı)
2023 İhale Komisyon Başkanlığı (Milli Savunma Bakanlığı)

Mesleki Birlik/Dernek Üyelikleri (Varsa)

Yıl	Kurum
2022 -	LODER

Alınan Burs ve Ödüller (Varsa)

Yıl	Burs/Ödül
2017	Üstün Hizmet ve Cesaret Ödülü
2021	Yüksek Lisans Eğitim Bursu (Maltepe Üniversitesi)

