



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÜRÜNLERİN TEDARİKÇİDEN TÜKETİCİYE ULAŞMASINI
TAKİP EDECEK BİR BLOK ZİNCİRİ SİSTEMİNİN
TASARLANMASI**

Reyhan YILMAZ

Enformatik Anabilim Dalı

Enformatik Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Selim YAZICI**

Mayıs, 2019

İSTANBUL

Bu alışma, 19.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enformatik Anabilim Dalı, Enformatik Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Selim YAZICI(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımlarından dolayı çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Selim YAZICI'ya içtenlikle teşekkür ederim.

Enformatik bölümünde öğrenim görmem için beni kabul eden mülakat heyetindeki başta Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN hocama, Yrd. Doç. Dr. Zerrin AYVAZ REİS hocama ve öğrenim programım boyunca çok değerli bilgiler edindiğim tüm öğretim üyesi ve öğretim görevlisi değerli hocalarıma çok teşekkür ederim. Öğrenim gördüğüm esnada Erasmus Programı ile yurtdışına gitme sürecimde çok değerli destekler sağlayan çok değerli hocam Prof. Dr. Sevinç HATİPOĞLU hayatımda yeni ufuklar açılmasına katkı sağladı, çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca en büyük destekçim olan aileme teşekkürü borç bilirim.

Mayıs, 2019.

Reyhan YILMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ.....	xi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. AMAÇ	2
1.2. ÖNEM	2
2. GENEL KISIMLAR.....	4
2.1. TANIMLAR	4
2.1.1. Veri	4
2.1.2. Veri Tabanı	6
2.1.3. Kriptografi	7
2.1.4. Kripto Anahtarı.....	9
2.1.5. Hash Fonksiyonu	10
2.2. BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ	10
2.2.1. Blockchain Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi.....	10
2.2.2. Bitcoin	10
2.2.3. Bitcoin Yapısı.....	12
2.2.3.1. Blok Başlığı	12
2.2.3.2. Zorluk Seviyesi.....	14
2.2.4. Cüzdan	15
2.2.5. Mempool.....	18
2.2.6. Madencilik.....	19
2.2.7. Madenci Havuzu.....	20
2.2.8. Güvenlik Sorunu - %51 Saldırısı.....	20
2.2.9. %51 Saldırısı İçin Çözüm Önerileri	22
2.3. ETHEREUM	22

2.3.1.	Akıllı Kontrat.....	24
2.3.2.	DAO	25
2.4.	BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİNİN SAĞLAYACAĞI FAYDALAR.....	26
2.4.1.	Değiştirilmeye Karşı Korumalı (Tamper-Proof)	27
2.4.2.	Şeffaflık (Transparency).....	27
2.4.3.	Güvenlik (Security)	27
2.4.4.	Gerçeklik (Authenticity).....	27
2.4.5.	Denetlenebilirlik (Auditability)	28
2.4.6.	Birlikte Çalışabilir (Interoperable)	28
2.4.7.	Maliyet Açısından Verimli (Cost-Efficient).....	28
2.4.8.	Gerçek Zamanlı ve Çevik (Real-time and Agile).....	28
2.4.9.	Halka Açık (Public).....	28
2.4.10.	Süreklilik	29
2.5.	BLOCKCHAIN İLE DÖNÜŞÜM	29
2.5.1.	Bankacılık.....	29
2.5.2.	Mesajlaşma Uygulamaları	29
2.5.3.	Yatırım Fonları	29
2.5.4.	Seçimler.....	30
2.5.5.	İnternette Kimlik Doğrulaması.....	30
2.5.6.	Kritik Altyapıların Güvenliği	30
2.5.7.	Paylaşımlı Araç Kullanımı	30
2.5.8.	İnternet Reklamcılığı	30
2.5.9.	Kripto Borsaları	30
2.5.10.	Eğitim ve Akademi.....	31
2.5.11.	Araç Satışı ve Kiralama.....	31
2.5.12.	Endüstriyel IoT ve Ağlar	31
2.5.13.	Bulut Depolama.....	31
2.5.14.	Bulut Bilişim	31
2.5.15.	Tahmin Sistemleri	32
2.5.16.	Müzik ve Eğlence Sektörü.....	32
2.5.17.	Hisse Senedi İşlemleri	32
2.5.18.	Emlak ve Gayrimenkul.....	32
2.5.19.	Sigortacılık	32
2.5.20.	Sağlık Hizmetleri.....	33

2.5.21.	Tedarik Zinciri Yönetimi.....	33
2.5.22.	Enerji Yönetimi	33
2.5.23.	Spor Yönetimi	33
2.5.24.	Müşteri Sadakat Programları	33
2.5.25.	Devlet Hizmetleri ve Kamu Kayıtları.....	34
2.5.26.	Ateşli Silahların Takibi.....	34
2.5.27.	Vasiyet ve Miras	34
2.5.28.	Perakende	34
2.5.29.	Hayır Kurumları	34
2.5.30.	Kanuni Uygulamalar	35
2.5.31.	İnsan Kaynakları.....	35
2.5.32.	Kurumsal Yönetim	35
2.5.33.	Kredi Kayıtları.....	35
2.5.34.	3 Boyutlu Yazıcıların Kullanımı ve Üretim	35
2.5.35.	Kitlesel Fonlama.....	36
2.5.36.	Emtia Destekli Para Birimi.....	36
2.5.37.	Kütüphaneler	36
2.5.38.	Yayıncılık	36
2.5.39.	Balıkçılık	36
2.5.40.	Fotoğrafçılık	36
2.5.41.	Sosyal Yardım Ödemeleri	37
2.5.42.	Video Yayını	37
2.5.43.	Oyun	37
2.5.44.	Yiyecek ve İçecek.....	37
2.5.45.	Hava Taşımacılığı.....	37
2.5.46.	Ziraat ve Bitkiler.....	38
2.5.47.	Şans Oyunları – Kumar	38
2.5.48.	Eczacılık	38
2.5.49.	Karayolu Taşımacılığı	38
2.5.50.	Atık Yönetimi	39
2.6.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ.....	39
2.6.1.	Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi.....	40
2.6.2.	Tedarik Zinciri Yönetiminde Yaşanan Zorluklar	41
2.6.3.	TZ’de Yaşanan Zorlukların Blockchain İle Çözümü	42

2.6.4. Gıda TZ’de Yaşanan Problemler ve Blockchain Teknolojisi.....	44
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	46
3.1. BLOCKCHAIN ÇALIŞMA PLATFORMU	46
3.1.1. Docker Platformu	46
3.1.2. Hyperledger Composer Playground	49
3.2. GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDE BLOCKCHAIN UYGULAMASI	56
3.2.1. Gıda Tedarik Zincirinde Soğuk Zincirin Önemi	56
3.2.2. Gıda Güvenliği ve HACCP Standartları.....	56
3.2.3. Soğuk TZ’de Yaşanan Zorluklar	58
3.2.3.1. <i>Modelin Uygulanması ve BC ile Çözüm Geliştirilmesi</i>	59
3.2.3.2. <i>Çözümün Uygulanması</i>	62
4. BULGULAR.....	71
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	74
5.1. ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR.....	77
EKLER	83
ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Lebombo Kemiği (Baxter, 1989).....	5
Şekil 2.2: <i>Skytale</i> : İlk kriptografi aracı (Uni-Passau, 2005).....	8
Şekil 2.3: Bitcoin için blockchain yapısı (Ponteves & Eremenko, What is Blockchain, 2018).....	11
Şekil 2.4: Bitcoin blockchain yapısı (Ponteves & Eremenko, How Mining Works, 2018).....	12
Şekil 2.5: Bitcoin blok yapısında bulunan bilgiler (Blockchain, 2019).....	13
Şekil 2.6: Bitcoin blockchain yapısında zorluk seviyesi şeması (Ponteves & Eremenko, Understanding Mining Difficulty, 2018).	15
Şekil 2.7: Özel anahtar, genel anahtar ve bitcoin adresi (Ponteves & Eremenko, Public Key vs Bitcoin Address, 2018).....	16
Şekil 2.8: Bitcoin cüzdana para girişi ve çıkışı (Nakamoto, Bitcoin, 2009).....	17
Şekil 2.9: <i>UTXOs</i> : Doğrulanmamış transfer kayıt çıktıları (Ponteves & Eremenko, Transactions and UTXO's, 2018).	17
Şekil 2.10: Kendine para üstü göndermek (Ponteves & Eremenko, Transactions and UTXO's, 2018).....	18
Şekil 2.11: Blok eklenmesinden önce mempool (Ponteves & Eremenko, How Do Mempools Work, 2018).....	18
Şekil 2.12: Blok eklendikten sonraki mempool (Ponteves & Eremenko, How Do Mempools Work, 2018).....	19
Şekil 2.13: Saldırıdan önceki blockchain yapısı (Sinnige, 2018).	21
Şekil 2.14: Saldırıdan sonraki blockchain yapısı (Sinnige, 2018).	21
Şekil 2.15: Organizasyon şeması (Mintzberg, 1979).....	24
Şekil 2.16: Akıllı kontrat (Ponteves & Eremenko, Decentralized Autonomous Organizations (DAOs), 2018).....	25
Şekil 2.17: Tedarik zinciri yönetiminde yaşanan başlıca sorunlar (McDermott, Using Blockchain For Supply Chains, 2017).....	44

Şekil 3.1: Docker platform yapısı (Docker, 2019).....	46
Şekil 3.2: Docker kurulum dosyalarının bulunduğu web sitesi (Docker, Docker Desktop, 2019).....	47
Şekil 3.3: Windows powershell çalıştırılması.....	48
Şekil 3.4: Docker platform üzerine hyperledger composer playground kurulumu yapılması.....	49
Şekil 3.5: Docker platform üzerine hyperledger composer playground çalıştırılması.....	50
Şekil 3.6: Hyperledger composer playground karşılama sayfası.....	51
Şekil 3.7: Blockchain network oluşturma sayfası.....	52
Şekil 3.8: Yeni blockchain network tanımlama sayfası.....	53
Şekil 3.9: Yeni oluşturulan blockchain network.....	53
Şekil 3.10: Çalışmaya hazır blockchain network.....	54
Şekil 3.11: Hyperledger Composer Blockchain Yapısı (Hyperledger, 2019).....	55
Şekil 3.12: Soğuk zincir lojistik akışı (İzer, 2017).	57
Şekil 3.13: Taşıma sıcaklıklarına göre bazı ürünler (http://www.polarxp.com.tr/tasima/isi-derecesine-gore-tasima.asp).....	58
Şekil 3.14: Üretimden tüketiciye kadar tedarik zinciri (https://tech.ambrosus.com/).....	61
Şekil 3.15: Sıcaklık bilgisi okunur ve kaydedilir.....	65
Şekil 3.16: Kargonun kabul edilmesi.....	66
Şekil 3.17: Taşıma sonucunda ödeme gerçekleşmiştir.	66
Şekil 3.18: İzin verilenden düşük sıcaklık değeri için ceza uygulaması.....	67
Şekil 3.19: Sıcaklık limitinin üstüne çıkılması durumunda uygulanan ceza.	68
Şekil 3.20: İşlem geçmişİ.....	69
Şekil 3.21: Geçmişteki kayıtlardan birisine ait detay bilgisi.	70

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Okunan sıcaklıklara göre transfer bilgisi. 68



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
----------	----------

kB	: Kilobyte
-----------	------------

Kısaltmalar	Açıklama
-------------	----------

BC	: Blockchain
-----------	--------------

BTC	: Bitcoin
------------	-----------

DAO	: Decentralized Autonomous Organization
------------	---

ETC	: Ethereum Klasik
------------	-------------------

ETH	: Ethereum
------------	------------

IoT	: Internet of Things
------------	----------------------

MB	: Megabyte
-----------	------------

NIST	: National Institute of Standards and Technology
-------------	--

SHA	: Secure Hash Algorithm
------------	-------------------------

TON	: Telegram Open Network
------------	-------------------------

TZ	: Tedarik Zinciri
-----------	-------------------

TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
------------	----------------------------

TZYPK	: Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi
--------------	--

UTXO	: Unspent Transaction Output
-------------	------------------------------

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜRÜNLERİN TEDARİKÇİDEN TÜKETİCİYE ULAŞMASINI TAKİP EDECEK BİR BLOK ZİNCİRİ SİSTEMİNİN TASARLANMASI

Reyhan YILMAZ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enformatik Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Selim YAZICI

Bu araştırmada gıda tedarik zinciri yönetiminde yaşanan zorlukların çözümü için Blockchain teknolojisinin kullanılması ile ilgili bir öneri kurgulanmıştır. Önerinin iyi anlaşılabilmesi için öncelikle çözüm üretmek amacı ile kullanılacak olan Blockchain teknolojisi açıklanmıştır. Blockchain teknolojisinin ortaya çıkmasını sağlayan Bitcoin teknolojisi anlatıldıktan sonra yüksek güvenlik sağlamak için kullanılan Kriptografi hakkında bilgiler verilmiştir. Bitcoin teknolojisinin çalışması için gerekli olan Cüzdan, Mempool, Madencilik gibi terimler açıklanarak yenilikçi bir veri kaydetme yöntemi olan Blockchain teknolojisi ile kaydedilen verilerin değiştirilemez olmasını sağlayan yöntem açıklanmıştır. Blockchain teknolojisi ile ilgili bir güvenlik açığı olan %51 saldırısı ve önlem almak için yapılabilecek çalışmalara değinilmiştir.

Blockchain teknolojisi kullanarak sadece değer transferi kayıtlarının yapılmasından öte olanakları mümkün kılan Ethereum teknolojisi ve merkezi olmayan, kendiliğinden çalışan organizasyonlar (DAO) ile akıllı kontratlar hakkında bilgiler sunulmuştur. Yenilikçi çalışma şekilleri ortaya koyan Blockchain sayesinde dönüşüm yaşanması muhtemel 50 sektör hakkındaki öngörülere yer verildikten sonra bu sektörlerden birisi olan Tedarik Zinciri Yönetimi konusuna odaklanılarak yaşanan zorluklar ve bu zorluklara Blockchain ile getirilebilecek çözümler açıklanmıştır.

Çalışmanın sonuç kısmında tedarik zinciri yönetimi için kullanılabilecek bir sistemin kavramsal yapısını açıklamak amacıyla çalışan bir Blockchain örneği sunulmuştur. Örneğin hazırlanması için IBM tarafından desteklenen Hyperledger yapısı tercih edilmiş, çalışma platformu olarak Windows işletim sistemi üzerinde çalışan Docker platformu kullanılmış, prototip uygulama geliştirmek için Hyperledger Composer Playground uygulaması kullanılmıştır. Örnek uygulamada bir tedarikçiden alınıp tüketiciye taşınan ürünün yoldaki sıcaklık bilgilerinin okunması ve kaydedilmesi sağlanmış, taşıma sonucunda ürün kabul edildiğinde taraflar arasındaki para alışverişinin akıllı kontrata göre mutabakatı sağlanmıştır.

Blockchain teknolojisi, geçmişe dönük kayıtların değiştirilemez olmasını sağladığından dolayı Tedarik Zinciri Yönetiminde zincirin tarafları arasında güvenli iş birliği yapılmasını mümkün kılmaktadır.

Mayıs 2019, 101 sayfa.

Anahtar kelimeler: Blockchain, bitcoin, nonce, akıllı kontrat, tedarik zinciri yönetimi.

SUMMARY

M.Sc. THESIS

DESIGN A SYSTEM TO MONITOR THE TRANSPORTATION PROCESS FROM SUPPLIER TO CONSUMER BY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Reyhan YILMAZ

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Informatics

Supervisor : Prof. Dr. Selim YAZICI

There is proposal has been made about to solve the problems in food supply chain management by using Blockchain technology in this thesis. In order to understand the proposal, the Blockchain technology which will be used to generate solution has been introduced. Bitcoin technology which was created Blockchain has been explained. Information about cryptography provided which is one of key future of high security. Terms such as Wallet, Mempool, Mining are explained which are necessary to work with Bitcoin. There is information about in innovative data recording method which provides tamper-proof data protection in Blockchain technology. There is information about %51 attack problem in Blockchain which is a security vulnerability and countermeasures suggested about the attack.

There is information provided about Ethereum technology which provides technologies beyond transfer records such as smart contract and Decentralized Autonomous Organizations (DAO). Blockchain provides innovative methods which will transform industries and there are predictions for 50 sectors which will affected by Blockchain then focused to solve difficulties by using Blockchain in Supply Chain Management which is one of these sectors.

There is a proof of concept system example which is a working Blockchain simulator can be used for supply chain management introduced at the end of study. Hyperledger technology which is supported by IBM was preferred as infrastructure of POS platform. The Docker Container platform used to create example on the Windows 10 Pro Operation System. Hyperledger Composer Playground has been used to create POS application. There is a shipment transfers process from grower to importer in example application. There is two main action in example application. One of them is reading temperature and second one is receiving container. There is money transfer process from importer to grower after successful shipment receive.

Blockchain technology provides tamper-proof data record method which establishes secure collaboration between different companies which are working all together in Supply Chain Management.

May 2019, 101 pages.

Keywords: Blockchain, bitcoin, nonce, smart contract, supply chain management.

1. GİRİŞ

Her alanda yaşanan tüm gelişmeler ve ilerlemeler, ihtiyaçları karşılamak için gerçekleşmektedir. Bugün teknolojide yaşanan gelişmelerin tamamı, insanların ya da diğer varlıkların ihtiyaçlarını karşılamaya yöneliktir. Daha az zaman ve emek harcayarak, daha az kaynak kullanarak ve daha kısa sürede ortaya çıkarılabilecek ürün ve hizmetleri müşterilere ulaştırmak için her alanda kıyasıya bir rekabet hali sürüp gitmektedir.

Özellikle 1900'lü yılların başından itibaren dünya nüfusunun hızla artmaya başlaması ve insanların yaşama alanlarının kırsal kesimden şehirlere doğru kayması ile kısıtlı alanlarda kalabalık halde yaşayan insanların bu yaşama şekillerinin sonucu olarak daha önce var olmayan ihtiyaçları ortaya çıkmıştır.

İnsanların kalabalık kitleler halinde bir arada yaşaması ile yeni iş alanları ortaya çıkmış, üretim kabiliyetleri artmıştır. İnsanların dünya üzerinde yaşadıkları farklı alanlar, üretim kabiliyetlerinin farklı alanlarda gelişmesine sebep olmaktadır. Örneğin gün ışığının bol olduğu ama çöl olmayan, verimli toprakların olduğu coğrafyalarda tarım ürünlerinin üretim miktarı artarken tarıma elverişli olmayan yerlerde madencilik ya da fabrikalara dayalı üretimin yapılı hale gelmiştir.

Tarıma elverişli olmayan bölgelerde farklı alanlarda gelişmeler yaşanmıştır. Örneğin Finlandiya gibi tarım arazilerinin az olduğu ülkeler, eğitim gibi soyut konularda daha fazla gelişim göstermiştir.

Dünya üzerinde farklı coğrafi şartlarda yaşayan insanların kurduğu devletler, coğrafi şartlar gereği avantajlı oldukları konularda uzmanlaşmayı devlet politikası haline getirmiş ve ülkeler arasındaki ticari ilişkiler de bu farklı uzmanlaşmalardan dolayı ortaya çıkmıştır. Sanayinin gelişmesi ile farklı coğrafyalarda aynı ürünlerden çok yüksek adetlerde seri üretimlerin gerçekleşmeye başlaması ile küresel boyutta ticaret hacmi artmaya başlamıştır. Bu gelişmelerin doğal sonucu olarak lojistik faaliyetlerin önemi artmıştır. Özellikle 1991 ile 2011 yılları arasında dünyadaki ticaret hacmi her yıl ortalama %5,5 oranında büyümüştür (Yercan, 2016).

Küresel çaptaki ticari ilişkilerin artmasıyla beraber ürünlerin ve hammaddelerin dünya çapında değişik yerlere taşınması işlemleri ile taşımacılık ve depolama işlemleri daha karmaşık hale gelmiş ve Lojistik kavramından öte Tedarik Zinciri kavramı ortaya çıkmıştır. Çok sayıda şirketin iş birliği yapması ile ortaya çıkan tedarik zincirlerinin iyi yönetilmesi için Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kavramı 1990'lı yılların başından itibaren akademik çevrelerde ve iş dünyasında duyulur hale gelmiştir (Mentzer, Defining Supply Chain Management, 2001).

TZY, çok sayıda farklı şirketin iş birliği halinde çalışması ile verimli olmaktadır. Farklı şirketlerin verimli çalışabilmesi için aralarındaki bilgi alışverişinin olabildiğince hızlı ve hatasız gerçekleşmesi gerekmektedir. Özellikle 1990'lı yılların sonlarına doğru internetin iş çevrelerinde daha etkili kullanılmaya başlaması TZY süreçlerinin daha iyi yönetilmesi ile ilgili kolaylıklar getirmiş olsa da halen aşılması gereken zorluklar mevcuttur.

Bu tez çalışmasında TZY ile ilgili zorlukların bir kısmının internetin bulunmasından sonra iş dünyasında en büyük devrimlerden birisi olarak kabul edilen Blockchain teknolojisi kullanılarak çözülmesi ile ilgili öneri çalışması yapılacaktır.

1.1. AMAÇ

Bu tez çalışmasının amacı yenilikçi bir teknoloji olan ve iş yapma şekillerine ciddi katkılar sağlayacak olan Blockchain teknolojisinin anlaşılmasını sağlamak ve kullanım alanları insanın hayal etme yeteneği ile sınırlı olan bu teknolojinin özellikle Tedarik Zinciri Yönetiminde yaşanan zorlukların çözümünde sağlayacağı katkılara dair bir öneri sunmaktır.

1.2. ÖNEM

Her geçen gün artan ticaret hacmi, çok sayıda şirketin iş birliği yapmasını gerekli kılmaktadır. Teknolojik gelişmeler, işletmeler arasındaki iş birliği ağlarının daha kolay kurulmasına imkân tanımıştır. Artan iş birlikleri sayesinde çok uzak mesafelerdeki ürünlerin üreticiden tüketiciye kadar olan yolculuklarının gerçekleşmesini sağlayan tedarik zincirleri kurulmuştur.

Tedarik zincirlerini oluşturan farklı şirketlerin iş birliği halinde çalışması ile ilgili çeşitli zorluklar vardır (Uzkut, 2016).

Tedarik Zinciri Yönetiminde (TZY) yönetiminde, geçmişten günümüze zorluk yaşanan başlıca konuları üç başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar:

- Verilerin paylaşılması
- Süreç optimizasyonu
- Talep yönetimi

şeklinde sıralanmaktadır (McDermott, Using Blockchain For Supply Chains, 2017).

Tedarik zinciri yönetiminde, bu üç başlık altında sıralanabilecek tüm sorunlara dijitalleşme sayesinde çözüm bulmak mümkündür. Ancak çözüm bulunamayan ve tüm tedarik zincirini etkileyen önemli bir problem bulunmaktadır. Tedarik zincirine dahil olan şirketlerin birbiri ile paylaşmakta olduğu veriler söz konusu olduğunda, veriyi paylaşan taraf, ilettiği verinin kendisinden daha çok rakiplerine fayda sağlayıp sağlamadığını bilmemektedir. Tedarik zincirlerinde çözüm bulunamayan problem güven ile ilgilidir.

2017 yıl sonu verilerine göre ticaret yaparken her sene 600 milyar dolar civarında maddi değer, sahtekarlıklar yüzünden kaybolmaktadır. Kaybın nereden kaynaklandığı tespit edilememektedir. Gıda zehirlenmesi kaynaklı hastalıklardan dolayı her sene 400.000 kişi ölmektedir. Gıda tedarik zinciri ile ilgili yapılan sahteciliklerin boyutu her sene 14 ile 15 milyar dolar arasında zarara sebep olmaktadır. Tedarik zincirleri sisteminde 30.000 kadar perakendeci, 1 milyon kadar tedarikçi, 500 milyon kadar çiftçi ve dünyadaki tüm nüfusu hesaba katarsak 7 milyardan fazla müşteri vardır. Bu kadar karmaşık bir sistemin güven sorunu olmadan veri paylaşımı yapabilmesi Blockchain sayesinde mümkün olmaktadır (McDermott, Using Blockchain For Supply Chains, 2017).

Bu tez çalışması, gelişen teknolojinin en önemli yeniliklerinden birisi olan Blockchain teknolojisinin Tedarik Zinciri Yönetiminde yaşanan zorluklara yönelik çözüm önerileri sunması açısından önemlidir.

2. GENEL KISIMLAR

Bu çalışmanın devamında Blockchain teriminin doğuşu ile ilgili olan Bitcoin ve çalışması yapısı açıklandıktan sonra Bitcoin ile beraber gelen Blockchain teknolojisi ile çalışması mümkün olan Akıllı Kontrat ve DAO kavramları açıklanmaktadır.

2.1. TANIMLAR

Çalışmanın devamında Blockchain kavramının daha iyi anlaşılabilmesi için veri, veri tabanı, kriptografi, hash, nonce, gibi terimlerin açıklaması yapılmaktadır.

2.1.1. Veri

Veri kelimesinin kökeni Latince dilindeki “data” kelimesinden gelir (Bocij, Greasley, & Hickie, 2008). Kelime, anlamı ve şekli ile İngilizce dilinde de aynı şekilde kullanılmaktadır. En basit tanımı ile veri “işlenmemiş, anlamsız bilgi parçacıkları” olarak tanımlanabilir (Dffen, 2019).

Veri, herhangi bir gözlem, ölçüm, deney ya da araştırma sonucu elde edilmiş sayısal değerleri ifade eder. Veriler, ilk kayıt edildikleri halleri ile herhangi bir anlam ifade etmezler. Verileri anlamlı hale getirmek için belirli bir amaca göre oluşturulmuş ortamlarda toplanırlar, sıralanırlar, gruplanırlar ve bilgiye dönüşerek anlam kazanırlar. Anlam kazanmış olan veriler, karar vermek ya da problem çözmek için işlevsel hale gelmektedir.

Şimdiye kadar bilinen en eski veri tabanı ismini Güney Afrika’daki Lebombo Dağları’ndan alan Lebombo kemiğidir. Babun türündeki bir maymunun bacak kemiğine işaretlenmiş olan 29 adet çizginin ayın hareketlerini takip etmek için kullanıldığı tahmin edilmektedir (Baxter, 1989).



Şekil 2.1: Lebombo Kemiği (Baxter, 1989).

Milattan önce 3.500 yıllarında Sümerler döneminde çivi yazısının icat edilmesi ile beraber kil plakalar üzerine çivi yazısı ile yapılan işaretlemelerle tarımsal üretim kayıtları tutulmuş, böylelikle bağımsız kişilerce üretilen tarım ürünlerinin bir yerde toplanması mümkün olmuş, alışverişin olması ile toplum sosyalleşmiş ve çok büyük şehirler kurmak mümkün olmuştur (Nissen, Englund, & Damerow, 1993).

Milattan önce 3.000 yıllarında Mısır medeniyetinde papirüs yaprakları çeşitli işlemlerden geçirilerek kâğıt haline getirilmiş ve yazı malzemesi olarak kullanılmıştır. Papirüsün üzerine edebi ve bilimsel yazılar (matematik, astronomi, tıp), sihir, büyü ve dinsel metinler, kral listeleri, coğrafi listeler, okul kitapları, mitolojik yazılar, ahlaki değerleri olan atasözleri, macera yazıları, aşk şarkıları, destanlar, şiirler, masallar, tarihi romanlar, coğrafya yazıları ve mektuplar yazılırdı. Ayrıca okullarda görevli kişilerin kullanması ve öğrencilerin eğitimi için bazı kitaplar da papirüse yazılmıştır (Atılğan, 2006).

Milattan önce 2. yüzyıldan itibaren hayvan derisinin çeşitli işlemlerden geçirilmesi ile elde edilen parşömen yazı yazmak için kullanılmaya başlanmıştır. Papirüs kağıdına göre daha dayanıklı olan, her iki yüzeyine de yazılabilen parşömenin kullanımı hızla yaygınlaşmıştır (Wikipedia, 2018).

Kâğıt ile ilgili en eski bulgular milattan önce ikinci yüzyıla dayanmaktadır. Çin’de mahkeme kayıtlarını tutmak için üretilen kâğıt, 700’lü yıllarda Araplar tarafından Semerkant ele geçirildikten sonra Avrupa’ya taşınmıştır. Parşömene göre daha az dayanıklı olmasına rağmen

çok daha ucuz olduğu için yayılması çok hızlı olmuştur. Milattan sonra 1500’lü yıllarda İtalya ve Fransa’da daha yüksek kaliteli kâğıt üretimi yapılmasıyla birlikte verilerin kaydedilmesi için kâğıt vazgeçilmez bir malzeme olmuştur.

1950’li yıllardan itibaren bilgisayarların kullanılmaya başlanması ile birlikte veri önce delikli kartlara kaydedilmiş, bu şekilde çok hızlı işlem yapmak mümkün olmuştur. Teknolojinin ilerlemeye devam etmesi ile manyetik kayıt ortamları kullanılmaya başlanmıştır. Bugün verilerin kaydedilmesi için halen son derece ileri manyetik teknolojiler olan bilgisayar sabit diskleri kullanılmaktadır.

Bilgisayarların veri depolama ve işleme için kullanılmaya başlanması ile bilgi üretmek ve ihtiyaç duyulduğu anda bilgilere ulaşmak son derece kolay hale gelmiştir.

Tarih boyunca yaşanan gelişmeler incelendiğinde, her gelişmenin ihtiyaçtan doğduğu görülmektedir. Örneğin bilginin kil tabletlere kaydedildiği Sümerler zamanında, bir arazi alışverişi ile ilgili kayıt oluşturulmasından 30 sene sonra arazinin sahibinin çocuklarının miras anlaşmazlığı nedeniyle kayıtların devlet arşivlerinden kontrol edilmesi istendiğinde, arşivlere ulaşmakla görevli kişi büyük arşiv binalarının tozlu odalarındaki arşiv tabletlerini tek tek kontrol ederek 30 sene önce yazılmış olan tabletleri bulmak zorundaydı. Geçen zamanda bir su baskını, nemli hava ya da herhangi bir fiziksel tahribat nedeniyle kil tabletler zarar görmediyse ve tablet halen okunabilecek kadar iyi durumda korunabildiyse devlet arşivlerinin doğruluğuna güvenilir ve miras davası bu arşivlere göre anlaşmaya bağlanabilmekteydi.

Günümüzde kullanılan bilgisayar teknolojileri sayesinde geçmiş kayıtlara ulaşmak sadece birkaç tuşa basarak saniyeler içerisinde mümkün olmaktadır. Tabii ki geçmişteki bilgisayar kayıtlarının değiştirilmemiş olduğundan emin olmak için geliştirilmiş çeşitli yöntemler ve bu yöntemlerin eksiklikleri mevcuttur. Bu araştırmanın devamında, yenilikçi bir teknoloji sayesinde geçmişteki kayıtların değiştirilmeden korunması ile ilgili çözüm önerileri sunulmuştur.

2.1.2. Veri Tabanı

Bir önceki bölümde anlatıldığı gibi verilerin anlamlı hale gelmesi için belirli şekillerde sıralanması, gruplanması, işlenmesi gerekmektedir.

Veri Tabanı kelimesi, İngilizcedeki “database” kelimesinden gelir ve bilgisayar sistemlerindeki ilk kullanımı 1960’lı yıllara dayanır. O yıllarda Ay’a gitmek için tasarlanmakta olan Saturn 5 adlı roketi oluşturan parçalar ilk defa bir veri tabanı sistemi ile kayıt edilmiştir.

1970’li yıllara kadar kullanılan veri tabanlarının yapısı oldukça basitti. İçerikleri bugünkü not defteri uygulamasında yazdığımız düz metinlere benzeyen oldukça basit yapıdaydı. 1973 yılında IBM’in araştırma laboratuvarlarında o zamanın teknolojisine göre devrim niteliğinde kabul edilen ilişkisel veri tabanı geliştirildi. Günümüzde yaygın olarak kullanılan veri tabanı yapılarının mimarisi ilişkisel veri tabanı mimarisine dayanmaktadır (IBM, 2011).

Veri tabanına kaydedilen bilgilerin herkes tarafından kolayca okunması, gizlilik gerektiren durumlar için çözüm üretilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bunun için kullanılan yöntemlerden birisi kriptografi olarak adlandırılmaktadır.

2.1.3. Kriptografi

Verilerin kemik üzerine işaretler yapılarak kaydedilmesi ya da Sümerlerde kil tabletler üzerine kaydedilmesi ile oluşan arşivler, okuma yazma bilen herkes tarafından okunabilirdi. Papirüs ya da parşömenler üzerine kaydedilen veriler de okuma yazma bilen herkes tarafından kolayca okunabilirdi. Kaydedilen bilgilerin korunması için bilginin kaydedildiği ortamlar fiziksel olarak korunmakta, kilitli odalarda bulundurulmaktaydı.

Özellikle savaş zamanlarında orduların kendi iç haberleşmesinde iletilen mesajların gizliliğinin korunması, ülkelerin kaderini etkileyen sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle mesajların gizli olarak iletilmesi ihtiyacına çözüm ilk defa ordu içerisindeki generaller tarafından kullanılmıştır.

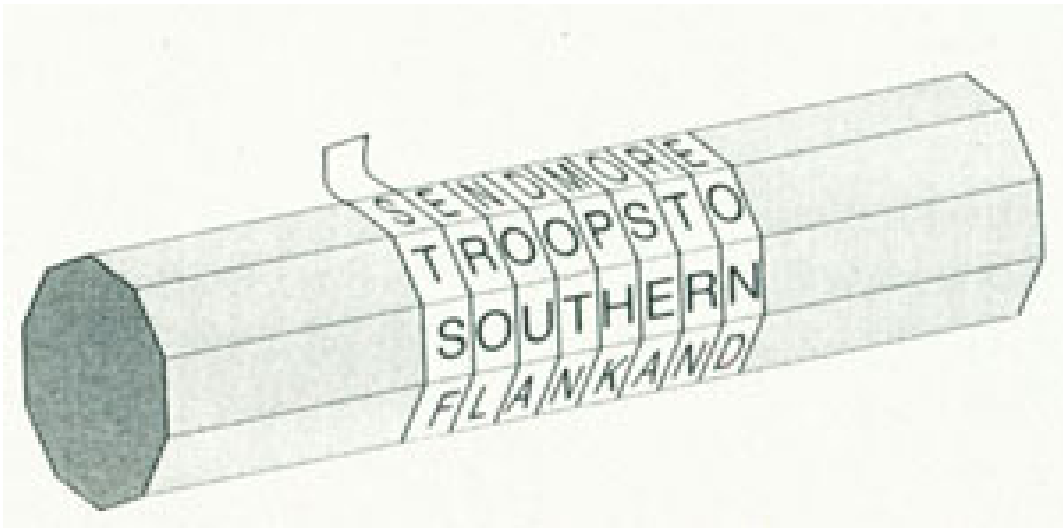
Mesajların gizli hale getirilmesini ifade etmek için kullanılan Kripto kelimesi Yunanca “gizlilik” anlamına gelen “kryptos” kelimesinden gelmektedir. Aynı kelimeden türetilmiş olan “Kriptoloji” kelimesi ise “gizlilik bilimi” anlamına gelmektedir. “Kriptografi” kelimesi ise Yunanca “yazı” anlamına gelen “graphien” sözcüğünü “kryptos” kelimesi ile birleşmesi ile oluşturulmuştur ve yazıların gizli hale getirilmesi anlamında kullanılmaktadır (Usta & Doğanekin, 2017).

Kriptografi çok farklı şekillerde uygulanabilmektedir. Bunlardan birkaç tanesi:

1. Yer değiştirme yöntemi.
2. Tekli alfabetik yerine koyma yöntemi.
3. Çoklu alfabetik yerine koyma yöntemi.
4. Çoklu harfle şifreleme yöntemi.
5. Simetrik anahtarlı şifreleme.
6. Akan şifreler.
7. Blok şifreler.
8. Açık anahtarlı şifreleme.

Eski zamanlarda bir sanat olarak kabul edilen Kriptografi, teknolojinin gelişmesi ve işlemlerin bilgisayarlarla yapılır hale gelmesi ile artık bir bilim olarak kabul edilmektedir (Kindap, 2015).

Yer değiştirme metodunu kullanan kriptografi araçlarından ilki 5. yüzyılda Spartalı Skytale olarak adlandırılan, etrafına şerit şeklinde deri ya da parşömen sarılabilen tahta bir çubuktur. Gönderici, mesajı çubuk boyunca yazdıktan sonra sarılı şerit açıldığında şerit boyunca sanki anlamsız harfler varmış gibi görünür. Bütün harflerin sırası değiştirilmiş olur. Haberci deri şeridi harfler iç tarafta kalacak şekilde, beline kemer olarak takar. Mesajı çözebilmek için alıcının deri şeridi gönderenin kullandığı ile aynı çaplı bir Skytale'e sarması yeterli olmaktadır (Menezes, Katz, Van Oorschot, & Vanstone, 1996).



Şekil 2.2: Skytale: İlk kriptografi aracı (Uni-Passau, 2005).

İlk kriptografi işlemleri oldukça basit olmasına rağmen etkili olmakla birlikte, günümüzde kriptografi son derece karmaşık şekillerde yapılmaktadır. Matematik bilimi ve bilgisayarlar sayesinde geliştirilen yöntemleri kullanarak anahtarı olmaksızın çözülmesi imkânsız olan kriptografi işlemleri yapmak mümkün hale gelmiştir.

Kriptografi işlemlerinin temel amacı, iletilecek olan mesajın sadece alıcısına ulaşmasını, alıcıdan başka birisinin eline geçerse anlaşılamaz olmasını sağlamaktır. Alıcı, göndericiden gelen ve kriptolama yöntemi ile anlamsız hale getirilmiş olan mesajı anlaşılabilir hale getirmek için kriptoloji anahtarı kullanır. Kriptolama anahtarı, ilk kriptolama yöntemi olan Skytale olabileceği gibi günümüzde bilgisayarlar tarafından kriptografi işlemleri için kullanılan karmaşık matematiksel işlemleri yapabilen anahtar niteliğindeki karmaşık bir söz dizimi de olabilmektedir.

2.1.4. Kripto Anahtarı

Kriptografi işlemlerinde anahtar, şifreleme algoritmasının işlevsel çıktısını belirleyen parametrik bir bilgi parçasıdır. Şifreleme algoritmaları için bir anahtar, düz metnin şifreli metne dönüşümünü belirtir ve şifre çözme algoritmaları için bunun tersi geçerlidir. Anahtarlar ayrıca dijital imza şemaları ve mesaj doğrulama kodları gibi diğer şifreleme algoritmalarındaki dönüşümleri de belirtir. Bilgisayarların artan işlemci gücü, kriptolayarak gizli hale getirilmiş olan verileri açmak için kullanılan anahtarları bulma imkânı tanımaktadır. Kriptolama anahtarı, harf, rakam ve sembollerden oluşan, uzunluğu değişken olan ve tahmin edilmesi oldukça zor olan bir karakter dizisidir. Tüm olasılıkları hesaplamak için çok hızlı bilgisayarların olması gerekir. Günümüzde paralel işlemcili bilgisayar sistemleri sayesinde sadece bir bilgisayarın işlemci gücü ile kıyaslandığında binlerce kat daha yüksek hesap yapma kabiliyeti olan bilgisayar sistemleri vardır. Süper bilgisayar olarak adlandırılan ve binlerce bilgisayarın bir araya getirilmesi ile oluşturulan sistemlerden birisi olan, IBM tarafından geliştirilen Summit bir saniyede 200 katrilyon adet matematiksel hesaplama yapabilmektedir. Bu kadar yüksek hesaplama gücü kullanılarak kriptografi işlemlerinde tanımlanan güvenli anahtarların kırılması mümkün olabilmektedir (Singleton, 2018).

Kriptografi bilimi konusunda çalışmalar yapan bilim insanları, bilgisayarların hızının giderek artacağını öngörmekte, kripto anahtarların süper bilgisayarlar tarafından bulunabileceği tahmininden hareketle yeni kriptolama yöntemleri geliştirmeye devam etmektedirler.

2.1.5. Hash Fonksiyonu

Amerika’da bulunan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından tek yönlü bir kriptografi algoritması geliştirilmişti. Geliştirilen yöntemin İngilizce adı “Secure Hash Algorithm (SHA)” şeklinde olup Türkçeye “özetleme fonksiyonu” olarak tercüme edilmektedir. Hash fonksiyonu, farklı uzunluklardaki veri kümelerini aynı uzunluktaki veri kümesine çeviren bir algoritmadır. Hash fonksiyonu uygulanan veri aynı olduğu sürece fonksiyonun çıktısı aynı olacaktır. Bu özelliği nedeniyle veri karşılaştırma işlemlerini hızlı şekilde yapabilmek için kullanılmaktadır. Hash fonksiyonunun ilk versiyonu SHA-0 adıyla 1993 yılında geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonrasında daha karmaşık şifreleme ihtiyaçları tespit edilmiş ve 1995 yılında SHA-1 algoritması geliştirilmiştir. Hem SHA-0 hem de SHA-1 algoritmaları 2^{64} -1 karakter uzunluğa kadar olan veri kümesini girdi olarak alır ve çıktı olarak 160 bit uzunluğunda sabit bir değer üretir. Karmaşık bir yapı olmasına rağmen SHA-1 algoritmasının güvenliği 2005 senesinde kırılmıştır. Güvenliğin artırılması için yapılan çalışmalar kapsamında güvenlik ihtiyacına bağlı olarak 224 bit ile 512 bit arasında çıkış üreten farklı SHA-224, SHA-256, SHA-384 ve SHA-512 gibi algoritmalar geliştirilmiştir (Tel, 2008).

2.2. BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ

Herhangi bir denetleme birimi ya da aracı olmaksızın birbirini tanımayan iki kişi arasında değer alışverişi yapılmasını sağlamak amacıyla devam eden araştırmalar esnasında daha önce bilinmeyen bir yöntem bulunmuştur. Ödeme sistemi geliştirmek için ortaya çıkan bu yöntem iş dünyasında başka alanlarda da kullanılarak yepyeni iş yapma şekilleri ortaya çıkarmaktadır. Blockchain adındaki bu yenilikçi teknoloji ilk defa Bitcoin ile kullanılmıştır.

2.2.1. Blockchain Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

Blockchain, ilk defa Bitcoin terimi ile ortaya çıkmıştır. Blockchain kavramının ne olduğunu anlamak için Bitcoin kavramının ne olduğunu ve hangi ihtiyaçtan ortaya çıktığını incelemek yerinde olacaktır.

2.2.2. Bitcoin

Bitcoin terimi ilk defa Kasım 2008’de Satoshi Nakamoto takma adıyla yayınlanan ve bir mail listesindeki alıcılara gönderilen bir makalede ortaya çıkmıştır. Banka ya da devlet gibi herhangi

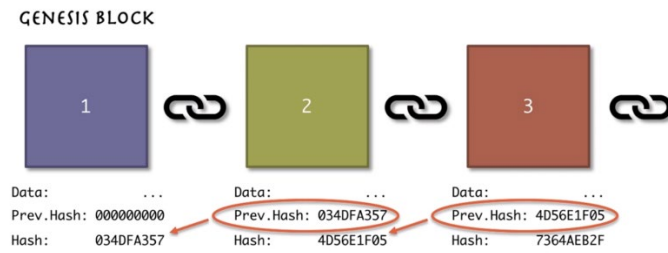
bir güven otoritesinin varlığına gerek kalmaksızın kişiler arasında para transferi yapılabilmesini mümkün hale getiren bir sistemin anlatıldığı makale devrim niteliğindeki yenilikçi bir teknoloji açıklamaktadır.

Bitcoin, banka ya da benzeri herhangi bir çevrimiçi ödeme kuruluşundan geçmeksizin, tamamen iki taraf arasında çalışır ve bir taraftan diğer tarafa elektronik para gönderilmesine olanak sağlar (Nakamoto, Bitcoin, 2009).

İki taraf arasındaki değer transferinin devlet ya da banka gibi doğrulayıcı herhangi bir aracıya gerek kalmaksızın yapılmasına imkân tanıyan Bitcoin adındaki sistemi destekleyen yapı, geçmişe dönük kayıtların değiştirilemeyecek şekilde saklanmasını sağlayan yenilikçi veri kayıt yöntemidir (Fintechistanbul, 2017).

Doğrulayıcı herhangi bir aracı kuruma gerek kalmaksızın değer transferi kayıtlarının tutulabilmesi için tasarlanan yöntem, kayıtların tüm kopyalarının tüm eşlerde bulunmasını sağlayan dağınık kayıt defteri yapısıyla oluşturulmuştur. Tüm kayıtların herkeste bulunmasına rağmen gizliliği korumak için kriptoloji algoritması kullanılmaktadır.

Transfer kayıtları, merkezi bir veri tabanına kaydedilmez. Bunun yerine transfer bloklar içerisine kaydedilir ve her blok birbirine bağlıdır. Birbirine bağlı bloklar bir zincir yapısı oluşturduğundan dolayı kayıt sisteminin adı Blockchain yani Türkçe karşılığı ile Blokzincir olarak adlandırılmaktadır (Marr, 2017).

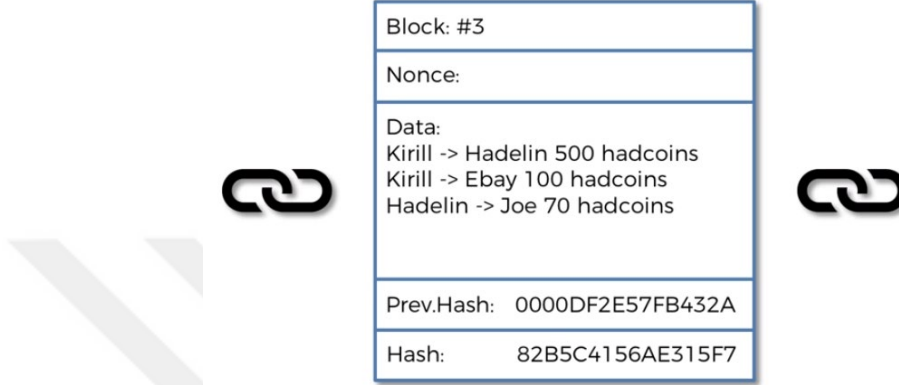


Şekil 2.3: Bitcoin için blockchain yapısı (Ponteves & Eremenko, What is Blockchain, 2018).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi ilk blok “Genesis Block” olarak adlandırılmaktadır ve önceki bloğun Hash fonksiyonundan çıkmış halini bulunduğu “Prev.Hash” alanının değeri “0 (sıfır)” şeklinde kaydedilmektedir. İkinci bloktan itibaren her bir blokta önceki bloğun Hash hali kaydedilmekte ve bu şekilde bloklar arasında veri bütünlüğü sağlanmaktadır.

2.2.3. Bitcoin Yapısı

Blockchain yapısı, birbirine bağlı bloklar halinde, sürekli büyüyen bir işlemler listesi olarak ifade edilebilir. Bloklar, kriptografik olarak birbirine bağlıdır. Blockchain yapısındaki blokların iç yapısını kısaca 5 bölüme ayrılmaktadır:



Şekil 2.4: Bitcoin blockchain yapısı (Ponteves & Eremenko, How Mining Works, 2018).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi blok yapısı 5 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar:

- 1- Blok başlığı
- 2- Nonce
- 3- Blok içeriği
- 4- Önceki hash
- 5- Hash

Bu kavramlar aşağıda açıklanmaktadır.

2.2.3.1. Blok Başlığı

Her bloğun numarasını ifade eder. Artan bir sayısal değerdir. Bu tez çalışmasının devam ettiği 2019 yılı şubat ayının 13'ünde <https://www.blockchain.com/btc/block/562889> adresinden kontrol edildiğinde bulunan son bloğun numarası 562889 şeklindeydi. Blok içerisinde bulunan bilgilerin özet görüntüsü aşağıdaki gibidir:

Timestamp (Zaman Damgası): Bloğun bulunduğu tarih ve saati saniyesine kadar ifade eder. Aslında blok üzerinde kayıtlı olan saat değeri Unix Time formatındadır ve saat dilimi bölgesi

UTC olarak kayıt edilir. Ancak web üzerinden çalışan raporlama servisleri, kolay anlaşılır olması için saat damgasını kolay anlaşılacak şekilde saat ve tarih olarak göstermektedir.

Relayed By (Bulan): Bloğu bulan madenciyi ifade etmektedir. Madenci tek bir bilgisayar olabileceği gibi çok sayıda bilgisayar grubunun bir araya gelerek oluşturdukları madenci havuzlarından birisi de olabilmektedir.

Size (Boyut): Bloğun toplam boyutunun kB ölçü bitimi ile ifadesidir. Bitcoin teknolojisinde her bir blok ortalama 1 MB.

Nonce: Kaydedilecek olan bloğun hash karşılığını bulmak için kullanılan değişken bu alana kaydedilir. Hash değeri hesaplanırken 64 byte uzunluğundaki hash fonksiyonundan çıkmış olan özet bilginin istenen şartlara uygun olacak şekilde elde edilmesi için kullanılan değişkendir.

Block Reward (Blok Ödülü): Bloğu bulan madencinin alacağı ödülün Bitcoin olarak değeri yazılır. Bu tez çalışmasının devam ettiği 2019 senesinde bir blok bulunması durumunda bloğu bulana ödenen ödül 12,5 Bitcoin olarak belirlenmişti. Bu değer ortalama olarak her 4 senede bir yarıya düşmektedir. Bir sondaki ödül yarılanmasının 24 Mayıs 2020 tarihinde denk geleceği hesaplanmaktadır. Bu değer her bir bloğu bulmak için geçen zamana göre hesaplanmaktadır ve değişkenlik gösterebilir.

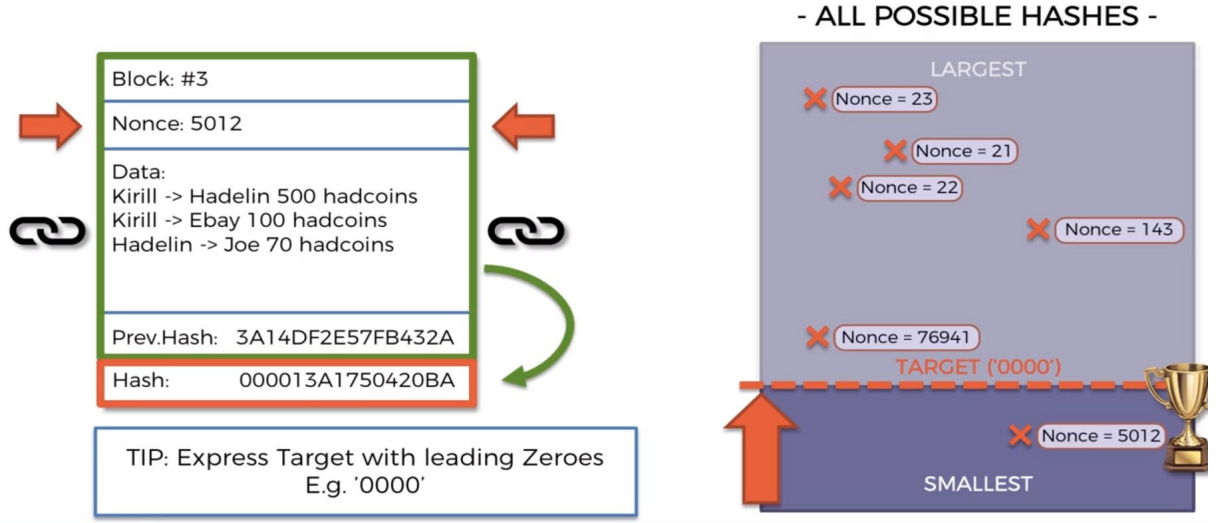
Hash: Bloğun hash fonksiyonu ile özetlenmiş halidir.

Previous Block (Önceki Blok): Önceki bloğun hash değeridir.

Next Block (Sonraki Blok): Bu araştırmada incelenmekte olan bloğun eklenmesinden sonra oluşan bloğun hash değeri eklenmiştir. Bu bilgi blok içerisinde kayıtlı bulunmaz.

2.2.3.2. Zorluk Seviyesi

Blockchain yapısının güvenilir olması amacı ile düşünülmüş olan çözüm “zorluk seviyesi” kavramıdır. Her bir bloğun özetini alan SHA256 fonksiyonunun çıktısı olan değer belirli sayıda 0 ile başlaması kuralı ile zorluk seviyesi belirlenir (Nakamoto, Bitcoin, 2009).



Şekil 2.6: Bitcoin blockchain yapısında zorluk seviyesi şeması (Ponteves & Eremenko, Understanding Mining Difficulty, 2018).

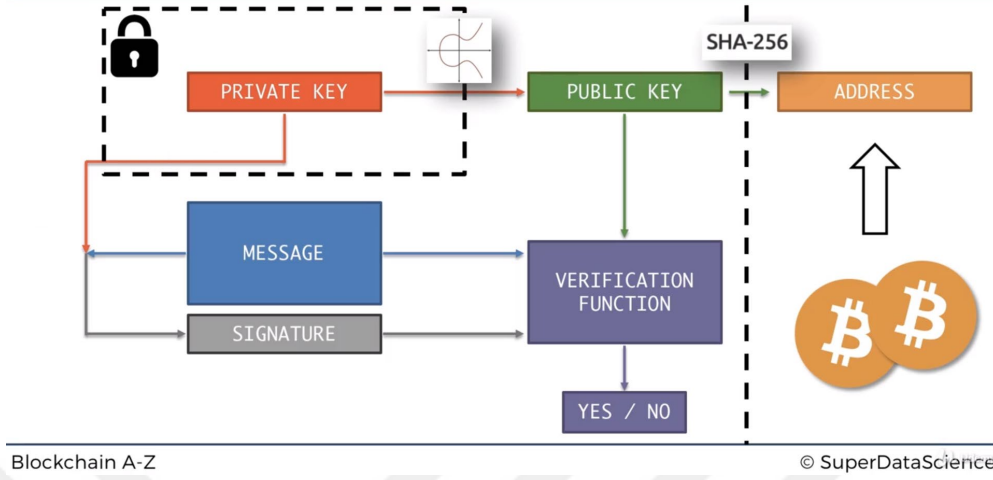
Şekildeki örnekte SHA fonksiyonu ile elde edilen çıktının başında 4 adet “0” (sıfır) karakteri olması hedeflenmiştir. Blok içerisindeki tüm verinin özeti alındığında ortaya çıkan özet çıktının başında istenen adette “0” elde edene kadar Nonce değeri değiştirilerek deneme yapılır. SHA256 fonksiyonu doğrusal çalışan bir fonksiyon olmadığından Nonce değerleri rasgele seçilerek denemeler yapılmaktadır. İstenen şartlara uygun olan özet çıktısının elde edilmesini sağlayan Nonce değerine “*Golden Nonce*” denir.

Araştırmanın yapıldığı zamanda güncel Bitcoin Blockchain yapısında özet fonksiyon çıktısının ilk 18 karakterinin “0” olması amaç olarak belirlenmiştir.

2.2.4. Cüzdan

Bitcoin Blockchain yapısında transfer işlemi yapan her kullanıcının mevcut bakiyesi ve herhangi bir blok içerisine kaydedilmemiş olan işlem kayıtlarını tutmak için cüzdan kullanılır. Her cüzdanın bir özel anahtarı vardır ve cüzdan sahibi, cüzdanında bulunan Bitcoin miktarına erişmek ve onu harcamak için özel anahtarını kullanmaktadır. Özel anahtarı kaybeden kişinin cüzdanda tutulan varlığa erişmesi ve kullanması mümkün değildir (Antonopoulos, 2010).

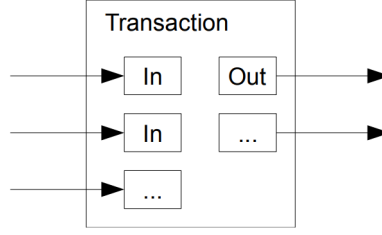
Public Key vs Bitcoin Address



Şekil 2.7: Özel anahtar, genel anahtar ve bitcoin adresi (Ponteves & Eremenko, Public Key vs Bitcoin Address, 2018).

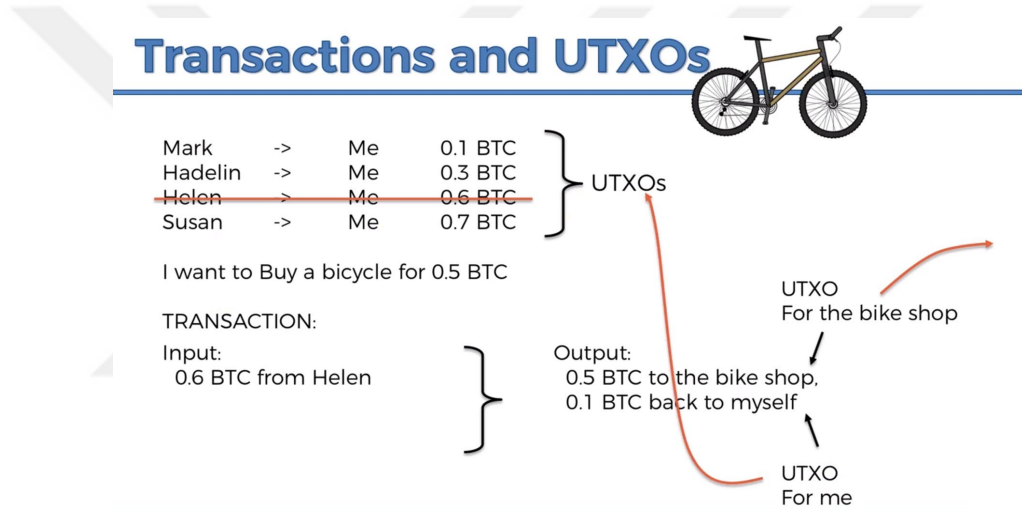
Bitcoin cüzdan oluşturulduğunda rastgele karakterler kullanılarak karmaşık yapıda üretilen özel anahtar, Elliptic Curve fonksiyonu ile işleme tabi tutularak genel anahtar elde edilir. Genel anahtar da SHA256 özetleme fonksiyonuna tabi tutularak tahsilat yapmak için kullanılabilecek olan Bitcoin adresi üretilmektedir.

Bitcoin yapısında ve diğer tüm Blockchain yapılarında gerçek bir para ya da benzeri varlık mevcudiyeti bulunmamaktadır. Blockchain yapısındaki bloklara kayıtlı olan transfer kayıtlarından tüm transfer geçmişi takip edilebilir olsa da asıl ihtiyaç olan sadece kullanılabilir olan bakiye bilgisine ulaşılabilmesidir. Böylelikle mevcut bakiyenin birden fazla defa harcanması problemi için çözüm üretilmesi mümkün olabilmektedir. Bitcoin yapısında, transfer kayıtlarında yapılan harcama ve harcamadan sonra cüzdana kalması gereken bakiyenin aynı cüzdana geri dönüşü kaydedilmektedir (Nakamoto, Bitcoin, 2009).



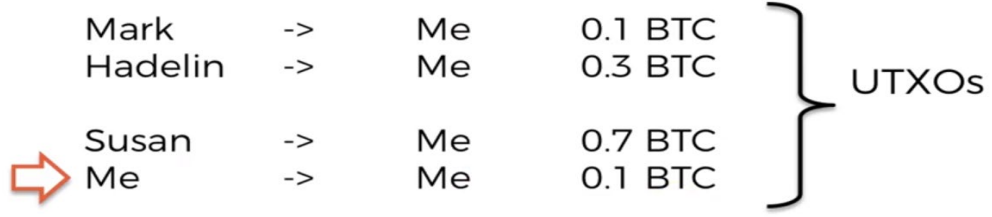
Şekil 2.8: Bitcoin cüzdana para girişi ve çıkışı (Nakamoto, Bitcoin, 2009).

Gerçekçi bir örnek üzerinden anlatmak daha anlaşılır olmasını sağlayacaktır.



Şekil 2.9: *UTXOs*: Doğrulanmamış transfer kayıt çıktıları (Ponteves & Eremenko, Transactions and UTXO's, 2018).

Yukarıdaki şemada Mark'tan 0,1 BTC, Hadelin'den 0,3 BTC, Helen'den 0,6 BTC ve Susan adlı kullanıcıdan 0,7 BTC transfer gelmiştir. Bu gelen Bitcoin toplamının bir kısmı harcanarak 0,5 BTC değerinde bir bisiklet satın alınmıştır. Bisikletin bedeli olan tutara en yakın olan tutar Helen'den gelen 0,6 BTC tutarındaki transferdir. Bisiklet dükkanına ödeme yapmak için bu transferin tamamı cüzdandan çıkar. Bisiklet bedeli olan 0,5 BTC bisiklet dükkanının adresine gönderilirken 0,1 BTC yine alım yapan kişinin cüzdanına gönderilmektedir. Bu işlemten sonra Helen adlı kullanıcıdan gelen 0,6 BTC tutarındaki kayıt UTXO alanından silinmektedir. Bu gelen kayıt geçerliliğini yitirmektedir ve onun yerine harcama yapan kişinin kendi cüzdanına geri gönderdiği 0,1 BTC tutarında yeni bir UTXO kaydı oluşturulmaktadır.



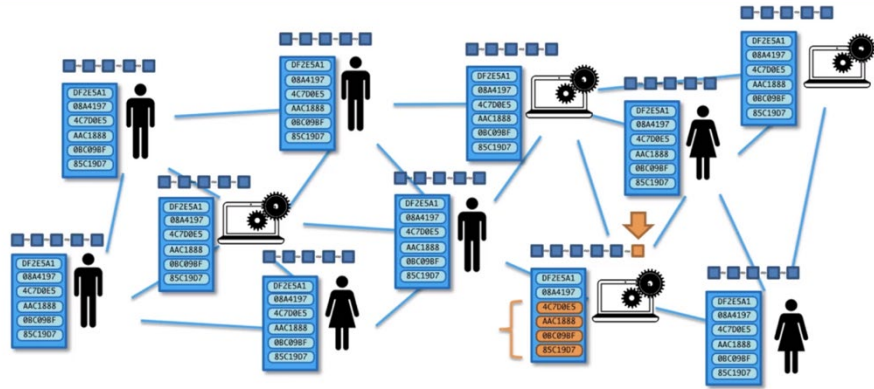
Şekil 2.10: Kendine para üstü göndermek (Ponteves & Eremenko, Transactions and UTXO's, 2018).

Şekil 2.5'te gösterilen blok yapısının içindeki bilgilere göre blok içerisinde kayıtlı olan transferlerin tamamı 75.247.815,79 dolar olduğu halde başka cüzdanlara transfer edilen tutar tahmini olarak 1.713.325,84 dolar olarak gerçekleşmiştir. Geri kalan 73.534.489,95 dolar gönderi yapanların cüzdanına geri gönderilen toplam tutardır.

2.2.5. Mempool

Madenci tarafından doğrulanmak üzere bekleyen transferlerin kaydedildiği alandır. Her cüzdanın kendi mempool alanı bulunmaktadır. Yeni blok oluşturulduğu zaman blok içerisinde kayıt edilmiş transfer bilgileri mempooldan çıkarılmaktadır (Deneuville, 2016).

How do Mempools work?

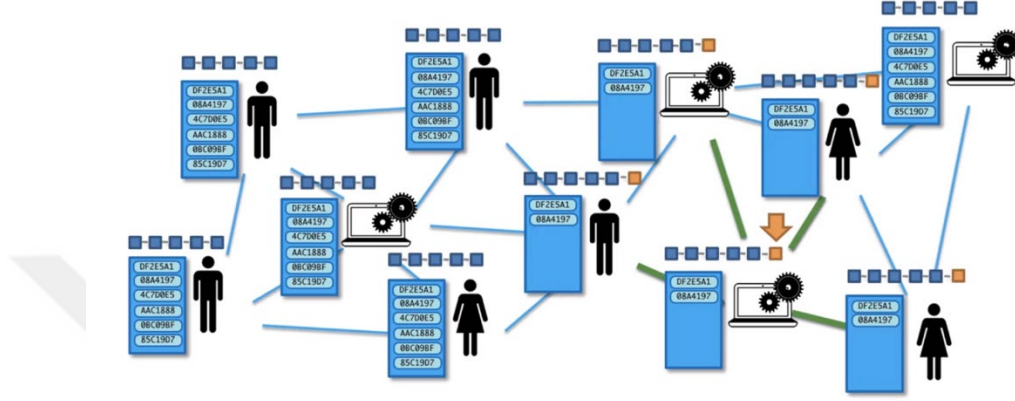


Şekil 2.11: Blok eklenmesinden önce mempool (Ponteves & Eremenko, How Do Mempools Work, 2018).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi başka bir cüzdana transfer yapmak isteyen kullanıcı, transfer bilgisini cüzdanına kaydettiğinde mempool transfer bilgisi mempool alanına kaydedilmektedir.

Bu kayıt bilgisi tüm ağdaki diğer mempool alanlarına kaydedilmek üzere yayınlanmakta ve diğer kullanıcıların mempool alanına kaydedilmektedir. Bu verinin mempool alanından Blockchain bloğuna kaydedilmesi işlemi en son bloğu bulan madenci tarafından yapılmaktadır.

How do Mempools work?



Şekil 2.12: Blok eklendikten sonraki mempool (Ponteves & Eremenko, How Do Mempools Work, 2018).

Bloğu bulan madenci, ağdaki tüm eşlere yeni blok bulduğuna dair yayın yapar ve bu bloğun içinde hangi transfer bilgilerinin bulunduğu bilgisini de iletir. Tüm işlerin Blockchain yapısına yeni blok eklenirken aynı zamanda mempool alanlarında bulunan transfer bilgileri de silinmektedir.

2.2.6. Madencilik

Blockchain yapısına eklenecek olan yeni bloğun hash fonksiyonu ile özeti alındığında oluşan çıktının ilk 18 karakterinin “0” (sıfır) olması istenmektedir. Bu nihai bir amaç olmasa da bu araştırmanın devam ettiği 2019 yılı mart ayında geçerli kriter bu şekildedir: Hash fonksiyonunu ilk 18 karakterinin “0” (sıfır) olduğu çıktıyı elde edene kadar Nonce değeri değiştirilerek denemeler yapılmaktadır. Özet fonksiyonunun çıktısı Heksadesimal sayı olduğundan 64 karakterin her biri 16 değişik olasılıkla olabilir. $16 \times 16 \times 16 \times \dots \times 16 = 1664$ adet olası çıktı vardır. Bu sayı yaklaşık olarak 10^{77} sayısına eşittir. İlk 18 karakter “0” (sıfır) olan hash çıktı sayısı $1664 - 18 = 1646$ adet olacaktır. Bu sayı yaklaşık olarak 2×10^{55} sayısına eşittir. Toplam hash sayısı arasından istenenlerin bulunma olasılığı $2 \times (10^{55} / 10^{77}) = 2 \times 10^{-22}$ bu da yüzde

0,00000000000000000002 kadar olasılık yapar. Madencilerin doğru Hash çıktısını bulma olasılığı bu kadar küçüktür (Ponteves & Eremenko, 2018).

Bu kadar küçük olasılıklı bir çıktıyı hesaplamak için çok yüksek hızda matematiksel işlem yapan bilgisayar işlemcilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Sadece bu hesaplamaları yapmak için özel olarak geliştirilmiş işlemcileri bulunan bilgisayarlar üretilmektedir. Bu özel amaçlı bilgisayarların işlemcileri çok hızlı olmasına rağmen Hash değerini hesaplamaktan başka hiçbir işlem yapamamaktadırlar.

2.2.7. Madenci Havuzu

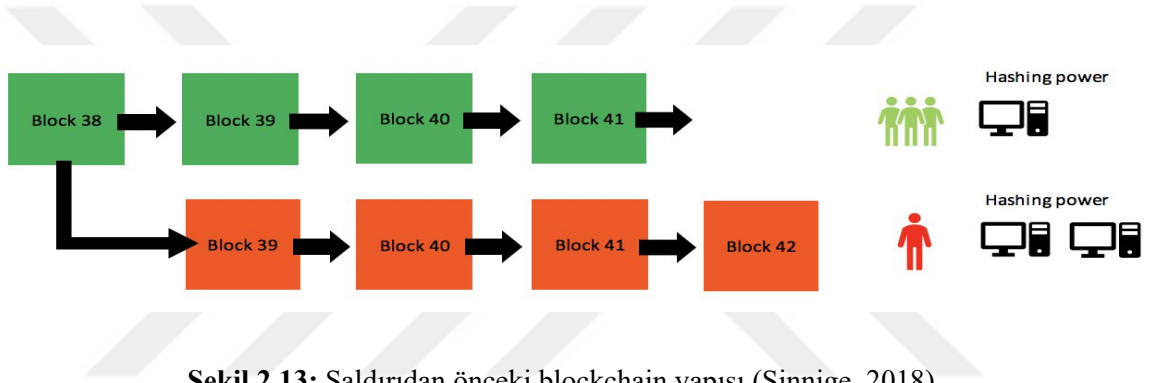
Bitcoin yapısındaki Blockchain sistemlerinde güvenlik en uzun zincire göre ve zorluk seviyesi sayesinde sağlanmaktadır. Eklenecek olan bir sonraki bloğu bulma olasılığı, hesaplama yapmak için kullanılan işlemci gücü ile doğru orantılıdır. Ne kadar yüksek işlemci gücü varsa o kadar çok farklı Nonce değeri denenecek ve istenen formata uygun Hash fonksiyonu çıktısına daha kısa sürede ulaşılabilecektir. Zorluk seviyesi çok arttığından dolayı madenciler kendi aralarında iş birliği yaparak madenci havuzları oluşturmaktadır. Madenci havuzlarına dahil olan madencilerden herhangi birisi bir sonraki bloğu bulduğunda havuzdaki tüm madenciler, havuza dahil ettikleri işlemci gücü oranına bağlı olarak ödülü aralarında paylaşmaktadırlar (Recabarren & Carbunar, 2017 (3)).

2.2.8. Güvenlik Sorunu - %51 Saldırısı

Blockchain teknolojisi üzerine kurulu Bitcoin gibi dijital para sistemlerinde aynı paranın tekrar tekrar harcanmasına sebep olabilecek bir güvenlik sorunu bulunmaktadır. Yapılan işlem Bitcoin güvenlik protokolü yapısından kaynaklanmaktadır ve saldırıda herhangi bir yasadışı eylem bulunmamaktadır.

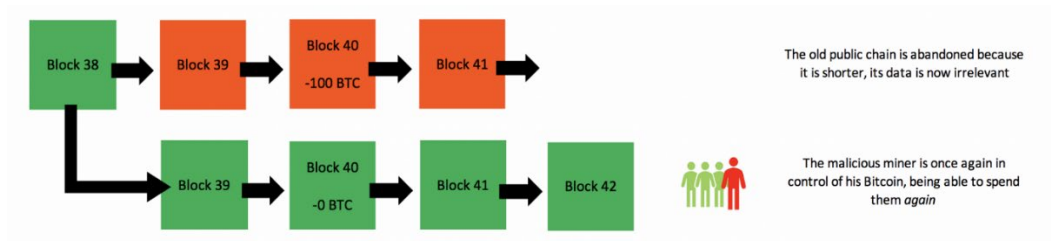
Saldırının %51 olarak adlandırılmasının sebebi daha yüksek Hash gücü olan madencilerin sistemi sabote edebilme ihtimalinden kaynaklanmaktadır. Sabotaj işleminin yapılması esnasında yasadışı herhangi bir eylem yapılmamakta, herhangi birisinin bilgisayarına girme gibi bir durum söz konusu olmamakta, ancak Bitcoin protokolünün güvenli olmasını sağlayan başlıca kriterlerden birisi olan en uzun zincirdeki kayıtların doğru olması kriterine dayanılarak saldırı gerçekleştirilmektedir.

Saldırının uygulanma yönteminde mevcut çalışmakta olan madencilerin arasına organize olmuş yeni bir grup katılır. Yeni katılan grubun toplam Hash gücü, mevcut madencilerin tamamından daha yüksektir. Amacı saldırı yapmak olan kötü niyetli grup madenci havuzuna dahil olduğu anda mevcut Blockchain yedeğini almakta ve madencilik faaliyetine başlamaktadır. Aynı zamanda harcamalar yaparak satın almalar gerçekleştirmektedirler. Yeni grup mevcut Blockchain yapısının kopyasını aldıktan sonra kendisini networkten izole ederek madencilik faaliyetine devam etmektedir. Hash işlemci gücü daha yüksek olduğundan, katıldığı ve kopyasını aldığı madenci havuzunda bulunan madencilerle kıyaslandığında daha kısa sürede yeni bloklar bulabilmekte ve içinde gerçek olmayan kayıtların bulunduğu bloklardan oluşan zincir yapısı daha uzun olmaktadır.



Şekil 2.13: Saldırıdan önceki blockchain yapısı (Sinnige, 2018).

Yeni bloklardaki data alanlarından transfer kayıtları silinir. Gerçek blok zincirindeki harcama kayıtları, sahte blok zincirde bulunmamaktadır. Sahte zincir daha uzun hale geldikten sonra tekrar madenci havuzuna dahil olmaktadır. Saldırıyı düzenleyen madenci grubu tarafından oluşturulan bloklar ile gerçek madenciler tarafından oluşturulan bloklar arasında uyumsuzluk ortaya çıkar.



Şekil 2.14: Saldırıdan sonraki blockchain yapısı (Sinnige, 2018).

Blockchain yapısında daha uzun bloktaki verilerin doğru olduğu kabul edildiğinden saldırı grubunun madenci havuzuna dahil olduğu andaki blok olan şekildeki 38 numaralı bloğa kadar geri gidilmektedir. Yeşil renkli 39, 40 ve 41. bloklarda bulunan kayıtlar doğru olduğu halde bu zincir sahte zincirden daha kısa olduğundan kırmızı renkli bloklardaki verilerin doğru olduğu sistem tarafından kabul edilmektedir ve yeşil renkli bloklardaki transferlerde el değiştiren Bitcoin tutarları cüzdanlara geri iade edilmektedir. Böylece kötü niyetli saldırganlar hem harcama yaparak ürünler almış olurlar hem de yaptıkları harcamaları geri almakta ve tekrar harcama yapabilmektedirler (Sinnige, 2018).

2.2.9. %51 Saldırısı İçin Çözüm Önerileri

Bitcoin madencilik mimarisinde %51 saldırısının önlemek için alınabilecek tedbirler mevcuttur. Bunlar:

1- Büyük madencilik havuzları oluşturmamak.

Hash gücünün %50'sinden fazlasını elinde tutacak büyüklükte havuzların oluşması, sisteme olan güveni olumsuz etkiler. Bu nedenle büyük havuzlar işlemci gücünü düşürmek için katılımcılarını organize etmekte ve Hash gücünü dağıtmaktadır. 2019 yılı başında dünyadaki toplam Hash gücünün %50'sini elinde tutan havuzlardan birisi olan Ghash.io, katılımcılarını başka havuzlara geçmeleri için teşvik etmiştir.

2- Protokol yapısını güvenli hale getirmek.

Bu türden ataklar genellikle protokol yapısı çok güçlü olmasa da büyük transferler yapan Blockchain türlerine yönelik olarak yapılmaktadır. Blockchain Gold ve Litecoin %51 saldırılarından nasibini almış Blockchain yapılarına örnektir. Bu tip atakların kurbanları genellikle uzun zamandır varlığını sürdüren uzun bloklar yerine protokol yapısı henüz stabil hale gelmemiş ve madencileri dağınık halde olan Blockchain yapılarıdır (Man & Kng, 2019).

2.3. ETHEREUM

Ethereum Blockchain yapısı, sadece dijital varlık transfer kayıtlarını tutmakla sınırlı kalmayıp çalışabilen programların merkezi olmayan sistemler üzerinde varlığını sürdürmesi ihtiyacından ortaya çıkmıştır (Thornburg, 2018).

Ethereum platformu ile ilgili iki önemli konu bulunmaktadır (Ryan, 2017):

- 1- Gizlilik ve güvenlik sorunu.
- 2- Sonsuz döngü ya da ağır matematiksel işlem yükleyerek tüm ağı felç etme riski.

Gizlilik ve güvenlik sorununun çözümü:

Ağa dahil olan her eşin bilgisayarında akıllı kontrat çalışıyor olsa da bunlar bilgisayarın genelini etkilemez. Çünkü bilgisayarlarda ethereum sanal makinası vardır ve akıllı kontratlarla ilgili her şey bu sanal bilgisayarın içinde çalışır. Bilgisayarın genelini etkilemez, hard diske erişmez. Ortaya riskli bir durum çıktığında sadece sanal makine etkilenir ve sanal makine dosyasını silerek sorundan kolayca kurtulmak mümkün olmaktadır.

Sonsuz döngü ya da ağır matematiksel işlem yükleyerek tüm ağı felç etme riski sorununu çözmek için “Gas” mekanizması kullanılır. Yapılacak olan her işlem için bedel olarak Gas kullanılır. Çok ağır matematiksel işlemler yüklenirse Gas hemen tükeneceği için işlem duracaktır. Böylelikle sonsuz döngü ya da gereksiz matematiksel işlemlerin yapılması önlenmektedir (Ryan, 2017).

Ethereum Blockchain üzerinde geliştirilen uygulamaların çalışma maliyetinin düşük olması Gas kullanımının az olmasına bağlıdır. Bu nedenle uygulamalar geliştirilirken az işlemci gücü kullanılan, dolayısıyla hızlı çalışan uygulamaların ortaya çıkacağı öngörülmektedir.

Geliştirilen uygulamaların hızlı çalışmamasının sebeplerinden biri kod yazarların yaptıkları hatalar ya da verimli olmayan kodlama yöntemleri kullanmalarıdır. Ancak çalışacak olan kodun yazılma şekline göre çalışma maliyetleri farklı olduğunda daha kaliteli kodlama işlemleri yapılması beklenmektedir.

Bitcoin ile ethereum arasındaki fark:

Bitcoin ile amaç herhangi bir merkezi otorite olmaksızın transfer edilmesi mümkün olan ve ülkeler arası sınırlara bağlı olmayan bir dijital para üretmektir.

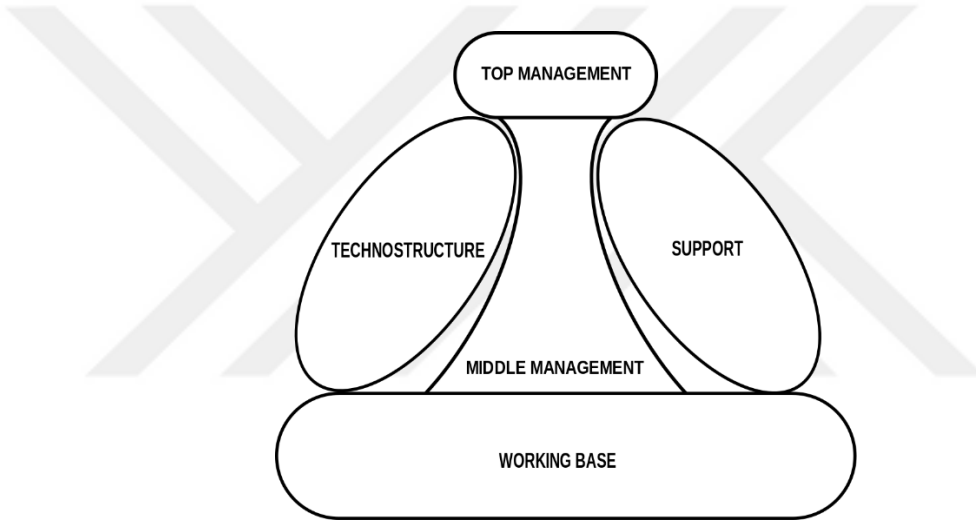
Ethereum için amaç bir dijital para çıkarmaktan çok daha farklıdır. Her ne kadar para transferi için kullanılıyor olsa da asıl amaç Blockchain üzerinde merkezi herhangi bir otoriteye bağlı olmayan uygulamalar geliştirmektir. Bu uygulamaların kullanacağı işlemci gücünün bedeli Gas

ile ödenir ve Gas satın almak için Ethereum kullanmak gerekir. Ethereum denen varlığın ortaya çıkmasının sebebi global bir para olma amacından öte, sistemde kullanılan Gas bedelini ödemektir.

2.3.1. Akıllı Kontrat

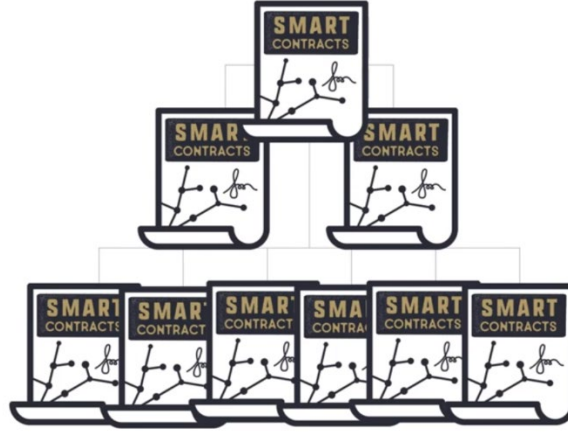
Ethereum sayesinde ortaya çıkan kabiliyetler, merkezi olmayan ve otomatik çalışan organizasyonların ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır.

Organizasyonların temeli, bir amacı gerçekleştirmek için bir araya gelmiş insanlar olarak tanımlanmaktadır (Mintzberg, 1979).



Şekil 2.15: Organizasyon şeması (Mintzberg, 1979).

Organizasyonların yapısında direktörler, yöneticiler ve çalışanlar bulunmaktadır. İşin yürümesi için her bir seviyenin görev ve sorumluluklarını bildiren görev tanımları yazılmaktadır. İşe alınan çalışanlar, görevleri gereği yapmaları gerekenler konusunda mutabık oldukları iş sözleşmeleri imzalanmaktadır. Bu şekilde çalışma kontratları ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.16: Akıllı kontrat (Ponteves & Eremenko, Decentralized Autonomous Organizations (DAOs), 2018).

Organizasyonlarda çalışan insanların yaptığı işlerin robotlar ya da makineler tarafından yapıldığı bir organizasyon şemasında insanların yerini alacak olan her birimin yapması gereken işlerin uygun olan programlama dilleri ile kodlanması gerekmektedir. Çalışanların tüm fonksiyonlarının gerçekleştirilmesini mümkün kılacak olan kodlamaların yapılması durumunda kendi kendine çalışan organizasyonların ortaya çıkması sağlanmaktadır.

2.3.2. DAO

Kodlamalarla çalışma şekli tam olarak belirlenmiş olan birimler birbirleri ile etkileşerek ve kendilerinden beklenen görev ve hizmetleri yerine getirerek varlıklarını sürdürebilmektedirler. Zaman içinde ortaya çıkan ihtiyaçlara bağlı olarak şirketlerde insan kaynakları birimleri tarafından yapılan çalışmalarla şirketlere yeni çalışanlar dahil edildiği gibi akıllı bilişim sistemleri de ihtiyaçlara göre, görev tanımlarının gereğini yerine getirerek organizasyonun varlığını devam ettirmesinin yanında büyümesini de sağlamaktadırlar (Buterin, 2014).

Otomatik olarak işlem yapan uygulamaların çalıştığı herhangi bir merkezi yönetim ya da ana bilgisayar mevcut değildir. Kodun tamamı Blockchain yapısı üzerinde çalışmaktadır. Kontratın yazılması esnasında yapılacak olan hataların sonuçları son derece ciddi kayıplara sebep olabilmektedir. Ethereum Blockchain yapısının ortaya çıkması esnasında platformun kurucusu olan Vitalik Buterin tarafından tasarlanan DAO projesi dünya tarihindeki en başarılı kitlesel fonlama ile 150 milyon dolar toplamayı başarmıştır. Mayıs 2016'da tamamlanan fonlama

alışmasından sadece 1 ay sonra 50 milyon dolarlık ethereum kötü niyetli kişilerin eline geçmiştir. Paranın kötü niyetli kişilerin eline geçmekte olduğu tespit edilmiştir ancak sistem Blockchain üzerinde çalıştığından değiştirilebilecek bir kod mevcut değildir. Kaybın sebebinin akıllı kontrat yazarken yapılmış olan bir hata olduğu tespit edilmiş olsa da sistem bir server üzerinde çalışan uygulama yapısında olmadığından, dağınık yapıda kendi kendine varlığını sürdüren bir sistem olduğundan müdahale edememiştir. Alınabilecek tek tedbir bir çeşit üst versiyona geçme olan Hard Fork yapmak olmuştur. Kelimenin Türkçe karşılığı “atal” olarak bilinmektedir. Bu işlemten sonra Ethereum (ETH) adı ile yeni versiyon çalışmaya devam etmiş, eski versiyon Ethereum Klasik (ETC) olarak varlığını sürdürmüştür (Leising, 2017).

2.4. BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİNİN SAĞLAYACAĞI FAYDALAR

Blockchain teknolojisi her ne kadar internet üzerinden yapılan alışverişlerde değeri transferini kolaylaştırmak amacıyla dijital bir para üretme fikriyle oluşan Bitcoin için destekleyici teknoloji olarak ortaya çıkmış olsa da zaman geçtikçe çok daha farklı amaçlara yönelik kullanılabileceğı anlaşılmaktadır. Bitcoin yapısında para transferlerinin kaydedildiğı alana istediğimiz herhangi bir bilgiyi kaydetmek mümkündür.

Herhangi bir mülkün sahibinin kim olduğu bilgisi bu şekilde kayıt altına alınabilir. Bugünkü dünya düzeninde ev, araba, arsa gibi mülklerin kayıtları devlet dairelerinde kayıt altına alınmaktadır. Tapu kadastro dairelerinin varlık amacı budur. Herhangi bir mülk el değıştireceğı zaman noterde satışı yapılır, para alışverişı noter huzurunda yapılır ve noterin düzenlediğı satış evrakları ile el değıştirme gerçekleşmektedir. Zaman içerisinde taraflar arasında herhangi bir uyuşmazlık olması durumunda resmi dairelerdeki kayıtlar esas alınır ve haklı olan tarafın hakkı korunmaktadır.

Mevcut durumda mülkiyeti kayıt altına alan resmi kayıtların kaybolmasına sebep olabilecek herhangi bir olay yaşanması ya da kötü niyetli kişiler tarafından kayıtların değıştirilmesi halinde mülkiyetin sahipliğini kanıtlayacak herhangi bir yöntem mevcut değildir. Kayıtlar merkezi olduğundan dolayı tek noktadaki kayıtların değıştirilmesi mümkün olabilir ve hak kayıplarının yaşanması mümkün olabilmektedir.

Merkezi otoritedeki sahiplik kayıtlarının herhangi bir zamanda denetlemeye açık olmaması, sadece kanunen yetkili kişiler ya da kurumlarca denetlenmeye açık olması da ayrı bir güvensizlik kaynağı olabilmektedir. İnsana bağılı sistemlerde rüşvet ya da insan hatası gibi

sebeplerle haksızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu ve benzeri sorunların tamamına Blockchain sayesinde çözüm üretmek mümkün olmaktadır.

Blockchain henüz çok yeni bir çözüm olmakla birlikte farklı endüstrilere sağladığı faydalar başka hiçbir teknoloji ile sağlanamayacak kadar çeşitlidir. Bunlardan bazılarını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Wood, ve diğerleri, 2015).

2.4.1. Değiştirilmeye Karşı Korumalı (Tamper-Proof)

Kayıtların birbirine bağlı bloklar içerisinde tutulması sayesinde Blockchain yapısında kaydedilmiş olan kayıtların değiştirilmemesi sağlanmaktadır. Geçmişteki kayıtların herhangi birisinde yapılacak olan en küçük değişiklik, tüm zincirin yapısını bozacağından geçmiş kayıtların doğruluğunu sağlamak konusunda Blockchain son derece yenilikçi bir çözüm sunmaktadır.

2.4.2. Şeffaflık (Transparency)

Kayıtlar merkezi olmayan bir yapıda kaydedildiği için ve kayıtların kopyası herkeste olduğu için şeffaflık sağlanabilmektedir.

2.4.3. Güvenlik (Security)

Blockchain yapısında bilgiler, birbirine zincir halinde bağlı bloklar içerisine kaydedildiğinden ve geçmişteki kayıtların herhangi birisinin değişmesi durumunda Blockchain bütünlüğü tamamen bozulacak şekilde tasarlanmış yapı sayesinde güvenlik sağlanmaktadır.

2.4.4. Gerçeklik (Authenticity)

Bilgilerin bloklara kaydedilmesi aşamasında, kaydedilen bilginin doğru bilgi olup olmadığına dair önceki bloklardaki bilgilere de bakılarak işlem yapıldığından, daha kayıt aşamasında doğru bilgi kaydedileceği için ve bu bilginin gelecekte değiştirilmesi de mümkün olmadığı için bloklar içerisinde kayıtlı bilgilerin gerçekliği ile ilgili herhangi bir şüpheli durum ortaya çıkmamaktadır.

2.4.5. Denetlenebilirlik (Auditability)

Kayıtların denetlenmesi için herhangi bir özel yetkiye ya da devlet otoriteleri tarafından sağlanan ayrıcalıklara ihtiyaç bulunmamaktadır. Kayıtların olduğu bloklar açık olduğundan dileyen herkes kayıtlarla alakalı kontrol yapabilir. Güvenilir olmak için şeffaf bir şekilde kayıtların tutulduğu Blockchain yapısı, isteyen herkesin denetlemesine açıktır. Şirketler, standart organizasyonlar, düzenleyiciler ve müşteriler tarafından incelenebilecek ve kullanılabilecek olan denetlenebilir bir kayıt sistemidir.

2.4.6. Birlikte Çalışabilir (Interoperable)

Blockchain, değer transferi kayıtlarını tutarken mükerrer harcamalar yapılmasını önleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bir harcama yapılmadan önce, harcama yapacak olanın, harcanacak tutar kadar bakiyesinin olup olmadığı kontrol edilmektedir. Kontrol etme işlemi sistemdeki tüm kullanıcıların kayıtları dikkate alınarak yapıldığından birlikte çalışma olanağı sağlanmaktadır. Merkezi olmayan bir yapıda, herhangi bir otorite olmamasına rağmen birlikte çalışma sayesinde gerçek kayıtların oluşması mümkün kılınmıştır.

2.4.7. Maliyet Açısından Verimli (Cost-Efficient)

Finansal ya da mülkiyet kayıtlarının doğruluklarını denetlemek için yapılan harcamalar çok yüksek miktarlar tutabilmektedir. Blockchain yapısı kullanılarak oluşturulan güvenilir kayıtlar sayesinde denetleme şirketlerinin yüksek maliyetleri ortadan kalkmaktadır. Denetleme maliyetlerinin düşmesi sayesinde ürün ve hizmet fiyatları da aşağı çekileceğinden müşterilerin satın alma maliyetleri düşmekte, tasarruf sağlanmaktadır.

2.4.8. Gerçek Zamanlı ve Çevik (Real-time and Agile)

Kayıtlar merkezi olmayan bir yapıda tutulduğundan, geçmiş kayıtlara ulaşmak son derece yüksek hızda gerçekleşmektedir. Bu da ihtiyaç duyulduğunda denetleme ya da kontrol amacıyla geçmiş kayıtlara hızlıca ulaşılmasını mümkün kılmaktadır.

2.4.9. Halka Açık (Public)

Platformun merkezi olmaması ve halka açık olması, ihtiyaçlara göre yenilikler eklenerek gelişmesini mümkün kılmaktadır. Merkezi sistemlerdeki hiyerarşiye bağlı olarak yapılmakta

olan yukarıdan aşağı denetleme mekanizması yerine Blockchain yapısında denetleme herkes tarafından aşağıdan yukarı yönde yapılmaktadır.

2.4.10. Süreklilik

Merkezi otoriteye bağlı iş yapma yönteminde herhangi bir birimin ortadan kalkması işleyişi olumsuz etkilemektedir, hatta işleyişi tamamen durdurabilmektedir. Blockchain yapısında merkezi olmayan global bir yapı kullanıldığından devre dışı kalacak herhangi bir birim sistemin sürekliliği için tehdit unsuru oluşturmamaktadır.

2.5. BLOCKCHAIN İLE DÖNÜŞÜM

Günümüzde Blockchain teknolojisi sayesinde dönüşüm yaşaması beklenen endüstrileri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Cbinsights, 2018):

2.5.1. Bankacılık

Sayısallaştırılmış, güvenli ve değiştirilmeye karşı korumalı bir defter olan Blockchain, finansal hizmetler ekosistemine daha fazla doğruluk ve bilgi paylaşımı sağlayarak aynı işlevi yerine getirebilir.

2.5.2. Mesajlaşma Uygulamaları

Steemit.com uygulaması, Twitter ile aynı çalışma mantığındadır ancak verilerin tamamı Blockchain yapısı üzerinde tutulmaktadır. Benzer şekilde mesajlaşma programı Telegram da Telegram Open Network (TON) adını verdiği bir sistem geliştirmeye devam ediyor ve bu sistemde mesajlar Blockchain temelli bir platform üzerinde tutulacak. Bu şekilde 200 milyondan fazla kullanıcısı olan sistemde kayıtlı olan mesajların geçmiş tarihlerde saklanan içeriklerinin değiştirilmemesi tamamen güvence altına alınmış olacaktır.

2.5.3. Yatırım Fonları

Yaklaşık olarak 1 milyar dolar fon yöneten New York merkezli “Union Square Ventures” şirketi ve Philadelphia merkezli “First Round Capital”, fon yönetimi için Blockchain yapısında merkezi olmayan yapıda bir yönetim sistemi geliştirmektedir.

2.5.4. Seçimler

Blockchain altyapısı ile kurulmuş olan seçim sistemleri sayesinde herhangi bir hileye meydan vermeksizin seçimler yapılması ve oyların sayılması mümkün hale gelecektir.

2.5.5. İnternette Kimlik Doğrulaması

Blockchain yapısında kullanılan kişiye özel gizli anahtar sayesinde internet uygulamalarının tamamı için aynı kimlik bilgisi kullanılabilir hale gelmekte ve internetteki milyonlarca farklı uygulamayı kullanabilmek için herhangi bir kayıt ve kimlik doğrulamasına gerek kalmaksızın işlem yapılması mümkün olabilecektir.

2.5.6. Kritik Altyapıların Güvenliği

Sadece belli kişilerin giriş izni olan bilişim altyapılarının güvenliği için Blockchain sistemleri ile altyapı adaptasyonları sağlandığı takdirde, kriptografi ile sağlanacak olan güvenlik, mevcut sistemlerdeki güvenlik altyapıları ile kıyaslandığı zaman özellikle kötü niyetli bilişim saldırılarına karşı kritik altyapıları daha dayanıklı yapacaktır.

2.5.7. Paylaşımlı Araç Kullanımı

Dağıtık kayıt sistemleri sayesinde daha fazla kullanıcı odaklı platformların ortaya çıkması mümkün olacaktır.

2.5.8. İnternet Reklamcılığı

Dağıtık sistemler sayesinde özellikle Ethereum platform ve benzeri sistemlerin sağladığı Gas güvenliği ile kötü niyetli yazılımların varlığının mümkün olmadığı, daha doğru hedef kitlelere ulaştırılan ve reklam verenlerin harcamalarının karşılığı ile ilgili daha sağlıklı raporlar alabildikleri sistemlerin ortaya çıkması mümkün olabilecektir.

2.5.9. Kripto Borsaları

Blockchain ile denetleme ya da kontrol faaliyetlerinde görev alan insan gücüne ihtiyaç kalmayacağı için insan kaynaklı hatalar ortadan kalkacaktır. Sosyal hacking ile insanların gözden kaçırdığı detaylar yüzünden sistemlere sızılması gibi güvenlik açıkları da engellenmektedir.

2.5.10. Eğitim ve Akademi

Eğitim kayıtlarının Blockchain ile kayıt altına alındığı sistemler bir öğrencinin herhangi bir dersi almadığı halde, aldığını iddia etmesi gibi durumları ortadan kaldırmaktadır. Çok sayıda kaydın tutulduğu sistemlerde kayıtlar çok daha doğru tutulur hale gelmektedir. Tamamlanan eğitimler sonunda sertifika kazanımı olan durumlarda, sadece hak edenlerin sertifika almasını sağlayacak şekilde kayıt tutulması mümkün olmaktadır.

2.5.11. Araç Satışı ve Kiralama

Mevcut durumda araç satışı noter huzurunda yapılmaktadır. Blockchain sayesinde kayıtların adil olması sağlanacağı ve mülkiyet kayıtları doğru şekilde tutulacağından araç satışında güven temsilcisi olan noterlik kurumuna ihtiyaç tamamen ortadan kalkmaktadır.

2.5.12. Endüstriyel IoT ve Ağlar

İnternete bağlı olan cihazlardan gelen verilerin doğrudan Blockchain ile kayıt altına alınmasına bağlı çalışan sistemler, belirlenen endüstriyel amaçlara göre çalışmakta, herhangi bir merkezi otoritenin iradesine bağlı kalmaksızın ve ihmal ya da kötü niyet sebebiyle insan hatasından kaynaklanacak istenmeyen sonuçlara izin vermeyecek şekilde tasarlanma amaçlarına uygun sonuçlar üreterek işleyişi sağlamaktadırlar.

2.5.13. Bulut Depolama

Blockchain yapısı ile depolama yapılması sayesinde merkezi sistemlerde olduğu gibi sadece bir noktaya yönelik saldırılar sonucunda sistemlerin işlemez hale gelmesi ya da büyük veri kayıplarının yaşanması sorununa çözüm üretilmektedir.

2.5.14. Bulut Bilişim

Blockchain tabanlı bilişim sistemleri kurgulanması sayesinde insanlar ya da kurumlar bilgisayar işlemcileri ya da grafik işlemcilerinin işlemci gücünü kiralayarak dijital para kazanmaktadırlar.

2.5.15. Tahmin Sistemleri

Blockchain yapısı ile kayıtların olabilecek en yüksek doğrulukla tutulması mümkün olmaktadır. Geçmişte elde edilen doğru kayıtların analiz edilmesi ile gelecek tahminlerini daha yüksek doğrulukla yapabilmek mümkün hale gelmektedir.

2.5.16. Müzik ve Eğlence Sektörü

Müzik ve eğlence sektöründe üreten durumundaki kişilerle sermaye sahipleri arasında yapılacak akıllı kontralar içerik üretenlerin daha adil kazanç elde etmelerini mümkün kılmaktadır.

2.5.17. Hisse Senedi İşlemleri

Hisse senedi alış satış işlemlerini kolaylaştırmak ve ticari işlemleri kayıt altına almakla ilgili verimli yöntemler bulmak için senelerdir süregelen çalışmalar yapılmaktadır. Blockchain teknolojisinin ortaya çıkması ile yeni girişimci şirketler, daha önceki yöntemlerle kıyaslanmayacak kadar hızlı çalışan ve daha verimli sistemler geliştirmektedir.

2.5.18. Emlak ve Gayrimenkul

Sahiplik bilgilerinin Blockchain ile kayıt altına alındığı uygulamalarla geçmiş kayıtların değiştirilmesi mümkün olmayacağından herhangi bir mülkün geçmişteki el değiştirmeleri kolayca takip edilebilmektedir. Geçmiş kayıtların kesin olarak doğru ve gerçek olması ile ilgili en ufak bir şüpheye yer olmayacak şekilde güvenli kayıtların tutulması mümkün olmaktadır.

2.5.19. Sigortacılık

Paylaşım ekonomisi sayesinde yüksek değerli eşyaların el değiştirilmesi ya da paylaşımlı kullanılması esnasında Blockchain platformlar üzerinde çalışan akıllı kontrat sistemleri, bir denetçi ya da gözlemci gibi çalışarak belli şartların oluşması durumunda sigortacılık ödemelerinin otomatik olarak gerçekleşmesini sağlamakta, bürokrasi ya da dokümantasyon işlemleri ile zaman kaybı yaşanmasını önlemektedir.

2.5.20. Sağlık Hizmetleri

Sağlık hizmetlerinde Blockchain ile kurulan sistemlerle hastaneler, hastanelere ödeme yapan sigorta kurumları ve diğer sağlık sistemi kurumları arasında akıllı kontratlar sayesinde değer alışverişleri kolayca sağlanmaktadır. Hastaların özel bilgileri ile ilgili veri güvenliği kaygılarına meydan vermeyecek yüksek güvenli sistemler kurgulamak mümkün olmaktadır.

2.5.21. Tedarik Zinciri Yönetimi

Üreticiden tüketiciye ulaşana kadar birçok el değiştiren ürünlerin transfer kayıtlarının IoT teknolojileri tarafından desteklenen Blockchain ile tutulması sayesinde merkezi olmayan yapıda, zaman tasarrufu ve geçmiş işlemlerin kolayca takip edilebilmesini sağlayan insan hatasına meydan vermeyen sistemlerin kurulması mümkün olmaktadır. Bu konu çalışmanın devamında detaylı olarak incelenmektedir.

2.5.22. Enerji Yönetimi

Paylaşımlı şebekelerde güneş enerjisi ya da benzeri alternatif enerji sistemleri sayesinde ihtiyacından fazla miktarda elektrik enerjisi üretebilen kişiler, ihtiyaç fazlası elektrik enerjisini komşularının kullanımına sunabilmektedirler. Bu enerji alışverişlerinin ölçümü IoT cihazları ile yapılmakta, cihazlardan gelen veriler Blockchain üzerinde çalışan akıllı kontratlarla değer değişiminin otomatik olarak yapılmasını sağlamaktadır.

2.5.23. Spor Yönetimi

Blockchain kullanılarak kurulan fon toplama sistemleriyle sporcuların hayranları sporcular için destek sağlamaktadır. Geleceğin spor yıldızlarının hisselerine erkenden paydaş olmak için merkezi olmayan sistemlerin kurulması mümkün olmaktadır.

2.5.24. Müşteri Sadakat Programları

Ticarette araçların daha az ya da hiç olmayacakları şekilde iş yapma ortamlarının oluşmasına hizmet eden Blockchain ile müşteri sadakat programlarının daha verimli olmasını sağlayacak daha doğru verilerin toplanması ve analiz edilmesi mümkün olmaktadır. Böylelikle mevcut müşteri sadakat programlarının oluşturulması ve sürekliliğini sağlamanın maliyetleri ile

kıyaslandığında çok daha az maliyetli ancak daha verimli sistemlerin tasarlanması mümkün olmaktadır.

2.5.25. Devlet Hizmetleri ve Kamu Kayıtları

Devlet hizmetlerinin gerçekleşmesi için daha az kâğıt kullanılmasına imkân sağlayacak olan Blockchain teknolojileriyle sahteciliğin önlenmesi, devlet tarafında çalışıp vatandaş için hizmet veren memurlarla hizmet alan vatandaşlar arasındaki anlaşmazlıkların çözümü çok daha kolay ve hızlı hale gelebilmektedir.

2.5.26. Ateşli Silahların Takibi

Ateşli silahların satışları ve sahiplik bilgilerinin Blockchain ile kaydedilmesiyle birden fazla defa el değiştirmiş olan silahların geçmiş kayıtları kolayca takip edilebilecek, kimler tarafından kullanıldığı tespit edilebilecektir. Silahların kanuna aykırı şekilde kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan ve doğruluğundan şüphe edilmeyecek kayıtlara, hızlıca ulaşılması mümkün olmaktadır.

2.5.27. Vasiyet ve Miras

Vasiyet ve miras belgeleri son derece hassas ve önemli kontrat türleri olmakla beraber Blockchain kullanılması için en uygun alanlardan birisidir. Vasiyetin doğru şekilde kayıt altına alınması ve ölümün gerçekleşmesinden sonra vasiyetin gereklerinin anında yerine getirilmesi akıllı kontratla mümkün olmaktadır.

2.5.28. Perakende

Alıcılarla satıcıların herhangi bir toptancı ya da aracı olmaksızın alışveriş yapmasını sağlayan sistemlerin Blockchain altyapısı ile kurulması aracılardan kaynaklanan maliyet artışlarını tamamen ortadan kalkmakta, ürünü ortaya çıkaran satıcı emeğinin karşılığını daha adil şekilde alırken alıcı da ürünü daha makul bedellerle temin edebilmektedir.

2.5.29. Hayır Kurumları

Hayır kurumlarına yapılan bağışların Blockchain ile kayıt altına alınması bağışın nereye gittiği, hangi amaçla kullanıldığı şeffaf bir şekilde takip edilebilmektedir. Bu şekilde bağışların artmasına, hayır kurumlarının yardımlarla daha faydalı olmasına imkân sağlanmakta, hayır

kurumları ile ilgili yersiz suçlamaların yapılmasına sebep olan şüpheli durumlar ortadan kalkmaktadır.

2.5.30. Kanuni Uygulamalar

Kanuna aykırı olayların gerçekleştiği hallerde suç ile ilgili kanıtların takip edilmesi önemli bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Kanıtların Blockchain ile kayıt altına alınması kaybolmaları ya da kötü niyetli kişiler tarafından kaybolmuş gibi gösterilmeleri önlenmektedir.

2.5.31. İnsan Kaynakları

Adli sabıka kaydı gibi farklı kurumlardan alınması gereken sicil kayıtlarının Blockchain yapısında kayıt edilmesi iş başvurusunda bulunmuş olan kişilerin sicil kayıtlarına anında ulaşılabilen ve işe alım süreci bu kayıtlara göre daha hızlı ilerlemektedir.

2.5.32. Kurumsal Yönetim

İşletmeler arası ürün, hizmet ve değer transferi işlemlerinin Blockchain ile kaydedilmesi ve akıllı kontratlar kullanılmasıyla şeffaf ve hızlı işleyen mutabakat süreçleri işletmek mümkün olabilmektedir.

2.5.33. Kredi Kayıtları

İşletmelerin kredi kullanımı ve ödemeleri ile ilgili bilgilerin Blockchain ile kaydedilmesi geçmiş ödeme kayıtlarının güvenilirliği sağlanmakta; doğru, denetlemeye açık ve paylaşılabılır raporlarla işletmelerin kredibilitesi kolayca hesaplanmakta, dürüst işletmelerin hızla büyümesi için gereken şartlar akıllı kontrat kullanımı sayesinde otomatik olarak sağlanmaktadır.

2.5.34. 3 Boyutlu Yazıcıların Kullanımı ve Üretim

Üç boyutlu yazıcılardan çıktı alınması ve bu yazıcılarda üretim yapılması ile ilgili kayıtların Blockchain ile tutulmasıyla fikri mülkiyetin korunması mümkün olabilmekte, fikri mülkiyet ürünleri ile ilgili hırsızlıkların yaşanması engellenmektedir.

2.5.35. Kitlesele Fonlama

Kitlesele fonlama yaparken aracılarn tamamen ortadan kalkmasına olanak sağlayan, Blockchain teknolojisi ile hazırlanmış platformlarla girişimciler ve mucitler doğrudan bağımsız kişilerce desteklenmekte ve doğal bir iş birliği ortamı kolayca sağlanmaktadır.

2.5.36. Emtia Destekli Para Birimi

Değeri emtiaya göre belirlenen jetonlardan satın alan hissedarlar, dünyanın bir yerinde yetiştirilip başka bir yere satılması planlanan bir ürünü kitlesele fonlama ile desteklemiş olmaktadırlar.

2.5.37. Kütüphaneler

Blockchain teknolojisinin kütüphanecilik alanında kullanılması ile gelişmiş meta data arşivleri oluşturulabilmekte, kütüphane arşivi topluluklar tarafından desteklenerek daha zengin hale gelebilmekte ve dijital ürünlerle ilgili fikri mülkiyet haklarının korunmasını kolaylaştırıcı sistemler geliştirilebilmektedir.

2.5.38. Yayıncılık

Yazarlar için geliştirilen yeni platformlar sayesinde eser ortaya çıkaran kişiler kendi meslektaşları, editörler, tercümanlar ve yayıcılarla iş birliklerini daha üst seviyelere çıkarabilmektedirler.

2.5.39. Balıkçılık

Blockchain temelli sistemlerle balıkçılık daha sürdürülebilir, çevre dostu ve yasalara uygun şekilde yapılabilir hale gelmektedir.

2.5.40. Fotoğrafçılık

Fotoğrafçılara eserlerinin kullanıldığı yerlere göre ücret ödenmesini daha adil hale getirecek olan sistemlerin Blockchain ile tasarlanması mümkün olmaktadır.

2.5.41. Sosyal Yardım Ödemeleri

İngiltere’de 2016 senesinden beri bir girişimci şirket ile iş birliği yapan devlet birimleri sosyal yardım ödemelerini izlemek için Blockchain temelli bir sistem üzerinde çalışmaktadır.

2.5.42. Video Yayını

Blockchain sayesinde video yayını yaparken ortaya çıkan internet bant genişliği kullanımı çok büyük ölçüde azalabilmekte, video kodlama işlemleri dağıtık yapılar tarafından çok daha hızlı ve az maliyetli yapılmakta, depolama ve içeriğin hedef kitleye ulaşmasının maliyetleri düşmektedir.

2.5.43. Oyun

Hızla genişlemeye devam eden oyun sektörü markalar tarafından kullanılan önemli bir reklam mecrası haline gelmektedir. Rekabetin oldukça yüksek olduğu, oyun içerisindeki dijital varlıkların el değiştirdiği oyunların sonunda galipler ciddi kazançlar elde etmektedir. Blockchain kullanılarak geliştirilen sistemlerde, akıllı kontratlarla rekabetin kazananlarının ödülleri almaları güvence altına alınırken oyunlar içerisinde varlık değişimi yapabilmek için aracı kurumlara duyulan ihtiyaç da ortadan kalkmaktadır.

2.5.44. Yiyecek ve İçecek

Gıda endüstrisinde zehirlenmeye neden olan mikroplar ya da satılan etlerde at eti DNA sarmallarına rastlanmış olması gibi karışıklıklar yaşanmaktadır. Gıdaların Blockchain ile takip edilmesi sayesinde bu tip karışıklıkların ortaya çıkması tamamen önlenebilmektedir. Üreticiler tarafından dağıtıcılara zararlı ürün gönderilmesi tamamen engellenmekte, olası hatalar yapılırsa bile hatalı ürünün kaynağı hızlıca tespit edilmekte ve gereken tedbirler alınabilmektedir.

2.5.45. Hava Taşımacılığı

Havayolu taşımacılığında müşteri sadakat programları oldukça önemlidir. Blockchain ile bilet alarak kazanılan dijital parayla havayolu şirketinin anlaşmalı olduğu yerlerden alışveriş yapmak mümkün olabilmektedir. Aynı şekilde bilet alanların kişisel verileri Blockchain üzerine kaydedilip dijital bir jeton ile dolaşıma çıkarak havayolu şirketinin anlaşmalı olduğu araç

kiralama şirketinin ve otel hizmetlerinin bilet alan müşteri tarafından kolayca kullanılması sağlanabilmektedir.

2.5.46. Ziraat ve Bitkiler

Ziraat ve bitki yetiştiriciliği ile ilgili çalışma yapan ve birbirini tanımayan gerçek ya da tüzel kişiler arasındaki güven ilişkisi Blockchain temelli sistemler tarafından kolayca çözülebilmektedir. Gerçek ya da tüzel kişiler birbirlerini tanımadıkları halde kurdukları güven ilişkileriyle iş ağlarını genişletmekte, müşteriler için daha sağlıklı üretimler yapabilmektedirler.

2.5.47. Şans Oyunları – Kumar

İnternet üzerinden çalışan gazino ve şans oyunları işlemleri son yıllarda oldukça artış göstermiştir. Ancak şeffaflığı konusunda devam eden şüpheler bulunmaktadır. Çevrimiçi oyunların kayıtlarının Blockchain ile tutulması şeffaflık sağlanmaktadır çünkü geçmiş kayıtların manipüle edilmesi mümkün değildir. Böylelikle kumarda kabul gören “kasa her zaman kazanır” sloganı tarihin derinliklerine gömülmektedir.

2.5.48. Eczacılık

Hızla büyüyen sektörlerden birisi olan ilaç sektöründe yeni bir ürünün ortaya çıkma sürecinde testlerin yapılması, bulguların kayıt altına alınması ve yeni bulunan ilaçlarla ilgili fikri mülkiyet kayıtlarının yapılması gibi oldukça karmaşık işlemler bulunmaktadır. Bazı durumlarda çözümü bulan ve yayınlayan kişiler, çözüm ile ilgili fikri mülkiyet başvurularından daha hızlı ilerlemekte ve patent başvuruları yapılmadan ürün ile ilgili yayınlar yapıldığında çok ciddi maddi kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bu tip durumlara çare olarak ilaç endüstrisine özel Blockchain platformları üzerinde bulgular kayıt altına alınabilmekte ve fikri mülkiyet ile ilgili hak iddia etmek için referans olmaktadır.

2.5.49. Karayolu Taşımacılığı

Varlıkların karayolu taşımacılığı ile taşınması esnasında Blockchain kullanılmasıyla kamyonların içindeki yüklerin anlık olarak takip edilmesinin yanında geçmişteki herhangi bir anda tam olarak bulundukları konum ve yükün durumu hakkında takipler yapmak da mümkün olabilmektedir. Taşınmakta olan yükün gıda gibi hassas yükler olması durumunda taşıyıcı

aracın iç kısmının sıcaklığının sürekli takip edilmesi ve değiştirilemeyecek şekilde kayıt altına alınabilmesi, gıda taşımacılığı için son derece önem arz etmektedir.

2.5.50. Atık Yönetimi

Atıkların geri dönüşümü son derece önemli bir çevresel konu olmasına rağmen dönüşüme katkı sağlayanların yeterince ödüllendirilmemesi, dönüşüme gönüllü olarak katılan kişilerin ya da kurumların sayısının az olmasına sebep olmaktadır. Blockchain temelli platformlar ve akıllı kontratlarla atık toplama sistemlerine katkı sağlayanların otomatik olarak ödüllendirilmesi sağlanabilmektedir.

Hızla küreselleşmekte olan dünyada sınırlar ortadan kalkarken üretilen varlıklar da sınır ötesi ülkelere hatta kıtalar arası tüketicilere ulaşmaktadır. Ürünler bu kadar uzun yolculuklar yaparken çok farklı taşımacılık hizmetleri de birbiri ile iş birliği yapmaktadır. Bu iş birlikleri sonucunda ortaya çıkan yapılar özellikle 1980’li yıllardan sonra akademik çevreler tarafından “tedarik zinciri” olarak adlandırılmıştır. Farklı işletmelerin iş birlikleri yapması ile oluşan tedarik zinciri yönetimi süreçlerinde Blockchain teknolojisi devrimsel faydalar sağlamaktadır. Çalışmanın devamında tedarik zinciri yönetiminde yaşanan zorluklara Blockchain teknolojisinin sağladığı çözümler incelenmektedir.

2.6. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

“Tedarik zinciri” kavramı, 1990’lı yıllardan önce hem akademik hem de iş çevreleri tarafından pek kullanılır olmadığından yeni bir terim olarak kabul edilmektedir. Tedarik Zinciri kavramının tanımı ilk defa 2001 senesinde yapılmıştır. Buna göre Tedarik Zinciri; ilk üreticiden son kullanıcıya ya da müşteriye kadar işletmeler arasındaki ürün, hizmet, bilgi ve finansal işlemlerin yol boyunca hareketinin, süreçlerin, fonksiyonların, faaliyetlerin ve ilişkilerin toplamı olarak ifade edilir (Mentzer, Defining Supply Chain Management, 2002).

Tedarik Zinciri Yönetiminin önemli bir parçası olan lojistik, hedeflere ulaşmak konusunda bir firmayı ne kadar iyi ya da kötü etkileyebileceği gerçeği göz önünde bulundurulduğunda tedarik zinciri yönetiminde önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Lojistik profesyonelleri tarafından dünyanın en geçerli tanımlarından biri olan şekli ile lojistik, Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (TZYPK) tarafından tanımlanmaktadır. Bu

tanıma göre, “lojistik yönetimi, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılarken ilk orijinal çıkış noktasından son tüketim noktasına kadar olan ürünlerin, hizmetlerin ve ilgili bilgi akışının verimli ve etkin olarak ileriye veya geriye akışını ve stoklanmasını planlayan, uygulayan ve kontrol eden tedarik zinciri yönetiminin bir parçasıdır”.

Tanımdan anlaşılacağı gibi lojistik kavramı planlama, uygulama ve kontrol etme faaliyetleri ile ilgilidir. Güncel işletme anlayışına göre lojistik ürünlerin ileri ve geri hareketleri ile ilgili olmasının yanında bilginin de akışı ve depolanması ile ilgilidir. Dünyanın önde gelen lojistik şirketlerinden FedEx şirketinin CEO’su taşıdıkları paket ne kadar önemli ise taşıdıkları paket ile ilgili bilginin de o kadar önemli olduğunu ifade etmektedir (Reiskin, 2006).

TZYPK’nin tanımında “ürünlerin ileriye ve geriye akışı” kısmına özel olarak dikkat çekmek gerekmektedir. Lojistik hizmetleri her ne kadar üreticiden tüketiciye doğru ürün akışına odaklanmış olsa da tüketici tarafına ulaşan ürünlerin kullanım ömrü bittikten sonra geri dönüşüm ya da imha amacı ile tekrar üreticilere ulaştırılması tersine lojistik faaliyetlerinin konusudur ve lojistik disiplinlerinde dikkat çekici çalışmaların yapıldığı bir alan olarak ortaya çıkmaktadır.

Örneğin kesintisiz güç kaynaklarının içinde aküler bulunmaktadır. Ortalama çalışma ömrü iki sene olan bu akülerin ekonomik ömrü tamamlandıktan sonra doğaya atılmadan uygun şartlarda geri dönüşümünün yapılması için toplanması gerekmektedir. Bu çalışmaların kullanımı her geçen gün artan akıllı telefonlar ve tabletlerin içindeki piller için de aynıdır. Tersine lojistiğin önemi her geçen gün o kadar artmaktadır ki şirketler ve bazı tedarik zincirleri rekabetçi avantaj kapsamında bir fırsat olarak görmektedir (Defee, Esper, & Mollenkopf, 2009).

Bu tanımlardan yola çıkarak lojistiğin amacının “müşteri ihtiyaçlarını karşılamak” olduğu görülmektedir. Bu nedenle lojistik stratejilerini kurarken müşteri isteklerini ve ihtiyaçlarını iyi anlamak ve müşteri memnuniyeti sağlamak için gereken çalışmaları yapmak önem arz etmektedir. Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde müşteriler artık taşıma sürecindeki ürünlerini takip edebilmektedirler.

2.6.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi

İyi çalışan bir tedarik zinciri hem işletmelerin bireysel performansını hem de tüm tedarik zincirinin uzun vadeli performansını arttırmaktadır. Uzun vadeli bakış açısıyla ilişkisel

faaliyetlere odaklanılırken kısa vadeli bakış açısıyla operasyonel faaliyetlere odaklanılmaktadır.

Tedarik zincirlerinde ilişkisel faaliyetlerin daha etkin olabilmesi için “benim için daha iyi olan ne?” felsefesi yerine ilişkisel faaliyetlere yönelik olan “Bizim için daha iyi olan ne?” felsefesinin benimsenmesi gerekmektedir. İlişkisel faaliyetler, operasyonel faaliyetlere göre bir takım farklı özelliklere sahiptir. Bu özelliklerden bazıları güven, taahhüt, sadakat, ortak yatırım, karların paylaşımı şeklinde sıralanmaktadır.

İlişkisel faaliyetlerin sahip olması gereken sadakat özelliği, tedarik zinciri üyelerinin kısa vadeli çözümler üreterek sürekli olarak yeni tedarikçilerle çalışmak yerine uzun süreli iş yapılan çalışma şeklinin faydalarını anlamayı gerektirmektedir. İlişkisel faaliyetlerde başarı sağlanması için sağlıklı ve güvenilir şekilde bilgi paylaşımı olması gerekir. “Bilgi güçtür” yaklaşımının etkisi ile bu özelliğin gereğini yerine getirmek, gerekli olduğunu ifade etmekten çok daha zorlu bir süreç ortaya koymaktadır. İşletmeler, rekabet üstünlüklerinin zarar görmemesi için ya da doğru yaptıklarından emin olmadıkları iş yapma şekillerinin açığa çıkması risklerine karşı bilgi paylaşmak konusunda isteksiz davranış gösterebilmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin başlıca hedefi, bir bütün olarak tedarik zincirinin performansını optimize etmektir. Tedarik zincirine dahil olan üyeler arasında hem operasyonel hem de ilişkisel açıdan iş birliklerinin kurulması esastır. Tedarik zincirinin üyeleri arasındaki iş birliğinin faydaları ise kâr-zarar tablolarına doğrudan yansımakta ve tedarik zincirinin rekabetçi gücünü arttırmaktadır (Demiroğlu, 2015).

2.6.2. Tedarik Zinciri Yönetiminde Yaşanan Zorluklar

Lojistik sistemleri ve tedarik zincirleri, müşteri ihtiyaçlarına göre yeniden tasarlanırken yaşanan zorluklar çeşitli sebeplerden kaynaklanmaktadır.

Mevcut tedarik zinciri yönetim sistemleri uzun senelerdir gelişmekte olduğundan, değişen müşteri ihtiyaçlarına göre yeniden tasarlanmalarının maliyeti oldukça yüksektir. Bu durum, tedarik zinciri yönetimi alanında çözümler geliştirmek isteyen yeni girişimciler için fırsatların bol olduğu bir ortam sağlamaktadır.

Mevcut durumda tedarik zinciri yönetim sistemleri, farklı şirketlerin iş birliği sonucunda ortaya çıkan çözümlere bağlı olarak çalışsa da verilerin çok az miktarda paylaşıldığı bilgi depolama alanlarının olduğu yapılar halinde çalışmaktadır. Farklı şirketlerin kendi veri depolama alanları bulunduğu ve bu verilerin çok azını iş birliği yaptıkları şirketlerle paylaştıklarından dolayı verimli olmayan ve tutarsız kayıtların ortaya çıkabildiği sistemlerle tedarik zincirleri yönetilmektedir. Böyle bir yapı içerisinde herhangi bir anlaşmazlığın ortaya çıkması durumunda geriye dönük kayıtların incelenmesi ve anlaşmazlık sebebinin tespit edilmesi çok uzun zaman almakta ve bazı durumlarda anlaşmazlık ortamı çözülememektedir. Veriler merkezi yapılarda tutulduğundan ve probleme sebep olan durumun kayıt altına alındığı yerdeki verilerin değiştirilme iradesi, problemin ortaya çıkmasına sebep olanla aynı otoritenin olduğu durumlarda otorite geçmiş kayıtları değiştirebilmekte ancak bu kayıtların değiştirilip değiştirilemediği ile ilgili bir kontrol sistemi bulunmamaktadır. Bu sağlıklı çalışmayan yapılar sonuç olarak müşterileri, çevreyi ya da tedarik zinciri içerisindeki dürüst çalışan şirketlerin ya da kişilerin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

Bilinç seviyesi artan tüketiciler, bu tip olumsuzlukların yaşanabileceğini hesaplamakta, teknolojinin sağladığı imkanlarla kendilerine daha fazla bilgi sunulabileceğinin farkında ve hizmet sağlayıcılardan daha şeffaf çalışma şekli talep etmektedirler. Tüketiciler, ürünlerin nerelerden geldiği, üreticilerin çevre ile ilgili konulara karşı ne kadar hassas davrandığı, üretim sürecinde çalışanların ne kadar iyi koşullarda çalıştığı, adil ticaret yapma ilkelerine uyup uymadığı gibi konuları bilmeyi talep etmektedirler. Bu talepler, tedarik zincirine dahil olan tedarikçiler üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır (Quittem, 2018).

2.6.3. TZ’de Yaşanan Zorlukların Blockchain İle Çözümü

Blockchain, tedarik zinciri yönetiminde şeffaf olma problemini çözenin yoludur. Çok farklı uygulamaları olan Blockchain sayesinde ortaya çıkan yeni teknolojik çözümlerle düşük maliyetli, hızlı çalışan, değişen ihtiyaçlara göre geliştirilen çözümler üretebilmek mümkün hale gelmektedir. Örneğin global şirketler, çok sayıda tedarikçi ile çalışırlar ve her sene global denetleme şirketlerine milyonlarca dolar denetleme ücreti öderler. Bu maliyetler kesilir.

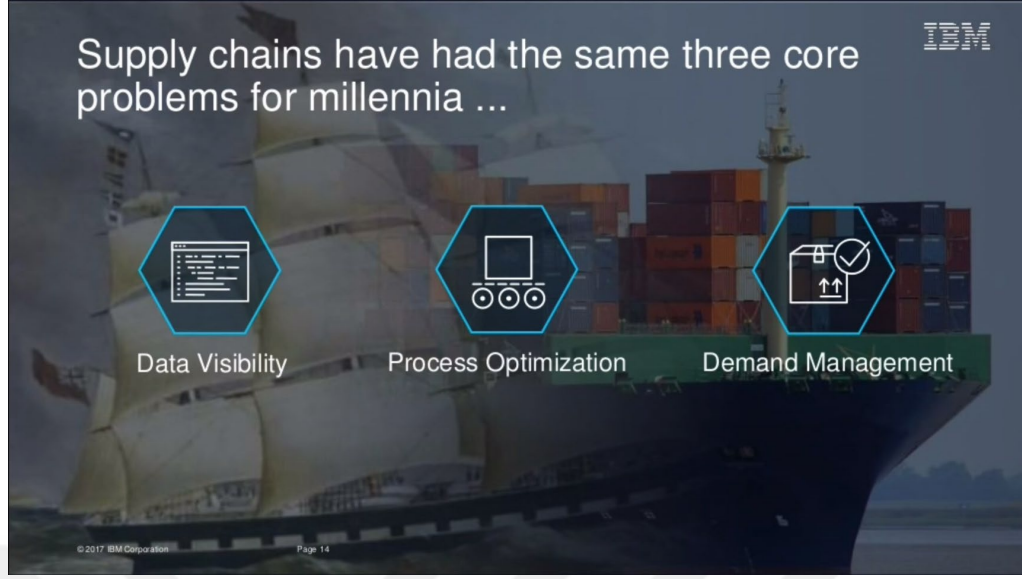
Dünya Bankası Enstitüsü’nden özel sektörle ilgili düzenlemeler hakkında çalışılan programın lideri olan Benjamin Herzberg, “her şeyin birbirine bağlı olduğu dünyada şeffaf iş yapmak yeni güçtür” sözleri ile iş yapma şekillerini şeffaflaştırmanın önemini açıklamaktadır.

Blockchain teknolojilerinin tedarik zinciri yönetiminde kullanılmasıyla ürünlerin üreticiden tüketiciye kadar yolculuklarının kaydı tutulmakta ve bu kayıtların değiştirilemeyecek şekilde doğru olduğu güvence altına alınmaktadır. Blockchain teknolojileriyle tedarik zincirindeki her bir ürünün tanımlayıcı bir tekil kimliği bulunmakta, bu tekil kimlik sayesinde ürünlerin geçmiş kayıtları takip edilmekte, nereden geldiği ya da sertifikaları gibi kayıtlar kolayca izlenebilmektedir. Bu teknolojilerle ürünlerin geçmiş durumları ile ilgili tüm işlemler kolayca denetlenebilmekte, gerçek olmayan özelliklerin ürün ile bağdaştırılması ve sahte ürünlerin satışı engellenmekte, ürünün üretim ve satış süreçlerinde çevre ile ilgili konular hakkında gereken kriterlere uygunluk durumu izlenebilmektedir.

Binaların inşa edilmesi sırasında malzemelerin olması gerektiği gibi kullanılmayıp kullanılmış gibi gösterilmesi sonucunda çalışanların hayatını tehlikeye atacak çalışma koşulları ortaya çıkmaktadır. Olması gerektiği kadar malzeme kullanılmadığı için 2013 yılı mayıs ayında çöken Bangladeş'teki bir fabrikada 1127 kişi hayatını kaybetmiştir. O kadar çok sayıda insanın hayatını kaybetmesine ek olarak çöken binayı yapmak için eksik miktarda olsa da kullanılan tüm inşaat malzemeleri çevresel bir atık haline gelmekte, ciddi ekonomik kayıpların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Binaların inşaatı esnasında kayıtlar olması gerektiği gibi ve değiştirilmeye karşı güvenli şekilde tutuluyor olsaydı fabrika binasının çökmesi ve o kadar çok sayıda insanın ölmesinin sebebi kolayca tespit edilebilirdi (Wood, ve diğerleri, 2015).

Tedarik zinciri yönetiminde Blockchain teknolojisinin kullanımının işlendiği Massachusetts Institute of Technology (MIT) Üniversitesinde düzenlenen bir panelde, paneli yöneten yönetici tarafından Blockchain teknolojisi, “birbirine güvenmek zorunda olmayan ama ortak amacı olan ve beraber hareket etmek zorunda olan kişiler ya da kurumlar için bir çözüm” olarak tanımlanmaktadır (Casey, 2017).

Banka ya da benzeri merkezi bir denetleme sistemi olmaksızın kişiler arasında para alışverişi sağlamak amacıyla oluşturulmuş olan Bitcoin teknolojisiyle birbirini hiç tanımayan ve birbirine güvenmek zorunda olmayan kişi ya da kurumlar, kayıtların doğruluğunun sisteme dahil olan herkes tarafından sağlandığı bir ortamda beraber çalışır hale gelmektedir. Bu kadar ileri seviyede bir teknoloji kurulmuş olduğuna göre bu sistemin birbirini tanımadığı halde tedarik zincirlerinde beraber iş yapan üreticiler, taşıma ve depolama yapan lojistik birimleri, sisteme dahil olan toptancılar, dağıtıcılar ve perakendeciler tarafından kullanılmaması için hiçbir engel bulunmamaktadır.



Şekil 2.17: Tedarik zinciri yönetiminde yaşanan başlıca sorunlar (McDermott, Using Blockchain For Supply Chains, 2017).

Tedarik zinciri yönetiminde (TZY), geçmişten günümüze zorluk yaşanan başlıca konuları üç başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar (McDermott, Using Blockchain For Supply Chains, 2017):

- Verilerin paylaşılması
- Süreç optimizasyonu
- Talep yönetimi

Tedarik zinciri yönetiminde, bu üç başlık altında sıralanabilecek sorunlara dijitalleşme sayesinde çözüm bulmak mümkündür. Ancak çözüm bulunamayan ve tüm tedarik zincirini etkileyen önemli bir problem de mevcuttur. Tedarik zincirine dahil olan şirketlerin birbiri ile paylaşmakta olduğu veriler söz konusu olduğunda, veriyi paylaşan taraf, ilettiği verinin kendisinden daha çok rakiplerine fayda sağlayıp sağlamadığını bilmemektedir. Tedarik zincirlerinde çözüm bulunamayan problem güven ile ilgilidir.

2.6.4. Gıda TZ’de Yaşanan Problemler ve Blockchain Teknolojisi

Her gün kullanmaya devam ettiğimiz ürünlerin çoğunun geçmişi ile ilgili çok az bilgimiz bulunmaktadır. Ürünler son tüketiciye ulaşmadan önce hangi tedarikçilerden gelmekte, hangi toptancılar tarafından toplanıp hangi yollarla nereden nereye taşınmakta, hangi işlemlerden

geçmekte, hangi dağıtıcılar ve toptancılara ulaştıktan sonra hangi perakende mağazalar vasıtası ile son kullanıcıya ulaştığına dair bilgilerimiz son derece kısıtlı olmaktadır.

Tedarikçiler tarafından satışa sunulan gıdaların nereden geldiğini bilmeksizin satın alıp tüketirken hem doğal kaynakların tüketilmesine sebep olmakta hem insan sağlığı tehlikeye girmekte hem de ekosistemin doğal dengesi zarar görmektedir. Bu ve benzeri çevresel, sosyal, sağlıkla ve güvenlikle ilgili sorunları çözmeyi sağlayacak bilgiler tedarik zincirlerini oluşturan şirketler tarafından bir sır olarak saklanmakta, tedarik zincirini oluşturan paydaşlarla çok az bilgi paylaşılmaktadır. Hukuki süreçlerle denetlemelerin yapılması çok uzun zaman alacağından çoğunlukla sonuç alınamayan çalışmalar belirli bir süre sonra sonlanmaktadır.

2013 yılında sonuçları ortaya çıkan bir habere göre 2011 senesinin ocak ayından itibaren Danimarka'daki kuzey Avrupa menşeli bir şirketin Avrupa'ya sattığı 50.000 ton dana etinin aslında at eti olduğuna dair DNA bulguları elde edilmiştir (Holligan, 2013).

Gıda zehirlenmesi kaynaklı hastalıklardan dolayı her sene 400.000 kişi ölmektedir. Bu kişilerin 3.000 kadarı ABD vatandaşıdır ve zehirlenme nedeniyle yapılan sağlık harcamalarının tutarı her sene milyarlarca doları bulmaktadır. Gıda tedarik zinciri ile ilgili yapılan sahteciliklerin boyutu her sene 14 ile 15 milyar dolar arasında zarara sebep olmaktadır. Tedarik zincirleri sisteminde 30.000 kadar perakendeci, 1 milyon kadar tedarikçi, 500 milyon kadar çiftçi ve dünyadaki tüm nüfusu hesaba katarsak 7 milyardan fazla müşteri vardır. Bu kadar karmaşık bir sistemin güven sorunu olmadan veri paylaşımı yapabilmesi Blockchain sayesinde mümkün olmaktadır (McDermott, 2017).

Gıda ticareti esnasında kurulan tedarik zincirlerine taraf olanların kayıtlarının Blockchain yapısı ile tutulması gıdaların geçmiş kayıtlarının güvenliğini sağlamaktadır.

Dünyanın en büyük perakende şirketi olan Walmart, en üst seviyedeki 4 yöneticisinin imzasını taşıyan bir mektubu 24 Eylül 2018 tarihinde tüm tedarikçilerine göndermiştir, gönderilmiş olan mektup EK-1'de görülmektedir. Bu mektupta, doğrudan tedarikçilerin 31 Ocak 2019'a kadar, birden fazla tedarikçi tarafından oluşturulmuş tedarik zincirleri ile ürün tedarik edenlerin ise 30 Eylül 2019'a kadar tüm tedarik süreçlerini IBM ile yapılan iş birliği sayesinde kurulmuş olan Blockchain sistemine kaydetme zorunluluğu getirilmiştir (Laney, 2018).

3. MALZEME VE YÖNTEM

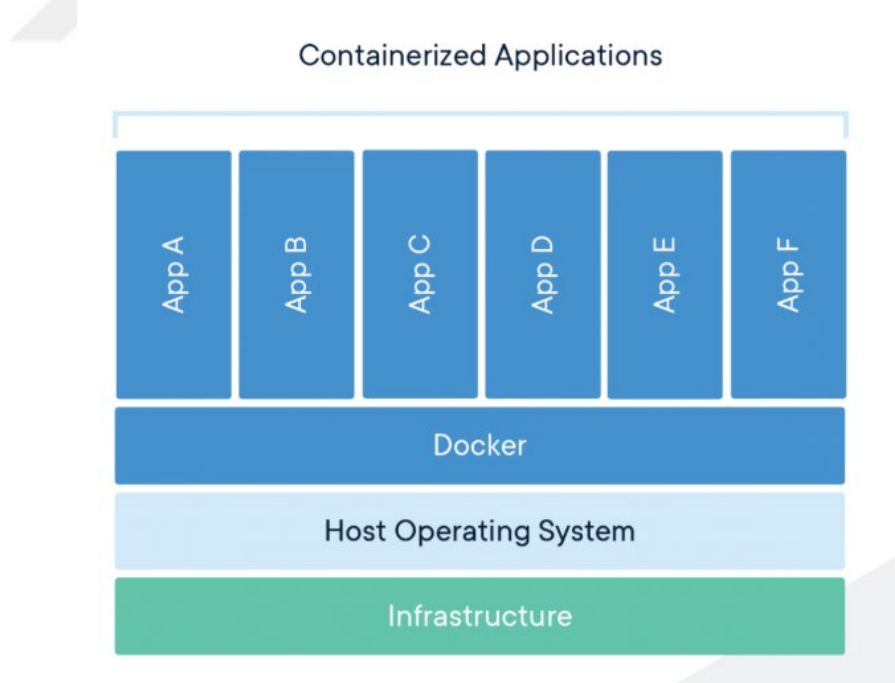
Çalışmanın devamında, Gıda Tedarik Zinciri Yönetiminde yaşanan sorunların Blockchain teknolojisi kullanımı ile çözümü için bir model geliştirilecektir. Oluşturulan modelde; tedarikçi, taşımacı ve satış noktasından oluşan bir yapıda, taşınan ürünlerin taşıma koşulları esnasındaki sıcaklık koşullarının kayıt altına alınması ve taşıma işlemi sonucunda değer alışverişinin akıllı kontrat ile gerçekleşmesini sağlayacak olan Blockchain yapısı kurgulanmaktadır.

3.1. BLOCKCHAIN ÇALIŞMA PLATFORMU

Geliştirilen uygulamanın çalışacağı platform olarak IBM Docker platformu üzerinde çalışan Hyperledger kayıt sistemi tercih edilmiştir.

3.1.1. Docker Platformu

Docker Platformu, IBM tarafından yazılım geliştirme süreçlerinde ihtiyaç duyulan altyapıları sağlamak için geliştirilmiştir.



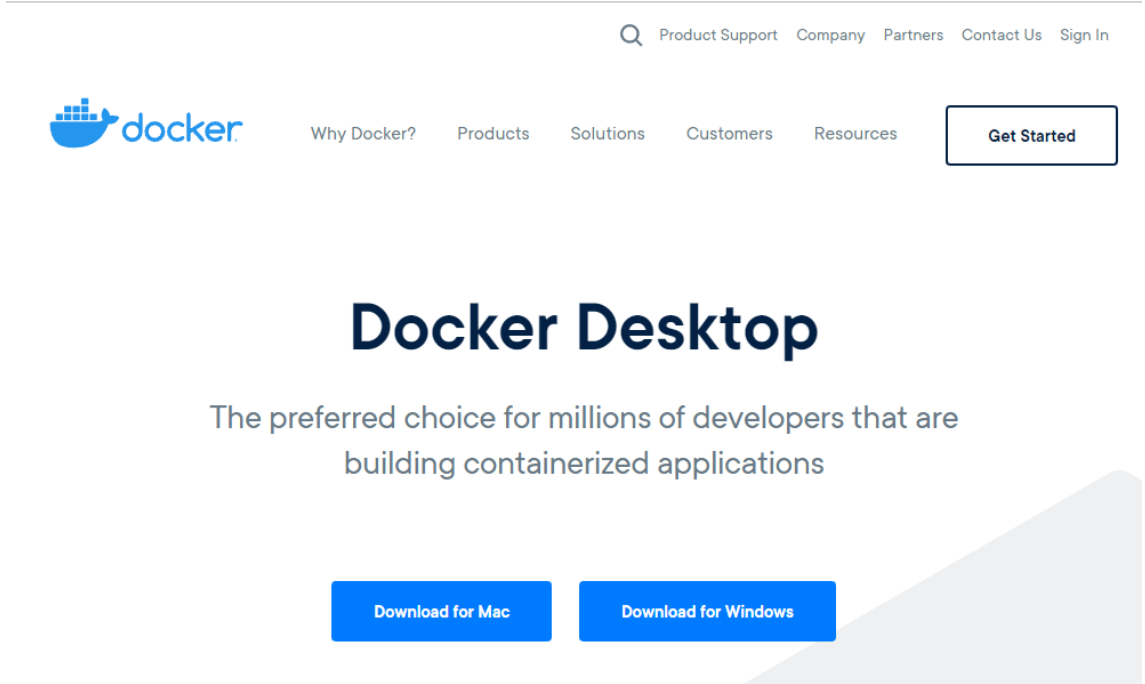
Şekil 3.1: Docker platform yapısı (Docker, 2019).

IBM tarafından geliştirilmiş olan Docker, Şekil 3.2’de gösterildiği gibi, Windows ve Mac OS işletim sistemleri üzerinde kolayca kurulabilen ve çalışabilen, bir uygulamayı çalıştırmak için gerekli olan kod, sistem kütüphaneleri, önceden yapılandırılmış olması gereken ayarlar gibi tüm özellikleri bünyesinde barındıran bir yazılım paketidir (Docker, 2019).

Araştırma kapsamında Blockchain uygulaması çalıştırmak için gerekli olan Docker platformunu yerel bilgisayara indirmek için gereken dosyaya ulaşmada kullanılabilecek web sitesinin adresi aşağıdaki gibidir:

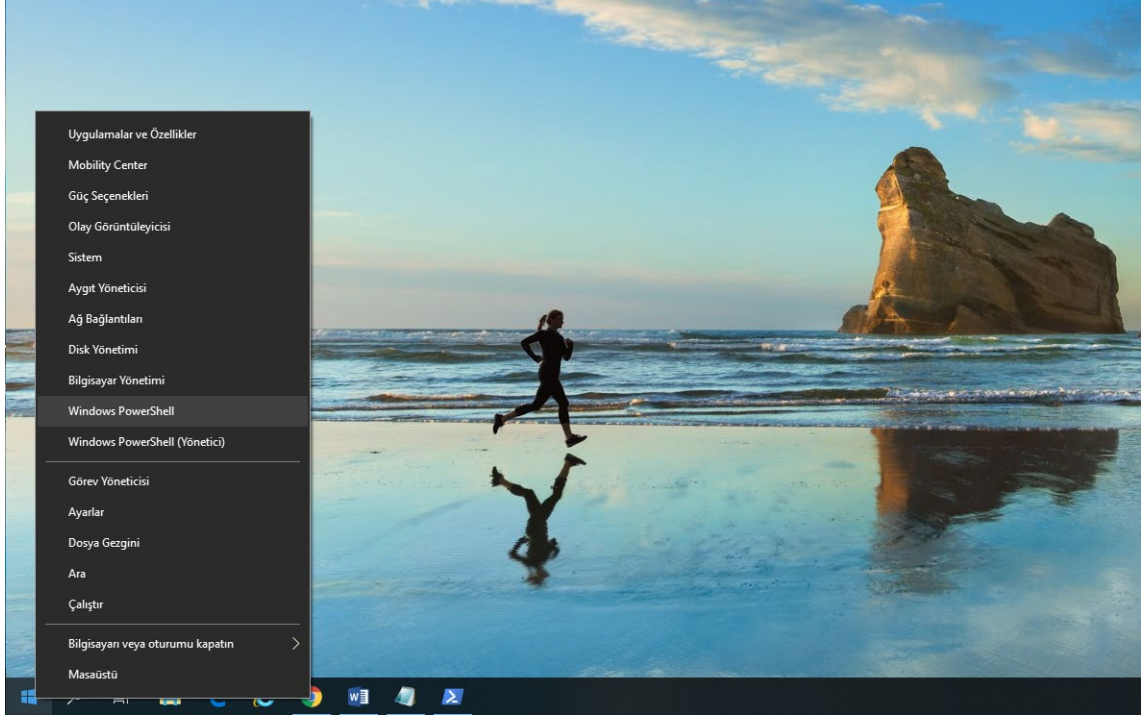
<https://www.docker.com/products/docker-desktop>

Bu adreste hem Windows için hem de Mac OS için uygun kurulum dosyası mevcuttur. Uygulama Windows işletim sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Docker platformu sadece Windows 10 Pro ya da Windows 10 Enterprise sürümlerinde çalışmaktadır. Diğer Windows sürümlerinde çalışmamaktadır.



Şekil 3.2: Docker kurulum dosyalarının bulunduğu web sitesi (Docker, Docker Desktop, 2019).

Docker uygulamasını platform uygulamasını kurmak için uygun olan dosya indirildikten sonra çalıştırılması yeterli olmaktadır. Kurulum tamamlandıktan sonra masaüstüne eklenen “Docker Desktop” adlı simge çift tıklanarak Docker Platform çalışır hale getirilmelidir.



Şekil 3.3: Windows powershell çalıştırılması.

Docker kurulumu yaptıktan sonra çalışma durumunu kontrol etmek için Windows 10 penceresinin sol alt köşesinde bulunan pencere simgesinin üstünde farenin sağ tuşuna basıldığında çıkan menüden Windows PowerShell uygulaması çalıştırılmalıdır.

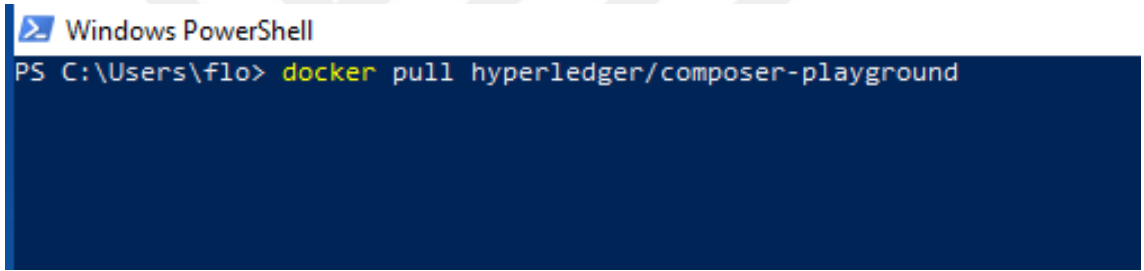
Açılacak olan Windows PowerShell ekranında “Docker” yazıp Enter tuşuna bastıktan sonra kurulmuş olan Docker sürümü ile ilgili bilgilerin gelmesi gerekmektedir. Versiyon bilgileri gelmezse kurulum ile ilgili ya da işletim sistemi ile ilgili sorunları gözden geçirerek ve Docker sayfasında bulunan yönergelere dikkat ederek kurulum işlemi tekrar yapılmalıdır.

3.1.2. Hyperledger Composer Playground

Docker kurulumu tamamlanıp çalıştığından emin olduktan sonra Blockchain uygulamasının çalıştırılacağı Hyperledger Composer Playground uygulaması kurulmalıdır. Kurulum işlemlerinin adım adım anlatıldığı Docker Hub sayfasının linki aşağıdaki gibidir:

<https://hub.docker.com/r/hyperledger/composer-playground>

Kurulumu yapmak için web sayfasında bulunan Docker komutu çalıştırılmalıdır. Bu çalışmanın yapıldığı tarihte çalıştırılması gereken komut şekil 3.4'te bulunmaktadır. Docker ile ilgili sürüm güncelleştirmeleri sonrasında komut setinde değişiklikler yapılması muhtemel olduğundan yeni kurulum yapılacağı zaman Docker Hub sayfasındaki güncel Docker komutu kullanılmalıdır. Güncel komut: `docker pull hyperledger/composer-playground` şeklindedir.



```
Windows PowerShell
PS C:\Users\flo> docker pull hyperledger/composer-playground
```

Şekil 3.4: Docker platform üzerine hyperledger composer playground kurulumu yapılması.

Şekil 3.4'te görülen komutu yazdıktan sonra Hyperledger Composer Playground kurulumu başlamakta ve gerekli olan tüm bileşenler serverdan indirilerek kurulmaktadır. Kurulum işlemi tamamlandıktan sonra yeni kurulmuş olan Hyperledger Composer Playground uygulamasını çalıştırmak için yazılması gereken komut aşağıdaki gibidir:

```
docker run --name composer-playground --publish 8080:8080 --detach hyperledger/composer-playground
```

```
PS C:\Users\flo> docker run --name composer-playground --publish 8080:8080 --detach hyperledger/composer-playground
2f15edeb4f32258152b75d741abc8a849a5f2ff2138529e0f695b06ad26e0ef4
PS C:\Users\flo>
```

Şekil 3.5: Docker platform üzerine hyperledger composer playground çalıştırılması.

Uygulamanın çalıştırılmasından sonra bilgisayarda bulunan internet gezgini programı üzerinden platforma erişilebilmektedir. Bu çalışmada Google Chrome internet tarayıcı programı kullanılmıştır.

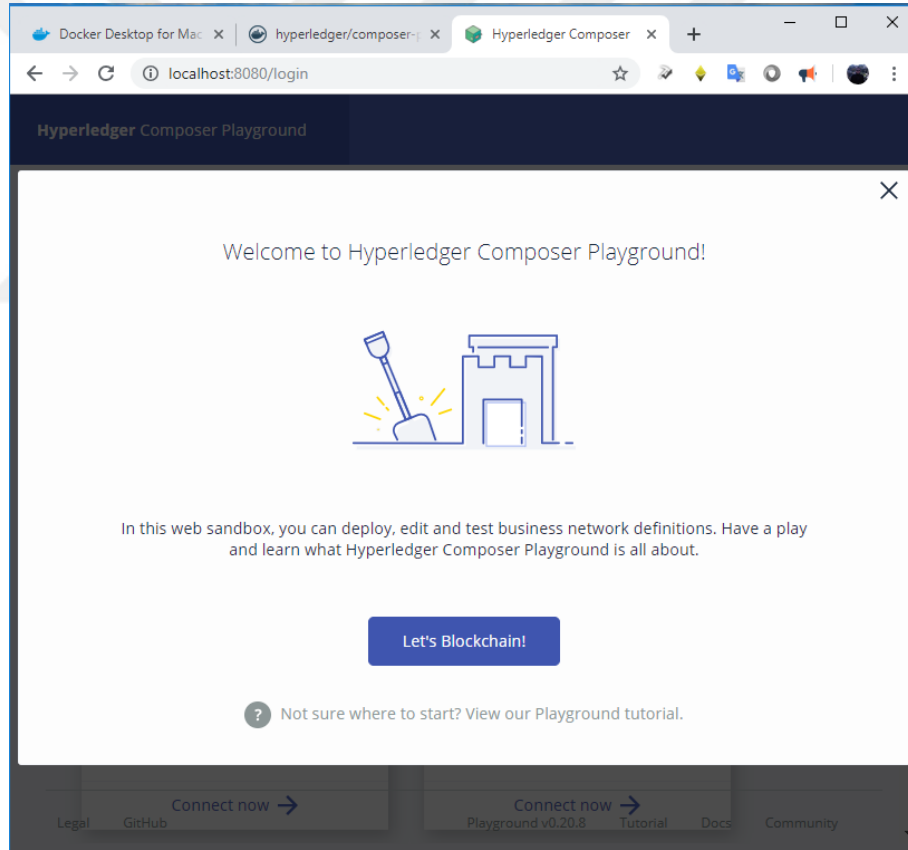
Hyperledger Composer Playground, uygulama geliştirmek ve test etmek için tasarlanan bir platformdur. Uygulamanın internet üzerinde çalıştırılacağı gerçek uygulama ortamı olan IBM Blockchain üzerine yüklenmesinden önceki tüm çalışmaların yerel bilgisayarda yapılmasına imkân sağlamaktadır.

Blockchain uygulaması geliştirilirken, kullanım amacına göre networkün yapısal planlaması oluşturulmaktadır. Her Blockchain yapısı, kullanım amacına göre tasarlanmakta ve değişik bileşenler içermektedir. Blockchain hangi amaca hizmet etmek üzere tasarlandıysa ona göre daha yüksek güvenlik ve hız, daha fazla kimlik gizliliği, farklı yetki seviyelerinin ayarlanması gibi sınırları olmayan çeşitlilikte özellik ön plana çıkarılabilmekte ya da ihmal edilebilmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın yapıldığı tarihte, <https://coinmarketcap.com/all/views/all/> adresinde 2.149 adet farklı Blockchain network yapısı bulunmaktadır.

Blockchain yapısı üzerinde kayıt edilen verilerin güvenliğinin sağlanması için teknik açıdan güvenlik açığına meydan vermeyecek şekilde yüksek güvenli ve doğru çalışan kodlamalar yapılması gerekmektedir. Blockchain yapısında kayıt tutan uygulama geliştirmek herkes tarafından yapılabilmektedir. Ancak dünya çapında geniş kullanıcı kitleleri tarafından kullanılacak olan Blockchain yapılarının güvenliğini sağlamak için profesyonel ekiplerce, uzun çalışmalar sonucunda güvenli uygulamalar geliştirilmektedir. Bu güvenli yapılar üzerinde dileyen her kişi ya da kurum kendi ihtiyaçlarına göre uygulamalar geliştirebilsin diye bulut servis olarak sunulan hizmetler bulunmaktadır. Microsoft Azure Blockchain, SAP Hana, IBM Blockchain gibi platformlar, kurumsal amaçlar için uygulama geliştirmek üzere hazırlanmış olan çok sayıda seçenekten birkaçı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Her Blockchain yapısının kendine özel mimari yapısı bulunur. Bu çalışmada uygulama geliştirmek amacıyla tercih edilen IBM Blockchain yapısına uygun mimaride Blockchain network oluşturmak için uyulması gereken kurallar bulunmaktadır. Geliştirilecek olan uygulamanın yerel bilgisayarda denemelerinin yapılması için kullanılan Hyperledger Composer Playground uygulaması, IBM Blockchain için gerekli olan mimari yapının temel bileşenlerini oluşturmak için hazır şablonlar sunmaktadır.

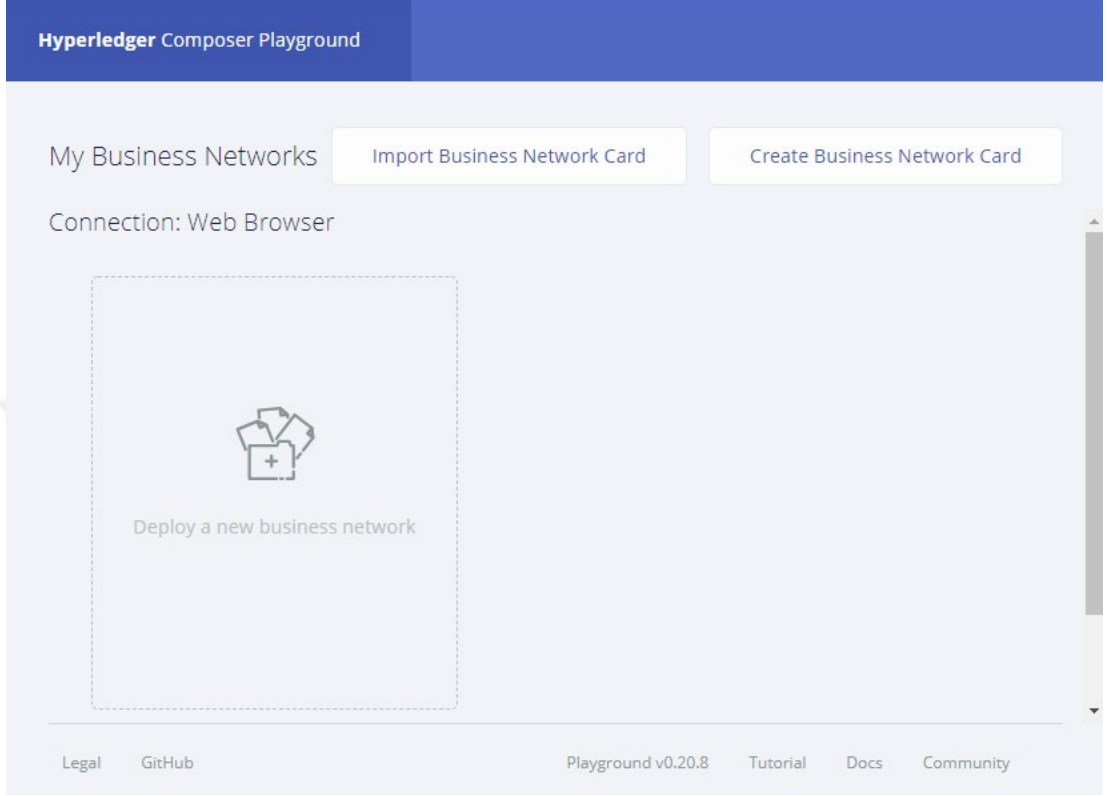
Hyperledger Composer Playground uygulamasının çalıştırılmasından sonra Google Chrome üzerinden adres çubuğuna <http://localhost:8080/> yazılmalıdır. Tüm bileşenler sağlıklı şekilde çalışıyorsa Blockchain uygulaması geliştirmek için hazır olduğumuzu bildiren bir karşılama ekranı açılmaktadır.



Şekil 3.6: Hyperledger composer playground karşılama sayfası.

Karşılama ekranının açılması ile Blockchain uygulaması geliştirmek için gereken tüm hazırlıklar tamamlanmış olmaktadır. Karşılama ekranından sonra gelen sayfada yeni bir

network oluşturmak ya da daha önceden oluşturulmuş olan bir networke ait dosya içe alınarak otomatik kurulum gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.



Şekil 3.7: Blockchain network oluşturma sayfası.

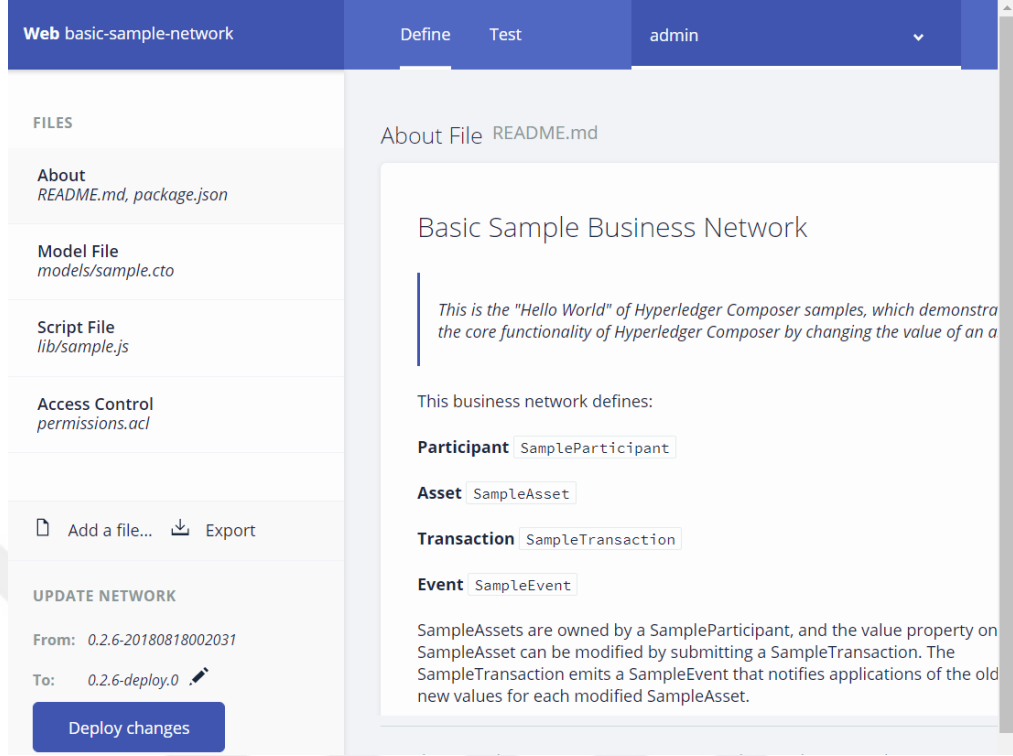
Yeni bir network oluşturmak için yukarıdaki şekilde görünen “Deploy a new business network” butonu tıklanarak ekrana gelen seçeneklerden uygun olan seçilerek network oluşturulmaktadır. Bu aşamada önceden hazırlanan şablonlar kullanılarak network oluşturmak ya da tamamen boş bir network oluşturarak tüm tanımlamaları en baştan yapmak mümkün olmaktadır.

Şekil 3.8: Yeni blockchain network tanımlama sayfası.

Yukarıdaki şekilde görülen yeni Blockchain network tanımlama sayfasında tamamen boş bir network tanımlama seçeneği tercih edilerek gereken tüm tanımlamalar elle yapılabileceği gibi önceden hazırlanmış olan şablonlar kullanılarak yeni network tanımlaması yapılabilmektedir. Seçim yapıldıktan sonra sağ tarafta bulunan mavi renkli “Deploy” butonu tıklanarak yeni network oluşturulmaktadır.

Şekil 3.9: Yeni oluşturulan blockchain network.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi yeni Blockchain network oluştuğunda işlem yapmak için “Connect now” linki tıklanarak network içerisine giriş yapılmalıdır.



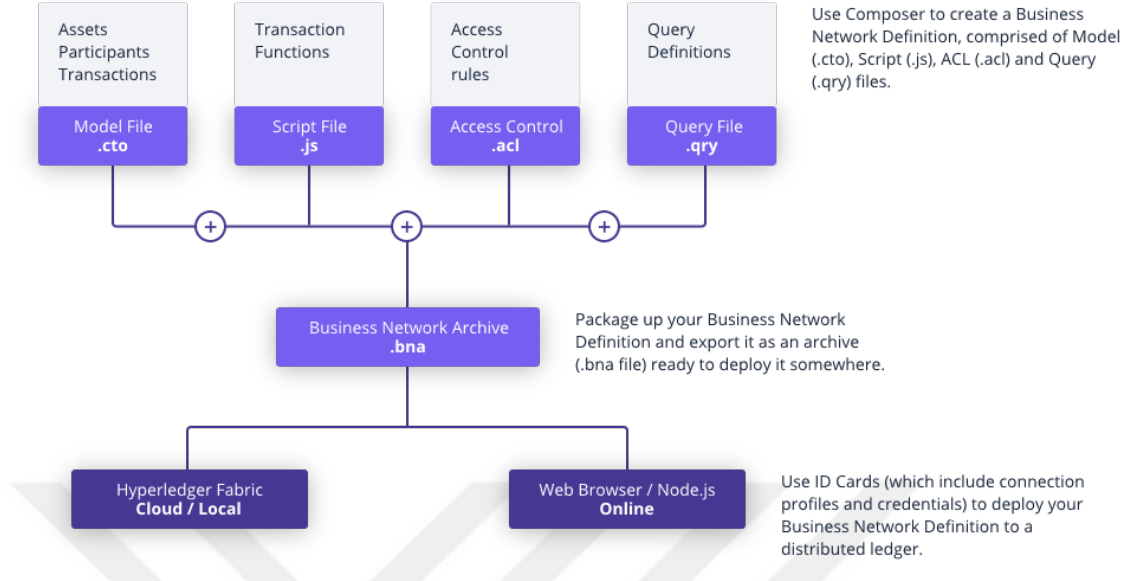
Şekil 3.10: Çalışmaya hazır blockchain network.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi “Define” ve “Test” adlı iki adet sekme bulunmaktadır. “Define” sekmesinin altında tanımlamalar yapılmakta, “Test” sekmesinin altında bulunan sayfada tanımlaması yapılan yeni Blockchain network deneme çalışması yapılmaktadır.

Sayfa ilk açıldığında varsayılan olarak Define sekmesi açılmaktadır. Yeni tanımlanmış olan ve mimarisi IBM Blockchain üzerinde çalışmaya uygun olan bir Blockchain network yapısında en az 4 tür dosya tanımlanmış olmalıdır. Temel 4 tür için birer temel dosya Hyperledger Composer Playground tarafından oluşturulur ve linkleri sayfanın sol tarafında alt alta sıralanır. Bu dosyalar:

- About
- Model File
- Script File
- Access Control

başlıklarının altında bulunmaktadır (Hyperledger, 2019).



Şekil 3.11: Hyperledger Composer Blockchain Yapısı (Hyperledger, 2019).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi öncelikle Hyperledger Composer Playground üzerinde Blockchain network ile ilgili tanımlamalar yapıldıktan sonra tüm tanımlamalar uzantısı “.bna” olan Business Network Archive (BNA) dosyası haline getirildikten sonra bu dosya dağıtık defter yapısında çalıştırılmak üzere Hyperledger Fabric ile yerel veya bulut ortamında çalışabilir hale gelmektedir.

About başlığının altında README.md dosyası bulunmaktadır. Bu dosyanın içine Blockchain network yapısının hangi amaçla kullanıldığı, ne gibi işlemlerin yapıldığı ile ilgili açıklayıcı bilgiler yazılmaktadır.

Model File başlığının altında dört dosyanın en önemlisi ve omurgası niteliğinde olan, Blockchain network mimarisinin temel tanımlamalarının yapıldığı dosya ya da dosyalar bulunmaktadır. Bu dosyada Blockchain yapısındaki varlıklar, katılımcılar ve işlemler tanımlanmaktadır. Model dosyaları birden fazla sayıda olabilmektedir. Composer modelleme dili ile yazılmaktadır (Hyperledger Composer Modeling Language, 2019).

Script File başlığının altında sistemin işlemlerini sağlayan ve uzantısı .js olan JavaScript dosyaları bulunmaktadır. Akıllı kontrat tanımlamaları bu alanda yer alan dosyalarda yapılmaktadır (Hyperledger, Transaction Processor Functions, 2019).

Access Control başlığının altında yetki kontrolü ile ilgili ayarlamaların yapıldığı, uzantısı .acl olan dosya bulunmaktadır. Bir projede sadece 1 adet erişim kontrolü dosyası bulunmaktadır (Hyperledger Composer Access Control Language, 2019).

3.2. GIDA TEDARİK ZİNCİRİNDE BLOCKCHAIN UYGULAMASI

Besinlerin üreticiden tüketicinin masasındaki tabağa ulaşana kadar geçen süreçlerin tamamında soğutma mevcuttur. Böylelikle gıdalar tazeliğini ve lezzetini korumakta, gıda bozulmasına sebep olan bakterilerin üremesi, uygun ısı şartlarının sağlanmaması ile mümkün olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde gıda maddelerinin %50'sinden fazlası soğutulmuş koşullarda satılmaktadır. Gıda taşımacılığında kullanılan soğuk zincir, gıda üretiminde kullanılan, hasat sonrasında üretilen hammaddeden başlamakta ve tüketilecek ürün haline gelene kadar devam etmektedir (Billiard, 2002).

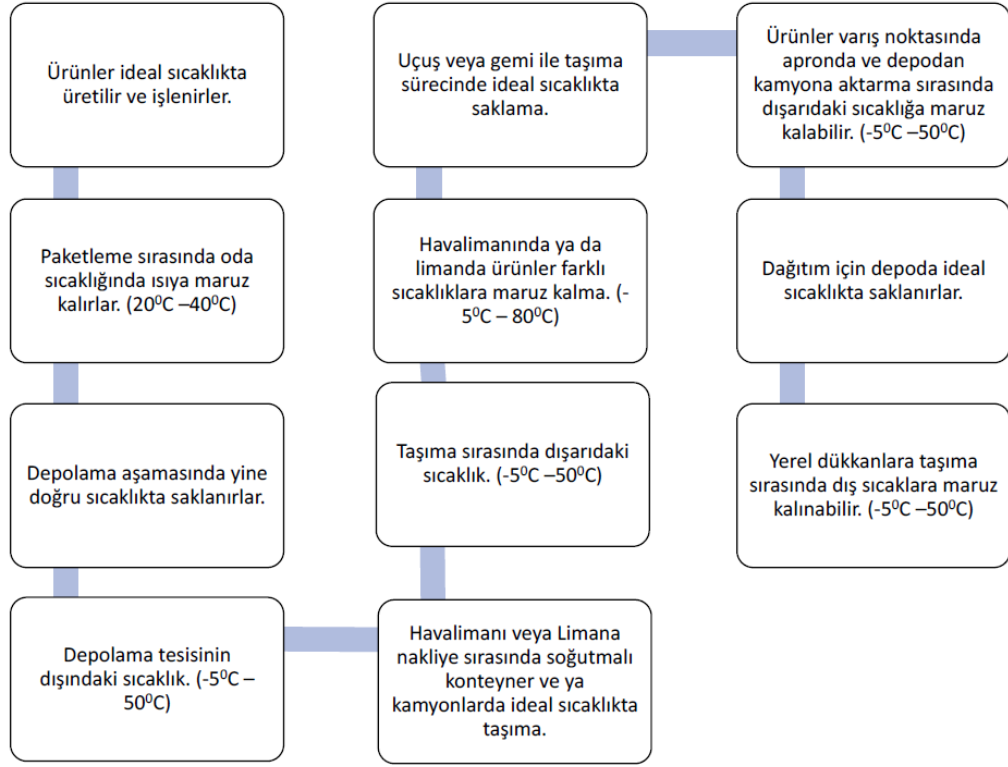
3.2.1. Gıda Tedarik Zincirinde Soğuk Zincirin Önemi

Ülkemizde yıllık üretilen sebze ve meyve ürünlerinin miktarı yaklaşık olarak 49 milyon tondur. Üretilen sebze ve meyvelerin yaklaşık %30'u hasat edildikten sonra tüketiciye ulaşana kadar geçen süreçte ziyan olmaktadır. Toplam ziyan miktarının %75 kadarı ürünlerin uygun olmayan ısı koşullarında nakledilmesi sebebi ile gerçekleşmektedir. Bu hesaplama ile tüm ziyan olan meyve ve sebze miktarının %22,5 kadarı uygun olmayan sıcaklık koşullarında taşıma sebebiyle gerçekleşmektedir. En iyimser rakamlarla bile kaybolan ürün miktarı yaklaşık olarak 11 milyon tondur. Bu miktar senelik toplam gıda ihracatımızın 4 katına eşittir. Ülkemizdeki sebze ve meyve ticaretinin hacmi, bu sayıların elde edildiği araştırmanın yapıldığı zamanda, yaklaşık 100 milyar TL olarak belirlenmiştir ve ziyan olan meyve ve sebzenin değeri 25 milyar TL olmaktadır (İzer, 2017).

3.2.2. Gıda Güvenliği ve HACCP Standartları

Gıdaların uygun şartlarda depolanması ve taşınması ile ilgili çalışmalar ilk defa 1960'lı yıllarda NASA astronotları tarafından tüketilecek olan gıdaların güvenli koşullarda depolanması ve

taşıması için yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda HACCP standartları belirlenmiştir. Sonraki yıllarda bu standartlar ABD’de ulusal olarak uygulanmaya başlanmıştır. Günümüzde dünya genelinde endüstriyel standartlar olarak kabul edilen HACCP standartlarına göre depolama ve taşıma yapılmaktadır (HACCP, 2003).



Şekil 3.12: Soğuk zincir lojistik akışı (İzer, 2017).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi ürünler, üretildikleri yerlerden tüketiciye ulaştırılacakları yerel satış noktalarına ulaşana kadar değişken sıcaklık koşullarında bulunmaktadır. Bu kadar değişken sıcaklık koşullarında bulunan gıdaların son tüketiciye ulaşmadan önce bozulmaması ve besleyici özelliklerini korumaları için son derece titiz iklimlendirme çalışmaları yapılması gerekmektedir. İklimlendirme çalışmalarının sürekli olarak takip edilmesi, hayati risklerin engellenebilmesi için yüksek önem arz etmektedir.

Ürünlerin bozulmaması için HACCP standartlarına göre depolama ve taşıma esnasında uyulması gereken sıcaklık şartları belirlenmiştir. Bu standartlara Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan HACCP El Kitabı’ndaki “Depolama, Taşıma ve Dağıtım Koşulları” başlığı

altında ulaşılabilmektedir. Aynı kitapçığın “Taşıma (Nakliye) ve Dağıtım” başlığı altında özellikle taşıma esnasında uyulması gereken kurallar tanımlanmaktadır (HACCP, 2003).



Şekil 3.13: Taşıma sıcaklıklarına göre bazı ürünler (<http://www.polarxp.com.tr/tasima/isi-derecesine-gore-tasima.asp>).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi, gıda türüne göre taşıma sıcaklıkları değişmektedir. Taşınmakta olan gıdaların sıcaklık koşullarının değişmesi durumunda gıdalar ya taşıma sırasında bozulmakta ya taşımadan sonra son kullanıcıya ulaştırılacağı satış noktalarındaki raf ömürleri kısalmakta ya da tüketici tarafından satın alınsa bile bu durumda gıda zehirlenmelerine sebep olabilmektedir.

3.2.3. Soğuk TZ’de Yaşanan Zorluklar

Gıda taşımacılığı için karayollarında kullanılan soğuk hava depolu büyük araçlarının taşıma kapasitesi tek katarlı araçlar için 40 ton, çift katarlı araçlar için 80 ton civarında olabilmektedir.

Tarım ürünleri öncelikle güney illerimizde olgunlaşmakta ve taşınarak kuzey illerimizde tüketilmektedir. Yapılan piyasa araştırmasına göre, bahar aylarında son kullanıcıya satış fiyatı 25 TL/Kg çilek meyvesini, 80 tonluk soğuk hava deposunda taşıyan bir tırın yükünün değeri 2 milyon TL tutmaktadır. Çilek yüklü kamyonun güney illerinden kuzey illerine ulaşması 2

günlük karayolu yolculuğu ile mümkün olmaktadır. Bu süre içerisinde olası bir teknik arıza sebebi ile taşıma aracının soğuk hava deposundaki sıcaklığın değişmesi durumunda çileklerin bozulmasının ekonomik değeri oldukça yüksek kayıplar doğurmaktadır.

Günümüzde araçların soğuk hava depolarındaki sıcaklık bilgileri internete bağlı olan elektronik ölçme araçları ile sürekli olarak takip edilmekte ve okunan sıcaklık değerleri, taşımacılık yapan şirketin bilgi sistemine ya da bu alanda uzmanlaşmış olan bir başka hizmet sağlayıcı şirketin merkezi bilgi sistemine kaydedilmektedir.

Mevcut çalışma şeklinde herhangi bir anlaşmazlık olması durumunda, gıdanın bozulması sonucunda taraflardan birisinin zarara uğraması halinde bozulan gıdaların taşımalarını yapan araçtan gelen sıcaklık bilgilerinin geçmişe dönük kayıtlarının değiştirilmesi mümkündür ve bu konu ile ilgili güven verici bir çözüm bulunmamaktadır.

Taraflar arasında doğacak anlaşmazlıkların hukuksal yollarla çözülmesi söz konusu olduğunda geçmişe dönük kayıtların kolayca değiştirilmesi mümkündür. Taşıma esnasında aracın soğuk hava depolarının sıcaklık bilgileri merkezi bir depolama alanına kaydedildiği için ve tedarik zincirine dahil olan her tedarikçi ile veriler anlık olarak paylaşılmadığı için gıdaların bozulmasına ve kaybın yaşanmasına sebep olan durumun hangi aşamada ortaya çıktığını kanıtlamak imkânsız hale gelmektedir.

3.2.3.1. Modelin Uygulanması ve BC ile Çözüm Geliştirilmesi

Tedarik zincirine dahil olan üreticiden ürünü son kullanıcıya ulaştıran süpermarkete kadar her aşamada ürünün yolculuğu ile ilgili kayıtların Blockchain ile kurgulanması sayesinde ürünün geçmiş hareketlerini takip etmek son derece kolay ve güvenli hale gelmektedir.

Bölüm 2.4'te Blockchain Faydaları başlığı altında detaylı olarak açıklandığı gibi Blockchain teknolojisi kullanılarak geliştirilen sistemlerde geçmişte yapılan kayıtların değiştirilmesi ya da silinmesi mümkün değildir. Böyle bir işlemin yapılması durumunda blok zincirin bütünlüğü bozulmaktadır ve geçmiş kayıtların değiştirildiği tespit edilebilmektedir. Bu özellik sayesinde soğuk zincir ile gıda taşımacılığı yapılması esnasında kayıt altına alınan sıcaklık bilgilerinin değiştirilmemesi güvence altına alınmaktadır.

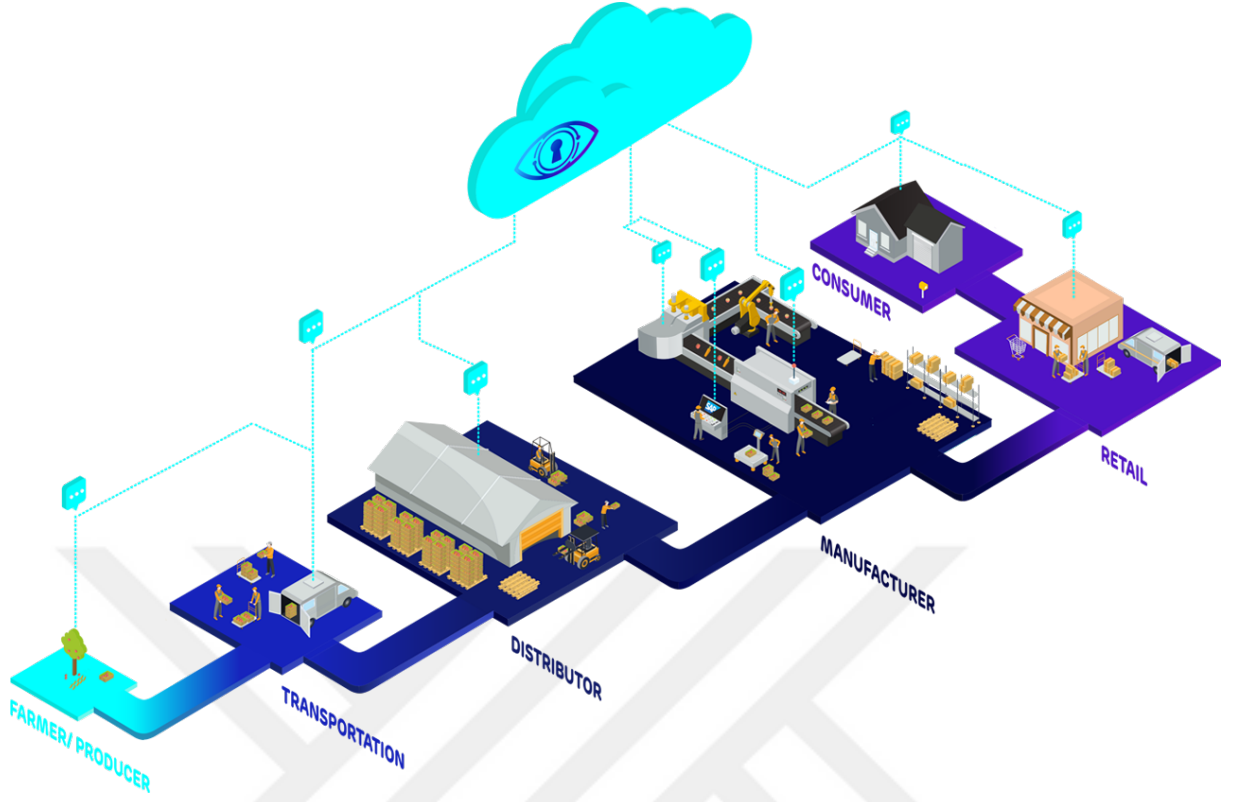
Blockchain ile veri merkezi olmayan yapıda, kurgulanan sisteme dahil edilen tüm eşlerde kayıtların bir kopyası bulunacağından tedarik zincirine dahil olan tüm tarafların aralarında veri doğrulaması yapabilmesi mümkün olmaktadır. Eşlerden birisinde kayıtlı olan verilerin değiştirilmesi durumunda diğer eşlerdeki doğru kayıtlar referans alınarak kötü niyetle ya da teknik aksaklık sonucu değişmiş olan kayıtlar tespit edilebilmektedir.

Kayıtların merkezi olmayan yapıda olması sayesinde tedarik zincirindeki verileri denetlemekle görevli olan birimler tarafından herhangi bir özel yetkiye ya da izne gerek kalmaksızın denetlemeler yapılabilmektedir.

Tedarik zincirlerindeki her türlü maliyet, son tüketiciye yüksek fiyat olarak yansımaktadır. Bu maliyetlerin en önemli kısımlarından birisi de hiç şüphesiz denetleme giderleri nedeniyle oluşmaktadır. Blockchain teknolojisi sayesinde denetleme giderleri azalmakta bu da tüketiciye sunulan gıda fiyatlarının daha düşük olmasını sağlamaktadır.

Blockchain ile kurulan tedarik zinciri yönetim sistemlerinde, taşınan malların her hareketi paylaşımlı kayıt defteri ile gerçek zamanlı olarak kayıt altına alındığından taşıma esnasındaki tüm hareketler anlık olarak izlenebilmektedir. Gıdaların bozulmasına sebep olabilecek şekilde bir durumun ortaya çıktığında tedarik zincirindeki tüm taraflar bundan haberdar olmakta ve gereken tedbirlerin alınması için çalışmalar yapılması sağlanabilmektedir. Böylelikle zarar ortaya çıktıktan sonra tazmin edilmesi yerine zararın ortaya çıkması önlenmektedir.

Tedarik zincirlerinde ürün hareketlerinin kayıtlarını tutan merkezi hizmet sağlayıcıların hizmeti durdurması durumunda sistemin tamamı zarar görmektedir. Ancak kayıtların Blockchain ile dağıtık yapıda tutulması sayesinde taraflardan herhangi birisinin tedarik zincirinden ayrılması durumunda bütünlük bozulmamakta, işleyişin sürekliliği sağlanmaktadır.



Şekil 3.14: Üretimden tüketiciye kadar tedarik zinciri (<https://tech.ambrosus.com/>).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi ürünler daha çiftlikten toplanma esnasında kayıt altına alınmakta, taşıma esnasındaki sıcaklık bilgileri kaydedilmektedir. Ürünler yarı mamul olarak toplama noktalarına ulaştıklarında yine kayıt oluşmakta, işlenip tüketilmeye hazır ürün haline gelecekleri fabrikalara ulaştığında da kayıt edilmektedir. Yarı mamullerin işlenmiş ürün haline gelmesinden sonra tüketilmeye hazır ürünlerin yine taşıma araçları ile son kullanıcıya ulaşmak üzere marketlere taşınması esnasında sıcaklık bilgileri ölçülmeye ve kayıt altına alınmaya devam edilmektedir. Marketlerden tüketici tarafından satın alınan ürünlerin geçmişteki hareketleri tüketici tarafından görüntülenebilmektedir. Böylelikle üretimden tüketime kadar gerçekleşen her hareket her an kayıt altına alınabilmekte ve ihtiyaç anında görüntülenmesi sağlanmaktadır.

3.2.3.2. Çözümün Uygulanması

Üreticiden tüketiciye ulaşan ürünlerin kayıtlarının Blockchain ortamında kayıt edildiği uygulama Bölüm 3.1.2’de anlatıldığı gibi Hyperledger Composer Playground ile tasarlanmıştır.

Uygulamada, kurgulanan senaryoya göre Antalya’da bulunan üreticiden İstanbul’a muz taşınması yapılacaktır. Üretici ile tüketici arasında yapılan sözleşmeye göre aşağıdaki şartlar belirlenmiştir. Buna göre:

- Taşınacak olan muzun miktarı 40.000 Kg olacaktır.
- Taşıma bedeli dahil olmak üzere 1 KG muzun fiyatı 10 TL olacaktır.
- Kargo yola çıktıktan sonraki gün hedefe ulaşmış olacaktır. Geciken kargo için tüketici ödeme yapmaz.
- Muz için ideal taşıma sıcaklığı 14-17 derece arasında değişmektedir. Taşıma esnasında sıcaklık değerleri sürekli olarak IoT cihazları ile okunacaktır.
- Herhangi bir ölçüm anında istenen sıcaklık aralığından 1 derece düşük sıcaklık ölçülmesi durumunda her 1 KG muz için 2 TL fiyat indirimi cezası uygulanacaktır.
- Herhangi bir ölçüm anında istenen sıcaklık aralığından 1 derece yüksek sıcaklık ölçülmesi durumunda her 1 KG muz için 1 TL fiyat indirimi cezası uygulanacaktır.

Gıdaların taşınması esnasında, taşıma aracındaki depolama alanının içinde bulunan gıdaların yanında sıcaklık ölçümü yapan endüstriyel termometre bulunur. IoT türündeki bu cihazlarla ölçülen sıcaklık değerleri mobil internet bağlantısı ile veri işleme merkezine iletilir ve buradan Blockchain ortamına aktarılmaktadır. Böylelikle tüm eşler taşıma esnasında oluşan sıcaklık değişimlerini anında ve gerçek zamanlı olarak takip edebilmektedir.

Yukarıda anlatılan senaryoya göre kurgulanan sistem Acme şirketi adı ile aşağıdaki gibi kodlanmaktadır:

Üretici Tanımı:

Üretici tanımının yapıldığı kısımda üreticinin mail adresi ile ülke ya da şehir bilgisi tanımları yapılmaktadır. Farklı kurgular için gerekli olduğu kadar farklı bilgi alanı eklenebilmektedir. Üreticinin finansal durumu bilgisi “accountBalance” değişkeni ile kayıt edilir. Alışveriş yapıldıkça bu değer değişmektedir.

```
{ "$class": "org.acme.shipping.perishable.Grower",
  "email": "uretici@email.com",
  "address": {
    "$class": "org.acme.shipping.perishable.Address",
    "country": "Antalya"},
  "accountBalance": 0 }
```

Tüketici Tanımı:

Tüketici tanımı yapılırken tüketicinin mail adresi, ülke ya da şehir bilgisi tanımlanmaktadır. Tüketicinin finansal durumu bilgisi “accountBalance” değişkeni ile kayıt edilir. Alışveriş yapıldıkça bu değer değişmektedir.

```
{ "$class": "org.acme.shipping.perishable.Importer",
  "email": "tuketici@email.com",
  "address": {
    "$class": "org.acme.shipping.perishable.Address",
    "country": "İstanbul"},
  "accountBalance": 0 }
```

Akıllı Kontrat

Kontrat tanımlaması yapılırken kontratın tanımlayıcı bilgisi “contractId” değişkeni ile belirtilmektedir. Kontratla ilişkili olan üretici, taşıyıcı ve tüketici tanımları yapılmaktadır. Ürünlerin tüketiciye teslim edilmesi gereken tarih ve saat bilgisi “arrivalDateTime”, kontrata konu olan ürünün birim fiyatı “unitPrice” değişkeni ile tanımlanmaktadır. Taşınması yapılan ürünün izin verilen en düşük/yüksek sıcaklık limitleri “minTemperature” ve “maxTemperature” değişkenleri ile tanımlanmaktadır. Anlaşmaya göre izin verilen en düşük sıcaklıktan daha aşağı sıcaklık değeri oluşması durumunda uygulanacak ceza ve en yüksek sıcaklık değerinden daha yukarı olması durumunda uygulanacak ceza tutarları “minPenaltyFactor” ve “maxPenaltyFactor” değişkenleri ile tanımlanmaktadır.

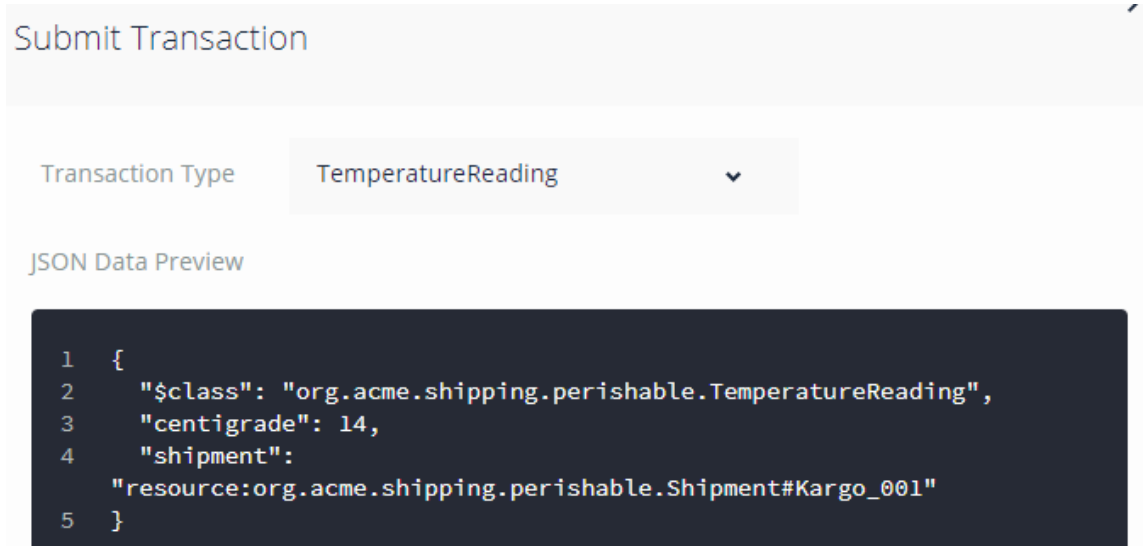
```
{ "$class": "org.acme.shipping.perishable.Contract",
  "contractId": "CON_001",
  "grower": "resource:org.acme.shipping.perishable.Grower#uretici@email.com",
  "shipper": "resource:org.acme.shipping.perishable.Shipper#shipper@email.com",
  "importer": "resource:org.acme.shipping.perishable.Importer#tuketici@email.com",
  "arrivalDateTime": "2019-05-09T10:39:23.347Z",
  "unitPrice": 10,
  "measureUnit": kg,
  "priceUnit": TL,
  "minTemperature": 14,
  "maxTemperature": 17,
  "minPenaltyFactor": 2,
  "maxPenaltyFactor": 1}
```

Kargo Tanımı

Taşımaya konu olan kargonun tanımlayıcı bilgisi “shipmentId” değişkeni ile kaydedilmektedir. Taşıyan malın cinsi “type” değişkeni ile tanımlanmaktadır. Taşıyan malın miktarı “unitCount” değişkeni ile kaydedilmektedir.

```
{ "$class": "org.acme.shipping.perishable.Shipment",
  "shipmentId": "Kargo_001",
  "type": "Muz",
  "status": "IN_TRANSIT",
  "unitCount": 40000,
  "contract": "resource:org.acme.shipping.perishable.Contract#CON_001" }
```

Yapılan bu tanımlamalara göre sıcaklık derecesi okuma işlemi yapılarak bu bilgilerin kargoya eklenmesi sağlanmıştır.



Submit Transaction

Transaction Type: TemperatureReading

JSON Data Preview

```
1 {
2   "$class": "org.acme.shipping.perishable.TemperatureReading",
3   "centigrade": 14,
4   "shipment":
5     "resource:org.acme.shipping.perishable.Shipment#Kargo_001"
6 }
```

Şekil 3.15: Sıcaklık bilgisi okunur ve kaydedilir.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi sıcaklık bilgisi 14 derece olarak okunmuş ve “Kargo_001” adlı kargoya kayıt edilmiştir.

Submit Transaction

Transaction Type: ShipmentReceived

JSON Data Preview

```

1 {
2   "$class": "org.acme.shipping.perishable.ShipmentReceived",
3   "shipment":
4     "resource:org.acme.shipping.perishable.Shipment#Kargo_001"
5 }

```

Şekil 3.16: Kargonun kabul edilmesi.

Yukarıdaki şekilde kargonun kabul edilmesi işlemi yapılmaktadır. Kullanılan platformda verilerin girilmesi için JSON formlar kullanılmaktadır. İşlem yapılacak olan kargo bilgisinin kaydedildiği değişken bilgisi “Shipment#” değişkeninden sonra “Kargo_001” şeklinde yazılmalıdır.

Adding temperature 14 to shipment Kargo_001
Received at: Wed May 08 2019 14:06:15 GMT+0300 (GMT+03:00)
Contract arrivalDateTime: Thu May 09 2019 13:39:23 GMT+0300 (GMT+03:00)
Lowest temp reading: 14
Highest temp reading: 14
Payout: 400000
Grower: uretici@email.com new balance: 400000
Importer: tuketici@email.com new balance: -400000

Şekil 3.17: Taşıma sonucunda ödeme gerçekleşmiştir.

“Kargo_001” adlı kargonun kabul kaydı yapılmakta ve bu kabul kaydına göre üretici ile tüketici arasındaki bakiye transferi gerçekleşmektedir. Sıcaklık değerleri izin verilen alt ve üst limitleri

geçmediği için ücrette herhangi bir ceza işlemi uygulanmaksızın 40.000 Kg muz ücreti, birim fiyatı olan 10 TL ile çarpılmış ve 400.000 TL'lik ödeme yapılmıştır. İşlem sonucunda üreticinin bakiyesi işlemin başında 0 (sıfır) olduğu halde işlem sonunda 400.000 olmuştur. Tüketicinin bakiyesi de üreticiye yaptığı ödeme sonucunda 400.000 TL olarak kaydedilmiştir. Tüketicinin ödemeyi banka üzerinden yapabilmek için yeterli bakiyesinin olduğu kabul edilmiştir.

Başka bir kargo taşımada sıcaklık değeri 10 derece olarak ölçülmektedir. Bu durumda izin verilen sıcaklık değerinden 4 derecelik düşüş görülmüştür. Kontrata göre her 1 derece düşüşte 2 TL fiyat indirimi olduğundan 4 derece düşük sıcaklık değeri için birim fiyattan 8 TL indirim yapılmıştır. 1 KG Muz fiyatı 2 TL'den hesap edilerek gerçekleşen ödeme 40.000 KG Muz için 80.000 TL'dir.

Örnek uygulamada görünen kargo ismi Kargo_001 değişkendir ve her farklı kargoda Kargo_002, Kargo_003 şeklinde değişmektedir. Ürünü transfer etme ile ilgili sorumluluk üretici üzerindedir. Teslimat tarihi, kontratta tanımlanan tarihten sonra olursa ürünün bozulduğu kabul edilmekte ve ödeme yapılmamaktadır.

```
Adding temperature 10 to shipment Kargo_001
Received at: Sat May 11 2019 13:10:05 GMT+0300
(GMT+03:00)
Contract arrivalDateTime: Sun May 12 2019 13:39:23
GMT+0300 (GMT+03:00)
Lowest temp reading: 10
Highest temp reading: 10
Min temp penalty: 8
Payout: 80000
Grower: uretici@email.com new balance: 480000
Importer: tuketici@email.com new balance: -480000
```

Şekil 3.18: İzin verilenden düşük sıcaklık değeri için ceza uygulaması.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi kontrat ihlaline uygulanan cezadan sonra tüketici, üreticiye 80.000 TL daha borçlanmıştır. Son bakiye durumunda üretici 480.000 TL alacaklı ve tüketici 480.000 TL borçludur.

Başka bir transferde sıcaklık değeri 18 derece olarak ölçülmektedir. Bu durumda izin verilen sıcaklık değerinden 1 derece fazla sıcaklık oluşmuştur. Her 1 derece için fiyatta 1 TL indirim uygulanacağından ürünün fiyatı 9 TL olarak hesaplanmakta ve 40.000 KG ürün fiyatı 360.000 TL olarak ödenmektedir.

```
Contract arrivalDateTime: Sun May 12 2019 13:39:23
GMT+0300 (GMT+03:00)

Lowest temp reading: 18
Highest temp reading: 18
Max temp penalty: 1
Payout: 360000

Grower: uretici@email.com new balance: 840000
Importer: tuketici@email.com new balance: -840000
```

Şekil 3.19: Sıcaklık limitinin üstüne çıkılması durumunda uygulanan ceza.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi 360.000 TL ödeme bilgisi hesaplanmış ve son bakiye, önceki bakiyelerle toplanarak üretici bakiyesi 840.000 TL; tüketici bakiyesi -840.000 TL olarak hesaplanmıştır.

Değişik sıcaklık bilgilerine göre gerçekleşen transfer değerleri aşağıdaki tabloda görüldüğü gibidir.

Tablo 3.1: Okunan sıcaklıklara göre transfer bilgisi.

Transfer	Birim	Fiyatı	Miktar	Sıcaklık Üst	Sıcaklık Alt	Okunan Sıcaklık	Sıcaklık Farkı	Yüksek Sıcaklık Cezası (TL)	Düşük Sıcaklık Cezası (TL)	Ceza Sonrası Fiyat	Ödeme	Üretici Bakiyesi	Tüketici Bakiyesi
Transfer 1	10	40000	17	14	14	0	0	0	0	10	400000	400000	-400000
Transfer 2	10	40000	17	14	10	4	0	8	2	80000	480000	480000	-480000
Transfer 3	10	40000	17	14	18	1	1	0	9	360000	840000	840000	-840000

Yukarıdaki tabloda farklı sıcaklık bilgilerine göre akıllı kontratın işletilmesi ile hesaplanan borç ve alacaklar görülmektedir. Gerçekleşen 3 adet transfer:

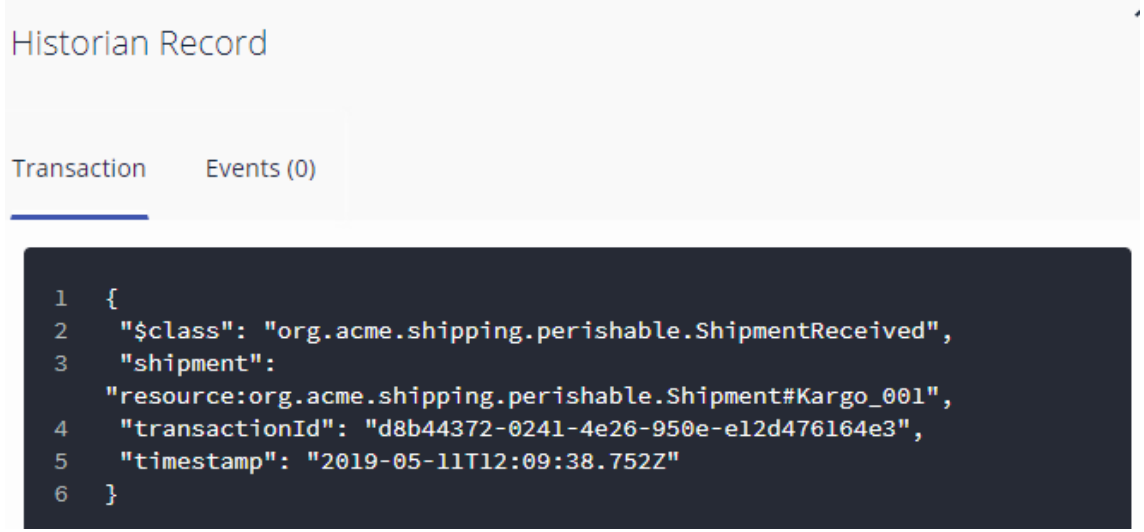
- Birincisinde, anlaşmaya göre 14-17 derece olması gereken sıcaklık değerine uygun olarak 14 derecede taşıma gerçekleştirilmiş ve herhangi bir ceza uygulanmamıştır.
- İkinci transferde sıcaklık değeri 10 dereceye düştüğü için 4 derece sıcaklık farkından dolayı Kg başına 8 TL ceza uygulanmış ve ödenmesi gereken ücret 320.000 TL daha düşük olup sadece 80.000 TL ödeme gerçekleşmiştir.
- Son transferde sıcaklık değeri olması gerekenden 1 derece fazla olduğu için 40.000 TL ceza uygulanmıştır.

Sıcaklık ve transfer bilgileri Blockchain blokları halinde kaydedilmektedir. Hyperledger Composer Playground üzerinde işlemlerin listesi görülebilmektedir.

Web Uygulama		Define	Test	admin	
PARTICIPANTS					
Grower					
Importer					
Shipper					
ASSETS					
Contract					
Shipment					
TRANSACTIONS					
All Transactions					
Submit Transaction					
		Date, Time	Entry Type	Participant	
		2019-05-11, 15:09:38	ShipmentReceived	admin (NetworkAdmin)	view record
		2019-05-11, 15:09:10	UpdateAsset	admin (NetworkAdmin)	view record
		2019-05-11, 13:10:05	ShipmentReceived	admin (NetworkAdmin)	view record
		2019-05-11, 13:09:54	TemperatureReading	admin (NetworkAdmin)	view record
		2019-05-11, 13:09:26	UpdateAsset	admin (NetworkAdmin)	view record
		2019-05-11, 13:07:48	ShipmentReceived	admin (NetworkAdmin)	view record
		2019-05-11, 13:07:31	UpdateAsset	admin (NetworkAdmin)	view record
		2019-05-11, 13:07:05	ShipmentReceived	admin (NetworkAdmin)	view record

Şekil 3.20: İşlem geçmişi.

Yukarıdaki şekilde geçmişte gerçekleşmiş olan sıcaklık okuması ya da kargo kabul kayıtları görülmektedir. En sağda bulunan “view record” linki kullanılarak kayıtların detaylarına ulaşılabilir.



Şekil 3.21: Geçmişteki kayıtlardan birisine ait detay bilgisi.

Yukarıdaki şekilde kargo kabul edildiğinde oluşan kayıt görülmektedir. Oluşan kaydın tekil tanımlayıcı bilgisi “transactionId” değişkeninde görülmektedir. Kargonun kabul edildiği zaman bilgisi tam olarak saniyesine kadar detaylı şekli ile “timestamp” alanında kayıt edilmektedir.

Buradaki transferlere ait bilgiler, Bölüm 2.2’de “Blockchain Yapısı” başlığı altında detaylı olarak anlatılan “Data” alanına kaydedilmektedir.

Hyperledger Composer Playground platformunda kayıtların depolanacağı blokların oluşturulması için madencilik çalışması yapılmamaktadır. IBM tarafından altyapısı sağlanan bu network yapısında veriler dağıtık defter kaydı ile tüm eşler arasında paylaşılmakta ve sisteme dahil olan her eş, Bölüm 3.1.2’de anlatılan “Access Control” dosyası ile verilen yetkiler doğrultusunda yeni bloklar oluşturabilir ya da sadece oluşturulan bloklar içerisindeki kayıtları okuyabilmektedir.

4. BULGULAR

Dünya genelinde her yıl sadece gıda zehirlenmesinden 400.000 kişi ölmektedir. Bu konu ile ilgili detaylı bilgiler “2.6.4 Gıda Tedarik Zincirinde Yaşanan Problemler ve Blockchain Teknolojisi” başlığının altında incelenmiştir. Herhangi bir gıdadan kaynaklanan zehirlenmenin sebebinin tespit edilmesi için yapılan çalışmalarda gıdanın nereden geldiği, taşıma ve depolama esnasındaki şartlarının ne olduğu ile ilgili kayıtlara ulaşmaya çalışılırken kaybolan zamanda yeni zehirlenmeler ve can kayıpları oluşabilmektedir.

Örneğin detayları “2.6.4 Gıda Tedarik Zincirinde Yaşanan Problemler ve Blockchain Teknolojisi” bölümünde anlatıldığı gibi 2013 yılında yapılan bir araştırmada Danimarka’da 2011 senesinde satılan etlerle ilgili araştırmaya göre 50.000 ton dana etinin aslında at eti olduğuna dair DNA bulgularına rastlanmıştır. Araştırma çalışmaları 2013 yılında yayımlanmış ancak et satışı 2011 senesinde gerçekleşmiştir. Sonuçların çıkmasına kadar geçen 2 senelik süre içinde piyasaya dana eti diye sunulan at etleri insanlar tarafından tüketilmiştir (Holligan, 2013).

Gıda taşımacılığı esnasında gıdaların bozulmasına sebep olabilecek başlıca unsur gıdaların uygun sıcaklık şartlarında taşınmamasından kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalar neticesinde, ülkemizde üretilen yaklaşık 49 milyon ton meyve ve sebzenin yaklaşık %30’unun taşıma esnasında israf edildiği tespit edilmiştir. Bu kayıp ülkemizin ihraç ettiği toplam sebze ve meyve miktarının 4 katından daha fazladır. Bu konu ile ilgili ayrıntılı bilgilere “3.2.1 Gıda Tedarik Zincirinde Soğuk Zincirin Önemi” başlığı altında detaylı olarak yer verilmiştir.

Sigortacılık hizmetleri ile gıda taşımacılığında uğranan zararların karşılanması ile ilgili tedbirler alınmaktadır. Ancak yapılan sigorta anlaşmalarının şartları ile zararın ortaya çıkmasının sebebi arasındaki ilişkinin tespit edilmesi konusunda uyumsuzlukların yaşanması mümkündür. Bu durumda hukuksal yollara başvurulması halinde özellikle üretici açısından ortaya çıkacak zaman kayıpları sebebi ile sigortadan alınacak ekonomik kaynakların vaktinde alınamaması sonucunda sonraki senenin üretiminde aksamaların meydana gelmesi mümkün olmaktadır.

Gıda taşımacılığında yaşanan kayıpların önlenmesi için Blockchain teknolojisi kullanılarak ürünlerin kayıt altına alınması sayesinde taşınan ürünlerin bozulmasına sebep olacak sıcaklık

değişimi ortaya çıktığı anda anlaşma şartları ile ilgili tetikleme mekanizmasının anında başlaması sağlanmaktadır.

Blockchain teknolojisinin bölüm “2.4 BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİNİN SAĞLAYACAĞI FAYDALAR” başlığı altında anlatılan faydaları sayesinde gıda taşımacılığı esnasında yapılan taşıma bilgileri ürünün taşınması esnasında okunan sıcaklık bilgilerinin anlaşmazlığa yer vermeyecek şekilde ve geçmişteki okuma bilgilerinin değiştirilemeyeceği şekilde kayıt altına alınması mümkün olmaktadır. Gıda taşımacılığı esnasında iş birliği yapan tüm birimler, taşınan ürün ile ilgili bilgilere anında ulaşabildiği için şeffaflık sağlanmaktadır.

Blockchain teknolojisinin sunduğu yüksek güvenlik sayesinde geçmiş kayıtları değiştirilememesi, taşınan ürünlerin sıcaklık kayıtlarının gerçekçiliği ile ilgili herhangi bir şüpheye yer bırakmamaktadır. Taşıma esnasındaki ürünlerin sıcaklık bilgileri denetleme birimleri tarafından her an erişilebilir olduğundan geçmiş kayıtlara herhangi bir anda saniyeler ya da dakikalarla içerisinde ulaşılabilir.

Tedarik zincirlerine dahil olan depolama, nakliye, denetleme, finansal işlemler, sigorta birimleri gibi tüm taraflar aynı verilere kolayca ulaşarak etkili iş birliği içerisinde çalışabilmektedir. Bu kadar çok sayıda farklı birimin iş birliği içerisinde çalışabilmesinin Blockchain teknolojisine alternatif olan bilgi sistemleri ile kullanılması durumunda ortaya çıkan altyapı maliyetleri Blockchain teknolojisinin maliyetleri ile kıyaslanamayacak kadar yüksek olmaktadır.

Tüm bu kriterler göz önünde bulundurulduğunda “ÜRÜNLERİN TEDARİKÇİDEN TÜKETİCİYE ULAŞMASINI TAKİP EDECEK BİR BLOK ZİNCİRİ SİSTEMİNİN TASARLANMASI” önerisi ile ortaya çıkarılan sistemin sağladığı faydalar:

- Gıda taşımacılığında ürünlerin taşıma şartları nedeni ile bozulması son derece yüksek bir hızla tespit edilmiştir.
- Bozulan gıdaların taşınacağı hedef güzergahlarda gıda eksikliği yaşanmaması için gereken önlemlerin alınması adına gerekli tetikleme mekanizmalarının işletilmesi mümkün olmuştur.
- Sigortacılık süreçlerinin çok hızlı işletilerek üreticinin mağdur edilmemesi sağlanabilmektedir.

- Bozulan ürünler tüketiciye sunulmadan imha süreci başlatıldığı için halk sağlığı korunmuştur.
- Ürünlerin bozulması ile ilgili araştırma süreçlerine gerek kalmadığından insan iş gücü tasarrufu sağlanmıştır.
- Gıda taşımacılığında olması gereken kriterlere uygun hizmet vermeyen taşımacıların tespit edilmesi sağlanmıştır.
- Lojistik hizmetlerini anlaşmalara uygun şekilde gerçekleştiren şirketlerin hizmet kalitesinin ortaya çıkmasına hizmet ettiğinden dolayı lojistik sektörünün gelişmesine katkı sağlamıştır.

Blockchain teknolojilerinin tedarik zinciri yönetiminde sağlayacağı faydalar bu araştırmada yazılanlardan çok daha fazla olacaktır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada, Tedarik Zinciri Yönetiminde (TZY) yaşanan zorlukların Blockchain teknolojisi kullanılarak çözülmesi ile ilgili bir öneri sunulmuştur.

Blockchain teknolojisinin çok farklı sektörlerdeki iş yapma şekillerini yeniden yapılandıracağı ve iş yapma şekillerine hem şeffaflık hem de hız kazandıracağı ile ilgili çeşitli öngörüler mevcut olup bu konularla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde Blockchain ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde sadece Blockchain'in ne olduğu ya da nasıl bir teknoloji olduğu ile ilgili az sayıda akademik çalışma mevcuttur. Özellikle bir alandaki sorunları çözmeye yönelik çalışmalar henüz mevcut değildir.

Bu çalışmada, hem Tedarik Zinciri Yönetimi alanında şeffaflık sağlamak ve iş ortamında etkili iş birlikleri geliştirmek adına Blockchain teknolojisinin getireceği faydalar incelenmiş hem de bilimsel literatüre katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Araştırmanın ilk bölümünde Blockchain kavramının ortaya çıkmasını sağlayan Bitcoin teknolojisi anlatılmıştır. Blockchain teknolojisinin ilk defa kullanıldığı alan olan Bitcoin teknolojisinin ne olduğu ve yüksek güvenilirli olmasını sağlayan teknik yönleri hakkında ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir. Blockchain teknolojisinde verilerin değiştirilmesini engellemede en önemli özellik olan kriptografi hakkında bilgilere yer verilmiştir. Bilgilerin kaydedildiği blokları birbirine bağlamak için kullanılan Hash fonksiyonu ve Bitcoin teknolojisinin çalışması için gerekli olan cüzdan, mempool, madencilik, zorluk seviyesi gibi kavramlar açıklanmıştır.

Değer alışverişi için kurgulanmış olan Bitcoin yapısından daha ileri bir teknoloji olan ve sadece değer transferi kayıtlarını tutmaktan öte Blockchain üzerinde akıllı kontratların çalışmasını sağlayarak herhangi bir otorite olmaksızın hiyerarşik bir yapının çalışmasını mümkün hale getiren, dağıtık yapıdaki kendiliğinden çalışan organizasyonların (DAO) ortaya çıkmasına imkân tanıyacak Ethereum teknolojisi ve akıllı kontrat hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Çalışmanın devamında Blockchain teknolojisi tarafından sağlanan 10 önemli fayda açıklanmıştır. Blockchain teknolojisinin sağladığı faydaların uygulanması sayesinde dönüşüm yaşanması beklenen 50 farklı sektör hakkında bilgilere yer verilmiştir. Dönüşüm yaşanması beklenen ve global pazarda uygulama örnekleri bulunan sektörlerden birisi de Tedarik Zinciri

Yönetimi (TZY) olduğundan, özellikle TZY’de yaşanan zorluklara yer verilmiş ve bu zorlukların çözülmesi için Blockchain tarafından sağlanan faydalara odaklanılmıştır.

TZY son derece geniş bir çalışma alanı olduğu için bu çalışmada TZY’nin gıda lojistiği alanına odaklanılmıştır. Gıda taşımacılığında uyulması gereken uluslararası kriterler hakkında bilgiler sağlandıktan sonra bu kriterlere uygun taşımacılık yapılması için Blockchain tarafından sağlanan faydalara değinilmiştir.

Çalışmanın son kısmında kavramsal ispat sağlamak amacıyla bir Blockchain teknolojisi ile geliştirilen bir uygulama örneği sunulmuştur.

5.1. ÖNERİLER

Blockchain teknolojilerinin iş yapma şekillerine dahil edilmesi için konu ile ilgili bilgi sistemleri uzmanlarının yetişmesi ve çözümlerin tasarlanması ihtiyacı bulunmaktadır. Blockchain teknolojileri ile dönüşüm yaşanabilecek alanlar bu çalışmanın “BLOCKCHAIN İLE DÖNÜŞÜM” başlığının altında açıklanmaktadır. Bu alanlarda yapılabilecek çalışmalar sayesinde merkezi olmayan yapılarda çalışan yeni dijital iş yapıları inşa edilecektir. Bu yapıların çalışması için herhangi bir merkezi otorite ya da yetkili birim olmayacağından, adaletli ve planlandığı amaca hizmet eden sistemlerle insan hatasına ya da kötü niyete bağlı olmayan iş yapma şekillerinin ortaya çıkması sağlanabilir.

Konu ile ilgili çalışmalar yapmak isteyen araştırmacıların öncelikle çözüm üretmek istedikleri alanlardaki sorunların olası sebeplerini tespit etmeleri ve bu sebeplerin Blockchain teknolojisinin sağladığı faydalarla çözülebilme olasılıklarını araştırmaları gerekmektedir.

Sağladığı tüm faydalı özelliklerine rağmen Blockchain teknolojisi tek başına bir çözüm getirmemektedir. Çözüm üretilebilmesi için, başka bilgi sistemlerine destekleyici bir fonksiyon olarak entegre edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle sistem analizi ve tasarımı çalışmaları yaparken Blockchain teknolojisini kullanmayı gerektiren sistemlerin “gerekliklik analizleri” son derece detaylı olarak yapılmalıdır. Blockchain teknolojisi kullanan sistemlerin tercih edilmesi için, Blockchain tarafından sağlanan avantajların ihtiyaç olması durumunda çözüm tasarımına Blockchain dahil edilmelidir. Şirketlerin kendi işleyişleri ile ilgili çalışmalarda kullanılan bilgi sistemlerinin tasarımı aşamasında Blockchain kullanılması bir ihtiyaç olmamaktadır. Şirketlerin kendi iç işleyişlerinde, çoğu durumda merkezi veri tabanlarının kullanıldığı bilgi

sistemleri çözüm üretebilmektedir. Bununla birlikte çalışan sayısı yüzbinlerce kişiyi bulan çok uluslu şirketlerde, birimler arasında güven ilişkisinin kurulmasının zor olduğu ve ek kontrol sistemlerinin gerekli olduğu durumlarda Blockchain teknolojileri kullanılarak oluşturulan sistemler, güvenlik ve şeffaflık ihtiyacını karşılamak için çözüm olarak kullanılabilmektedir.



KAYNAKLAR

- Antonopoulos, A. M. 2010. *Mastering Bitcoin*. O'Reilly Media, California.
- Atılğan, M. 2006. Antik Çağın En Önemli Yazı Malzemesi: Papirüs. *Bilgi Dünyası*, 293-312, <http://eprints.rclis.org/8646/1/293-312.pdf>, [Ziyaret tarihi: 10 şubat 2019].
- Baxter, W. T. 1989. Early Accounting: The Tally And Checkerboard. *Accounting Historians Journal*(16(2)), 43-83.
- Billiard, F. 2002. *Food Safety and Refrigeration*. Food And Agriculture Organization: <http://www.fao.org/3/AB435E/AB435E.htm>, [Ziyaret tarihi: 7 mayıs 2019].
- Blockchain. 2019. <https://www.blockchain.com/btc/block/00000000000000000000cf69a61299ca0162f45c6ad1d15a9e88839ab80ee4df0>, [Ziyaret tarihi: 11 şubat 2019].
- Bocij, P., Greasley, A., & Hickie, S. 2008. *Business Information Systems: Technology, Development and Management for the E-Business (4th Edition)*, Pearson, Canada.
- Buterin, V. 2014. *DAOs, DACs, DAs and More: An Incomplete Terminology Guide*. <https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide>, [Ziyaret tarihi: 2 mart 2019].
- Casey, M. 2017. *Using Blockchain for Supply Chains*, <https://www.youtube.com/watch?v=LH1QsVueG1o&t=267>, [Ziyaret tarihi: 14 nisan 2019].
- Cbinsights. 2018. *Banking Is Only The Beginning: 50 Big Industries Blockchain Could Transform*, <https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain>, [Ziyaret tarihi: 7 mart 2019].
- Defee, C. C., Esper, T., & Mollenkopf, D. 2009. Leveraging closed-loop orientation and leadership for environmental sustainability. *Supply Chain Management: An International Journal*, 87-98. <https://doi.org/10.1108/13598540910941957>, [Ziyaret tarihi: 15 mart 2019].

Demiroğlu, Y. D. 2015. Uygun İlişki Yapılarının Kurulması. P. D. Yercan, & Y. D. Demiroğlu, *Güncel Lojistik*, Nobel, Ankara

Deneuve, M. 2016. *An in-depth guide into how the mempool works*,
<https://blog.kaiko.com/an-in-depth-guide-into-how-the-mempool-works-c758b781c608>, [Ziyaret tarihi: 27 şubat 2019].

Dfffen. 2019. *Data - Information and Comparisons*. 05 11, 2019 tarihinde Dfffen:
<https://data.diffen.com/Data> adresinden alındı

Docker. 2019. *Docker Desktop*, <https://www.docker.com/products/docker-desktop>, [Ziyaret tarihi: 28 nisan 2019].

Docker. 2019. *What is a Container?*, <https://www.docker.com/resources/what-container>, [Ziyaret tarihi: 24 nisan 2019].

Fintech İstanbul. 2017. *Bitcoin nasıl doğdu?*, <https://fintechistanbul.org/2017/07/26/bitcoin-nasil-dogdu>, [Ziyaret tarihi: 7 şubat 2019].

HACCP. 2003. <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/haccp.pdf>, [Ziyaret tarihi: 11 mayıs 2019].

Holligan, A. 2013. *Horsemeat scandal: Dutch uncover large-scale meat fraud*,
<https://www.bbc.com/news/world-europe-22098763>, [Ziyaret tarihi: 10 nisan 2019].

Hyperledger. 2019.
<https://hyperledger.github.io/composer/v0.19/introduction/introduction.html>, [Ziyaret tarihi: 5 mayıs 2019].

Hyperledger. 2019. *Transaction Processor Functions*,
https://hyperledger.github.io/composer/v0.19/reference/js_scripts.html, [Ziyaret tarihi: 5 mayıs 2019].

Hyperledger. 2019. *Hyperledger Composer Access Control Language*. 2019.

https://hyperledger.github.io/composer/v0.19/reference/acl_language.html, [Ziyaret tarihi: 5 mayıs 2019].

Hyperledger. 2019. *Hyperledger Composer Modeling Language*. 2019.

https://hyperledger.github.io/composer/v0.19/reference/cto_language.html, [Ziyaret tarihi: 5 mayıs 2019].

IBM. 2011. *Relational Database*,

<https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/reldb>, [Ziyaret tarihi: 11 şubat 2019].

İzer, A. 2017. *Soğuk Zincir Lojistiği İçinde Risklerin Azaltılmasında Yeni Teknolojiler*,

https://www.academia.edu/33433373/SO%C4%9EUK_Z%C4%B0NC%C4%B0R_LOJ%C4%B0ST%C4%B0%C4%9E%C4%B0_%C4%B0%C3%87%C4%B0NDE_R%C4%B0SKLER%C4%B0N_AZALTILMASINDA_YEN%C4%B0_TEKNOLOJ%C4%B0LER, [Ziyaret tarihi: 7 mayıs 2019].

Kindap, N. 2015. *Kriptografi'de Şifreleme Teknikleri*,

<https://www.linkedin.com/pulse/kriptografide-%C5%9Fifreleme-teknikleri-nihal-kindap>, [Ziyaret tarihi: 10 şubat 2019].

Laney, J. 2018. *Walmart's Blockchain Enabled Food Traceability Initiative*,

<https://medium.com/datadriveninvestor/walmarts-blockchain-enabled-food-traceability-initiative-628b9df5febb>, [Ziyaret tarihi: 28 nisan 2019].

Leising, M. 2017. *The Ether Thief*, <https://www.bloomberg.com/features/2017-the-ether-thief>, [Ziyaret tarihi: 2 mart 2019].

Man, P. S., & Kng, C. 2019. *How to Prevent a 51% Attack on your Blockchain*,

<https://medium.com/altcoin-magazine/decrypting-with-talenta-how-to-prevent-a-51-attack-on-your-blockchain-8a671069ad70>, [Ziyaret tarihi: 29 mart 2019].

Marr, B. 2017. *A Complete Beginner's Guide To Blockchain*,

<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/01/24/a-complete-beginners-guide-to-blockchain>, [Ziyaret tarihi: 11 şubat 2019].

- McDermott, B. 2017. *Using Blockchain For Supply Chains*,
<https://www.youtube.com/watch?v=LH1QsVueG1o&t=19m18s>, [Ziyaret tarihi: 14 nisan 2019].
- Menezes, A. J., Katz, J., Van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. 1996. *Handbook of Applied Cryptography*, CRC Press, Florida.
- Mentzer, J. T. 2001. Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 1-25.
- Mentzer, J. T. 2002. Defining Supply Chain Management. *Journal Of Business Logistics*, Vol.22, No. 2, 18.
<https://pdfs.semanticscholar.org/e3c5/d8952d509b86d06ece1c83244f148a1a4337.pdf>, [Ziyaret tarihi: 2 mart 2019].
- Mintzberg, H. 1979. *The Structure of Organization*. Michigan: Prentice-Hall.
<https://www.open.edu/openlearn/money-management/organisations-and-management-accounting/content-section-1>, [Ziyaret tarihi: 3 mart 2019].
- Nakamoto, S. 2009. *Bitcoin*, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, [Ziyaret tarihi: 26 şubat 2019].
- Nissen, H. J., Englund, R. K., & Damerow, P. 1993. *Archaic Bookkeeping: Early Writing and Techniques of Economic Administration in the Ancient Near East*, University of Chicago Press, Chicago.
- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *Blockchain A-Z: Learn How To Build Your First Blockchain*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657440?start=105>, [Ziyaret tarihi: 13 aralık 2018].
- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *Decentralized Autonomous Organizations (DAOs)*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657540?start=229>, [Ziyaret tarihi: 15 aralık 2018].
- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *How Do Mempools Work*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657458?start=360>, [Ziyaret tarihi: 13 aralık 2018].

- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *How Mining Works*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657374?start=300>, [Ziyaret tarihi: 17 nisan 2019].
- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *Public Key vs Bitcoin Address*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657482?start=318>, [Ziyaret tarihi: 17 nisan 2019].
- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *Transactions and UTXO's*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657468?start=390>, [Ziyaret tarihi: 17 nisan 2019].
- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *Understanding Mining Difficulty*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657440?start=420>, [Ziyaret tarihi: 17 nisan 2019].
- Ponteves, H. d., & Eremenko, K. 2018. *What is Blockchain*, <https://www.udemy.com/build-your-blockchain-az/learn/v4/t/lecture/9657362?start=75>, [Ziyaret tarihi: 17 nisan 2019].
- Quittem, B. 2018. *5 Blockchain Projects Revolutionizing The Supply Chain Management Industry*, <https://www.investinblockchain.com/supply-chain-blockchain-projects>, [Ziyaret tarihi: 26 mart 2019].
- Recabarren, R., & Carbutar, B. 2017. Hardening Stratum, the Bitcoin Pool Mining Protocol. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, 57-74.
- Reiskin, J. 2006. Carriers Invest in Web Sites, Software, Networks. *Transport Topics*, 10.
- Ryan, D. 2017. *Calculating Costs in Ethereum Contracts*, <https://hackernoon.com/ether-purchase-power-df40a38c5a2f>, [Ziyaret tarihi: 28 şubat 2019].
- Singleton, M. 2018. *The World's Fastest Supercomputer Is Back in America*, <https://www.theverge.com/circuitbreaker/2018/6/12/17453918/ibm-summit-worlds-fastest-supercomputer-america-department-of-energy>, [Ziyaret tarihi: 11 şubat 2019].

- Sinnige, J. 2018. How a 51% attack works (double spend attack),
<https://medium.com/coinmonks/what-is-a-51-attack-or-double-spend-attack-aa108db63474>, [Ziyaret tarihi: 14 nisan 2019].
- Tel, G. 2008. *Cryptography in Context*,
<https://www.staff.science.uu.nl/~tel00101/liter/Books/CrypCont.pdf>, [Ziyaret tarihi: 20 nisan 2019].
- Thornburg, W. 2018. *What is Ethereum? | The Ultimate Beginners' Guide*,
<https://coincentral.com/what-is-ethereum-the-ultimate-beginners-guide>, [Ziyaret tarihi: 2 mart 2019].
- Uni-Passau. 2005. *Skytale, Caesar & Co. - Encryption in antiquity and the Middle Ages*,
<https://www.phil.uni-passau.de/fileadmin/dokumente/lehrstuehle/frenz/online-tutorien/TutKrypto/tutorien/verschluesselung-antike-mittelalter.htm>, [Ziyaret tarihi: 17 nisan 2019].
- Usta, A., & Dođantekin, S. 2017. *Blockchain 101*, Kapital Medya Hizmetleri A.Ş., İstanbul.
- Uzkut, Y. D. 2016. TZY'NİN UYGULANMASININ ÖNÜNDEKİ ENGELLER. Y. D. Prof. Dr. Funda Yercan içinde, *Güncel Lojistik*, Nobel, Ankara.
- Wikipedia. 2018. *Parşömen*, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Par%C5%9F%C3%B6men>, [Ziyaret tarihi: 10 şubat 2019].
- Wood, D., Meiklejohn, D., Buchanan, A., Brewster, C., Laughlin, H., Green, N., & Mallet, P. 2015. *Blockchain: the solution for transparency in product supply chains*, provenance: <https://www.provenance.org/whitepaper>, [Ziyaret tarihi: 3 mart 2019].
- Yercan, P. D. 2016. Lojistiğe Genel Bakış. Y. D. Prof. Dr. Funda Yercan içinde, *Güncel Lojistik* (s. 9), Nobel, Ankara.

EKLER

EK 1. Walmart tarafından tedarikçilere gönderilmiş olan mektup

Food Traceability Initiative Fresh Leafy Greens



September 24, 2018

Dear Leafy Greens Supplier,

At Walmart, we are committed to providing our customers with safe, affordable foods. As food safety is a shared responsibility, one way in which we achieve this is through collaboration with our suppliers.

That's why Walmart is today announcing a new, blockchain-enabled **Walmart Food Traceability Initiative** that will increase transparency in the food system and create shared value for the entire leafy green farm to table continuum.

As you know, while fresh leafy greens are overwhelmingly safe when you consider per capita consumption rates and they are an important and healthy part of a person's diet, unfortunately, over the past decade, there have been multiple high profile recalls and outbreaks associated with these types of products. In fact, this year, the United States experienced a large, multistate outbreak of E coli O157:H7 linked to romaine lettuce. All in all, the outbreak resulted in 210 confirmed cases, caused 96 hospitalizations, and tragically 5 deaths. Although the FDA and CDC were able to inform consumers, producers, and retailers that the romaine lettuce associated with illnesses came from the Yuma growing region, in general, health officials and industry professionals were unable to quickly determine which lots were affected and which were not. This resulted in millions of bags and heads of romaine lettuce having to be removed from the market place and a loss of consumer confidence in romaine lettuce, regardless of growing region, as well as negatively affecting the economic livelihood of many, including farmers.

Walmart believes the current one-step up and one-step back model of food traceability is outdated for the 21st Century and that by, working together, we can do better. There is no question that there is a strong public-health and business-case for enhanced food traceability. By quickly tracing leafy greens back to source during an outbreak using recent advances in new and emerging technologies, impacts to human health can be minimized, health officials can conduct rapid and more thorough root cause analysis to inform future prevention efforts, and the implication and associated-losses of unaffected products that are inaccurately linked to an outbreak can be avoided.

Over the past 18 months, Walmart has piloted new technology in collaboration with numerous suppliers and IBM and we have demonstrated that meaningful enhancements to food traceability is possible. Using the IBM Food Trust network that relies on blockchain technology, we have shown that we can reduce the amount of time it takes to track a food item from a Walmart Store back to source in seconds, as compared to days or sometimes weeks.

Walmart

©2018 Walmart Inc.

As part of our new **Walmart Food Traceability Initiative**:

All fresh leafy greens suppliers are expected to be able to trace their products back to farm(s) (by production lot) in seconds – not days. To do this, suppliers will be required to capture digital, end-to-end traceability event information using the IBM Food Trust network.

We understand that this may require you to work with your suppliers too. Therefore, we are allowing this requirement to be met in two phases.

1. **Direct Suppliers** – our direct suppliers are required to conform to one-step back traceability on the blockchain network by Jan 31, 2019.
2. **End-to-End** – thereafter, our suppliers are expected to work within their vertical systems or with their suppliers to enable end-to-end traceability back to farm by September 30, 2019.

To assist you in meeting this new Walmart business requirement, we have worked closely with IBM and other food companies to create a user-friendly, low-cost, blockchain-enabled traceability solution that meets our requirements and creates shared value for the entire leafy green farm to table continuum.

To get started, you can follow instructions found at <http://ibm.com/food/getstarted> and select the onboarding option and participation module that is right for you. In addition, Walmart and IBM will post a series of pre-recorded webinars to explain the new requirement and how you can get started. We have also developed a list of [Frequently Asked Questions](#) that might be useful.

Lastly, while blockchain-enabled traceability will greatly increase the ability to trace leafy greens back to their source, it does not replace or reduce the need for your adherence to leading-edge Good Agricultural Practices. Our team will be contacting you in a separate communication on this topic.

Walmart will contact you over the next few months to get a better understanding of how your company intends to comply with this new traceability requirement. In the meantime, if you have any questions, please contact Tejas Bhatt, at FSINNOVATIONS@walmart.com.

In closing, we would like to thank you for working together with us as we strive to create a *safer, smarter, and more sustainable food system, so people can live better.*

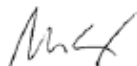
Sincerely,



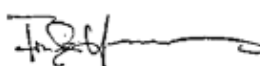
Charles Redfield
Executive Vice President
Walmart U.S. Food



Russell Mounce
Vice President, GMM
Produce, Floral & Bakery, Sam's Club



Martin Mundo
Sr. Vice President, GMM
Produce & Global Produce Sourcing



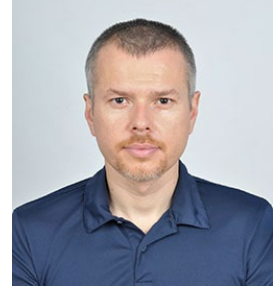
Frank Yiannas
Vice President
Food Safety & Health

Walmart 

©2018 Walmart Inc.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Reyhan YILMAZ
Doğum Yeri	Varna
Doğum Tarihi	15.05.1981
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	+90 (542) 57 107 57
E-Posta Adresi	ryilmazz@yahoo.com
Web Adresi	www.reyhanyilmaz.om



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Marmara Üniversitesi
Fakülte	Teknik Eğitim Fakültesi
Bölümü	Elektronik ve Bilgisayar Bölümü, Bilgisayar ve Kontrol Sistemleri Öğretmenliği
Mezuniyet Yılı	23.07.2003

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Enformatik
Programı	Enformatik